

YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİ

BETONARME BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

* Süneklik Düzeyi Yüksek Kiriş Tasarımı:

Enkesit Koşulları

$$b_k \geq 250 \text{ mm} \quad h_k \geq 300 \text{ mm}$$

$$h_k \geq 3h_f \quad h_f = \text{Döşeme Kalınlığı}$$

$$h_k \leq \frac{l_n}{4} \quad h_k \leq 3.5 b_k$$

Boyuna Donatı Koşulları

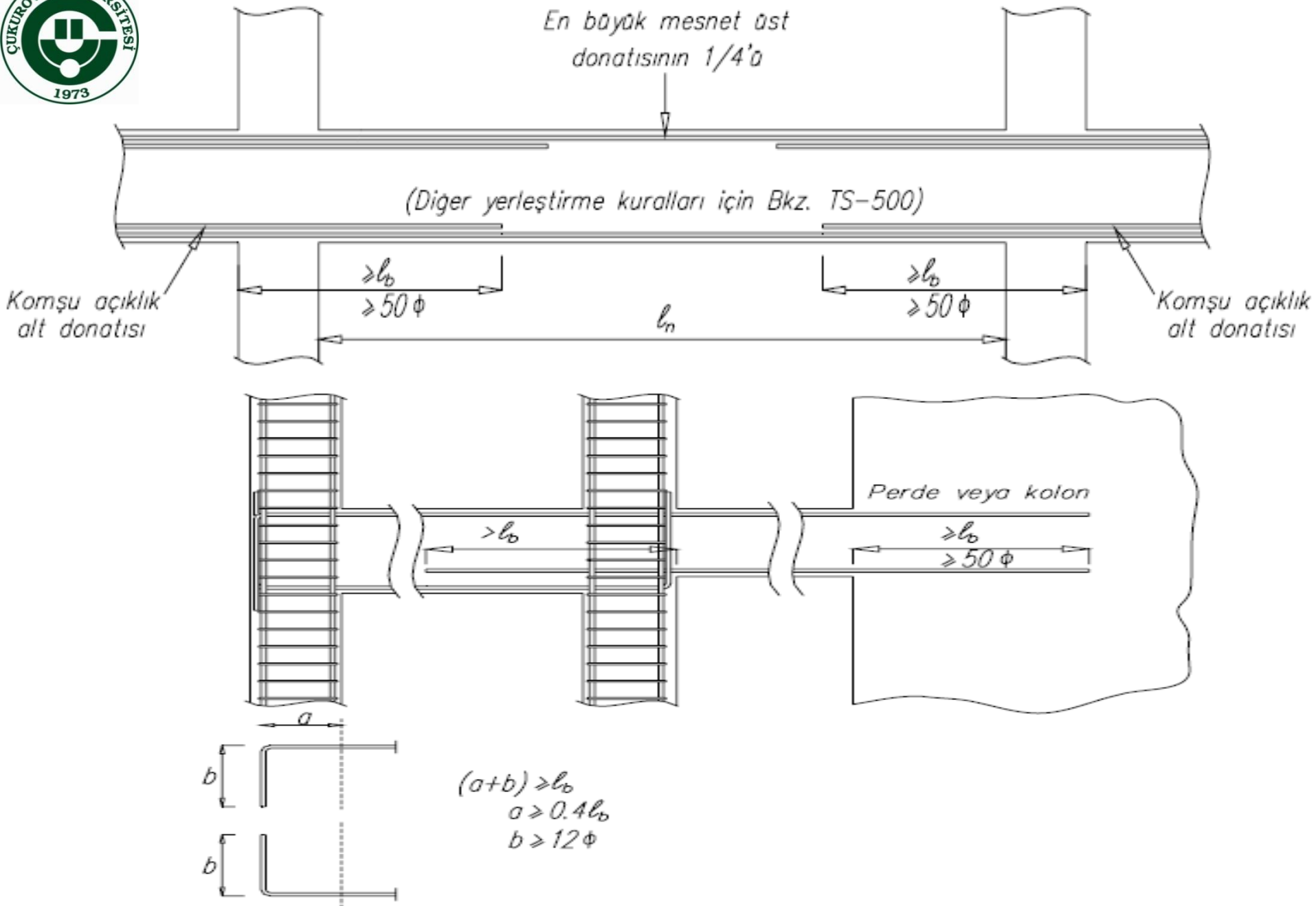
$$\text{Kiriş mesnetlerindeki çekme donatısı} \quad \rho_{\bar{u}} \geq \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \quad (\text{TDY, 7.8})$$

$$\text{Kiriş açıklık ve mesnetlerinde} \quad \rho_{\bar{u}} \leq 0.02 \quad (\text{TS500})$$

Kiriş mesnetlerindeki alt donatı aşağıdaki koşulları sağlamalıdır.

$$\rho_a \geq 0.5\rho_{\bar{u}} \quad \text{I. ve II. Deprem Bölgelerinde}$$

$$\rho_a \geq 0.3\rho_{\bar{u}} \quad \text{III. ve IV. Deprem Bölgelerinde}$$



- Kirişin üst ucundaki mesnet üst donatılarının büyük olanının en az 1/4'ü tüm kiriş boyunca sürekli devam ettirilecektir.

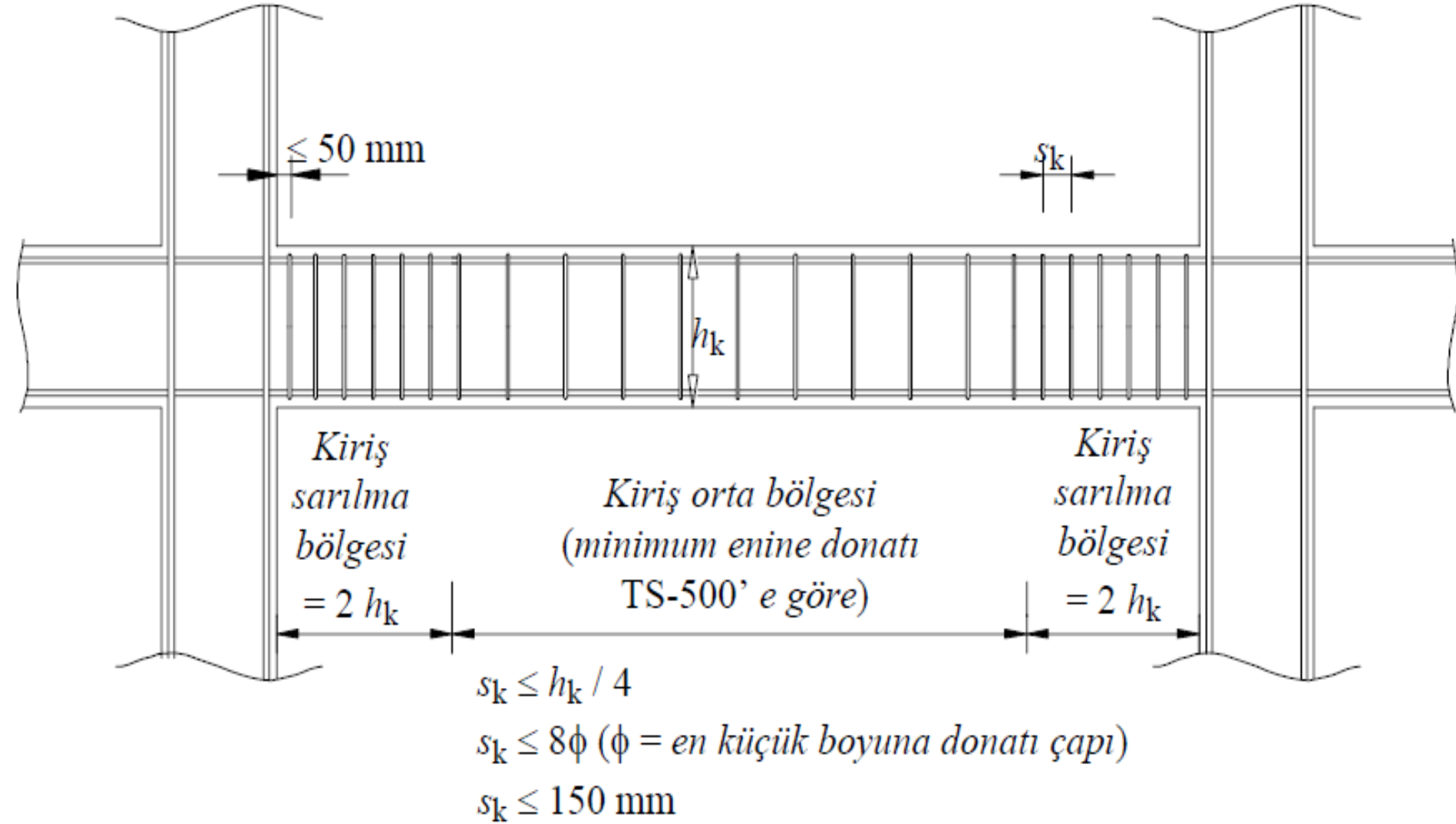
Enine Donatı Koşulları:

Sarılma bölgesinde ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en fazla 50 mm olmalıdır. Bu bölgelerde özel deprem etriyesi kullanılmalıdır. Sarılma bölgesinde:

$$s_k \leq h_k / 4$$

$$s_k \leq 8\phi \quad (\phi: \text{en küçük boyuna donatı çapı})$$

$$s_k \leq 150 \text{ mm} \quad \text{şartlarına uyulmalıdır.}$$



KİRİŞLERİN KESME GÜVENLİĞİ

Kesme kuvveti, elemanın kesit özellikleri göz önünde bulundurularak her iki uçta hesaplanan eğilme momentleri temel alınarak hesaplanır. Yönetmeliğin bu bölümünde kapasite tasarımı kavramı getirilmiştir. Yani tasarım, yapıda oluşan yük etkisine göre yapılmayıp elemanın taşıma gücü kapasitesine göre yapılmaktadır.

Bunun nedeni, yapıya etkiyen deprem yüklerinin büyüklüğünün kesin olmayıp, buna karşın bir elemanın taşıma gücünün daha doğru olarak hesaplanabilmesidir. Böylece gevrek türü kırılmalar önlenerek, elemanların taşıma gücü kapasitelerine eğilmede ulaşarak sünek bir davranış göstermeleri sağlanabilir.

Kirişlerde enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , depremin soldan sağa veya sağdan sola etkimesi durumları için ayrı ayrı ve elverişsiz sonuç verecek şekilde aşağıdaki gibi bulunur.

$$V_e = V_{dy} + (M_{pi} + M_{pj}) / I_n$$

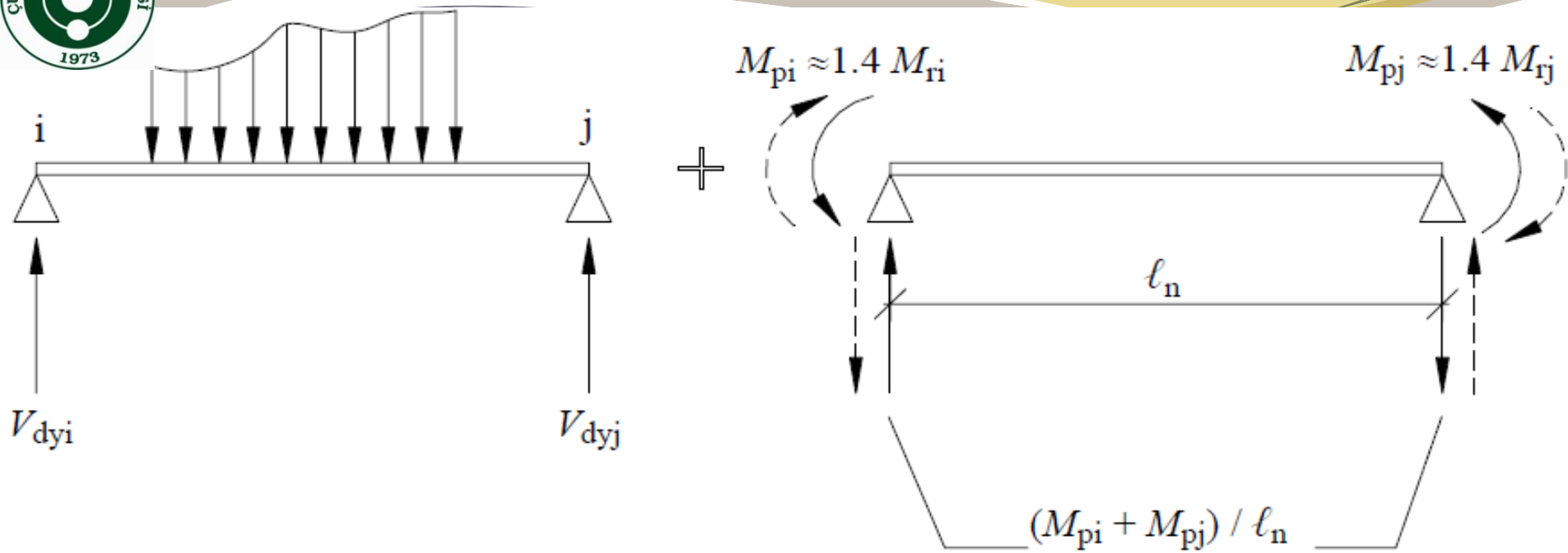
Kiriş uçlarında pekleşmeli taşıma gücü momenti, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda $M_{pi} \cong 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{rj}$ olarak alınır.

V_e aşağıda verilen koşulları sağlamalıdır;

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.22 b_w d f_{cd}$$

Eğer bu koşullar sağlanmazsa kesit boyutları yeteri kadar büyütülüp deprem hesabı tekrarlanacaktır.



V_e : Kolon ve kirişte enine donatı hesabına esas alınan kesme kuvveti.

M_p : Pekleşmeli taşıma gücü momenti.

V_{dy} : Düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti.

V_d : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti.

Kiriş enine donatısı V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS500 e göre belirlenecektir. Kiriş sarılma bölgesindeki enine donatının hesabında $V_e - V_{dy} \geq 0.5V_d$ olması durumunda betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır. Hiçbir durumda pilyelerin kesme dayanımına katkıları göz önüne alınmayacaktır.

$$V_r = V_w + V_c$$

$$V_w = \left(\frac{A_{sw}}{s} \right) f_{ywd} (d)$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d \left(1 + \frac{N_d}{A_c} \psi \right)$$

$$\psi = \text{Eksenel Yük Etkisi}$$

TS-500

* Süneklik Düzeyi Yüksek Kolon Tasarımı:

Enkesit Koşulları

$$b \geq 250 \text{ mm} \quad A_c \geq 75000 \text{ mm}^2$$

$$A_c \geq N_{d(\max)} / (0.50 f_{ck})$$

Boyuna Donatı Koşulları

Kolonlarda boyuna donatı, kesit brüt alanının %1'inden az %4'ünden fazla olmayacaktır.

$$0.04 \geq \rho \geq 0.01$$

Dikdörtgen kesitli kolonlarda en az 4Ø16 veya 6Ø14,

Dairesel kesitli kolonlarda en az 6Ø14 boyuna donatı kullanılmalıdır.

Boyuna Donatının Düzenlenmesi

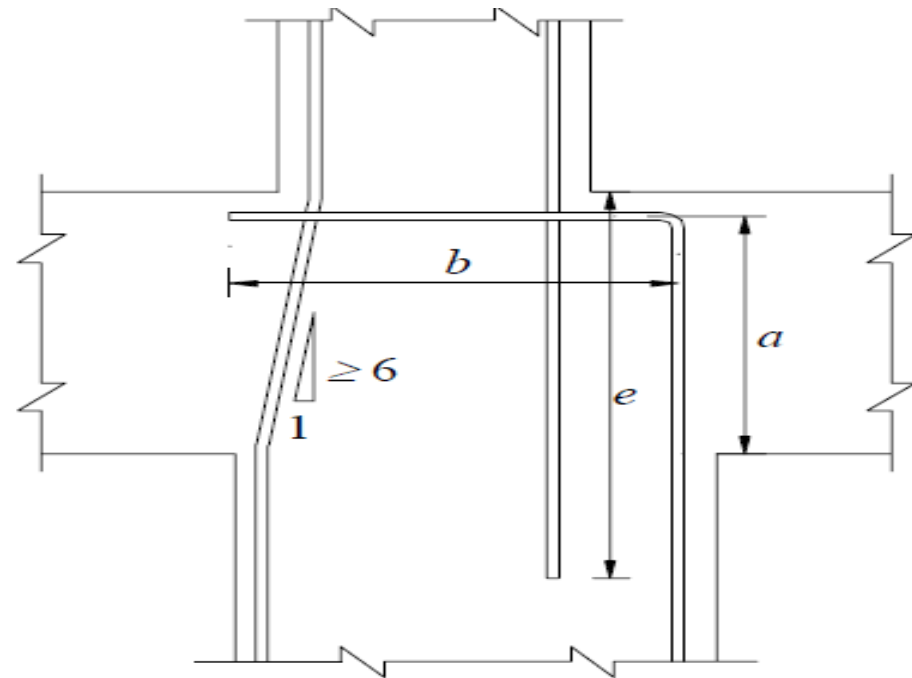
Kolon boyuna donatılarının bindirme ekleri, mümkün olabildiğince kolon orta bölgesinde yapılmalıdır. Bu durumda bindirmeli ek boyu TS500'de çekme donatısı için verilen kenetleme boyu, l_b 'ye eşit olacaktır. ($l_0 = l_b$)

Boyuna donatıların %50'sinin veya daha azının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, l_b 'nin en az 1.25 katı olacaktır. ($l_0 = 1.25 l_b$)

Boyuna donatıların %50'den fazlasının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, l_b 'nin en az 1.50 katı olacaktır. ($l_0 = 1.50 l_b$)

Temelden çıkan kolon filizlerinde de bu koşula uyulacaktır. Her iki durumda da, bindirmeli ek boyunca minimum enine donatı kullanılacaktır. (TDY, 7.3.4.1)

Katlar Arası Kolon Kesitinin Değişmesi Durumu



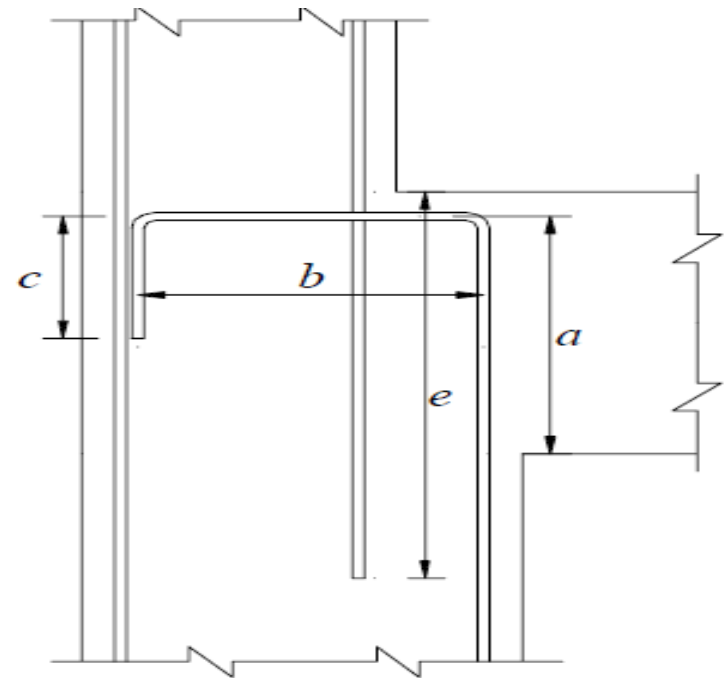
$$(a+b) \geq 1.5 \ell_b$$

$$(a+b) \geq 40 \phi$$

$$b \geq 12 \phi$$

$$e \geq 1.5 \ell_b$$

$$e \geq 40 \phi$$



$$(a+b+c) \geq 1.5 \ell_b$$

$$(a+b+c) \geq 40 \phi$$

$$c \geq 12 \phi$$

Enine Donatı Koşulları

Sarılma Bölgesi $l_c \geq \frac{l_n}{6} \quad l_c \geq b_{max} \quad l_c \geq 500 \text{ mm}$

Etriye Aralıkları $s_c \geq 50 \text{ mm} \quad s_c \leq 100 \text{ mm} \quad s_c \leq b_{min}/3$

Etriyeli kolonlarda $N_d \geq 0.20 A_{ck} f_{ck}$

olması durumunda, sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı (TDY, 7.1) deki koşulların elverişsiz olanını sağlayacak şekilde hesaplanacaktır.

$$A_{sh} \geq 0.30 s b_k \left(\left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) \right) \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right)$$

$$A_{sh} \geq 0.075 s b_k \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right)$$

$$\frac{A_c}{A_{ck}} \leq 1.25 \text{ ise (TDY, 7.1.b) kullanılacaktır.}$$

A_{sh} = İki dik doğrultuda alınan kesitte, etriye ve çirozların toplam kesit alanı (izdüşümü).

Hesapta kolonun çekirdek boyutu, b_k her iki doğrultu için ayrı ayrı göz önüne alınacaktır. (TDY, Şekil 7.3).

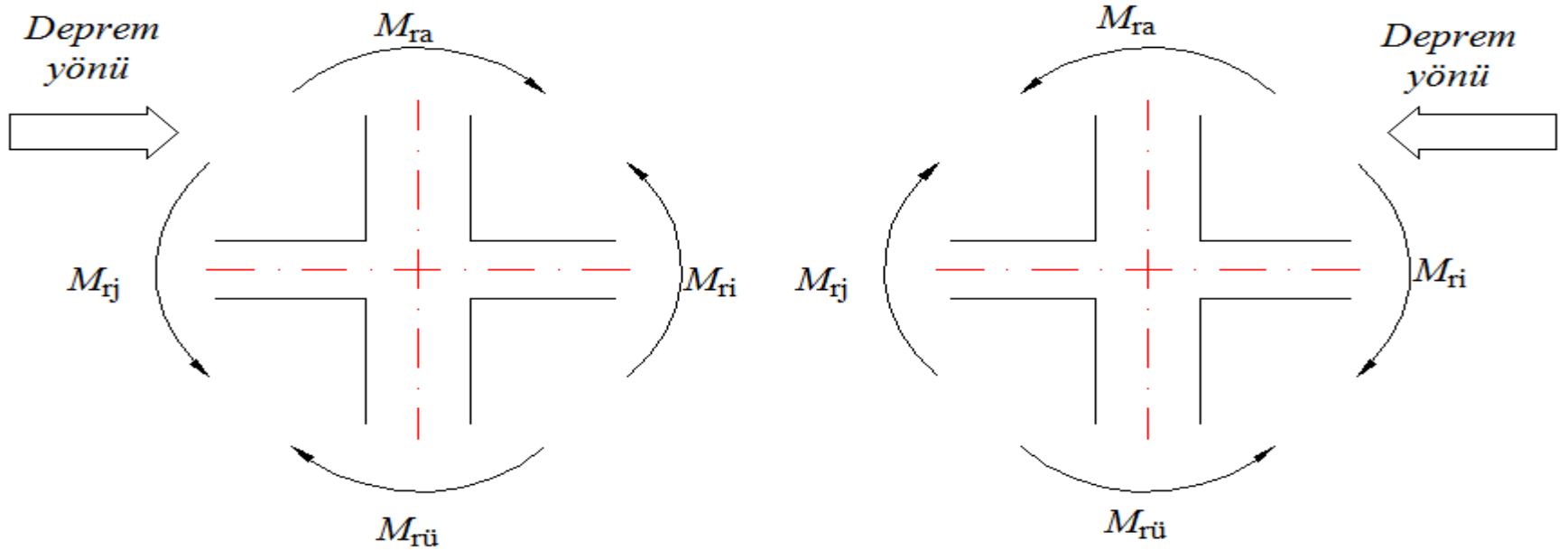
KOLONLARIN KİRİŞLERDEN DAHA GÜÇLÜ OLMASI KOŞULU

Mafsalların kirişlerde oluşabilmesi için Yeni Deprem Yönetmeliği'nde kolonların kirişlerden güçlü olması koşulu getirilmiştir (TDY.7.3.5.1).

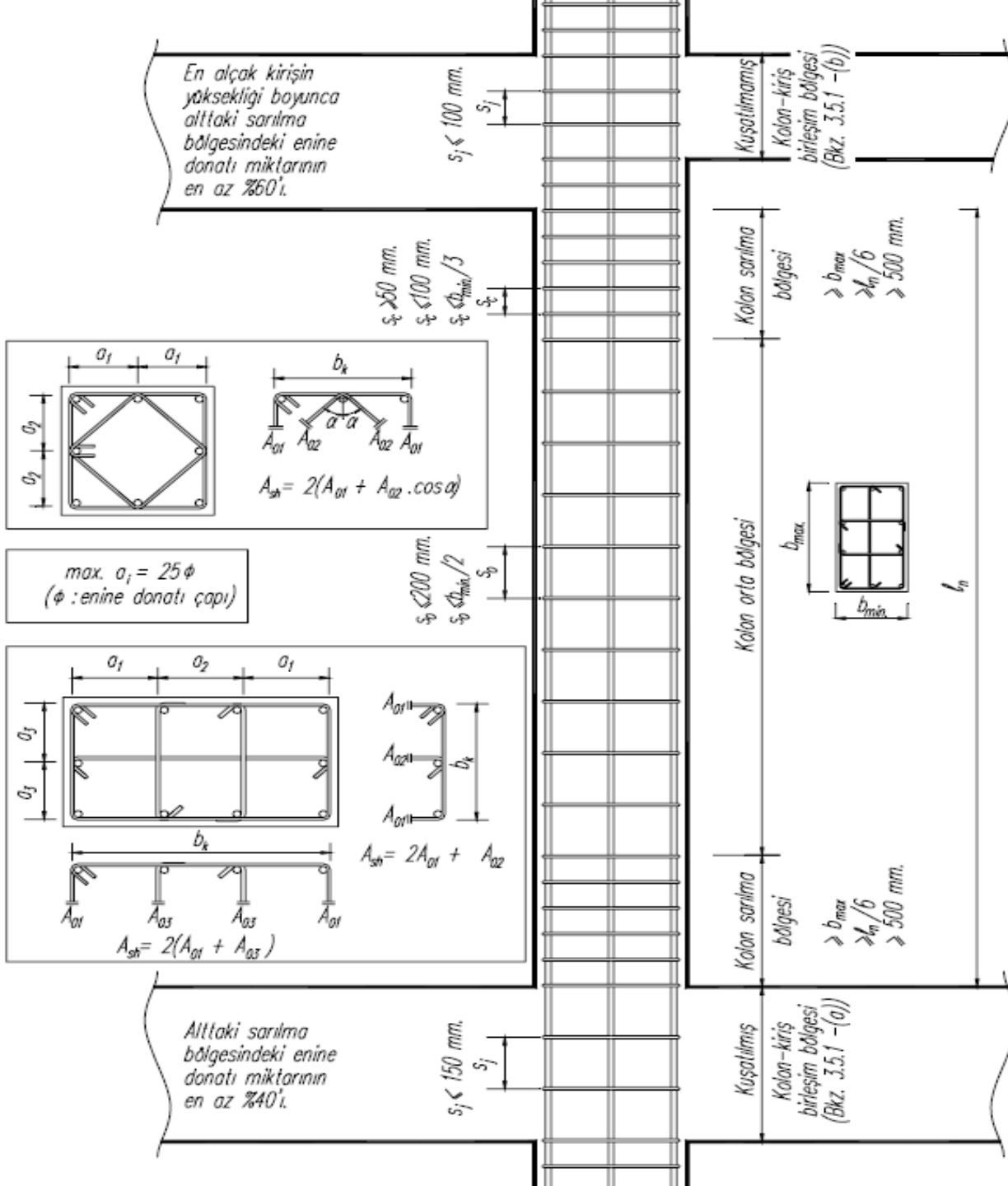
Bu koşul ile deprem yükünden bağımsız olarak kolon ve kirişlerin göreceli kapasiteleri düzenlenmektedir. Bunun amacı, büyük depreme karşı tasarımın temel ilkesi gereği yapının göçmemesini sağlamak üzere, plastik mafsalların kolonlarda değil kirişlerde oluşmasını sağlamaktır. Ayrıca, kirişler kolonlardan daha sünek olduğu için enerji tüketimi doğru yerde yapılmış olmaktadır.

$$(M_{ra}+M_{r\ddot{u}})\geq 1.2(M_{ri}+M_{rj}) \quad (TDY, 7.3)$$

Burada söz konusu olan M_r , TS500 de tanımlanan taşıma gücü momentleri olup, malzeme dayanımları f_{cd} ve f_{yd} alınacaktır. Kolon taşıma gücü momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan N_d eksenel kuvvetleri göz önüne alınacaktır.



Şekil 3.4



Olmadığı Durumlar

i) $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$,

ii) En üst kat düğüm noktaları,

iii) Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi

çalışması durumu.

**KOLONLARIN KİRİŞLERDEN DAHA GÜÇLÜ OLMASI
KOŞULUNUN BAZI KOLONLARDA SAĞLANAMAMASI DURUMU**

Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde

$$\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.7 \quad (\text{TDY, 7.4})$$

koşulu sağlandığı takdirde ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında (TDY, 7.3) koşulunun sağlanmamış olmasına izin verilebilir.

$N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlayan kolonlar (TDY, 7.3) koşulunu sağlamasalar bile V_{is} 'nin hesabında göz önüne alınabilir.

Burada V_{is} , binanın i'inci katında (TDY, 7.3) koşulunun hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı; V_{ik} , i'inci kattaki tüm kolonlarda göz önüne alınan deprem doğrultusunda hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamıdır.

(TDY, 7.4) koşulunun sağlanması durumunda, $0.7 < \alpha_i < 1.0$ aralığında (TDY, 7.3) koşulunun, hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkiyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri $(1/\alpha_i)$ oranı ile çarpılarak arttırılacaktır.



Herhangi bir katta (TDY, 7.4) koşulunun sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki tüm çerçeveler süneklik düzeyi normal çerçeve olarak göz önüne alınacak ve (TDY, Tablo 6.5)'e göre **R** değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır.

KOLONLARIN KESME GÜVENLİĞİ

$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}}) / l_n$$

(TDY, 7.5)

Kat No.	$M_{\bar{u}}$ 'nın hesaplanması		M_a 'nın hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 7.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 7.3'ün sağlanması durumu
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_{\bar{u}} = \frac{M_{h\bar{u}(i)}}{M_{h\bar{u}(i)} + M_{ha(i+1)}} \sum M_p$		$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj}$ $M_a = \frac{M_{ha(i)}}{M_{ha(i)} + M_{h\bar{u}(i-1)}} \sum M_p$	
	<p>$M_{h\bar{u}(i)}$: i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 6'ya göre bulunan moment $M_{ha(i)}$: i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 6'ya göre bulunan moment</p>			

M_a ve $M_{\bar{u}}$ 'nün Hesaplanması:

(a) (TDY, 7.3) koşulunun sağlanması durumu (TDY, 7.3.7.2)

(TDY,7.3)'ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki pekleşmeli taşıma gücü momentlerinin toplamı, ΣM_p hesaplanır.

$$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (\text{TDY, 7.6})$$

Burada

$$M_{pi} \cong 1.4M_{ri} \quad \text{ve} \quad M_{pj} \cong 1.4M_{rj} \quad \text{olarak alınabilir.}$$

ΣM_p momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında (TDY, Bölüm 6)'ya göre elde edilmiş bulunan momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonunda kolonun alt ve üst ucunda elde edilen moment (TDY, 7.5)'te M_a veya $M_{\bar{u}}$ olarak göz önüne alınacaktır.

Depremin her iki yönü için (TDY, 7.6) ayrı ayrı uygulanacak ve elde edilen en büyük ΣM_p değeri dağıtımda esas alınacaktır.

(b) (TDY, 7.3) Koşulunun sağlanmaması durumu (TDY, 7.3.7.3)

(TDY, 7.3) koşulunun sağlanmadığı düğüm noktasına birleşen kolonların uçlarındaki momentler, pekleşmeli taşıma gücü momentleri olarak hesaplanacak ve (TDY, 7.5)'te M_a ve $M_{\bar{u}}$ olarak göz önüne alınacaktır.

Pekleşmeli momentler, M_{pa} ve $M_{pü}$ 'ün hesabında depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en büyük yapan N_d eksenel kuvvetleri göz önüne alınacaktır.

Temele bağlanan kolonların alt ucundaki M_a momenti de pekleşmeli taşıma gücü momenti olarak hesaplanacaktır.

Kesme Kuvveti Üst Sınırı (SDY Kolon)

$$V_e \leq V_r \quad (\text{TDY, 7.7a})$$

$$V_e \leq 0.22 A_w f_{cd} \quad (\text{TDY, 7.7b})$$

A_w : Kolon enkesit etkin gövde alanı (Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntıları hariç).

$$V_r = V_w + V_c$$

$$V_w = (A_{sw}/s) f_{ywd} (d)$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} A_w \left(1 + \frac{N_d}{A_c} \psi\right) \quad (\text{TS500})$$

ψ : Eksenel yük etkisi.

(TDY, 7.7) koşulu sağlanmazsa tek seçenek kolon kesitlerini büyütmektir.

Kolon Sarılma Bölgesinde;

$$N_d \leq 0.05 A_w f_{ck} \quad \text{veya} \quad N_d \leq 0.075 A_w f_{cd}$$

$$V_e \geq 0.5 V_d \quad \text{ise} \quad V_c = 0$$

alınmalıdır.

V_d : Yapısal çözümlmeden elde edilen, yük katsayıları ile çarpılmış en büyük kesme kuvvetidir.

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK ÇERÇEVE SİSTEMLERİNDE KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİ

(a) Kuşatılmış Birleşim:

Kirişlerin kolona dört taraftan birleşmesi ve her bir kirişin genişliğinin, birleştiği kolon genişliğinin $3/4$ 'ünden daha az olmaması hali.

(b) Kuşatılmamış Birleşim:

(a)'daki koşulu sağlamayan tüm birleşimler.

KOLON KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİNİN KESME GÜVENLİĞİ

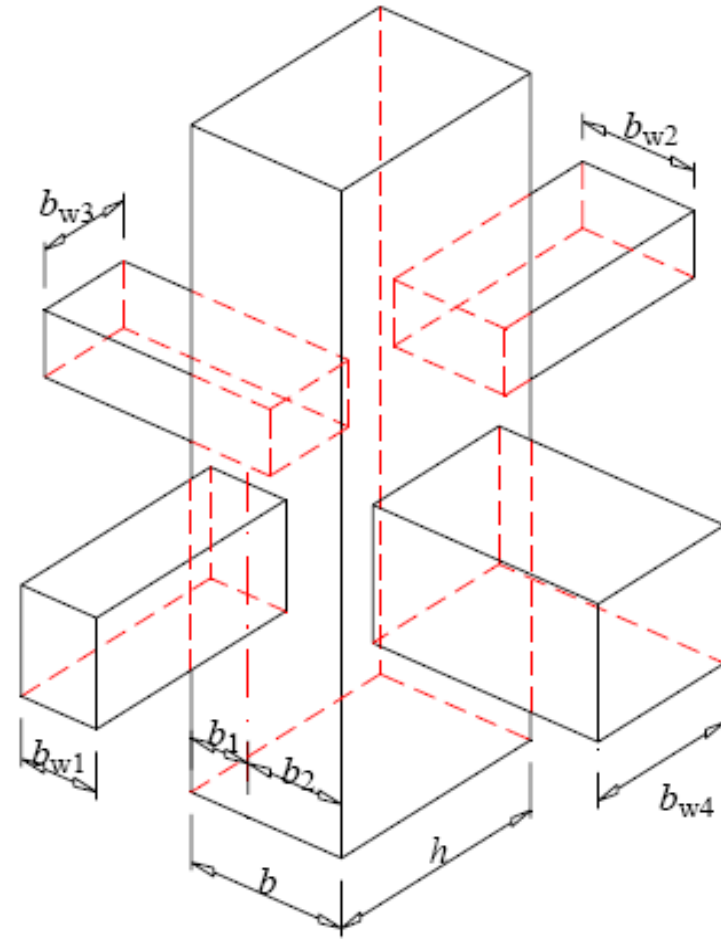
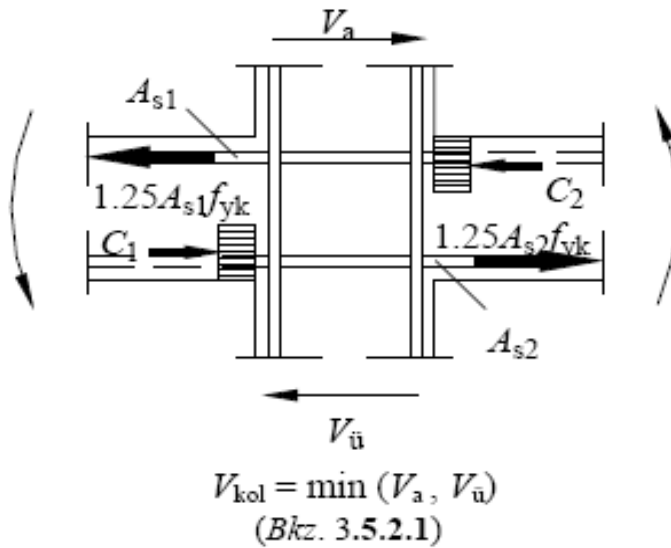


Kuşatılmış birleşim koşulları

$$b_{w1} \text{ ve } b_{w2} \geq 3/4 b$$

$$b_{w3} \text{ ve } b_{w4} \geq 3/4 h$$

(Bkz. 3.5.1)



Deprem
doğrultusu

b_{w1} ve $b_{w2} \geq b$ olması durumunda $b_j = b$

b_{w1} ve $b_{w2} < b$ olması durumunda

$$b_j = 2 \min(b_1, b_2)$$

$$b_j \leq (b_{w1} + h) \quad (b_{w1} < b_{w2} \text{ için})$$

$$V_e = 1.25 f_{yk}(A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (\text{TDY, 7.11})$$

Kirişin kolona bir taraftan saplandığı ve diğer tarafa devam etmediği durumlarda $A_{s2}=0$ alınacaktır.

(a) kuşatılmış birleşimlerde $V_e \leq 0.60 b_j h f_{cd}$ (TDY, 7.12)

(b) kuşatılmamış birleşimlerde $V_e \leq 0.45 b_j h f_{cd}$ (TDY, 7.13)

Bu sınırın aşılması durumunda, kolon ve/veya kiriş kesit boyutları büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

KOLON-KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİ MİNİMUM ENİNE DONATI KOŞULLARI

(a) Kuşatılmış Birleşim

Alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %40'ı, birleşim boyunca kullanılacaktır.

$$\phi_{etr} \geq 8 \text{ mm}, s_c \leq 150 \text{ mm} \quad \text{olmalıdır.}$$

(b) Kuşatılmamış Birleşim

Alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %60'ı birleşim boyunca kullanılacaktır.

$$\phi_{etr} \geq 8 \text{ mm}, s_c \leq 100 \text{ mm} \quad \text{olmalıdır.}$$