

INSA372

Ders 11

KOLONLAR - Devam

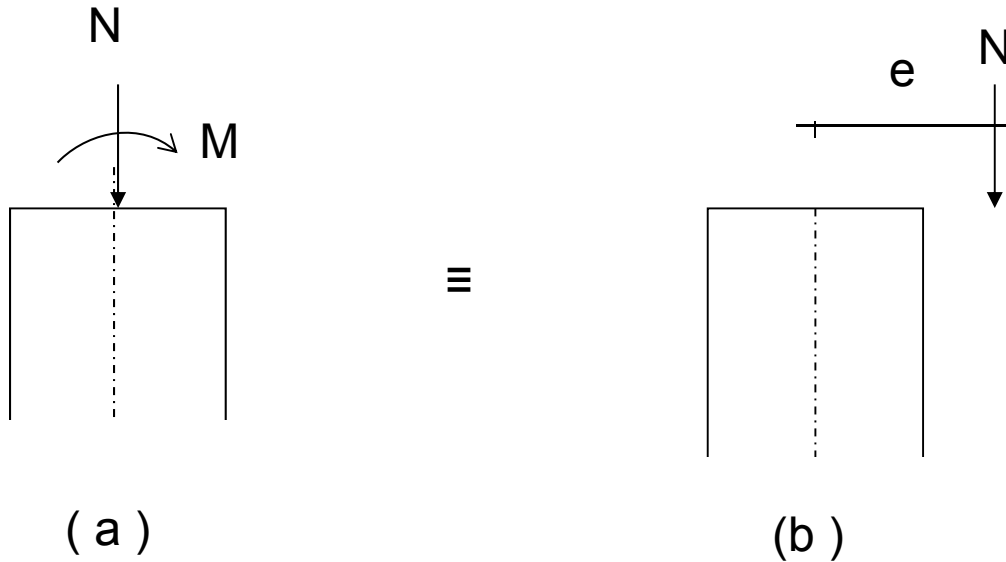
EKSENEL KUVVET ve EĞİLME ETKİSİ

- Daha önce bahsedildiği gibi kolonlar çok ender sadece aksenal yük alırlar. Kolonlar çerçeve sistemin bir elemanı olarak, aksenal yük ve eğilme etkisi altındadırlar.
- Bununla birlikte moment olmasa dahi aksenal yük eksantirik olabileceğinden her zaman moment alacak şekilde tasarlanmalıdırlar.
- TS500 böyle durumlarda en küçük aksenal kaçıklığın aşağıdaki gibi alınmasını ister

$$e_{min} = 15 \text{ mm} + 0.03h$$

Burada h eğilme yönünde kolon boyutunu gösterir. $e = M/N$ değeri e_{min} değerinden küçük ise tasarım momenti , $M = N * e_{min}$ olacak şekilde düzeltilmelidir.

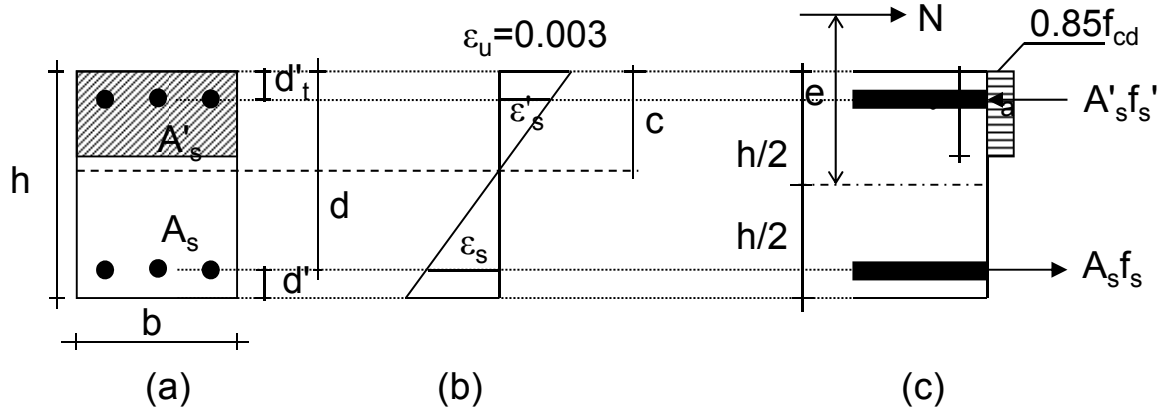
- Eğilme momenti ve aksenal yük altındaki bir kolon aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. $e=M/N$.



EKSENEL YÜK ve EĞİLME ETKİSİ ALTINDAKİ KOLONLARIN DAYANIMI

- Yapılan deneysel çalışmalar göstermiştir ki, eğilme etkisi ve aksenal basınç altındaki kolonlar, betonun ezilmesi ile göçme durumuna gelirler. Bu noktada çekme bölgesinde donatı akmış veya akmamış olabilir. Aslında, bir kolonda çekme bölgesi hiç olmayabilir de.

- Tasarımda betonun ezilme birim kısalması kirişlerde olduğu gibi **0.003** olarak alınır. Ayrıca gerçek basınç dağılımı yerine yine kirişlerde olduğu gibi eş değer dikdörtgen basınç dağılımı **$0.85f_{cd}$** olacak şekilde kabul edilebilir. Eşdeğer dikdörtgen basınç dağılımı yüksekliği " **$a=k_1c$** " alınır. Aşağıdaki şekilde göçme durumundaki bir kolon kesitinde kuvvet dağılımını görebilirsiniz.



- Yukarıdaki şekle göre denge denklemleri aşağıdaki gibi yazılır.

$$N = 0.85f_{cd} ab + A'_s f'_s - A_s f_s$$

$$M = Ne = 0.85f_{cd} ab \left(\frac{h}{2} - \frac{a}{2} \right) + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d'_t \right) + A_s f_s \left(d - \frac{h}{2} \right)$$

- Yukarıdaki denklemde f_s çeliğin çekme gerilmesi olarak kabul edilmiştir. Çelik çekme değil ve basınç alıyorsa denge denklemindeki işaret değişir. Basınç ve çekme donatılarında birim deformasyon aşağıdaki gibi yazılır:

$$\varepsilon_s = 0.003 \frac{d - c}{c}$$

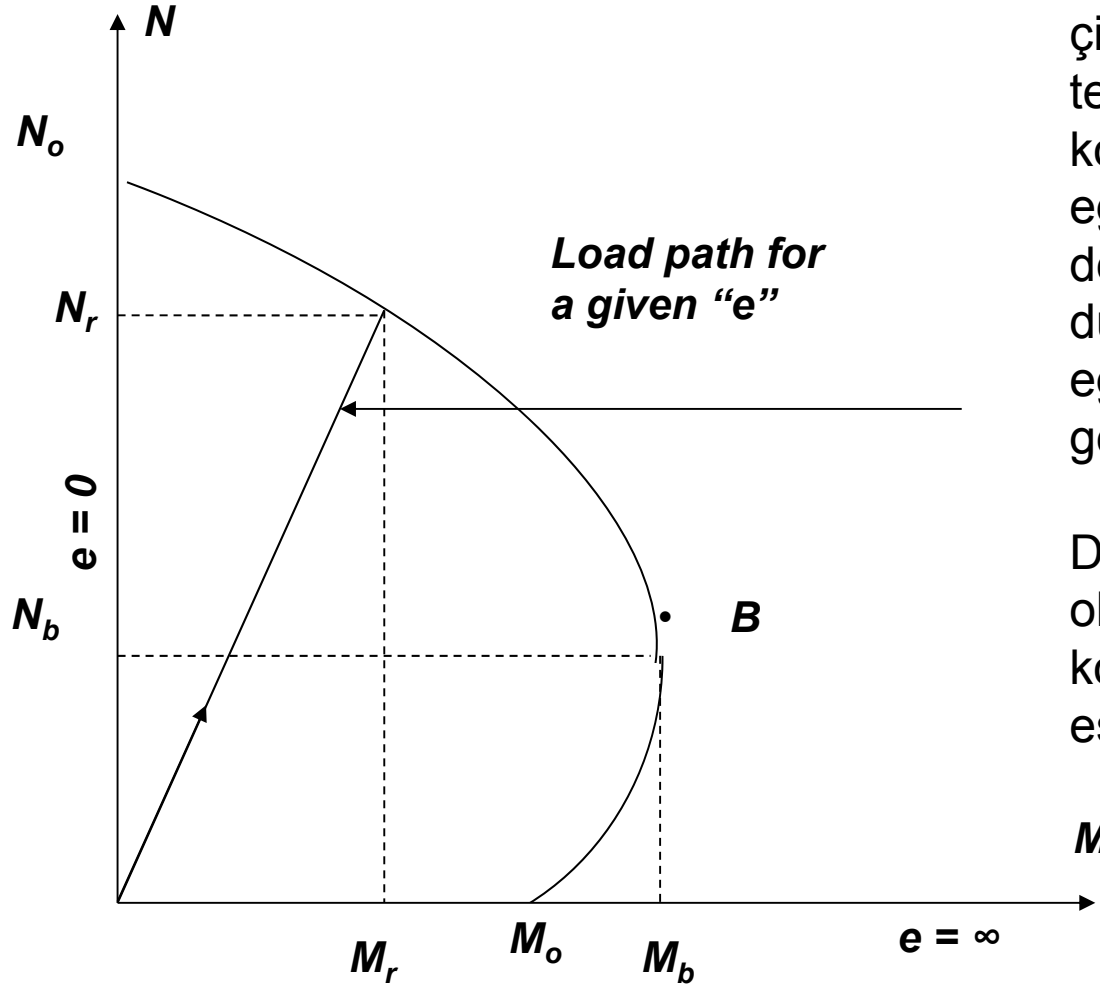
$$\varepsilon'_s = 0.003 \frac{c - d'_t}{c}$$

- Çelik için gerilme denklemi aşağıdaki şartları sağlamalıdır:

$$f_s = \varepsilon_s E_s = 0.003 \frac{d - c}{c} E_s \leq f_{yd}$$

$$f'_s = \varepsilon'_s E_s = 0.003 \frac{c - d'_t}{c} E_s \leq f_{yd}$$

- Yukarıdaki denklemler kullanılarak belli bir eksantirik değer alındığında “**a**” ve “**N**” değerleri iki bilinmeyeli iki denklem olarak çözülebilir gibi görünse de “**a**” değerinin sınırlı olması ve ayrıca doantılardaki gerilmelerin “**a**” değerine (**a=k₁c**) bağlı olamsından dolayı çözümler kolay olmayabilir. Bu nedenle kolonlarda izlenecek yol kısaca aşağıdaki gibi olabilir;
- 1) Belli bir **c** değeri kabul edilir ve buna tekabül eden “**N**” ve “**M**” değerleri hesaplanır.
- 2) **c** değeri artırılır ve “**N**” ve “**M**” değerleri tekrar hesaplanır.
- Böylelikle aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir eğri çizilir. Bu eğriye kolon “Etkileşim Diyagramı” denir.

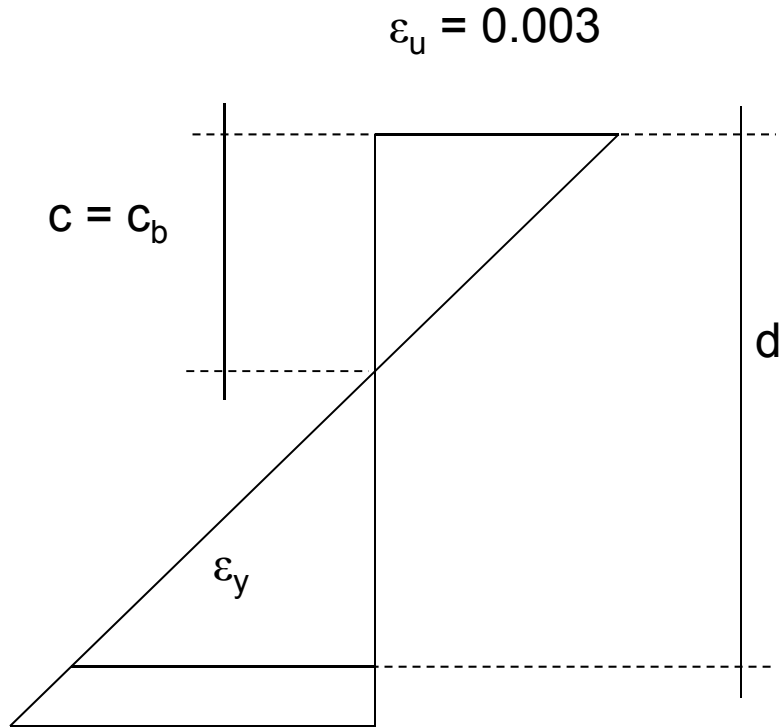


Bu şekilde gösterilen radial çizgiler $e = M / N$ değerine tekabül eder. Oluşturulan çizgi kolonun dayanım çizgisidir. Bu eğri içerisine gelen " N " ve " M " değerlerinde kiriş göçme durumunda değildir. Ancak bu eğri üzerinde kiriş ~~göçmüne~~ göçme durumuna geçer.

Dikey eksen momentin sıfır olduğu durumdur. Bu noktada kolon dayanımı N_o değerine eşittir.

DENGELİ GÖÇME

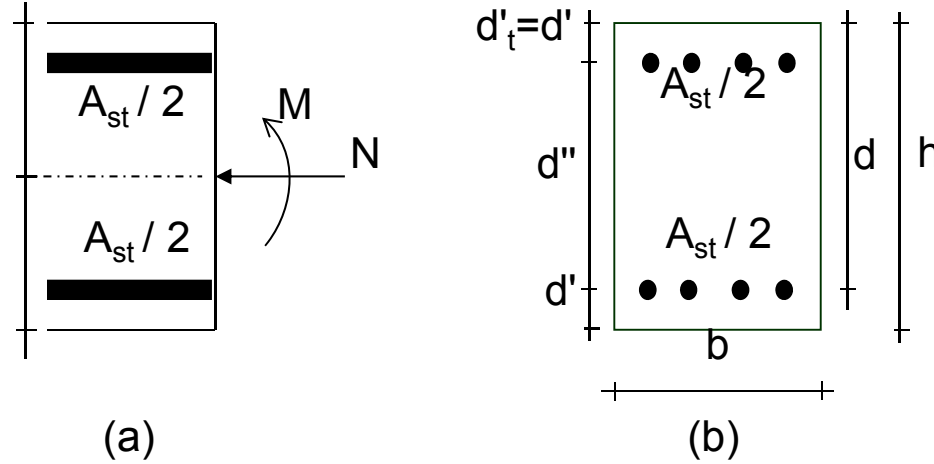
- Her ne kadar da kolonlarda göçme durumu okadar kritik olamsada iki çeşit göçme durumundan bahsedilebilir. “ c ” değerinin küçük olduğu durumda, ϵ_s ’ küçük olur ve buna bağlı olarak f_s ’ küçük olur. Ancak ϵ_s büyük olacağından çekme donatısı akacaktır. Öte yandan “ c ” değerinin büyük olduğu durumda çekme donatısı akmaz veya basınç altındadır. Bu iki durumun arasında çekme donatısının akma sınırında olduğu duruma dengeli durum denir. Yukarıdaki şekilde bu duruma takabül eden “ N_b ” ve “ M_b ” değerleri gösterilmiştir.



Bu durumu sağlayan “c”
değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$c_b = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_u + \varepsilon_y} d$$

TASARIMDA KULLANILAN ETKİLEŞİM ABAKLARI



$$\frac{N}{bh f_{cd}} = 0.85 \frac{a}{h} + \frac{A_{st}}{2bh} \frac{1}{f_{cd}} (f'_s - f_s)$$

$$\frac{M}{bh^2 f_{cd}} = \frac{N}{bh f_{cd}} \frac{e}{h} = 0.85 \frac{a}{h} \left(\frac{1}{2} - \frac{a}{2h} \right) + \frac{A_{st}}{2bh} \frac{f'_s}{f_{cd}} \left(\frac{1}{2} - \frac{d'_t}{h} \right) + \frac{A_{st}}{2bh} \frac{f_s}{f_{cd}} \left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2} \right)$$

Kesit geometrisi

$$\frac{d'}{h} = \frac{d'}{h} = \frac{h-d''}{2h} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{d''}{h}\right) \quad \text{and} \quad \frac{d}{h} = \frac{h-d'}{h} = 1 - \frac{d'}{h} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{d''}{h}\right)$$

$$\text{Let } \rho_t = \frac{A_{st}}{bh} \text{ (Donatı oranı)}$$

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

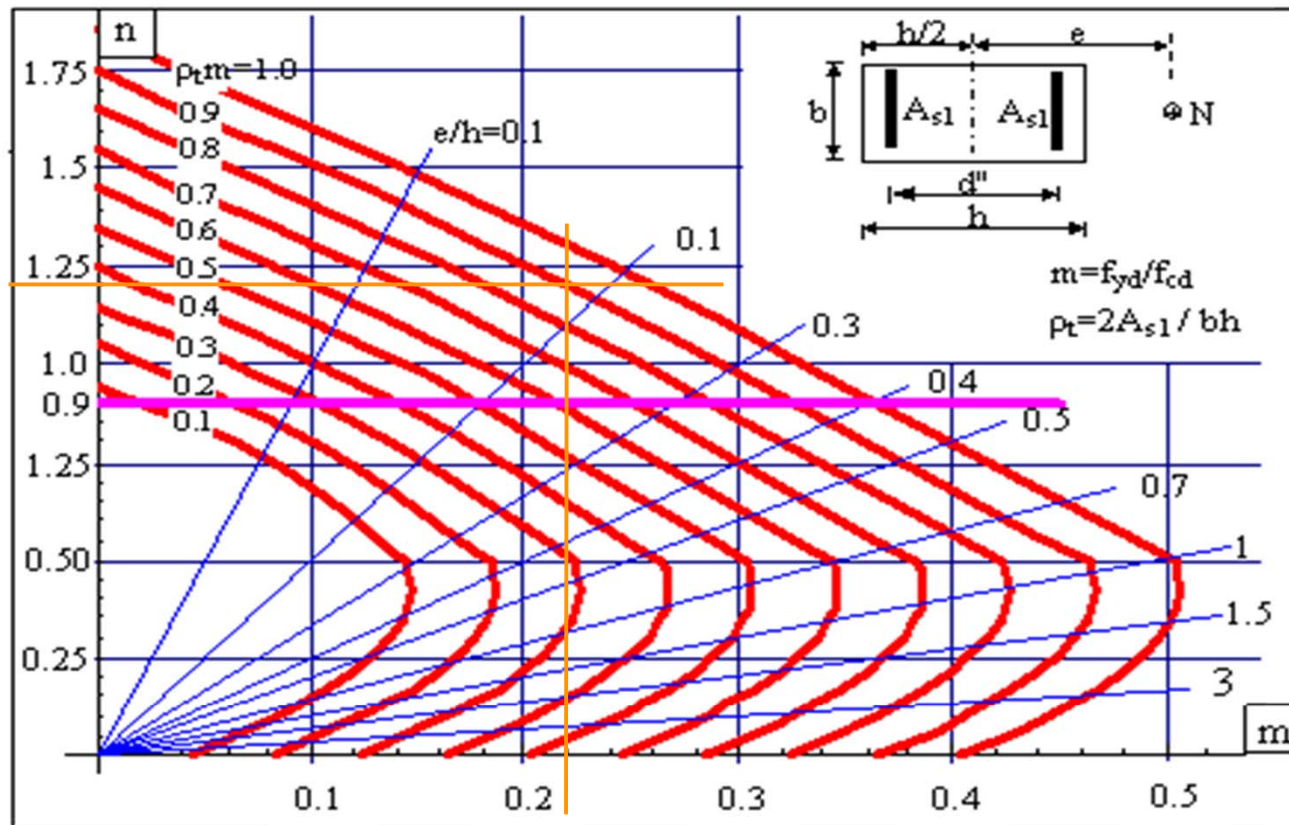
$$\frac{N}{bh f_{cd}} = 0.85 \frac{a}{h} + \frac{\rho_t m}{2 f_{yd}} (f'_s - f_s)$$

$$\frac{M}{bh^2 f_{cd}} = \frac{N}{bh f_{cd}} \frac{e}{h} = 0.425 \frac{a}{h} \left(1 - \frac{a}{h}\right) + 0.25 \frac{\rho_t m}{f_{yd}} \frac{d''}{h} (f'_s + f_s)$$

- Çelik sınıfı ve belli bir d'' / h değeri için çeşitli $\rho_t m$ değerlerine göre çizilen etkileşim diyagramları tasarım abağını oluşturur. Tasarım abaklarında
- $N/bhf_{cd}=0.9$ değerine denk gelen çizgi TS500'ün aksenal yük sınır çizgisidir. Benzer etkileşim diyagramları farklı donatı konfüğürasyonu için yapılabilir. Bu ABAKLAR ders web sayfasında mevcuttur.

S220 $d''/h = 0.8$ $\lambda = 0$

$$\lambda = \frac{\sum A_{s2}}{\sum A_{s1}}$$



$$n = \frac{N}{bhf_{cd}} \quad m = \frac{M}{bh^2f_{cd}}$$

Figure 3.10

Bu abaklar esas olarak iki şekilde kullanılabilir. Elde edilen tasarım kuvvetleri N ve M için;

1- (a) Kolon eatlari seçilir.

(b) d' belirlenir d''/h hesaplanır. Buna göre uygun ABAK seçilir.

(c) N/bhf_{cd} ve M/bh^2f_{cd} hesaplanır.

(d) ABAK üzerinde bu değerler için $\rho_t m$ değeri okunur.

(e) $m=f_{yd}/f_{cd}$ ve ρ_t hesaplanır. Doantı oranı $\max \rho_t$ değerinden küçük olmalıdır. Aksi halde kolon boyutları değiştirilip tekrar hesaplanır. Eğer $\rho_t < \min \rho_t$ den küçük ise donatı oranı $\min \rho_t$ olarak alınır.

(d) $A_{st} = \rho_t bh$ hesaplanır ve uygun donatılar seçilir.

2- (a) İstenilen donatı oranı belirlenir ve $\rho_t m$ hesaplanır

(b) h seçilir d' belirlenir ve d''/h değerine tekabül eden ABAK seçilir.

(c) $e = M / N$ ve e/h hesaplanır

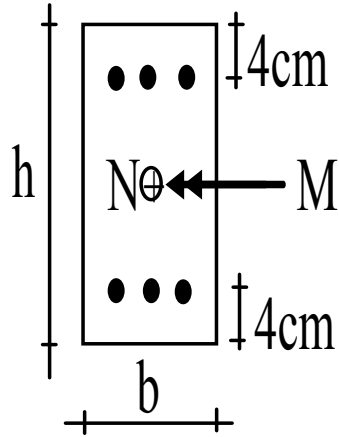
(d) e/h çizgisinin ve $\rho_t m$ eğrisinin kesiştiği nokta bulunur. N/bhf_{cd} değeri okunur.

(e) Okunan değer kullanılarak b hesaplanır.

(f) $A_{st} = \rho_t bh$ hesaplanır ve donatılar seçilir.

Yukarıdakiler benzer daha farklı problemler de ABAK kullanılarak çözülebilir. Örneğin verilen bir kolonda N değerine karşı gelen M hesaplanabilir.

Örnek



Şekilde verilen kolona $N = 1200 \text{ kN}$ ve $M = 200 \text{ kN-m}$ tasarım yükleri etkimektedir. Kolonun boyutlarını ve donatılarını hesaplayın.

Malzemeler: BS25 and BÇ420

Çözüm:

TS500 ün verdiği en küçük kolon boyutu:

$$\text{Min } A_c = \frac{N}{0.6f_{ck}} = \frac{1200000}{0.6 * 25} = 80000 \text{ mm}^2$$

Bu durumda kolon boyutları: $b = 30 \text{ cm}$, $h = 40 \text{ cm}$ ($300*400=120000 \text{ mm}^2 > 80000 \text{ mm}^2$) olacak şekilde seçilebilir.

$$d'' = 40 - 2*4 = 32 \text{ cm.} \quad d'' / h = 32 / 40 = 0.8 \quad \lambda = 0 \text{ (no middle bars)}$$

ABAK A-3 kullanılması uygundur.

$$\frac{N}{bh f_{cd}} = \frac{1200 * 10^3}{300 * 400 * 17} = 0.59 \quad \frac{M}{bh^2 f_{cd}} = \frac{200 * 10^6}{300 * 400^2 * 17} = 0.25$$

$$\rho_t m = 0.46 \text{ (ABAK kullanılarak okunur)} \quad m = 365 / 17 = 21.5$$

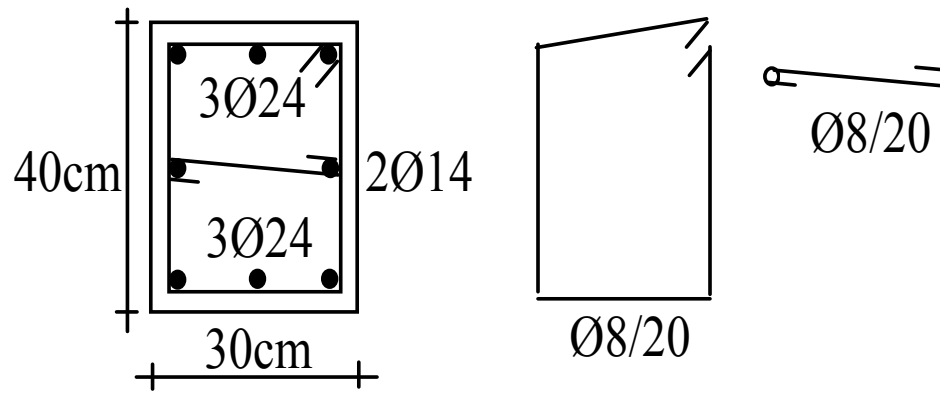
$$\rho_t = \frac{0.46}{21.5} = 0.021 \quad \min \rho_t = 0.01 < \rho_t = 0.021 < \max \rho_t = 0.04 \quad .$$

$$A_{st} = 0.021 * 30 * 40 = 25.7 \text{ cm}^2 \quad \text{Select: } 6\text{Ø}24 \text{ (27.14 cm}^2\text{)}$$

$$\text{Etriyeler: } \text{Ø}8 \text{ kullanılabilir} \quad \text{Kontrol: } 8 = 24 / 3 = 8 \text{ mm} \quad .$$

$$\text{Etriye aralığı: } s_{\max} = 12 * 24 = 288 \text{ mm} = 28.8 \text{ cm} > 20 \text{ cm.} \quad s = 20 \text{ cm.}$$

Details are shown in Fig.3.12.



Because the distance between the corner bars in the long direction is more than 30 cm, 2Ø14 bars are placed between them and they are tied with Ø8/20 cross-ties.

Figure 3.12