



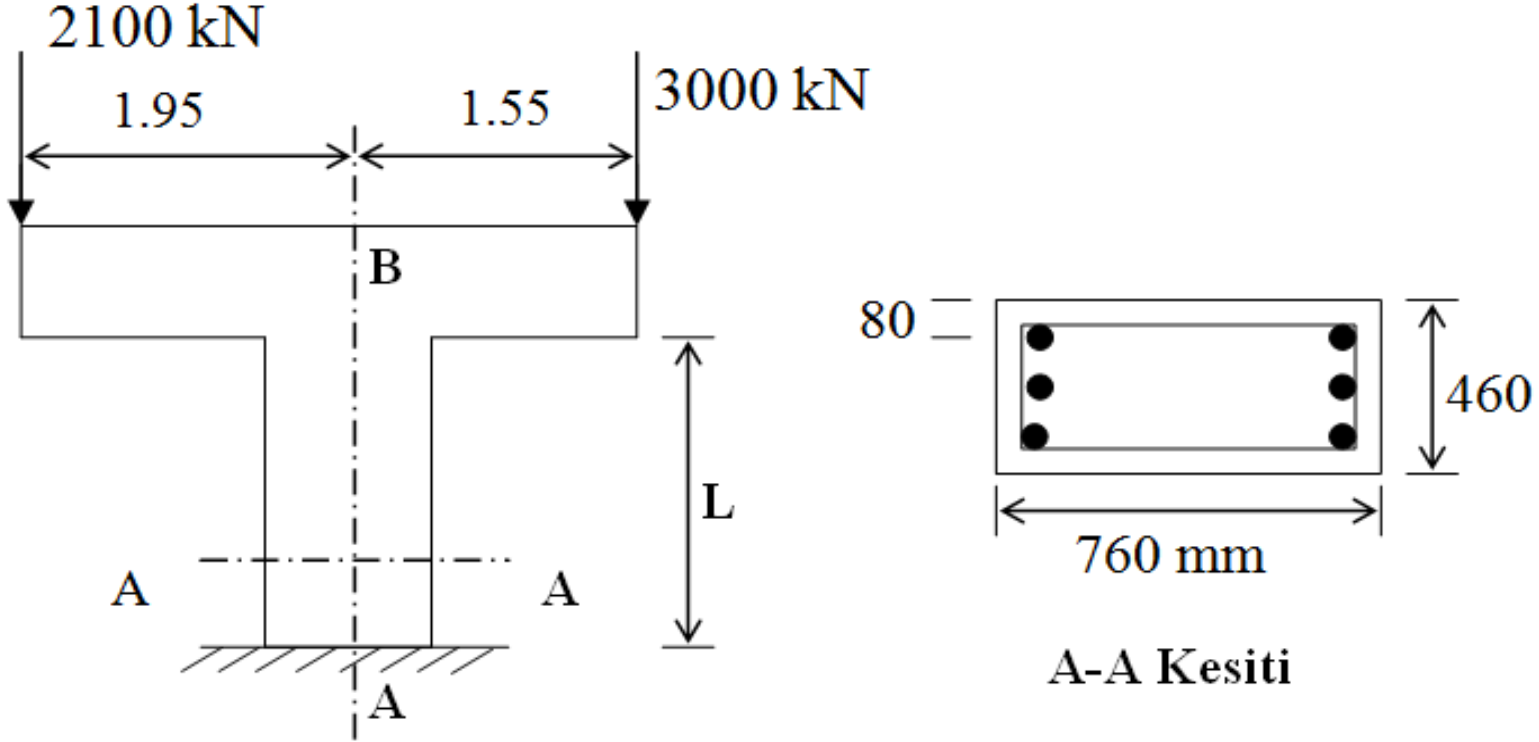
BETONARME – 1

DERS NOTLARI

BÖLÜM 15

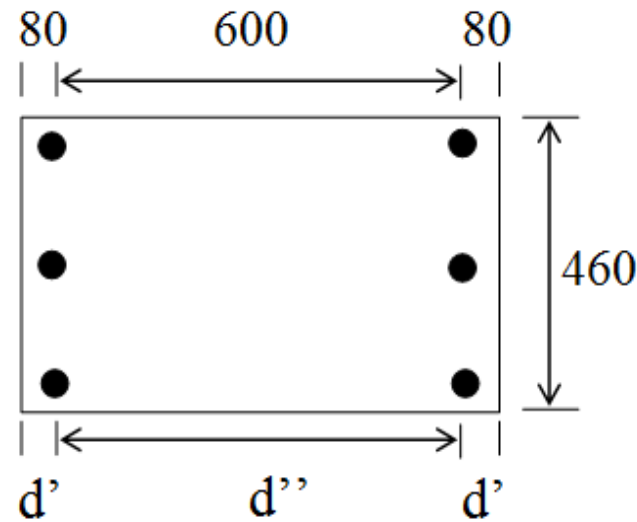
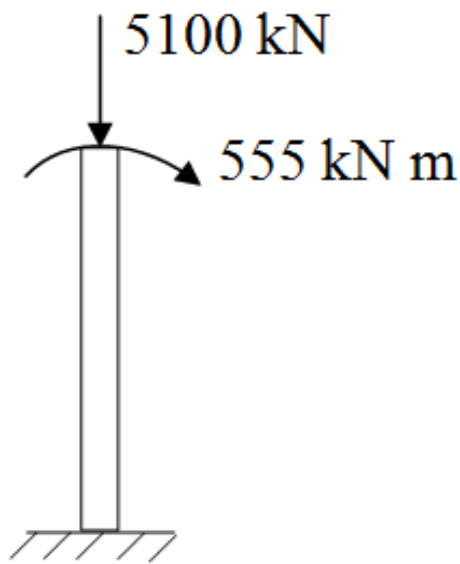
Prof. Dr. Cengiz DÜNDAR

Örnek:



- Kesit için gerekli olan donatıyı hesaplayınız.
 - A-B kolonu kısa kolon ise **max. L** boyu nedir?
- Malzeme C25, S420 ($f_{cd}=17 \text{ Mpa}$, $f_{yd}=365 \text{ Mpa}$).





Çözüm:

a)

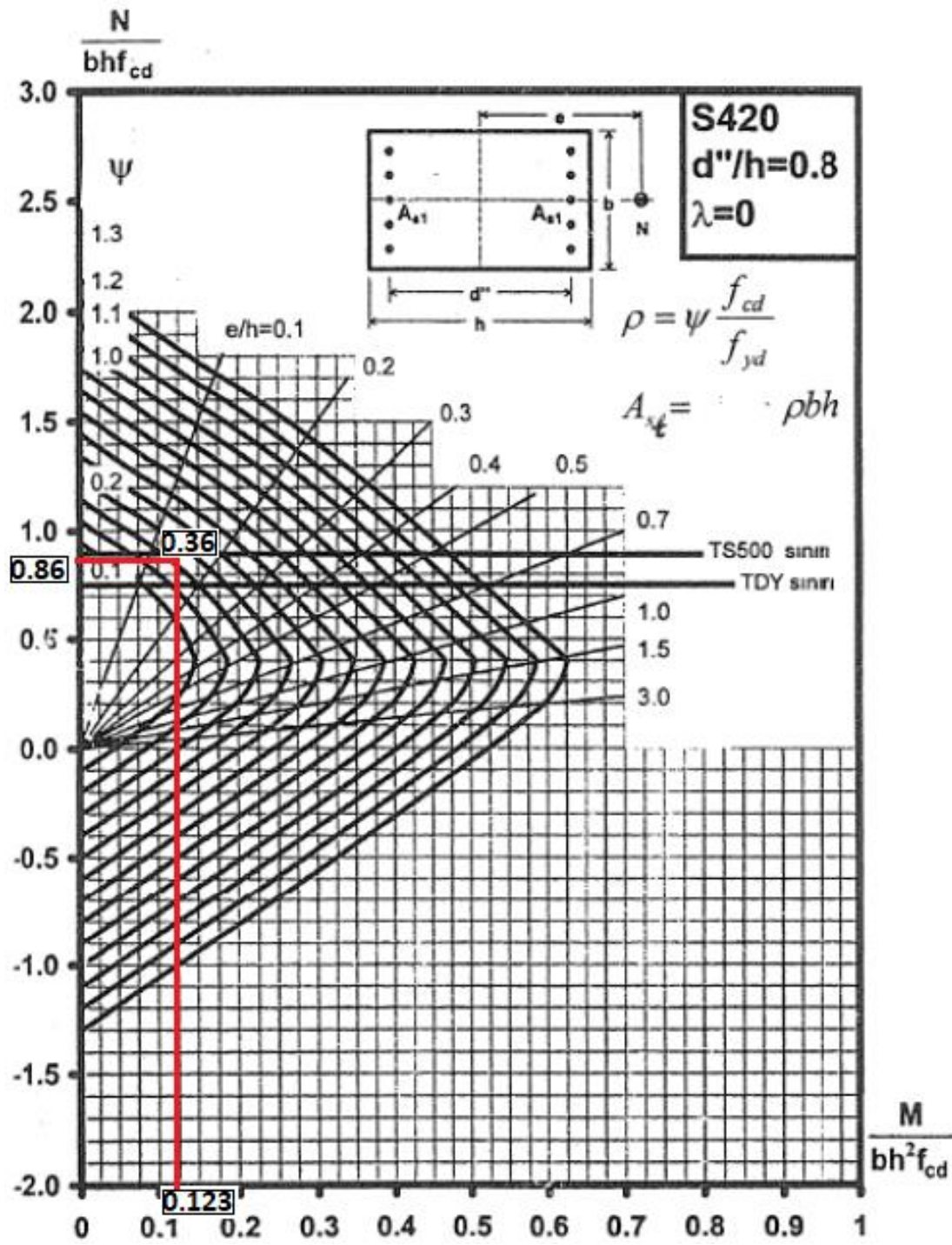
$$m = \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = \frac{365}{17} = 21.47, \quad \frac{d''}{h} = \frac{600}{760} = 0.8, \quad e = \frac{M_d}{N_d} = \frac{555}{5100} = 0.109 \text{ m}$$

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{5100 * 10^3}{460 * 760 * 17} = 0.86 \quad \frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{555 * 10^6}{460 * 760^2 * 17} = 0.123$$

$$e/h = 109/760 = 0.14 \text{ buradan } \rho_t m = 0.36, \quad \rho_t = \frac{0.36}{21.47} = 0.0168$$

$$A_{st} = 0.0168 * 460 * 760 = 5873.3 \text{ mm}^2 \text{ (14}\phi 24 = 6333 \text{ mm}^2\text{).}$$





b)

Kısa kolon için $\frac{kL}{i} \leq 22$ olmalıdır.

$$\alpha_A = \frac{\sum(I/L)_{\text{kolon}}}{\sum(I/L)_{\text{kiriş}}} = 0 \quad (\text{Payda } \infty \text{ olduğundan})$$

$$\alpha_B = \frac{\sum(I/L)_{\text{kolon}}}{\sum(I/L)_{\text{kiriş}}} = \infty \quad (\text{payda } 0 \text{ olduğundan})$$

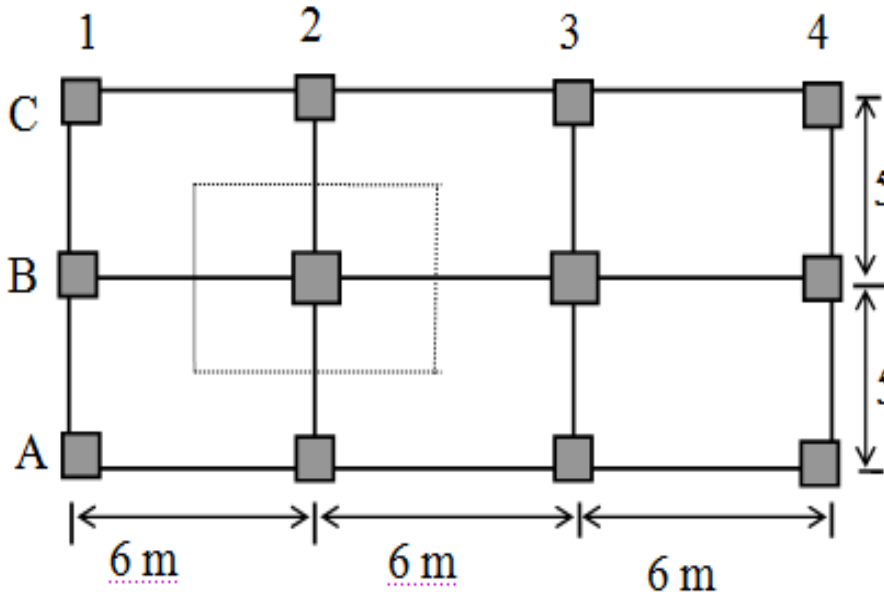
$$k=2 \quad i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.76 = 0.228 \text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

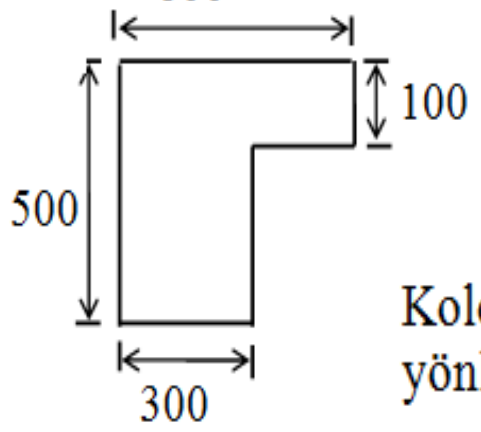
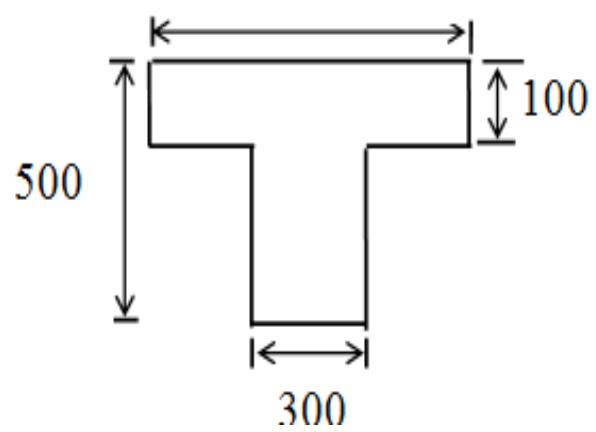
$$\frac{2 * L}{0.3 * 0.76} \leq 22 \text{ buradan } L \leq 2.51 \text{ m bulunur.}$$



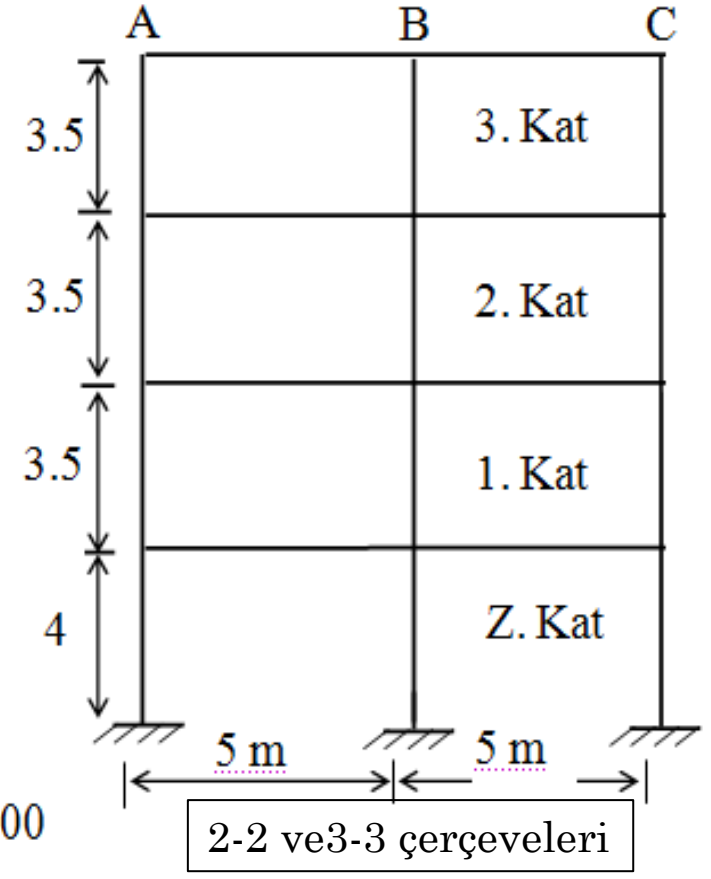
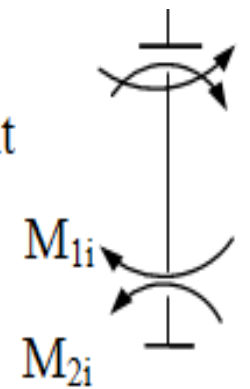
Örnek



6 m 6 m 6 m
900 mm Plan



Kolon uç moment yönleri



Kolon boyutları:

1.Kat ve Zemin Kat: B2,B3 (40×40), Diğerleri (35×35) Malzeme C25,S420

$R_m=0.66$. Narinlik kontrolünü yapınız ve B2 kolonunun tasarımını yapınız.

Zemin kat kolonları eksenel yük ve momentleri (kN, kNm)

Kolon	A1, A4, C1, C4	A2, A3, C2, C3	B1, B4	B2, B3
M_1	40	50	65	80
M_2	42	55	75	95
N_d	600	1000	1200	2000



Çözüm:

Perde, duvar gibi rijit elemanlar bulunmadığı için çerçevenin yanal deplasman yapacağı açıktır.

Eylemsizlik momentleri:

Tablalı kirişlerin eylemsizlik momentleri, μ tablosu yardımı ile hesaplanmış olup çatlama beton kesitler esas alınmıştır.



- İç kirişler için :

$$b_w/b=300/900=0.33, \quad h_f/h=100/500=0.20 \text{ buradan } \mu=23.15$$

$$I_c=0.9 \times 0.5^3 / 23.15 = 4.86 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

- Kenar kirişler için:

$$b_w/b=300/600=0.5, \quad h_f/h=100/500=0.20 \text{ buradan } \mu=18.08$$

$$I_c=0.6 \times 0.5^3 / 18.08 = 4.15 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

- B2 ve B3 kolonları için:

$$I_c=0.4^3 \times 0.4 / 12 = 2.13 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

- Diğer kolonlar için:

$$I_c=0.35^4 / 12 = 1.25 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$



Kirişler için çatlamış kesit eylemsizlik momentleri I_{cr} çatlamamış beton kesit

eylemsizlik momentlerinin yarısına eşit alınabilir.

İç kirişler için: $I_{cr}=0.5 \times 4.86 \times 10^{-3} = 2.43 \times 10^{-3} \text{ m}^4$

Kenar kirişler için: $I_{cr}=0.5 \times 4.15 \times 10^{-3} = 2.08 \times 10^{-3} \text{ m}^4$

B2 kolonu için etkili boy hesaplanır.

$\alpha_A=0$ (Ankastre uç)

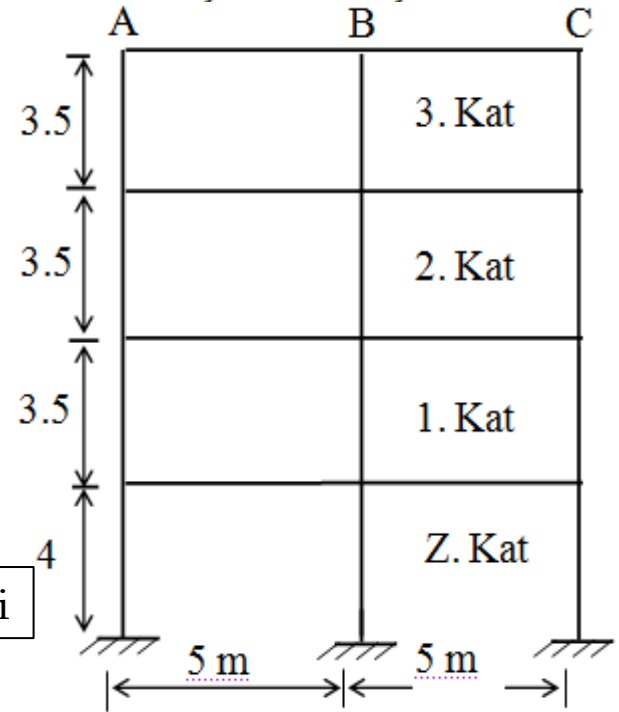
2-2 ve 3-3 çerçeveleri

$$\alpha_B = \frac{\frac{2.13}{3.5} + \frac{2.13}{4}}{\frac{2.43}{5} \times 2} = 1.17$$

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5 \times (0 + 1.17) = 0.585 < 2$$

$$k = \frac{20 - \alpha_m}{20} \sqrt{1 + \alpha_m} = 1.22$$

$$L_{AB} = k l_n = 1.22 \times 4 = 4.88 \text{ m}$$



$$\frac{kL}{i} = \frac{4.88}{0.3 \times 0.4} = 40.67 > 22 \text{ (Narin kolon)}$$

$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.4 = 0.12 \text{ m}$$

h : Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$\left(\frac{l_n}{i}\right) > \frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} \text{ ise hesap momentinin bulunmasında, } \beta \text{ ve } \beta_s \text{ çarpımı kullanılır.}$$

$$\frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} = \frac{35}{\sqrt{\frac{2000 \times 10^3}{25 \times 400 \times 400}}} = 49.5 > \left(\frac{l_n}{i}\right) = 33.3 \rightarrow \beta \beta_s \text{ kullanılmayacak}$$

$$EI = \frac{E_c I_c}{2.5 \times (1 + R_m)} = \frac{30 \times 10^6 \times 0.00213}{2.5 \times (1 + 0.66)} = 15397.6 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Kritik yük, } N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 15397.6}{4.88^2} = 6381.35 \text{ kN}$$

Yanal ötelenme önlenmemiş çerçevelerde bireysel β için $C_m = 1.0$ alınır.

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \times \frac{2000}{6381.35}} = 1.69 > 1$$

Kat İçin Moment Büyütme Katsayısının Hesabı (β_s):

A1, A4, C1, C4 için N_k değerleri belirlenir.

$$\alpha_A=0 \text{ (Ankastre) }, \alpha_B=\frac{\frac{1.25}{3.5} + \frac{1.25}{4}}{\frac{2.08}{5}}=1.61$$

$$\alpha_m=0.5(\alpha_1+\alpha_2)=0.5 \times (0+1.61)=0.805 < 2$$

$$k=\frac{20-\alpha_m}{20} \sqrt{1+\alpha_m} = \frac{20-0.805}{20} \times \sqrt{1+0.805} = 1.29$$

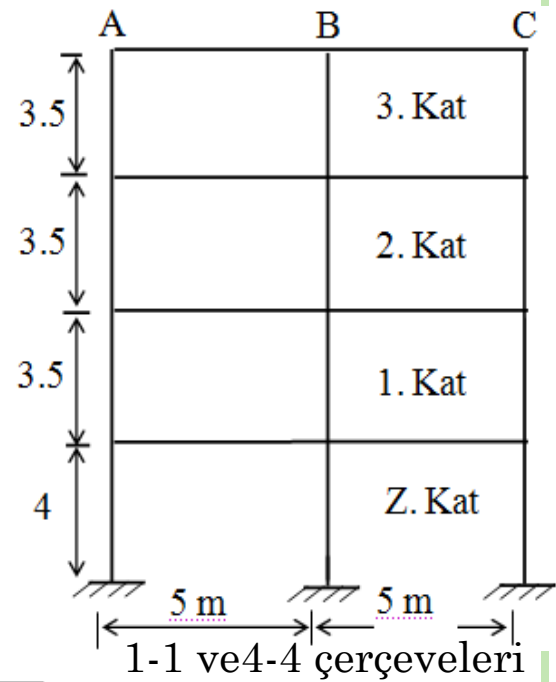
$$L_k=k l_n=1.29 \times 4=5.16 \text{ m}$$

$$\frac{kL}{i} = 49.1 \text{ (Narin kolon)}$$

$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$$

h : Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$\left(\frac{l_n}{i}\right) = 38.1 < \frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} = \frac{35}{\sqrt{\frac{600 \times 10^3}{25 \times 350 \times 350}}} = 79.07 \quad \beta_s \text{ kullanılmayacaktır.}$$



$$EI = \frac{E_c I_c}{2.5 \times (1 + R_m)} = \frac{30 \times 10^6 \times 0.00125}{2.5 \times (1 + 0.66)} = 9036 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Kritik yük, } N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 9036}{5.16^2} = 3349.5 \text{ kN}$$

A2, A3, C2, C3 kolonları için N_k belirlenir.

$$\alpha_A = 0 \text{ (Ankastre)}, \quad \alpha_B = \frac{\frac{1.25}{3.5} + \frac{1.25}{4}}{\frac{2.43}{5}} = 1.38, \quad k = 1.2$$

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5 \times (0 + 1.38) = 0.69 < 2$$

$$k = \frac{20 - \alpha_m}{20} \sqrt{1 + \alpha_m} = 1.255$$

$$L_k = k l_n = 1.255 \times 4 = 5 \text{ m}$$

$$\frac{kL}{i} = 47.62 \text{ (Narin kolon),}$$

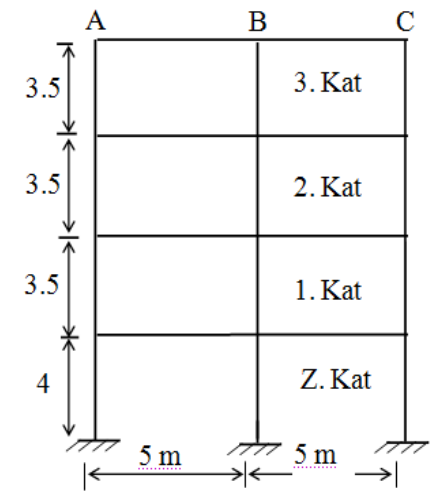
$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$$

h : Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} = 61.25 > \left(\frac{l_n}{i}\right) = 38.1$$

$\rightarrow \beta\beta_s$ kullanılmayacak

$$EI = \frac{E_c I_c}{2.5 \times (1 + R_m)} = \frac{30 \times 10^6 \times 0.00125}{2.5 \times (1 + 0.66)} = 9036 \text{ kNm}^2$$



2-2 ve 3-3 çerçeveleri

$$\text{Kritik yük, } N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 9036}{5^2} = 3567.3 \text{ kN}$$

B1 ve B4 kolonları için N_k belirlenir.

$$\alpha_A = 0 \text{ (Ankastre)}, \quad \alpha_B = \frac{\frac{1.25}{3.5} + \frac{1.25}{4}}{2 \times \frac{2.08}{5}} = 0.8$$

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5 \times (0 + 0.8) = 0.4 < 2$$

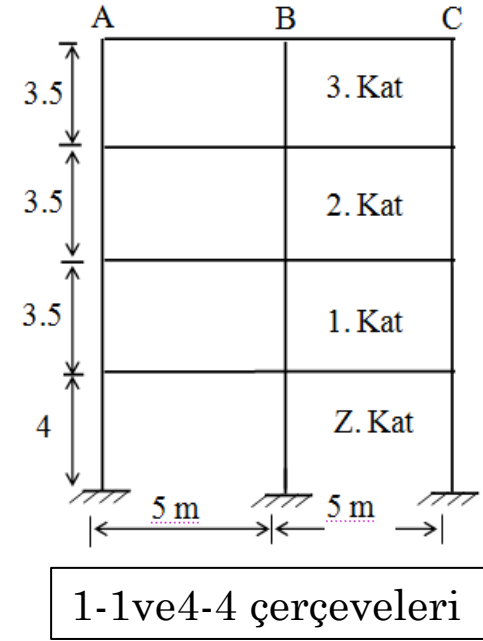
$$k = \frac{20 - \alpha_m}{20} \sqrt{1 + \alpha_m} = 1.16$$

$$L_k = k l_n = 1.16 \times 4 = 4.64 \text{ m}$$

$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$$

h : Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$\left(\frac{l_n}{i}\right) = 38.09, \quad \frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} = 55.9 > 38.09 \rightarrow \beta \beta_s \text{ kullanılmayacak}$$



$$EI = \frac{E_c I_c}{2.5 \times (1 + R_m)} = \frac{30 \times 10^6 \times 0.00125}{2.5 \times (1 + 0.66)} = 9036 \text{ kNm}^2$$

$$\text{Kritik yük, } N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 9036}{4.64^2} = 4142.3 \text{ kN}$$

B2 ve B3 kolonları için $N_k = 6381.35 \text{ kN}$ (Daha önce bulundu).

Kat için β_s değeri;

$$\beta_s = \frac{1}{\left(1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}\right)}$$

$$\sum N_d = 600 \times 4 + 1000 \times 4 + 1200 \times 2 + 2000 \times 2 = 12800 \text{ kN}$$

$$\sum N_k = 3349.5 \times 4 + 3567.3 \times 4 + 4142.3 \times 2 + 6381.35 \times 2 = 48714.5 \text{ kN}$$

$$\sum N_d \leq 0.45 \sum N_k \quad \text{olmalı} \quad 12800 < 0.45 \times 48714.5 = 21921.5 \text{ kN}$$

$$\beta_s = \frac{1}{\left(1 - 1.3 \times \frac{12800}{48714.5}\right)} = 1.52 > 1$$



B2 Kolonu için kesit hesabı:

B2 kolonu bireysel $\beta=1.69 > \beta_s$ olduğundan $\beta=1.69$ alınacaktır.

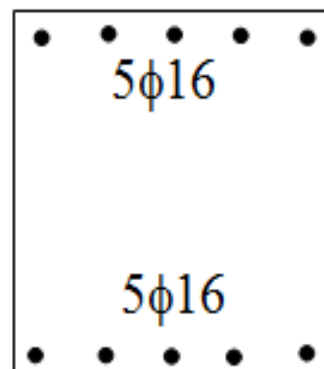
$M_d = \beta_s M_2 = 1.69 \times 95 = 160.55$ kNm, $N_d = 2000$ kN, $d' = 45$ mm, $\lambda = 0$ $d''/h = 310/400 = 0.8$, BÇIII.

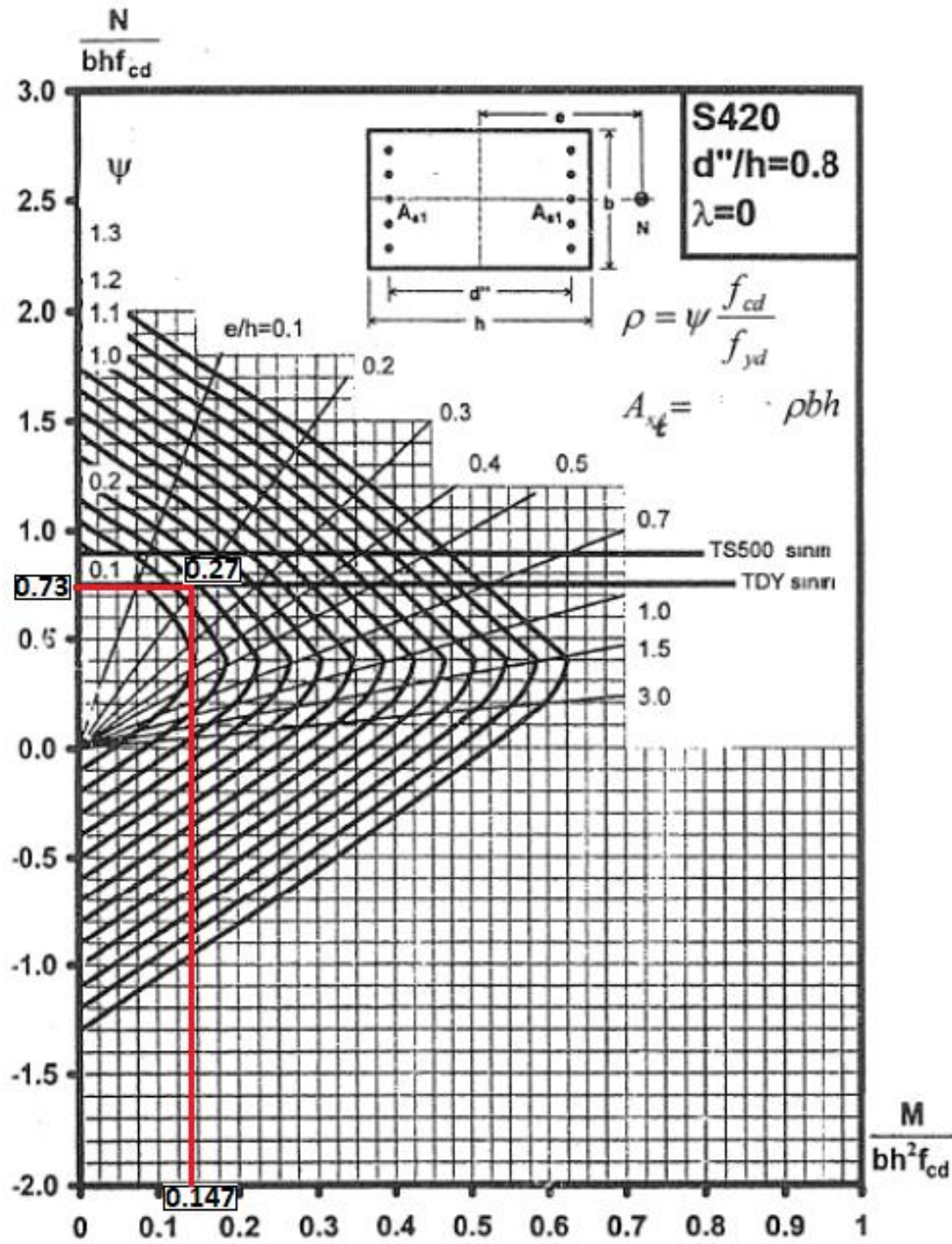
$$\frac{N_d}{bh f_{cd}} = \frac{2000 \times 10^3}{400 \times 400 \times 17} = 0.73, \quad \frac{M_d}{bh^2 f_{cd}} = \frac{160.55 \times 10^6}{400 \times 400^2 \times 17} = 0.147$$

$$\rho_t m = 0.27 \text{ okunur, } m = 365/17 = 21.47$$

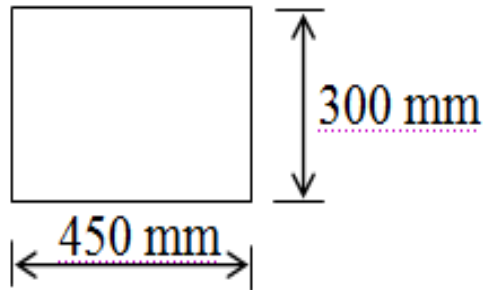
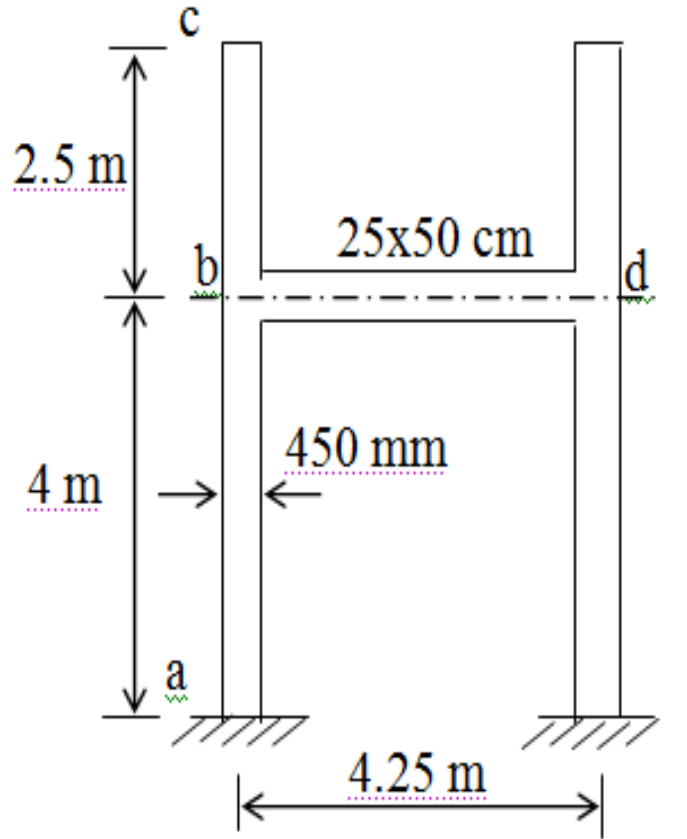
$$\rho_t = 0.0125, \quad A_{st} = \rho_t b h = 0.0125 \times 400 \times 400 = 2000 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

Seçilen donatı: $10\phi 16 = 2010 \text{ mm}^2$





Örnek



a-b ve b-c kolonu kesiti

Şekilde verilen çerçevenin yanal deplasmanının önlenmediğini kabul ederek;

- a-b ve b-c kolonlarının narinlik kontrolünü yapınız.
- a-b kolonunda;

$$N_d = 1250 \text{ kN}$$

$M_d = 110 \text{ kNm}$ olduğuna göre tasarımını yapınız.

Malzeme C25, S420 ($E_c = 30000 \text{ N/mm}^2$), $R_m = 0.5$ ve paspayı = 40 mm alınacaktır.



Çözüm:

a)

$$I_{c(a-b)} = 0.3 \times 0.45^3 / 12 = 2.278 \times 10^{-3} \text{ m}^4,$$

$$I_{B(B-D)} = 0.25 \times 0.5^3 / 12 = 2.604 \times 10^{-3} \text{ m}^4, \quad I_{B,cr} = 1.302 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\alpha = \frac{\sum (I/L)_{\text{kolon}}}{\sum (I/L)_{\text{kiriş}}},$$

(a-b) Kolonu:

$$\alpha_a = 0 \text{ (Ankastre)}, \quad \alpha_b = \frac{\frac{2.278}{2.5} + \frac{2.278}{4}}{\frac{1.302}{4.25}} = 4.83,$$

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5 \times (0 + 4.83) = 2.42 > 2, \quad k = 0.9 \times \sqrt{1 + \alpha_m} = 1.66$$

$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.45 = 0.135 \text{ m}$
 h : Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{kL}{i} = \frac{1.66 \times 4}{0.3 \times 0.45} = 49.2 > 22 \text{ Narin kolon!}$$

(b-c) Kolonu:

$$\alpha_b=4.83, \quad \alpha_c=\infty \quad (\text{Serbest uç})$$

$$k=2+0.3\alpha_b=3.45 \quad i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.45 = 0.135 \text{ m}$$

h: Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{kL}{i} = \frac{3.45 \times 2.5}{0.3 \times 0.45} = 63.9 > 22 \quad \text{Narin kolon!}$$

(a-b)

$$EI = \frac{0.4 E_c I_c}{1 + R_m} = \frac{0.4 \times 30 \times 10^6 \times 2.278 \times 10^{-3}}{1 + 0.5} = 18224 \text{ kNm}^2$$

$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 18224}{(1.66 \times 4)^2} = 4079.5 \text{ kN}$$

Bireysel β ; ($C_m=1$)

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \times \frac{1250}{4079.5}} = 1.66 > 1, \quad M_d' = \beta M_d$$

$M_d' = 1.66 \times 110 = 182.6 \text{ kNm}$ olarak bulunur.



b) (a-b) Kolonu tasarımı:

$$M_d' = 182.6 \text{ kNm}, N_d = 1250 \text{ kN}$$

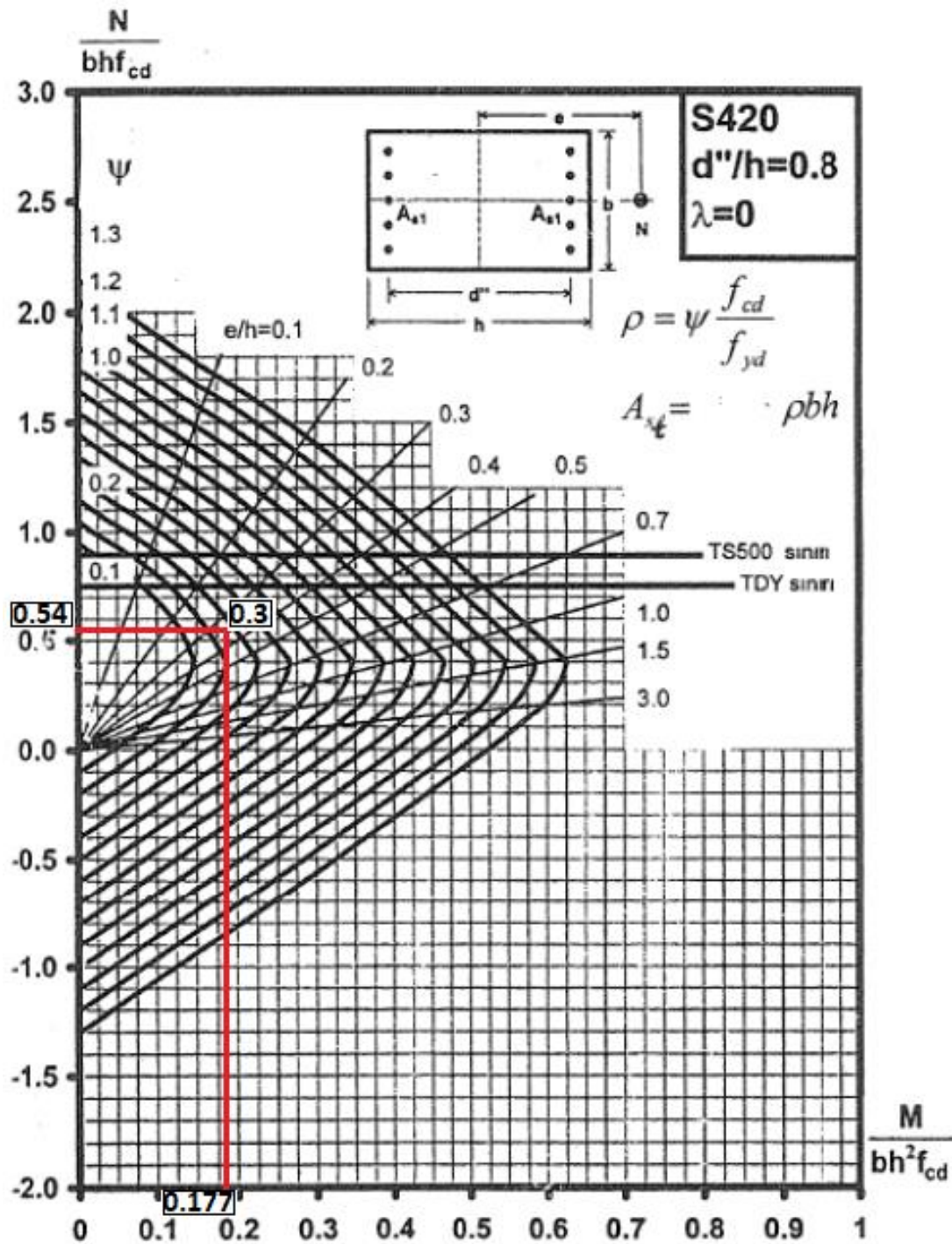
$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{1250 \times 10^3}{300 \times 450 \times 17} = 0.54, \quad \frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{182.6 \times 10^6}{300 \times 450^2 \times 17} = 0.177, \quad \frac{d''}{h} = 0.8$$

Abaktan;

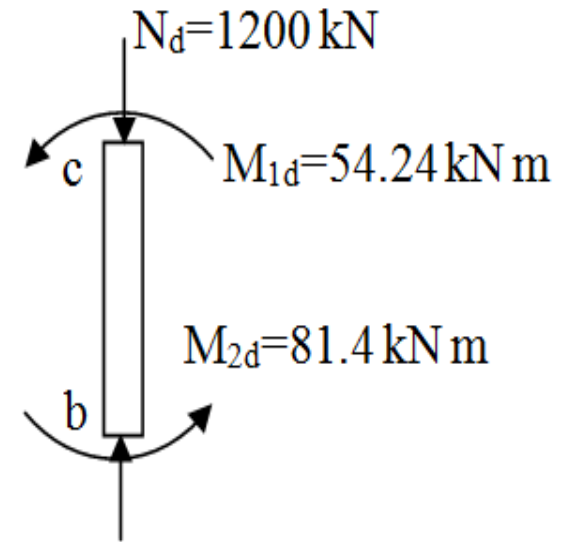
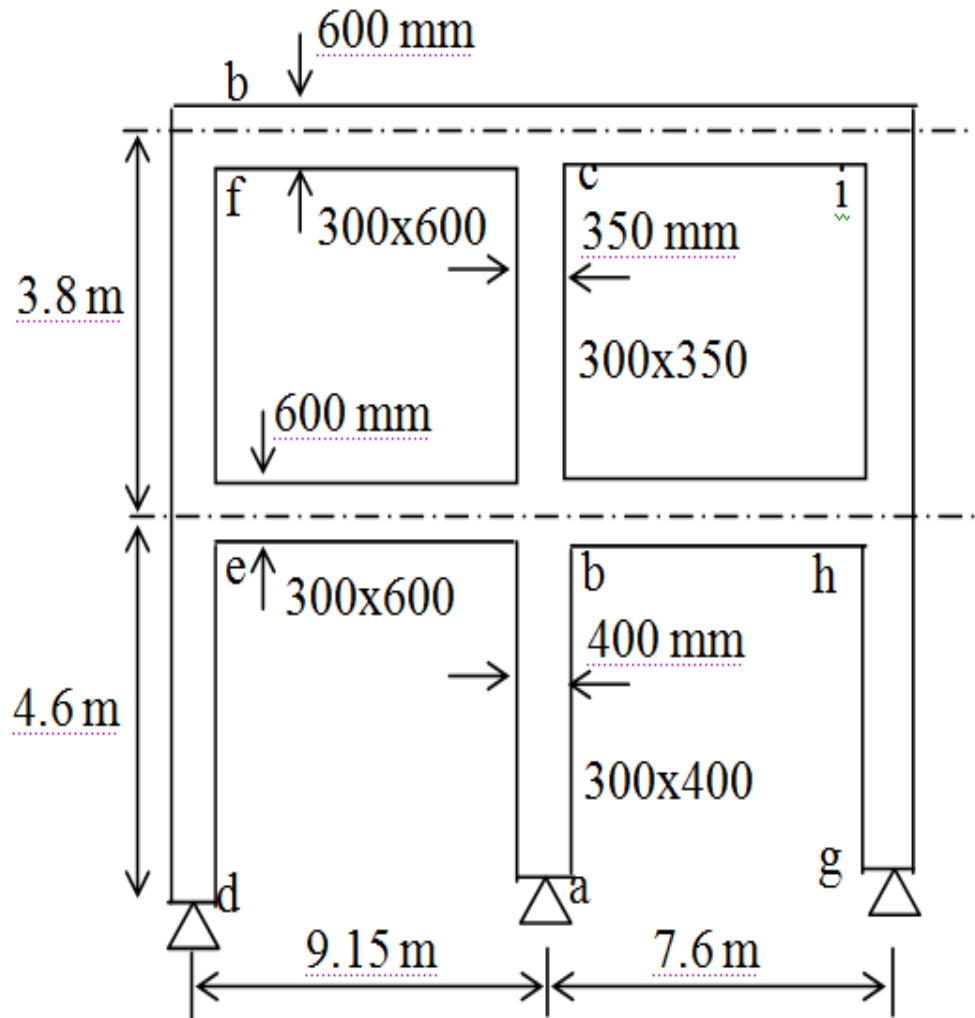
$$\rho_t m = 0.3 \text{ okunur. } m = f_{yd} / f_{cd} = 21.47, \quad \rho_t = \frac{0.3}{21.47} = 0.014 > 0.01,$$

$$A_{st} = \rho_t b h = 0.014 \times 300 \times 450 = 1890 \text{ mm}^2 \text{ Seçilen donatı: } 8\phi 18 = 2040 \text{ mm}^2$$



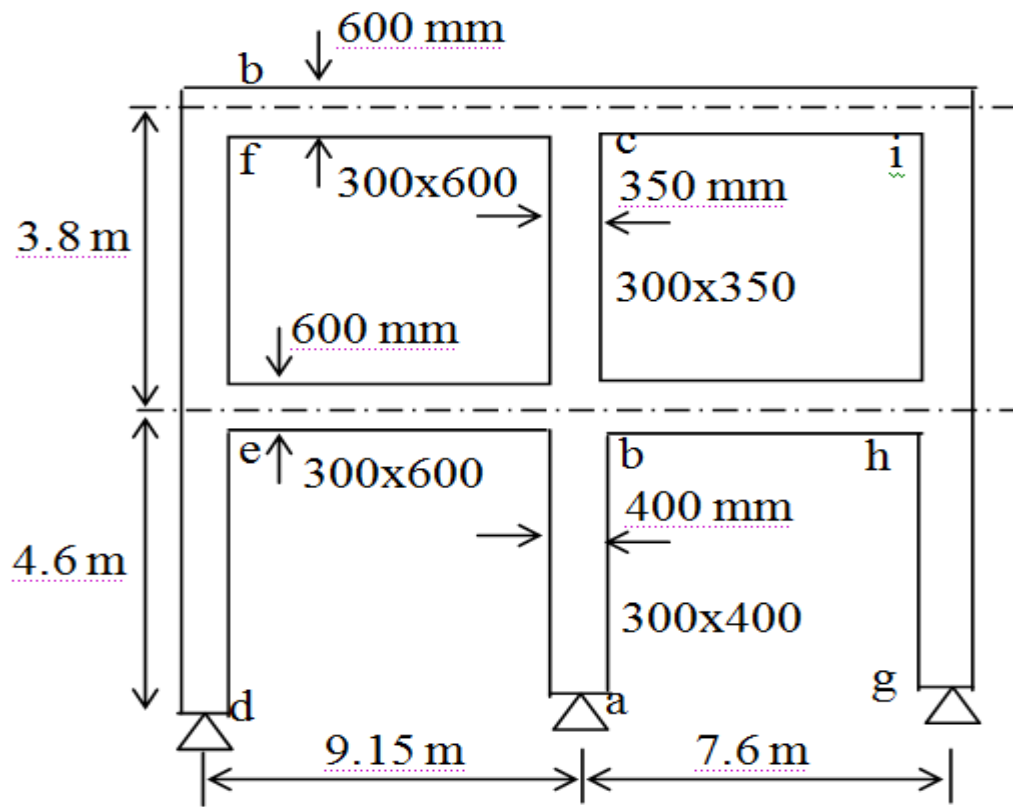


Örnek



$$N_{(e-f)d} = 700 \text{ kN}, N_{(h-i)d} = 600 \text{ kN},$$
$$R_m = 0.5, E_c = 30250 \text{ N/mm}^2$$





Şekilde verilen çerçeve dikdörtgen kesitli elemanlardan oluşmakta olup düzlemi içinde eğildiği kabul edilmektedir. (a-b) ve (b-c) kolonunun narin olup olmadığını;

- Çerçevenin yanal deplasmanının önlenmiş ve önlenmemiş olması durumu için belirleyiniz.
- (b-c) kolonunun tasarımını çerçevenin yanal deplasmanının önlenmediğini kabul ederek yapınız. Malzeme C25, S420, paspayı=35 mm.(Verilen yükler tasarım yükleridir).

Çözüm:

a)

(e-f), (b-c), (h,i) Kolonları:

$$I_C = 0.3 \times 0.35^3 / 12 = 0.00107 \text{ m}^4,$$

(a-b) Kolonu:

$$I_C = 0.3 \times 0.4^3 / 12 = 0.0016$$

Kirişler:

$$I_B = 0.3 \times 0.6^3 / 12 = 0.0054 \text{ m}^4, \quad I_{B,cr} = 0.5 \times I_B = 0.0027 \text{ m}^4$$

(b-c) Kolonu:

$$\alpha_b = \frac{\frac{0.00107}{3.8} + \frac{0.0016}{4.6}}{\frac{0.0027}{9.15} + \frac{0.0027}{7.6}} = 0.97, \quad \alpha_c = \frac{\frac{0.00107}{3.8}}{\frac{0.0027}{9.15} + \frac{0.0027}{7.6}} = 0.43$$



Yanal deplasman önlenmiş:

$$k=0.7+0.05(\alpha_1+\alpha_2)\leq(0.85+0.05\alpha_1)\leq 1 \text{ ifadesi ile } k \text{ hesaplanır.}$$

$$k=0.7+0.05\times(0.97+0.43)=0.77$$

$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

Yanal deplasman önlenmiş kolonlarda;

$$\frac{k L}{i} \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40 \text{ ise narinlik ihmal edilebilir.}$$

$$\frac{0.77 \times 3.8}{0.3 \times 0.35} = 27.87 \leq 34 - 12 \times \frac{(-54.24)}{81.4} = 47.3 \text{ şart sağlandığından kolon narin}$$

değildir.

(a-b) Kolonu:

$$\alpha_b=0.97, \alpha_a=\infty \text{ (Mafsal)}$$

$$k=0.85+0.05\times\alpha_1=0.9 \text{ olarak bulunur.}$$

$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.4 = 0.12 \text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{k L}{i} = \frac{0.9 \times 4.6}{0.3 \times 0.4} = 34.5, \quad 34 - 12 \times \frac{M_1}{M_2} = 34 + 12 \times \frac{0}{81.4} = 34 \approx 34.5 \text{ kolon narin}$$

değildir.

Yanal deplasman önlenmemiş olması durumu:

(b-c) Kolonu:

$$\alpha_b=0.97, \alpha_c=0.43, \alpha_m=0.5(\alpha_1+\alpha_2)=0.5\times(0.97+0.43)=0.7<2$$

$$k=\frac{20-\alpha_m}{20}\sqrt{1+\alpha_m}=1.26 \quad i=0.3\times h=0.3\times 0.35=0.105\text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{k L}{i}=\frac{1.26\times(3.8)}{0.3\times(0.35)}=45.6>22 \text{ olduğundan narin kolondur.}$$

(a-b) Kolonu:

$$\alpha_b=0.97, \alpha_a=\infty, k=2+0.3\alpha_2=2.29 \quad i=0.3\times h=0.3\times 0.4=0.12\text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{k L}{i}=\frac{2.29\times 4.6}{0.3\times 0.4}=87.8>22 \text{ Narin kolon.}$$



b)

(b-c) Kolonu yanal deplasman önlenmemiş:

$$\frac{k L}{i} > 22 \text{ Narin kolon, } R_m = 0.5 \quad i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$$

h: Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$EI = \frac{0.4 E_c I_c}{1 + R_m} = \frac{0.4 \times 30250 \times 10^3 \times 0.00107}{1 + 0.5} = 8631.3 \text{ kNm}^2$$

$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{(k L)^2} = \frac{\pi^2 \times 8631.3}{(1.26 \times 3.8)^2} = 3715.93$$

(e-f) Kolonu:

$$\alpha_e = \frac{\frac{0.00107}{3.8} + \frac{0.0016}{4.6}}{\frac{0.0027}{9.15}} = 2.13, \quad \alpha_f = \frac{\frac{0.00107}{3.8}}{\frac{0.0027}{9.15}} = 0.954$$

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5 \times (2.13 + 0.954) = 1.542 < 2$$



$$k = \frac{20 - 1.542}{20} \times \sqrt{1 + 1.542} = 1.47, \quad \frac{k L}{i} > 22 \text{ Narin kolon, } R_m = 0.5$$

$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$
h: Eğilme yönündeki kolon boyutu

$$EI = 8631.3 \text{ kNm}^2, \quad N_k = \frac{\pi^2 \times 8631.3}{(1.47 \times 3.8)^2} = 2730 \text{ kN}$$

(h-i) Kolonu:

$$\alpha_h = \frac{\frac{0.00107}{3.8} + \frac{0.0016}{4.6}}{\frac{0.0027}{7.6}} = 1.77, \quad \alpha_i = \frac{\frac{0.00107}{3.8}}{\frac{0.0027}{7.6}} = 0.79$$

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5 \times (1.77 + 0.79) = 1.28 < 2$$

$$k = \frac{20 - 1.28}{20} \times \sqrt{1 + 1.28} = 1.41, \quad \frac{k L}{i} > 22 \text{ Narin kolon, } R_m = 0.5$$

$$EI = 8631.3 \text{ kNm}^2, \quad N_k = \frac{\pi^2 \times 8631.3}{(1.41 \times 3.8)^2} = 2967.4 \text{ kN}$$



(b-c) Kolonu bireysel β ; ($C_m=1$)

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \times \frac{1200}{3715.93}} = 1.723$$

$\left(\frac{l_n}{i}\right) > \frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}}$ ise $\beta \beta_s$ çarpımı kullanılmalıdır.

$$\left(\frac{l_n}{i}\right) = \frac{3.8}{0.3 \times 0.35} = 36.19 < 51.76$$

$$\frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} = \frac{35}{\sqrt{\frac{1200 \times 10^3}{25 \times 300 \times 350}}} = 51.8 > 36.2 \text{ olduğundan } \beta \beta_s \text{ çarpımı}$$

kullanmaya gerek yoktur!



Kat için β_s hesabı ($C_m=1$)

$$\beta_s = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \times \frac{1200 + 700 + 600}{3715.93 + 2730 + 2967.4}} = 1.527$$

TS500'e göre $\sum N_d \leq 0.45 \sum N_k$ olmalıdır.

2500 kN < 0.45 × 9413.3 = 4236 kN şart sağlanmaktadır.

$\beta > \beta_s$ olduğundan $\beta = 1.723$ temel alınır.

(b-c) Kolonu tasarımı:

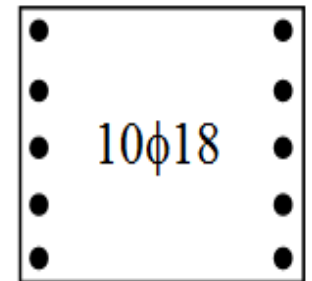
$$M_d' = 1.723 \times 81.4 = 140.25 \text{ kNm}, N_d = 1200 \text{ kN}$$

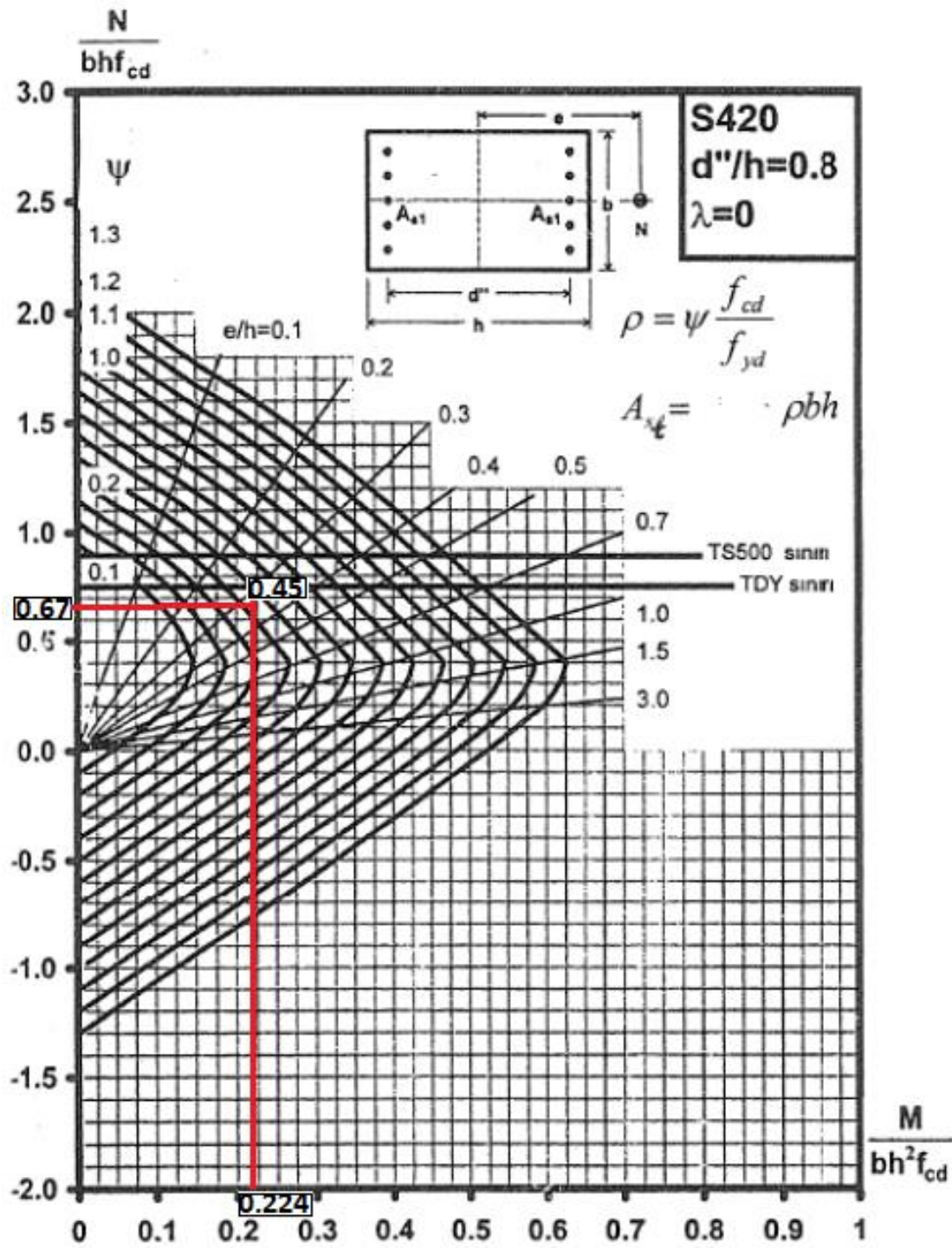
$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{1200 \times 10^3}{300 \times 350 \times 17} = 0.67, \quad \frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{140.25 \times 10^6}{300 \times 350^2 \times 17} = 0.224, \quad \frac{d''}{h} = 0.8 \quad \lambda = 0$$

Abaktan;

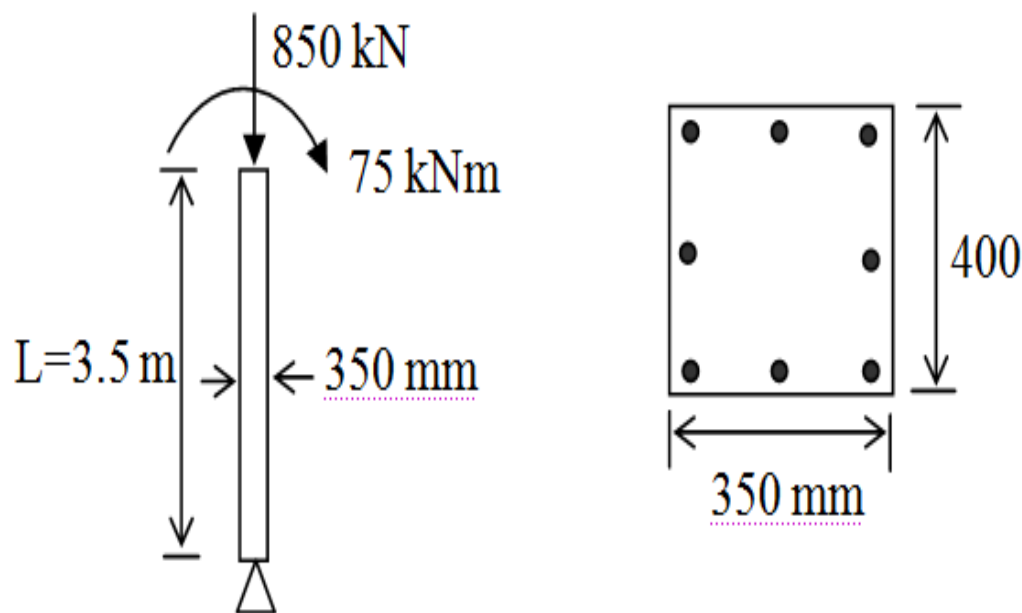
$$\rho_t m = 0.45 \text{ okunur. } m = f_{yd} / f_{cd} = 21.47, \quad \rho_t = \frac{0.45}{21.47} = 0.02096 > 0.01$$

$$A_{st} = \rho_t b h = 0.02096 \times 300 \times 350 = 2200 \text{ mm}^2 \text{ Seçilen } (10\phi 18 = 2545 \text{ mm}^2)$$





Örnek



Şekilde verilen kolonun yanal deplasmanının önlenmediğini kabul ederek narinlik kontrolünü ve tasarımını yapınız. Kalıcı eksenel yük, eksenel yükün %65'i olarak alınacak ve $k=2.1$ kabul edilecektir. Malzeme C20, S420 ($E_c=28000\text{ N/mm}^2$) ve paspayı=30 mm.



Çözüm:

$$N_{dg}=0.65 \times 850 = 552.5 \text{ kN}, \quad k=2.1 \quad i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.35 = 0.105 \text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{kL}{i} = \frac{2.1 \times 3.5}{0.3 \times 0.35} = 70 > 22 \text{ Narin kolon!} \quad I_c = \frac{0.4 \times 0.35^3}{12} = 1.429 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$EI = \frac{E_c I_c}{2.5 (1 + R_m)} = \frac{28 \times 10^6 \times 1.429 \times 10^{-3}}{2.5 \times (1 + 0.65)} = 9700 \text{ kNm}^2$$

$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 9700}{(2.1 \times 3.5)^2} = 1772.1 \text{ kN}$$

Bireysel β ; ($C_m=1$)

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \times \frac{850}{1772.1}} = 2.66 > 1, \quad M_d' = \beta M_d$$

Tasarım:

$$M_d' = 2.66 \times 75 = 199.5 \text{ kNm}, \quad N_d = 850 \text{ kN}$$

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{850 \times 10^3}{400 \times 350 \times 13} = 0.47, \quad \frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{199.5 \times 10^6}{400 \times 350^2 \times 13} = 0.313,$$

$$\frac{d''}{h} = \frac{350 - 60}{350} = 0.8, \quad \lambda = 1/4$$

Abaktan;

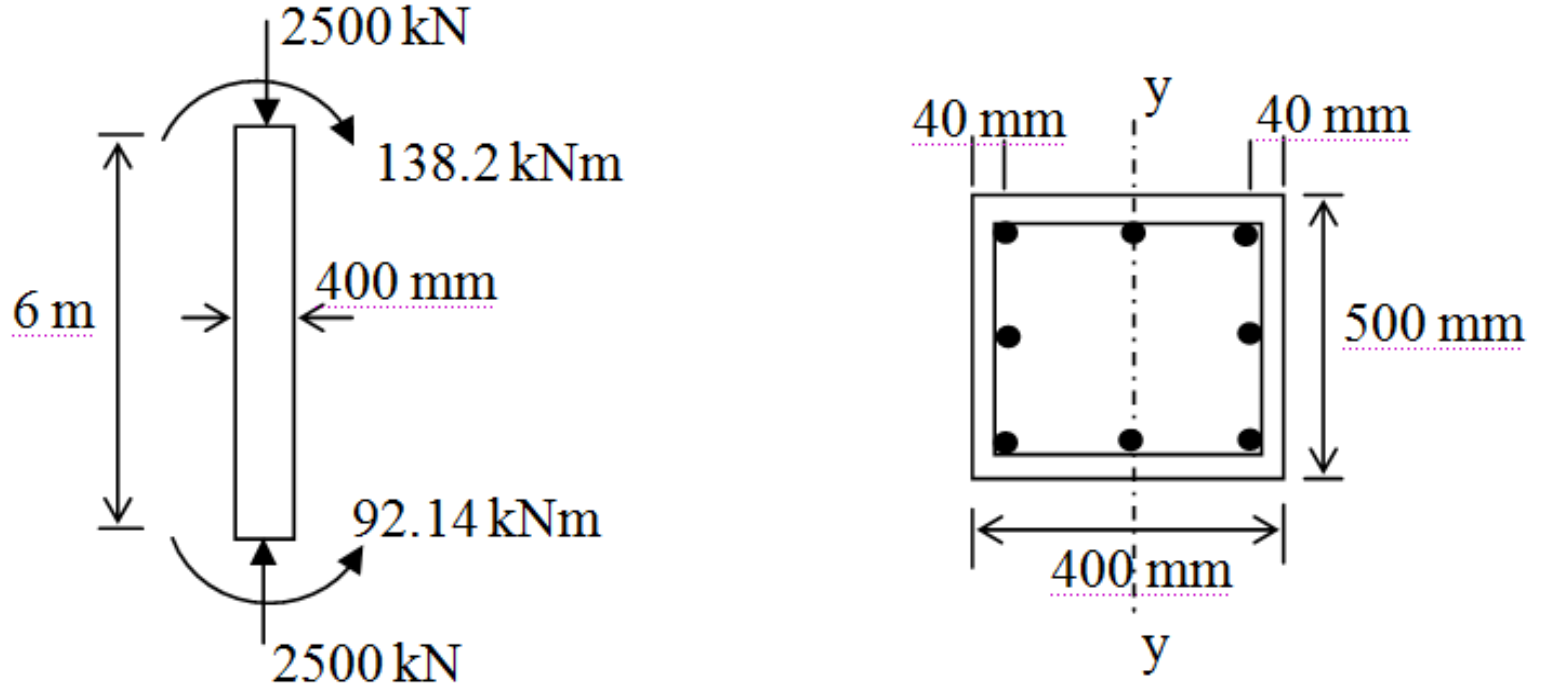
$$\rho_t m = 0.68 \text{ okunur.} \quad m = f_{yd} / f_{cd} = 28.07, \quad \rho_t = \frac{0.68}{28.07} = 0.0242 > 0.01$$

$$A_{st} = \rho_t b h = 0.0242 \times 400 \times 350 = 3388 \text{ mm}^2$$

Seçilen ($8\phi 24 = 3616 \text{ mm}^2$)



Örnek



Şekilde verilen kolonun üzerindeki yükleri taşıyacak şekilde donatı hesabını yapınız. Toplam tasarım yükününün %50 'si ölü yük nedeni ile oluşmaktadır. Kolonun yanal deplasmanının önlendiğini kabul ediniz ve $k=0.85$ alınız. (Analiz, eğilmenin sadece y ekseninde olduğunu göstermektedir). Malzeme C25, S420 ve paspayı=40 mm.

Çözüm:

$$i = 0.3 \times h = 0.3 \times 0.4 = 0.12 \text{ m}$$

h: Egilme yönündeki kolon boyutu

$$\frac{kL}{i} = \frac{0.85 \times 6}{0.3 \times 0.4} = 42.5, \quad 34 - 12 \times \frac{92.14}{138.2} = 26 \quad 42.5 > 26 \text{ olduğundan Narin kolon!}$$

$$I_c = \frac{0.5 \times 0.4^3}{12} = 2.67 \times 10^{-3} \text{ mm}^4, \quad E_c = 30250 \text{ N/mm}^2$$

$$R_m = 0.5$$

$$EI = \frac{E_c I_c}{2.5 (1 + R_m)} = \frac{30.25 \times 10^6 \times 2.67 \times 10^{-3}}{2.5 \times (1 + 0.5)} = 21538 \text{ kNm}^2$$

$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{(kL)^2} = \frac{\pi^2 \times 21538}{(0.85 \times 6)^2} = 8172.7 \text{ kN}$$



Bireysel β ; ($C_m=1$)

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \times \frac{2500}{8172.7}} = 1.66 > 1, \quad M_d' = \beta M_d$$

$$M_d' = 1.66 \times 138.2 = 229.4 \text{ kNm}, \quad N_d = 2500 \text{ kN}$$

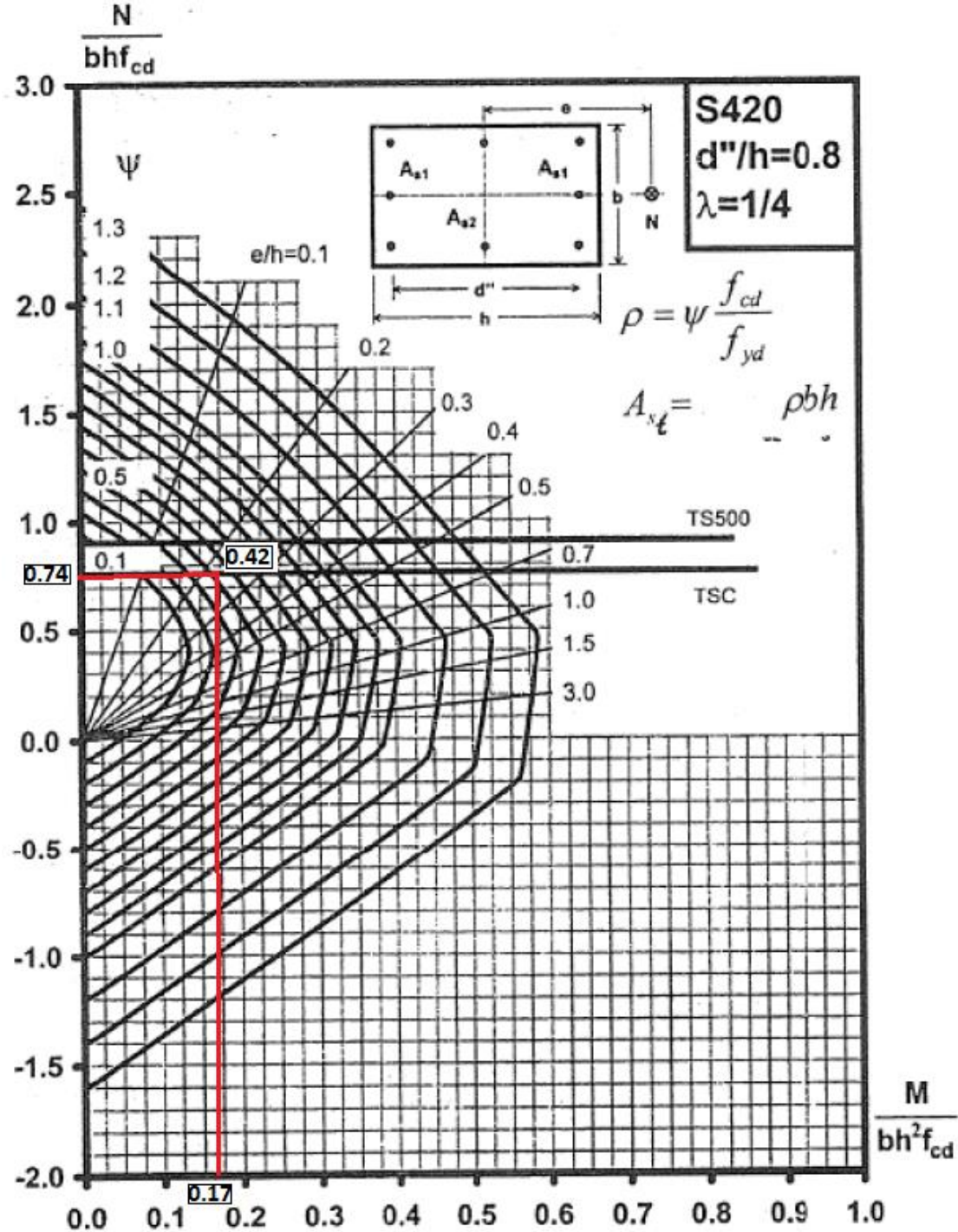
$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{2500 \times 10^3}{500 \times 400 \times 17} = 0.74, \quad \frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{229.4 \times 10^6}{500 \times 400^2 \times 17} = 0.17, \quad \frac{d''}{h} = 0.8$$

Abaktan;

$$\rho_t m = 0.42 \text{ okunur.} \quad m = f_{yd}/f_{cd} = 21.47, \quad \rho_t = \frac{0.42}{21.47} = 0.01956 > 0.01$$

$$A_{st} = \rho_t b h = 0.01956 \times 400 \times 500 = 3912 \text{ mm}^2 \text{ Seçilen } (8\phi 26 = 4240 \text{ mm}^2)$$





Kolon →

kirişler →

