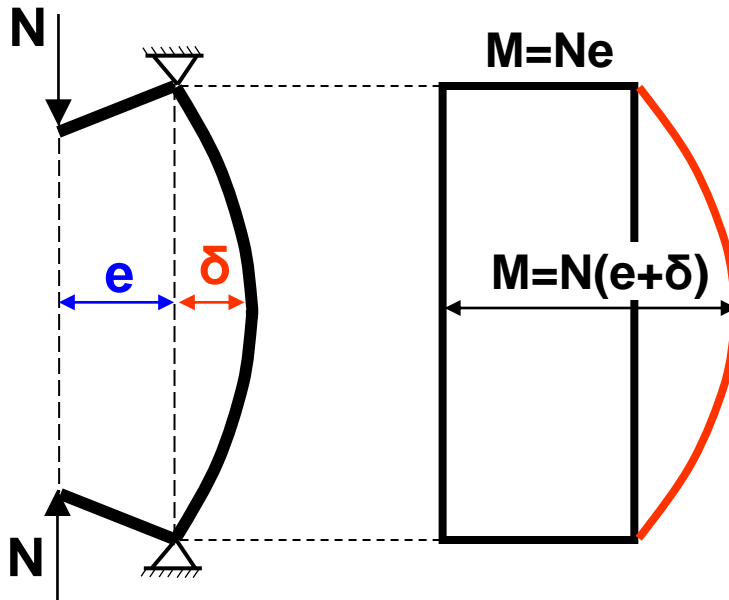


### NARİN KOLONLAR

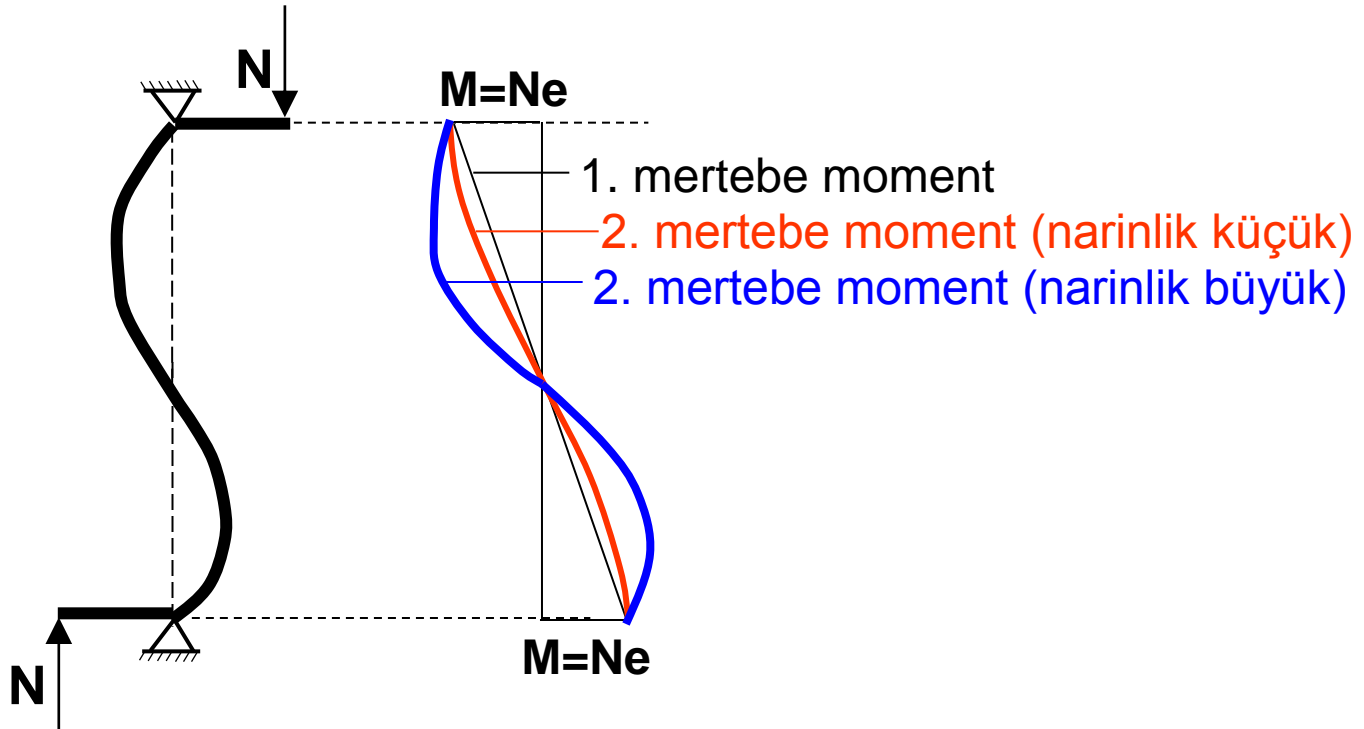
Kolonlarda narinlik etkisi arttıkça aksenal yük (N), eğilme etkisiyle yapılan deformasyon sonucunda, 2.mertebe momentler oluşturur. Bazı durumlarda söz konusu momentler ihmal edilemeyecek değerler alabilir.



*Kolon mesneti yatay deplasman YAPMIYOR.*

### NARİN KOLONLAR

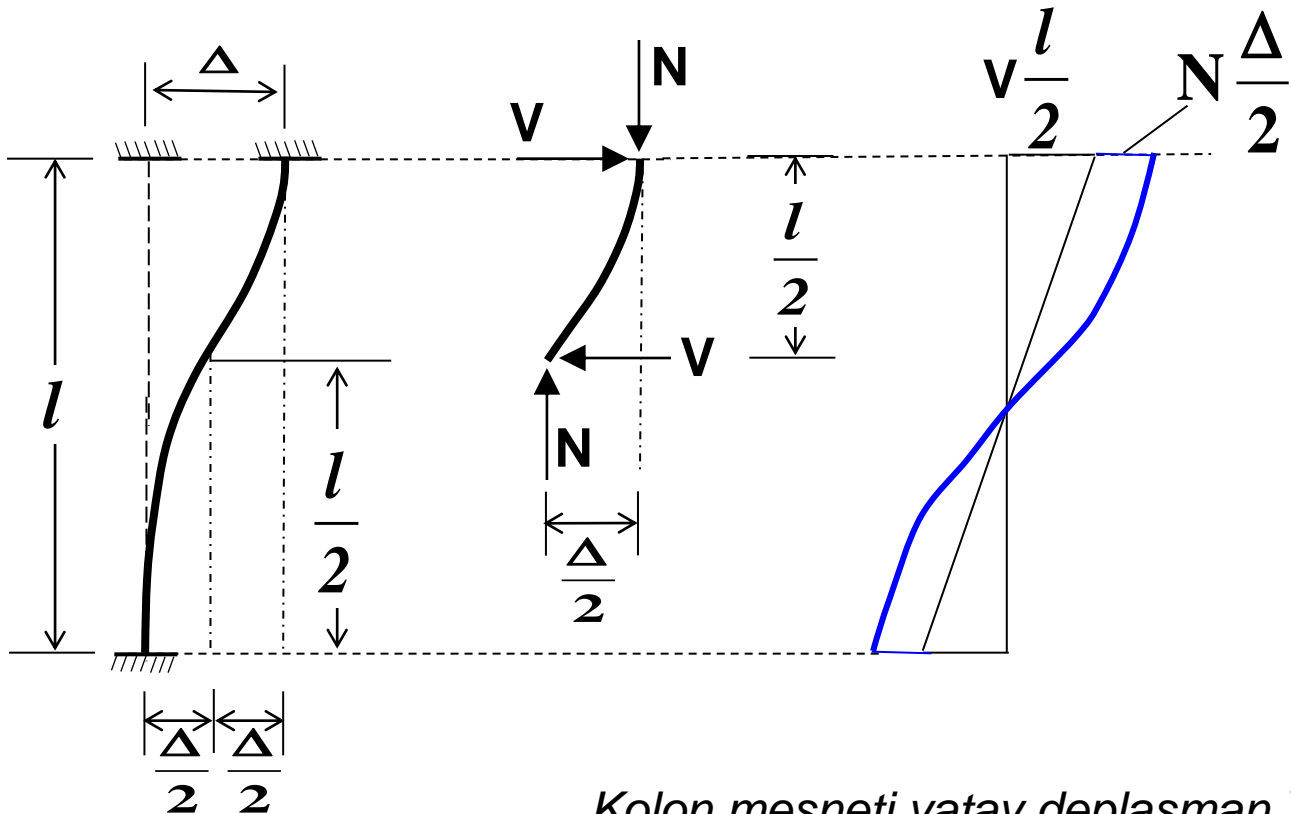
Kolonlarda narinlik etkisi arttıkça aksenal yük (N), eğilme etkisiyle yapılan deformasyon sonucunda, 2.mertebe momentler oluşturur. Bazı durumlarda söz konusu momentler ihmal edilemeyecek değerler olabilir.



*Kolon mesneti yatay deplasman YAPMIYOR.*

### NARİN KOLONLAR

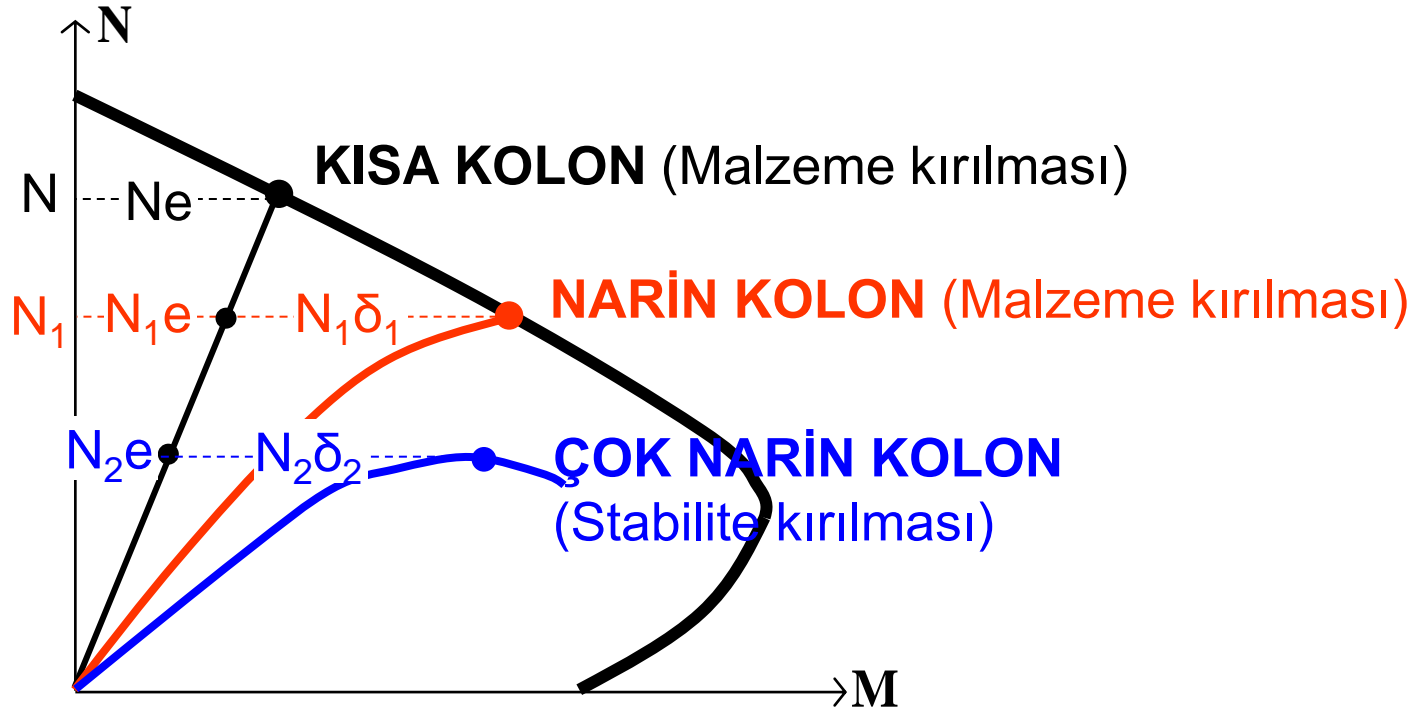
Kolonlarda narinlik etkisi arttıkça aksenal yük (N), eğilme etkisiyle yapılan deformasyon sonucunda, 2.mertebe momentler oluşturur. Bazı durumlarda söz konusu momentler ihmal edilemeyecek değerler alabilir.



*Kolon mesneti yatay deplasman YAPIYOR.*

### NARİN KOLONLAR

Kolonlarda narinlik etkisi arttıkça aksenal yük (N), eğilme etkisiyle yapılan deformasyon sonucunda, 2.mertebe momentler oluşturur. Bazı durumlarda söz konusu momentler ihmal edilemeyecek değerler alabilir.



### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

Yöntem; 2. mertebe etkilerinin, kolon momentlerinin bir katsayıyla ( $\beta$ ) arttırılması suretiyle dikkate alınmasına dayanır( $\beta > 1$ ).

Yanal ötelenme ölçütü (TS500/2000)

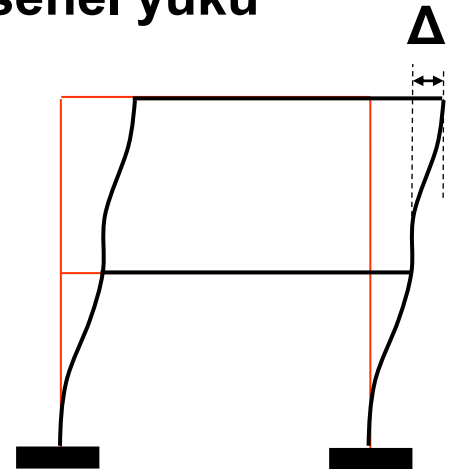
$$\varphi = 1.5 \Delta_i \frac{\sum (N_{di} / l_i)}{V_{fi}}$$

$N_{di}$  i. kattaki her bir kolonun tasarım aksenal yükü

$l_i$  i. kattaki her bir kolonun boyu

$V_{fi}$  i. kattaki toplam kesme kuvveti

$\Delta_i$  i. Katın görelî kat ötelemesi



### Moment büyültme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

Yöntem; 2. mertebe etkilerinin, kolon momentlerinin bir katsayıyla ( $\beta$ ) artırılması suretiyle dikkate alınmasına dayanır( $\beta>1$ ).

Yanal ötelenme ölçütü (TS500/2000)

$$\varphi = 1.5 \Delta_i \frac{\sum (N_{di} / l_i)}{V_{fi}}$$

$$\varphi = 1.5 \frac{\sum (N_{di}) \Delta_i}{V_{fi} l_i}$$

2. Mertebe moment

1. Mertebe moment

$\varphi \leq 0.05$  ise yanal ötelenme önlenmiş sayılır.

## BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ BETONARME ELEMANLAR

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

Yanal ötelenme önlenmiş

$$\left( \frac{l_k}{i} \right) \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

Yanal ötelenme önlen**ME**miş

$$\left( \frac{l_k}{i} \right) \leq 22$$

$$l_k = kl_n$$

**Yukarıdaki koşullar sağlanıyorsa ikinci mertebe etkileri (narinlik etkisi) ihmal edilebilir.**

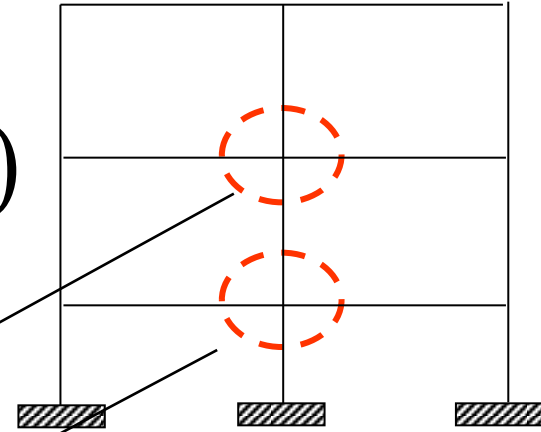
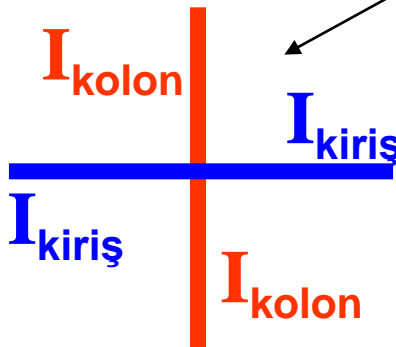
$i$  kolon atalet yarıçapı  $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$

**TS500/2000:** Atalet yarıçapı, dikdörtgen kesitler için yaklaşık olarak **0.3h**, dairesel kesitler için **0.25h** alınabilir.

#### Kolon etkili boyu (TS500/2000)

$$\alpha_{1,2} = \frac{\sum \left( \frac{I}{l} \right)_{\text{kolon}}}{\sum \left( \frac{I}{l} \right)_{\text{kiriş}}}$$

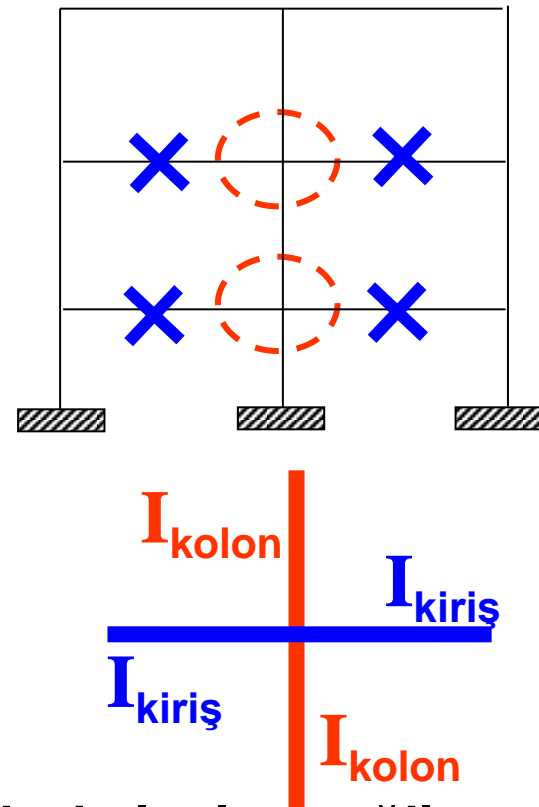
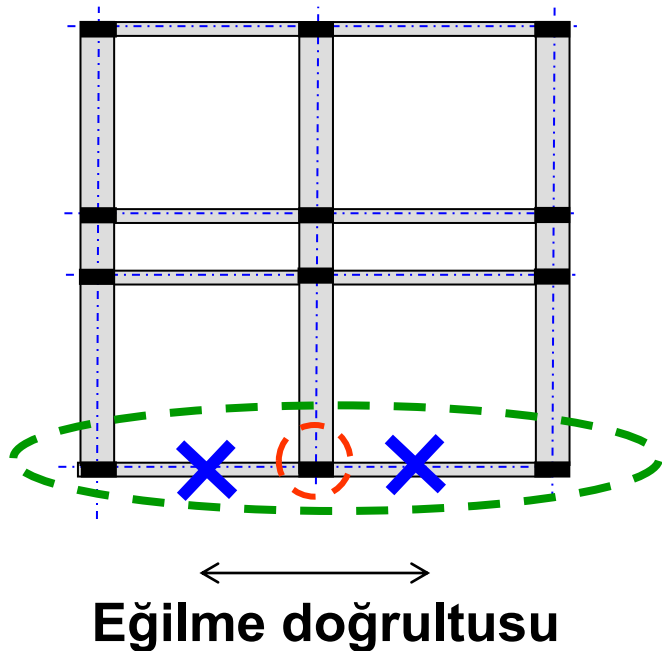
$$\alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2)$$



$\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  kolon alt ve üst düğüm noktalarında, kolonların eğilme rijitliklerinin aynı düğüm noktasına bağlanan kirişlerin eğilme rijitliklerine oranı (sadece eğilme doğrultusundaki kirişler)

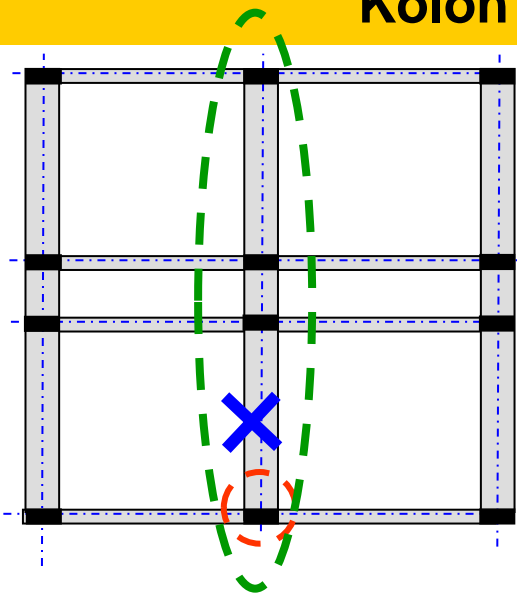


#### Kolon etkili boyu (TS500/2000)

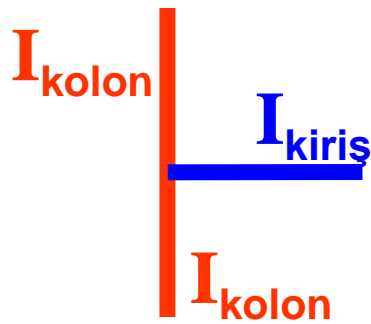
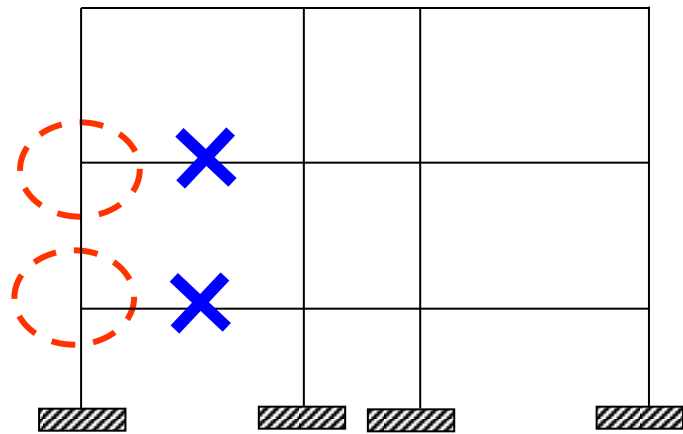


$\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  kolon alt ve üst düğüm noktalarında, kolonların eğilme rijitliklerinin aynı düğüm noktasına bağlanan kirişlerin eğilme rijitliklerine oranı (sadece eğilme doğrultusundaki kirişler)

#### Kolon etkili boyu (TS500/2000)



Eğilme  
doğrultusu



$\alpha_1$  ve  $\alpha_2$  kolon alt ve üst düğüm noktalarında, kolonların eğilme rijitliklerinin aynı düğüm noktasına bağlanan kirişlerin eğilme rijitliklerine oranı (sadece eğilme doğrultusundaki kirişler)

Kolon etkili boyu (TS500/2000)

$$l_k = kl_n$$

Yanal ötelenme önlenmiş

$$\begin{aligned} k &= 0.7 + 0.5(\alpha_1 + \alpha_2) \\ &\leq 0.85 + 0.05\alpha_1 \\ &\leq 1 \end{aligned}$$

$$\alpha_1 < \alpha_2$$

Yanal ötelenme önlenMEmiş

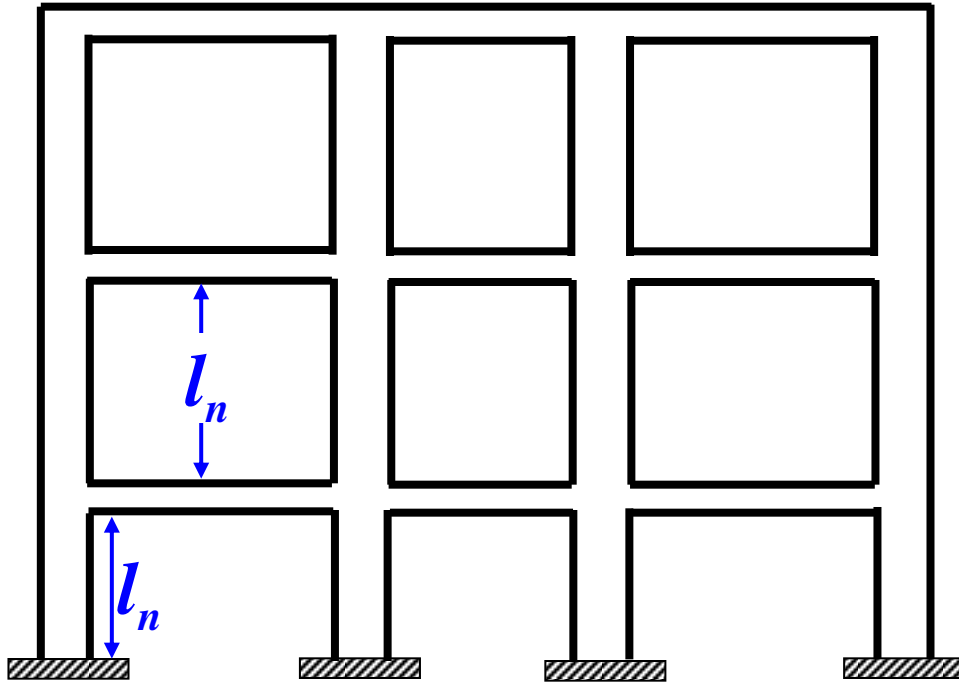
$$\begin{aligned} \alpha_m &< 2 \\ k &= \frac{20 - \alpha_m}{20} \sqrt{1 + \alpha_m} \end{aligned}$$

$$\alpha_m \geq 2$$

$$k = 0.9 \sqrt{1 + \alpha_m}$$

$\varphi \leq 0.05$  ise yanal ötelenme önlenmiş sayılır.

**Kolon etkili boyu (TS500/2000)**

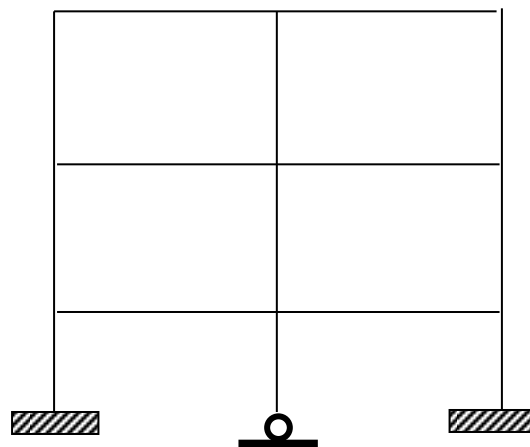


**Kolon etkili boyu (TS500/2000)**

$$l_k = k l_n$$

**Bir ucu mafsallı kolonda**  
(mafsal olmayan uçta)

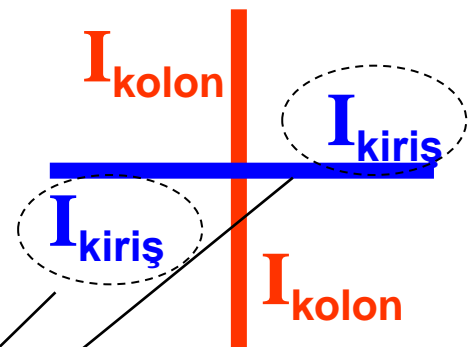
$$k = 2 + 0.3\alpha$$



## BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ BETONARME ELEMANLAR

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

$$\alpha_{1,2} = \frac{\sum \left( \frac{I}{l} \right)_{kolon}}{\sum \left( \frac{I}{l} \right)_{kiriş}} \quad \alpha_m = 0.5(\alpha_1 + \alpha_2)$$



**Kolonların brüt kesit rijitlikleri, kirişlerde ise çatlamış kesit rijitliği dikkate alınmalıdır.**

### ÇATLAMIS KESİT RİJİTLİĞİ

**Dikdörtgen kesitlerde;** brüt kesit rijitliğinin yarısı

**Tablalı kesitlerde;** brüt kesit rijitliğinin yarısı veya tabla dikkate alınmadan dikdörtgen kesit olarak hesaplanan rijitlik

## BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ BETONARME ELEMANLAR

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

Yanal ötelenme önlenmiş

$$\left( \frac{l_k}{i} \right) \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

Yanal ötelenme önlen**ME**miş

$$\left( \frac{l_k}{i} \right) \leq 22$$

$$l_k = kl_n$$

**Yukarıdaki koşullar sağlanıyorsa ikinci mertebe etkileri ihmal edilebilir.**

$i$  kolon atalet yarıçapı  $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$

**TS500/2000:** Atalet yarıçapı, dikdörtgen kesitler için yaklaşık olarak **0.3h**, dairesel kesitler için **0.25h** alınabilir.

## BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ BETONARME ELEMANLAR

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

Yanal ötelenme önlenmiş

$$\left( \frac{l_k}{i} \right) \leq 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} \leq 40$$

Yanal ötelenme önlen**ME**miş

$$\left( \frac{l_k}{i} \right) \leq 22$$

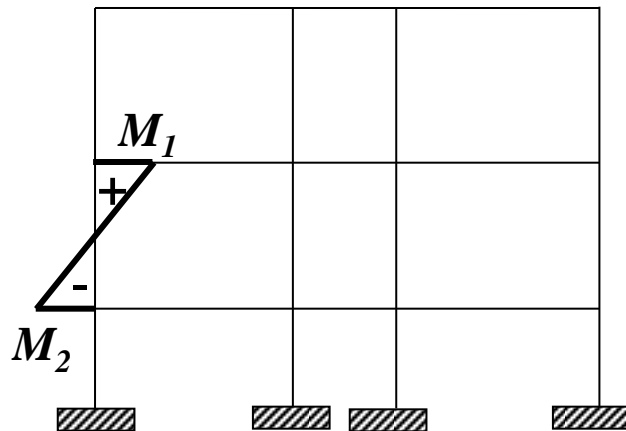
$$l_k = k l_n$$

**Yukarıdaki koşullar sağlanıyorsa ikinci mertebeye etkileri ihmal edilebilir.**

$$M_1 < M_2$$

Tek eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (+)

Çift eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (-)





### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$M_1 < M_2$$

#### Yanal ötelenme önlen**ME**miş

Tüm kat kolonları göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} \geq 1$$

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \max(\beta; \beta_s) M_2$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)$$

Tek eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (+)

Çift eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (-)

$N_d$  Kolonun hesap aksenal yükü

$N_k$  Euler burkulma yükü

$$N_k = \frac{\pi^2 (EI)}{l_k^2}$$

## BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ BETONARME ELEMANLAR

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)$$

Tek eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (+)

Çift eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (-)

$N_k$  Euler burkulma yükü

$$N_k = \frac{\pi^2 (EI)}{l_k^2}$$

Kesitteki eğilme donatısı belli

$$EI = \frac{0.2 E_C I_C + E_S I_S}{1 + R_m}$$

Kesitteki eğilme donatısı belli değil

$$EI = \frac{0.4 E_C I_C}{1 + R_m}$$

$$R_m = \frac{N_{gd}}{N_d}$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)$$

Tek eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (+)

Çift eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (-)

$E_c I_c$  Brüt kesit eğilme rijitliği

$E_s I_s$  Donatının eleman kesiti ağırlık merkezine göre eğilme rijitliği

$$EI = \frac{0.2 E_c I_c + E_s I_s}{1 + R_m}$$

veya

$$EI = \frac{0.4 E_c I_c}{1 + R_m}$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)$$

Tek eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (+)

Çift eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (-)

$N_{gd}$  Hesabı yapılan kolonun tasarım aksenal yükünün kalıcı (zati/sabit) yükten kaynaklanan bölümü

$N_d$  Hesabı yapılan kolonun tasarım aksenal yükü

Sünme etkisini dikkate alan katsayı

$$R_m = \frac{N_{gd}}{N_d}$$

## BİLEŞİK EĞİLME ETKİSİNDEKİ BETONARME ELEMANLAR

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesapı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right)$$

Tek eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (+)

Çift eğrilikli kolonda  $\frac{M_1}{M_2}$  (-)

$N_k$  Euler burkulma yükü

$$N_k = \frac{\pi^2 (EI)}{l_k^2}$$

$$EI = \frac{0.2 E_C I_C + E_S I_S}{1 + R_m}$$

veya

$$EI = \frac{0.4 E_C I_C}{1 + R_m}$$

$$R_m = \frac{N_{gd}}{N_d}$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

#### Yanal ötelenme önlenmiş

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{C_m}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \beta M_2$$

$$M_1 < M_2$$

#### Yanal ötelenme önlen**ME**miş

Tüm kat kolonları göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} \geq 1$$

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \max(\beta; \beta_s) M_2$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

$\sum N_d$  O kattaki tüm kolonların tasarım aksenal yüklerinin toplamı

$\sum N_k$  O kattaki tüm kolonların burkulma yüklerinin toplamı

#### Yanal ötelenme önlen**ME**miş

Tüm kat kolonları göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} \geq 1$$

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \max(\beta; \beta_s) M_2$$



### Moment büyültme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

$$R_m = \frac{\sum V_{gd}}{\sum V_d}$$

$\sum V_{gd}$  Kattaki tüm kolonların hesap kesme kuvvetleri toplamı  
(sadece zati yük)

$\sum V_d$  Kattaki tüm kolonların hesap kesme kuvvetleri toplamı  
(zati+hareketli)

### Yanal ötelenme önlen**ME**miş

Tüm kat kolonları göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} \geq 1$$

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \max(\beta; \beta_s) M_2$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

$$R_m = \frac{\sum V_{gd}}{\sum V_d}$$

Kesitteki eğilme donatısı belli

$$EI = \frac{0.2 E_c I_c + E_s I_s}{1 + R_m}$$

Kesitteki eğilme donatısı belli değil

$$EI = \frac{0.4 E_c I_c}{1 + R_m}$$

$$N_k = \frac{\pi^2 (EI)}{l_k^2}$$

### Yanal ötelenme önlenMEmiş

Tüm kat kolonları göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} \geq 1$$

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$

$$M_d = \max(\beta; \beta_s) M_2$$

### Moment büyütme yöntemi (TS500/2000, yaklaşık)

$$\frac{l_k}{i} > \frac{35}{\sqrt{\frac{N_d}{f_{ck} A_c}}}$$

ise

$$M_d = \beta \beta_s M_2$$

### Yanal ötelenme önlen**ME**miş

Tüm kat kolonları göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta_s = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{\sum N_d}{\sum N_k}} \geq 1$$

Hesabı yapılan kolon göz önüne alınarak hesaplanıyor

$$\beta = \frac{1}{1 - 1.3 \frac{N_d}{N_k}} \geq 1$$