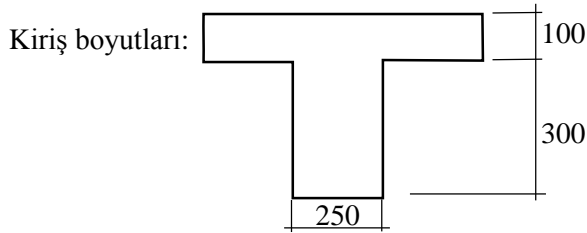
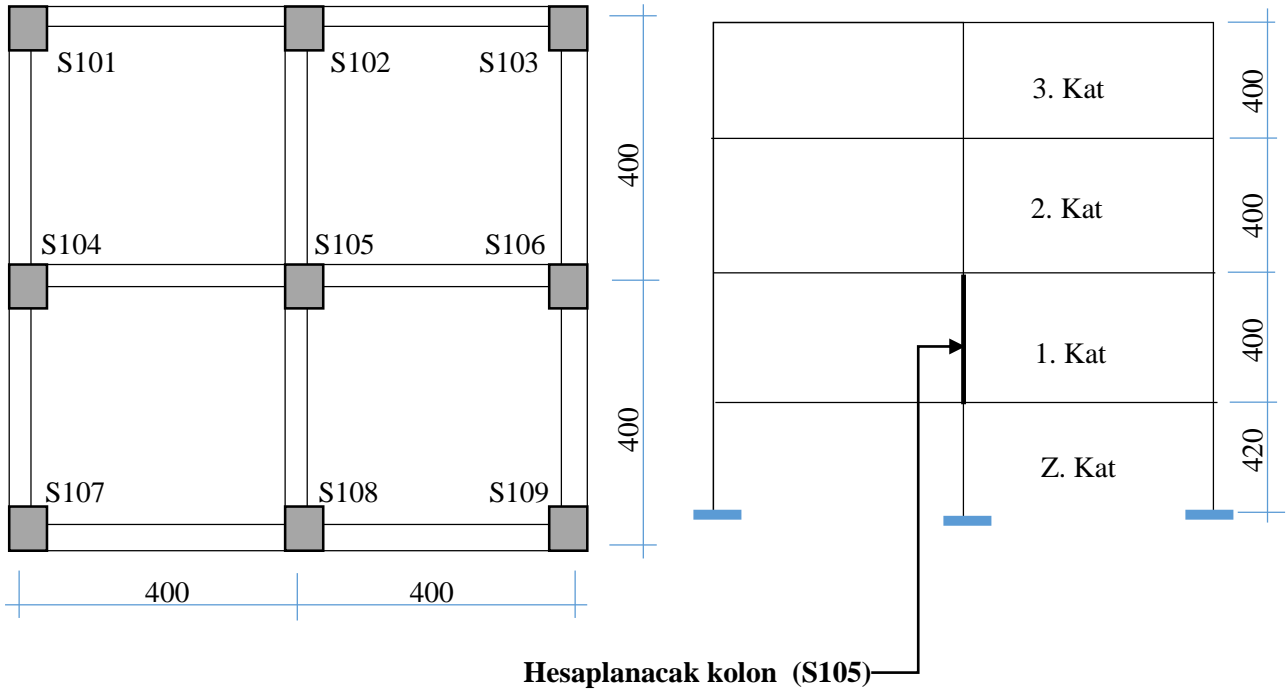


# ÖRNEK: BİR DOĞRULTUDA BİLEŞİK EĞİLMEYE MARUZ BETONARME KOLON HESABI

## (1. Kat S105 kolonunun projelendirilmesi)



Kolon boyutları : S105: 350 x 350 (tüm katlarda) , diğerleri : 300 x 300

Tablo 1. Çerçevedeki 1. Kat kolonlarında yapısal çözümleme sonucunda belirlenen kesit etkileri (kNm, kN):

Kolon	S104	S105	S106
$M_1$ (kNm)	50	75	55
$M_2$ (kNm)	60	95	65
$N_d$ (kN)	800	1250	800
$N_{gd}$ (kN)	600	1000	600
$V_d$ (kN)	900	950	880
$V_{gd}$ (kN)	650	720	600

Not: Tablodaki kesit etkilerinin  $F_d = G + 1.3Q + 1.3W$  yük kombinasyonuna göre belirlendiği kabul edildi.

**ÇÖZÜM:** Kolonun (S105) betonarme hesabına geçmeden önce narin kolon olup olmadığına karar verilmelidir. Bunun için aşağıdaki işlem adımları izlenir. Kolon narin değilse, doğrudan “kalın kolon” olarak hesaplanır.

**Yanal ötelenmenin önlenip önlenmediğinin belirlenmesi:** Yapıda betonarme perde duvar veya çekirdek gibi yatay rijitlik sağlayan elemanlar bulunmadığından, çerçevede yanal ötelenmenin önlenmediği kabul edilebilir.

**Kolon etkili boyunun belirlenmesi:** Bu belirleme için önce  $k$  katsayısı hesaplanır:

### Yanal ötelenmesi önlenmemiş kolonlarda:

Kirişlerin etkili tabla genişliği ( $b$ ):

$$\alpha=0.80 \text{ (sürekli kirişin kenar açıklığı)} \rightarrow l_p=0.8 \times 400 = 320 \text{ cm}$$

$$b=b_w + 0.2 l_p = 250 + 0.2 \times 320 = \mathbf{890 \text{ mm}}$$

$$\text{Kontrol: } \frac{b - b_w}{2} \leq \begin{cases} 6 h_f \\ a_n/2 \end{cases} \rightarrow \frac{890 - 250}{2} = 320 < \begin{cases} 6 \times 100 = 600 \text{ mm} \\ 3750/2 = 1875 \text{ mm} \end{cases} \quad \text{Tamam}$$

Kirişlerin Atalet Momentleri:

$$\frac{b_w}{b} = \frac{250}{890} = 0.28 \quad , \quad \frac{h_f}{h} = \frac{100}{400} = 0.25 \quad \text{Tablodan: } \mu = 397 \times 10^{-4}$$

$$I_c = \mu b h^3 = 0.0397 \times 0.89 \times 0.4^3 = 2.26 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\text{Çatlamış kesit atalet momenti: } I_{cr} = 0.5 I_c = 0.5 \times 2.26 \times 10^{-3} = 1.13 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

$$\text{Kolonların Atalet Momentleri: } S105 \text{ kolonu (tüm katlarda): } I = \frac{0.35 \times 0.35^3}{12} = 1.25 \times 10^{-3} \text{ m}^4$$

2 S105 1	$\alpha_{1,2} = \frac{\sum \left( \frac{I}{l} \right)_{\text{kolon}}}{\sum \left( \frac{I_{cr}}{l} \right)_{\text{kiriş}}} : \alpha_1 = \frac{\left( \frac{1.25}{3.60} + \frac{1.25}{3.80} \right)}{\left( \frac{1.13}{4.0} + \frac{1.13}{4.0} \right)} = 1.197 \quad \alpha_2 = \frac{\left( \frac{1.25}{3.60} + \frac{1.25}{3.60} \right)}{\left( \frac{1.13}{4.0} + \frac{1.13}{4.0} \right)} = 1.229$
----------------	---

$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) = 0.5(1.197 + 1.229) = 1.213 < 2 \quad \text{olduğundan:}$$

$$k = \frac{20 - \alpha_m}{20} \sqrt{1 + \alpha_m} = \frac{20 - 1.213}{20} \sqrt{1 + 1.213} = 1.397$$

$$\text{Kolonun burkulma boyu (} l_k \text{): } l_k = k l_n = \mathbf{1.397 \times 360 = 503 \text{ cm}}$$

Narinlik denetimi (yanal ötelenme önlenmemiş) :  $\frac{l_k}{i} \leq 22$  ise kalın kolon, değilse narin kolondur :  $\frac{503}{0.3 \times 35} = 47.9 > 22$  **Narin kolon !** Bu durumda moment büyütme katsayısı ( $\beta$ ) hesaplanarak narinlik etkisi de hesaba katılmış olarak yeni (artırılmış) kolon uç momenti hesaplanacak ve bu moment esas alınarak betonarme hesap yapılacaktır.

**Kolonun burkulma yükü ( $N_k$ ):**

$$R_m = \frac{\sum V_{gd}}{\sum V_d} = \frac{650 + 720 + 600}{900 + 950 + 880} = \frac{1970}{2730} = 0.722$$

$$C25 : E_c = 30 \times 10^3 \text{ N/mm}^2 = 30 \times 10^6 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{TS500-2000})$$

$$EI = \frac{0.4 E_c I_c}{1 + R_m} = \frac{0.4 \times 30 \times 10^6 \times 1.25 \times 10^{-3}}{1 + 0.722} = 8710.8 \text{ kNm}^2$$

$$N_k = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2} = \frac{\pi^2 \times 8710.8}{5.03^2} = \mathbf{3398 \text{ kN}}$$

Aynı şekilde tekrarlanacak hesapla sözkonusu çerçevenin 1. katında bulunan diğer kolonların burkulma yüklerinin  $N_{k(S104)}=2900$  kN ve  $N_{k(S106)}=2900$  kN olarak belirlendiği **kabul** edilsin.

Moment büyütme katsayıları ( $\beta, \beta_s$ ): 
$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{1250}{3398}} = 1.92$$

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{800 + 1250 + 800}{2900 + 3398 + 2900}} = 1.67$$

$\sum N_d \leq 0.45 \sum N_k$  olmalı. Aksi halde kolon boyutları büyütülmeli:

$$\sum N_d = 800 + 1250 + 800 = 2850 \text{ kN}$$

$$0.45 \sum N_k = 0.45(2900 + 3398 + 2900) = 4139 \text{ kN} > 2850 \text{ kN} : \text{kolon boyutları uygun.}$$

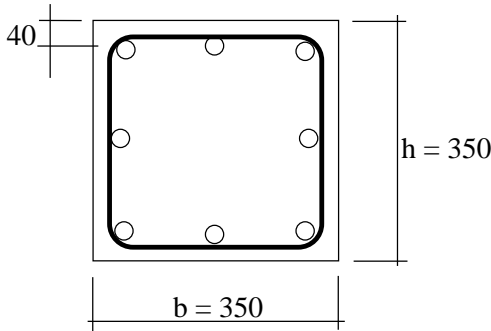
$$\frac{l_k}{i} > \frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}} : \frac{5.03}{0.3 \times 0.35} = 47.9 < \frac{35}{\sqrt{\frac{1250}{25 \times 10^3 \times 0.35 \times 0.35}}} = 54.78 : \text{denetim sağlanmadı.}$$

Bu durumda  $\beta$  ve  $\beta_s$  değerlerinin büyük olanı ile  $M_2$  çarpılarak kolon uç momenti büyütülür:

$$M_d = 1.92 \times M_2 = 1.92 \times 95 = 182.4 \text{ kNm} \text{ olarak belirlenir.}$$

### Kolonun Boyuna Donatısının Hesabı (C25-S420):

Kolon boyuna donatısının **arada tek sıra** olacak şekilde düzenleneceği önceden kabul edilsin.



$$d'' = 350 - 2 \times 40 = 270 \text{ mm}$$

$$\frac{d''}{h} = \frac{270}{350} = 0.77 \rightarrow \mathbf{0.80}$$

$$\lambda = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$

ABAK 2

$$\frac{M_d}{b h^2 f_{cd}} = \frac{182.4 \times 10^6}{350 \times 350^2 \times 17} = 0.25$$

$$\frac{N_d}{b h f_{cd}} = \frac{1250 \times 10^3}{350 \times 350 \times 17} = 0.60$$

Abak 2'den :  $\psi = 0.6$  alınır.

$$\rho = \psi \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.6 \frac{17}{365} = \mathbf{0.0279} > \rho_{min} = 0.01 \text{ uygun.}$$

$$A_{st} = \rho b h = 0.0279 \times 350 \times 350 = 3418 \text{ mm}^2 \Rightarrow \mathbf{8 \phi 24} \text{ olarak belirlenir.}$$