

BÖLÜM 9 – DEPREM ETKİSİ ALTINDA ÇELİK BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİNİN TASARIMI İÇİN ÖZEL KURALLAR

9.0. SİMGELER

Bu bölümde aşağıdaki simgelerin kullanıldığı boyutlu ifadelerde, kuvvetler *Newton* [N], uzunluklar *milimetre* [mm], açılar *radyan* [rad] ve gerilmeler *MegaPascal* [MPa] = [N/mm²] birimindedir.

A	= Enkesit alanı
A_c	= Beton enkesit alanı
A_e	= Etkin net enkesit alanı
A_{fb}	= Başlık enkesit alanı
A_g	= Kayıpsız enkesit alanı
A_g	= Kompozit elemanın toplam enkesit alanı
A_{os}	= Spiral sargı donatısının enkesit alanı
A_s	= Çelik enkesit alanı
A_{sc}	= Çelik çekirdeğin akma şekildeğiştirme gösteren enkesit alanı
A_{sh}	= Etriye kompozit kolonlarda sarılma bölgesindeki minimum toplam etriye alanı
A_{sr}	= Boyuna donatı alanı
A_w	= Gövde enkesit alanı
A_w	= Köşe kaynak alanı
a	= Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık
b	= Genişlik (yarım başlık genişliği)
b_{bf}	= Kiriş kesitinin başlık genişliği
b_k	= Kolon enkesitinde en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık
C_a	= Gerekli aksenal kuvvet dayanımının tasarım aksenal kuvvet dayanımına oranı
D	= Dairesel halka kesitlerde dış çap
D	= Dayanım fazlalığı katsayısı
D	= Dairesel kolonun göbek çapı (spiral sargı donatısı eksenleri arasındaki uzaklık)
d_b	= Kiriş enkesit yüksekliği
d_c	= Kolon enkesit yüksekliği
E	= Yapı çeliği elastisite modülü, $E = 200000 \text{ N/mm}^2$
E_d	= Deprem etkisi
e	= Bağ kirişi boyu
F_{cr}	= Kritik burkulma gerilmesi

F_{cre}	= Olası akma gerilmesi ile hesaplanan kritik burkulma gerilmesi
F_E	= Kaynak malzemesi (elektrod) karakteristik çekme dayanımı
F_u	= Yapı çeliğinin karakteristik çekme dayanımı
F_y	= Yapı çeliğinin karakteristik akma gerilmesi
F_{yb}	= Kiriş malzemesinin karakteristik akma gerilmesi
F_{yc}	= Kolon malzemesinin karakteristik akma gerilmesi
F_{ysc}	= Çelik çekirdeğin karakteristik akma gerilmesi veya çelik çekirdeğin çekme deneyi ile belirlenen gerçek akma gerilmesi
F_{ysr}	= Donatı çeliğinin karakteristik akma gerilmesi
f_{ck}	= Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{ywk}	= Enine donatının karakteristik akma dayanımı
G	= Sabit yük
H	= Kat yüksekliği
H	= Zemin yatay itkisi
H_c	= Kolon yüksekliği
H_{ort}	= Düğüm noktasının üstündeki ve altındaki kolon yüksekliklerinin ortalaması
h	= Enkesit yüksekliği
h_i	= Binanın i 'inci katının kat yüksekliği
h_o	= Kesit başlıklarının merkezleri arasındaki uzaklık
I	= Bina önem katsayısı
i	= Atalet yarıçapı
i_y	= Kiriş enkesitinin zayıf eksenine göre atalet yarıçapı
K	= Burkulma katsayısı
L	= Çubuk boyu
L_b	= Basınç başlığının yanal doğrultuda mesnetlendiği veya enkesitin çarpılmaya karşı mesnetlendiği noktalar arasındaki uzaklık
ℓ_h	= Kiriş ucundaki olası plastik mafsal noktasının kolon yüzüne uzaklığı (Bkz. Ek 9B)
ℓ_n	= Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsal noktaları arasındaki uzaklık (Bkz. Ek 9B)
M_a	= (GKT) yük birleşimleri esas alınarak belirlenen gerekli eğilme dayanımı
M_{av}	= (GKT) yük birleşimleri esas alınarak, kiriş uçlarında olası plastik mafsal noktasındaki kesme kuvveti nedeniyle kolon ekseninde meydana gelen ek eğilme momenti
M_p	= Karakteristik plastik eğilme dayanımı

- M_{pb}^* = Kiriş-kolon birleşim bölgesinde, birleşen kirişlerin her biri için karakteristik plastik moment dayanımlarının $1.1R_a$ katı ile kiriş ucundaki olası plastik mafsaldaki kesme kuvvetinden dolayı kolon ekseninde meydana gelen ek eğilme momentinin toplamı ile belirlenen eğilme momenti
- M_{pc} = Kolonun karakteristik plastik eğilme dayanımı
- M_{pc}^* = Kiriş-kolon birleşim bölgesinde depremin yönü ile uyumlu olarak, kolon eğilme momenti dayanımlarını en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri gözönüne alınarak hesaplanan üst veya alt kat kolon eğilme momenti dayanımı
- M_{pr} = Olası eğilme momenti kapasitesi
- M_r = Gerekli eğilme dayanımı
- M_u = (YDKT) yük birleşimleri esas alınarak belirlenen gerekli eğilme dayanımı
- M_{uc} = Kiriş-kolon birleşiminde, kirişin kolon yüzündeki gerekli eğilme momenti dayanımı
- M_{uv} = (YDKT) yük birleşimleri esas alınarak, kiriş uçlarında olası plastik mafsallardaki kesme kuvveti nedeniyle kolon ekseninde meydana gelen ek eğilme momenti
- N_{dm} = Düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında hesaplanan kolon eksenel kuvveti
- P_a = (GKT) yük birleşimleri ile hesaplanan gerekli eksenel kuvvet dayanımı
- P_{ac} = Arttırılmış deprem etkileri gözönüne alınarak, (GKT) yük birleşimleri için hesaplanan gerekli eksenel basınç kuvveti
- P_{br} = Yanal destek elemanlarının gerekli eksenel kuvvet dayanımı
- P_{no} = Kompozit kolon enkesitinin eksenel basınç kuvveti dayanımı
- P_r = Gerekli eksenel kuvvet dayanımı
- P_u = (YDKT) yük birleşimleri ile hesaplanan gerekli eksenel kuvvet dayanımı
- P_{uc} = Arttırılmış deprem etkileri gözönüne alınarak, (YDKT) yük birleşimleri için hesaplanan gerekli eksenel basınç kuvveti
- P_y = Akma sınır durumunda eksenel kuvvet dayanımı
- P_{ytc} = Çelik çekirdek eksenel kuvvet akma dayanımı
- Q = Hareketli yük
- R = Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
- R_t = Olası çekme dayanımının karakteristik çekme dayanımına oranı
- R_y = Olası akma gerilmesinin karakteristik akma gerilmesine oranı
- R_{yb} = Kirişte olası akma gerilmesinin karakteristik akma gerilmesine oranı
- R_{yc} = Kolonda olası akma gerilmesinin karakteristik akma gerilmesine oranı
- S = Kar yükü

s	= Kompozit kolonda enine donatı aralığı
s	= Spiral sargı donatısı adımı
t	= Kalınlık
t_{bf}	= Kiriş enkesitinin başlık kalınlığı
t_{cf}	= Kolon enkesitinin başlık kalınlığı
t_t	= Takviye levhası kalınlığı
t_w	= Gövde kalınlığı
u	= Kayma bölgesi çevresinin uzunluğu
V_d	= Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsal noktalarında, $(1.2G+0.5Q+0.2S)$ yük birleşimi ile, düşey yük etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_E	= Deprem etkilerinden oluşan tasarım kesme kuvveti
V_n	= Karakteristik kesme kuvveti dayanımı
V_p	= Plastik kesme kuvveti dayanımı
V_{uc}	= Kiriş-kolon birleşiminin kolon yüzündeki gerekli kesme kuvveti dayanımı
V_{up}	= Kiriş-kolon birleşimi kayma (panel) bölgesinin gerekli kesme kuvveti dayanımı
W_p	= Plastik mukavemet momenti
W_{pb}	= Kiriş plastik mukavemet momenti
W_{pc}	= Kolon plastik mukavemet momenti
W_{RBS}	= Zayıflatılmış kiriş enkesitinin plastik mukavemet momenti
Δ_i	= Binanın i 'inci katındaki görelî kat ötelemesi
β	= Basınç dayanımı düzeltme katsayısı
γ_p	= Bağ kirişi dönme açısı
θ_p	= Görelî kat ötelemesi açısı
λ_{hd}	= Süneklik düzeyi yüksek elemanlar için enkesit koşulu sınır değeri
λ_{md}	= Süneklik düzeyi sınırlı elemanlar için enkesit koşulu sınır değeri
μ	= Sürtünme katsayısı
ρ_s	= Dairesel kolonda spiral donatının hacimsel oranı, $[\rho_s = 4 A_{os}/(Ds)]$
ϕ	= Dayanım katsayısı
ω	= Pekleşme etkisi düzeltme katsayısı
Ω	= Güvenlik katsayısı

9.1. KAPSAM

9.1.1 – Deprem etkisi altındaki çelik bina taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve birleşimlerinin düzenlenmesi, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, öncelikle bu bölümde belirtilen özel kurallara uyularak yapılacaktır.

9.1.2 – Bu bölümün kapsamı içindeki çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri; sadece moment aktaran çelik çerçevelerden, sadece merkezi veya dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerden, sadece burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerden veya moment aktaran çelik çerçevelerin, çaprazlı çelik çerçeveler veya betonarme perdelerle birleşiminden oluşabilir. Ayrıca, moment aktaran çerçeve türü taşıyıcı sistemlerin çelik-betonarme kompozit kolonları da bu bölümün kapsamı içindedir.

9.1.3 – Normal kat ve çatı düzlemleri içinde oluşturulan ve yatay kuvvetlerin yatay yük taşıyıcı sistemlere aktarılmasını sağlayan sistemlerin tasarımı ile ilgili kurallar **9.10**'da verilmiştir.

9.1.4 – Çelik ve çelik-betonarme kompozit kolonlu binaların temel tasarımı ile ilgili kurallar **Bölüm 16**'da verilmiştir.

9.2. GENEL KURALLAR

9.2.1. Çelik Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Çelik binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri, depreme karşı davranışları bakımından, **9.2.1.1**, **9.2.1.2** ve **9.2.1.3**'te tanımlanan üç sınıfa ayrılmıştır.

9.2.1.1 – Çelik binalar için aşağıda belirtilen yatay yük taşıyıcı sistemler, *Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler* olarak tanımlanmıştır.

(a) **9.3** ve **9.11.1.1**'de belirtilen koşulları sağlayan *Moment Aktaran Çelik Çerçeve* türü taşıyıcı sistemler.

(b) **9.6**'da belirtilen koşulları sağlayan *Merkezi Çaprazlı Çelik Çerçeve*, **9.8**'de belirtilen koşulları sağlayan *Dışmerkez Çaprazlı Çelik Çerçeve* ve **9.9**'da belirtilen koşulları sağlayan *Burkulması Önlenmiş Çaprazlı Çelik Çerçeve* türü taşıyıcı sistemler.

(c) **9.3**'te tanımlanan moment aktaran çelik çerçeveler ile (b)'de tanımlanan çaprazlı çelik çerçevelerin birleşiminden oluşan sistemler.

9.2.1.2 – Çelik binalar için aşağıda belirtilen yatay yük taşıyıcı sistemler, *Süneklik Düzeyi Sınırlı Sistemler* olarak tanımlanmıştır.

(a) **9.4** ve **9.11.1.2**'de belirtilen koşulları sağlayan *Moment Aktaran Çelik Çerçeve* türü taşıyıcı sistemler.

(b) **9.7**'de belirtilen koşulları sağlayan *Merkezi Çaprazlı Çelik Çerçeve* türü taşıyıcı sistemler.

(c) **9.4**'te tanımlanan moment aktaran çelik çerçeveler ile (b)'de tanımlanan çaprazlı çelik çerçevelerin birleşiminden oluşan sistemler.

9.2.1.3 – *Süneklik düzeyi sınırlı* moment aktaran çelik çerçeve sistemlerin *süneklik düzeyi yüksek* çelik çaprazlı çerçeveler veya betonarme perdelerle birlikte kullanılması ile oluşturulan sistemler *Süneklik Düzeyi Karma Sistemler* olarak tanımlanmıştır. Ancak, **9.11.1.2(a)**'da belirtilen koşulları sağlayan *süneklik düzeyi sınırlı* kompozit kolonlu moment aktaran çerçeve sistemlerin sadece betonarme perdeler ile karma sistem oluşturmasına izin verilir.

9.2.1.4 – Bu üç sınıfa giren sistemlerin deprem etkileri altında tasarımında uygulanacak *R taşıyıcı sistem davranış katsayıları* ve *D dayanım fazlalığı katsayıları* ile izin verilen bina yükseklik sınıfları (BYS) **Tablo 4.1**'de verilmiştir. Bu sistemlerin karma olarak kullanılmasına ilişkin özel durum ve koşullar **4.3.4**'te yer almaktadır.

9.2.1.5 – Düşey doğrultuda en çok iki farklı yatay yük taşıyıcı sistem içeren çelik binalar veya betonarme ve çelik taşıyıcı sistemlerden oluşan karma binalara ve bunlara uygulanacak *R*, *D* katsayılarına ilişkin koşullar **4.3.6**'da verilmiştir.

9.2.1.6 – Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerin de bulunması durumunda, betonarme perdelerin tasarımı için **7.6**'da verilen kurallar uygulanacaktır.

9.2.2. İlgili Standartlar ve Tasarım Esasları

9.2.2.1 – Bu bölümün kapsamı içinde bulunan çelik taşıyıcı sistemlerin tasarımı; bu Yönetmelikte **Bölüm 2, 3, 4** ve **5**'te verilen hesap kuralları ile TS 498'de öngörülen yükler gözönüne alınarak, ilgili standartlara ve özellikle bu bölümdeki kurallara göre yapılacaktır.

9.2.2.2 – Çelik yapı elemanları ve birleşimleri, yapının işletme ömrü boyunca kendinden beklenen tüm fonksiyonları belirli bir *güvenlik* altında yerine getirebilecek düzeyde dayanım, kararlılık (stabilite) ve rijitliğe sahip olacaktır.

9.2.2.3 – Çelik bir binanın tasarımında, sadece birinin uygulanması koşuluyla, 04/02/2016 tarihli ve 29614 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” te tanımlanan *Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım* (YDKT) yöntemi veya *Güvenlik Katsayıları ile Tasarım* (GKT) yöntemi kullanılabilir. Ancak, **Ek 9B**'de yer alan moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinin, **9.11**'de verilen kompozit kolonlu taşıyıcı sistemlerin ve temellerin tasarımında sadece YDKT yöntemi kullanılacaktır. **Ek 9B**'ye uygun olarak boyutlandırılacak moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinin YDKT yöntemi ile tasarımında **Ek 9B**'de tanımlanan dayanım katsayıları kullanılacaktır.

9.2.2.4 – Bu Yönetmelik kapsamında, düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında yapılacak kesit hesapları ile birleşim ve ek hesapları için uygulanacak olan tasarım kuralları, ilgili YDKT ve GKT yöntemleri için ayrı ayrı verilmiştir.

9.2.3. Malzeme Koşulları

9.2.3.1 – Bu yönetmelik kapsamında, “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” te tanımlanan tüm yapısal çelikler kullanılabilir. Ancak, yatay yük taşıyıcı sistemin elemanlarında kullanılacak çelik malzemesi aşağıdaki koşulları da sağlamalıdır.

(a) Doğrusal olmayan davranış göstermesi beklenen elemanlarda kullanılacak yapısal çeliğin karakteristik akma gerilmesi 355 N/mm^2 değerini aşmamalıdır. Ayrıca, **9.4**'te belirtilen süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerin kolonları hariç olmak üzere, bu bölümde tanımlanan yatay yük taşıyıcı sistemlerin kolonlarında kullanılacak yapısal çeliğin karakteristik akma gerilmesi 460 N/mm^2 'yi aşamaz.

(b) Başlıklarının 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 deneylerde minimum Charpy-V-Notch (CVN) dayanımı (*Çentik Tokluğu*) değeri 21° C 'de 27 Nm (27 J) olacaktır.

9.2.3.2 – Deprem yükleri etkisindeki elemanların birleşim ve eklerinde (8.8) veya (10.9) kalitesinde yüksek dayanımlı bulonlar *tam önçekme* verilerek kullanılacaktır. Bulonların kesme kuvveti etkisinde olduğu birleşimlerde, bulonların dış açılmamış gövde enkesitinin kayma düzleminde olması sağlanacaktır. Birleşen parçalar arasındaki temas yüzeyi, ezilme etkili birleşimlerde de, en az $\mu=0.20$ değerine eşit bir sürtünme katsayısı elde edilmesini sağlayacak şekilde hazırlanmalıdır. Deprem yükleri etkisinde olmayan elemanların birleşim ve eklerinde “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” te tanımlanan normal bulonlar kullanılabilir.

9.2.3.3 – Kaynaklı birleşimlerde çelik malzemesine ve kaynaklama yöntemine uygun kaynak metali kullanılacak ve kaynak metalinin akma gerilmesi, birleştirilen esas metalin akma gerilmesinden daha az olmayacaktır. Deprem yükleri etkisindeki elemanların ve birleşimlerinin tüm kaynaklarında **Tablo 9.1**'de öngörülen koşulları sağlayan kaynak metali kullanılacaktır.

9.2.3.4 – Bulonlar ve kaynaklar, birleşimde aktarılan kuvveti veya bu kuvvetin bir bileşenini paylaşacak şekilde bir arada kullanılmazlar (Bkz. **Ek 9A**).

Tablo 9.1 – Deprem Yükleri Etkisindeki Elemanların Birleşim ve Eklerinde Kullanılacak Kaynak Metali Özellikleri

Kaynak Metali Sınıfı	E 480	E 550
Karakteristik Akma gerilmesi, N/mm ²	400	470
Min. Çekme dayanımı, (F_E) N/mm ²	480	550
Min. Uzama, %	22	19
Çentik Tokluğu (CVN)	-18°C de min. 27J	

9.2.4. Olası Malzeme Dayanımı

Bu bölümün ilgili maddelerinde gerekli görülen yerlerde, çelik yapı elemanlarının ve birleşimlerinin tasarımında *olası (beklenen) malzeme dayanımları* kullanılacaktır. Dayanımı belirlenen elemanda olası göçme sınır durumları için, *karakteristik dayanım* ifadelerinde karakteristik akma gerilmesi, F_y ve karakteristik çekme dayanımı, F_u yerine sırasıyla; olası akma gerilmesi, $R_y F_y$ ve olası çekme dayanımı, $R_t F_u$ kullanılacaktır. Olası akma gerilmesi ve olası çekme dayanımının hesabında uygulanacak katsayılar, yapı çeliğinin sınıfına ve eleman türüne bağlı olarak, **Tablo 9.2**'de verilmiştir.

Tablo 9.2 – R_y ve R_t Katsayıları

Yapı Çeliği Sınıfı ve Eleman Türü	R_y	R_t
S 235 çeliğinden imal edilen hadde profilleri ve levhalar	1.4	1.1
S 275 çeliğinden imal edilen hadde profilleri ve levhalar	1.3	1.1
S 355 çeliğinden imal edilen hadde profilleri ve levhalar	1.25	1.1
S 460 çeliğinden imal edilen hadde profilleri	1.1	1.1
Boru ve Kutu profiller	1.4	1.3
Donatı çeliği	1.2	1.2

9.2.5. Deprem Etkisini İçeren Yük Birleşimleri

Çelik yapı elemanları, “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 5.3 esas alınarak boyutlandırılacaktır. Bu boyutlandırmada, 9.2.6’da belirtilen özel durumlar dışında, deprem etkisini içeren yük birleşimleri olarak 9.2.5.1 veya 9.2.5.2’de verilen yük birleşimleri kullanılacaktır.

9.2.5.1 – YDKT (*Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım*) uygulandığında *Deprem Etkisini İçeren Yük Birleşimleri* için **Bölüm 4.4.4.2(a)** esas alınacaktır. Hareketli yük değerinin 5.0 kN/m²’ye eşit veya daha küçük olması durumunda **Denk.(4.11)**’deki Q , %50 oranında azaltılabilir. Ancak bu azaltma, garajlar ve insanların yoğun olarak bulunduğu binalar için uygulanmayacaktır.

9.2.5.2 – GKT (*Güvenlik Katsayıları ile Tasarım*) uygulandığında *Deprem Etkisini İçeren Yük Birleşimleri* aşağıda **Denk.(9.1)**’deki gibi alınacaktır.

$$G + 0.75Q + 0.75S \pm 0.75(0.7E_d) \quad (9.1a)$$

$$G \pm 0.7E_d \quad (9.1b)$$

$$0.6G + 0.75H \pm 0.7E_d \quad (9.1c)$$

9.2.6. Dayanım Fazlalığı Katsayısı ile Büyütülen Deprem Etkileri

Bu bölümün ilgili maddelerinde açıklandığı yerlerde, çelik yapı elemanları ile birleşim ve ek detaylarının gerekli dayanımları, deprem etkilerinin *dayanım fazlalığı katsayısı D* ile çarpılarak büyütülmesiyle belirlenen iç kuvvetlerin 9.2.5’te tanımlanan yük birleşimlerinde kullanılmasıyla elde edilecektir. Ancak bu iç kuvvetler, *kapasite tasarımı ilkesi*’nin gereği olarak, pekleşme ve malzeme dayanım artışı etkileri de gözönüne alınarak tanımlanan *akma* (mekanizma) *durumu ile uyumlu* iç kuvvetlerden daha büyük alınmayacaktır. *D dayanım fazlalığı katsayıları*, taşıyıcı sistemlerin türlerine ve süneklik düzeylerine bağlı olarak **Tablo 4.1**’de verilmiştir.

9.2.7. Enkesit Koşulları

Süneklik düzeyi yüksek veya *süneklik düzeyi sınırlı* olarak tasarlanacak sistem elemanları enkesitinin *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/et kalınlığı* oranları **Tablo 9.3**’te verilen ilgili sınır değerleri aşmayacaktır.

9.2.8. Kirişlerde Stabilite Bağlantıları

9.2.8.1 – *Süneklik düzeyi yüksek* veya *süneklik düzeyi sınırlı* olarak tasarlanan yatay yük taşıyıcı sistemlerin çelik kirişlerinin alt ve/veya üst başlıkları, **Denk.(9.2)** veya **Denk.(9.3)** ile verilen koşulları sağlayacak şekilde yanal burkulmaya karşı desteklenecektir. Betonarme döşemelerin çelik kirişler ile kompozit olarak çalıştığı çelik taşıyıcı sistemlerde, kirişlerin betonarme döşemeye bağlanan başlıklarında, bu koşula uyulması zorunlu değildir.

Yanal destek elemanları arasındaki en büyük uzaklık

(a) Deprem yükü taşıyıcı sistemlerin *süneklik düzeyi yüksek* elemanlar olarak tasarlanan kirişlerinde

$$L_b \leq 0.086i_y \frac{E}{F_y} \quad (9.2)$$

(b) Deprem yükü taşıyıcı sistemlerin *süneklik düzeyi sınırlı* elemanlar olarak tasarlanan kirişlerinde

$$L_b \leq 0.17i_y \frac{E}{F_y} \quad (9.3)$$

koşulunu sağlayacaktır.

Ayrıca, sistemin doğrusal olmayan şekildeğiştirmesi sırasında *plastik mafsal* oluşabilecek noktalar, tekil yüklerin etkidiği noktalar ve kiriş enkesitinin ani değıştiği noktalarda kiriş başlıkları yanal ötelenmeye ve burulmaya karşı desteklenecektir.

9.2.8.2 – Süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi sınırlı olarak tasarlanacak elemanlarda yanal stabilite destek elemanları yeterli dayanım ve rijitliğe sahip olacak şekilde boyutlandırılacaktır. Bunun için esas alınacak koşullar aşağıda verilmiştir.

(a) Yatay yük taşıyıcı sistemlerin kiriş başlıklarında, yanal ötelenmeye ve burulmaya karşı kullanılacak elemanların gerekli dayanım ve rijitliği, “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 16.3’te $C_d = 1.0$ için, kirişin **Denk.(9.4)** ile verilen eğilme dayanımı esas alınarak belirlenecektir.

$$M_r = M_a = R_y F_y W_p / 1.5 \quad (\text{GKT}) \quad (9.4a)$$

veya

$$M_r = M_u = R_y F_y W_p \quad (\text{YDKT}) \quad (9.4b)$$

(b) Olası plastik mafsal bölgelerinde ise, kiriş başlıklarında yanal ötelenmeye ve burulmaya karşı kullanılacak elemanlar, aşağıda verilen özel koşullar altında yeterli dayanım ve rijitliğe sahip olacak şekilde boyutlandırılacaktır.

(1) Yanal mesnet elemanlarının her iki başlık için gerekli dayanımı **Denk.(9.5)** ile hesaplanacaktır.

$$P_{br} = (0.06/1.5) R_y F_y W_p / h_o \quad (\text{GKT}) \quad (9.5a)$$

veya

$$P_{br} = 0.06 R_y F_y W_p / h_o \quad (\text{YDKT}) \quad (9.5b)$$

(2) Kirişte burulmaya karşı kullanılan elemanlarının gerekli dayanımı, “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 16.3’te $C_d = 1.0$ alınarak **Denk. (9.6)** ile hesaplanacaktır.



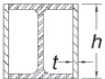
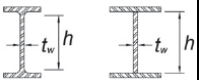
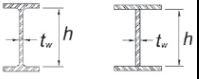

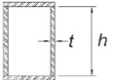
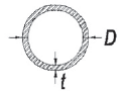
$$M_a = (0.06/1.5) R_y F_y W_p \quad (\text{GKT}) \quad (9.6a)$$

veya

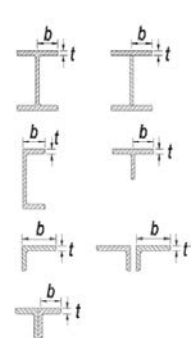

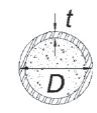
$$M_u = 0.06 R_y F_y W_p \quad (\text{YDKT}) \quad (9.6b)$$

(3) Bu elemanların gerekli rijitliği “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 16.3’te $C_d = 1.0$ için, **Denk.(9.4)** ile verilen kiriş eğilme dayanımı esas alınarak belirlenecektir.

Tablo 9.3 – Enkesit Koşulları

Eleman Tanımı	Narinlik Oranı	Sınır değerler		Açıklama	
		Süneklik Düzeyi Yüksek Elemanlar, λ_{hd}	Süneklik Düzeyi Sınırlı Elemanlar, λ_{md}		
Rijitleştirilmiş Elemanlar	Dikdörtgen kutu kesitler	b/t			
	Yapma dikdörtgen kutu kesitler ve I kesitinden kutu şeklinde teşkil edilmiş kesitlerin başlıkları	b/t			
	I kesitinden kutu şeklinde teşkil edilmiş kesitlerin yan levhaları ve çapraz eleman olarak kullanılacak yapma kutu kesitler	h/t			
	Çapraz eleman olarak kullanılacak I veya yapma I kesitlerin gövdeleri	h/t_w	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Rijitleştirilmiş Elemanlar	Kiriş veya kolon olarak kullanılacak I veya yapma I kesitlerin gövdeleri ^[b]	h/t_w	$C_a \leq 0.125$ ise $2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 0.93C_a)$	$C_a \leq 0.125$ ise $3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 2.75C_a)$	
	Kiriş veya kolon olarak kullanılacak I profilinden kutu şeklinde teşkil edilen enkesitlerin yan levhaları	h/t	$C_a > 0.125$ ise $0.77 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.93 - C_a) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$C_a > 0.125$ ise $1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.33 - C_a) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	Kiriş veya kolon olarak kullanılacak yapma kutu enkesitlerin gövdeleri	h/t	$C_a = \frac{\Omega_c P_a}{F_y A}$, $\Omega_c = 1.67$ (GKT)	$C_a = \frac{P_u}{\phi_c (F_y A)}$, $\phi_c = 0.90$ (YDKT)	
Boru enkesitli elemanlar	D/t	$0.038 \frac{E}{F_y}$	$0.044 \frac{E}{F_y}$ ^[c]		

Tablo 9.3 (devamı)

Eleman Tanımı	Narinlik Oranı	Sınır değerler		Açıklama
		Süneklik Düzeyi Yüksek Elemanlar, λ_{hd}	Süneklik Düzeyi Sınırlı Elemanlar, λ_{md}	
Rijitleştirilmemiş Elemanlar I veya yapma I kesitlerin başlıkları, U veya T kesitler, korniyer (L) veya ayrıık çift korniyerlerin kolları, sürekli birleşik çift korniyerlerin kolları	b/t	$0.30 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Kompozit Elemanlar Kutu enkesitli kompozit elemanların cidarları	b/t	$1.4 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$2.26 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Boru enkesitli kompozit elemanların cidarı	D/t	$0.076 \frac{E}{F_y}$	$0.15 \frac{E}{F_y}$	

^[a] Kiriş veya kolon olarak kullanılan dikdörtgen kutu enkesitlerde, yapma kutu enkesitler ve I kesitinden kutu şeklinde teşkil edilen kesitlerin başlıklarında enkesit koşulunun sınır değeri $1.12 \sqrt{E/F_y}$ olarak alınacaktır.

^[b] $C_a \leq 0.125$ için süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerdeki I kesitlerde, enkesit koşulunun (h/t_w) sınır değeri $2.45 \sqrt{E/F_y}$ 'yi aşamaz. $C_a \leq 0.125$ için süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerdeki I kesitlerde ise enkesit koşulunun (h/t_w) sınır değeri $3.76 \sqrt{E/F_y}$ 'yi aşamaz.

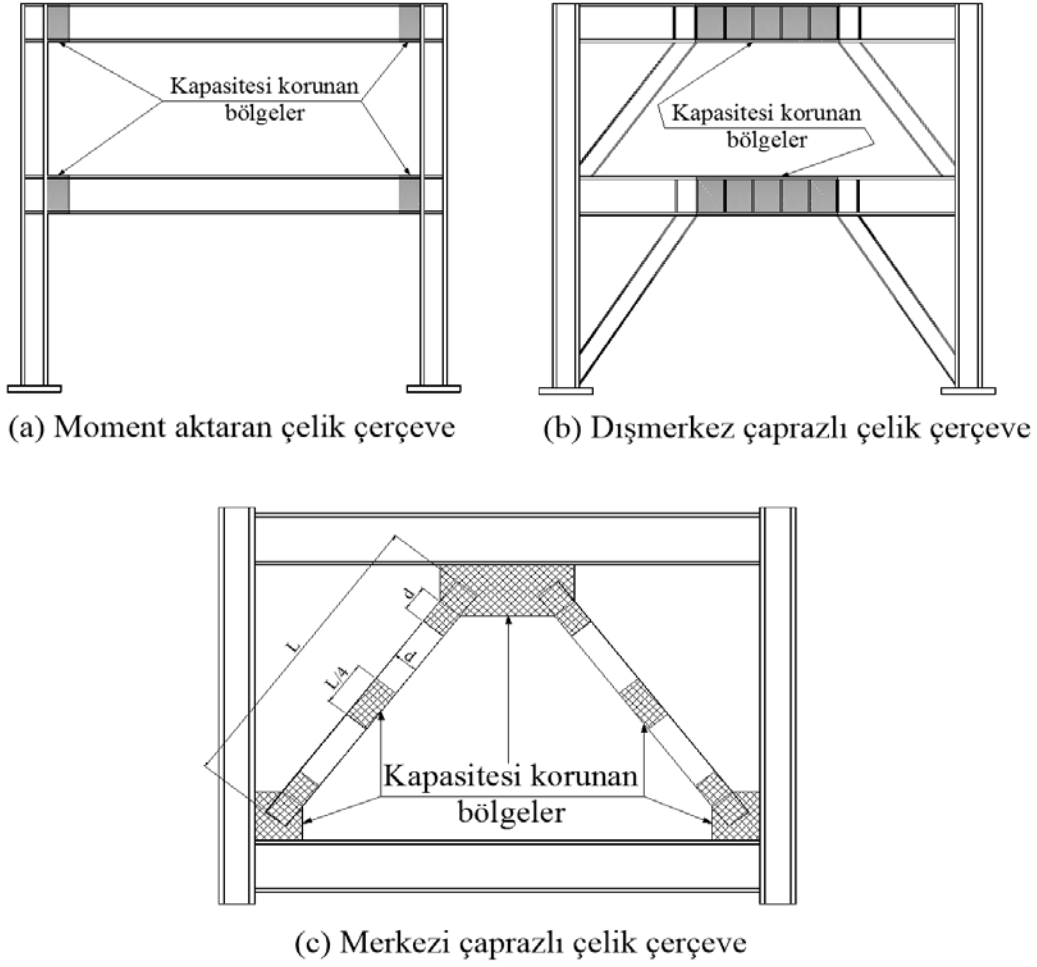
^[c] Kiriş veya kolon olarak kullanılan boru profillerdeki enkesit koşulunun sınır değeri $0.07E/F_y$ olarak alınabilir.

9.2.9. Süneklik Düzeyi Yüksek Yatay Yük Taşıyıcı Sistemler için Kapasitesi Korunmuş Bölgeler

Süneklik düzeyi yüksek yatay yük taşıyıcı sistemler için *kapasitesi korunmuş bölgeler*, moment aktaran çerçevelerde olası plastik mafsal bölgeleri ve dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerin bağ kirişleri ile merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin çapraz elemanlarının uç ve orta bölgelerini kapsamaktadır (**Şekil 9.1**). Bu bölgeler içinde ilgili elemanların doğrusal olmayan davranışını olumsuz yönde etkileyen ani enkesit değişimlerine, ek detayı uygulanmasına, boşluklara (geçici montaj amaçlı boşluklar dahil), eleman bağlantılarına ve başlıklı kayma elemanlarının kullanılmasına izin verilmez.

9.2.10. Kolon ve Kiriş Ekleri

9.2.10.1 – Deprem yükü etkisindeki taşıyıcı sistemlerin kapsamı dışında olan kolonlar da dahil olmak üzere, tüm kolonlar için *kolon ekleri* kiriş başlıklarının kolona birleşim düzlemlerinden en az 1.2 m uzakta yapılacaktır. Ancak, kolon net yüksekliğinin 2.4 m den az olması halinde, kolon eki net yüksekliğin ortasında teşkil edilecektir. Bununla beraber, kolon gövdesi ve başlıklarının tam penetrasyonlu küt kaynak ile birleştirildiği eklerin, kolon enkesit yüksekliğinden az olmamak koşulu ile, kiriş başlıklarının kolona birleşim düzlemlerine daha yakın bölgelerde teşkil edilmesine izin verilebilir.



Şekil 9.1

9.2.10.2 – Kolon eklerinin boyutlandırılmasında ek detayının gerekli dayanımı, kolonun boyutlandırılmasında esas alınan iç kuvvet durumu ve ilgili maddelerde belirtilen kurallar esas alınarak belirlenecektir.

9.2.10.3 – Kolon ekleri bulonlu, köşe ve küt kaynaklı yapılabilir. Ekin küt kaynaklı olması durumunda tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır (Bkz. **Ek 9A**).

9.2.10.4 – Deprem yükü etkisindeki taşıyıcı sistemler kapsamındaki kiriş ekleri, **9.2.9**'da tanımlanan kapasitesi korunmuş bölgelerin dışında teşkil edilecektir.

9.2.10.5 – Kiriş eklerinin boyutlandırılmasında ek detayının gerekli dayanımı, **9.2.6**'da tanımlanan iç kuvvet durumu esas alınarak belirlenecektir.

9.2.10.6 – Ek detaylarında, levhaların bir elemana sadece bulonlu diğerine sadece kaynaklı olarak bağlantısına izin verilebilir.

9.3. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK MOMENT AKTARAN ÇELİK ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çelik çerçeveler, deprem etkileri altında kirişlerinin önemli ölçüde, kiriş-kolon birleşimlerinin kayma bölgesinin ise sınırlı miktarda doğrusal olmayan şekildeğiştirme yapabilme özelliğine sahip olduğu taşıyıcı sistemlerdir. Süneklik

düzei yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

9.3.1. Genel Koşullar

9.3.1.1 – Süneklik düzei yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, *başlık genişliği/kalınlığı* ve *gövde yüksekliği/kalınlığı* oranları **Tablo 9.3**'te verilen λ_{hd} sınır değerini aşmayacaktır.

9.3.1.2 – Süneklik düzei yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş başlıkları, yanal ötelenmeye ve burulmaya karşı, süneklik düzei yüksek elemanlar için **9.2.8**'de verilen ilgili koşullar esas alınarak desteklenecektir.

9.3.1.3 – Süneklik düzei yüksek moment aktaran çelik çerçeve kolonlarının boyutlandırılmasında, aşağıda verilen koşullar gözönüne alınarak belirlenecek en elverişsiz iç kuvvetler esas alınacaktır.

(a) **9.2.5**'te verilen, deprem etkisini içeren yük birleşimleri dikkate alınarak elde edilecek kesme kuvveti, eksenel kuvvet ve eğilme momentleri.

(b) Eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın, **9.2.6** uyarınca elde edilecek eksenel çekme ve basınç kuvvetleri. Ancak, kolon uçları arasında etkiyen yatay kuvvetlerin bulunması halinde, bunların oluşturacağı eğilme momentleri de gözönüne alınacaktır.

9.3.1.4 – Süneklik düzei yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin kirişleri, **9.2.5** esas alınarak elde edilecek en elverişsiz iç kuvvetler altında boyutlandırılacaktır.

9.3.2. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

9.3.2.1 – Süneklik düzei yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin veya betonarme perdeli-çelik çerçevesi sistemlerin çerçevelerinin her bir kiriş-kolon düğüm noktasında, gözönüne alınan deprem doğrultusunda, **Denk.(9.7)** ile uyumlu olarak kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulunun sağlandığı gösterilecektir (**Şekil 9.2**).

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pb}^*} > 1.0 \quad (9.7)$$

Denk.(9.7) deki M_{pc}^* kolon eğilme momenti kapasiteleri **Denk.(9.8a)** veya **Denk.(9.8b)** ile hesaplanacaktır. M_{pb}^* kiriş eğilme momenti kapasiteleri, **Denk.(9.9a)** veya **Denk.(9.9b)** ve zayıflatılmış kiriş enkesitli birleşim kullanılması durumunda ise **Denk.(9.9c)** veya **Denk.(9.9d)** ile hesaplanacaktır.

Kolon eğilme momenti kapasitelerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu eğilme momenti kapasitelerini en küçük yapan, **9.3.1.3** ile elde edilen P_{ac} (GKT) veya P_{uc} (YDKT) gerekli eksenel basınç kuvveti gözönüne alınacaktır.

$$\sum M_{pc}^* = \sum W_{pc} (F_{yc} - 1.5P_{ac} / A_g) \quad (\text{GKT}) \quad (9.8a)$$

veya

$$\sum M_{pc}^* = \sum W_{pc} (F_{yc} - P_{uc} / A_g) \quad (\text{YDKT}) \quad (9.8b)$$

$$\sum M_{pb}^* = \sum (1.1R_y F_{yb} W_{pb} + 1.5M_{av}) \quad (\text{GKT}) \quad (9.9a)$$

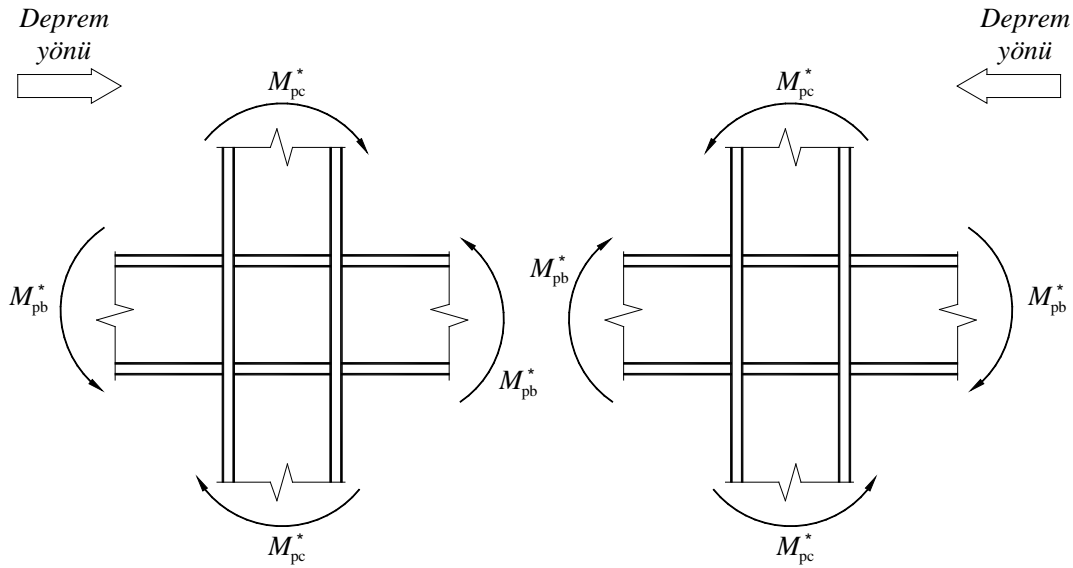
veya

$$\sum M_{pb}^* = \sum (1.1R_y F_{yb} W_{pb} + M_{uv}) \quad (\text{YDKT}) \quad (9.9b)$$

$$\sum M_{pb}^* = \sum (1.1R_y F_{yb} W_{RBS} + 1.5M_{av}) \quad (\text{GKT}) \quad (9.9c)$$

veya

$$\sum M_{pb}^* = \sum (1.1R_y F_{yb} W_{RBS} + M_{uv}) \quad (\text{YDKT}) \quad (9.9d)$$



Şekil 9.2

9.3.3. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Sağlanmaması Durumu

9.3.3.1 – 9.2.5 te verilen deprem etkisini içeren yük birleşimleri gözönüne alınmak suretiyle, Denk.(9.10)'un sağlandığı kolonlarda aşağıda belirtilen durumlar için kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu aranmayacaktır.

$$P_a < 0.3(F_y A_g / 1.5) \quad (\text{GKT}) \quad (9.10a)$$

veya

$$P_u < 0.3(F_y A_g) \quad (\text{YDKT}) \quad (9.10b)$$

(a) Tek katlı yapılar ve çok katlı yapıların en üst kat kolonları.

(b) Dikkate alınan doğrultuda kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulunu sağlamayan bir kattaki kolonların kesme kuvveti dayanımları toplamının o katta aynı doğrultudaki moment aktaran çerçeve kolonlarının kesme kuvveti dayanımları toplamının %20'sinden az olması durumu ve her bir moment aktaran çerçeve aksındaki kolonların kesme kuvveti dayanımları toplamının, o kolon aksındaki moment aktaran çerçeve kolonlarının kesme kuvveti dayanımı toplamının %33'ünden küçük olması durumu.

Bu koşul için *kolon aksı*, bir kolon aksına dik doğrultudaki plan boyutunun %10'u içinde kalan paralel sıra kolonlarının da bulunduğu aks olarak tanımlanır. Kolonun tasarım kesme kuvveti dayanımı, kolonların kirişlerden güçlü olması koşulunu sağlayan kolonlarda, her iki ucuna bağlanan kirişlerin veya bu koşulun sağlanmadığı kolonlarda, kolon uçları eğilme momenti dayanımları toplamının H kat yüksekliğine bölünmesiyle elde edilecektir.

9.3.3.2 – Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolonların mevcut kesme kuvveti dayanımlarının gerekli kesme kuvveti dayanımına oranı, ilgili katın üstündeki kolonların mevcut kesme kuvveti dayanımlarının gerekli kesme kuvveti dayanımına oranından %50 daha büyük olması durumunda kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu aranmayacaktır.

9.3.4. Kiriş - Kolon Birleşim Bölgeleri

9.3.4.1 – Süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş-kolon birleşimlerinde aşağıdaki üç koşul bir arada sağlanacaktır.

(a) Birleşim en az 0.04 radyan *görelî kat öteleme açısı*'nı (görelî kat öteleme/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 **Ek 9B**'de verilmiştir.

(b) Birleşimin kolon yüzündeki M_{uc} *gerekli eğilme momenti dayanımı*, **Ek 9B**'de tanımlanan detaylarda, düğüm noktasına birleşen kirişin olası plastik eğilme momenti, M_{pr} ile kiriş ucundaki olası plastik mafsalın yeri dikkate alınarak, **Denk.(9.11)** ile hesaplanacak eğilme momenti dayanımından daha az olmayacaktır.

$$M_{uc} = M_{pr} + V_{uc} \ell_h \quad (9.11)$$

Gerekli eğilme momenti dayanımı'nin belirlenmesinde, kirişin plastik mafsal ve kolon yüzü arasındaki bölümü için, düşey yüklerden gelen ilave eğilme momentinin katkısı da dikkate alınabilir.

(c) Birleşimin boyutlandırılmasında kullanılacak V_{uc} kesme kuvveti, akma (mekanizma) durumu esas alınarak belirlenen kesme kuvveti ile kiriş ucundaki plastik mafsal noktalarında $(1.2G + 0.5Q + 0.2S)$ yük birleşimi altında hesaplanacak kesme kuvveti toplanarak **Denk.(9.12)** ile elde edilecektir. *Gerekli kesme kuvveti dayanımı*'nin belirlenmesinde, kirişin plastik mafsal ve kolon yüzü arasındaki bölümü için, düşey yüklerden gelen ilave kesme kuvvetinin katkısı da dikkate alınabilir.

$$V_{uc} = V_d \pm (M_{pr_i} + M_{pr_j}) / \ell_n \quad (9.12)$$

9.3.4.2 – Kiriş-kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesinin (**Şekil 9.3**) V_{up} gerekli kesme kuvveti dayanımı, kolona birleşen kirişlerin olası plastik momentleri etkisinden meydana gelen kolon kesme kuvveti esas alınarak **Denk.(9.13)** ile hesaplanacaktır.

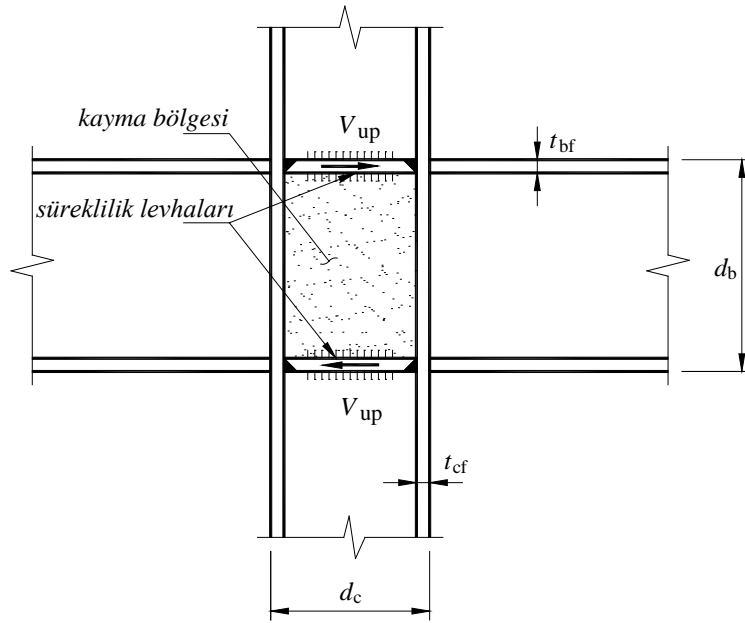
$$V_{up} = \sum M_{uc} \left(\frac{1}{d_b - t_{bf}} - \frac{1}{H_{ort}} \right) \quad (9.13)$$

(a) Kayma bölgesi yeterli kesme kuvveti dayanımına sahip olacak şekilde boyutlandırılacaktır. Bunun için, kayma etkisinde akma sınır durumu gözönüne alınarak, kayma bölgesinin tasarım

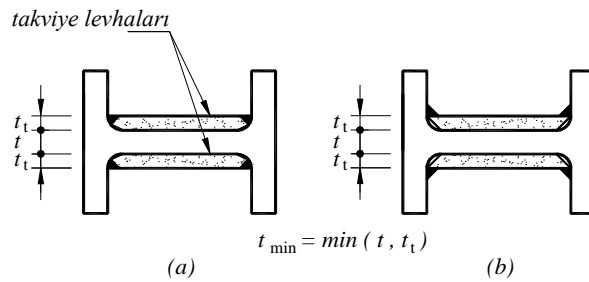
kesme kuvveti dayanımı $\phi_v = 1.0$ (YDKT) ile belirlenecektir. Bu koşulun sağlanamaması halinde kayma bölgesi, gövde takviye levhaları veya örneğin köşegen doğrultusunda levhalar eklenerek güçlendirilecektir.

(b) Kolon gövde levhasının ve eğer kullanılmış ise takviye levhalarının her birinin en küçük kalınlığı, $t_{\min} \geq u/180$ koşulunu sağlayacaktır (**Şekil 9.4**). Bu koşulun sağlanmadığı durumlarda, takviye levhaları ve kolon gövde levhası birlikte çalışmaları sağlanacak şekilde birbirlerine kaynaklanacak ve levha kalınlıkları toplamının $\sum t \geq u/180$ koşulunu sağladığı kontrol edilecektir.

(c) Kayma bölgesinde takviye levhaları kullanılması halinde, bu levhaların kolon başlık levhalarına bağlanması için tam penetrasyonlu küt kaynak veya köşe kaynağı kullanılacaktır (**Şekil 9.4**). Bu kaynaklar, takviye levhası tarafından karşılanan kesme kuvveti gözönüne alınarak boyutlandırılacaktır.



Şekil 9.3



Şekil 9.4

9.3.4.3 – Moment aktaran kiriş-kolon birleşim detaylarında, kolon gövdesinin her iki tarafına, kiriş başlıkları seviyesinde *süreklilik levhaları* konularak kiriş başlıklarındaki çekme ve basınç kuvvetlerinin kolona (ve iki taraflı kiriş-kolon birleşimlerinde komşu kirişe) güvenle aktarılması sağlanacaktır (**Şekil 9.3**).

(a) Süreklilik 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) Süreklilik levhalarının kolon gövde ve başlıklarına bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Süreklilik levhasının kolon gövdesine bağlantısı için köşe kaynağı da kullanılabilir. Ancak bu kaynağın, süreklilik levhasının kendi düzlemindeki kesme kapasitesine eşit bir kuvveti kolon gövdesine aktaracak boy ve kalınlıkta olması gereklidir.

(c) Kolon başlık kalınlığının

$$t_{cf} \geq 0.4 \sqrt{1.8 b_{bf} t_{bf} \frac{R_{yb} F_{yb}}{R_{yc} F_{yc}}} \quad (9.14a)$$

ve

$$t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{6} \quad (9.14b)$$

koşullarının her ikisini de birlikte sağlaması durumunda süreklilik levhasına gerek olmayabilir.

9.3.4.4 – Kiriş-kolon birleşim detayının boyutlandırılmasında, **Ek 9B**'de verilen hesap esasları kullanılacaktır.

9.3.4.5 – *Kapasitesi korunmuş bölgelerde*, **9.2.9**'da verilen koşullara uyulacaktır. Bu bölgeler içinde başlıklı kayma elemanlarının kullanılmasına izin verilmez.

9.3.5. Kolon Ekleri

Kolon ekleri **9.2.10**'da verilen ilgili koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Ayrıca, bulonlu ek detayı uygulanması halinde, kolon eklerinin gerekli eğilme dayanımı, eklenen elemanlardan küçük enkesitli olanı dikkate alınarak $R_y F_y W_p / 1.5$ (GKT) veya $R_y F_y W_p$ (YDKT) şeklinde hesaplanacaktır. Eklerin gerekli kesme kuvveti dayanımı, $\sum M_{pc} / 1.5 H_c$ (GKT) veya $\sum M_{pc} / H_c$ (YDKT), **9.3.1.3(a)** ve **9.3.1.3(b)** den elde edilen kesme kuvveti değerlerinden en büyüğü olarak alınacaktır. Burada, $\sum M_{pc}$, eklenen kolonun alt ve üst uçlarındaki kolon eğilme momenti dayanımlarının toplamıdır.

9.3.6. Kiriş – Kolon Birleşimlerinin Stabilitesi

Çerçeve düzlemi dışına doğru meydana gelebilecek dönmelerin önlenmesi amacıyla kolonlar, kiriş-kolon birleşim bölgelerinde, aşağıdaki durumlar dikkate alınarak desteklenecektir.

(a) Kiriş - kolon birleşim bölgelerinin döşeme sistemi veya çatı stabilite bağlantıları ile yanal doğrultuda desteklendiği durumlarda, kiriş ve kolon gövdelerinin aynı düzlemde olması halinde ve kayma bölgesi dışında kolonun elastik kaldığı gösterildiğinde, kolon başlıkları sadece kiriş üst başlıkları hizasında yanal doğrultuda desteklenecektir. **Denk. (9.7)**'de verilen oranın 2.0 den büyük olduğu durumlarda kolonların elastik kaldığı varsayılabilir. Diğer durumlarda, kolon başlıkları, kiriş alt ve üst başlıkları hizalarından yanal doğrultuda desteklenecektir. Her bir yanal destek elemanı, $F_y A_{fb} / 1.5$ (GKT) veya $F_y A_{fb}$ (YDKT) ile hesaplanan değer %2 sine eşit bir aksenal kuvvet etkisi altında boyutlandırılacaktır.

(b) Kiriş - kolon birleşim bölgelerinin buldukları çerçeve düzlemine dik doğrultuda yanal olarak desteklenmediği durumlarda kolonlar, yanal olarak desteklendikleri noktalar arasında kalan boy kullanılarak ve aşağıdaki koşullara uygun olarak, “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 11 esasları çerçevesinde boyutlandırılacaktır.

(1) Kolonun gerekli dayanımı, 9.2.6’da tanımlanan yük birleşimleri kullanılarak elde edilecektir.

(2) Kolonun narinlik oranı, $L/i \leq 60$ koşulunu sağlayacaktır.

(3) Kolonun çerçeve düzlemine dik doğrultudaki gerekli eğilme momenti dayanımı, yanal destek elemanı için (a)’da tanımlanan gerekli eksenel kuvvet dayanımı etkisinde oluşacak yanal doğrultudaki yerdeğiştirmenin esas alındığı ikinci mertebe eğilme momenti olarak hesaplanacaktır.

9.4. SÜNEKLİK DÜZEYİ SINIRLI MOMENT AKTARAN ÇELİK ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçeveler, deprem etkileri altında kirişlerin, kolonların ve kiriş-kolon birleşimlerinin kayma bölgesinin sınırlı miktarda doğrusal olmayan şekildeğiştirme yapabilme özelliğine sahip olduğu taşıyıcı sistemlerdir. Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerin boyutlandırılmasında uyulacak kurallar aşağıda verilmiştir.

9.4.1. Genel Koşullar

9.4.1.1 – Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, *başlık genişliği/kalınlığı* ve *gövde yüksekliği/kalınlığı* oranları **Tablo 9.3**’te verilen λ_{md} sınır değerlerini aşmayacaktır.

9.4.1.2 – Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerin kiriş başlıkları, yanal ötelenmeye ve burulmaya karşı, süneklik düzeyi sınırlı elemanlar için 9.2.8’de verilen ilgili koşullar esas alınarak desteklenecektir.

9.4.1.3 – Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçeve kolonlarının boyutlandırılmasında 9.3.1.3’te verilen kurallar geçerlidir.

9.4.1.4 – Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçeve kirişlerinin boyutlandırılmasında 9.3.1.4’te verilen kurallar geçerlidir.

9.4.1.5 – Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerde süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çelik çerçeveler için 9.3.2’de verilen, *kolonların kirişlerden daha güçlü olması* koşuluna uyulması zorunlu değildir.

9.4.2. Kiriş - Kolon Birleşim Bölgeleri

9.4.2.1 – Süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde aşağıdaki üç koşul birarada sağlanacaktır:

(a) Birleşim en az 0.02 radyan *görelî kat öteleme açısı*’nı (görelî kat öteleme/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 **Ek 9B**’de verilmiştir.

(b) Birleşimin M_{uc} *gerekli eğilme momenti dayanımı* hesabında, 9.3.4.1(b)’de verilen kurallar geçerlidir.

(c) Birleşimin boyutlandırılmasında esas alınacak V_{uc} kesme kuvvetinin belirlenmesinde 9.3.4.1(c)'de verilen kurallar geçerlidir.

9.4.2.2 – Kiriş-kolon birleşim detayında, kolon ve kiriş başlıklarının sınırladığı kayma bölgesinin (Şekil 9.3) gerekli kesme kuvveti dayanımı, (YDKT) veya (GKT) yük birleşimleri altında en elverişsiz sonucu verecek kiriş uç momentleri ile belirlenecektir.

9.4.2.3 – Moment aktaran kiriş-kolon birleşim detaylarında, 9.3.4.3'te verilen kurallar geçerlidir.

9.4.2.4 – Birleşim detayının boyutlandırılmasında, Ek 9B'de verilen hesap esasları kullanılacaktır.

9.4.2.5 – *Kapasitesi korunmuş bölgelerde* 9.3.4.5'te verilen koşullara uyulacaktır.

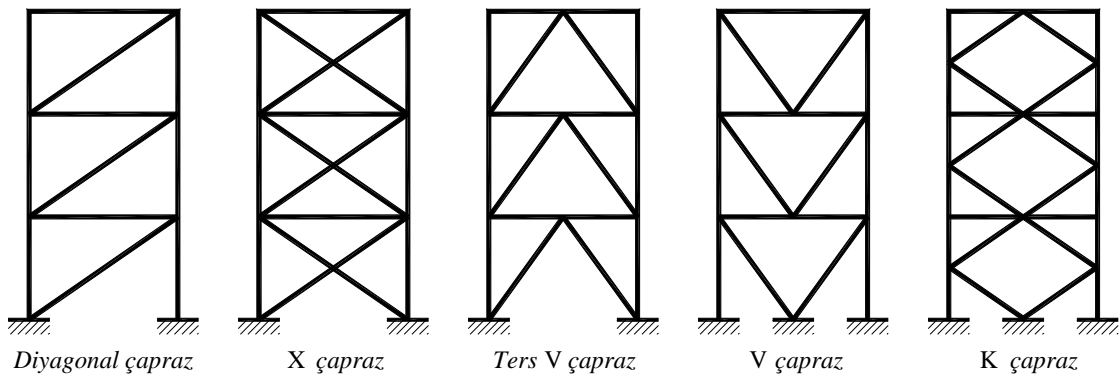
9.4.3. Kolon Ekleri

Süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çelik çerçevelerin kolon ekleri için 9.3.5'te verilen koşullar süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçevelerin kolon ekleri için de aynen geçerlidir.

9.5. MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇAPRAZLI ÇELİK ÇERÇEVELER

Çaprazlı çelik çerçeveler, 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 aksenal kuvvet dayanımları ile sağlanmaktadır. Çaprazlı çelik çerçeveler, çaprazların düzenine bağlı olarak ikiye ayrılırlar.

(a) Merkezi çaprazlı çelik çerçeveler (Şekil 9.5).



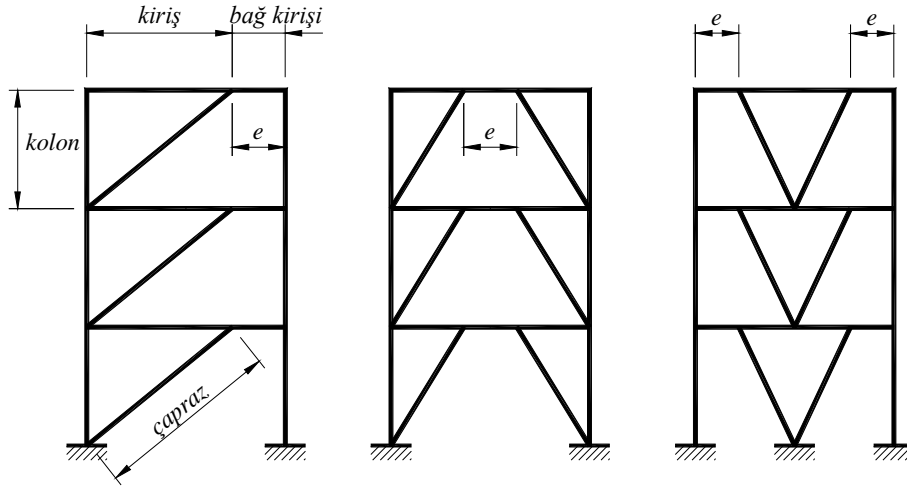
Şekil 9.5

(b) Dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler (Şekil 9.6).

Normal kat ve çatı düzlemleri içinde teşkil edilen ve yatay kuvvetlerin yatay yük taşıyıcı sistemlere aktarılmasını sağlayan sistemlerin tasarımı ile ilgili kurallar 9.10 kapsamında değerlendirilecektir.

Çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı *merkezi çaprazlı çelik çerçeveler* süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi sınırlı sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, çaprazların çerçeve düğüm noktalarına dışmerkez olarak

bağlandığı dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılacaklardır.



Şekil 9.6

9.6. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK MERKEZİ ÇAPRAZLI ÇELİK ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeveler, basınç etkisindeki çapraz elemanların bazılarının burkulması halinde dahi, sistemde önemli ölçüde dayanım kaybı meydana gelmeyecek şekilde boyutlandırılırlar. Bu sistemlerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

9.6.1. Genel Koşullar

9.6.1.1 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/kalınlık* oranları **Tablo 9.3**'te verilen λ_{hd} sınır değerlerini aşmayacaktır.

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

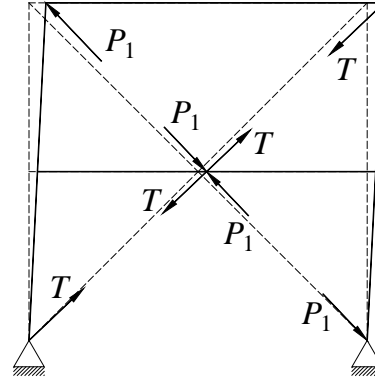
9.6.2. Sistem Analizi

9.6.2.1 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeve sistemlerin kolon, kiriş ve birleşimlerinin boyutlandırılmasında gerekli dayanımlar, **9.2.6** esas alınarak hesaplanacaktır.

9.6.2.2 – Kolon, kiriş ve birleşimlerin **9.2.6**'da tanımlanan akma (mekanizma) durumu ile uyumlu iç kuvvetlerinin hesabı için çapraz elemanların iç kuvvetleri aşağıda (a) ve (b)'de tanımlanmıştır.

(a) Eksenel basınç kuvveti etkisindeki çapraz elemanların burkulma anına karşı gelen tipik mekanizma durumunda (**Şekil 9.7a**), çapraz elemanların plastikleşmesine neden olan ve **Denk.(9.15)** ve **Denk.(9.16)** ile belirlenen olası eksenel çekme ve basınç kuvveti dayanımları.

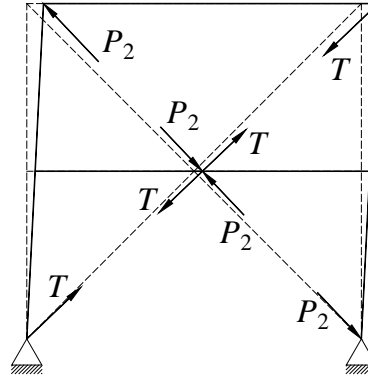
Deprem Yönü



Şekil 9.7a

(b) Eksenel basınç kuvveti etkisindeki çapraz elemanların burkulma sonrasına karşı gelen tipik mekanizma durumunda (Şekil 9.7b), çapraz elemanların plastikleşmesine neden olan ve Denk.(9.15) ve Denk.(9.17) ile belirlenen olası eksenel çekme kuvveti ve burkulma sonrası oluşan olası eksenel basınç kuvveti dayanımları.

Deprem Yönü



Şekil 9.7b

$$T = R_y F_y A_g \quad (9.15)$$

$$P_1 = 1.14 F_{cre} A_g \quad (9.16)$$

$$P_2 = 0.30 (1.14 F_{cre} A_g) \quad (9.17)$$

Denk.(9.15), Denk.(9.16) ve Denk.(9.17) ile belirlenen olası eksenel çekme ve basınç kuvveti dayanımları (YDKT) için aynen, (GKT) için 1.5 ile bölünerek kullanılacaktır. F_{cre} , olası kritik burkulma gerilmesinin hesabında çapraz elemanın kendi boyu esas alınabilir.

9.6.2.3 – Kolon, kiriş ve birleşimlerin eksenel kuvvetleri, 9.6.2.2(a) ve (b)'nin esas alındığı mekanizma durumlarının her biri için denge denklemleri yardımıyla hesaplanacaktır.

9.6.2.4 – Kolon, kiriş ve birleşimlerin gerekli dayanımlarının belirlenmesinde, **9.2.5**'te verilen yük birleşimlerindeki deprem etkileri yerine **9.6.2.3**'te tanımlanan iç kuvvetlerden en elverişsiz olanları kullanılacaktır. Bu deprem etkileri, **9.2.6** uyarınca, arttırılmış deprem etkilerinden daha büyük olmayacaktır.

9.6.3. Çaprazlar

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin çapraz elemanları aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

9.6.3.1 – Çapraz elemanlarda narinlik oranı (çubuk burkulma boyu / atalet yarıçapı) $KL/i \leq 200$ koşulunu sağlayacaktır.

9.6.3.2 – Enkesitleri çok parçalı olan çaprazlar, ancak parçalarının sürekli olarak birleştirilmesi koşulu ile kullanılabilirler.

9.6.3.3 – Çaprazlar, **9.2.5**'te verilen *deprem etkisi içeren yük birleşimleri* dikkate alınarak boyutlandırılacaktır.

9.6.3.4 – Çaprazın etkin net alanı kullanılarak hesaplanan kopma (kırılma) dayanımı, $R_t F_u A_e$ kayıpsız enkesit alanı kullanılarak hesaplanan akma dayanımı, $R_y F_y A_g$ değerinden daha az olmayacaktır. Bu koşul sağlanamadığında net alan enkesiti aşağıdaki koşullar gözönüne alınarak takviye edilecektir.

(a) Takviye elemanının karakteristik akma gerilmesi en az çapraz elemanın karakteristik akma gerilmesine eşit olacaktır.

(b) Takviye elemanının çapraz elemana birleşim detayı, $R_y F_y A_{fb} / 1.5$ (GKT) veya $R_y F_y A_{fb}$ (YDKT) ile hesaplanan eksenel kuvvet etkisi altında boyutlandırılacaktır.

9.6.4. Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

9.6.4.1 – **V** veya ters **V** şeklindeki çapraz sistemlerinde, çaprazların bağlandığı kirişlerin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir.

(a) Kirişler birleştirdiği kolonlar arasında sürekli olacaktır.

(b) Kirişlerin üst ve alt başlıkları **9.2.8**'de verilen ilgili koşullar esas alınarak yanal doğrultuda desteklenecektir. Ayrıca, kirişlerin üst ve alt başlıklarının çaprazların bağlandığı noktalarda da yanal doğrultuda desteklenmesi sağlanacaktır.

(c) Kirişler ve birleşimlerinin gerekli dayanımları, deprem etkilerini içeren yük birleşimlerine göre, deprem etkileri olarak **9.6.2.2**'de belirtilen iç kuvvetlerin meydana getirdiği dengelenmemiş kuvvetler ve düşey yükler dikkate alınarak hesaplanacaktır.

9.6.4.2 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı çerçevelerde **K** şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzenine izin verilmez.

9.6.4.3 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçevelerde sadece çekmeye çalışan çaprazların kullanılmasına izin verilmez.

9.6.5. Çapraz – Kiriş – Kolon Birleşimleri

Çapraz elemanın veya düğüm noktası levhasının kiriş-kolon birleşim bölgesine bağlantısında aşağıdaki koşullara uyulacaktır. Ayrıca, aşağıdaki iç kuvvetler, 9.10.3'te açıklandığı şekilde hesaplanan dikmelerin (aktarma elemanlarının) iç kuvvetleri ile birlikte değerlendirilecektir.

(a) Kirişin kolona birleşimi mafsalı olarak tasarlandığında, birleşim detayı en az 0.025 radyan dönme açısını sağlayacak şekilde oluşturulacaktır. Bu bağlantı detayı için **Ek 9C**'de verilen ve bu koşulu sağladığı kanıtlanmış olan kiriş-kolon birleşim detaylarından biri kullanılabilir.

(b) Kirişin kolona birleşimi rijit olarak tasarlandığında, birleşim detayı aşağıda verilen eğilme momenti değerlerinden küçük olanını aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır.

(1) Kirişin M_p plastikleşme momentinin $1.1R_y / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y$ (YDKT) katından oluşan eğilme momenti.

(2) Düğüm noktasına birleşen kolonların $\sum M_p$ toplam plastikleşme momentinin $1.1R_y / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y$ (YDKT) katından oluşan eğilme momenti.

9.6.6. Çapraz Uç Birleşimlerinin Gerekli Dayanımı

Çapraz uç birleşimleri, dayanım fazlalığı katsayısı, D ile çarpılarak büyütülen deprem iç kuvvetleri esas alınarak boyutlandırılacaktır. Bu iç kuvvetler aşağıda verilen eksenel çekme ve basınç kuvvetleri ile eğilme dayanımlarını aşmayacaktır.

(a) Çekme kuvveti dayanımı

Çaprazın çekme etkisinde olması durumunda, çekme kuvveti dayanımı $R_y F_y A_g$ (YDKT) veya $0.7R_y F_y A_g / 1.5$ (GKT) ile hesaplanacaktır.

(b) Basınç kuvveti dayanımı

Çaprazın basınç etkisinde olması durumunda, basınç kuvveti dayanımı, $R_y F_y A_g$ ve $1.14F_{cre} A_g$ ile hesaplanan olası eksenel basınç kuvveti dayanımının küçüğü, (YDKT) için 1.1 veya (GKT) için $0.7(1.1/1.5)$ ile çarpılarak elde edilecektir.

(c) Düğüm noktası levhasının çapraz burkulması ile uyumu

Çapraz birleşimi, çaprazın burkulması nedeniyle oluşacak eğilme etkilerini karşılayacak dayanıma sahip olacaktır. Bu durum aşağıdaki koşullardan birine uyulmak suretiyle sağlanacaktır.

(1) Gerekli eğilme momenti dayanımı

Uç plastik mafsalların çapraz elemanın kendisinde oluşması öngörüldüğünde, çapraz birleşiminin eğilme dayanımı çapraz elemanın olası eğilme dayanımı değerinden daha büyük olmalıdır. Çaprazın olası eğilme momenti dayanımı, en küçük burkulma dayanımına karşı gelen eksene göre $(1.1/1.5)R_y M_p$ (GKT) veya $1.1R_y M_p$ (YDKT) ile hesaplanacaktır.

(2) Dönme kapasitesi

Uç plastik mafsalların düğüm noktası veya bağlantı levhasında oluşması öngörüldüğünde, çapraz birleşimi yeterli dönme kapasitesine sahip olacaktır. Yeterli dönme kapasitesi, çapraz eleman uç birleşiminde kullanılacak düğüm noktası levhası veya bağlantı levhasında plastik dönmeye izin verecek yeterli bölgelerin teşkil edilmesiyle sağlanacaktır. Bu koşulun sağlanabilmesi için uygulanabilecek detaylar **Ek 9C**'de verilmiştir.

9.6.7. Kolon Ekleri

Kolon ekleri 9.2.10'da verilen koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Kolon eklerinin eğilme momenti dayanımı, eklenen elemanlardan küçük kesitli olanının eğilme kapasitesinin %50'sinden az olmayacaktır. Gerekli kesme kuvveti dayanımı, $\sum M_{pc} / 1.5H_c$ (GKT) veya $\sum M_{pc} / H_c$ (YDKT) şeklinde hesaplanacaktır. Burada $\sum M_{pc}$, ekin üst ve altındaki kolonların karakteristik plastik eğilme momenti dayanımlarının toplamını göstermektedir.

9.7. SÜNEKLİK DÜZEYİ SINIRLI MERKEZİ ÇAPRAZLI ÇELİK ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

9.7.1. Genel Koşullar

9.7.1.1 – Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin giriş, kolon ve çaprazlarında, *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/kalınlık* oranları **Tablo 9.3**'te verilen λ_{md} sınır değerlerini aşmayacaktır.

9.7.2. Sistem Analizi

Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçeve sistemlerinin kolon, giriş ve birleşimlerinin boyutlandırılmasında gerekli dayanımlar, 9.2.6'da tanımlanan dayanım fazlalığı katsayısı, D ile büyütülen deprem etkisini içeren yük birleşimleri gözönüne alınarak belirlenecektir.

9.7.3. Çaprazlar

Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin çapraz elemanları aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

9.7.3.1 – Çapraz elemanların narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $KL / i \leq 200$ sınır değerini aşmayacaktır. Ancak, **V** veya ters **V** şeklindeki çapraz düzenleri kullanılması durumunda, narinlik oranı için $4.0\sqrt{E/F_y}$ koşuluna uyulacaktır.

9.7.3.2 – Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerde, çapraz elemanlarının enkesitini oluşturan parçaların tek parça olarak davranmalarının sağlanması koşulu ile çok parçalı elemanların kullanılmasına izin verilebilir. Bu koşul, elemanları arasındaki uzaklığı bir bağ levhası kalınlığı kadar olan çok parçalı çubuklarda eşit aralıklı yerleştirilen bağ levhaları ile, diğer durumlarda ise kafes bağlantılar (örgü elemanları) ile sağlanmalıdır. Çok parçalı çaprazların ara bağlantı elemanlarının tasarımında, "Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik" Bölüm 8.4 esas alınacaktır.

9.7.3.3 – Çaprazlar, 9.2.5'te verilen *deprem etkisini içeren yük birleşimleri* dikkate alınarak boyutlandırılacaktır.

9.7.4. Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

9.7.4.1 – V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinde, çaprazların kiriş-kolon birleşim bölgesi dışında bağlandığı kirişlerin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir.

(a) Kirişler kolonlar arasında sürekli olacaktır.

(b) Kirişlerin üst ve alt başlıkları **9.2.8**'de verilen ilgili koşullar esas alınarak yanal doğrultuda desteklenecektir. Ayrıca, kirişlerin üst ve alt başlıklarının çaprazların bağlandığı noktalarda da yanal doğrultuda desteklenmesi sağlanacaktır.

(c) Kirişler, çaprazların yok sayılması durumunda düşey yükler ve aşağıda tanımlanan çapraz eksenel kuvvetleri altında boyutlandırılacaktır.

Çekme etkisindeki çaprazların boyutlandırılmasında aşağıdaki eksenel kuvvetlerin küçüğü alınacaktır.

(1) $R_y F_y A_g / 1.5$ (GKT) veya $R_y F_y A_g$ (YDKT) olarak hesaplanan olası eksenel çekme kuvveti.

(2) Dayanım fazlalığı katsayısı, D ile büyütülen çekme kuvveti.

Basınç etkisindeki çaprazlarda karakteristik basınç dayanımının %30'u ($0.3F_{cr}A_g$) eksenel basınç kuvveti olarak alınacaktır.

(d) Ayrıca, çaprazların bağlandığı kirişlerin, çaprazların yok sayılması durumunda da kendilerine etkiyen düşey yükleri güvenle taşıdığı gösterilecektir.

9.7.4.2 – Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerde **K** şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzenine izin verilmez.

9.7.4.3 – Süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerde sadece çekmeye çalışan çaprazların kullanılmasına izin verilebilir. Ancak, sadece çekme kuvveti taşıyacak şekilde boyutlandırılan çaprazlarda narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) 300'ü aşmayacaktır. Bu sınır çelik kablo ve millere uygulanmayacaktır.

9.7.5. Çapraz Birleşimleri

Çapraz birleşimlerinin boyutlandırılmasında gerekli dayanımlar, **9.7.2** esas alınarak belirlenecektir. Ancak, çapraz birleşiminin boyutlandırılmasında esas alınacak eksenel çekme ve basınç kuvvetlerinin, aşağıda tanımlanan eksenel çekme ve basınç kuvveti dayanımlarından daha büyük olmasına gerek yoktur.

(a) Çaprazın çekme etkisinde olması durumunda, $R_y F_y A_g / 1.5$ (GKT) veya $R_y F_y A_g$ (YDKT) ile hesaplanan olası çekme kuvveti dayanımı.

(b) Çaprazın basınç etkisinde olması durumunda, $R_y F_y A_g$ ve $1.14F_{cre}A_g$ ile belirlenen olası çapraz eksenel basınç kuvveti dayanımlarından küçüğünün (YDKT) için 1.1 veya (GKT) için $0.7(1.1/1.5)$ ile çarpılmasıyla hesaplanan olası çapraz dayanımı.

9.7.6. Kolon Ekleri

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin kolon ekleri için **9.6.7**'de verilen koşullar süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin kolon ekleri için de geçerlidir.

9.8. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK DIŞMERKEZ ÇAPRAZLI ÇELİK ÇERÇEVELER

Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler, deprem etkileri altında bağ kirişlerinin önemli ölçüde doğrusal olmayan şekildeğiştirme yapabilme özelliğine sahip olduğu yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu sistemler, bağ kirişlerinin plastik şekildeğiştirmesi sırasında, kolonların, çaprazların ve bağ kirişi dışındaki diğer kirişlerin elastik bölgede kalması sağlanacak şekilde boyutlandırılırlar. Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

9.8.1. Genel Koşullar

9.8.1.1 – Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/kalınlık* oranları **Tablo 9.3**'te verilen λ_{hd} sınır değerini aşmayacaktır.

9.8.2. Bağ Kirişleri

9.8.2.1 – Süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerde, her çapraz elemanın en az bir ucunda bağ kirişi bulunacaktır.

9.8.2.2 – Bağ kirişleri, **9.2.5**'te verilen *deprem etkilerini içeren yük birleşimleri* esas alınarak hesaplanan iç kuvvetler (eğilme momenti, aksel kuvvet ve kesme kuvveti) altında boyutlandırılacaktır.

9.8.2.3 – Bağ kirişinin tasarım kesme kuvveti dayanımı, V_n / Ω_v (GKT) veya $\phi_v V_n$ (YDKT), **Denk.(9.18)**'de belirtildiği şekilde, gövdede kesme kuvveti etkisinde akma ve kesitin eğilme momenti etkisinde akma sınır durumlarından bulunan en küçük kesme kuvveti dayanımı olarak alınır. Her iki sınır durum için, $\Omega_v = 1.67$ (GKT) veya $\phi_v = 0.90$ (YDKT) olarak alınacaktır.

$$V_n = \min(V_p; 2M_p/e) \quad (9.18)$$

V_p ve M_p için aşağıda verilen ifadeler kullanılacaktır.

$$\frac{P_r}{P_y} \leq 0.15 \quad \text{için} \quad V_p = 0.6F_y A_w \quad \text{ve} \quad M_p = F_y W_p \quad (9.19)$$

$$\frac{P_r}{P_y} > 0.15 \quad \text{için} \quad V_p = 0.6F_y A_w \sqrt{1 - (P_r / P_y)^2} \quad \text{ve} \quad M_p = F_y W_p \left(\frac{1 - P_r / P_y}{0.85} \right) \quad (9.20)$$

Akma sınır durumunda, P_y aksel kuvvet dayanımı, $F_y A_g / 1.5$ (GKT) veya $F_y A_g$ (YDKT) olarak alınacaktır.

9.8.2.4 – Bağ kirişinin gövde levhası tek parçalı olacak, gövde düzlemi içinde takviye levhaları bulunmayacaktır. Gövde levhasında boşluk açılmasına izin verilmez.

9.8.2.5 – Bağ kirişi geniş başlıklı hadde **I** profili veya yapma **I** enkesitli olacaktır. Yapma enkesitli bağ kirişi kullanılması durumunda, başlık ve gövde levhası birleşimleri tam penetrasyonlu küt kaynak ile sağlanacaktır.

9.8.3. Bağ Kirişinin Yanal Doğrultuda Desteklenmesi

9.8.3.1 – Bağ kirişinin üst ve alt başlıkları kirişin iki ucunda, kolon kenarında düzenlenen bağ kirişlerinde ise kirişin bir ucunda, 9.2.8.2(b)'de verilen özel koşullar esas alınarak yanıl doğrultuda desteklenecektir.

9.8.4. Bağ Kirişinin Dönme Açısı

Bağ kirişinin bulunduğu i 'inci katın, Bölüm 4'te tanımlanan Δ_i görelil kat ötelemesine bağlı olarak

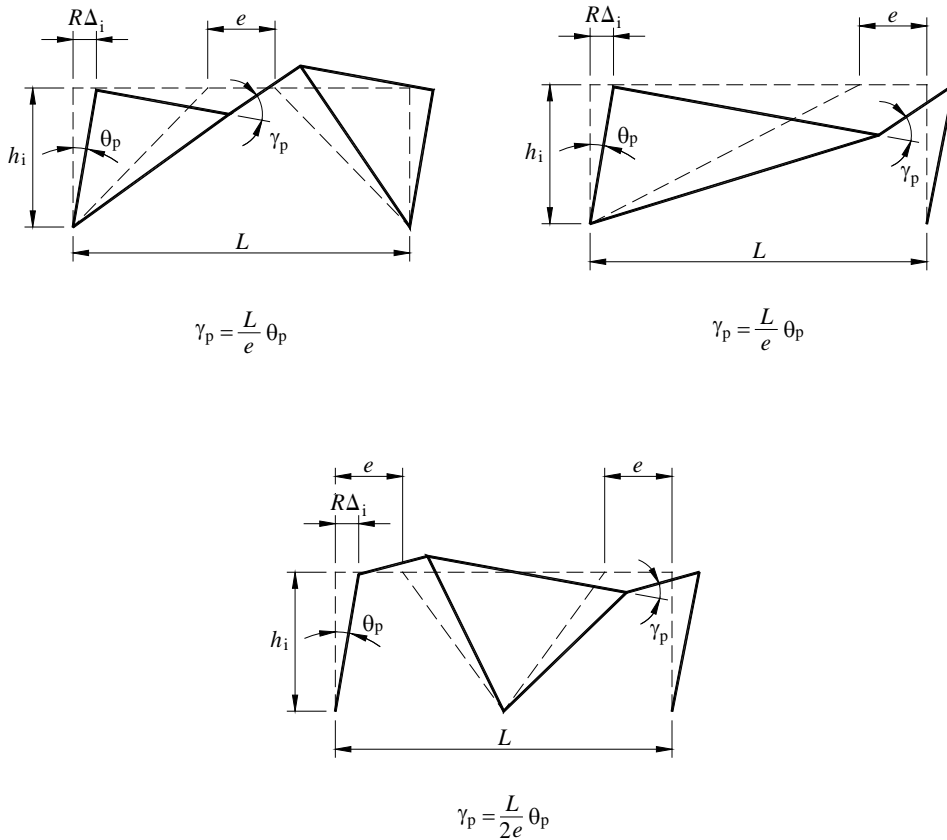
$$\theta_p = \frac{R \Delta_i}{I h_i} \quad (9.21)$$

denklemlerle bulunan görelil kat ötelemesi açısından dolayı, bağ kirişii ile bu kirişin uzantısındaki kat kirişii arasında meydana gelen γ_p bağ kirişii dönme açısı aşağıda verilen sınır değerleri aşmayacaktır, (Şekil 9.8).

(a) Bağ kirişii uzunluğunun $1.6M_p / V_p$ 'ye eşit veya daha küçük olması halinde 0.08 radyan.

(b) Bağ kirişii uzunluğunun $2.6M_p / V_p$ 'ye eşit veya daha büyük olması halinde 0.02 radyan.

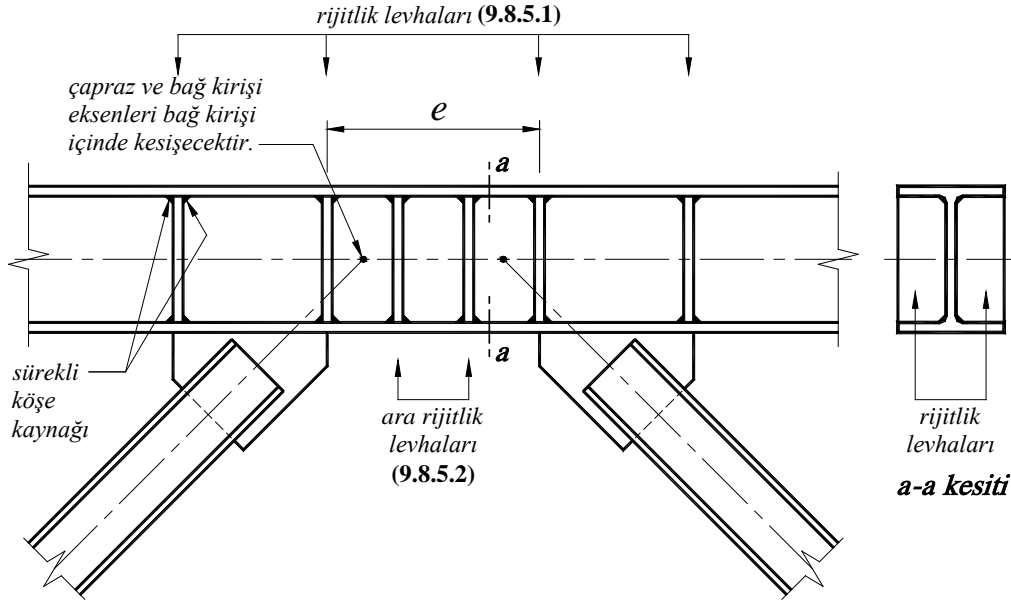
Bağ kirişii uzunluğunun bu iki sınır değer arasında olması halinde doğrusal interpolasyon yapılacaktır.



Şekil 9.8

9.8.5. Rijitlik (Berkitme) Levhaları

9.8.5.1 – Çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığı uçlarında *rijitlik levhaları* düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağ kirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve $(b_{bf} - t_w) / 2$ genişliğinde olacaktır (**Şekil 9.9**). Rijitlik levhalarının kalınlığı, gövde levhası kalınlığının 0.75'inden ve 10mm'den az olmayacaktır. Rijitlik levhalarını bağ kirişinin gövdesine bağlayan sürekli köşe kaynakları, rijitlik levhasının enkesit alanı ile malzeme akma gerilmesinin çarpımından oluşan kuvvetleri aktaracak kapasitede olacaktır.



Şekil 9.9

9.8.5.2 – Bağ kirişi uçlarındaki rijitlik levhalarına ek olarak, aşağıda tanımlanan *ara rijitlik levhaları* konulacaktır.

(a) Boyu $1.6M_p / V_p$ veya daha kısa olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhalarının ara uzaklıkları, bağ kirişi dönme açısının 0.08 radyan olması halinde $(30t_w - d_b / 5)$ 'ten, bağ kirişi dönme açısının 0.02 radyandan daha az olması halinde ise $(52t_w - d_b / 5)$ 'ten daha fazla olmayacaktır. Bağ kirişi dönme açısının ara değerleri için doğrusal interpolasyon yapılacaktır.

(b) Boyu $2.6M_p / V_p$ 'ye eşit veya daha uzun ve $5M_p / V_p$ 'den kısa olan bağ kirişlerinde, bağ kirişi uçlarından $1.5b_{bf}$ uzaklıkta birer rijitlik levhaları konulacaktır.

(c) Boyu $1.6M_p / V_p$ ve $2.6M_p / V_p$ arasında olan bağ kirişlerinde, (a) ve (b)'de belirtilen ara rijitlik levhaları birlikte kullanılacaktır.

(d) Boyu $5M_p / V_p$ veya daha uzun olan bağ kirişlerinde ara rijitlik levhaları kullanılmasına gerek yoktur.

9.8.6. Çaprazlar, Kat Kirişleri ve Kolonlar

9.8.6.1 – Bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yükleme, **9.2.5**'te verilen yük birleşimindeki deprem etkilerinin, oluşan V_E tasarım kesme kuvveti ve $V_n = \min(V_p; 2M_p / e)$ olmak üzere, V_n / V_E olarak tanımlanan *tasarım büyütme katsayısı* ile uyumlu olacak şekilde artırılması suretiyle belirlenecektir.

9.8.6.2 – Çaprazların gerekli dayanımlarının belirlenmesinde, **9.2.5**'te verilen yük birleşimindeki deprem etkileri, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.25R_y$ katı ile büyütülecektir. Enkesitleri çok parçalı olan çaprazlar, ancak parçalarının sürekli olarak birleştirilmesi koşulu ile kullanılabilir.

9.8.6.3 – Kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümünün gerekli dayanımının belirlenmesinde, **9.2.5**'te verilen yük birleşimindeki deprem etkileri, kirişlerin betonarme döşemelerle birlikte kompozit olarak çalıştığı durumda, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin, $1.1R_y$ katı ile, diğer durumda ise $1.25R_y$ katı ile büyütülecektir.

9.8.6.4 – Kolonların gerekli dayanımlarının belirlenmesinde, **9.2.5**'te verilen yük birleşimindeki deprem etkileri, bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin $1.1R_y$ katı ile büyütülecektir.

9.8.7. Kolon Ekleri

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin kolon ekleri için **9.6.7**'de verilen koşullar süneklik düzeyi yüksek dışmerkez çaprazlı çelik çerçevelerin kolon ekleri için de aynen geçerlidir.

9.8.8. Çapraz - Bağ Kirişi Birleşimi

Çaprazların bağ kirişi ile birleşim detayı **9.8.6.2**'de belirtilen şekilde hesaplanan iç kuvvetlere göre boyutlandırılacaktır.

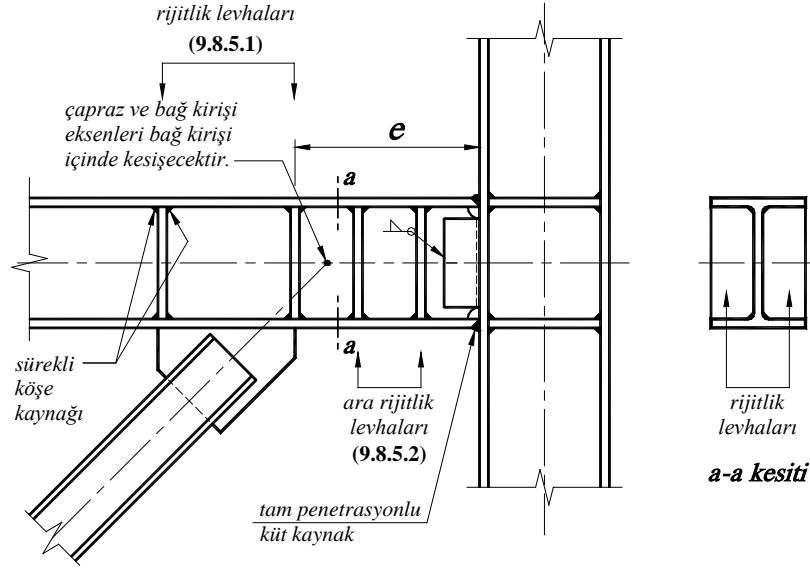
9.8.9. Bağ Kirişi - Kolon Birleşimi

9.8.9.1 – Kolona birleşen bağ kirişinin boyu

$$e \leq 1.6 M_p / V_p \quad (9.22)$$

koşulunu sağlayacaktır, (**Şekil 9.10**).

9.8.9.2 – Bağ kirişinin kolona bağlantısında kaynaklı moment aktaran birleşim detayı (Bkz. **Ek 9C**) kullanılacaktır. Bağ kirişinin başlıklarının kolona bağlantısı için tam penetrasyonlu küt kaynak uygulanacaktır. Bağ kirişinin kolona bağlantısının eğilme momenti dayanımı M_p değerinden, kesme kuvveti dayanımı $1.1V_p$ değerinden az olmayacaktır. Buradaki eğilme momenti dayanımı M_p ve kesme kuvveti dayanımı V_p , **9.8.2.3**'teki **Denk.(9.19)** veya **Denk.(9.20)** ile hesaplanacaktır.



Şekil 9.10

9.8.10. Çapraz – Kiriş – Kolon Birleşimi

Çapraz veya düğüm noktası levhasının kiriş-kolon birleşim bölgesine bağlantısında aşağıdaki koşullara uyulacaktır. Ayrıca aşağıdaki iç kuvvetler, 9.10.3'te açıklandığı şekilde hesaplanan dikmelerin (aktarma elemanlarının) iç kuvvetleri ile birlikte değerlendirilecektir.

(a) Kirişin kolona birleşimi mafsallı olarak alındığında, birleşim detayı en az 0.025 radyan dönme açısını sağlayacak şekilde oluşturulacaktır. Bu bağlantı detayı için Ek 9C'de verilen veya bu koşulu sağladığı analitik olarak kanıtlanan kiriş-kolon birleşim detaylarından biri kullanılabilir.

(b) Kirişin kolona birleşimi rijit olarak alındığında, birleşim detayı aşağıda verilen eğilme momenti değerlerinden küçüğünü aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır.

(1) Kirişin plastikleşme momenti M_p nin $1.1R_y / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y$ (YDKT) katı ile büyütülen eğilme momenti.

(2) Düğüm noktasına birleşen kolonların toplam plastikleşme momenti $\sum M_p$ nin $1.1R_y / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y$ (YDKT) katı ile büyütülen eğilme momenti.

9.9. BURKULMASI ÖNLENMİŞ ÇAPRAZLI ÇELİK ÇERÇEVELER

Özel olarak üretilen burkulması önlenmiş çapraz elemanların kirişlere veya kiriş-kolon birleşim bölgelerine merkezi olarak bağlanmasıyla oluşturulan burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçeveler, plastik şekildeğiştirmelerin çekme ve basınç etkileri altında çapraz elemanlarda oluşması sağlanacak şekilde boyutlandırılırlar. Bu sistemlerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

9.9.1. Genel Koşullar

9.9.1.1 – Burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerin kiriş ve kolonlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranları Tablo 9.3'te verilen λ_{hd} sınır değerlerini aşmayacaktır.

9.9.1.2 – Burkulması önlenmiş çaprazların uç birleşimlerinde kiriş enkesit yüksekliğini aşmayan miktarda dışmerkezliğe, bu etkinin eleman ve birleşimlerin tasarımında dikkate alınması ile elde edilen iç kuvvetlerin, plastik şekildeğiştirmelerin çapraz elemanlarda oluşması durumunu değiştirmediğinin gösterilmesi koşulu ile izin verilebilir.

9.9.1.3 – Burkulması önlenmiş çaprazlar, en az %2 görelî kat ötelemesine ve tasarım görelî kat ötelemesinin iki katına karşı gelen şekildeğiştirme durumlarının büyüğü esas alınarak boyutlandırılacaktır. Elemanın şekildeğiştirme miktarının belirlenmesinde, çaprazlı çerçevelerde düşey yük etkileri nedeniyle oluşan yerdeğiştirme durumu da dikkate alınacaktır.

9.9.1.4 – Burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçeveler, tasarım deprem yer hareketi etkisinde çapraz elemanların çekme ve basınç kuvvetleri altında akmaya ulaşması durumu esas alınarak boyutlandırılacaktır.

9.9.2. Sistem Analizi

9.9.2.1 – Burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçeve sistemlerinin kolon, kiriş ve birleşimlerinin boyutlandırılmasında gerekli dayanımlar, **9.2.6** esas alınarak, aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır.

(a) Kolon, kiriş ve birleşimlerin **9.2.6**'da tanımlanan akma (mekanizma) durumu ile uyumlu iç kuvvetlerinin hesabı için, çapraz elemanların iç kuvvetleri aşağıda **Denk.(9.23)** ve **Denk.(9.24)** ile tanımlanmıştır.

$$T = \omega R_y P_{y_{sc}} \quad (9.23)$$

$$P = \beta \omega R_y P_{y_{sc}} \quad (9.24)$$

(b) Pekleşme etkisi düzeltme katsayısı, ω , olası yerdeğiştirme durumu için maksimum çekme dayanımının, akma dayanımına ($R_y P_{y_{sc}}$) oranı olarak üretici tarafından belirlenecektir.

(c) Çelik çekirdeğin aksel akma dayanımı, $P_{y_{sc}}$ 'nin belirlenmesinde, çekme deneyi ile elde edilen akma gerilmesinin kullanılması halinde, R_y katsayısının uygulanmasına gerek yoktur.

(d) Basınç dayanımı düzeltme katsayısı, β , olası yerdeğiştirme durumu için maksimum basınç kuvvetinin maksimum çekme kuvvetine oranı olarak belirlenecektir. Üretici tarafından belirlenen bu oran hiç bir durumda 1.0 değerinden küçük olamaz.

9.9.2.2 – Burkulması önlenmiş çaprazlar düşey yük etkilerinin aktarılmasında gözönüne alınmayacaktır.

9.9.2.3 – Burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerin kolonlarında, deprem etkileri altında meydana gelen eğilme momentlerinin ihmal edilmesine izin verilebilir. Ancak, kolon uçları arasında etkiyen yatay kuvvetlerin bulunması halinde, bunların oluşturacağı eğilme momentleri gözönüne alınacaktır.

9.9.3. Çaprazlar

Burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerin çapraz elemanları aşağıdaki koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

9.9.3.1 – Çapraz elemanlar, aşağıda verilen koşulları sağlayan bir çelik çekirdek ve bu çekirdeği sararak burkulmasını önleyen bir sargı sisteminden oluşacaktır.

(a) Çelik çekirdek olarak 50 mm veya daha kalın levhaların kullanılması halinde, bu levhalar **9.2.3.1(b)**'de verilen minimum çentik tokluğu koşulunu sağlayacaktır.

(b) Çelik çekirdekte ek oluşturulmasına izin verilmez.

(c) Burkulmayı önleyen sistem, olası yerdeğiştirme durumunda, çelik çekirdeğin yerel ve genel burkulmasını sınırlandırmalıdır.

9.9.3.2 – Çelik çekirdek, çapraz elemana etkiyen eksenel kuvvetin tamamını karşılayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Çapraz elemanın eksenel kuvvet dayanımı, $P_{y_{sc}}$, **Denk.(9.25)** ile hesaplanacaktır.

$$P_{y_{sc}} = F_{y_{sc}} A_{sc} \quad (9.25)$$

Tasarım eksenel kuvvet dayanımı, $\phi P_{y_{sc}}$, (YDKT) veya güvenli eksenel kuvvet dayanımı, $P_{y_{sc}} / \Omega$, (GKT), $\phi = 0.90$ (YDKT) veya $\Omega = 1.67$ (GKT) alınarak belirlenecektir.

9.9.4. Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

9.9.4.1 – V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinde, kirişlerin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir.

(a) Kirişler ve birleşimlerinin gerekli dayanımları, sabit ve hareketli yüklerin etkisinde çaprazların olmadığı varsayımı altında, ilgili yük birleşimlerine göre belirlenecektir. Deprem etkilerini içeren yük birleşimlerinde, deprem etkileri çapraz elemanların olası çekme ve basınç dayanımları kullanılarak hesaplanacaktır.

(b) Kirişler kolonlar arasında sürekli olacaktır. Kirişlerin üst ve alt başlıkları **9.2.8.1(b)**'de verilen koşullar esas alınarak yanal doğrultuda mesnetlenecektir.

9.9.4.2 – Burkulması önlenmiş çaprazlı çelik çerçevelerde **K** şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzeni kullanılmayacaktır.

9.9.5. Kiriş – Kolon Birleşimleri

Çaprazın veya düğüm noktası levhasının kiriş ve kolona bağlandığı kiriş-kolon birleşim bölgesinde, birleşim aşağıdaki koşullardan birini sağlayacaktır. Ayrıca aşağıdaki iç kuvvetler, **9.10.3**'te açıklandığı şekilde hesaplanan dikmelerin (aktarma elemanlarının) iç kuvvetleri ile birlikte değerlendirilecektir.

(a) Kirişin kolona birleşimi mafsalı olarak tasarlandığında, birleşim detayı en az 0.025 radyan dönme açısını sağlayacak şekilde oluşturulacaktır. Bu bağlantı detayı için **Ek 9C**'de verilen veya bu koşulu sağladığı analitik olarak kanıtlanan kiriş-kolon birleşim detaylarından biri kullanılabilir.

(b) Kirişin kolona birleşimi rijit olarak tasarlandığında, birleşim detayı aşağıda verilen eğilme momenti değerlerinden küçük olanını aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır.

(1) Kirişin M_p plastikleşme momentinin $1.1R_y / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y$ (YDKT) katından oluşan eğilme momenti.

(2) Düğüm noktasına birleşen kolonların $\sum M_p$ toplam plastikleşme momentinin $1.1R_y / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y$ (YDKT) katından oluşan eğilme momenti.

9.9.6. Çaprazların Uç Birleşimleri

9.9.6.1 – Çapraz uç birleşimleri, **9.9.2.1**'de verilen durumlar gözönüne alınmak suretiyle elde edilen iç kuvvetler altında boyutlandırılacaktır. Bu iç kuvvetler, (YDKT) için 1.1 veya (GKT) için 0.7(1.1/1.5) ile çarpılarak hesaba katılacaktır.

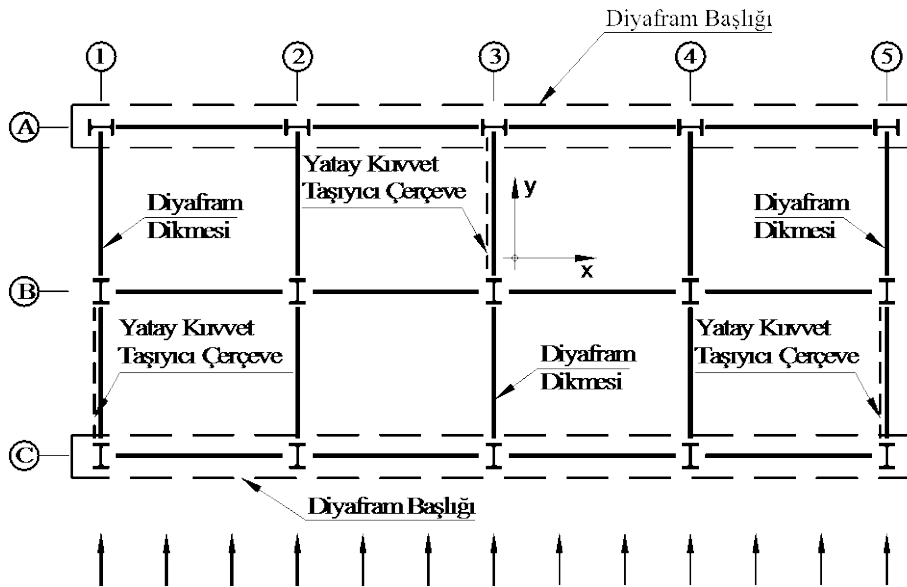
9.9.6.2 – Birleşimin tasarımında düğüm noktası levhasının burkulma sınır durumları dikkate alınacaktır. Gerekliğinde düğüm noktası levhasının yanal olarak desteklenmesi sağlanacaktır.

9.9.7. Kolon Ekleri

Kolon ekleri **9.2.10**'da verilen koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Ek tasarımında küt kaynağın kullanılması halinde, tam penetrasyonlu kaynak kullanılacaktır. Kolon eklerinin eğilme dayanımı, eklenen elemanlardan küçük kesitli olanının eğilme kapasitesinin %50'sinden az olmayacaktır. Gerekli kesme dayanımı, $\sum M_{pc} / 1.5H_c$ (GKT) veya $\sum M_{pc} / H_c$ (YDKT) şeklinde hesaplanacaktır.

9.10. DİYAFRAM İÇİ BAŞLIK VE DİKME ELEMANLARI

Diyaframlar, normal kat ve çatı düzlemleri içinde teşkil edilen ve yatay kuvvetlerin yatay yük taşıyıcı sistemlere güvenle aktarılmasını sağlayan taşıyıcı sistemlerdir. Betonarme döşeme sistemi içeren tipik bir diyafram sisteminin, örneğin (y) doğrultusundaki deprem etkileri için oluşturulan başlık bölgeleri ve dikmeleri (aktarma elemanları) **Şekil 9.11**'de şematik olarak gösterilmiştir. **Tablo 4.1**'de tanımlanan yatay yük taşıyıcı sistemlerden birine mesnetlenen yatay çapraz sistemleri ve uzay kafes çatı sistemlerinin eleman ve birleşimleri de bu bölümde tanımlanan diyafram kuvvetleri altında boyutlandırılacaktır.



Şekil 9.11

9.10.1. Genel Koşullar

9.10.1.1 – Diyaframlar, yatay tasarım kuvvetlerinin döşeme düzleminde oluşturduğu kesme ve eğilme etkilerini karşılayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Diyaframlarda boşluk ve girintili köşeler gibi süreksizlikler bulunması halinde, bu süreksizlikler nedeniyle oluşacak ilave etkiler

de gözönüne alınarak, bu bölgelerdeki kesme ve eğilme etkilerinin güvenle aktarılması sağlanacaktır.

9.10.1.2 – Diyaframı oluşturan betonarme yapı elemanlarının boyutlandırılmasında, bu bölümde verilen kuralların dışında, **7.11**'de verilen ilgili tasarım kuralları da gözönünde tutulacaktır.

9.10.2. Diyafram Başlığı

Diyafram başlıkları, döşeme düzlemindeki yatay kuvvetlerden doğan eğilme etkisi nedeniyle, çekme ve basınç etkileri oluşturan kuvvet çifti gözönüne alınarak boyutlandırılacaktır. Betonarme döşemelerde, diyafram başlığı çekme kuvvetinin betonarme döşeme içine yerleştirilecek ilave çekme donatısı veya sadece çelik eleman tarafından güvenle taşınması sağlanacaktır. Betonarme döşemelerde, basınç bölgesindeki en dış beton lifindeki basınç gerilmesi değerinin $0.20f_{ck}$ 'yı aşmaması halinde, ilave basınç ve sargı donatısı kullanılmasına gerek yoktur. Başlık bölgelerinin tasarımında kullanılacak iç kuvvetler **9.2.5**'te verilen deprem etkisini içeren yük birleşimleri dikkate alınarak hesaplanacaktır.

9.10.3. Diyafram Dikmeleri

Diyafram dikmeleri ve birleşimleri, yatay yük taşıyıcı sistemlerin dışındaki yapı bölümlerinden yatay yük taşıyıcı sistemlere güvenle yük aktarımını sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Bu elemanların ve birleşimlerinin boyutlandırılmasında esas alınacak iç kuvvetler, **9.2.6**'da verilen, dayanım fazlalığı katsayısı, D ile büyütülen deprem etkisini içeren yük birleşimleri dikkate alınarak hesaplanacaktır.

9.10.4. Yatay Çapraz Sistemleri ve Uzay Çatı Kafes Sistemleri

Yatay çapraz sistemlerinin ve uzay çatı kafes sistemlerinin elemanları ve birleşimleri, yatay yük taşıyıcı sistemlerin dışındaki yapı bölümlerinden yatay yük taşıyıcı sistemlere güvenle yük aktarımını sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Bu elemanların ve birleşimlerinin boyutlandırılmasında esas alınacak iç kuvvetler, **9.2.6**'da verilen, dayanım fazlalığı katsayısı, D ile büyütülen deprem etkisini içeren yük birleşimleri esas alınarak hesaplanacaktır.

9.11. MOMENT AKTARAN ÇERÇVELERİN ÇELİK – BETONARME KOMPOZİT KOLONLARI

9.11.1. Genel

Moment aktaran çerçeve türü taşıyıcı sistemlerin çelik-betonarme kompozit kolonları, bu bölümde, **Bölüm 7**'de ve “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 12'de verilen kurallar esas alınarak boyutlandırılacaktır. Çelik gömme ve beton dolgulu kompozit kolonlara uygulanan dış yük etkisinin beton ve çelik bileşenlerin ortak yüzeyleri arasındaki boyuna kesme kuvvetleri ile geçişi, “Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik” Bölüm 12.7 kapsamında değerlendirilecektir. Çelik-betonarme kompozit kolonlu binalarda yatay yük taşıyıcı sistemler, depreme karşı davranışları bakımından, **9.11.1.1** ve **9.11.1.2**'de tanımlanan iki sınıfa ayrılmıştır.

9.11.1.1 – Çelik-betonarme kompozit kolonlu binalarda, aşağıda belirtilen yatay yük taşıyıcı sistemler *Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler* olarak tanımlanmıştır.

(a) 7.4'te verilen koşulları sağlayan betonarme kirişler ile 9.11.2.1 ve 9.11.3'te belirtilen koşulları sağlayan çelik gömme kompozit kolonlardan oluşan moment aktaran çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

(b) 9.3'te verilen koşulları sağlayan çelik kirişler ile 9.11.2.2 ve 9.11.4'te belirtilen koşulları sağlayan beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan moment aktaran çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

9.11.1.2 – Çelik-betonarme kompozit kolonlu binalarda, aşağıda belirtilen yatay yük taşıyıcı sistemler *süneklik düzeyi sınırlı sistemler* olarak tanımlanmıştır.

(a) 7.8'de verilen koşulları sağlayan betonarme kirişler ile 9.11.5'te belirtilen koşulları sağlayan çelik gömme kompozit kolonlardan oluşan moment aktaran çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

(b) 9.4'te verilen koşulları sağlayan çelik kirişler ile 9.11.6'da belirtilen koşulları sağlayan beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan moment aktaran çerçeve türü taşıyıcı sistemler.

9.11.2. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulu

9.11.2.1 – Betonarme kirişler ile çelik gömme kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda, her bir kiriş-kolon düğüm noktasına birleşen kolonların eğilme momenti kapasitelerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin kolon yüzü kesitlerindeki eğilme momenti kapasiteleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır. Bu koşulun sağlanamadığı kolonlarda, 7.3.6'da verilen kurallar esas alınacaktır.

9.11.2.2 – Çelik kirişler ile beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda, **Denk.(9.7)** ile uyumlu olarak kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulunun sağlandığı gösterilecektir. Bu koşulun sağlanamadığı kolonlarda, 9.3.3'te verilen koşullar, **Denk.(9.10)**'da 0.30 katsayısı yerine 0.10 katsayısı esas alınarak uygulanacaktır.

9.11.2.3 – Kompozit kolonların eğilme momenti kapasitelerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak, bu moment kapasitelerini en küçük yapan tasarım eksenel kuvvetleri gözönünde tutulacaktır.

9.11.2.4 – Çelik-betonarme kompozit kolonlu süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerde, kolonların kirişlerden daha güçlü olma koşulunun sağlanması zorunlu değildir.

9.11.3. Süneklik Düzeyi Yüksek Moment Aktaran Çerçevelerin Çelik Gömme Kompozit Kolonları

9.11.3.1 – Betonarme kirişler ile çelik gömme kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerin kolonlarının enkesiti, düşey yükler altında TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında $1.2G + Q + 0.2S \pm E_d$ yük birleşimi ile hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü N_{dm} olmak üzere

$$N_{dm} \leq 0.40P_{no} \quad (9.26)$$

koşulunu sağlayacaktır. Burada, kompozit kolon enkesitinin eksenel basınç kuvveti dayanımı, P_{no} , **Denk.(9.27)** ile hesaplanacaktır.

$$P_{no} = 0.85A_c f_{ck} + A_s F_y + A_{sr} F_{ysr} \quad (9.27)$$

9.11.3.2 – Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel sarılma bölgeleri oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu döşeme üst kotundan yukarıya doğru ve kolona bağlı en derin kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon serbest yüksekliğinin 1/6'sından, kolon enkesitinin büyük boyutunun 1.5 katından ve 500 mm'den az olmayacaktır.

9.11.3.3 – Sarılma bölgelerinde 10 mm'den daha küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede, boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı kolon enkesitinin küçük boyutunun 1/3'ünden, boyuna donatı çapının altı katından ve 150 mm'den daha büyük, 50 mm'den daha küçük olmayacaktır. Boyuna donatıyı saran etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a , etriye çapının yirmibeş katından daha büyük alınmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbek çapının 1/5'inden ve 80 mm'den daha büyük olmayacaktır. Dairesel kolonlarda tüm sargı donatısı çevreye yerleştirilen enine donatı ile sağlanacaktır.

9.11.3.4 – Kolon orta bölgesi, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir. Bu bölgede sargı donatısı aralığı **9.11.3.3**'te belirlenen aralığın iki katını aşamaz.

9.11.3.5 – Kolon ekleri **9.2.10.2**, **9.2.10.3** ve **9.3.5**'te belirtilen koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

9.11.3.6 – Donatı çeliği ekleri **Bölüm 7**' de belirtilen koşulları sağlayacak şekilde oluşturulacaktır.

9.11.3.7 – Toplam boyuna donatı enkesit alanı A_{sr} , $0.01A_g < A_{sr} < 0.04A_g$ koşulunu sağlayacaktır. Burada A_g kompozit kolonun toplam enkesit alanıdır. Bindirmeli ek yapılan kesitlerde toplam boyuna donatı enkesit alanı $0.06A_g$ değerini aşmayacaktır.

9.11.3.8 –Etriyeli kolonlarda aksenal kuvvetin $N_{dm} > 0.20P_{no}$ (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, **Denk.(9.28)** ile verilen koşulu sağlayacaktır.

$$A_{sh} = 0.075sb_k \left(1 - \frac{F_y A_s}{P_{no}} \right) \left(\frac{f_{ck}}{F_{ysr}} \right) \quad (9.28)$$

9.11.3.9 – Spiral donatılı dairesel kolonlarda $N_{dm} > 0.20P_{no}$ (basınç) olması durumunda sarılma bölgelerindeki enine donatının minimum hacimsel oranı, **Denk.(9.29)** ile verilen koşulu sağlayacaktır.

$$\rho_s \geq 0.12 \left(1 - \frac{F_y A_s}{P_{no}} \right) \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (9.29)$$

9.11.3.10 – $N_{dm} \leq 0.20P_{no}$ olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde **Denk.(9.28)** ve **Denk.(9.29)** ile verilen enine donatıların en az 2/3'ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.

9.11.3.11 – Enine donatı temelinde içinde kolon minimum boyutundan küçük olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

9.11.4. Süneklik Düzeyi Yüksek Moment Aktaran Çerçevelerin Beton Dolgulu Kompozit Kolonları

9.11.4.1 – Çelik kirişler ile beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerin elemanlarında, *başlık genişliği/kalınlığı*, *gövde yüksekliği/kalınlığı* ve *çap/et kalınlığı* oranları **Tablo 9.3**'te verilen λ_{hd} sınır değerlerini aşmayacaktır.

9.11.4.2 – Kolon enkesiti, düşey yükler altında TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında $1.2G + Q + 0.2S \pm E_d$ yük birleşimi ile hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü N_{dm} olmak üzere, **Denk.(9.26)** ile verilen koşulu sağlayacaktır.

Bu denklemde, kompozit kolon enkesitinin eksenel basınç kuvveti dayanımı, P_{no} , **Denk.(9.27)** ile hesaplanacaktır. Burada, 0.85 katsayısı yerine 0.95 katsayısı kullanılacaktır.

9.11.4.3 – Kompozit kolonun karakteristik kesme kuvveti dayanımı sadece yapısal çelik enkesitin etkin kayma alanı gözönüne alınarak hesaplanacaktır.

9.11.4.4 – Kolon ekleri **9.2.10.2** ve **9.2.10.3**'te belirtilen koşulları sağlayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

9.11.4.5 – Kiriş-kolon birleşimleri, kiriş başlık hizalarında, kolon dışında veya kolon içinde olmak üzere, diyafram levhaları kullanılarak oluşturulacaktır. Bu levhaların kalınlıkları en az kiriş başlık kalınlığına eşit olarak alınacaktır. Diyafram levhaları tüm çevresi boyunca kolona, tam penetrasyonlu küt kaynak veya çift taraflı köşe kaynak kullanılarak bağlanacaktır. Kolon içinde teşkil edilen diyafram levhalarında beton geçişini sağlayacak boyutlarda dairesel boşluklar açılacaktır.

9.11.4.6 – Çelik kiriş-kompozit kolon birleşimleri 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.

9.11.5. Süneklik Düzeyi Sınırlı Moment Aktaran Çerçevelerin Çelik Gömme Kompozit Kolonları

9.11.5.1 – Betonarme kirişler ile çelik gömme kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerin kolonları için, **9.11.3**'te verilen tüm koşullar, betonarme kirişler ile çelik gömme kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerin kolonları için de aynen geçerlidir.

9.11.5.2 – Kolon enkesiti, düşey yükler altında TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, düşey yükler ve depremin ortak etkisi altında $1.2G + Q + 0.2S \pm E_d$ yük birleşimi ile hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü N_{dm} olmak üzere, **Denk.(9.26)** ile verilen koşulu sağlayacaktır. Bu denklemde, kompozit kolon enkesitinin eksenel basınç kuvveti dayanımı, P_{no} , **Denk.(9.27)** ile hesaplanacaktır.

9.11.6. Süneklik Düzeyi Sınırlı Moment Aktaran Çerçevelerin Beton Dolgulu Kompozit Kolonları

9.11.6.1 – Çelik kirişler ile beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerin kolonları aşağıdaki enkesit koşullarını sağlayacaktır.

(a) Çerçeve kolonlarında, *başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/et kalınlığı* oranları **Tablo 9.3**'te verilen λ_{md} sınır değerlerini aşmayacaktır.

(b) Kolon enkesiti, düşey yükler altında TS 498'de hareketli yükler için tanımlanmış olan yük azaltma katsayıları da dikkate alınarak, düşey yük ve depremin ortak etkisi altında $1.2G + Q + 0.2S \pm E_d$ yük birleşimleri ile hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü N_{dm} olmak üzere, **Denk.(9.26)** ile verilen koşulu sağlayacaktır. Bu denklemde, kompozit kolon enkesitinin eksenel basınç kuvveti dayanımı, P_{no} , **Denk.(9.27)** ile hesaplanacaktır. Burada, 0.85 katsayısı yerine 0.95 katsayısı kullanılacaktır.

9.11.6.2 – Çelik kirişler ile beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi yüksek moment aktaran çerçevelerin kolonları için, **9.11.4.3**, **9.11.4.4** ve **9.11.4.5**'te verilen koşullar, çelik kirişler ile beton dolgulu kompozit kolonlardan oluşan süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerin kolonları için de aynen geçerlidir.

9.11.6.3 – Çelik kiriş-kompozit kolon birleşimleri en az 0.02 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.

9.12. TEMEL BAĞLANTI DETAYLARI

Aşağıda aksi belirtilmedikçe, deprem yükleri etkisindeki taşıyıcı sistemlerin kapsamı dışında olan temel bağlantı detayları da dahil olmak üzere, tüm temel bağlantı detayları bu bölümde verilen kurallara göre boyutlandırılacaktır.

9.12.1 – Temel bağlantı detaylarının boyutlandırılmasında gerekli dayanımlar, **9.2.6** esas alınarak belirlenecektir.

9.12.2 – Yatay yük taşıyıcı sistem kolonlarının temele bağlantı detaylarının gerekli eksenel çekme ve basınç kuvveti dayanımı, sözkonusu temele bağlanan diğer eleman birleşimlerinin gerekli dayanımlarının düşey bileşenleri de gözönünde tutularak hesaplanacaktır. Ancak bu kuvvetler, ilgili maddelerde kolon ekleri için tanımlanan eksenel basınç ve çekme kuvvetlerinin büyüğünden az olamaz.

9.12.3 – Temel bağlantı detaylarının gerekli kesme kuvveti dayanımı aşağıda tanımlanan hususlar dikkate alınarak hesaplanacaktır.

(a) Çaprazlı çerçeve sistemlerin temele bağlanan çaprazlarının birleşimlerinin gerekli dayanımının yatay bileşenlerinin toplamı.

(b) Moment aktaran çerçevelerin kolonlarında, kolon ekleri için tanımlanan kesme kuvveti dayanımı.

9.12.4 – Yatay yük taşıyıcı sistemlerin temele bağlantı detaylarının gerekli eğilme dayanımı aşağıda tanımlanan hususlar dikkate alınarak hesaplanacaktır.

(a) Çaprazlı çerçeve sistemlerin temele bağlanan kolon ve çaprazlarının birleşimlerinin gerekli eğilme dayanımlarının bileşkesi.

(b) Moment aktaran çerçevelerin kolonlarında, aşağıda tanımlanan eğilme momenti değerlerinden küçüğü.

(1) Kolonların, $1.1R_y F_y W_p / 1.5$ (GKT) veya $1.1R_y F_y W_p$ (YDKT) ile hesaplanan eğilme dayanımı.

(2) 9.2.6'da verilen, dayanım fazlalığı katsayısı, D ile büyütülen deprem etkisini içeren yük birleşimleri dikkate alınarak hesaplanan eğilme momenti.

9.12.5 – Kolonun taban plakasına bağlantısında tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılması durumunda, başlangıç ve bitiş levhaları ile altlık levhaları kaynaklama işleminden sonra kaldırılacaktır. Ancak başlıkların iç yüzündeki ve I enkesitli profillerin gövdesindeki altlık levhalarının taban levhasına en az 6 mm kalınlıklı köşe kaynaklarla tespit edilmesi halinde, altlık levhalarının kaldırılmalarına gerek yoktur. Altlık levhalarının kolon başlıklarına kaynaklanmasına izin verilmez.

9.12.6 – Ankraj çubukları malzemesinin kopma uzaması oranı %14 değerinden az olmayacaktır.

9.13. PROJE HESAP RAPORU VE UYGULAMA PROJELERİNE İLİŞKİN KURALLAR

9.13.1. Proje Hesap Raporu

9.13.1.1 – Proje hesap raporunda, deprem hesap raporuna ilişkin olarak, **Bölüm 2, 3, 4** ve **5**'te verilen başlıca bilgiler yer alacaktır.

9.13.1.2 – 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.

(b) Kaynak malzemesi (kaynak metali) karakteristik çekme dayanımı.

(c) Tasarımda esas alınan yük birleşimleri, deprem tasarımı yük birleşimleri ve arttırılmış deprem etkileri.

9.13.1.3 – Yapı elemanlarının boyutlandırma hesapları ve stabilite (kararlılık) tahkiklerinin yanında, birleşim ve ek detaylarının hesapları da proje hesap raporu kapsamında ayrıntılı olarak verilecektir.

9.13.2. Çelik Uygulama Projesi Çizimlerine İlişkin Kurallar

9.13.2.1 – 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.

9.13.2.2 – Bina çelik konstrüksiyonunda kullanılan profil ve levhalar ile birleşimlerde kullanılan bulonların cinsi ve malzeme kaliteleri ile kullanılacak elektrot cinsi ve karakteristik çekme dayanımı bütün paftalarda belirtilecektir.

9.13.2.3 – Tasarımda gözönüne alınan *Bina Kullanım Sınıfı (BKS)*, *Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)* ve yerel zemin özellikleri ile **Tablo 4.1**'e göre belirlenen *taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R* ve *dayanım fazlalığı katsayısı, D* bütün genel konstrüksiyon paftalarında belirtilecektir.

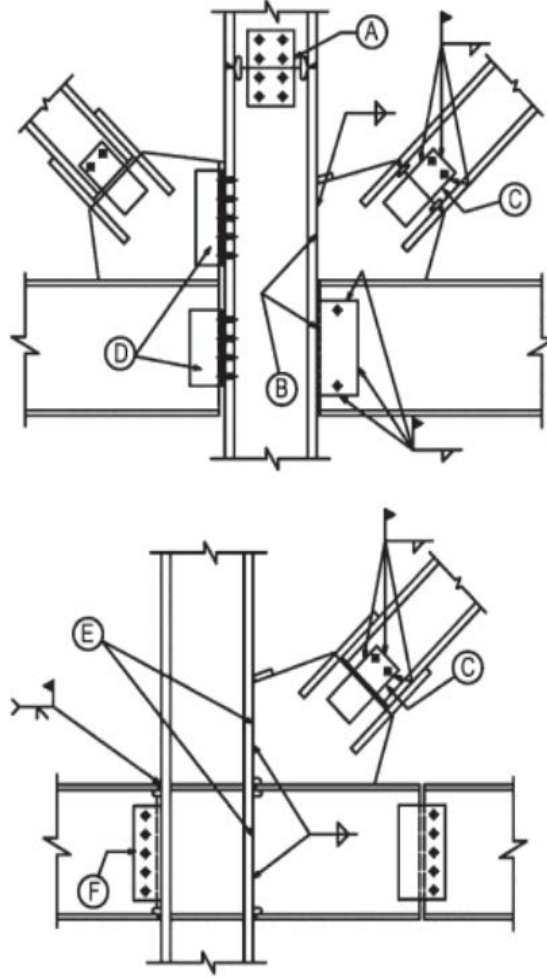
9.13.2.4 – Bulonlu birleşim ve ek detaylarında kullanılan bulon cinsi, bulon ve delik çapları, rondela ve somun özellikleri ile bulonlara uygulanacak önçekme kuvveti ve sürtünme yüzeyi ile ilgili bilgiler verilecektir.

9.13.2.5 – Kaynaklı birleşim ve ek detaylarında, uygulanacak kaynak türü, kaynak kalınlığı ve uzunluğu ile, kaynak ağzı açılması gereken küt kaynaklarda, kaynak ağzının geometrik boyutları, altlık levhası ve kaynak ulaşım deliği detayları verilecektir.

9.13.2.6 – Ankraj detaylarında uygulanacak ankraj çubuğunun özellikleri, çubuk ve delik çapları, ankraj uzunluğu ile ilgili bilgiler verilecektir.

EK 9A – DEPREM KUVVETİ TAŞIYICI SİSTEMLERİN BİRLEŞİMLERİNDE GENEL KOŞULLAR

9A.1 – Bulonlar ve kaynaklar arasında aynı kuvvetin paylaşımının önlenmesi amacıyla, tipik birleşim ve ek detaylarında uyulması gereken esaslar **Şekil 9A.1**'de verilmiştir.



Şekil 9A.1

A. Gövdenin bulonlu, başlıkların kaynaklı bağlantısında, gövde birleşimi sadece kesme kuvveti, başlıkların kaynaklı birleşimleri ise kolon aksel kuvveti (çekme veya basınç) ve eğilme momentleri gözönüne alınarak boyutlandırılmalıdır.

B. Yerinde kaynaklı çapraz-kiriş-kolon birleşimlerinde, çapraz elemandaki kuvvetin düşey bileşeni, düğüm noktası levhası-kolon başlığı ve kiriş gövdesi-kolon başlığı arasındaki kaynaklı birleşimlere uygun şekilde dağıtılmalıdır. Kiriş gövdesinde montaj bulonları kullanılabilir.

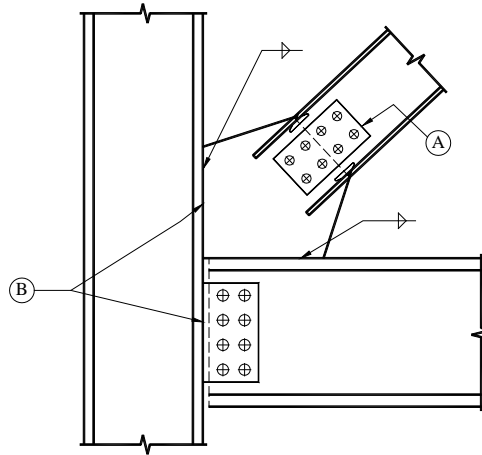
C. Çapraz-düğüm noktası levhası birleşimlerinde, başlıklar ve gövdedeki kaynaklar çaprazın aksel kuvvetine göre boyutlandırılmalıdır. Montaj amaçlı bulon kullanılabilir.

D. Bulonlu çapraz-kiriş-kolon birleşimlerinde, çapraz elemandaki kuvvetin yatay ve düşey bileşenleri, düğüm noktası levhası-kolon başlığı ve kiriş gövdesi-kolon başlığı arasındaki bulonlu birleşimlere uygun şekilde dağıtılmalıdır.

E. Atölye kaynaklı çapraz-kiriş-kolon birleşimlerinde, çapraz elemandaki kuvvetin düşey bileşeni, düğüm noktası levhası-kolon başlığı ve kiriş gövdesi-kolon başlığı arasındaki kaynaklı birleşimlere uygun şekilde dağıtılmalıdır.

F. Moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde, bulonlu gövde birleşimi kesme kuvveti dikkate alınarak, kaynaklı başlıklar ise eğilme momentleri ve aksel kuvvetler altında boyutlandırılmalıdır.

9A.2 – Bulonlar ve kaynaklar, **9.2.3.4**'te belirtildiği gibi, birleşimdeki bir kuvveti veya bir kuvvetin bileşeni paylaşacak şekilde birarada kullanılamazlar. Kuvvet paylaşımı bakımından uygun olmayan bulonlu ve kaynaklı birleşimlerde karşılaşılan durumlar **Şekil 9A.2**'de açıklanmıştır.



Şekil 9A.2

A. Gövdenin bulonlu, başlıkların kaynaklı bağlantısında, bulonlar ve kaynaklar, çaprazdaki aksel kuvveti birlikte aktaracak şekilde kullanılamazlar.

B. Kolon yüzüne düğüm noktası levhasının kaynaklı, kiriş gövdesinin ise bulonlu bağlanması halinde yük aktarımı, kolon yüzüne bağlantının tamamı kaynaklı veya bulonlu birleşimlerden oluşması durumuna göre farklı olacaktır. Böyle bir durumda, kolon yüzündeki kaynaklı düğüm noktası levhası birleşimi, çapraz elemandaki kuvvetin düşey bileşeni ve kirişteki düşey mesnet tepkisinin toplamını aktarma eğiliminde olacaktır. Aynı zamanda, yatay kuvvetin kiriş gövdesindeki bulonlu birleşimle kolona aktarılması da daha rijit olan kaynaklı düğüm noktası levhası birleşimleri nedeniyle önlenecek ve böylece düğüm noktası levhası-kiriş başlığı kaynaklı birleşimi, çaprazdaki kuvvetin tüm yatay bileşeni de aktarma eğiliminde olacaktır. Böylece, kiriş-kolon-çapraz birleşiminde kolona aktarılması gereken kuvvetler büyük oranda düğüm noktası levhasının kolon yüzüne kaynaklı bağlantısı ile aktarılacak ve kiriş gövdesindeki kayma levhası kuvvet aktaramayacaktır. Bu durumda, birleşimin dengesi dikkate alındığında, kiriş ve kolonlarda ilave momentler oluşacak ve bu momentleri aktarabilmek için düğüm noktası levhası-kolon yüzü ve düğüm noktası levhası-kiriş başlığındaki kaynaklara daha büyük kuvvetler etkiyecektir.

EK 9B – MOMENT AKTARAN ÇELİK ÇERÇEVELERDE KİRİŞ-KOLON BİRLEŞİM DETAYLARI

9B.0. SİMGELER

b	= Enkesit parçasının genişliği
b_{bf}	= Kiriş başlık genişliği
b_{cf}	= Kolon başlık genişliği
b_p	= Alın levhası genişliği
b_p	= Başlık levhası genişliği
C_{pr}	= Birleşimde pekleşme, vb. durumları dikkate alan ve olası en büyük eğilme momenti dayanımının hesabı için kullanılan bir katsayı
d	= Kesitin karakteristik yüksekliği
d_b	= Kiriş enkesit yüksekliği
d_c	= Kolon enkesit yüksekliği
E	= Yapısal çelik elastisite modülü ($E = 200000\text{MPa}$)
F_u	= Yapısal çelik karakteristik çekme dayanımı
F_y	= Yapısal çelik karakteristik akma gerilmesi
F_{yp}	= Levhanın karakteristik akma gerilmesi
g	= Bulonlar arasındaki yatay uzaklık
h	= Eleman gövde yüksekliği
h_p	= Gövde kayma levhası yüksekliği
h_{st}	= Rijitlik levhasının yüksekliği
ℓ_h	= Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsalsal noktasının kolon yüzüne uzaklığı
ℓ_n	= Kiriş uçlarındaki olası plastik mafsalsal noktaları arasında kalan kiriş açıklığı
L_{st}	= Rijitlik levhalarının minimum uzunluğu
M_{pr}	= Olası eğilme momenti kapasitesi
M_{pri}	= Kirişin sol ucu i 'deki olası eğilme momenti kapasitesi
M_{prj}	= Kirişin sağ ucu j 'deki olası eğilme momenti kapasitesi
M_{uc}	= Birleşimin kolon yüzündeki gerekli eğilme momenti dayanımı
n	= Kirişin bir başlığında kullanılan toplam bulon sayısı
R_t	= Olası çekme dayanımının karakteristik çekme dayanımına oranı
R_y	= Olası akma gerilmesinin karakteristik akma gerilmesine oranı
s	= Ardışık iki deliğin merkezleri arasındaki uzaklık
s_1	= Kolon başlığına en yakın deliğin kolon başlık yüzeyine uzaklığı

t	= Eleman kalınlığı
t_{bf}	= Kiriş başlık kalınlığı
t_{bw}	= Kiriş gövde kalınlığı
t_{cf}	= Kolon kesitinin başlık kalınlığı
t_p	= Alın levhası kalınlığı
t_p	= Gövde kayma levhası kalınlığı
t_s	= Gövde rijitlik levhası kalınlığı
t_{sc}	= Kolon gövdesi rijitlik levhası kalınlığı
t_w	= Eleman gövde kalınlığı
V_d	= Kirişin plastik mafsal noktasında, düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti
V_{uc}	= Birleşimin kolon yüzündeki gerekli kesme kuvveti dayanımı
W_p	= Eğilme eksenine göre plastik mukavemet momenti
ϕ_d	= Sünek göçme durumu için dayanım katsayısı
ϕ_n	= Sünek olmayan göçme durumu için dayanım katsayısı

9B.1. KAPSAM VE GENEL HUSUSLAR

9B.1.1 – Bu bölümde, **9.3.4.1(a)**'da ve **9.4.2.1(a)**'da öngörüldüğü şekilde, en az 0.04 radyan veya 0.02 radyan *görelî kat ötelemesi açısı*'nı (görelî kat ötelemesi / kat yüksekliği) sağlayabilecek kapasitede olduğu deneysel ve/veya analitik yöntemlerle kanıtlanmış olan çeşitli bulonlu ve kaynaklı birleşim detayı örnekleri verilmiştir.

9B.1.2 – Bu detaylar, süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı çerçevelerin moment aktaran kiriş-kolon birleşimlerinde, bu bölümde kendileri için verilen uygulama sınırları çerçevesinde kullanılabilirler.

9B.1.3 – Birleşen kiriş ve kolonların enkesitleri aşağıda tanımlanan koşulları sağlayacaktır.

(a) Hadde ürünü geniş başlıklı profiller, bu bölümde kendileri için verilen sınır koşullarına uygun olarak kullanılacaklardır.

(b) Çift simetri eksenli yapma **I** enkesitli elemanlar aşağıdaki koşulları sağlamaları halinde kullanılabilirler.

(1) Başlıkların ve gövdenin genişlik, yükseklik ve kalınlıkları, bu bölümde verilen ilgili koşulları sağlayan hadde ürünü profillerle uyumlu olmalıdır.

(2) Gövdenin, başlıklara bağlantısında sürekli kaynak kullanılmalıdır. Bu kaynakların yapma kiriş ve kolonlar için uygulama esasları aşağıdaki maddelerde verilmiştir.

(i) Yapma kirişlerde gövde ve başlıklar, kiriş ucundan itibaren plastik mafsal yerini (ℓ_n) bir kiriş yüksekliğinden az olmamak üzere aşacak şekilde gövdenin iki tarafına da uygulanan köşe kaynak takviyesiyle birlikte tam penetrasyonlu küt kaynakla birleştirilecektir. Köşe kaynak takviyesinin kalınlığı, 6 mm'den ve kiriş gövdesi kalınlığının 0.70 katından az olamaz.

(ii) Yapma I enkesitli kolonlarda, kolon gövdesi ile başlıkları, birleşen kirişin üst ve alt başlıklarından itibaren 300mm uzaklığa kadar olan bölümü içine alan bölgede, uygulanan köşe kaynak takviyesiyle birlikte tam penetrasyonlu küt kaynakla birleştirilecektir. Köşe kaynak takviyesinin kalınlığı, 6mm'den ve kolon gövdesi kalınlığının 0.70 katından az olamaz.

(iii) Kutu enkesit haline getirilmiş geniş başlıklı I profillerde levhaların başlık olarak kullanılması halinde, bu levhaların genişlik / kalınlık, b/t oranı, b başlıklar arası net genişlik olmak üzere $0.6\sqrt{E/F_y}$ değerini aşamaz. Levhaların gövde olarak kullanılmaları halinde, yükseklik / kalınlık, h/t_w oranı, **Tablo 9.3**'te verilen ilgili sınır değerden büyük olamaz. Kutu enkesit haline getirilmiş kolonların başlık ve gövde levhaları, birleşen kirişin üst ve alt başlıklarından itibaren 300 mm uzaklığa kadar olan bölümü içine alan bölgede, tam penetrasyonlu küt kaynakla birleştirilecektir. Bu bölgenin dışında, levhaların birleşimi, süreklilik gösteren köşe veya küt kaynakla sağlanacaktır.

(iv) Başlıklı (H) enkesitli kolonlar, hadde ürünü veya yapma enkesitli elemanlar kullanılarak teşkil edilebilir. T enkesitli elemanın gövdesi, süreklilik gösteren I enkesitli elemanın gövdesine, iki tarafa da uygulanan köşe kaynak takviyesiyle birlikte tam penetrasyonlu küt kaynakla birleştirilecektir. Köşe kaynak minimum kalınlığı, 6 mm ve kolon gövde kalınlığının 0.70 katının küçük olanına eşit alınacaktır. Süreklilik gösteren levhalar, geniş başlıklı kolonlar için verilen koşulları sağlayacaktır.

9B.1.4 – Bu bölüm kapsamındaki birleşimlerin tasarımı, aşağıda açıklanan esaslar çerçevesinde gerçekleştirilecektir.

(a) Birleşimlerin boyutlandırılmasında sadece (YDKT) yöntemi esas alınacaktır. Birleşim tasarımında, gözönüne alınan göçme sınır durumuna bağlı olarak, sünek göçme sınır durumu (akma sınır durumu) ve sünek olmayan göçme sınır durumu (kırılma sınır durumu) için aşağıda verilen dayanım katsayıları kullanılacaktır.

(1) Sünek göçme sınır durumu için $\phi_d = 1.0$

(2) Sünek olmayan göçme sınır durumu için $\phi_n = 0.9$

(b) Plastik mafsalsın kolon yüzünden uzaklığı, ℓ_n , bu bölümdeki her bir birleşim tipi için ilgili uygulama sınırları kapsamında tanımlanmıştır.

(c) Plastik mafsaldaki olası maksimum moment, M_{pr}

$$M_{pr} = C_{pr} R_y F_y W_p \quad C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2F_y} \leq 1.2 \quad (9B.1)$$

şeklinde hesaplanacaktır. Birleşimin kolon yüzündeki *gerekli eğilme momenti dayanımı* M_{uc} ve *gerekli kesme kuvveti dayanımı* V_{uc} (**Şekil 9B.1**), kiriş ucundaki olası plastik mafsals noktaları gözönünde tutularak belirlenecektir.

(d) **9.3.4.3** uyarınca, gerektiğinde kiriş başlık hizalarında süreklilik levhaları kullanılacaktır.

9B.1.5 – Kiriş-kolon birleşiminin sınırladığı kayma bölgesi, *süneklik düzeyi yüksek* veya *süneklik düzeyi sınırlı* moment aktaran çelik çerçeveler için sırasıyla, **9.3.4.2** veya **9.4.2.2**'deki koşulları sağlayacaktır.

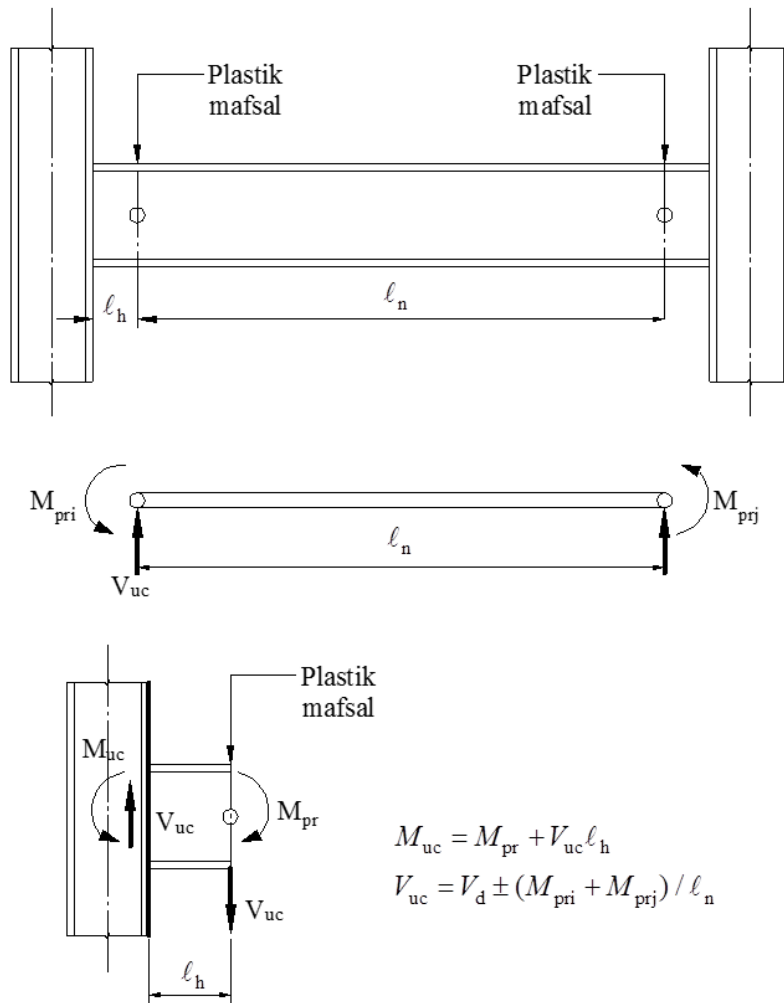
9B.1.6 – Kapasitesi korunmuş bölgeler her bir birleşim tipi için tanımlanacaktır. Aksi belirtilmedikçe, kapasitesi korunmuş bölgeler kolon yüzünden başlayarak, plastik mafsals

noktasından itibaren kiriş yüksekliğinin 1.5 katı uzaklığı içine alan bölge olarak tanımlanmıştır. Kiriş gövdesinde, her bir birleşim tipi için ilgili bölümlerdeki koşullara uygun düzenlenen bulon deliklerine izin verilebilir.

9B.1.7 – Kaynaklı birleşim uygulamalarının kaynak detayları, aşağıda verilen koşulları sağlayacak şekilde düzenlenecektir.

(a) Süreklilik levhalarının kolon gövdesine birleşimi tam penetrasyonlu küt kaynak ile yapıldığında, altlık levhasının kaldırılmasına gerek yoktur. Ancak, kolon başlığına tam penetrasyonlu küt kaynakla birleşimde, altlık levhası 6 mm kaynak kalınlığına sahip sürekli köşe kaynak ile kolon başlığına bağlanacaktır. Bu köşe kaynağın, küt kaynağın bulunduğu tarafa, tam penetrasyonlu küt kaynağın altında kalacak şekilde uygulanması sağlanacaktır. Altlık levhasının kaldırılması halinde, kaynak kökünde taşlanarak oluk açılacak ve bu bölge 6mm kaynak kalınlığına sahip sürekli köşe kaynak ile takviye edilecektir.

(b) Kiriş alt başlığının kolon başlığına tam penetrasyonlu küt kaynaklı bağlantısında altlık levhası kullanılması halinde, kaynaklama işleminden sonra altlık levhası kaldırılacaktır. Altlık levhasının kaldırılmasının ardından kaynak kökünde taşlanarak oluk açılacak ve bu bölge en az 6mm kaynak kalınlığına sahip sürekli köşe kaynak ile takviye edilecektir. Bu köşe kaynak takviyesinin kalınlığı kiriş başlık yüzeyini de içine alacak şekilde belirlenecektir.



Şekil 9B.1

(c) Kiriş üst başlığının kolon başlığına tam penetrasyonlu küt kaynaklı bağlantısında altlık levhası kullanılması halinde, altlık levhası yerinde bırakılarak 6 mm kaynak kalınlığına sahip sürekli köşe kaynakla kolon başlığına kaynaklanacaktır. Bu köşe kaynağın, küt kaynağın bulunduğu tarafa tam penetrasyonlu küt kaynağın altında kalacak şekilde uygulanması sağlanacaktır.

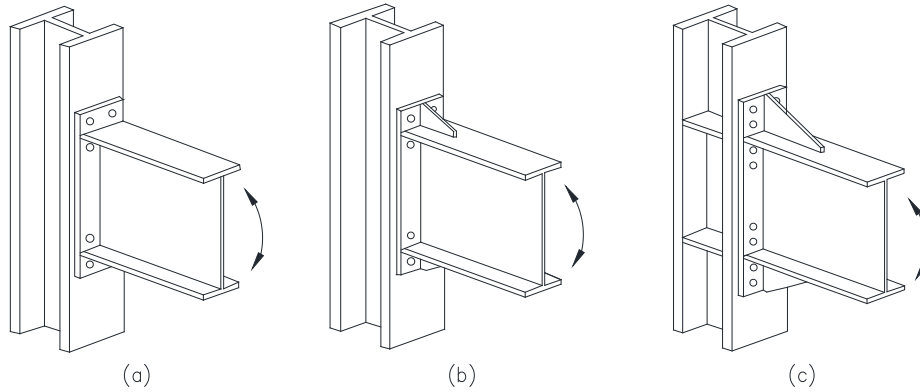
(d) Özellikle tam penetrasyonlu küt kaynak uygulamalarında, uçlarda başlangıç ve bitiş levhaları kullanılacaktır. Kaynak işleminin ardından bu levhaların uygun bir kesim yöntemiyle kesilerek kaldırılması sağlanacaktır. Yüzeyler, çentik ve keskin köşeler bırakılmayacak şekilde işlenecektir.

(e) Kapasitesi korunmuş bölgelerde, altlık levhası ile başlangıç ve bitiş levhalarını bağlayan geçici kaynaklar (punto kaynak), kaynaklı birleşimlerin içinde kalması halinde yerinde kalacaktır.

(f) Süreklilik levhalarının gövde ve başlığa birleşimlerinde 9.3.4.3'teki koşullara uyulacaktır. Ancak, kolon gövdesine uygulanacak kaynak işlemi, kolon enkesiti boyun bölgesindeki eğrilik bitiş noktalarına en az 40 mm uzakta sonlandırılacaktır. Kolon başlığına uygulanacak kaynak işleminin ise, kolon enkesiti boyun bölgesindeki eğrilik bitiş noktalarına en az 15 mm uzakta sonlandırılması sağlanacaktır.

9B.2. TAM DAYANIMLI BULONLU ALIN LEVHALI BİRLEŞİMLER

9B.2.1 – Bu bölümde, deneysel ve/veya analitik yöntemlerle yeterliliği kanıtlanan üç farklı tip alın levhalı birleşim detayı verilmiştir (Şekil 9B.2).



Şekil 9B.2

Bu tip kiriş-kolon birleşimlerinin davranışında belirleyici olan sınır durumlar; kiriş enkesitinin eğilme etkisinde akmaya ulaşması, alın levhasının eğilme etkisinde akmaya ulaşması, kolon panel bölgesinin akması, çekme etkisindeki bulonların kopması, kayma etkisindeki bulonların kırılması veya kaynaklı birleşim bölgelerinde kırılmalar meydana gelmesi olarak sıralanabilir. Burada tanımlanan tasarım prensipleri, birleşim elemanlarının, elastik olmayan şekildeğiştirmelerin kiriş enkesitindeki akma nedeniyle meydana gelmesini sağlayacak yeterli dayanıma sahip olmaları esasına dayanmaktadır.

9B.2.2 – Bu birleşim detayı tiplerinin süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerin birleşimlerinde 9B.1.1'de tanımlanan birleşimler olarak kullanılabilmesi için, Tablo 9B.1'de verilen uygulama sınırları çerçevesinde, aşağıda verilen ilave koşullara

uyulması zorunludur. Bu birleşim tiplerinin kendilerine ait uygulama sınırlarının değerlendirilmesinde esas alınacak geometrik değişkenler **Şekil 9B.3**'te verilmiştir.

9B.2.3 – Betonarme döşeme ile temasta olan **Şekil 9B.2**'deki birleşimlerin süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerde kullanılmalari halinde, bu birleşimler ancak, aşağıdaki özel koşullara uyulması durumunda kullanılabilirler.

(a) Kiriş başlığının, kolon başlığı yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin 1.5 katı uzaklığı arasında kalan bölümünde kayma bağlantıları kullanılmayacaktır.

(b) Betonarme döşeme, kolonun her iki başlık yüzünden en az 25 mm uzakta bitirilmiş olacaktır. Kolon yüzü ile betonarme döşeme kenarı arasında kalan boşluk, sıkışabilir bir malzeme ile doldurulacaktır.

9B.2.4 – Bu birleşimlerin uygulanmasında alın levhası kolon başlığına bağlanacaktır.

9B.2.5 – Alın levhasının genişliği birleşen kirişin başlık genişliğine eşit veya daha büyük olmalıdır. Ancak, alın levhası hesaplarında etkili genişlik kiriş başlık genişliğinden en çok 25 mm fazla alınmalıdır.

9B.2.6 – Rijitlik levhalı 4 ve 8 bulonlu alın levhalı birleşimlerde, rijitlik levhalarının minimum uzunluğu L_{st} **Denk.(9B.2)** ile hesaplanacak değerden daha az olmayacaktır.

$$L_{st} = \frac{h_{st}}{\tan 30^\circ} \quad (9B.2)$$

9B.2.7 – Kiriş ve alın levhasının kaynaklı birleşiminde aşağıdaki koşullara uyulacaktır.

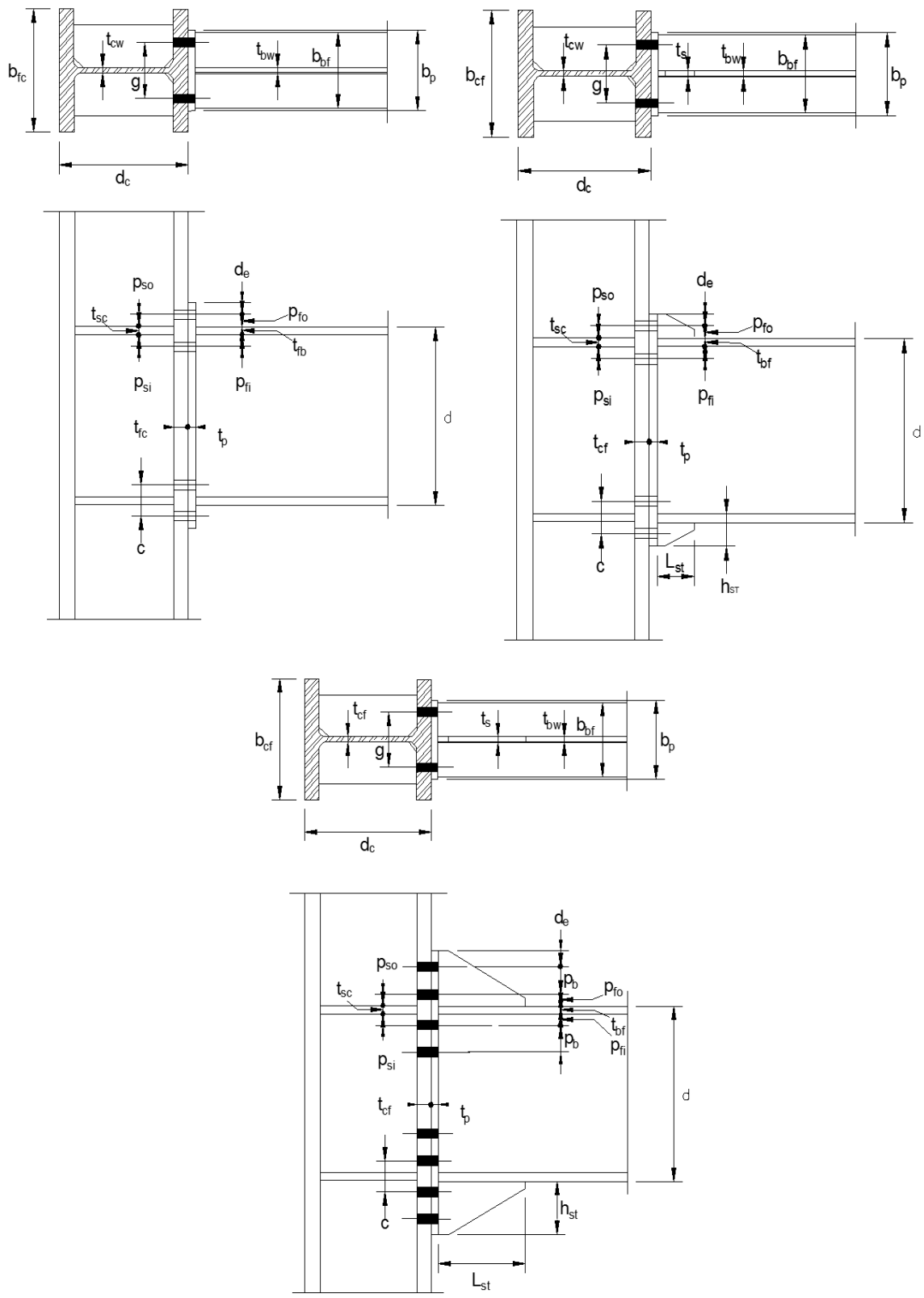
(a) Kaynak ulaşım delikleri kullanılmayacaktır.

(b) Rijitlik levhalı birleşimlerde rijitlik levhasının alın levhasına birleşiminde tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır. Rijitlik levhası kalınlığının 10 mm'den az olması durumunda, rijitlik levhasının dayanımına eşit dayanıma sahip köşe kaynak kullanılmasına izin verilebilir.

9B.3. BULONLU BAŞLIK LEVHALI BİRLEŞİM

9B.3.1 – Bulonlu başlık levhalı moment aktaran birleşimler, kolon başlığına kaynaklı, kiriş başlığına bulonlu birleştirilen başlık levhaları ile oluşturulurlar (**Şekil 9B.4**). Burada tanımlanan koşullar, birleşim elemanlarının başlık levhasının bitimine yakın bölgede bir plastik mafsallın oluşmasını sağlayacak yeterli dayanıma sahip olmaları prensibini esas almaktadır.

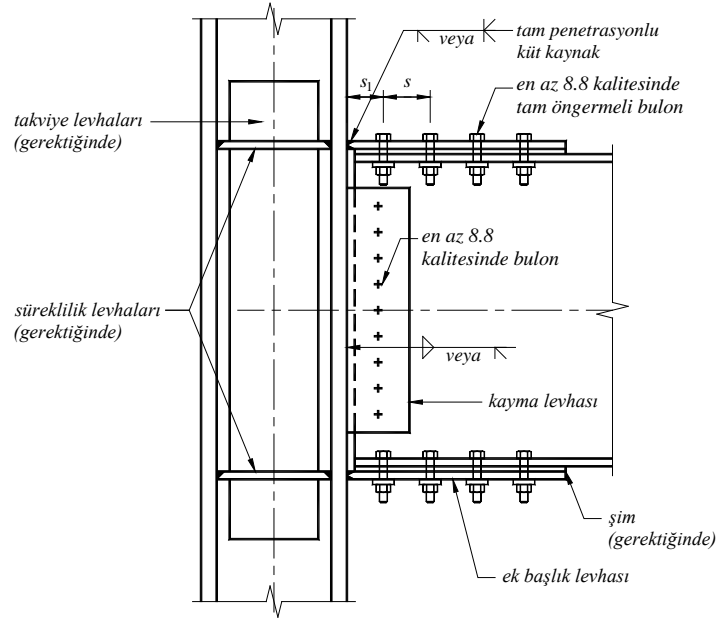
9B.3.2 – Bu birleşim detayının süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerin birleşimlerinde, **9B.1.1**'de tanımlanan birleşimler olarak kullanılabilmesi için, **Tablo 9B.2**'de verilen uygulama sınırları çerçevesinde aşağıda tanımlanan ilave koşullara uyulması zorunludur.



Şekil 9B.3

Tablo 9B.1 – Tam Dayanımlı Bulonlu Alın Levhalı Birleşimlerin Uygulama Sınırları

Birleşim Detayı Değişkenleri	Uygulama Sınırları
Plastik mafsalsın kolon yüzünden uzaklığı, ℓ_h	$\min(d_b / 2, 3b_{bf})$
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7 (süneklik düzeyi yüksek çerçeveler) ≥ 5 (süneklik düzeyi sınırlı çerçeveler)
Alın levhası kalınlığı, t_p	$12 \leq t_p \leq 60$ mm (4 bulonlu rijitlik levhasız)
	$12 \leq t_p \leq 40$ mm (4 bulonlu rijitlik levhalı)
	$18 \leq t_p \leq 65$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
Alın levhası genişliği, b_p	$160 \leq b_p \leq 300$ mm (4 bulonlu rijitlik levhasız)
	$160 \leq b_p \leq 300$ mm (4 bulonlu rijitlik levhalı)
	$215 \leq b_p \leq 400$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
Bulonlar arasındaki yatay uzaklık, g	$100 \leq g \leq 155$ mm (4 bulonlu rijitlik levhasız)
	$70 \leq g \leq 155$ mm (4 bulonlu rijitlik levhalı)
	$125 \leq g \leq 155$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
p_f (p_{fi} ve p_{fo})	$40 \leq p_f \leq 115$ mm (4 bulonlu rijitlik levhasız)
	$45 \leq p_f \leq 140$ mm (4 bulonlu rijitlik levhalı)
	$40 \leq p_f \leq 50$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
p_b	$90 \leq p_b \leq 100$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
Kiriş enkesit yüksekliği, d_b	$270 \leq d_b \leq 1400$ mm (4 bulonlu rijitlik levhasız)
	$270 \leq d_b \leq 610$ mm (4 bulonlu rijitlik levhalı)
	$450 \leq d_b \leq 950$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
Kiriş başlık kalınlığı, t_{bf}	$10 \leq t_{bf} \leq 25$ mm (4 bulonlu rijitlik levhasız)
	$10 \leq t_{bf} \leq 25$ mm (4 bulonlu rijitlik levhalı)
	$14 \leq t_{bf} \leq 35$ mm (8 bulonlu rijitlik levhalı)
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 920 mm (I profilleri için)
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9
Bulon önçekme koşulları	Tam önçekme
Alın levhası malzeme sınıfı	S 235, S275 veya S355
Başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak
Kapasitesi korunan bölge	Rijitlik levhasız birleşimler için kolon yüzü ile kolon yüzünden kiriş yüksekliği kadar uzaklıktaki bölge veya kolon yüzünden kiriş başlık genişliğinin üç katı kadar uzaklıktaki bölgeden küçük olanı
	Rijitlik levhalı birleşimler için kolon yüzü ile kolon yüzünden rijitleştiricinin bitim noktası ve kiriş derinliğinin yarısının toplamı kadar uzaklıktaki bölge veya kolon yüzünden kiriş başlık genişliğinin üç katı kadar uzaklıktaki bölgeden küçük olanı



Şekil 9B.4

Tablo 9B.2 – Bulonlu Başlık Levhali Moment Aktaran Birleşim Detayı Uygulama Sınırları

Birleşim Detayı Değişkenleri	Uygulama Sınırları
Plastik mafsalın kolon yüzünden uzaklığı, ℓ_h	$\ell_h = s_1 + s \left(\frac{n}{2} - 1 \right)$
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 9 (süneklik düzeyi yüksek çerçeveler) ≥ 7 (süneklik düzeyi sınırlı çerçeveler)
Kiriş enkesit yüksekliği, d_b	$\leq 920\text{mm}$
Kiriş başlık kalınlığı	$\leq 25\text{mm}$
Kolon enkesit yüksekliği	$\leq 920\text{mm}$ (I profilleri için) $\leq 610\text{mm}$ (yapma kutu profiller için)
Bulon sınıfı	8.8 veya 10.9
En büyük bulon boyutu	M 27
Bulon öçekme koşulları	Tam öçekme
Başlık levhası malzeme sınıfı	S 235, S275 veya S355
Başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak
Kapasitesi korunan bölge	Kolon yüzü ile kolon yüzünden en uzaktaki bulondan kiriş derinliği kadar uzaklıktaki bölge

9B.3.3 – Betonarme döşeme ile temasta olan başlık levhali bulonlu birleşimlerin süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerde kullanılmalrı halinde, bu birleşimler ancak, aşağıdaki özel koşullara uyulması durumunda kullanılabilirlerdir.

(a) Kiriş başlığının, kolon başlığı yüzü ile kolon yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin 1.5 katı uzaklığı arasında kalan bölümde kayma bağlantıları kullanılmayacaktır.

(b) Döşeme betonu, kolon başlıklarının yüzünden en az 25 mm uzakta bitirilmiş olacaktır. Kolon yüzü ile döşeme betonu kenarı arasında kalan boşluğun, sıkışabilir bir malzeme yerleştirilerek doldurulması sağlanacaktır.

9B.3.4 – Her iki başlık aynı geometrik özelliklere sahip olacaktır.

9B.3.5 – Başlık levhalarının kolon başlığına kaynağı tam penetrasyonlu küt kaynak olacaktır. Altlık levhası kullanıldığında bu levha yerinde bırakılmayacaktır.

9B.3.6 – Gövde kayma levhası kolon başlığına kaynakla birleştirilmelidir. Kolon başlığı-gövde levhası birleşimi, tam penetrasyonlu küt kaynak veya iki taraflı köşe kaynakla sağlanacaktır.

9B.3.7 – Başlık levhasında kullanılacak bulon grubunun uzunluğu kiriş yüksekliğini geçemez. Kiriş başlığında standart delik çapı kullanılacaktır. Başlık levhasında ise, standart veya büyük dairesel delik çapı kullanılmasına izin verilir. Bulon deliklerinin zımbalama yöntemi ile açılmasına izin verilmez.

9B.3.8 – Birleşimde, kiriş başlığının çekme kırılması sınır durumuna ulaşmasını önleyecek bulon çapı için **Denk.(9B.3)**'teki koşul sağlanacaktır.

$$d_b \leq \frac{b_{bf}}{2} \left(1 - \frac{R_y F_y}{R_t F_u} \right) - 3\text{mm} \quad (9B.3)$$

9B.3.9 – Kiriş başlığı ve başlık levhası arasında gerektiğinde besleme levhası kullanılabilir; ancak besleme levhasının kalınlığı 6mm'yi aşamaz.

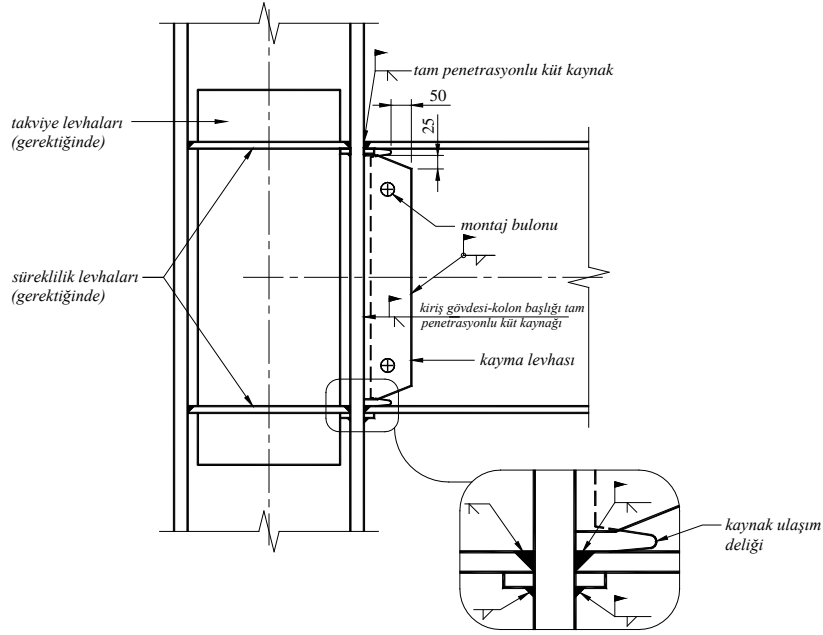
9B.3.10 – Süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçeveli sistemlerde, kapasitesi korunan bölgeler arasındaki açıklık boyunca kiriş başlığı, merkezleri arasındaki uzaklık 300 mm'yi aşmayan başlıklı çelik ankrajlar ile betonarme döşemeye bağlanıyorsa, plastik mafsallı bölgelerde kirişin üst ve alt başlıklarında özel stabilite bağlantıları kullanılmasına gerek yoktur.

9B.4. TAM PENETRASYONLU KÜT KAYNAKLI BİRLEŞİM

9B.4.1 – Aşağıda verilen koşullar, birleşimin kolon başlığı - kiriş başlığı kaynakları, kolon başlığı - kiriş gövdesi kaynakları ve kaynak ulaşım delikleri için verilen özel detayların uygulanmasıyla, plastik mafsallı kolon başlığına yakın bölgede oluşmasını sağlayacak yeterli dayanıma sahip olması prensibini esas almaktadır. Birleşim detayı **Şekil 9B.5**'te görülmektedir.

9B.4.2 – Bu birleşim detayının süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerin birleşimlerinde, **9B.1.1**'de tanımlanan birleşimler olarak kullanılabilmesi için, **Tablo 9B.3**'te verilen uygulama sınırları çerçevesinde aşağıda tanımlanan ilave koşullara da uyulması zorunludur.

9B.4.3 – Birleşimin boyutlandırılmasında, **Denk.(9B.1)** ile plastik mafsaldaki olası maksimum momentin hesabında, $C_{pr} = 1.4$ alınacaktır.



Şekil 9B.5

Tablo 9B.3 – Tam Penetrasyonlu Küt Kaynaklı Birleşim Detayının Uygulama Sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Plastik mafsalın kolon yüzünden uzaklığı, ℓ_h	$\ell_h = 0$
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 920 mm
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7 (süneklik düzeyi yüksek çerçeveler) ≥ 5 (süneklik düzeyi sınırlı çerçeveler)
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 25 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 920 mm (I profilleri için) ≤ 610 mm (yapma kutu profiller için)
Kaynak ulaşım deliği	Gerekli
Başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak
Kapasitesi korunan bölge	Kolon yüzünden itibaren kiriş enkesit yüksekliği kadar uzaklığı içine alan bölge

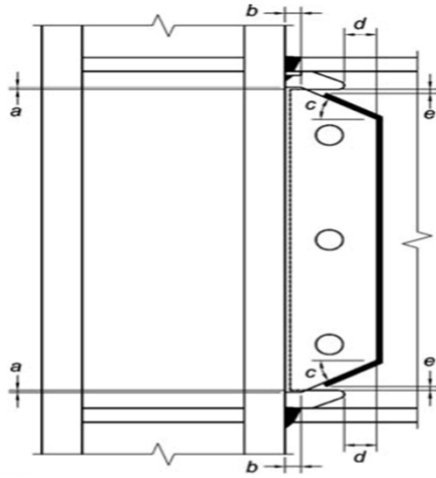
9B.4.4 – Plastik mafsal bölgelerinde yanal destekler, kolon yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin 1 ile 1.5 katı uzaklığı içine alan bölgede her iki başlıkta teşkil edilmelidir. Kolon yüzünden itibaren, kiriş yüksekliği kadar uzaklığı içine alan bölgede ise yanal destek teşkiline izin verilmez.

9B.4.5 – Süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çelik çerçeve sistemlerde, kapasitesi korunan bölgeler arasındaki açıklık boyunca kiriş başlığı, merkezleri arasındaki uzaklık 300 mm'yi aşmayan başlıklı çelik ankrajlar ile betonarme döşemeye bağlanıyorsa, plastik mafsal bölgelerinde kirişin üst ve alt başlıklarında özel stabilite bağlantıları kullanılmasına gerek yoktur.

9B.4.6 – Kolon başlığı – kiriş başlığı birleşiminde aşağıdaki koşullara uyulacaktır.

(a) Kiriş başlığı kolon başlığına tam penetrasyonlu küt kaynakla bağlanacaktır.

(b) Kaynak ulaşım delikleri, Şekil 9B.6’da verilen geometriye ve uygulama koşullarına sahip olacaktır.



$$6\text{mm} \leq a \leq 12\text{mm}$$

$$b \geq 25\text{mm}$$

$$c = 30^\circ (\pm 10^\circ)$$

$$d \geq 50\text{mm}$$

$$12\text{mm} \leq e \leq 25\text{mm}$$

e : Kaynak ulaşım deliği kenarının köşe kaynak bitiş noktasına uzaklığı

Şekil 9B.6

9B.4.7 – Kolon başlığı – kiriş gövdesi birleşiminde aşağıdaki koşullara uyulacaktır.

(a) Gövde kayma levhasının kalınlığı en az kiriş gövde kalınlığına eşit olacaktır. Gövde kayma levhasının yüksekliği, üst ve alt başlıklar için levha kenarları ile kaynak ulaşım deliğinin kenarları arasında minimum 6 mm ve maksimum 12 mm uzaklık olacak şekilde düzenlenecektir. Genişliği ise kaynak ulaşım deliğinden en az 50 mm uzakta bitecek şekilde belirlenecektir (Şekil 9B.6).

(b) Gövde kayma levhası kolon başlığına kaynaklanacaktır. Kaynakların tasarım dayanımı, h_p levha yüksekliği ve t_p levha kalınlığı olmak üzere, $h_p t_p (0.6R_y F_{yp})$ şeklinde hesaplanacak değerden az olmayacaktır.

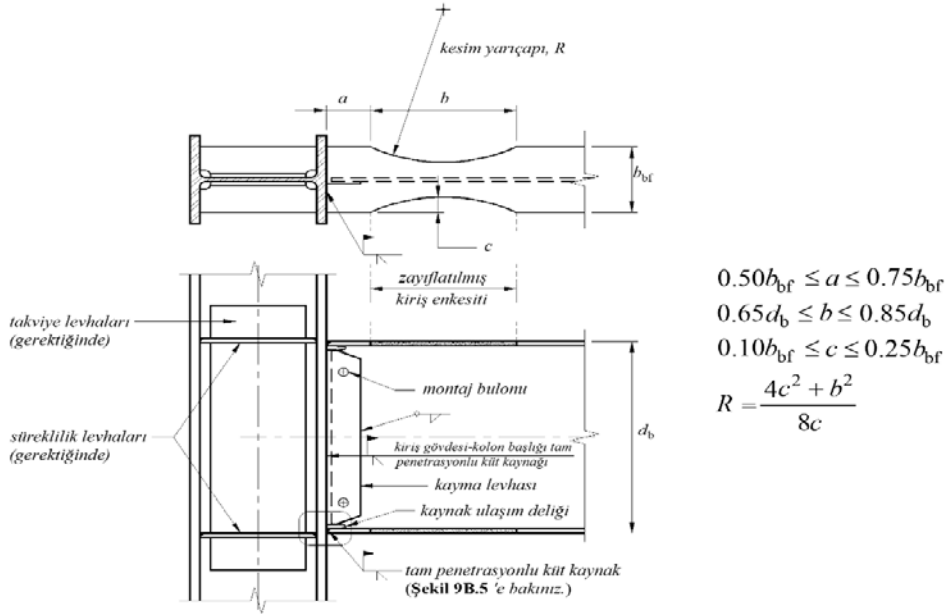
(c) Gövde kayma levhası kiriş gövdesine Şekil 9B.6’da verilen detaya uygun şekilde, kol uzunluğu $t_p - 2\text{mm}$ olan köşe kaynaklar ile birleştirilecektir.

(d) Gerektiğinde kiriş gövdesinde standart veya kiriş doğrultusunda kısa oval deliklere sahip montaj bulonlarının kullanımına izin verilebilir.

(e) Kolon başlığı ve kiriş gövdesi kaynakları, kaynak ulaşım delikleri arasındaki bölgenin tüm uzunluğu boyunca uygulanan tam penetrasyonlu küt kaynak olmalıdır. Kaynak işlemi için başlangıç ve bitiş levhaları gerekli değildir.

9B.5. KAYNAKLI ZAYIFLATILMIŞ KİRİŞ ENKESİTLİ KİRİŞ – KOLON BİRLEŞİMİ

9B.5.1 – Kaynaklı, zayıflatılmış kiriş enkesitli moment aktaran birleşim detaylarında, kiriş - kolon birleşimine yakın bölgede kiriş başlıklarının genişlikleri uygun bir kesimle azaltılır. Birleşim detayları Şekil 9B.7’de verilmiştir. Burada tanımlanan koşullar birleşimin, azaltılmış kiriş enkesitinde plastik mafsallı oluşmasını sağlayacak yeterli dayanıma sahip olması prensibini esas almaktadır.



Şekil 9B.7

9B.5.2 – Bu birleşimin süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı moment aktaran çerçevelerde, **9B.1.1**'de tanımlanan birleşimler olarak kullanılabilmesi için, **Tablo 9B.4**'te verilen uygulama sınırları çerçevesinde, aşağıda verilen ilave koşullara uyulması zorunludur.

9B.5.3 – Birleşimin azaltılmış kiriş enkesitinde akma nedeniyle plastik mafsal oluşması öngörüldüğünden, bu noktalarda **9.2.8.1**'e göre her iki başlıkta yanal burulmalı burkulmaya karşı ilave yanal destek teşkil edilmelidir. Ancak, kiriş üst başlığının merkezleri arasındaki uzaklık 300 mm'yi aşmayan başlıklı çelik ankrajlar ile betonarme döşemeye bağlanması halinde, kiriş alt ve üst başlıklarında bu ilave yanal desteklerin kullanılmasına gerek yoktur. Yanal destek kullanılması durumunda bu destek, kiriş enkesitinin azaltıldığı bölgenin kolondan en uzak olan noktasından en fazla kiriş yüksekliğinin yarısı kadar uzakta teşkil edilmelidir. Yanal desteğin, kolon yüzü ile azaltılmış kiriş enkesit bölgesinin kolon yüzünden en uzak ucu arasındaki bölge içinde kirişe birleşimine izin verilmez.

Tablo 9B.4 – Kaynaklı Zayıflatılmış Kiriş Enkesitli Kiriş – Kolon Birleşim Detayının Uygulama Sınırları

Birleşim Detayı Parametreleri	Uygulama Sınırları
Kiriş enkesit yüksekliği	≤ 920 mm
Kiriş birim boy ağırlığı	≤ 450 kg/m
Kiriş açıklığı / enkesit yüksekliği oranı	≥ 7 (süneklik düzeyi yüksek çerçeveler) ≥ 5 (süneklik düzeyi sınırlı çerçeveler)
Kiriş başlık kalınlığı	≤ 44 mm
Kolon enkesit yüksekliği	≤ 920 mm (I profilleri için) ≤ 610 mm (yapma kutu profiller için)
Kaynak ulaşım deliği	gerekli
Ek başlık levhası kaynağı	Tam penetrasyonlu küt kaynak
Kapasitesi korunan bölge	Kolon yüzü ile zayıflatılmış kiriş enkesitinin en uzak noktası arasındaki bölge

9B.5.4 – Kiriş başlıklarının kolon başlığına birleşiminde tam penetrasyonlu küt kaynak kullanılacaktır.

9B.5.5 – Kiriş gövdesinin kolon başlığına birleşiminde aşağıdaki koşullara uyulacaktır.

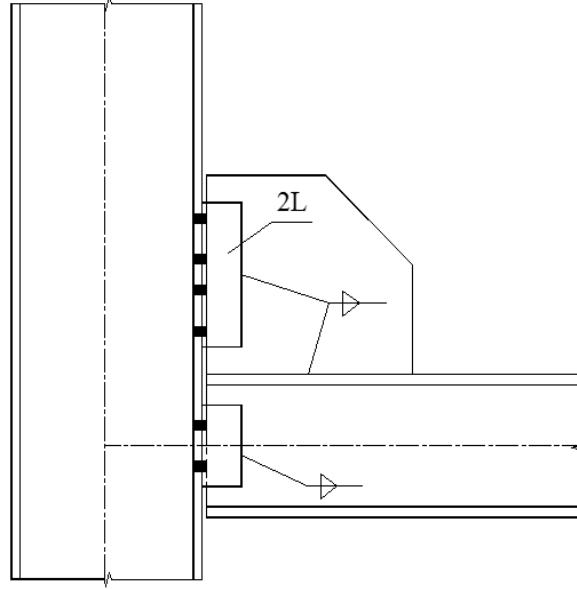
(a) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerde kiriş gövdesinin kolon başlığına bağlantısı, kaynak ulaşım delikleri arasında tam penetrasyonlu küt kaynak ile sağlanmalıdır. Tam penetrasyonlu küt kaynak için kaynak ulaşım delikleri arasında, altlık levhası görevi görmesi amacıyla, kalınlığı en az 10 mm olan kayma levhası kullanılmasına izin verilir. Kiriş gövdesinde montaj amaçlı bulon delikleri açılabilir.

(b) Süneklik düzeyi sınırlı çerçevelerde **(a)**'da verilen koşullar uygulanabilir. Ancak bu sistemlerde, bulonlu kayma levhali gövde birleşimine de izin verilmektedir. Bu durumda, birleşim sürtünme etkili birleşim olarak boyutlandırılacak ve uygulanması sağlanacaktır. Kayma levhasının kolon başlığına birleşiminde tam penetrasyonlu küt kaynak veya çift taraflı köşe kaynak kullanılacaktır. Köşe kaynak kullanılması durumunda, her bir köşe kaynağın minimum kalınlığı levha kalınlığının 0.70'i olmalıdır. Bulon delikleri standart delik olacaktır. Ancak, kiriş gövdesi veya kayma levhasından birinde açılması koşulu ile kiriş başlığına paralel açılmış kısa oval delik kullanılmasına izin verilmektedir.

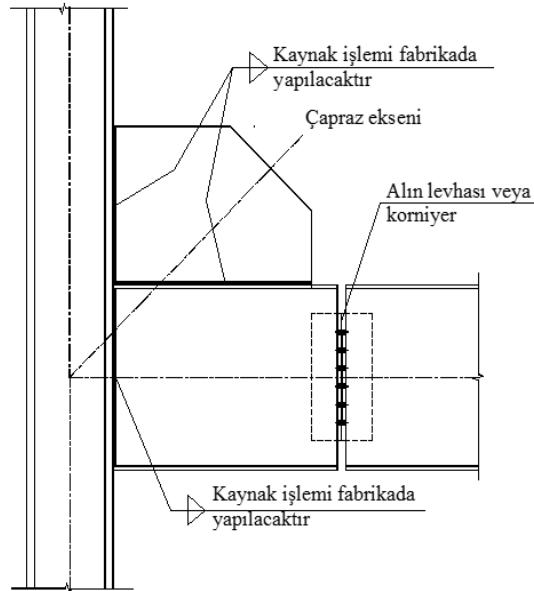
(c) Azaltılmış kiriş enkesiti termal kesimle oluşturulmalıdır.

EK 9C – ÇAPRAZ - KİRİŞ - KOLON BİRLEŞİM DETAYLARI

(a) Çapraz veya düğüm noktası levhasının kiriş - kolon birleşim bölgesine bağlantısında, 9.6.5'te ve 9.8.9'da tanımlandığı şekilde, kirişin kolona birleşimi mafsallı veya rijit olarak tasarlandığında, gerekli dönme kapasitesini sağladığı kanıtlanmış olan aşağıdaki birleşim detayları kullanılacaktır (Şekil 9C.1).



(a) Mafsallı Birleşim



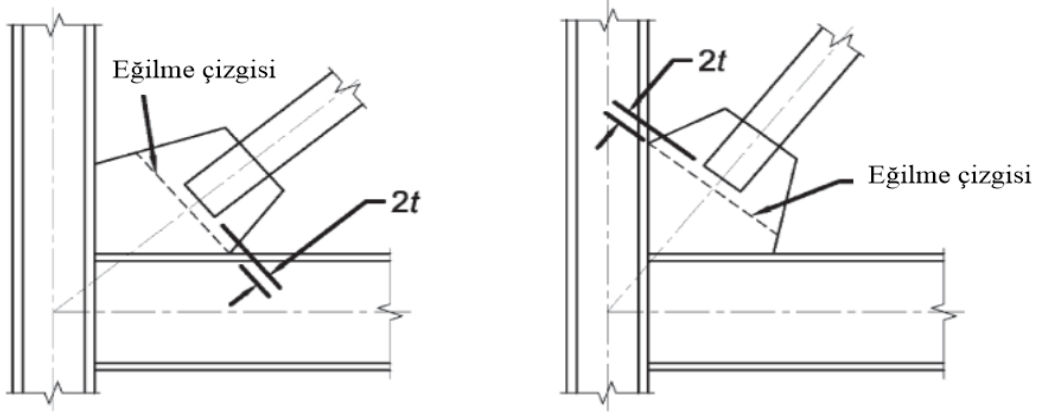
(b) Rijit Birleşim

Şekil 9C.1

(b) Plastik mafsalların 9.6.6(c)(2)'de tanımlandığı şekilde, düğüm noktası veya bağlantı levhasında oluşması öngörüldüğünde, çapraz birleşimi yeterli dönme kapasitesine sahip

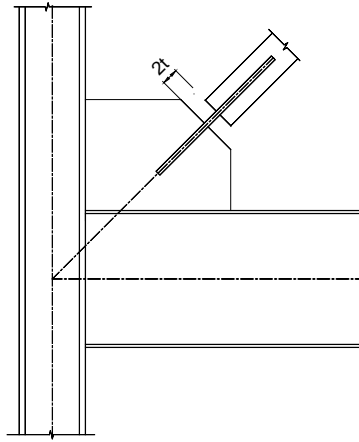
olmalıdır. Yeterli dönme kapasitesi, çapraz eleman uç birleşiminde kullanılacak düğüm noktası levhası veya bağlantı levhasında plastik dönmeye izin verecek yeterli bölgelerin teşkil edilmesiyle sağlanacaktır. Bu koşulun sağlanabilmesi için uygulanabilecek detaylar **Şekil 9C.2**'de ve **Şekil 9C.3**'te verilmiştir.

(c) Bağ kirişinin kolona bağlantısında kullanılabilir kaynaklı güçlendirilmiş tam dayanımlı moment aktaran birleşim detayı **Şekil 9C.4**'te verilmiştir.

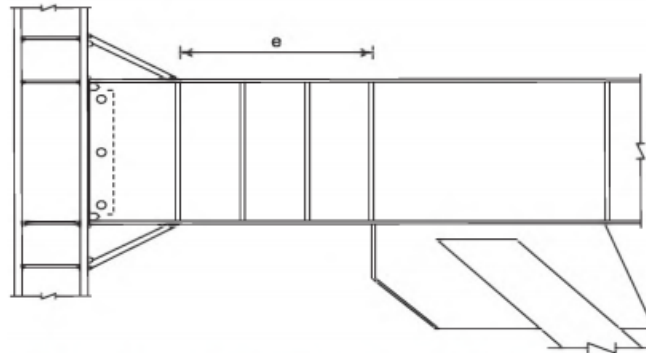


t = Düğüm noktası levhası kalınlığı

Şekil 9C.2



Şekil 9C.3



Şekil 9C.4