

## BÖLÜM 4 – ÇELİK BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI TASARIM KURALLARI

### 4.0. SİMGELER

Bu bölümde aşağıdaki simgelerin kullanıldığı boyutlu ifadelerde, kuvvetler *Newton* [N], uzunluklar *milimetre* [mm], açılar *radyan* [rad] ve gerilmeler *MegaPascal* [MPa] = [N/mm<sup>2</sup>] birimindedir.

$A$	= Enkesit alanı
$A_k$	= Kesme alanı
$A_n$	= Faydalı enkesit alanı
$b$	= Genişlik
$b_{cf}$	= Kolon kesitinin başlık genişliği
$b_{bf}$	= Kiriş kesitinin başlık genişliği
$D$	= Dairesel halka kesitlerde dış çap
$D_a$	= Akma gerilmesi arttırma katsayısı
$d_b$	= Kiriş enkesit yüksekliği
$d_c$	= Kolon enkesit yüksekliği
$E$	= Deprem yükü simgesi
$E_s$	= Yapı çeliği elastisite modülü
$e$	= Bağ kirişi boyu
$G$	= Sabit yük simgesi
$H_{ort}$	= Düğüm noktasının üstündeki ve altındaki kat yüksekliklerinin ortalaması
$h$	= Gövde levhası yüksekliği
$h_i$	= Binanın $i$ 'inci katının kat yüksekliği
$\ell_b$	= Kirişin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklık
$\ell_n$	= Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsalları arasındaki uzaklık
$M_d$	= Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eğilme momenti
$M_p$	= Eğilme momenti kapasitesi
$M_{pa}$	= Kolonun alt ucunda hesaplanan moment kapasitesi
$M_{pi}$	= Kirişin sol ucu $i$ 'de hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi
$M_{pj}$	= Kirişin sağ ucu $j$ 'de hesaplanan negatif veya pozitif moment kapasitesi
$M_{pn}$	= İndirgenmiş moment kapasitesi
$M_{pü}$	= Kolonun üst ucunda hesaplanan moment kapasitesi

$M_{vi}$	= Kirişin sol ucu i'deki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti
$M_{vj}$	= Kirişin sağ ucu j'deki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti
$N_{bp}$	= Eksenel basınç kapasitesi
$N_{cp}$	= Eksenel çekme kapasitesi
$N_d$	= Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
$Q$	= Hareketli yük simgesi
$R$	= Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$r_y$	= Kiriş başlığının ve gövdenin basınç gerilmeleri etkisindeki bölümünün 1/3'ünün yanal doğrultudaki atalet yarıçapı
$t$	= Kalınlık
$t_{bf}$	= Kiriş kesitinin başlık kalınlığı
$t_{cf}$	= Kolon kesitinin başlık kalınlığı
$t_{min}$	= Kayma bölgesindeki en küçük levha kalınlığı
$t_p$	= Takviye levhaları dahil olmak üzere, kayma bölgesindeki toplam levha kalınlığı
$t_t$	= Takviye levhası kalınlığı
$t_w$	= Gövde kalınlığı
$u$	= Kayma bölgesi çevresinin uzunluğu
$V_d$	= Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
$V_{dy}$	= Kirişin kolona birleşen yüzünde düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
$V_e$	= Kolon-kiriş birleşim bölgesinin gerekli kesme dayanımı
$V_{ke}$	= Kayma bölgesinin gerekli kesme dayanımı
$V_{ik}$	= Çerçevesel veya perdeli-çerçevesel sistemlerin çerçevelerinde, binanın i'inci katındaki tüm kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda <b>Bölüm 2</b> 'ye göre hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
$V_{is}$	= Çerçevesel veya perdeli-çerçevesel sistemlerin çerçevelerinde, binanın i'inci katında <b>Denk.4.3</b> 'ün hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda <b>Bölüm 2</b> 'ye göre hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
$V_p$	= Kesme kuvveti kapasitesi

$V_{pn}$	= İndirgenmiş kesme kuvveti kapasitesi
$W_p$	= Plastik mukavemet momenti
$\alpha_i$	= Herhangi bir i'inci katta hesaplanan $V_{is} / V_{ik}$ oranı
$\Delta_i$	= Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
$\gamma_p$	= Bağ kirişî dönme açısı
$\Omega_o$	= Büyütme katsayısı
$\sigma_a$	= Yapı çeliğinin akma gerilmesi
$\sigma_{bem}$	= Elemanın narinliğine bağılı olarak, TS-648'e göre hesaplanan basınç emniyet gerilmesi
$\sigma_{em}$	= Emniyet gerilmesi
$\theta_p$	= Görelî kat ötelemesi açısı

## 4.1. KAPSAM

**4.1.1** – Deprem bölgelerinde yapılacak tüm çelik binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, öncelikle bu bölümde belirtilen özel kurallara uyularak yapılacaktır.

**4.1.2** – Bu bölümün kapsamı içindeki çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri; sadece çelik çerçevelerden, sadece merkezi veya dışmerkez çelik çaprazlı perdelerden veya çerçevelerin, çelik çaprazlı perdeler ya da betonarme perdelerle birleşiminden oluşabilir. Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemler de bu bölümün kapsamı içindedir.

**4.1.3** – Çelik bina temelleri ile ilgili kurallar **Bölüm 6**'da verilmiştir.

## 4.2. GENEL KURALLAR

### 4.2.1. Çelik Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Depreme karşı davranışları bakımından, çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri,

**4.2.1.1** ve **4.2.1.2**'de tanımlanan iki sınıfa ayrılmıştır. Bu iki sınıfa giren sistemlerin karma olarak kullanılmasına ilişkin özel durum ve koşullar, **2.5.4**'te ve aşağıda **4.2.1.3** ile **4.2.1.4**'te verilmiştir. Taşıyıcı sistemde betonarme perdelerin kullanılması durumunda **3.6** veya **3.10**'da verilen kurallar uygulanacaktır.

**4.2.1.1** – Aşağıda belirtilen çelik taşıyıcı sistemler, *Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler* olarak tanımlanmıştır:

(a) **4.3**'te belirtilen koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

(b) 4.6'da belirtilen koşulları sağlayan merkezi çaprazlı çelik perdelerden veya 4.8'de belirtilen koşulları sağlayan dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden meydana gelen yatay yük taşıyıcı sistemler.

(c) (a) ve (b) paragraflarında belirtilen iki tür sistemin birleşiminden oluşan çaprazlıçelik perdeli-çerçeve sistemler.

**4.2.1.2** – Aşağıda belirtilen çelik taşıyıcı sistemler, *Süneklik Düzeyi Normal Sistemler* olarak tanımlanmıştır:

(a) 4.4'de belirtilen koşulları sağlayan çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

(b) 4.7'de belirtilen koşulları sağlayan merkezi çaprazlı çelik perdelerden meydana gelen yatay yük taşıyıcı sistemler.

(c) (a) ve (b) paragraflarında belirtilen iki tür sistemin birleşiminden oluşan çaprazlıçelik perdeli-çerçeve sistemler.

**4.2.1.3** – Yukarıda belirtilen yatay yük taşıyıcı sistemlerin her iki yatay deprem doğrultusunda birbirinden farklı olması durumunda uygulanacak  $R$  katsayılarına ilişkin koşullar 2.5.1.2 ve 2.5.1.3'de, herhangi bir doğrultuda karma olarak kullanılmas durumunda uygulanacak  $R$  katsayılarına ilişkin koşullar ise 2.5.4'te verilmiştir.

**4.2.1.4** – Düşey doğrultuda en çok iki farklı yatay yük taşıyıcı sistem içeren çelik veya betonarme-çelik karma binalara ve bunlara uygulanacak  $R$  katsayılarına ilişkin koşullar 2.5.5.2'de verilmiştir.

## **4.2.2. İlgili Standartlar**

**4.2.2.1** – Bu bölümün kapsamı içinde bulunan çelik taşıyıcı sistemlerin tasarımı; bu Yönetmelikte **Bölüm 2**'de verilen deprem yükleri ve hesap kuralları, TS-498'de öngörülen diğer yükler, emniyet gerilmeleri yöntemine ilişkin olarak TS-648'de verilen kurallara göre yapılacaktır. İlgili standartlarda verilen kuralların farklı olduğu özel durumlarda, bu bölümdeki kurallar esas alınacaktır.

**4.2.2.2** – Bu bölümde verilen kuralların dışında kalan diğer hususlar için TS-648 ve TS3357'deki kurallara uyulacaktır. Bu standartlarda ve Yönetmeliğin bu bölümünde yer almayan hususlar için, uluslararası düzeyde kabul görmüş standart ve yönetmeliklerden yararlanılabilir.

## **4.2.3. Malzeme Koşulları ve Emniyet Gerilmeleri**

**4.2.3.1** – Bu Yönetmelik kapsamında, TS-648'de veya uluslararası düzeyde kabul görmüş diğer standartlarda tanımlanan ve kaynaklanabilme özelliğine sahip olan

tüm yapı çelikleri kullanılabilir. Başlıklarının et kalınlığı en az 40 mm olan hadde profillerinde, kalınlığı en az 50 mm olan levhalar ve bu levhalar ile imal edilen yapma profillerde, ASTM A673 veya eşdeğeri standartlar uyarınca yapılan testlerde minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (*Çentik Dayanımı*) değeri 218C'de 27 Nm (27 J) olacaktır.

**4.2.3.2** – Deprem yükleri etkisindeki elemanların birleşim ve eklerinde kullanılacak bulonlar ISO 8.8, 10.9 veya daha yüksek kalitede olacaktır. Bu bulonlar, moment aktaran birleşimlerde kendilerine uygulanabilecek öngerme kuvvetinin tümü ile, diğer birleşimlerde ise en az yarısı ile öngerilecektir. Deprem yükleri etkisinde olmayan elemanların birleşim ve ekleri ile temel bağlantı detaylarında ISO 4.6 ve 5.6 kalitesinde bulonlar kullanılabilir.

**4.2.3.3** – Kaynaklı birleşimlerde çelik malzemesine ve kaynaklama yöntemine uygun elektrod kullanılacak ve elektrodun akma dayanımı birleştirilen malzemelerin akma dayanımından daha az olmayacaktır. Moment aktaran çerçevelerin kaynaklı kolon-kirişbirleşimlerinde tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı dikişleri kullanılacaktır. Bu kaynaklarda kullanılan elektrodun minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı(*Çentik Dayanımı*) -298C'de 27 Nm (27 J) olacaktır.

**4.2.3.4** – Deprem yükleri etkisindeki elemanlarda, aynı birleşim noktasında, kaynaklı ve bulonlu birleşimler birarada kullanılamaz.

**4.2.3.5** – Düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında *Emniyet Gerilmeleri Yöntemi*'ne göre yapılan kesit hesaplarında, emniyet gerilmeleri en fazla %33 arttırılacaktır. Birleşim ve eklerin emniyet gerilmeleri esasına göre tasarımında ise, bu arttırım %15'i aşmayacaktır. Birleşim ve ekler ayrıca, bu bölümün ilgili maddelerinde belirtildiği şekilde, eleman kapasitelerine veya arttırılmış deprem etkilerine göre kontrol edilecektir.

**4.2.3.6** – Bu bölümün **4.3.2.1**, **4.3.4.1**, **4.8.6** ve **4.9.1** maddelerinde öngörüldüğü şekilde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının gerekli kapasitelerinin hesabında,  $\sigma_a$  akma gerilmesi yerine  $D_a \sigma_a$  arttırılmış akma gerilmesi değerleri kullanılacaktır. Arttırılmış akma gerilmesinin hesabında uygulanacak  $D_a$  katsayıları, yapı çeliğinin sınıfına ve eleman türüne bağlı olarak, **Tablo 4.1**' de verilmiştir.

**TABLO 4.1 –  $D_a$  ARTTIRMA KATSAYILARI**

Yapı Çeliği Sınıfı ve Eleman Türü	$D_a$
Fe 37 çeliğinden imal edilen hadde profilleri	1.2
Diğer yapı çeliklerinden imal edilen hadde profilleri	1.1
Tüm yapı çeliklerinden imal edilen levhalar	1.1

#### 4.2.4. Arttırılmış Deprem Etkileri

Bu bölümün 4.3.1.2, 4.3.5.3, 4.4.2.1, 4.4.2.3, 4.6.3.1, 4.6.5.2, 4.7.2.1, 4.8.6.4 ve 4.9.1 maddelerinde gerekli görülen yerlerde, çelik yapı elemanlarının ve birleşim detaylarının tasarımında, aşağıda verilen arttırılmış deprem etkileri gözönüne alınacaktır. Arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler

$$1.0 G + 1.0 Q \pm \Omega_0 E \quad (4.1a)$$

veya daha elverişsiz sonuç vermesi halinde

$$0.9 G \pm \Omega_0 E \quad (4.1b)$$

şeklinde tanımlanmıştır. **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan deprem yüklerinden oluşan iç kuvvetlere uygulanacak  $\Omega_0$  *Büyütme Katsayısı*'nın değerleri, çelik taşıyıcı sistemlerin türlerine bağlı olarak, **Tablo 4.2**'de verilmiştir.

**TABLO 4.2 – BÜYÜTME KATSAYILARI**

Taşıyıcı Sistem Türü	$\Omega_0$
Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler	2.5
Süneklik düzeyi normal çerçeveler	2.0
Merkezi çelik çaprazlı perdeler (süneklik düzeyi yüksek veya normal)	2.0
Dışmerkez çelik çaprazlı perdeler	2.5

#### 4.2.5. İç Kuvvet Kapasiteleri ve Gerilme Sınır Değerleri

Gerekli durumlarda kullanılmak üzere, yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri ve birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri aşağıda tanımlanmıştır.

Yapı elemanlarının iç kuvvet kapasiteleri:

$$\text{Eğilme momenti kapasitesi} : M_p = W_p \sigma_a \quad (4.2a)$$

$$\text{Kesme kuvveti kapasitesi} : V_b = 0.60 \sigma_a A_k \quad (4.2b)$$

$$\text{Eksenel basınç kapasitesi} : N_{bp} = 1.7 \sigma_{bem} A \quad (4.2c)$$

$$\text{Eksenel çekme kapasitesi} : N_{cp} = \sigma_a A_n \quad (4.2d)$$

Birleşim elemanlarının gerilme sınır değerleri:

$$\text{Tam penetrasyonlu kaynak} : \sigma_a$$

$$\text{Kısmi penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı} : 1.7 \sigma_{em}$$

$$\text{Bulunlu birleşimler} : 1.7 \sigma_{em}$$

Burada,  $\sigma_{em}$  ilgili birleşim elemanına ait emniyet gerilmelerini (normal gerilme, kayma ve ezilme gerilmeleri) göstermektedir.

### 4.3. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

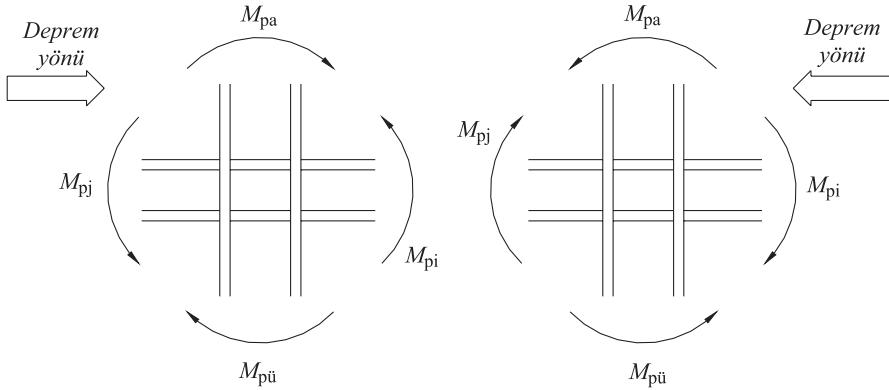
#### 4.3.1. Enkesit Koşulları

**4.3.1.1** – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, *başlık genişliği/kalınlığı* ve *gövde yüksekliği/kalınlığı* oranlarına ilişkin koşullar **Tablo 4.3**'te verilmiştir.

**4.3.1.2** – Kolonlar, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan aksel kuvvet ve eğilme momentleri altında gerekli gerilme kontrollerini sağlamaları yanında, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'ye göre arttırılmış yükleme durumlarından oluşan aksel basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli dayanım kapasitesine sahip olacaktır. Kolon enkesitlerinin aksel basınç ve çekme kapasiteleri **Denk.(4.2c)** ve **Denk.(4.2d)** ile hesaplanacaktır.

#### 4.3.2. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

**4.3.2.1** – Çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeve sistemlerin çerçevelerinde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon - kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların eğilme momenti kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının  $1.1 D_a$  katından daha büyük olacaktır (**Şekil 4.1**):



**Şekil 4.1**

**TABLO 4.3 – ENKESİT KOŞULLARI**

<i>Eleman Tanımı</i>	<i>Narinlik Oranları</i>	<i>Sınır Değerler</i>	
		<i>Süneklik Düzeyi Yüksek Sistem</i>	<i>Süneklik Düzeyi Normal Sistem</i>
Eğilme ve Eksenel basınç etkisindeki <b>I</b> Kesitlerinde <b>U</b> Kesitlerinde	$b/2t$ $b/t$	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.5\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme etkisindeki <b>I</b> Kesitleri <b>U</b> Kesitleri	$h/t_w$	$3.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$5.0\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Basınç etkisindeki <b>T</b> Kesitleri <b>L</b> Kesitleri	$h/t_w$	$0.3\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$0.5\sqrt{E_s/\sigma_a}$
Eğilme ve eksenel basınç etkisindeki <b>I</b> Kesitleri <b>U</b> Kesitleri	$h/t_w$	$ N_d/\sigma_a A  \leq 0.10$ için $3.2\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left  \frac{N_d}{\sigma_a A} \right  \right)$	$ N_d/\sigma_a A  \leq 0.10$ için $5.0\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(1 - 1.7 \left  \frac{N_d}{\sigma_a A} \right  \right)$
		$ N_d/\sigma_a A  > 0.10$ için $1.33\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left  \frac{N_d}{\sigma_a A} \right  \right)$	$ N_d/\sigma_a A  > 0.10$ için $2.08\sqrt{E_s/\sigma_a} \left(2.1 - \left  \frac{N_d}{\sigma_a A} \right  \right)$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dairesel halka kesitler (borular)	$D/t$	$0.05 \frac{E_s}{\sigma_a}$	$0.08 \frac{E_s}{\sigma_a}$
Eğilme veya eksenel basınç etkisindeki dikdörtgen kutu kesitler	$b/t$ veya $h/t_w$	$0.7\sqrt{E_s/\sigma_a}$	$1.2\sqrt{E_s/\sigma_a}$
<p><b>Tanımlar</b></p> <p><math>b</math> : <b>I</b>, <b>U</b> kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık genişliği</p> <p><math>h</math> : <b>I</b>, <b>U</b>, <b>T</b> kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde yüksekliği <b>L</b> kesitlerinde büyük kenar uzunluğu</p> <p><math>D</math> : dairesel halka kesitlerde (borularda) dış çap</p> <p><math>t</math> : <b>I</b>, <b>U</b>, <b>T</b> kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde başlık kalınlığı halka kesitlerde (borularda) kalınlık</p> <p><math>t_w</math> : <b>I</b>, <b>U</b>, <b>T</b>, <b>L</b> kesitleri ve dikdörtgen kutu kesitlerde gövde kalınlığı</p>			





#### 4.3.4. Kiriş - Kolon Birleşim Bölgeleri

4.3.4.1 – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde aşağıdaki üç koşul birarada sağlanacaktır:

- Birleşim en az 0.04 radyan *Görelî Kat Ötelemesi Açısı*'nı (görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği) sağlayabilecek kapasitede olacaktır. Bunun için, deneysel ve/veya analitik yöntemlerle geçerliliği kanıtlanmış olan detaylar kullanılacaktır. Geçerliliği kanıtlanmış olan çeşitli bulonlu ve kaynaklı birleşim detayı örnekleri ve bunların uygulama sınırları **Bilgilendirme Eki 4A**'da verilmiştir.
- Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme dayanımı, birleşen kirişin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesinin  $0.80 \times 1.1D_a$  katından daha az olmayacaktır. Ancak bu dayanımın üst limiti, düğüm noktasına birleşen kolonlar tarafından birleşime aktarılan en büyük eğilme momenti ile uyumlu olacaktır. Ayrıca düşey yükler ve deprem yükü azaltma katsayısının  $R = 1.5$  değeri için hesaplanan deprem yüklerinin ortak etkisi altında meydana gelen eğilme momentini aşmayacaktır. Zayıflatılmış kiriş kesitleri kullanılması veya kiriş uçlarında guseler oluşturulması halinde, kolon yüzündeki eğilme momenti kapasitesi, kiriş plastik momenti ile kiriş ucundaki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon yüzünde meydana gelen ek eğilme momenti toplanarak hesaplanacaktır.
- Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak  $V_e$  kesme kuvveti **Denk.(4.5)** ile hesaplanacaktır.

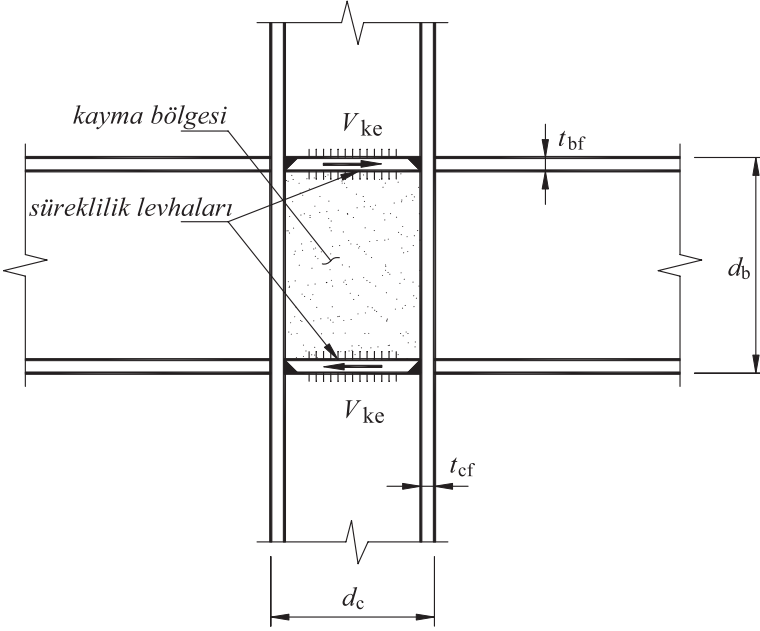
$$V_e = V_{dy} \pm 1.1D_a \frac{(M_{pi} + M_{pj})}{\ell_n} \quad (4.5)$$

4.3.4.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 4.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

4.3.4.3 – Kiriş – kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (**Şekil 4.2**) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

- Kayma bölgesinin gerekli  $V_{ke}$  kesme kuvveti dayanımı, düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzündeki eğilme momenti kapasiteleri toplamının 0.80 katından meydana gelen kesme kuvvetine eşit olarak alınacaktır.

$$V_{ke} = 0.8 \sum M_p \left( \frac{1}{d_b} - \frac{1}{H_{ort}} \right) \quad (4.6)$$



Şekil 4.2

- (b) Kayma bölgesinin  $V_p$  kesme kuvveti kapasitesi

$$V_p = 0.6 \sigma_a d_c t_p \left[ 1 + \frac{3b_{cf} t_{cf}^2}{d_b d_c t_p} \right] \quad (4.7)$$

denklemleri ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için

$$V_p \geq V_{ke} \quad (4.8)$$

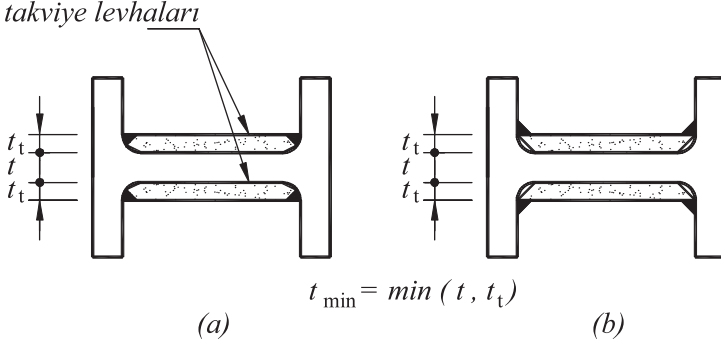
koşulunun sağlanması gerekmektedir. Bu koşulun sağlanmaması halinde, gerekli miktarda takviye levhası kullanılacak veya kayma bölgesine köşegen doğrultusunda berkitme levhaları eklenecektir.

- (c) Kolon gövde levhasının ve eğer kullanılmış ise takviye levhalarının her birinin en küçük kalınlığı,  $t_{\min}$ , (Şekil 4.3) aşağıdaki koşulu sağlayacaktır.

$$t_{\min} \geq u / 180 \quad (4.9)$$

Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda takviye levhaları ve kolon gövde levhası birbirlerine kaynakla bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacak ve levha kalınlıkları toplamının Denk.(4.9)'u sağladığı kontrol edilecektir.

- (d) Kayma bölgesinde takviye levhaları kullanılması halinde, bu levhaların kolon başlık levhalarına bağlanması için tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı kullanılacaktır, **Şekil 4.3**. Bu kaynaklar, takviye levhası tarafından karşılanan kesme kuvvetini güvenle aktaracak şekilde kontrol edilecektir. Bu hesapta, (4.2.5)'te verilen kaynak gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.



**Şekil 4.3**

**4.3.4.4 – Moment aktaran kiriş-kolon birleşim detaylarında, kolon gövdesinin her iki tarafına, kiriş başlıkları seviyesinde *sürekli levhalar* konularak kiriş başlıklarındaki çekme ve basınç kuvvetlerinin kolona (ve iki taraflı kiriş-kolon birleşimlerinde komşu kirişe) güvenle aktarılması sağlanacaktır.**

- (a) Sürekli levhalarının kalınlıkları, tek taraflı kiriş birleşimlerinde birleşen kirişin başlık kalınlığından, kolona iki taraftan kiriş birleşmesi durumunda ise birleşen kirişlerin başlık kalınlıklarının büyüğünden daha az olmayacaktır.
- (b) Sürekli levhalarının kolon gövde ve başlıklarına bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Sürekli levhasının kolon gövdesine bağlantısı için köşe kaynağı da kullanılabilir, (**Şekil 4.2**). Ancak bu kaynağın, sürekli levhasının kendi düzlemindeki kesme kapasitesine eşit bir kuvveti kolon gövdesine aktaracak boy ve kalınlıkta olması gereklidir.
- (c) Kolon başlık kalınlığının

$$t_{cf} \geq 0.54 \sqrt{b_{bf} t_{bf}} \quad (4.10a)$$

ve

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad (4.10b)$$

koşullarının her ikisini de sağlaması durumunda sürekli levhasına gerek olmayabilir.

### 4.3.5. Kolon ve Kiriş Ekleri

**4.3.5.1** – Tam penetrasyonlu küt kaynaklı veya bulonlu olarak yapılan kolon ekleri, kolon-kiriş birleşim yerinden en az net kat yüksekliğinin 1/3’ü kadar uzakta olacaktır. Köşe kaynağı ile veya tam penetrasyonlu olmayan küt kaynakla yapılan eklerde bu uzaklık, ayrıca 1.20 m’den az olmayacaktır.

**4.3.5.2** – Kiriş ekleri, kolon-kiriş birleşim kesitinden en az kiriş yüksekliğinin iki katkadar uzakta yapılacaktır.

**4.3.5.3** – Kolon ve kiriş eklerinin eğilme kapasitesi, eklenen elemanın eğilme kapasitesinden, kesme kuvveti kapasitesi ise **Denk.(4.5)**’te verilen değerden az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin aksenal kuvvet kapasiteleri **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)** ile hesaplanan aksenal basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının taşıma güçlerinin hesabında, **(4.2.5)**’te verilen kaynak ve bulon gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

### 4.3.6. Kiriş Başlıklarının Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi

**4.3.6.1** – Kirişlerin üst ve alt başlıkları yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Kirişlerin yanal doğrultuda mesnetlendiği noktalar arasındaki  $\ell_b$  uzaklığı

$$\ell_b \leq 0.086 \frac{r_y E_s}{\sigma_a} \quad (4.11)$$

koşulunu sağlayacaktır. Ayrıca, tekil yüklerin etkidiği noktalar, kiriş enkesitinin ani olarak değiştiği noktalar ve sistemin doğrusal olmayan şekil değiştirmesi sırasında plastik mafsall oluşabilecek noktalar da yanal doğrultuda mesnetlenecektir.

**4.3.6.2** – Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli basınç ve çekme dayanımı, kirişbaşlığının aksenal çekme kapasitesinin 0.02’sinden daha az olmayacaktır.

**4.3.6.3** – Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde, kirişlerin betonarme döşemeye bağlanan başlıklarında, yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.

## 4.4. SÜNEKLİK DÜZEYİ NORMAL ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi normal çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

### 4.4.1. Enkesit Koşulları

**4.4.1.1** – Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, *başlık genişliği/kalınlığı* ve *gövde yüksekliği/kalınlığı* oranlarına ilişkin koşullar **Tablo 4.3**’te verilmiştir.

Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

**4.4.1.2** – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kolonları için **4.3.1.2**'de verilen koşullar süneklik düzeyi normal çerçevelerin kolonları için de geçerlidir.

**4.4.1.3** – Süneklik düzeyi normal çerçevelerde, süneklik düzeyi yüksek çerçeveler için **4.3.2** ve **4.3.3**'te verilen koşullara uyulması zorunlu değildir.

#### **4.4.2. Kiriş – Kolon Birleşim Bölgeleri**

**4.4.2.1** – Süneklik düzeyi normal çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Kolona birleşen kirişin **4.3.4.1(b)**'de tanımlandığı şekilde hesaplanan eğilme momenti kapasitesi ve **Denk.(4.5)** ile hesaplanan gerekli kesme kuvveti dayanımı.

(b) **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen arttırılmış yükleme durumlarından dolayıkolon yüzünde meydana gelen eğilme momenti ve kesme kuvveti.

**4.4.2.2** – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, **4.2.5**'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

**4.4.2.3** – Kiriş-kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesi (**Şekil 4.2**) aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır:

(a) Kayma bölgesinin  $V_{ke}$  gerekli kesme kuvveti dayanımının hesabında, **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen arttırılmış deprem yüklemesinden meydana gelen kesme kuvveti ve **Denk.(4.6)** ile hesaplanan kesme kuvvetinden küçük olanı kullanılacaktır.

(b) Kayma bölgesinin  $V_p$  kesme kuvveti dayanımı **Denk.(4.7)** ile hesaplanacaktır. Kayma bölgesinin yeterli kesme dayanımına sahip olması için **Denk.(4.8)**'in sağlanması gerekmektedir.

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kayma bölgesi hesabı için **4.3.4.3(c)** ve **4.3.4.3(d)**'de verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

**4.4.2.4** – Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde süreklilik levhalarının hesabı için **4.3.4.4**'te verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

#### 4.4.3. Kiriş ve Kolon Ekleri

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kolon ve kiriş ekleri için 4.3.5'te verilen kurallar süneklik düzeyi normal çerçeveler için de aynen geçerlidir.

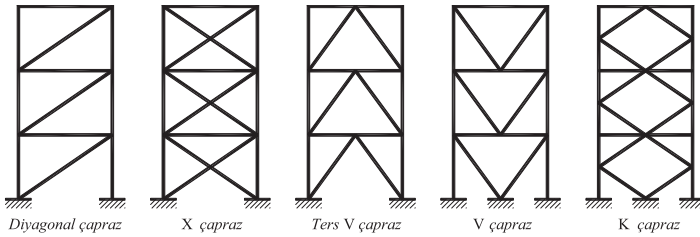
#### 4.5. MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇELİK ÇAPRAZLI PERDELER

Çelik çaprazlı perdeler, mafsallı birleşimli veya moment aktaran çerçeveler ile bunlara merkezi ve dışmerkez olarak bağlanan çaprazlardan oluşan yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerin yatay yük taşıma kapasiteleri, eğilme dayanımlarının yanında, daha çok veya tümüyle elemanların eksenel kuvvet dayanımları ile sağlanmaktadır. Çelik çaprazlı perdeler, çaprazların düzenine bağlı olarak ikiye ayrılırlar:

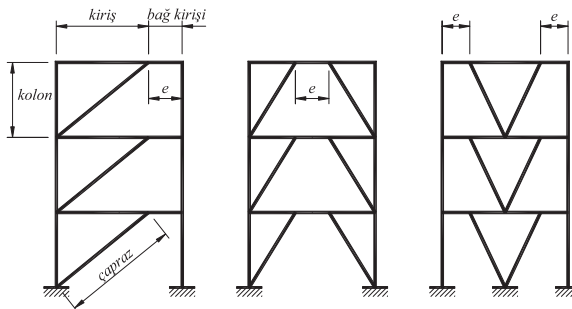
(a) Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 4.4)

(b) Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 4.5)

Çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı *Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler* süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, çaprazların çerçeve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlandığı *Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler* süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılacaklardır.



Şekil 4.4



Şekil 4.5

## 4.6. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK MERKEZİ ÇELİK ÇAPRAZLI PERDELER

Süneklilik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler, basınç elemanlarının bazılarının burkulması halinde dahi, sistemde önemli ölçüde dayanım kaybı meydana gelmeyecek şekilde boyutlandırılırlar. Bu sistemlerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

### 4.6.1. Enkesit Koşulları

**4.6.1.1** – Süneklilik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/kalınlık* oranlarına ilişkin koşullar **Tablo 4.3'**te verilmiştir.

**4.6.1.2** – Çatı ve düşey düzlem çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı)  $4.0\sqrt{E_s / \sigma_a}$  sınır değerini aşmayacaktır.

**4.6.1.3** – Çok parçalı çaprazlarda bağ levhalarının aralıkları, ardışık iki bağ levhası arasındaki tek elemanın narinlik oranı tüm çubuğun narinlik oranının 0.40 katını aşmayacak şekilde belirlenecektir. Çok parçalı çaprazın burkulmasının bağ levhasında kesme etkisi oluşturmadığının gösterilmesi halinde, bağ levhalarının aralıkları, iki bağlevhası arasındaki tek çubuğun narinlik oranı çok parçalı çubuğun etkin narinlik oranının 0.75 katını aşmayacak şekilde belirlenebilir. Bağ levhalarının toplam kesme kuvveti kapasitesi, her bir çubuk elemanının eksenel çekme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacak ve bağ levhaları eşit aralıklı olarak yerleştirilecektir. Bulonlu bağ levhalarının, çubuğun temiz açıklığının orta dörtte birine yerleştirilmesine izin verilmez.

### 4.6.2. Yatay Yüklerin Dağılımı

Binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depremde ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenecektir.

### 4.6.3. Çaprazların Birleşimleri

**4.6.3.1** – Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da sağlayacaktır:

- (a) Çaprazın eksenel kuvvet (çekme veya basınç) kapasitesi.
- (b) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanların kapasitelerine bağlı olarak, söz konusu çaprazla aktarılacak en büyük eksenel kuvvet.



(c) **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen arttırılmış yükleme durumlarından meydana gelen çapraz eksenel kuvveti.

**4.6.3.2** – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, **4.2.5**'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

**4.6.3.3** – Çaprazları kolonlara ve/veya kirişlere bağlayan düğüm noktası levhaları aşağıdaki iki koşulu da sağlayacaklardır:

- (a) Düğüm noktası levhasının düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.
- (b) Düğüm noktası levhasının düzlem dışına burkulmasının önlenmesi amacıyla, çaprazın ucunun giriş veya kolon yüzüne uzaklığı düğüm levhası kalınlığının iki katından daha fazla olmayacaktır. Buna uyulmadığı durumlarda, ilave berkitme levhaları kullanarak, düğüm levhasının düzlem dışına burkulması önlenecektir.

#### **4.6.4. Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar**

**4.6.4.1** – V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir:

- (a) Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.
- (b) Çaprazlar düşey yüklerin ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında boyutlandırılacaktır. Ancak çaprazların bağlandığı kirişler ve uç bağlantıları, çaprazların yok sayılması durumunda, kendi üzerindeki düşey yükleri güvenle taşıyacak şekilde boyutlandırılacaktır.
- (c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için **4.3.6**'da verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

**4.6.4.2** – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerde **K** şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzenine izin verilemez.

#### **4.6.5. Kolon Ekleri**

**4.6.5.1** – Kolon ekleri kolon serbest yüksekliğinin ortadaki 1/3'lük bölgesinde yapılacaktır.

**4.6.5.2** – Kolon eklerinin eğilme dayanımı eklenen elemanlardan küçüğünün eğilme kapasitesinin %50'sinden, kesme kuvveti dayanımı ise eklenen elemanlardan küçüğünün kesme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin eksenel kuvvet taşıma güçleri **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen arttırılmış deprem yüklemelerinden oluşan

basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının hesabında, 4.2.5'te verilen kaynak ve bulon gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.

#### 4.7. SÜNEKLİK DÜZEYİ NORMAL MERKEZİ ÇELİK ÇAPRAZLI PERDELER

Süneklik düzeyi normal çelik çaprazlı perdelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda belirtilmiştir.

##### 4.7.1. Enkesit Koşulları

4.7.1.1 – Süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/kalınlık* oranlarına ilişkin koşullar **Tablo 4.3**'te verilmiştir. Ancak en çok iki katlı binalarda, gerekli yerel burkulma kontrollerinin yapılması koşulu ile, bu sınırların aşılmasına izin verilebilir.

4.7.1.2 – Çatı ve düşey düzlem çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı)  $4.0\sqrt{E_s / \sigma_a}$  sınır değerini aşmayacaktır.

4.7.1.3 – Çok parçalı çaprazlarda, TS648'in bağ levhalarına ilişkin kuralları geçerlidir. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacaktır.

4.7.1.4 – Sadece çekme kuvveti taşıyacak şekilde hesaplanan çaprazlarda narinlik oranı 250'yi aşmayacaktır. Ancak en çok iki katlı binalardaki çapraz elemanların, **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan çekme kuvvetinin **Tablo 4.2**'deki  $\Omega_0$  katsayısı ile çarpımını taşıyacak şekilde boyutlandırılmaları halinde bu kural uygulanmayabilir.

##### 4.7.2. Çaprazların Birleşimleri

4.7.2.1 – Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da sağlayacaktır:

- Çaprazın aksel kuvvet (çekme veya basınç) kapasitesi.
- Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen çapraz aksel kuvveti.
- Düğüm noktasına birleşen diğer elemanlar tarafından söz konusu çaprazla aktarılabilecek en büyük kuvvet.

4.7.2.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 4.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

**4.7.2.3** – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için **4.6.3.3'** te verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

### **4.7.3. Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar**

**4.7.3.1** – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler için **4.6.4.1(a)** ve **4.6.4.1(b)**'de verilen koşullar süneklik düzeyi normal merkezi çelik çaprazlı perdeler için de geçerlidir.

**4.7.3.2** – Süneklik düzeyi normal çerçevelerin kirişleri için **4.4.4'**de verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

## **4.8. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK DIŞMERKEZ ÇELİK ÇAPRAZLI PERDELER**

Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdeler, deprem etkileri altında bağkirişlerinin önemli ölçüde doğrusal olmayan şekil değiştirme yapabilme özelliğine sahip olduğu yatay yük taşıyıcı sistemleridir. Bu sistemler, bağ kirişlerinin plastik şekil değiştirmesi sırasında, kolonların, çaprazların ve bağ kirişi dışındaki diğer kirişlerin elastik bölgede kalması sağlanacak şekilde boyutlandırılırlar. Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

### **4.8.1. Enkesit Koşulları**

**4.8.1.1** – Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerin bağ kirişleri, diğer kirişleri, kolon ve çaprazlarında *başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/kalınlık* oranlarında **Tablo 4.3'**teki koşullara uyulacaktır. Bağ kirişlerine ilişkin ek koşullar, **4.8.2'**de verilmiştir.

**4.8.1.2**– Çaprazların narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı)  $4.0 \sqrt{E_s / \sigma_a}$  sınır değerini aşmayacaktır.

**4.8.1.3** – Çok parçalı çaprazlar için **4.6.1.3'**te verilen koşullar dışmerkez çelik çaprazlıperdeler için de aynen geçerlidir.

### **4.8.2. Bağ Kirişleri**

**4.8.2.1** – Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çelik çaprazlı perdelerde, her çapraz elemanın en az bir ucunda bağ kirişi bulunacaktır.

**4.8.2.2** – Bağ kirişinin boyu, **4.8.8.1'**deki özel durumun dışında, aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

$$1.0 M_p / V_p \leq e \leq 5.0 M_p / V_p \quad (4.13)$$

Bu bağıntıdaki  $M_p$  eğilme momenti ve  $V_p$  kesme kuvveti kapasiteleri **Denk.(4.2a)** ve **Denk.(4.2b)** ile hesaplanacaktır.

**4.8.2.3** – Bağ kirişleri, düşey yükler ve **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan tasarım iç kuvvetleri (kesme kuvveti, eğilme momenti ve eksenel kuvvet) altında boyutlandırılacaktır.

**4.8.2.4** – Bağ kirişinin  $V_d$  tasarım kesme kuvveti, aşağıdaki koşulların her ikisini de sağlayacaktır.

$$V_d \leq V_p \quad (4.14)$$

$$V_d \leq 2M_p / e \quad (4.15)$$

**4.8.2.5** – Bağ kirişi tasarım eksenel kuvvetinin

$$N_d / \sigma_a A > 0.15 \quad (4.16)$$

olması halinde, **Denk.(4.14)** ve **Denk.(4.15)**'te  $M_p$  ve  $V_p$  yerine

$$M_{pn} = 1.18 M_p \left[ 1 - \frac{N_d}{\sigma_a A} \right] \quad (4.17)$$

$$V_{pn} = V_p \sqrt{1 - (N_d / \sigma_a A)^2} \quad (4.18)$$

değerleri kullanılacaktır.

**4.8.2.6** – Bağ kirişinin gövde levhası tek parçalı olacak, gövde düzlemi içinde takviye levhaları bulunmayacaktır. Gövde levhasında boşluk açılmayacaktır.

### **4.8.3. Bağ Kirişinin Yanal Doğrultuda Mesnetlenmesi**

**4.8.3.1** – Bağ kirişinin üst ve alt başlıkları kirişin iki ucunda, kolon kenarında düzenlenen bağ kirişlerinde ise kirişin bir ucunda, yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Yanal doğrultudaki mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.06'sından daha az olmayacaktır.

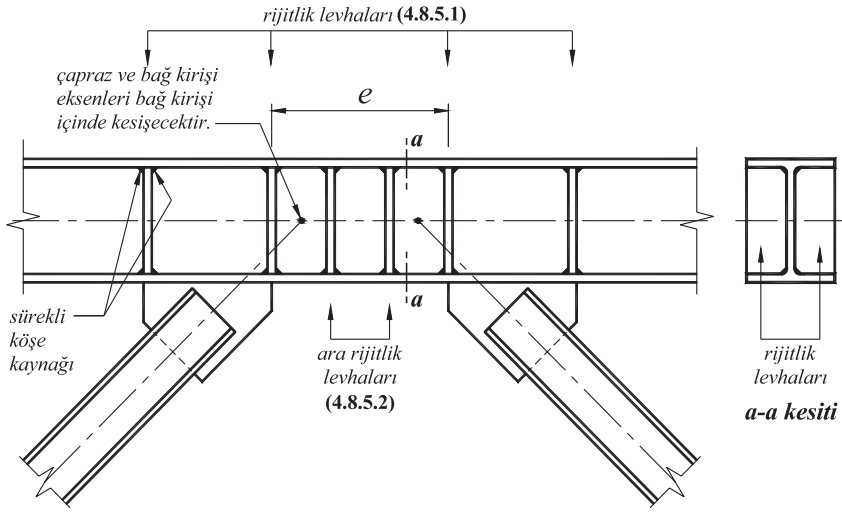
**4.8.3.2** – Ayrıca, bağ kirişi dışında kalan kiriş bölümü de,  $0.45b_{br} \sqrt{E_s / \sigma_a}$  aralıklarla yanal doğrultuda mesnetlenecektir. Bu mesnetlerin gerekli dayanımı, kiriş başlığının eksenel çekme kapasitesinin 0.01'inden daha az olmayacaktır.

**4.8.3.3** – Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcısıstemlerde yukarıdaki koşullara uyulması zorunlu değildir.



#### 4.8.5. Rijitlik (Berkitme) Levhaları

**4.8.5.1** – Çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığıuçlarında *rijitlik levhaları* düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağkirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve  $(b_{bf} - t_w)/2$  genişliğinde olacaktır (**Şekil 4.7**). Rijitlik levhalarının kalınlığı, gövde levhası kalınlığının 0.75'inden ve 10 mm'den az olmayacaktır. Rijitlik levhalarını bağkirişinin gövdesine bağlayan sürekli köşe kaynakları, rijitlik levhasının enkesit alanı ile malzeme akma gerilmesinin çarpımından oluşan kuvvetleri aktaracak kapasitede olacaktır.



**Şekil 4.7**

**4.8.5.2** – Bağlantı kirişi uçlarındaki rijitlik levhalarına ek olarak, aşağıda tanımlanan *ara rijitlik levhaları* konulacaktır:

- Boyu  $1.6 M_p/V_p$ 'den daha kısa olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhalarının ara uzaklıkları, bağ kirişi dönme açısının 0.10 radyan olması halinde  $(30 t_w - d_b/5)$ 'den, bağ kirişi dönme açısının 0.03 radyandan daha küçük olması halinde ise  $(52 t_w - d_b/5)$ 'den daha fazla olmayacaktır. Dönme açısının ara değerleri için doğrusal interpolasyon yapılacaktır.
- Boyu  $2.6 M_p/V_p$ 'den büyük ve  $5M_p/V_p$ 'den küçük olan bağ kirişlerinde, bağ kirişi uçlarından  $1.5b_{bf}$  uzaklıkta birer rijitlik levhaları konulacaktır.
- Boyu  $1.6 M_p/V_p$  ve  $2.6 M_p/V_p$  arasında olan bağ kirişlerinde, (a) ve (b)'de belirtilen ara rijitlik levhaları birlikte kullanılacaktır.

#### 4.8.6. Çaprazlar, Kat Kirişleri ve Kolonlar

4.8.6.1 – Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme, **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan deprem etkilerinden oluşan iç kuvvetlerin, bağ kirişinde kesit seçimi sonucunda hesaplanan  $M_p/M_d$  ve  $V_p/V_d$  *Tasarım Büyütme Katsayıları*'nın küçüğü ile uyumlu olacak şekilde artırılması suretiyle belirlenecektir.

4.8.6.2 – Çaprazlar, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin  $1.25D_a$  katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

4.8.6.3 – Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin  $1.1D_a$  katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

4.8.6.4 – Kolonlarda, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, kolonun taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

(a) Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin  $1.1D_a$  katından oluşan iç kuvvetler.

(b) **Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen artırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

4.8.6.5 – Çapraz, kat kirişi ve kolon enkesitlerinin iç kuvvet kapasiteleri **Denk.(4.2)**'de verilen bağıntılar ile hesaplanacaktır.

#### 4.8.7. Çapraz – Bağ Kirişi Birleşimi

Çaprazların bağ kirişi ile birleşim detayı **4.8.6.2**'de belirtilen şekilde hesaplanan artırılmış iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

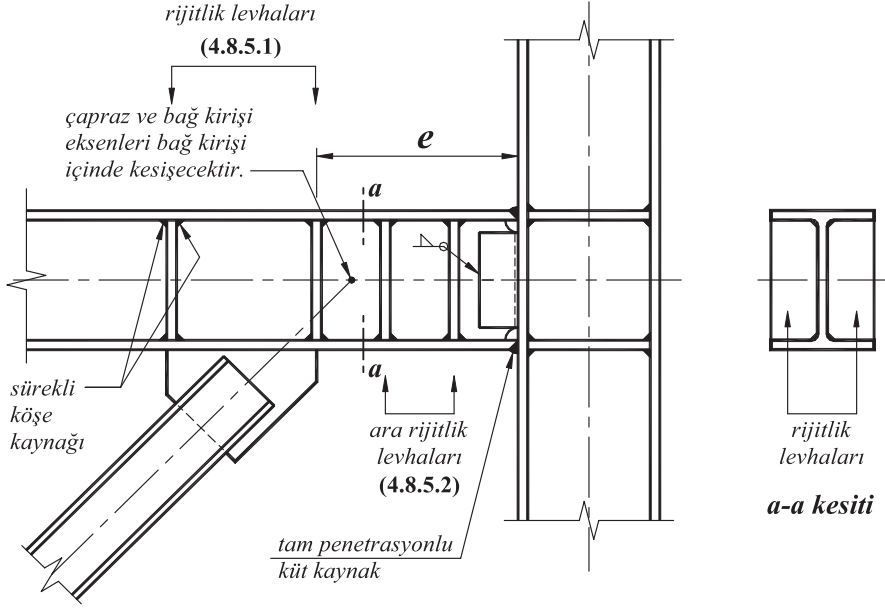
#### 4.8.8. Bağ Kirişi – Kolon Birleşimi

4.8.8.1 – Kolona birleşen bağ kirişinin boyu

$$e \leq 1.6M_p / V_p \quad (4.20)$$

koşulunu sağlayacaktır.

4.8.8.2 – Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme ve kesme dayanımları, sırasıyla bağ kirişinin  $M_p$  eğilme momenti kapasitesinden ve  $V_p$  kesme kuvveti kapasitesinden daha az olmayacaktır. Bağ kirişi başlıklarının kolona bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak uygulanacaktır (**Şekil 4.8**).



Şekil 4.8

#### 4.8.9 Kiriş– Kolon Birleşimi

Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümünün kolon ile birleşim detayı kiriş gövde düzlemi içinde mafsallı olarak yapılabilir. Ancak bu bağlantı, kiriş başlıklarının aksenal çekme kapasitesinin 0.01'ine eşit, enine doğrultuda ve ters yönlü kuvvetlerin oluşturduğu burulma momentine göre boyutlandırılacaktır.

#### 4.9. TEMEL BAĞLANTI DETAYLARI

4.9.1 – Çelik taşıyıcı sistem elemanlarının temel bağlantı detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan mesnet tepkileri esas alınarak gerekli gerilmeleri kontrolları yapılacaktır. Ayrıca, temel bağlantı detayının taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanlarını da sağlayacaktır:

- Temele birleşen kolonun eğilme momenti kapasitesinin  $1.1D_a$  katından oluşan eğilme momenti ile temele birleşen kolon ve çaprazların aksenal yük kapasitelerinin  $1.1D_a$  katından oluşan toplam düşey ve yatay kuvvetler.
- Denk.(4.1a)** ve **Denk.(4.1b)**'de verilen arttırılmış yüklemelerden meydana gelen iç kuvvetler.

4.9.2 – Bağlantı detayının taşıma kapasitesinin hesabında, 4.2.5'te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.



## 4.10. PROJE HESAP RAPORU VE UYGULAMA PROJELERİNE İLİŞKİN KURALLAR

### 4.10.1. Proje Hesap Raporu

4.10.1.1 – Proje hesap raporunda, deprem hesap raporuna ilişkin olarak, **Bölüm 2**'deki 2.13'te belirtilen bilgiler yer alacaktır.

4.10.1.2 – Proje hesap raporunda ayrıca, aşağıda sıralanan bilgiler bulunacaktır:

- (a) Yapı taşıyıcı sistemini oluşturan profil ve sac levhalar ile ek ve birleşimlerde kullanılan bulonların malzeme kaliteleri ve karakteristik dayanım değerleri, elektrot cinsi.
- (b) Tasarımda esas alınan yükleme kombinasyonları ve arttırılmış deprem etkilerini veren yüklemeler.

4.10.1.3– Yapı elemanlarının boyutlandırma hesapları ve stabilite (kararlılık) tahkiklerinin yanında, birleşim ve ek detaylarının hesapları ile bu detaylara ait kapasite kontrol tahkikleri proje hesap raporu kapsamında ayrıntılı olarak verilecektir.

### 4.10.2. Çelik Uygulama Projesi Çizimlerine İlişkin Kurallar

4.10.2.1 – Çelik uygulama projesinde şu paftalar bulunacaktır:

- (a) çatı döşemesi ve kat döşemelerine ait genel konstruksiyon planları
- (b) kolon aplikasyon (yerleşim) planı
- (c) ankraj planı ve detayları
- (d) yeterli sayıda cephe görünüşleri ve kesitler
- (e) yapı sistemini oluşturan kolonlar ve kirişler ile çatı, yatay düzlem ve düşey düzlem çaprazlarının detay çizimleri
- (f) tüm birleşim ve ek detayları

4.10.2.2 – Binada kullanılan profil ve çelik levhalar ile birleşimlerde kullanılan bulonların cinsi ve malzeme kaliteleri ile kullanılacak elektrot cinsi bütün paftalarda belirtilecektir.

4.10.2.3 – Tasarımda gözönüne alınan *Etkin Yer İvmesi Katsayısı*, *Bina Önem Katsayısı*, *Yerel Zemin Sınıfı* ve **Tablo 2.5**'e göre belirlenen *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı* bütün genel konstruksiyon paftalarında belirtilecektir.

4.10.2.4 – Bulonlu birleşim ve ek detaylarında, kullanılan bulon cinsi, bulon ve delik çapları, rondela ve somun özellikleri ile bulonlara uygulanacak öngerme kuvveti belirtilecektir.

4.10.2.5 – Kaynaklı birleşim ve ek detaylarında, uygulanacak kaynak türü, kaynak kalınlığı ve uzunluğu ile, kaynak ağzı açılması gereken küt kaynaklarda, kaynak ağzının geometrik boyutları verilecektir.