



BETONARME – 1 DERS

NOTLARI BÖLÜM 13

ÖRNEKLER

Prof. Dr. Cengiz DÜNDAR

Örnek 1

Bilinen: C20, S420

Kestirilen aksenal yük $N_d=1600$ kN (alan payından).

İstenen: Ön tasarım, kolon boyutları



Çözüm:

$$N_d \leq 0.9 f_{cd} A_c \quad (\text{TS 500})$$

$$\min A_c = \frac{1600 \times 10^3}{0.9 (13)} = 136752 \text{ mm}^2 \quad (\text{TS500})$$

$$A_c = \frac{1600 \times 10^3}{13} [1 + 3(0.1)] = 160000 \text{ mm}^2 \quad (e/h=0.1 \text{ olarak seçilmiştir}).$$

$$A_c \geq \frac{N_{d \max}}{0.4 f_{ck}} = \frac{1600 \times 10^3}{0.4 \times 20} = 200000 \text{ mm}^2 \quad (\text{TBDY 2018})$$

Kolon boyutları 400x600 mm olarak seçilmiştir.



Örnek 2

Bilinen: C20, S420 ve kolon boyutları 40x50cm. paspayı=3 cm

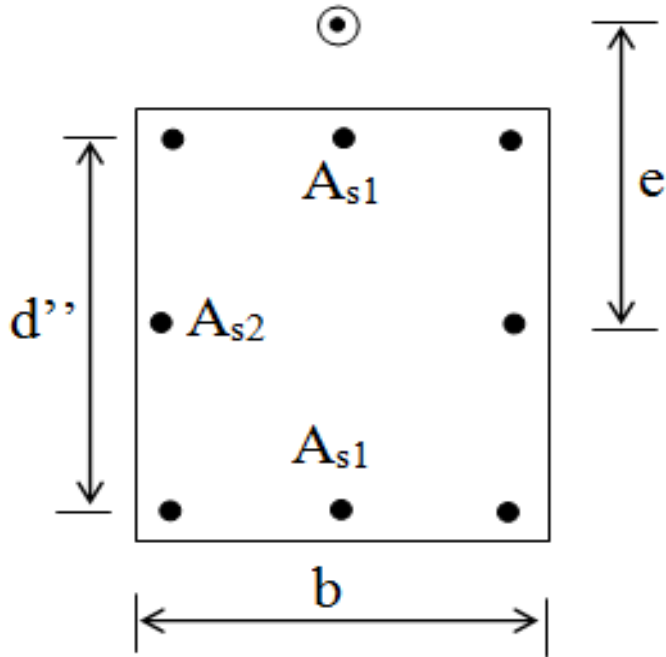
<u>Yük No</u>	<u>N_d (kN)</u>	<u>M_d' (kNm)</u>
1	1800	180
2	1600	230
3	1200	200

Hesap değerleri çeşitli yük kombinasyonlarından elde edilmiştir. M_d' değerleri ikinci merteye momentleri de içermektedir.

İstenen: Donatı alanı.



Seçilen donatı düzeni;



$$\lambda=1/4, S420 \text{ ve}$$
$$d''/h=440/500=0.88=0.9$$

$$m=\frac{f_{yd}}{f_{cd}}=\frac{365}{13}=28.07$$

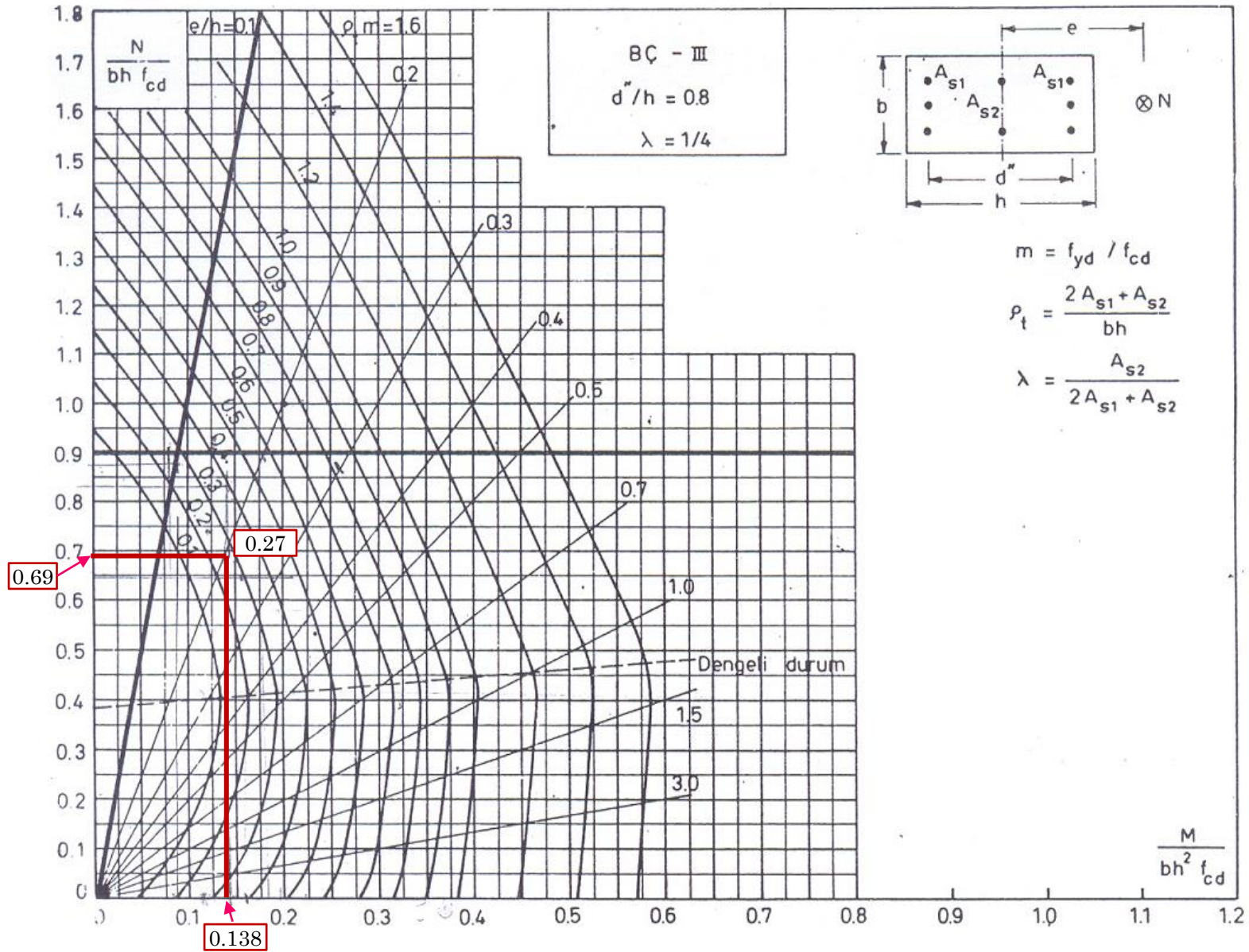
Yük No 1

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}}=\frac{1800 \times 10^3}{400 \times 500 \times 13}=0.69$$

$$\frac{M_d'}{b h^2 f_{cd}}=\frac{180 \times 10^6}{400 \times 500^2 \times 13}=0.138$$

Bu değerlerle abağa girilirse $\rho_t m=0.27$ bulunur.

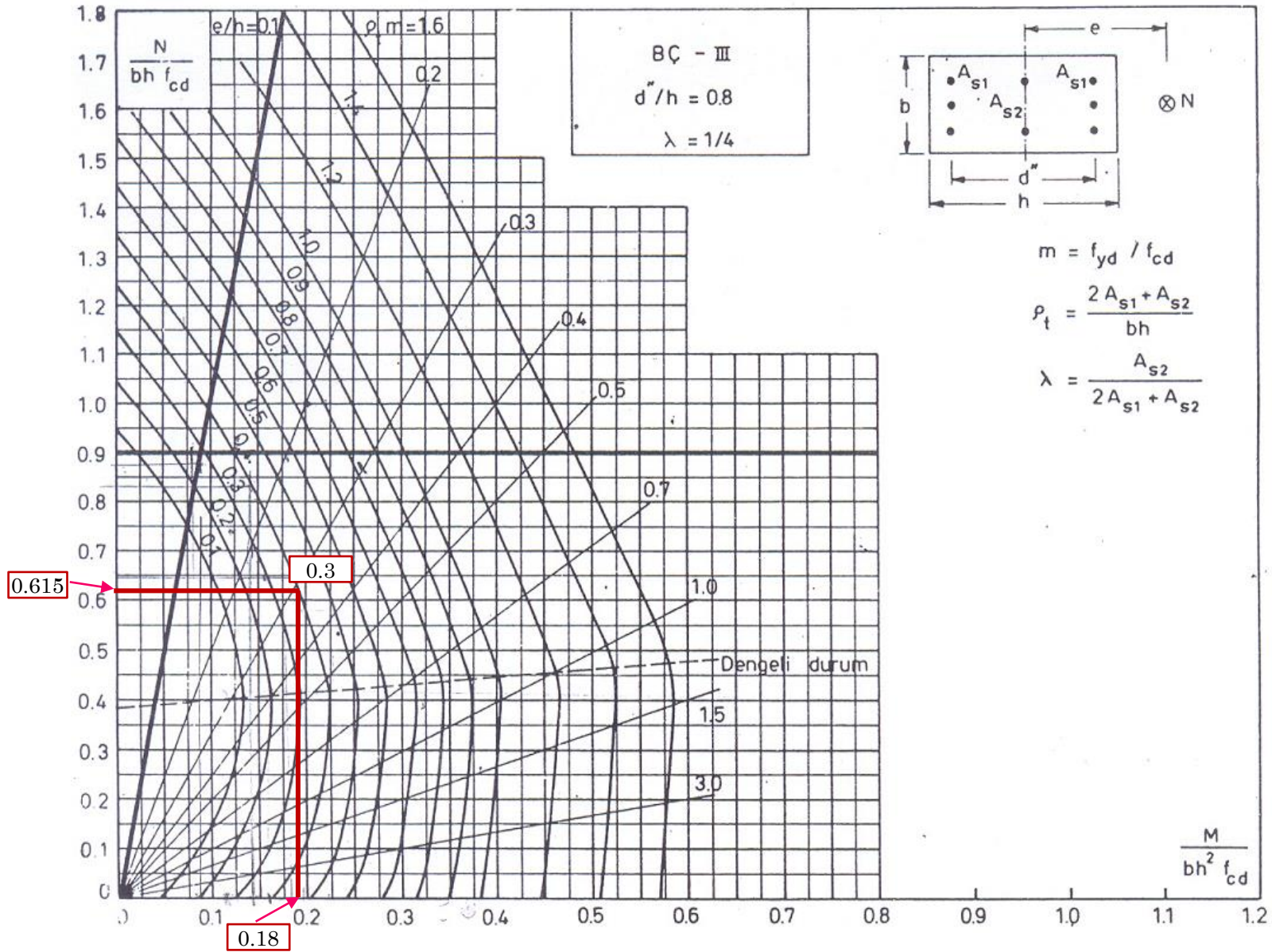




Yük No 2

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.615 \quad \frac{M_d'}{b h^2 f_{cd}} = 0.18 \quad \text{buradan} \quad \rho_t m = 0.3$$



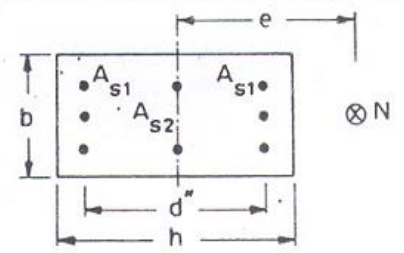
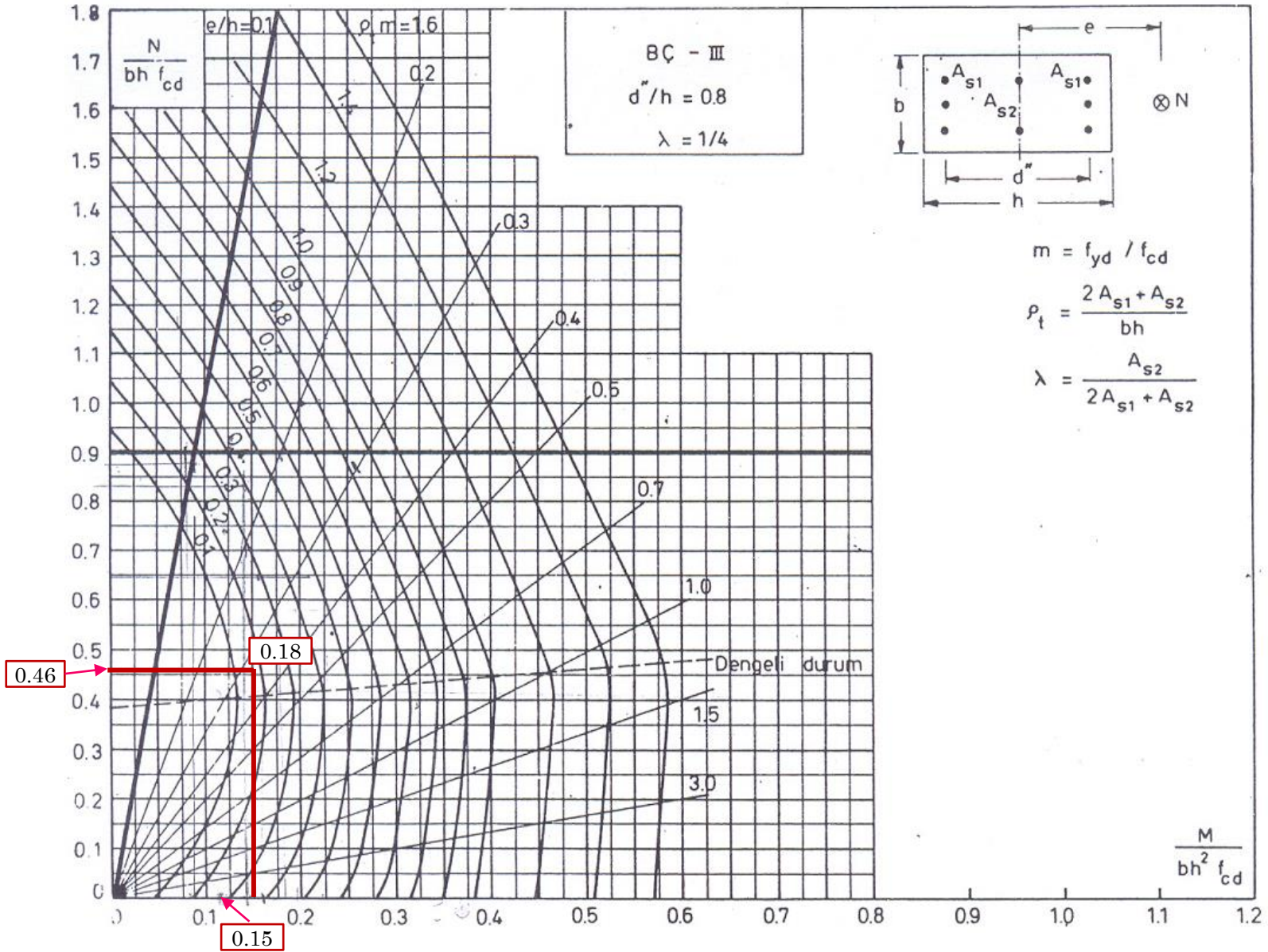


Yük No 3

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.46 \quad \frac{M_d'}{b h^2 f_{cd}} = 0.15 \quad \text{buradan} \quad \rho_t m = 0.18$$

Bu yük kombinasyonlarından kritik olan $\rho_t m = 0.3$





$$m = \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

$$\rho_t = \frac{2A_{s1} + A_{s2}}{bh}$$

$$\lambda = \frac{A_{s2}}{2A_{s1} + A_{s2}}$$



Yük No 1

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{1800 \times 10^3}{400 \cdot 500 \cdot 13} = 0.69 \quad \frac{M_d'}{b h^2 f_{cd}} = \frac{180 \times 10^6}{400 \cdot 500^2 \cdot 13} = 0.138 \quad \rho_{tm} = 0.27$$

Yük No 2

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.615 \quad \frac{M_d'}{b h^2 f_{cd}} = 0.18 \quad \text{buradan} \quad \rho_{tm} = 0.3$$

Yük No 3

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.46 \quad \frac{M_d'}{b h^2 f_{cd}} = 0.15 \quad \text{buradan} \quad \rho_{tm} = 0.18$$

Bu yük kombinasyonlarından kritik olan $\rho_{tm} = 0.3$

$$\rho_t = \frac{0.3}{28.07} = 0.01069 > 0.01$$

$$A_{st} = 0.01069 (400) \cdot 500 = 2137 \text{ mm}^2 \quad (8\phi 20 \quad A_{st} = 2512 \text{ mm}^2)$$



Örnek 3

Bilinen: Dikdörtgen veya kare kesit

$$M_{xzd}=100 \text{ kNm}, \quad M_{xyd}=50 \text{ kNm}, \quad N_d=1200 \text{ kN}$$

Malzeme C20, S420

İstenen: Kesit boyutları ve donatı

Çözüm:

Kolon boyutunun belirlenmesi;

$$A_c > \frac{N_d}{0.9 f_{cd}} \quad A_c > 1025 \text{ cm}^2 ,$$

$$A_c \geq \frac{N_d}{0.60 f_{cd}} \quad A_c > 1538 \text{ cm}^2 \quad \text{Boyutlar 40x40 cm olarak alınabilir.}$$



Yaklaşık yöntem (emniyetli yönde);

$$M_d = M_{xzd} + M_{xyd} = 150 \text{ kNm}, \quad N_d = 1200 \text{ kN}$$

Kesitin iki yöndeki moment kapasitesi eşit kabul edilirse $M_{oy} = M_{oz}$ bu

durumda denklem;

$$M_o^{\alpha_n} = (M_{xyd})^{\alpha_n} + (M_{xzd})^{\alpha_n}$$

Yaklaşık yöntemde $\alpha_n = 1.0$ alınmıştır.

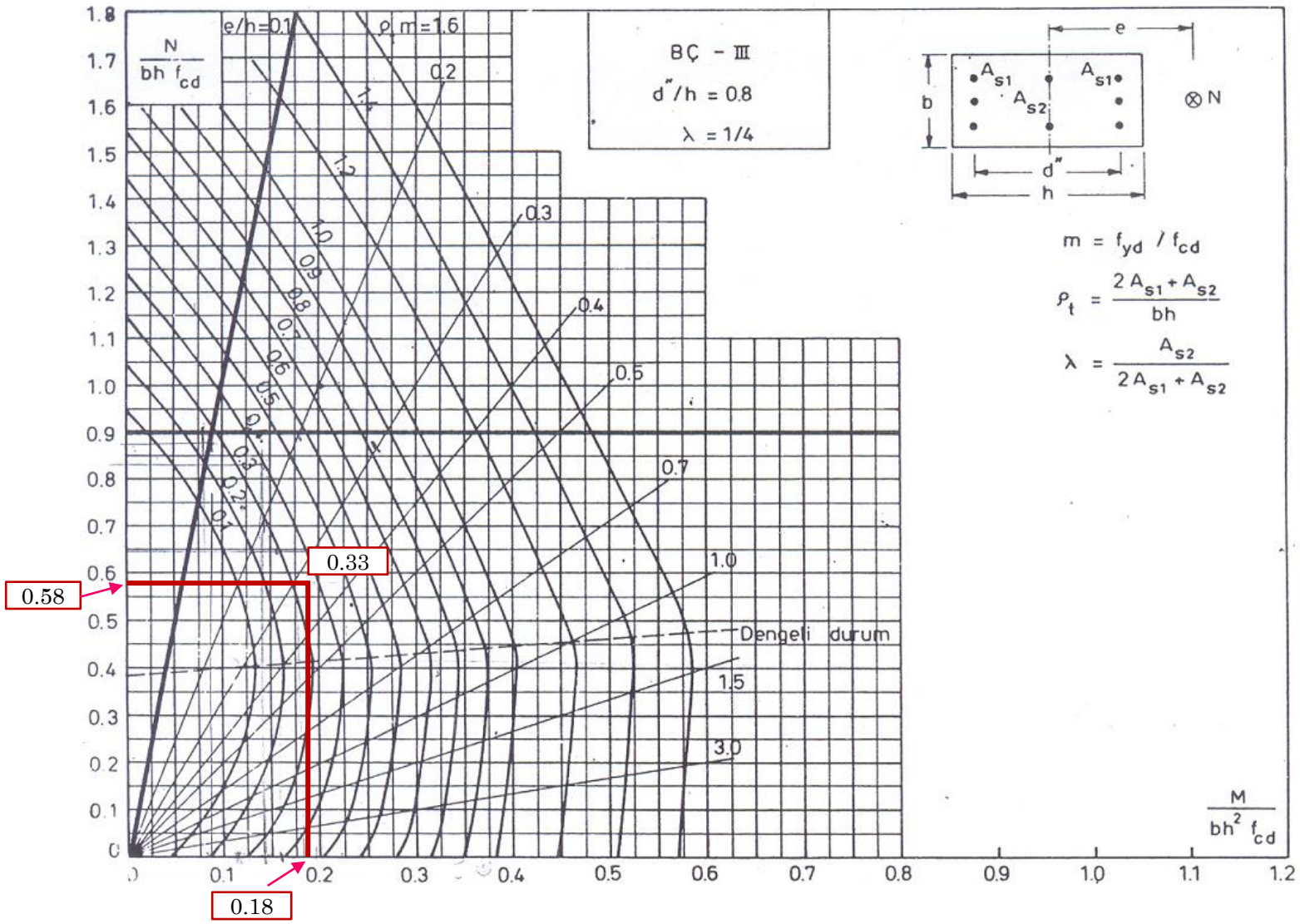
$$\frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = 0.18, \quad \frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.58, \quad \frac{d''}{h} = 0.8 \quad \lambda = 1/4, \quad S420$$

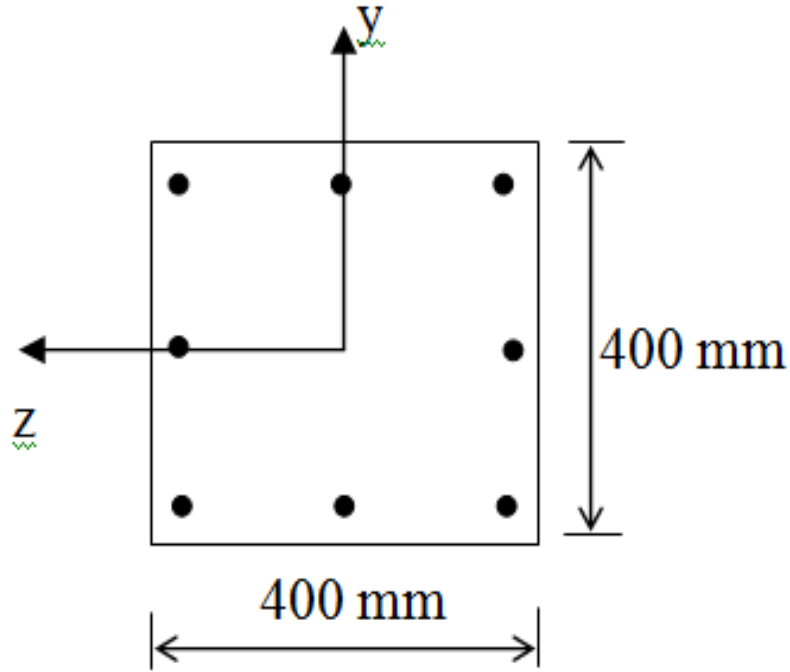
abaktan $\rho_t m = 0.33$ bulunur.

$$m = \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 28, \quad \rho_t = \frac{0.33}{28} = 0.0117 \quad A_{st} = \rho_t b h = 1872 \text{ mm}^2$$

$M_d = M_{xyd} + M_{xzd}$ emniyetli yönde olduğundan, donatı olarak $8\phi 16$ ($A_{st} = 1608 \text{ mm}^2$)

kullanılması yeterlidir.





C20, S420
8 ϕ 16, d'40 mm

Şimdi yapılması gereken çift yönlü eğilme altında kesitin emniyetli olup olmadığının saptanmasıdır.



BRESLER YÖNTEMİ

Şekilde $\rho_t=0.01$, $\rho_{tm}=0.28$ $\frac{d''}{h} = 0.8$, $\lambda = 1/4$

$$N_o=0.85 f_{cd} A_c+A_{st} f_{yd}=2355 \text{ kN}$$

$$\text{Abaktan; } \frac{M_{xzd}}{b h^2 f_{cd}} = 0.12 \text{ ve } \rho_{tm}=0.28 \text{ için } \frac{N_{ry}}{b h f_{cd}} = 0.77$$

$$\frac{M_{xyd}}{b h^2 f_{cd}} = 0.06 \text{ ve } \rho_{tm}=0.28 \text{ için } \frac{N_{rz}}{b h f_{cd}} \approx 0.9$$

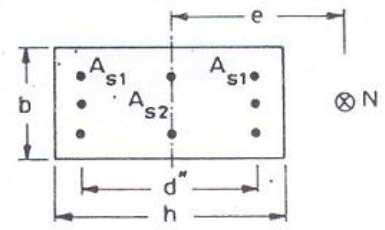
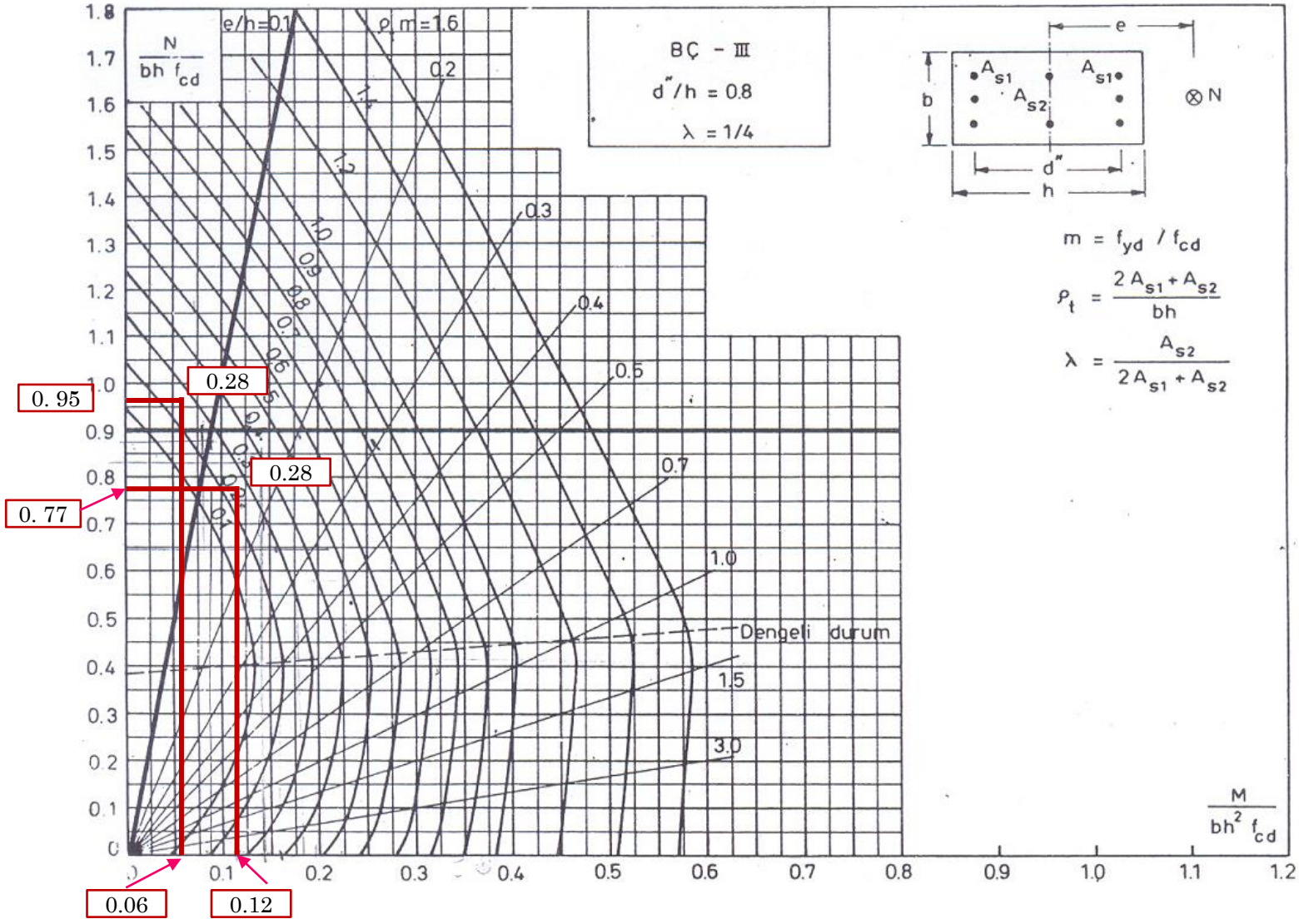
$$N_{ry}=1600 \text{ kN, } N_{rz}=1872 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{N_{ry}} + \frac{1}{N_{rz}} - \frac{1}{N_o}$$

$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{1600} + \frac{1}{1872} - \frac{1}{2355}$$

$N_r=1361.4 \text{ kN} > 1200 \text{ kN}$ taşıyabilir.





$$m = f_{yd} / f_{cd}$$

$$\rho_t = \frac{2A_{s1} + A_{s2}}{bh}$$

$$\lambda = \frac{A_{s2}}{2A_{s1} + A_{s2}}$$



CP110 YÖNTEMİ

$$\alpha_n = 0.67 + 1.67 \frac{N}{N_o} = 0.67 + 1.67 \frac{1200}{2355} = 1.52$$

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{1200 \times 10^3}{400 \times 400 \times 13} = 0.58 \quad \rho_{tm} = 0.28 \quad \frac{d''}{h} = 0.8, \quad \lambda = 1/4 \text{ ve S420 için abaktan;}$$

$$\frac{M_{oy}}{b h^2 f_{cd}} = \frac{M_{oz}}{b h^2 f_{cd}} = 0.17 \quad (\text{kesit kare ve donatı simetrik olduğundan iki}$$

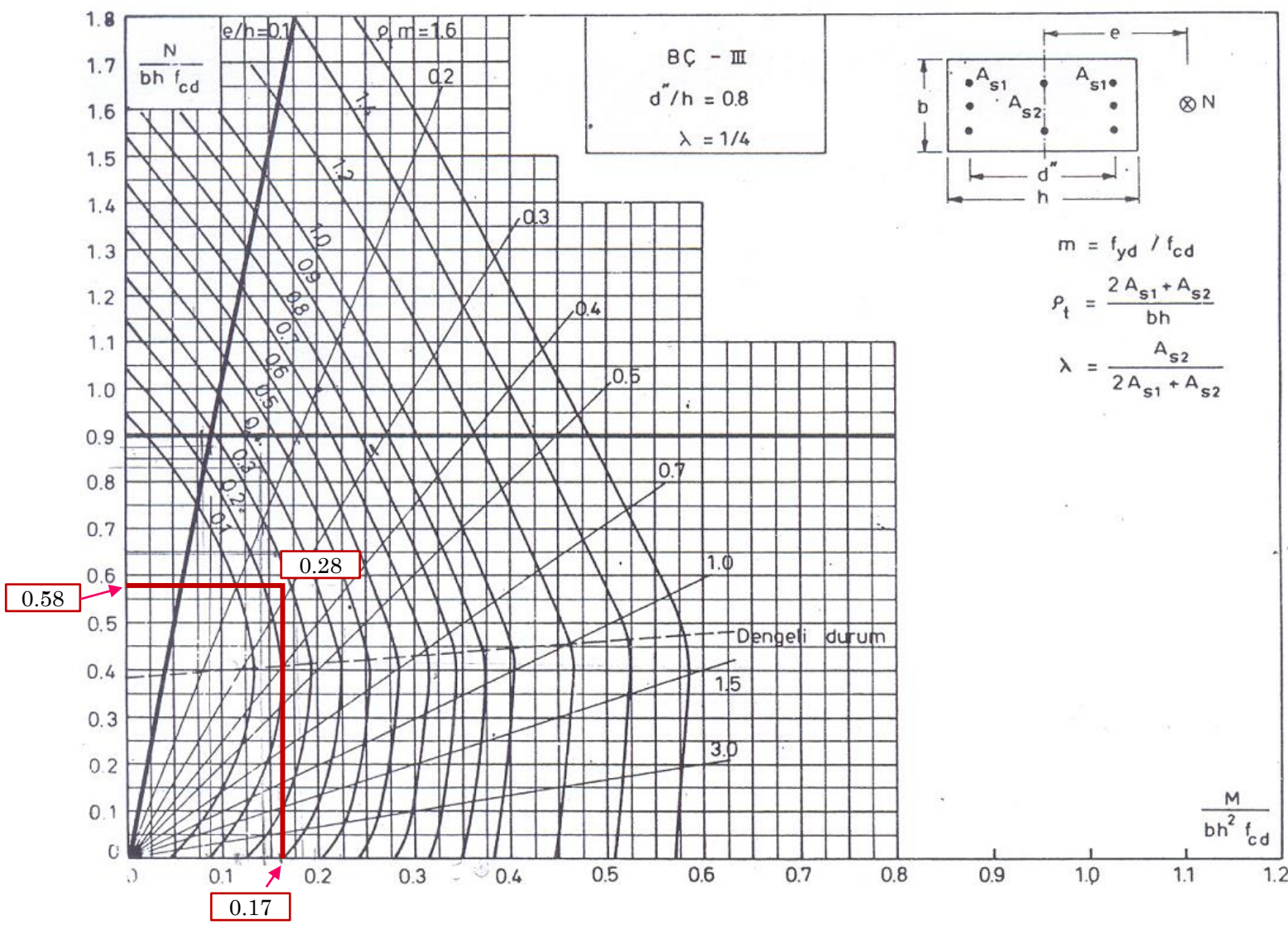
moment eşittir).

$$M_{oy} = M_{oz} = (0.17 \times 400 \times 400^2 \times 13) \times 10^{-6} = 141.44 \text{ kNm}$$

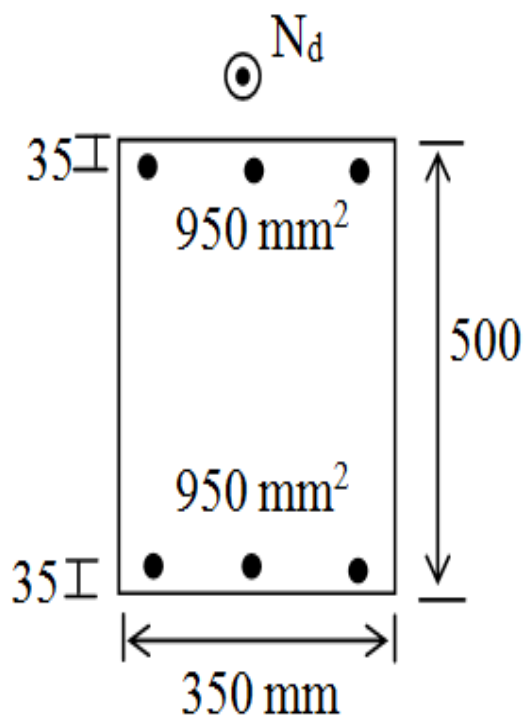
$$\left(\frac{M_{xyd}}{M_{oy}} \right)^{\alpha_n} + \left(\frac{M_{xzd}}{M_{oz}} \right)^{\alpha_n} \leq 1$$

$$\left(\frac{50}{141.44} \right)^{1.52} + \left(\frac{100}{141.44} \right)^{1.52} = 0.21 + 0.59 = 0.8 < 1.0 \quad \text{taşıyabilir.}$$

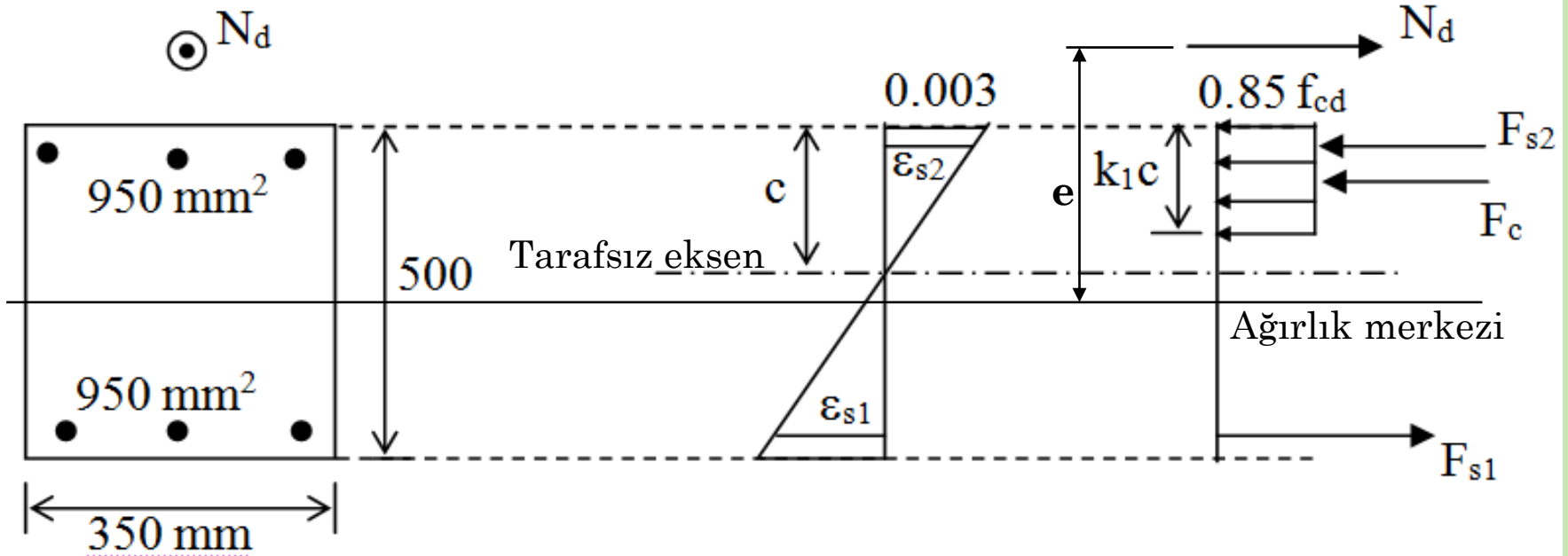




Örnek



$N_d=400 \text{ kN}$ olduğuna göre şekilde verilen kolon kesitinin güvenle taşıyacağı momenti hesaplayınız. Malzeme C20, S420.



Kolonun kırılma biçiminin belirlenmesi gerekmektedir;

Dengeli durumda;

$$\frac{c_b}{d - c_b} = \frac{0.003}{\varepsilon_{sy}} \quad \varepsilon_{sy} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365}{2 \times 10^5} = 0.001825$$

$$\frac{c_b}{465 - c_b} = \frac{0.003}{0.001825} \quad c_b = 289.12 \text{ mm bulunur.}$$

Kesitteki donatı simetrik olduğundan;

$$N_b = F_c + F_{s2} - F_{s1}$$

$$N_b = 0.85 f_{cd} k_1 c_b b$$

$$N_b = (0.85 \times 13 \times 0.85 \times 289.12 \times 350) \times 10^{-3}$$

$$N_b = 950.44 \text{ kN}$$

$N_d < N_b$ olduğundan çekme kırılması oluşmaktadır.



Tanım gereği;

$\varepsilon_{s1} > \varepsilon_{sy}$, basınç donatısının akıp akmadığı kontrol edilmelidir.

$$\psi = \frac{N_d}{bh f_{cd}} = \frac{400 \times 10^3}{350 \times 500 \times 13} = 0.176$$

$$\psi_c = 0.72 \frac{0.003 E_s}{0.003 E_s - f_{yd}} \frac{d'}{h} = 0.72 \times \frac{600}{(600 - 365)} \times \frac{35}{500} = 0.128$$

$\psi > \psi_c$ olduğundan basınç donatısı akma konumuna gelmiştir. $\sigma_{s2} = f_{yd}$ alınacaktır.

Tarafsız eksen derinliği kuvvet denge denkleminde elde edilir.

$$N = F_c$$

$$400 \times 10^3 = 0.85 \times 13 \times 0.85 \times c \times 350$$

$c = 121.67$ mm elde edilir. Kesit ağırlık merkezine göre moment alınır;



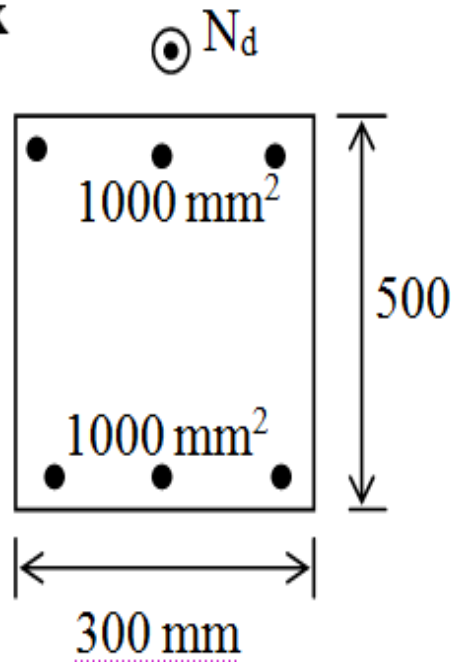
$$M_r = F_c \left(\frac{h}{2} - \frac{k_1 c}{2} \right) + A_{s2} f_{yd} \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_{s1} f_{yd} \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$M_r = \left[0.85 \times 13 \times 0.85 \times 121.67 \times 350 \times \left(250 - \frac{0.85 \times 121.67}{2} \right) + 950 \times 365 \times (250 - 35) + 950 \times 365 \times (250 - 35) \right] \times 10^{-6}$$

$M_r = 228.4$ kNm elde edilir.



Örnek



Şekilde verilen kolona $N_d=1250$ kN eksenel kuvvet etki etmektedir. Bu durumda kolonun taşıyabileceği momenti hesaplayınız. Malzeme C20, S420 ve paspayı=40 mm.

Çözüm:

Öncelikle kolonun kırılma biçiminin belirlenmesi gerekir.

Dengeli durumda;

$$c_b = \frac{600}{600 + f_{yd}} d, \quad c_b = \frac{600}{600 + 365} \times 460 = 286 \text{ mm}$$

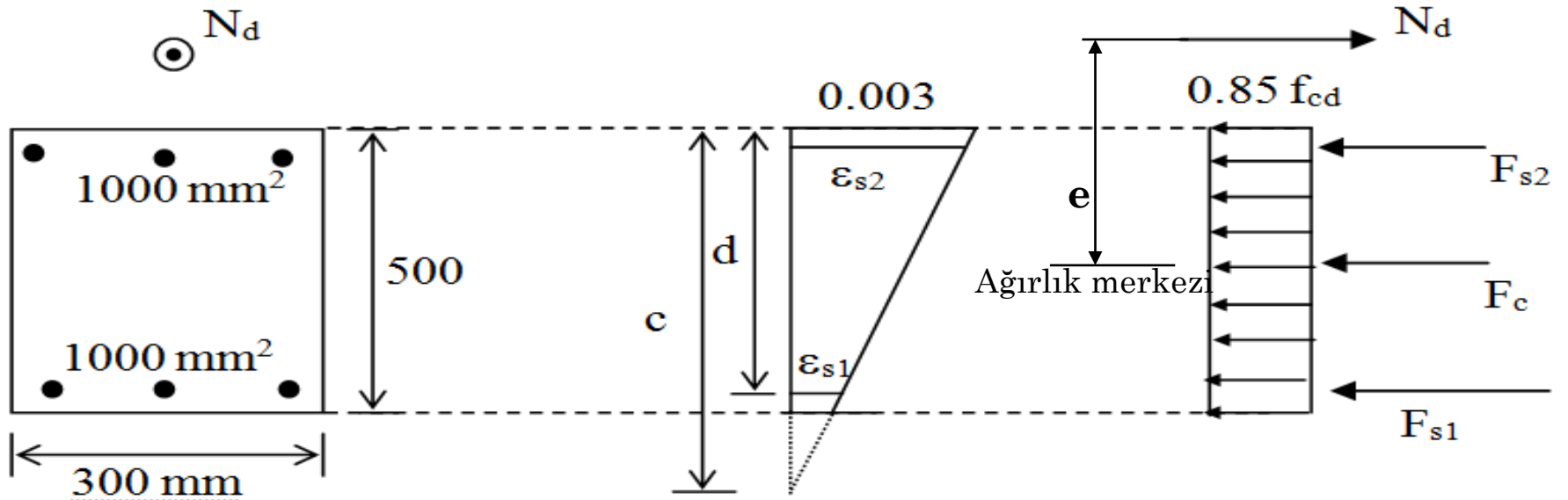
Kesit simetrik donatılı olduğundan;

$$N_b = F_{cb}$$

$$N_b = 0.85 f_{cd} k_1 c_b b = 0.85 \times 13 \times 0.85 \times 286 \times 300 \times 10^{-3} = 805.87 \text{ kN}$$

$N_d > N_b$ olduğundan basınç kırılması oluşur ($\epsilon_{s2} > \epsilon_{sy}$).

Basınç kırılması durumunda en genel anlamda, tarafsız eksenin kesit dışında olduğu varsayılırsa, birim deformasyon dağılımı ve iç kuvvetler şekilde görüldüğü gibi meydana gelir.



Uygunluk denkleminde;

$$\frac{c-d}{c} = \frac{\varepsilon_{s1}}{0.003}, \text{ buradan } \varepsilon_{s1} = 0.003\left(\frac{c-d}{c}\right) \text{ ve } \sigma_{s1} = 600\left(\frac{c-d}{c}\right) \text{ ve } \sigma_{s2} = f_{yd} \text{ olur.}$$

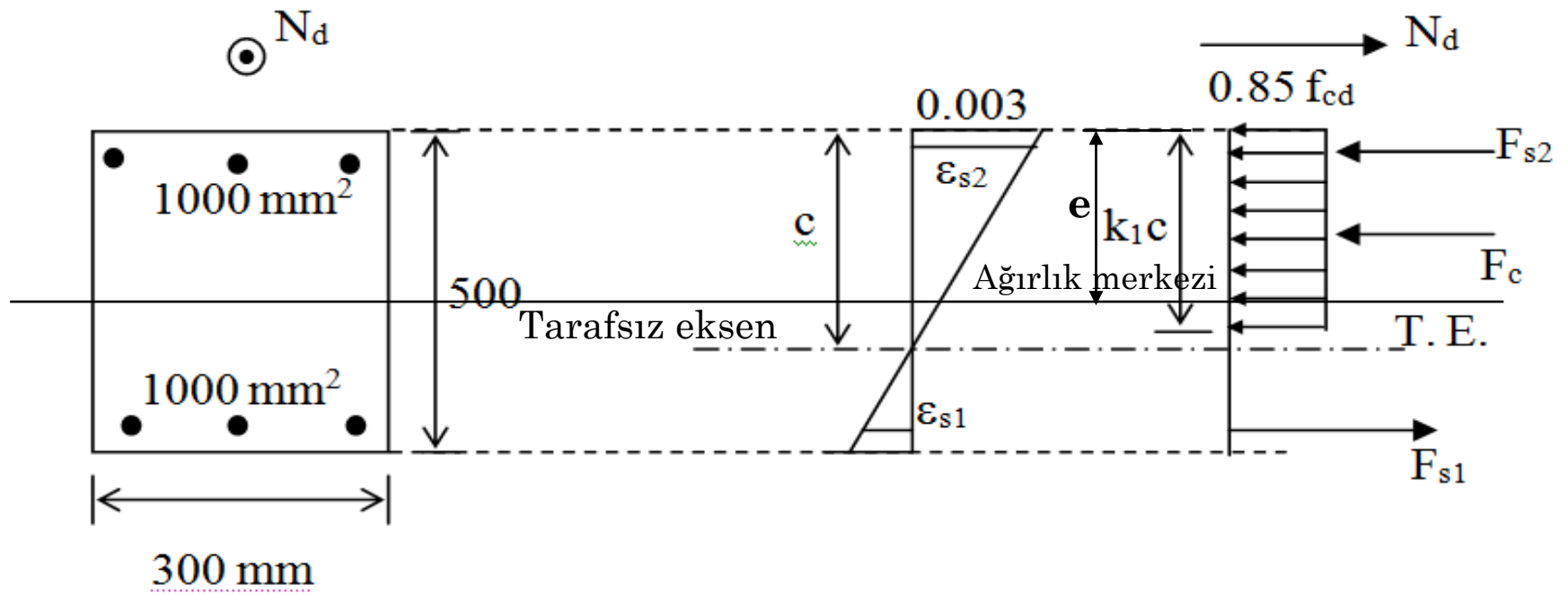
Kuvvet denge denkleminde;

$$N = F_c + F_{s2} + F_{s1}$$

$$N = 0.85 f_{cd} k_1 c b + A_{s2} f_{yd} + A_{s1} \sigma_{s1}$$

$$1250 \times 10^3 = 0.85 \times 13 \times 0.85 \times c \times 300 + 1000 \times 365 + 1000 \times 600 \times \left(\frac{c-460}{c}\right) \quad \text{denklem}$$

düzenlendiğinde, $c^2 - 101.144c - 97950.5 = 0$ formunu alır. İkinci derece denklemin çözümünden; $c = 367.6$ mm bulunur. Yani tarafsız eksen kesitin içinde kalmaktadır. Bu durumda $\sigma_{s1} = -150.82$ N/mm² elde edilir. Gerilmenin negatif çıkması, alt donatının çekme olduğunu göstermektedir. Birim deformasyon dağılımı yeniden oluşturulacak olursa;



Kesit ağırlık merkezine göre moment;

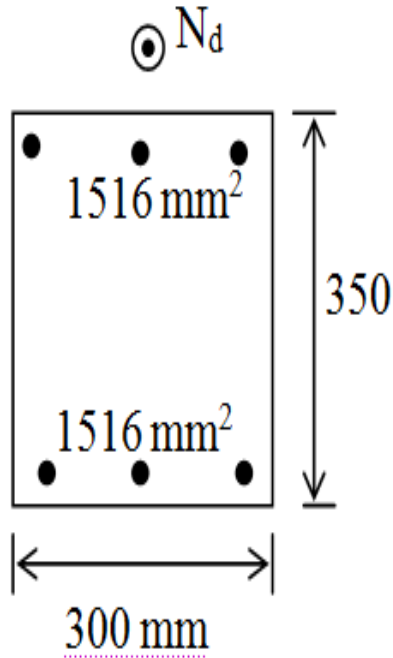
$$M_r = F_c \left(\frac{h}{2} - \frac{k_1 c}{2} \right) + A_{s2} f_{yd} \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_{s1} \sigma_{s1} \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$M_r = \left[0.85 \times 13 \times 0.85 \times 367.6 \times \left(250 - \frac{0.85 \times 367.6}{2} \right) + 1000 \times 365 \times (250 - 40) + 1000 \times 150.82 \times \right.$$

$$\left. (250 - 40) \right] \times 10^{-6}$$

$$M_r = 205.45 \text{ kNm} \quad \text{elde edilir.}$$

Örnek



Şekilde verilen kolonun $e=130$ mm eksantrisite ile taşıyabileceği aksenal yükün hesap değerini

- Temel denklemleri kullanarak tarafsız eksenin yerini belirleyen denklemi bulunuz.
- Eksenal kuvvet (N) ve taşıma gücü momenti (M) değerlerini bulunuz.

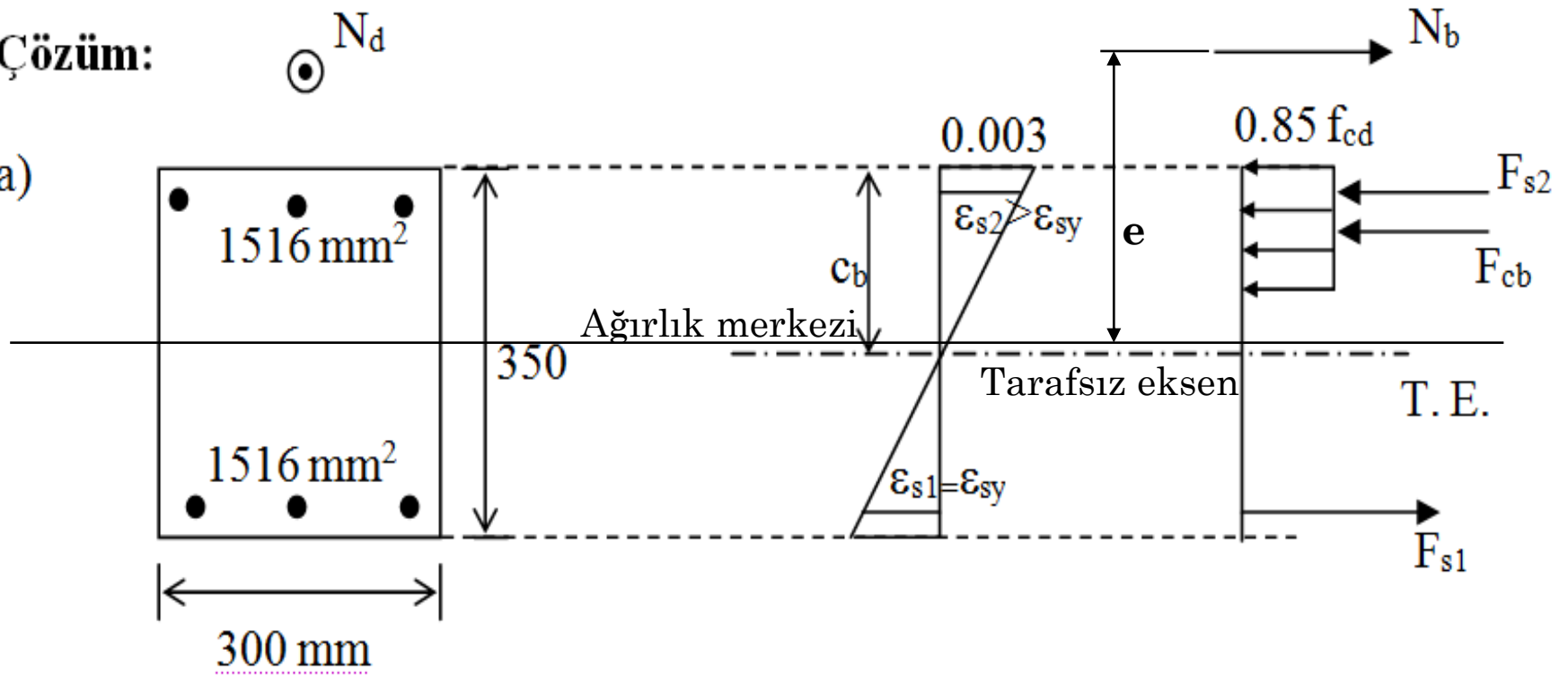
c)
$$N = \frac{N_o}{1 + \frac{e}{e_b} \left(\frac{N_o}{N_b} - 1 \right)}$$
 yaklaşık denklemini kullanarak N ve

M değerlerini bulunuz. Malzeme C25, S420 ve paspayı=45 mm.

Çözüm:

N_d

a)



Kolonun kırılma biçiminin belirlenmesi gerekmektedir; Dengeli durumda;

$$\frac{c_b}{d - c_b} = \frac{0.003}{\epsilon_{sy}} \quad \epsilon_{sy} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365}{2 \times 10^5} = 0.001825$$

$$\frac{c_b}{305 - c_b} = \frac{0.003}{0.001825} \quad c_b = 189.6 \text{ mm bulunur.}$$



Kesit simetrik donatılı olduğundan;

$$N_b = F_{cb}$$

$$N_b = 0.85 f_{cd} k_1 c_b b = 0.85 \times 17 \times 0.85 \times 189.6 \times 300 \times 10^{-3} = 698.63 \text{ kN}$$

İç kuvvetlerin momentinden dengeli moment değeri;

$$M_b = F_{cb} \left(\frac{h}{2} - \frac{k_1 c_b}{2} \right) + A_{st} f_{yd} \frac{d''}{2} = \left[698630 \times \left(175 - \frac{0.85 \times 189.6}{2} \right) + 2 \times 1516 \times 365 \times \left(\frac{260}{2} \right) \right] \times 10^{-6}$$

$$M_b = 209.8 \text{ kNm}$$



$$e_b = \frac{M_b}{N_b} = \frac{209.8}{698.63} = 0.3 \text{ m} \quad e < e_b \text{ olduğundan kırılma biçimi basınç}$$

kırılmasıdır.

Bu durumda $\sigma_{s2} = f_{yd}$ ve $\sigma_{s1} = 600 \left(\frac{c-d}{c} \right)$, Tüm kuvvetler basınç olarak

düşünülmüştür.

Tarafsız eksenin yerini belirleyen denklem iç kuvvetlerin kesit ağırlık merkezine göre momentinin ($N e$) momentine eşitlenmesi ile bulunur.



Kuvvet denge denklemi yazılırsa;

$$N = F_c + F_{s2} + F_{s1}$$

$$N = 0.85 f_{cd} k_1 c b + A_{s2} f_{yd} + A_{s1} \sigma_{s1}$$

İç kuvvetlerin momenti yazılırsa;

$$M_r = F_c \left(\frac{h}{2} - \frac{k_1 c}{2} \right) + A_{s2} f_{yd} \left(\frac{h}{2} - d' \right) - A_{s1} \sigma_{s1} \left(\frac{h}{2} - d' \right) \quad (1)$$

$$N e = (0.85 f_{cd} k_1 c b + A_{s2} f_{yd} + A_{s1} \sigma_{s1}) e \quad (2)$$

eşitlikleri elde edilir. Bu iki denklemin eşitlenmesinden;

$$0.85 \times 17 \times 0.85 \times c \times 300 \times \left(175 - \frac{0.85 c}{2} \right) + 1516 \times 365 \times (175 - 45) - 1516 \times 600 \times \left(\frac{c - 305}{c} \right) \times (175 -$$

45)

$$= \left[0.85 \times 17 \times 0.85 c \times 300 + 1516 \times 365 + 1515 \times 600 \times \left(\frac{c - 305}{c} \right) \right] \times 130$$



c parametresine bağı aşığıdaki ifade elde edilir.

$$c^3 - 105.88 c^2 + 151019.16 c - 46053639.85 = 0$$

Bu denklemin çözümlerinden

$c = 247.5 \text{ mm}$ bulunmaktadır.

Cubic Equation Calculator

$$ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$$

a =

b =

c =

d =

Answer:
Solutions for x:
 $x_1 = 247.50456$
 $x_2 = -70.81228 + i * 425.50853$
 $x_3 = -70.81228 - i * 425.50853$



$\sigma_{s1}=600\left(\frac{c-d}{c}\right)$ ifadesinden $\sigma_{s1}=-139.4 \text{ N/mm}^2$ (Çekme) olarak bulunmuştur.

b)

$c=247.5 \text{ mm}$ için

$$N=0.85 f_{cd} k_1 c b + A_{s2} f_{yd} + A_{s1} \sigma_{s1}$$

$$N=[0.85 \times 17 \times 0.85 \times 247.5 \times 300 + 1516 \times 365 + 1516 \times (-139.4)] \times 10^3 = 1254 \text{ kN}$$

$$M=N e = 1254 \times 0.13 = 163.02 \text{ kNm}$$
 olarak elde edilmiştir.



c) $N_o = 0.85 f_{cd} A_c + A_{st} f_{yd}$

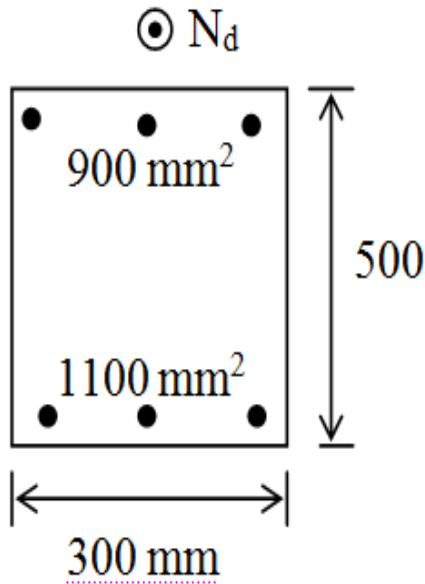
$$N_o = (0.85 \times 17 \times 300 \times 350 + 2 \times 1516 \times 365) \times 10^{-3} = 2623.93 \text{ kN}$$

$$N = \frac{N_o}{1 + \frac{e}{e_b} \left(\frac{N_o}{N_b} - 1 \right)} = \frac{2623.93}{1 + \frac{130}{300} \times \left(\frac{2623.93}{698.63} - 1 \right)} = 1195.8 \text{ kN}$$

$M = N e = 155.46 \text{ kNm}$ olarak bulunmaktadır.

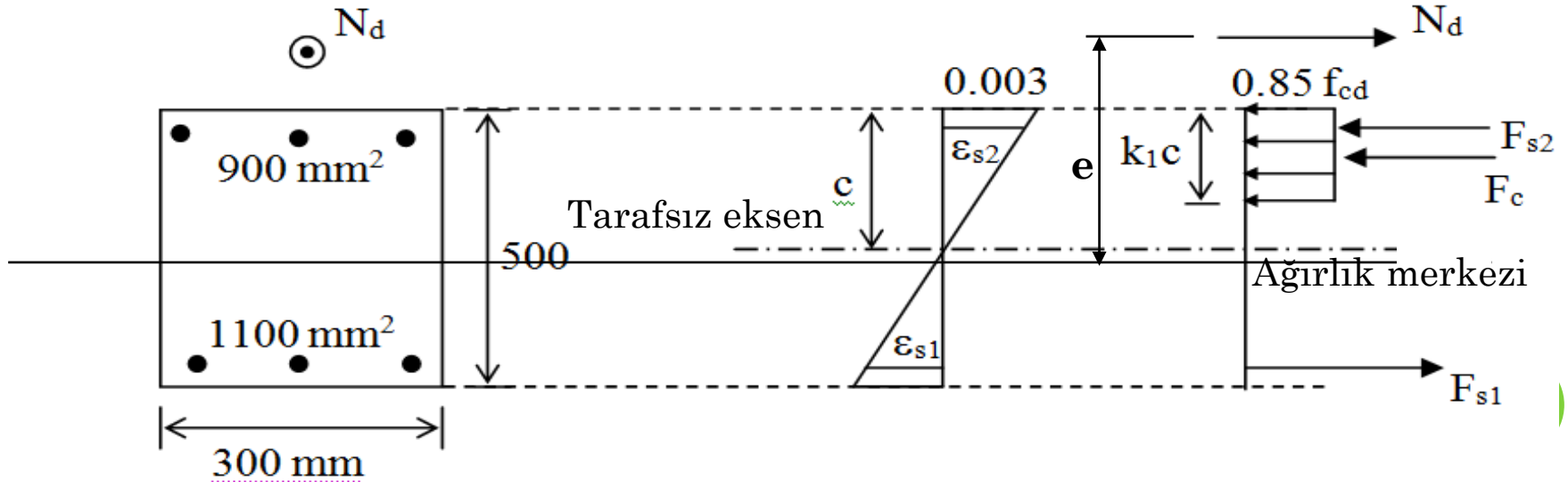


Örnek



Şekilde verilen kolon $N_d=825 \text{ kN}$ aksenal yüke maruz kaldığına göre kolon kesitinin taşıma gücü momentini bulunuz. Malzeme C25, S420 ve paspayı=50 mm.

Çözüm:



Kolonun kırılma biçiminin belirlenmesi gerekmektedir; Dengeli durumda;

$$\frac{c_b}{d - c_b} = \frac{0.003}{\varepsilon_{sy}} \quad \varepsilon_{sy} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{365}{2 \times 10^5} = 0.001825$$

$$\frac{c_b}{450 - c_b} = \frac{0.003}{0.001825} \quad c_b = 279.5 \text{ mm bulunur.}$$

$$N_b = F_c + F_{s2} - F_{s1}$$

$$N_b = 0.85 f_{cd} k_1 c_b b + A_{s2} f_{yd} - A_{s1} f_{yd}$$

$$N_b = (0.85 \times 17 \times 0.85 \times 279.5 \times 300 + 900 \times 365 - 1100 \times 365) \times 10^{-3}$$

$$N_b = 956.8 \text{ kN}$$

$N_d < N_b$ olduğundan çekme kırılması oluşmaktadır (Şekil 4.13). Tanım gereği;

$\varepsilon_{s1} > \varepsilon_{sy}$, basınç donatısının akıp akmadığı kontrol edilmelidir.



$$\psi = \frac{N_d}{bh f_{cd}} = \frac{825 \times 10^3}{300 \times 500 \times 17} = 0.32$$

$$\psi_c = 0.72 \frac{0.003 E_s}{0.003 E_s - f_{yd}} \frac{d'}{h} = 0.72 \times \frac{600}{(600 - 365)} \times \frac{50}{500} = 0.18$$

$\psi > \psi_c$ olduğundan basınç donatısı akma konumuna gelmiştir. $\epsilon_{s2} > \epsilon_{sy}$, $\sigma_{s2} = f_{yd}$ alınacaktır. Tarafsız eksen derinliği kuvvet denge denkleminde elde edilir.



$$N = F_c + F_{s2} - F_{s1}$$

$$N = 0.85 f_{cd} k_1 c b + A_{s2} f_{yd} - A_{s1} f_{yd}$$

$$825 \times 10^3 = 0.85 \times 17 \times 0.85 \times c \times 300 + 900 \times 365 - 1100 \times 365$$

$c = 243.7$ mm elde edilir.

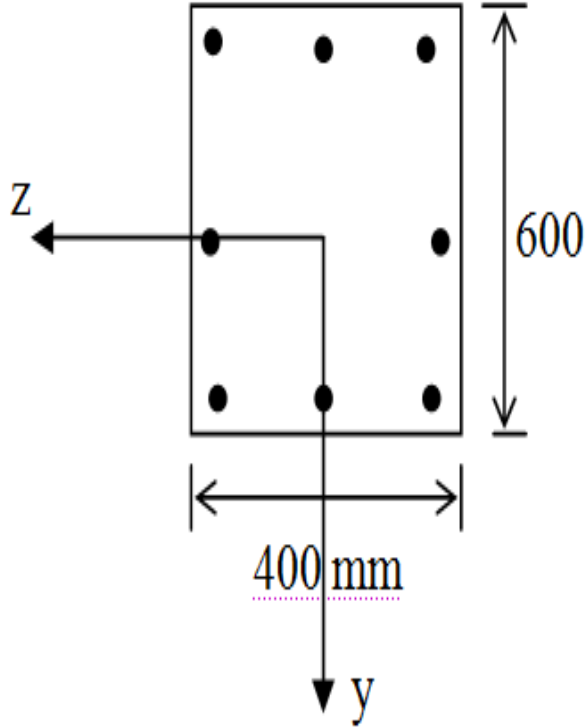
$$M_r = F_c \left(\frac{h}{2} - \frac{k_1 c}{2} \right) + A_{s2} f_{yd} \left(\frac{h}{2} - d' \right) + A_{s1} f_{yd} \left(\frac{h}{2} - d' \right)$$

$$M_r = \left[0.85 \times 17 \times 0.85 \times 243.7 \times 300 \times \left(250 - \frac{0.85 \times 243.7}{2} \right) + 900 \times 365 \times (250 - 50) + 1100 \times 365 \times (250 - 50) \right] \times 10^{-6}$$

$M_r = 277.5$ kNm elde edilir.



Örnek



$$N_d = 2500 \text{ kN}$$

$$M_{xyd} = 105 \text{ kNm}$$

$$M_{xzd} = 180 \text{ kNm}$$

$$A_{st} = 8\phi 20 (2513 \text{ mm}^2)$$

Paspayı=35 mm ve malzeme C20, S420 olduğuna göre verilen kesitin Bresler ve CPIIO yöntemlerine göre güvenlik kontrolünü yapınız.



Çözüm:

- Bresler kontrolü:

$$N_o = 0.85 f_{cd} A_c + A_{st} f_{yd} = (0.85 \times 13 \times 400 \times 600 + 2513 \times 365) \times 10^{-3} = 3569.3 \text{ kN}$$

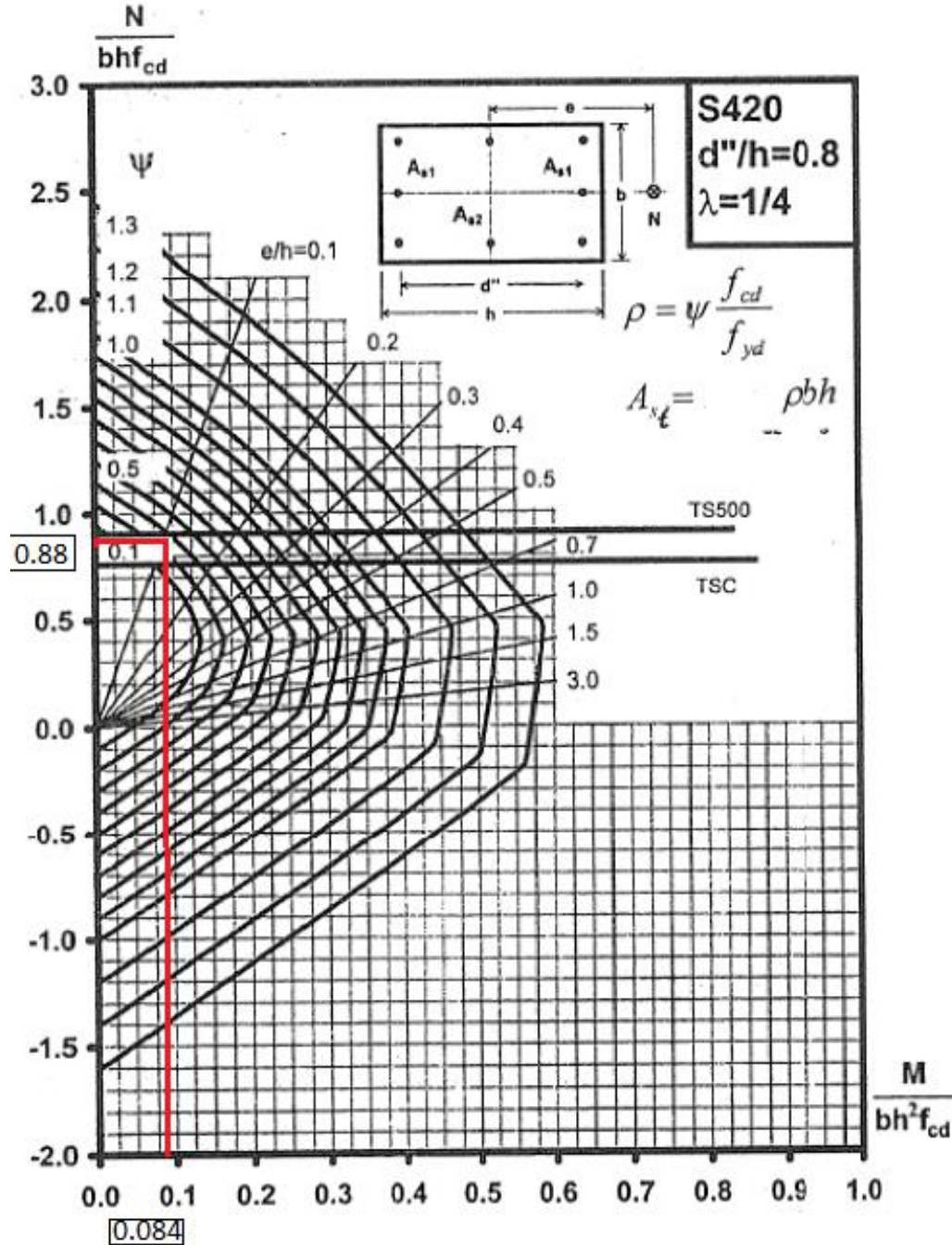
Taşıma gücü:

$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{N_{ry}} + \frac{1}{N_{rz}} - \frac{1}{N_o}$$

$$\frac{M_{xyd}}{b h^2 f_{cd}} = \frac{105 \times 10^6}{600 \times 400^2 \times 13} = 0.084, \quad \frac{d''}{h} = \frac{400 - 2 \times 35}{400} = 0.82 = 0.8$$

$$\rho = \frac{A_{st}}{b h} = \frac{2513}{600 \times 400} = 0.01, \quad \rho_{tm} = 0.01 \times \frac{365}{13} = 0.28, \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII}$$





Uygun abaktan;

$$\frac{N_{ry}}{b h f_{cd}} = 0.88 \text{ okunmaktadır. } N_{ry} = (0.88 \times 600 \times 400 \times 13) \times 10^{-3} = 2745 \text{ kN bulunur.}$$

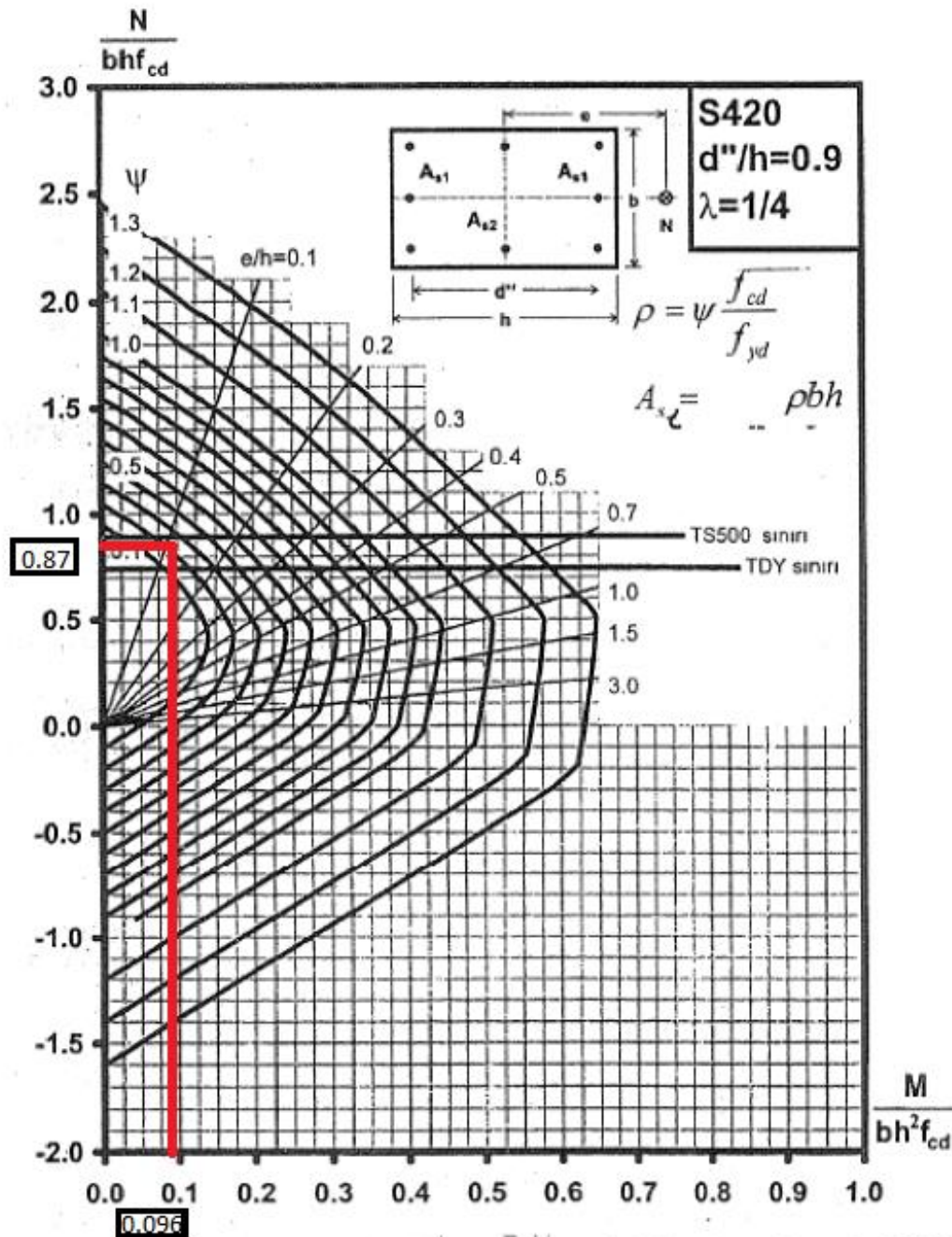
$$\frac{M_{xzd}}{b h^2 f_{cd}} = \frac{180 \times 10^6}{400 \times 600^2 \times 13} = 0.096, \quad \frac{d''}{h} = \frac{600 - 2 \times 35}{600} = 0.88 = 0.9$$

$$\rho_t m = 0.28, \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII}$$

$$\frac{N_{rz}}{b h f_{cd}} = 0.87 \text{ okunmaktadır. Buradan } N_{rz} = (0.87 \times 400 \times 600 \times 13) \times 10^{-3} = 2714.4 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{2745} + \frac{1}{2714.4} - \frac{1}{3569.3} \quad \text{bu ifadeden } N_r = 2209 \text{ kN} < 2500 \text{ Kesit bu yükleri}$$

taşıyamaz.



ABAK 10. Dikdörtgen Kesitli ve Simetrik Donatılı Kolonların Hesabı (S420)

- CP110:

$$\alpha_n = 0.67 + 1.67 \frac{N}{N_o} = 0.67 + 1.67 \times \frac{2500}{3569.3} = 1.84$$

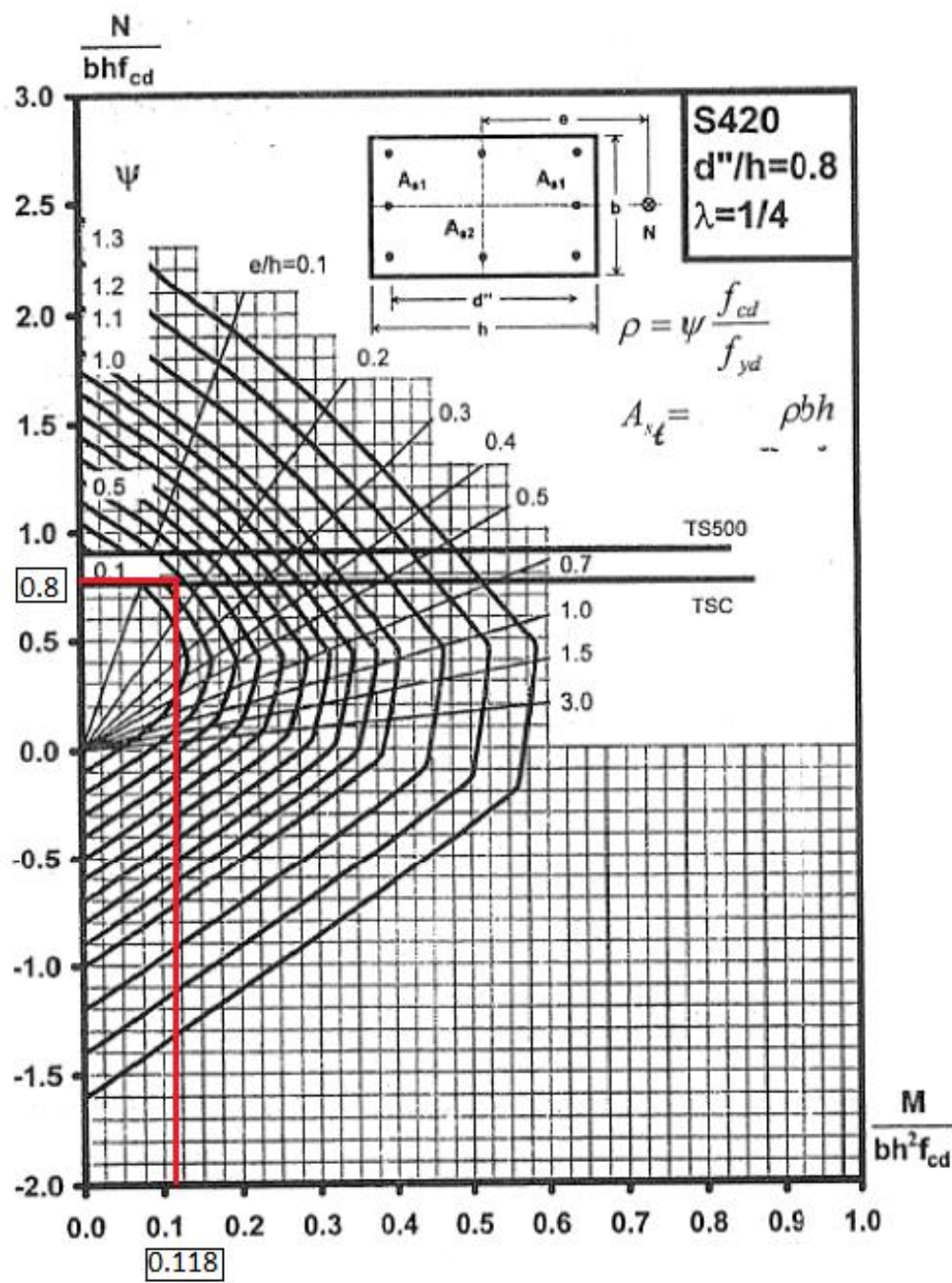
$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{2500 \times 10^3}{600 \times 400 \times 13} = 0.8$$

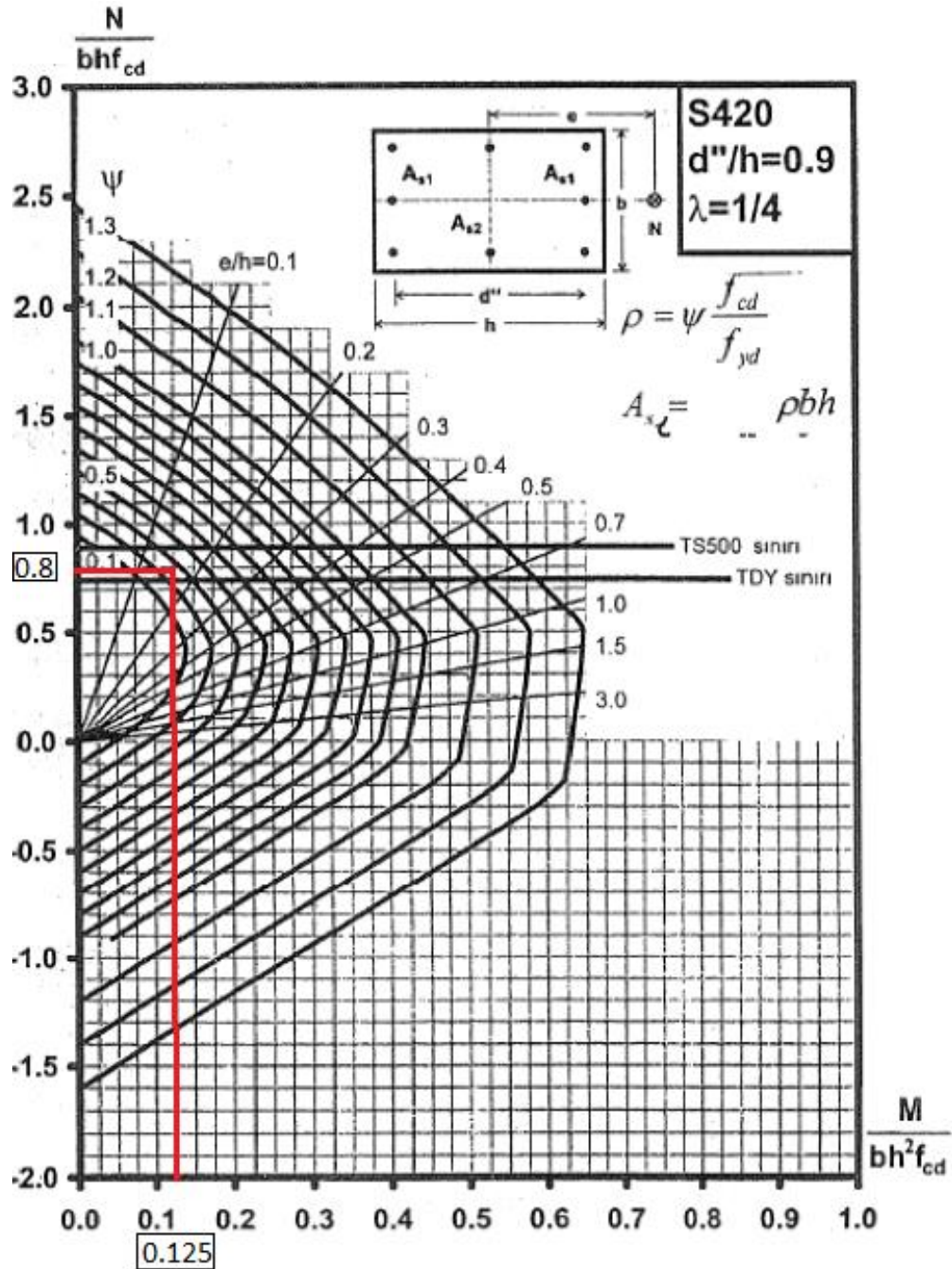
$$\frac{M_{oy}}{b h^2 f_{cd}} \text{ abaktan okunmalıdır. } \frac{d''}{h} = 0.8, \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII}, \quad \rho_t m = 0.28$$

$$\frac{M_{oy}}{b h^2 f_{cd}} = 0.118 \text{ okunur. } M_{oy} = (0.118 \times 600 \times 400^2 \times 13) \times 10^{-6} = 147.26 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{oz}}{b h^2 f_{cd}} \text{ abaktan okunmalıdır. } \frac{d''}{h} = 0.9, \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII}, \quad \rho_t m = 0.28$$







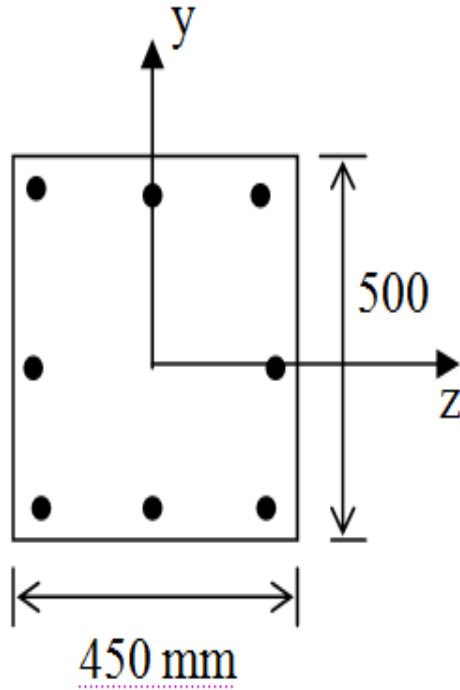
$$\frac{M_{oz}}{b h^2 f_{cd}} = 0.125 \text{ okunur. } M_{oz} = (0.125 \times 400 \times 600^2 \times 13) \times 10^{-6} = 234 \text{ kNm bulunur.}$$

$$\left(\frac{M_{xyd}}{M_{oy}} \right)^{\alpha_n} + \left(\frac{M_{xzd}}{M_{oz}} \right)^{\alpha_n} \leq 1 \text{ olmalıdır.}$$

$$\left(\frac{105}{147.26} \right)^{1.84} + \left(\frac{180}{234} \right)^{1.84} = 0.54 + 0.62 = 1.16 > 1 \text{ olduğundan kesit yükleri güvenle taşıyamaz.}$$



Örnek



$$N_d = 2200 \text{ kN}$$

$$M_{xyd} = 190 \text{ kNm}$$

$$M_{xzd} = 210 \text{ kNm}$$

$$A_{st} = 8\phi 20 \text{ mm}^2$$

Paspayı=40 mm ve malzeme C20, S420 olduğuna göre verilen kesitin Bresler ve CP110 yöntemlerine göre güvenlik kontrolünü yapınız.



Çözüm:

- Bresler kontrolü:

$$N_o = 0.85 f_{cd} A_c + A_{st} f_{yd} = (0.85 \times 13 \times 450 \times 500 + 2512 \times 365) \times 10^{-3} = 3403.1 \text{ kN}$$

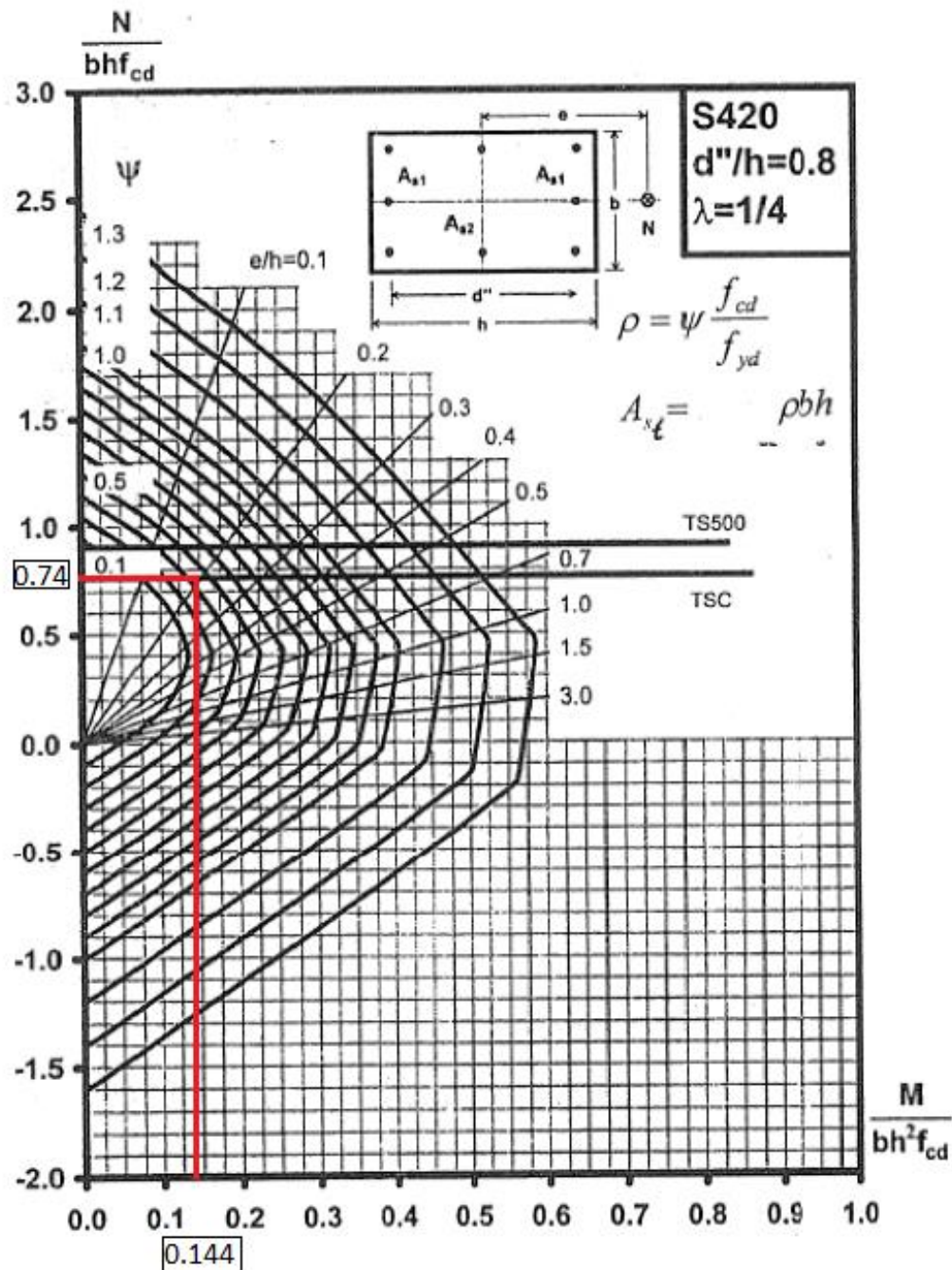
Taşıma gücü:
$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{N_{ry}} + \frac{1}{N_{rz}} - \frac{1}{N_o}$$

$$\frac{M_{xyd}}{b h^2 f_{cd}} = \frac{190 \times 10^6}{500 \times 450^2 \times 13} = 0.144, \quad \frac{d''}{h} = \frac{450 - 2 \times 40}{450} = 0.8,$$

$$\rho_{tm} = \frac{A_{st} f_{yd}}{b h f_{cd}} = \frac{2512}{450 \times 500} \times \frac{365}{13} = 0.313, \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII}$$

Uygun abaktan;

$$\frac{N_{ry}}{b h f_{cd}} = 0.74 \text{ okunmaktadır. Buradan } N_{ry} = (0.74 \times 450 \times 500 \times 13) \times 10^{-3} = 2164 \text{ kN}$$



$$\frac{M_{xzd}}{b h^2 f_{cd}} = \frac{210 \times 10^6}{450 \times 500^2 \times 13} = 0.143, \quad \frac{d''}{h} = \frac{500 - 2 \times 40}{500} = 0.84 = 0.8,$$

$$\rho_t m = 0.313, \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII}$$

$$\frac{N_{rz}}{b h f_{cd}} = 0.74 \text{ okunmaktadır. Buradan } N_{rz} = (0.74 \times 450 \times 500 \times 13) \times 10^{-3} = 2164 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{N_r} = \frac{1}{2164} + \frac{1}{2164} - \frac{1}{3403.1} \quad \text{bu ifadeden } N_r = 1586.4 \text{ kN} < 2200 \text{ olarak bulunur.}$$

Kesit bu yükleri güvenle taşıyamaz.



- CP110:

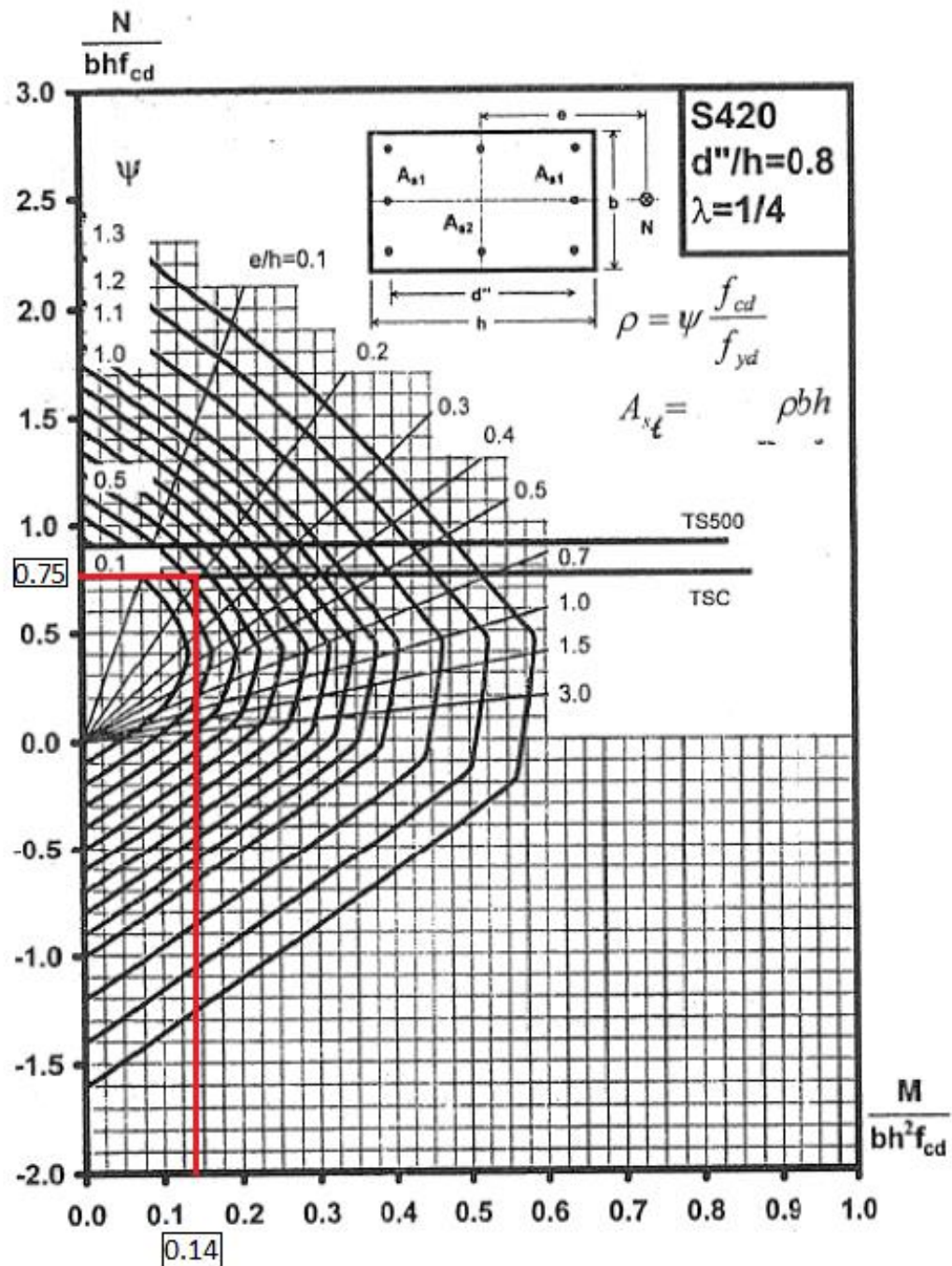
$$\alpha_n = 0.67 + 1.67 \frac{N}{N_o} = 0.67 + 1.67 \times \frac{2200}{3403.1} = 1.75$$

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{2200 \times 10^3}{450 \times 500 \times 13} = 0.75$$

$$\frac{M_{oy}}{b h^2 f_{cd}} \text{ abaktan okunmalıdır. } \quad \frac{d''}{h} = 0.8 \quad \lambda = \frac{1}{4}, \quad \text{BÇIII} \quad \rho_t m = 0.313$$

$$\frac{M_{oy}}{b h^2 f_{cd}} = 0.14 \text{ okunur. } \quad M_{oy} = (0.14 \times 500 \times 450^2 \times 13) \times 10^{-6} = 184.27 \text{ kNm}$$





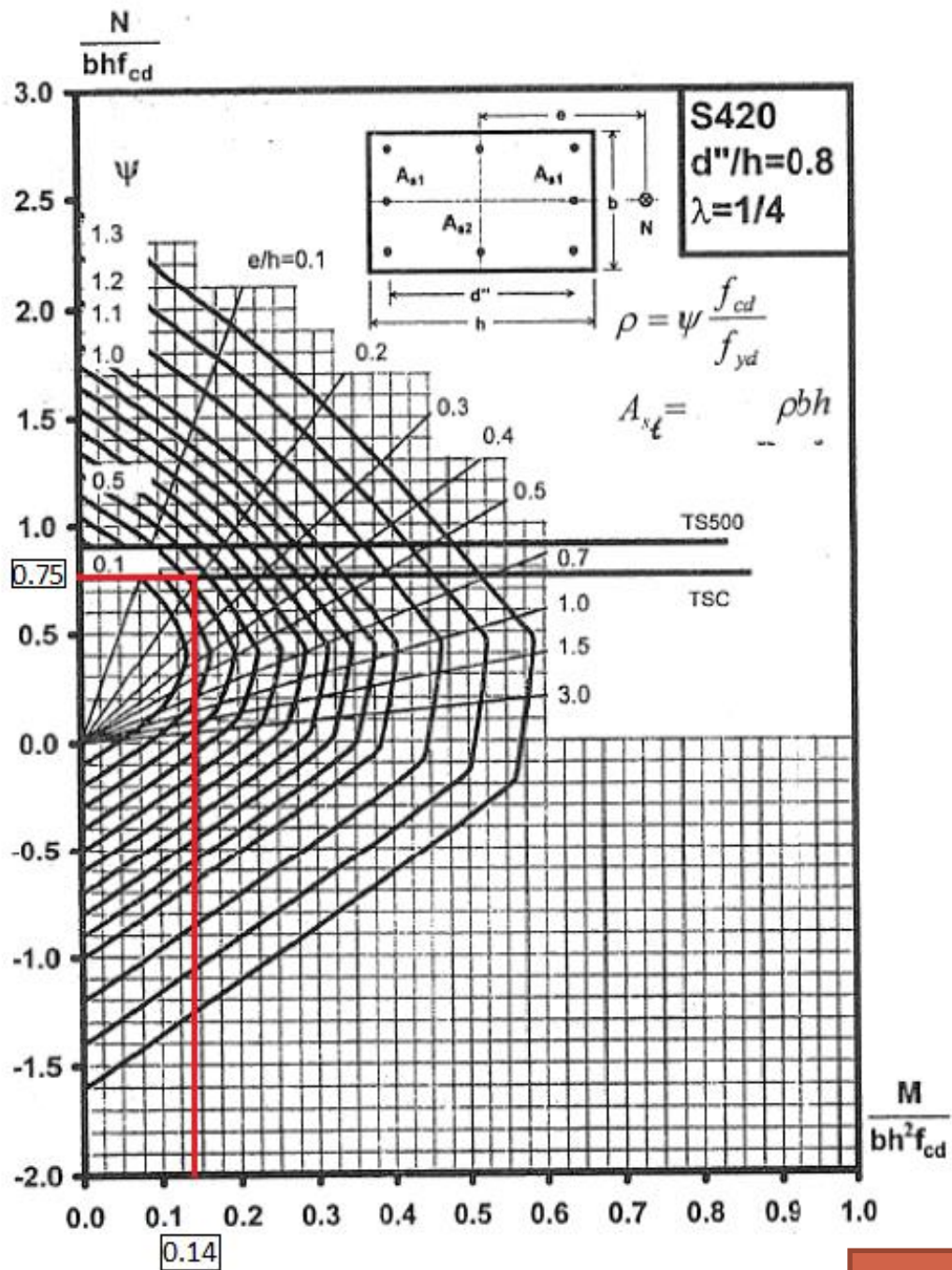
$\frac{M_{oz}}{b h^2 f_{cd}}$ abaktan okunmalıdır. $\frac{d''}{h} = 0.8$, $\lambda = \frac{1}{4}$, BÇIII , $\rho_t m = 0.313$

$\frac{M_{oz}}{b h^2 f_{cd}} = 0.14$ okunur. $M_{oz} = (0.14 \times 450 \times 500^2 \times 13) \times 10^{-6} = 204.75 \text{ kNm}$ bulunur.

$\left(\frac{M_{xyd}}{M_{oy}} \right)^{\alpha_n} + \left(\frac{M_{xzd}}{M_{oz}} \right)^{\alpha_n} \leq 1$ olmalıdır.

$\left(\frac{190}{184.27} \right)^{1.75} + \left(\frac{210}{204.75} \right)^{1.75} = 1.05 + 1.04 = 2.09 > 1$ Kesit yükleri güvenle taşıyamaz.





Sorular

14

56/56