

BÖLÜM 3 – BETONARME BİNALAR İÇİN DEPREME DAYANIKLI TASARIM KURALLARI

3.0. SİMGELER

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

- A_c = Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı
- A_{ch} = Boşluksuz perdenin, bağ kirişli perdede her bir perde parçasının, döşemenin veya boşluklu döşemede her bir döşeme parçasının brüt enkesit alanı
- A_{ck} = Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton alanı
- ΣA_e = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı
- ΣA_g = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı
- ΣA_k = Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının (kapı ve pencere boşlukları hariç) toplamı
- A_{os} = Spiral donatının enkesit alanı
- ΣA_p = Binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamı
- A_{s1} = Kolon-kiriş düğüm noktasının bir tarafında, kirişin negatif momentini karşılamak için üste konulan çekme donatısının toplam alanı
- A_{s2} = Kolon-kiriş düğüm noktasının A_{s1} 'e göre öbür tarafında, kirişin pozitif momentini karşılamak için alta konulan çekme donatısının toplam alanı
- A_{sd} = Bağ kirişinde çapraz donatı demetinin her birinin toplam alanı
- A_{sh} = s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin gözönüne alınan bk 'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı
- A_w = Kolon enkesiti etkin gövde alanı (depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanı hariç)
- ΣA_w = Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanları A_w 'ların toplamı

- a = Kolonda veya perde uç bölgesinde etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık
- b_j = Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, birleşim bölgesine saptanan kirişin kolonla aynı genişlikte olması veya kolonun her iki yanından da taşması durumunda kolon genişliği, aksi durumda kirişin düşey orta ekseninden itibaren kolon kenarlarına olan uzaklıklardan küçük olanının iki katı (Kiriş genişliği ile birleşimin derinliğinin toplamını aşamaz)
- b_k = Birbirine dik yatay doğrultuların her biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık)
- b_w = Kirişin gövde genişliği, perdenin gövde kalınlığı
- D = Dairesel kolonun göbek çapı (spiral donatı eksenleri arasındaki uzaklık)
- d = Kirişin faydalı yüksekliği
- f_{od} = Betonun tasarım basınç dayanımı
- f_{ck} = Betonun karakteristik silindirik basınç dayanımı
- f_{ctd} = Betonun tasarım çekme dayanımı
- f_{yd} = Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
- f_{yk} = Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı
- f_{ywd} = Enine donatının tasarım akma dayanımı
- f_{ywk} = Enine donatının karakteristik akma dayanımı
- H_{cr} = Kritik perde yüksekliği
- H_w = Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
- h = Kolonun gözönüne alınan deprem doğrultusundaki enkesit boyutu
- h_k = Kiriş yüksekliği
- ℓ_b = TS-500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu
- ℓ_n = Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı
- ℓ_w = Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
- M_a = Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment
- $(M_d)_t$ = Perdenin taban kesitinde yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve depremyüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan moment

- M_{pa} = Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
- M_{pi} = Kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi
- M_{pj} = Kirişin sağ ucu j'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan negatif veya pozitif moment kapasitesi
- ΣM_p = Düğüm noktasına birleşen kirişlerin moment kapasitelerinin toplamı
- $M_{pü}$ = Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
- $(M_p)_t$ = Perdenin taban kesitinde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin pekleşmesi gözönüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
- M_{ra} = Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin alt ucunda f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
- M_{ri} = Kirişin sol ucu i'deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan pozitif veya negatif taşıma gücü momenti
- M_{rj} = Kirişin sağ ucu j'deki kolon veya perde yüzünde f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan negatif veya pozitif taşıma gücü momenti
- $(M_r)_t$ = Perdenin taban kesitinde f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
- $M_{rü}$ = Kolonun veya perdenin serbest yüksekliğinin üst ucunda f_{cd} ve f_{yd} 'ye göre hesaplanan taşıma gücü momenti
- $M_{ü}$ = Kolonun serbest yüksekliğinin üst ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment
- N_d = Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
- N_{dm} = Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenelbasınç kuvvetlerinin en büyüğü
- s = Enine donatı aralığı, spiral donatı adımı
- V_c = Betonun kesme dayanımına katkısı
- V_d = Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
- V_{dy} = Kirişin herhangi bir kesitinde düşey yüklerden meydana gelen basit giriş kesme kuvveti
- V_e = Kolon, giriş ve perdede enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti

- V_{ik} = Binanın i'inci katındaki tüm kolonlarda gözönüne alınan deprem doğrultusunda **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
- V_{is} = Binanın i'inci katında, **Denk.3.3**'ün hem alttaki hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlarda, gözönüne alınan deprem doğrultusunda **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan kesme kuvvetlerinin toplamı
- V_{kol} = Düğüm noktasının üstünde ve altında **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan kolon kesme kuvvetlerinin küçük olanı
- V_r = Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
- V_t = **Bölüm 2**'ye göre binaya etkiyen toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
- α_i = Herhangi bir i'nci katta hesaplanan V_{is} / V_{ik} oranı
- β_v = Perdede kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı
- \emptyset = Donatı çapı
- γ = Bağ kirişinde kullanılan çapraz donatı demetinin yatayla yaptığı açı
- ρ = Kiriş mesnedinde üstteki veya alttaki çekme donatısı oranı
- ρ_s = Kolonda spiral donatının hacimsel oranı [$\rho_s = 4A_{os} / (D s)$]
- ρ_{sh} = Perdede yatay gövde donatılarının hacimsel oranı
 $[(\rho_{sh})_{min} = 0.0025]$

3.1. KAPSAM

3.1.1 – Deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binaların taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlandırılması ve donatılması, bu konuda yürürlükte olan ilgili standart ve yönetmeliklerle birlikte, öncelikle bu bölümde belirtilen kurallara göre yapılacaktır. Betonarme bina temelleri ile ilgili kurallar **Bölüm 6**'da verilmiştir.

3.1.2 – Bu bölümde belirtilen kural ve koşullar, yerinde dökme monolitik betonarme binalar ile, aksi belirtilmedikçe, taşıyıcı sistemi betonarme ve/veya öngerilmeli beton elemanlardan oluşan prefabrikte binalar için geçerlidir.

3.1.3 – Bu bölümün kapsamı içindeki betonarme binaların yatay yük taşıyıcı sistemleri; sadece çerçevelerden, sadece perdelerden veya çerçeve ve perdelerin birleşiminden oluşabilir.

3.1.4 – Beton dayanımının C50'den daha yüksek olduğu betonarme binalar ile taşıyıcısistem elemanlarında donatı olarak çelik profillerin kullanıldığı binalar bu bölümün kapsamı dışındadır.

3.2. GENEL KURALLAR

3.2.1. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerin Sınıflandırılması

Depreme karşı davranışları bakımından, betonarme binaların yatay yük taşıyıcısıstemleri, aşağıda tanımlanan iki sınıfa ayrılmıştır. Bu iki sınıfa giren sistemlerin karma olarak kullanılmasına ilişkin özel durum ve koşullar, **Bölüm 2**'deki **2.5.4**'te verilmiştir.

3.2.1.1 – Aşağıda belirtilen betonarme taşıyıcı sistemler, *Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler* olarak tanımlanmıştır:

- (a) **3.3**, **3.4** ve **3.5**'te belirtilen kurallara göre boyutlandırılarak donatılan kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçeve türü taşıyıcı sistemler,
- (b) **3.6**'ya göre boyutlandırılarak donatılmış boşluksuz veya boşluklu (bağ kirişli) perdelerden oluşan taşıyıcı sistemler,
- (c) Yukarıdaki iki tür sistemin birleşiminden oluşturulan perdeli-çerçeve taşıyıcısıstemler.

3.2.1.2 – Aşağıda belirtilen betonarme taşıyıcı sistemler, *Süneklik Düzeyi Normal Sistemler* olarak tanımlanmıştır:

- (a) **3.7**, **3.8** ve **3.9**'da belirtilen kurallara göre boyutlandırılarak donatılan kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçeve türü taşıyıcı sistemler,
- (b) **3.10**'a göre boyutlandırılarak donatılmış boşluksuz veya boşluklu (bağ kirişli) perdelerden oluşan taşıyıcı sistemler,
- (c) Yukarıdaki iki tür sistemin birleşiminden oluşturulan perdeli-çerçeve taşıyıcısıstemler.

3.2.2. İlgili Standartlar

Yerinde dökme ve prefabrike betonarme taşıyıcı sistemler, bu bölümde belirtilen kurallar ile birlikte, **Bölüm 2**'de verilen deprem yükleri ve hesap kuralları, TS-498 ve TS-9967'de öngörülen diğer yükler, TS-500, TS-708, TS-3233 ve TS-9967'deki kurallar ile malzeme ve yük katsayıları kullanılarak projelendirileceklerdir. İlgili standartlarda verilen kuralların farklı olduğu özel durumlarda, bu bölümdeki kurallar esas alınacaktır.

3.2.3. Taşıyıcı Sistem Hesabında Kullanılacak Kesit Rijitlikleri

Bölüm 2'de verilen yöntemlerle yapılacak taşıyıcı sistem hesabında çatlamamış kesite ait kesit rijitlikleri kullanılacaktır. Ancak, kendi düzlemleri içindeki perdelere saplanan kirişlerde ve bağ kirişli (boşluklu) perdelerin bağ kirişlerinde çatlamış kesite ait değerler kullanılabilir.

3.2.4. Kesit Hesaplarında Kullanılacak Yöntem

Bütün deprem bölgelerinde, betonarme elemanların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında ve donatı hesaplarında TS-500'de verilen *Taşıma Gücü Yöntemi*'nin kullanılması zorunludur.

3.2.5. Malzeme

3.2.5.1 – Deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda C20'den daha düşük dayanımlı beton kullanılamaz.

3.2.5.2 – Tüm deprem bölgelerinde, TS-500'deki tanıma göre kalite denetimli, bakımı yapılmış ve vibratörle yerleştirilmiş beton kullanılması zorunludur. Ancak, kendinden yerleşen beton kullanıldığı durumlarda, vibratörle beton yerleştirilmesine gerek yoktur.

3.2.5.3 – Etriye ve çiroz donatısı ile döşeme donatısı dışında, nervürlü donatı çeliği kullanılamaz. Ayrıca, **3.2.5.4**'te belirtilen elemanlar hariç olmak üzere, betonarme taşıyıcı sistem elemanlarında S420'den daha yüksek dayanımlı donatı çeliği kullanılmayacaktır. Kullanılan donatının kopma birim uzaması %10'dan az olmayacaktır. Donatı çeliğinin deneysel olarak bulunan ortalama akma dayanımı, ilgili çelik standardında öngörülen karakteristik akma dayanımının 1.3 katından daha fazla olmayacaktır. Ayrıca, deneysel olarak bulunan ortalama kopma dayanımı, yine deneysel olarak bulunan ortalama akma dayanımının 1.15 katından daha az olmayacaktır.

3.2.5.4 – Kirişli sistemlerin döşemelerinde, kirişsiz döşemelerde, dişli döşeme tablalarında, etriyelerde, bodrum katların çevresindeki dış perde duvarlarının gövdelerinde, deprem yüklerinin tümünün bina yüksekliği boyunca perdeler tarafından taşındığı ve **3.6.1.2**'de **Denk.(3.14)** ile verilen koşulların her ikisinin de sağlandığı binaların perde gövdelerinde S420'den daha yüksek dayanımlı donatı çeliği kullanılabilir.

3.2.6. Çekme Donatılarının Kenetlenme Boyu

Bu bölümde aksi belirtilmedikçe, kancalı ve kancasız çekme donatısı çubukları için gerekli kenetlenme boyları TS-500'de verilen kurallara göre saptanacaktır.

3.2.7. Kaynaklı ve Manşonlu Ek ve Bağlantılar

3.2.7.1 – Boyuna donatıların bindirmeli kaynaklı eklerinin sertifikalı kaynakçılar tarafından yapılması zorunludur. Küt kaynak ekleri yapılmayacaktır. Kaynak yapılacak donatı çeliğinin karbon eşdeğeri TS-500'de verilen sınır değeri aşmayacaktır.

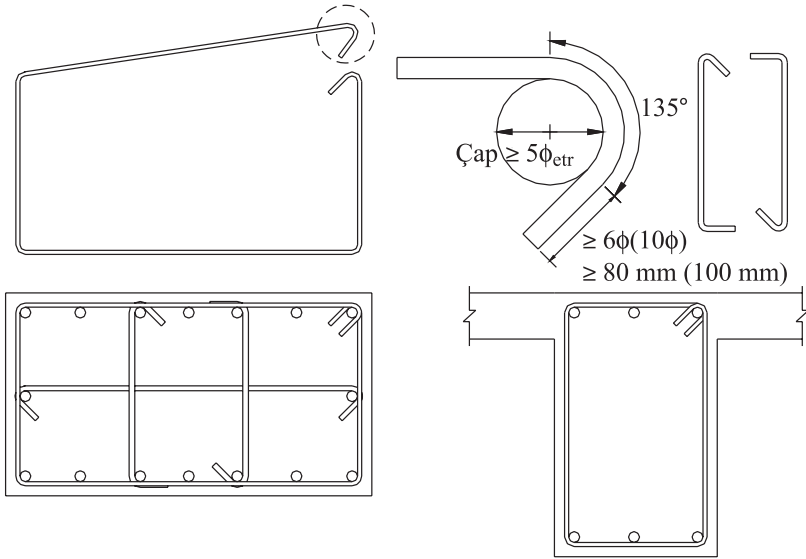
3.2.7.2 – Kaynaklı ve manşonlu boyuna donatı eklerinin en az %2'si için, 5 adetten az olmamak üzere, çekme deneyi yapılacaktır. Ekin deneyle bulunan kopma dayanımı, eklenen donatı çubuklarının TS-500'de verilen kopma dayanımından daha az olmayacaktır.

3.2.7.3 – Enine donatıların boyuna donatılara kaynakla bağlanmasına izin verilmez.

3.2.7.4 – Çelik pencere ve kapı kasalarının, dübellerin, bağlantı plakalarının, tesisat elemanlarının, makina ve teçhizatın boyuna ve enine donatılara kaynakla bağlanmasına izin verilmez.

3.2.8. Özel Deprem Etriyeleri ve Çirozları

Bütün deprem bölgelerinde, süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal olan tüm betonarme sistemlerin kolonlarında, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde, perde uç bölgelerinde ve kiriş sarılma bölgelerinde kullanılan etriyeler *özel deprem etriyesi*, çirozlar ise *özel deprem çirozu* olarak düzenlenecektir. Özel deprem etriye ve çirozlarının sağlaması gerekli koşullar aşağıda verilmiştir (**Şekil 3.1**):



Şekil 3.1

3.2.8.1 – Özel deprem etriyelerinin her iki ucunda mutlaka *135 derece kıvrımlı* kancalar bulunacaktır. Özel deprem çirozlarında ise bir uca 90 derece kıvrımlı kanca yapılabilir. Bu durumda kolonun veya perdenin bir yüzünde, kanca kıvrımları 135 derece ve 90 derece olan çirozlar hem yatay hem de düşey doğrultuda şaşırtmalı olarak düzenlenecektir. 135 derece kıvrımlı kancalar, \emptyset enine donatı çapını göstermek

üzere, en az 5Ø çaplı daire etrafında bükülecektir. Kancaların boyu kıvrımdaki en son teğet noktasından itibaren, düz yüzeyli çubuklarda 10Ø ve 100 mm'den, nervürlü çubuklarda ise 6Ø ve 80 mm'den az olmayacaktır.

3.2.8.2 – Özel deprem etriyeleri boyuna donatıyı dıştan kavrayacak ve kancaları aynıboyuna donatı etrafında kapanacaktır. Özel deprem çirozlarının çapı ve aralığı, etriyelerin çap ve aralığı ile aynı olacaktır. Çirozlar, her iki uçlarında mutlaka boyuna donatıları saracaktır. Etriyeler ve çirozlar beton dökülürken oynamayacak biçimde sıkıca bağlanacaktır.

3.3. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KOLONLAR

3.3.1. Enkesit Koşulları

3.3.1.1 – Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 250 mm'den ve enkesit alanı 75000 mm²den daha az olmayacaktır. Dairesel kolonların çapı en az 300 mm olacaktır.

3.3.1.2 – Kolonun brüt enkesit alanı, N_{dm} düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan aksenal basınç kuvvetlerinin en büyüğü olmak üzere, $A_c \geq N_{dm} / (0.50 f_{ck})$ koşulunu sağlayacaktır.

3.3.2. Boyuna Donatı Koşulları

3.3.2.1 – Kolonlarda boyuna donatı brüt alanı kesitin %1'inden az, %4'ünden fazla olmayacaktır. En az donatı, dikdörtgen kesitli kolonlarda 4Ø16 veya 6Ø14, dairese kolonlarda ise 6Ø14 olacaktır.

3.3.2.2 – Bindirmeli ek yapılan kesitlerde boyuna donatı oranı %6'yı geçmeyecektir.

3.3.3. Boyuna Donatının Düzenlenmesi

3.3.3.1 – Kolon boyuna donatılarının bindirmeli ekleri, mümkün olabildiğince **3.3.4.2'**de tanımlanan kolon orta bölgesinde yapılmalıdır. Bu durumda bindirmeli ek boyu, TS-500'de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu ℓ_b 'ye eşit olacaktır.

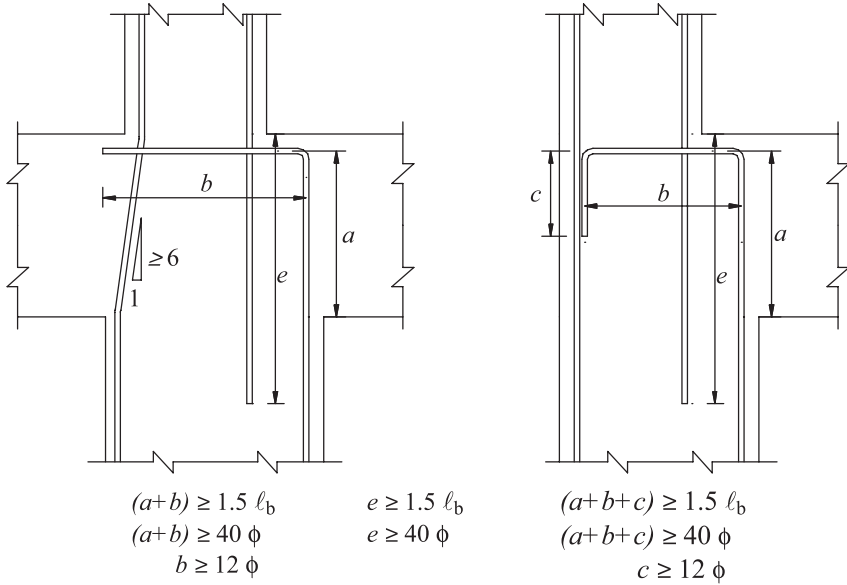
3.3.3.2– Boyuna donatıların bindirmeli eklerinin kolon alt ucunda yapılması durumunda ise, aşağıdaki koşullara uyulacaktır:

- (a) Boyuna donatıların %50'sinin veya daha azının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, ℓ_b 'nin en az 1.25 katı olacaktır.
- (b) Boyuna donatıların %50'den fazlasının kolon alt ucunda eklenmesi durumunda bindirmeli ek boyu, ℓ_b 'nin en az 1.5 katı olacaktır. Temelden çıkan kolon filizlerinde de bu koşula uyulacaktır.

(c) Yukarıdaki her iki durumda da, bindirmeli ek boyunca 3.3.4.1’de tanımlanan minimum enine donatı kullanılacaktır.

3.3.3.3 – Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde düşeye göre eğimi $1/6$ ’dan daha fazla olmayacaktır. Kesit değişiminin daha fazla olması durumunda veya en üst kat kolonlarında; alttaki kolonun boyuna donatısının karşı taraftaki kirişin içindeki kenetlenme boyu, TS-500’de çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu l_b ’nin 1.5 katından ve 40ϕ ’den daha az olmayacaktır. Karşı tarafta kiriş bulunmadığı durumlarda kenetlenme, gerekirse kolonun karşı yüzünde aşağıya doğru kıvrım yapılarak sağlanacaktır. 90 derecelik yatay kancanın veya aşağıya kıvrılan düşey kancanın boyu en az 12ϕ olacaktır (Şekil 3.2).

3.3.3.4 – Yanyana boyuna donatılarda yapılan manşonlu veya kaynaklı eklerin arasındaki boyuna uzaklık 600 mm’den az olmayacaktır.



Şekil 3.2

3.3.4. Enine Donatı Koşulları

3.3.7.6’ya göre daha elverişsiz bir durum elde edilmedikçe, kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, kolon sarılma bölgeleri için 3.3.4.1’de ve kolon orta bölgesi için 3.3.4.2’de verilmiştir (Şekil 3.3). Tüm kolon boyunca, 3.2.8’de tanımlanan özel deprem etriyeleri ve özel deprem çirozları kullanılacaktır.

3.3.4.1 – Her bir kolonun alt ve üst uçlarında özel *sarıma bölgeleri* oluşturulacaktır. Sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu, döşeme üst kotundan yukarıya doğru veya kolona bağlanan en derin kirişin alt yüzünden başlayarak aşağıya doğru ölçülmek üzere, kolon kesitinin büyük boyutundan (dairesel kesitlerde kolon çapından), kolon serbest yüksekliğinin 1/6’sından ve 500 mm’den az olmayacaktır. Konsol kolonlarda sarılma bölgesi kolon alt ucunda oluşturulacak ve uzunluğu kolon büyük boyutunun 2 katından az olmayacaktır. Sarılma bölgelerinde kullanılacak enine donatıya ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir. Bu donatılar temelin içinde de, 300 mm’den ve en büyük boyuna donatı çapının 25 katından az olmayan bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir. Ancak, çanak temellere mesnetlenen kolonlarda, sarılma bölgesindeki enine donatı çanak yüksekliği boyunca devam ettirilecektir.

(a) Sarılma bölgelerinde $\varnothing 8$ ’den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Bu bölgede, boyuna doğrultudaki etriye ve çiroz aralığı en küçük enkesit boyutunun 1/3’ünden ve 100 mm’den daha fazla, 50 mm’den daha az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a , etriye çapının 25 katından fazla olmayacaktır. Sürekli dairesel spirallerin adımı, göbük çapının 1/5’inden ve 80 mm’den fazla olmayacaktır.

(b) Etriye kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki minimum toplam enine donatı alanı, **Denk.(3.1)**’de verilen koşulların elverişsiz olanınısağlayacak şekilde hesaplanacaktır. Bu hesapta kolonun çekirdek boyutu b_k , her iki doğrultu için ayrı ayrı gözönüne alınacaktır (**Şekil 3.3**).

$$\begin{aligned} A_{sh} &\geq 0.30 s b_k [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk}) \\ A_{sh} &\geq 0.075 s b_k (f_{ck} / f_{ywk}) \end{aligned} \quad (3.1)$$

(c) Spiral donatılı kolonlarda $N_d > 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda sarılma bölgelerindeki enine donatının minimum hacimsel oranı, **Denk.(3.2)**’deki koşulların elverişsiz olanınısağlayacak şekilde hesaplanacaktır.

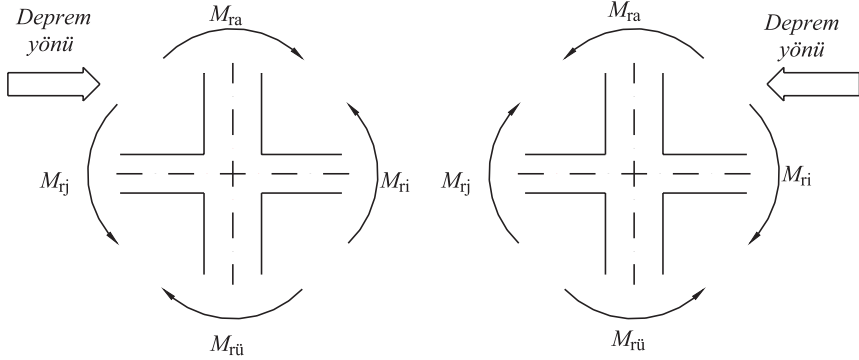
$$\begin{aligned} \rho_s &\geq 0.45 [(A_c / A_{ck}) - 1] (f_{ck} / f_{ywk}) \\ \rho_s &\geq 0.12 (f_{ck} / f_{ywk}) \end{aligned} \quad (3.2)$$

(d) $N_d \leq 0.20 A_c f_{ck}$ olması durumunda, kolon sarılma bölgelerinde **Denk.(3.1)** ve **Denk. (3.2)** ile verilen enine donatıların en az 2/3’ü, minimum enine donatı olarak kullanılacaktır.

3.3.4.2 – *Kolon orta bölgesi*, kolonun alt ve üst uçlarında tanımlanan sarılma bölgeleri arasında kalan bölgedir (**Şekil 3.3**). Kolon orta bölgesinde $\varnothing 8$ ’den küçük çaplı enine donatı kullanılmayacaktır. Kolon boyunca etriye, çiroz veya spiral aralığı, en küçük enkesit boyutunun yarısından ve 200 mm’den daha fazla olmayacaktır. Etriye

3.3.5.4 – Denk.(3.3)'ün uygulanmasına ilişkin özel durumlar aşağıda belirtilmiştir:

- Düğüm noktasına birleşen kolonların her ikisinde de $N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ olması durumunda, **Denk.(3.3)**'ün sağlanması zorunlu değildir.
- Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların kolonları üst kata devam etmeyen düğüm noktalarında **Denk.(3.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.
- Kirişlerin saplandığı perdenin zayıf doğrultuda kolon gibi çalışması durumunda, **Denk.(3.3)**'ün sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.



Şekil 3.4

3.3.6. Kolonların Kirişlerden Daha Güçlü Olması Koşulunun Bazı Kolonlarda Sağlanamaması Durumu

3.3.6.1 – Sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın herhangi bir i'inci katında, **Denk.(3.4)**'ün sağlanması koşulu ile, ilgili katın alt ve/veya üstündeki bazı düğüm noktalarında **Denk.(3.3)**'ün sağlanamamış olmasına izin verilebilir.

$$\alpha_i = V_{is} / V_{ik} \geq 0.70 \quad (3.4)$$

$N_d \leq 0.10 A_c f_{ck}$ koşulunu sağlayan kolonlar, **Denk. (3.3)**'ü sağlamasalar bile, V_{is} 'nin hesabında gözönüne alınabilir.

3.3.6.2 – Denk.(3.4)'ün sağlanması durumunda, $0.70 \leq \alpha_i \leq 1.00$ aralığında, **Denk. (3.3)**'ün hem alttaki, hem de üstteki düğüm noktalarında sağlandığı kolonlara etkileyen eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri ($1/\alpha_i$) oranı ile çarpılarak arttırılacaktır. **Denk. (3.3)**'ü sağlamayan kolonlar, kesitlerinde oluşan düşey yük ve deprem etkileri altında donatılacaktır.

3.3.6.3 – Herhangi bir katta **Denk.(3.4)**'ün sağlanamaması durumunda, sadece çerçevelerden veya perde ve çerçevelerin birleşiminden oluşan taşıyıcı sistemlerdeki

tüm çerçeveler *süneklik düzeyi normal çerçeve* olarak gözönüne alınacak ve **Tablo 2.5'**e göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı değiştirilerek hesap tekrarlanacaktır. **Bölüm 2'**deki **2.5.4.1'**de belirtildiği üzere süneklik düzeyi normal çerçevelerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle birarada kullanılması da mümkündür.

3.3.7. Kolonların Kesme Güvenliği

3.3.7.1 – Kolonlarda enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti, V_e , **Denk. (3.5)** ile hesaplanacaktır.

$$V_e = (M_a + M_{\bar{u}}) / \ell_n \quad (3.5)$$

Denk.(3.5)'teki M_a ve $M_{\bar{u}}$ 'nün hesaplanması için, kolonun alt ve/veya üst uçlarında **Denk.(3.3)**'ün sağlanması durumunda **3.3.7.2**, sağlanamaması durumunda ise **3.3.7.3** uygulanacaktır (**Şekil 3.5**). Düşey yükler ile birlikte $R_a = 2$ alınarak **Bölüm 2'**ye göre depremden hesaplanan kesme kuvvetinin **Denk. (3.5)** ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır.”

3.3.7.2 – **Denk.(3.3)**'ün sağlandığı düğüm noktasına birleşen kirişlerin uçlarındaki moment kapasitelerinin toplamı olan $\sum M_p$ momenti hesaplanacaktır:

$$\sum M_p = M_{pi} + M_{pj} \quad (3.6)$$

Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pi} \cong 1.4 M_{ri}$ ve $M_{pj} \cong 1.4 M_{rj}$ olarak alınabilir. $\sum M_p$ momenti, kolonların düğüm noktasına birleşen uçlarında **Bölüm 2'**ye göre elde edilmiş bulunan momentler oranında kolonlara dağıtılacak ve dağıtım sonucunda ilgili kolonun alt veya üst ucunda elde edilen moment, **Denk.(3.5)**'te M_a veya $M_{\bar{u}}$ olarak gözönüne alınacaktır. Depremin her iki yönü için **Denk.(3.6)** ayrı ayrı uygulanacak ve elde edilen en büyük $\sum M_p$ değeri dağıtımda esas alınacaktır.

Denk.(3.3)'ün sağlanmış olmasına karşın **Denk.(3.5)**'teki M_a veya $M_{\bar{u}}$ 'nün hesabı, güvenli tarafta kalmak üzere, **3.3.7.3'**e göre de yapılabilir.

3.3.7.3 – **Denk.(3.3)**'ün sağlanamadığı düğüm noktasına birleşen kolonların uçlarındaki momentler, kolonların moment kapasiteleri olarak hesaplanacak ve **Denk. (3.5)**'te M_a ve/veya $M_{\bar{u}}$ olarak kullanılacaktır. Moment kapasiteleri, daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, $M_{pa} \cong 1.4 M_{ra}$ ve $M_{p\bar{u}} \cong 1.4 M_{r\bar{u}}$ olarak alınabilir. M_{pa} ve $M_{p\bar{u}}$ momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en büyük yapan N_d aksenal kuvvetleri gözönüne alınacaktır.

3.3.7.4 – Temele bağlanan kolonların alt ucundaki M_a momenti de, **3.3.7.3'**e göre moment kapasiteleri olarak hesaplanacaktır.

3.3.7.5 – Denk.(3.5) ile hesaplanan kesme kuvveti, V_e , yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti V_d 'den daha küçük olmayacak ve ayrıca **Denk.(3.7)** ile verilen koşulları sağlayacaktır. **Denk.(3.7)**'deki ikinci koşulun sağlanamaması durumunda, kesit boyutları gereği kadar büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

$$V_e \leq V_r \quad (3.7)$$

$$V_e \leq 0.22 A_w f_{cd}$$

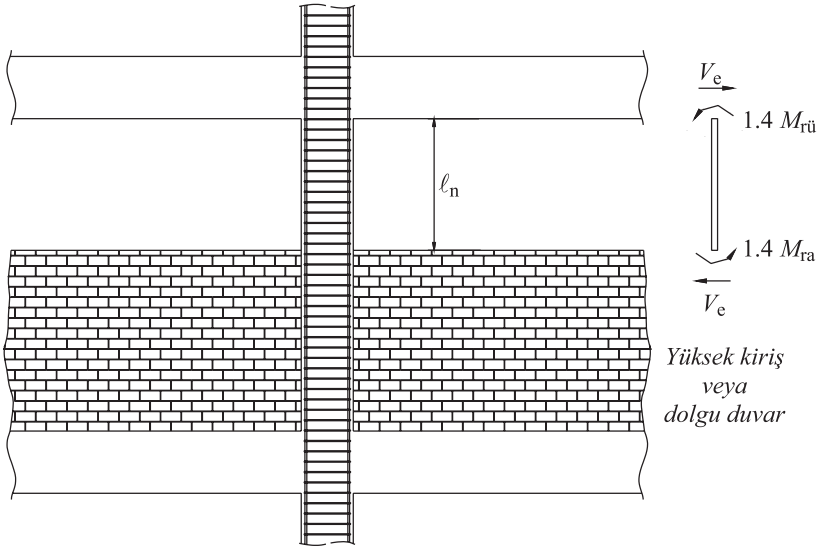
3.3.7.6 – Kolon enine donatısının V_e kesme kuvvetine göre hesabında, betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS-500'e göre belirlenecektir. Ancak, **3.3.4.1**'de tanımlanan kolon sarılma bölgelerindeki enine donatının hesabında, sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremlili durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması ve aynı zamanda $N_d \leq 0.05 A_c f_{ck}$ koşulunun sağlanması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ alınacaktır.

Kat No.	M_{ij} 'nin hesaplanması		M_o 'nin hesaplanması	
	Kolon üst ucunda Denk. 3.3'ün sağlanması durumu	Kolon üst ucunda Denk. 3.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 3.3'ün sağlanmaması durumu	Kolon alt ucunda Denk. 3.3'ün sağlanması durumu
$i+1$				
i				
$i-1$				
	$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$			$\Sigma M_p = M_{pi} + M_{pj}$
	$M_{ij} = \frac{M_{n\ddot{u}}(i)}{M_{n\ddot{u}}(i) + M_{na(i+1)}} \Sigma M_p$			$M_o = \frac{M_{na(i)}}{M_{na(i)} + M_{n\ddot{u}}(i-1)} \Sigma M_p$
<p>$M_{n\ddot{u}}(i)$: i'inci kat kolonu üst ucunda Bölüm 2'ye göre bulunan moment $M_{na(i)}$: i'inci kat kolonu alt ucunda Bölüm 2'ye göre bulunan moment</p>				

Şekil 3.5

3.3.8. Kısa Kolonlara İlişkin Koşullar

Kısa kolonlar, taşıyıcı sistem nedeni ile veya dolgu duvarlarında kolonlar arasında bırakılan boşluklar nedeni ile oluşabilirler (Şekil 3.6). Kısa kolon oluşumunun engellenemediği durumlarda, enine donatı hesabına esas alınacak kesme kuvveti **Denk.(3.5)** ile hesaplanacaktır. **Denk.(3.5)**'teki momentler, kısa kolonun alt ve üst uçlarında $M_a \cong 1.4 M_{ra}$ ve $M_u \cong 1.4 M_{ru}$ olarak hesaplanacak, ℓ_n ise kısa kolonun boyu olarak alınacaktır. Ancak hesaplanan kesme kuvveti **Denk.(3.7)**'de verilen koşulları sağlayacaktır. Kısa kolon boyunca, 3.3.4.1'de kolonların sarılma bölgeleri için tanımlanan minimum enine donatı ve yerleştirme koşulları uygulanacaktır. Dolgu duvarları arasında kalarak kısa kolon durumuna dönüşen kolonlarda, enine donatılar tüm kat yüksekliğince devam ettirilecektir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6

3.4. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLER

3.4.1. Enkesit Koşulları

3.4.1.1 – Kolonlarla birlikte çerçeve oluşturan veya perdelerle kendi düzlemleri içinde bağlanan kirişlerin enkesit boyutlarına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

- Kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. Gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir.
- Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den daha az, kirişgövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmayacaktır.

- (c) Kiriş yüksekliği, serbest açıklığın 1/4'ünden daha fazla olmamalıdır. Aksi durumda **3.4.2.5** uygulanacaktır.
- (d) Kiriş genişliği ve yüksekliği ile ilgili olarak yukarıda belirtilen sınırlamalar, kolonlara mafsallı olarak bağlanan betonarme ya da önerilmeli prefabrike kirişler, bağkirişli (boşluklu) perdelerin bağ kirişleri ve çerçeve kirişlerine kolon-kiriş düğüm noktaları dışında saplanan ikincil kirişler için geçerli değildir.

3.4.1.2 – Kiriş olarak boyutlandırılıp donatılacak taşıyıcı sistem elemanlarında, tasarım aksenal basınç kuvvetinin $N_d \leq 0.1A_c f_{ck}$ koşulunu sağlaması zorunludur. Aksi durumda, bu elemanlar **3.3**'e göre kolon olarak boyutlandırılıp donatılacaktır.

3.4.2. Boyuna Donatı Koşulları

3.4.2.1 – Kiriş mesnetlerinde çekme donatılarının minimum oranı için **Denk.(3.8)** ile verilen koşula uyulacaktır.

$$\rho \geq 0.8 f_{ctd} / f_{yd} \quad (3.8)$$

3.4.2.2 – Boyuna donatıların çapı 12 mm'den az olmayacaktır. Kirişin alt ve üstünde en az iki donatı çubuğu, kiriş açıklığı boyunca sürekli olarak bulunacaktır.

3.4.2.3 – Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistemlerde, kırısmesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaz. Ancak, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde bu oran %30'a indirilebilir.

3.4.2.4 – Açıklık ve mesnetlerdeki çekme donatısı oranı TS-500'de verilen maksimum değerden ve %2'den fazla olmayacaktır.

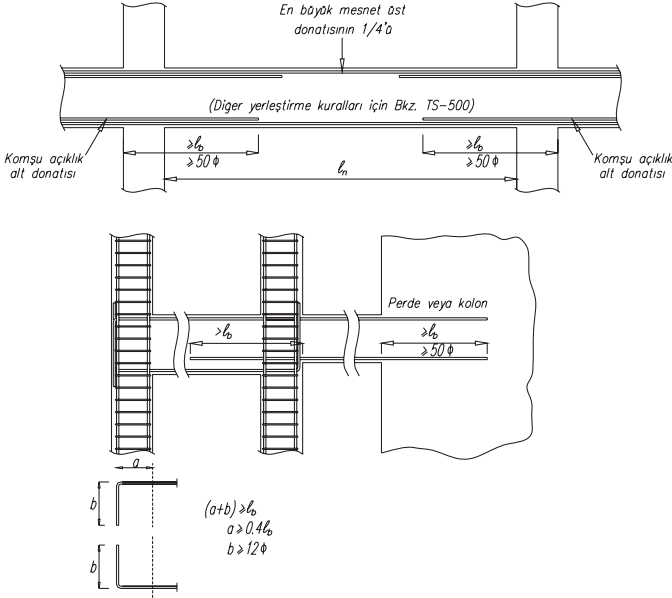
3.4.2.5–3.4.1.1'in (c) paragrafında tanımlanan koşulun sağlanamadığı özel durumlarda, kiriş gövdesinin her iki yüzüne, kiriş yüksekliği boyunca gövde donatısı konulacaktır. Toplam gövde donatısı alanı, sağ veya sol mesnet kesitlerinde üst ve alt boyuna donatı alanları toplamının en büyüğünün %30'undan daha az olmayacaktır. Gövde donatısı çapı 12 mm'den az, aralığı ise 300 mm'den fazla olmayacaktır. Boyuna donatıların kenetlenmesine benzer biçimde, gövde donatılarının kenetlenmesi için de **3.4.3.1**'in (b) ve (c) paragrafları uygulanacaktır.

3.4.3. Boyuna Donatının Düzenlenmesi

3.4.3.1 – Boyuna donatıların yerleştirilmesi ve kenetlenmesine ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir (**Şekil 3.7**):

- (a) Kirişin iki ucundaki mesnet üst donatılarının büyük olanının en az 1/4'ü tüm kiriş boyunca sürekli olarak devam ettirilecektir. Mesnet üst donatısının geri kalan kısmı, TS-500'e göre düzenlenecektir.

- (b) Kolona birleşen kirişlerin kolonun öbür yüzünde devam etmediği durumlarda kirişlerdeki alt ve üst donatı, kolonun etriyelerle sarılmış çekirdeğinin karşı taraftaki yüzüne kadar uzatılıp etriyelerin iç tarafından 90 derece bükülecektir. Bu durumda boyuna donatının kolon içinde kalan yatay kısmı ile 90 derece kıvrılan düşey kısmının toplam uzunluğu, TS-500’de öngörülen düz kenetlenme boyu ℓ_b ’den az olmayacaktır. 90 derecelik kancanın yatay kısmı $0.4 \ell_b$ ’den, düşey kısmı ise 12ϕ ’den az olmayacaktır. Perdelerde ve a ölçüsünün düz kenetlenme boyu ℓ_b ’den ve 50ϕ ’den daha fazla olduğu kolonlarda, boyuna donatının kenetlenmesi, 90 derecelik kanca yapılmaksızın düz olarak sağlanabilir.
- (c) Her iki taraftan kirişlerin kolonlara birleşmesi durumunda kiriş alt donatıları, açıklığa komşu olan kolon yüzünden itibaren, 50ϕ ’den az olmamak üzere, en az TS-500’de verilen kenetlenme boyu ℓ_b kadar uzatılacaktır. Kirişlerdeki derinlik farkı gibi nedenlerle bu olanağın bulunmadığı durumlarda kenetlenme, yukarıdaki (b) paragrafına göre kirişin kolonun öbür yüzünde devam etmediği durumlar için tanımlanan biçimde yapılacaktır.



Şekil 3.7

3.4.3.2 – Boyuna donatıların eklenmesine ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

- (a) 3.4.4.’te tanımlanan kiriş sarılma bölgeleri, kolon-kiriş birleşim bölgeleri ve açıklık ortasında alt donatı bölgeleri gibi, donatının akma durumuna ulaşma olasılığı bulunan kritik bölgelerde bindirmeli ek yapılmayacaktır. Bu bölgeler dışında bindirmeli eklerin yapılabileceği yerlerde, ek boyunca 3.2.8’de

Kirişin kolona sadece bir taraftan saptandığı ve öbür tarafta devam etmediği durumlar için $A_{s2} = 0$ alınacaktır.

3.5.2.2 – Herhangi bir birleşim bölgesinde **Denk.(3.11)** ile hesaplanan kesme kuvveti, gözönüne alınan deprem doğrultusunda hiçbir zaman aşağıda verilen sınırları aşmayacaktır (**Şekil 3.10**). Bu sınırların aşılması durumunda, kolon ve/veya giriş kesit boyutları büyütülerek deprem hesabı tekrarlanacaktır.

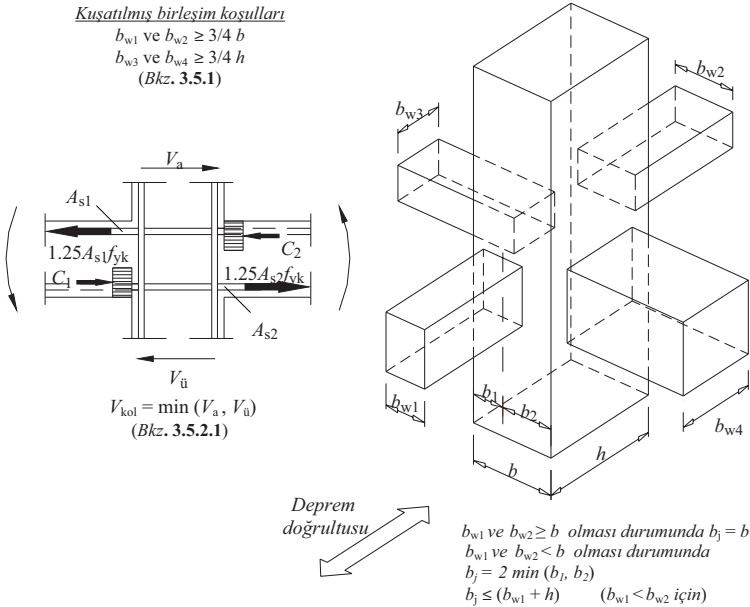
(a) Kuşatılmış birleşimlerde: $V_e \leq 0.60 b_j h f_{cd}$ **(3.12)**

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde: $V_e \leq 0.45 b_j h f_{cd}$ **(3.13)**

3.5.2.3 – Kolon-kiriş birleşim bölgesindeki minimum enine donatı koşulları aşağıda verilmiştir (**Şekil 3.3**):

(a) Kuşatılmış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %40'ı, birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak, enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacak ve aralığı 150 mm'yi aşmayacaktır.

(b) Kuşatılmamış birleşimlerde, alttaki kolonun sarılma bölgesi için bulunan enine donatı miktarının en az %60'ı, birleşim bölgesi boyunca kullanılacaktır. Ancak bu durumda, enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacak ve aralığı 100 mm'yi aşmayacaktır.



Şekil 3.10

3.6. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK PERDELER

3.6.1. Enkesit Koşulları

3.6.1.1 – Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcısistem elemanlarıdır. **3.6.1.2** ve **3.6.1.3**'te belirtilen özel durumlar dışında, gövde bölgesindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200 mm'den az olmayacaktır. Bu perdelerde, uç bölgesindeki perde kalınlığı sınırları **3.6.2.1**'de verilmiştir.

3.6.1.2 – Taşıyıcı sistemi sadece perdelerden oluşan binalarda, **Denk.(3.14)** ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanması durumunda perde kalınlığı, binadaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 150 mm'den az olmayacaktır.

$$\begin{aligned} \Sigma A_g / \Sigma A_p &\geq 0.002 \\ V_t / \Sigma A_g &\leq 0.5 f_{ctd} \end{aligned} \quad (3.14)$$

Denk.(3.14), bodrum katlarının çevresinde çok rijit betonarme perdelerin bulunduğu binalarda zemin kat düzeyinde, diğer binalarda ise temel üst kotu düzeyinde uygulanacaktır.

3.6.1.3 – Kat yüksekliği 6 m'den daha büyük olan ve kat yüksekliğinin en az 1/5'ine eşit uzunluktaki elemanlarla yanal doğrultuda tutulan perdelerde, gövde bölgesindeki perde kalınlığı, yanal doğrultuda tutulduğu noktalar arasındaki yatay uzunluğun en az 1/20'sine eşit olabilir. Ancak bu kalınlık 300 mm'den az olamaz.

3.6.2. Perde Uç Bölgeleri ve Kritik Perde Yüksekliği

3.6.2.1 – $H_w / \ell_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda *perde uç bölgeleri* oluşturulacaktır (**Şekil 3.11**). **3.6.1.2**'de tanımlanan binalar dışında, perde uç bölgelerindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15'inden ve 200 mm'den az olmayacaktır. Kat yüksekliği 6 m'den daha büyük olan perdelerin uç bölgelerinin, kat yüksekliğinin en az 1/5'ine eşit uzunluktaki elemanlarla yanal doğrultuda tutulduğu durumlarda, uç bölgesindeki perde kalınlığı, yanal doğrultuda tutulan noktalar arasındaki yatay uzunluğun en az 1/20'sine eşit olabilir. Ancak, bu kalınlık kat yüksekliğinin 1/20'sinden veya 300 mm'den az olamaz. Perde uç bölgeleri, perde uç bölgesinin kendi kalınlığı içinde oluşturulabileceği gibi, perdeye birleşen diğer bir perdenin içinde de düzenlenebilir.

3.6.2.2 – Temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20 den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren *kritik perde yüksekliği*, $2 \ell_w$ değerini aşmamak üzere, **Denk.(3.15)**'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde belirlenecektir.

$$\begin{aligned} H_{cr} &\geq \ell_w \\ H_{cr} &\geq H_w / 6 \end{aligned} \quad (3.15)$$

Burada H_w , temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20'den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren ölçülen perde yüksekliğidir. Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru gözönüne alınacaktır. Bu tür binalarda kritik perde yüksekliği, en az zemin katın altındaki ilk bodrum katının yüksekliği boyunca aşağıya doğru ayrıca uzatılacaktır.

3.6.2.3 – Dikdörtgen kesitli perdelerde, yukarıda tanımlanan *kritik perde yüksekliği* boyunca uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20'sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmayacaktır. Kritik perde yüksekliğinin üstünde kalan perde kesimi boyunca ise, perde uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %10'undan ve perde kalınlığından az olmayacaktır (**Şekil 3.11**).

3.6.2.4 – Perde uç bölgelerinin, perdeye birleşen diğer bir perdenin veya perdenin ucunda genişletilmiş bir kesitin içinde düzenlenmesi durumunda; her bir perde uç bölgesinin enkesit alanı, en az dikdörtgen kesitli perdeler için **3.6.2.3**'te tanımlanan alana eşit olacaktır.

3.6.3. Gövde Donatısı Koşulları

3.6.3.1 – Perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam enkesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan *perde gövdesi* brüt enkesit alanının 0.0025'inden az olmayacaktır. $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olması durumunda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak gözönüne alınacaktır. Perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm'den fazla olmayacaktır (**Şekil 3.11**).

3.6.3.2 – **3.6.1.2**'de **Denk.(3.14)** ile verilen koşulların her ikisinin de sağlandığı binalarda, düşey ve yatay toplam gövde donatısı oranlarının her biri 0.0015'e indirilebilir. Ancak bu durumda donatı aralığı 300 mm'yi geçmeyecektir.

3.6.3.3 – Uç bölgeleri dışında, perde gövdelerinin her iki yüzündeki donatı ağları, beher metrekare perde yüzünde en az 4 adet *özel deprem çirozu* ile karşılıklı olarak bağlanacaktır. Ancak **3.6.2.2**'de tanımlanan *kritik perde yüksekliği* boyunca, uç bölgeleri dışındaki beher metrekare perde yüzünde en az 10 adet özel deprem çirozu kullanılacaktır. Çirozların çapı, en az yatay donatının çapı kadar olacaktır.

3.6.4. Gövde Donatılarının Düzenlenmesi

Perdelerin yatay gövde donatıları, **3.6.4.1**'de veya **3.6.4.2**'de belirtildiği şekilde düzenlenebilir (**Şekil 3.11**). Bu şekilde düzenlenen yatay gövde donatıları, *kritik perde yüksekliği* boyunca **3.6.5.2**'ye göre perde uç bölgelerine konulacak sargı donatısının belirlenmesinde hesaba katılabilir.

3.6.4.1 – Yatay gövde donatıları etriyelerle sarılı perde uç bölgesinin sonunda 90 derece kıvrılarak karşı yüzde köşedeki düşey donatıya 135 derecelik kanca ile bağlanacaktır.

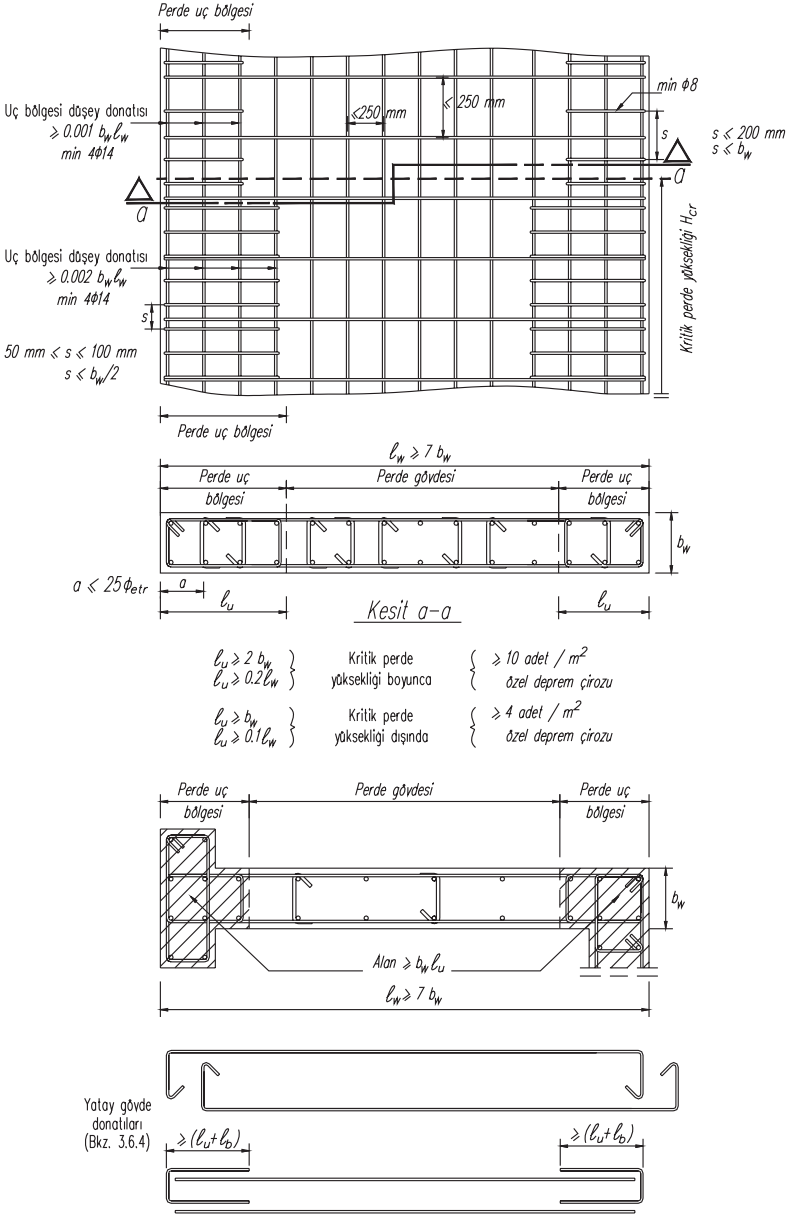
3.6.4.2 – Yatay gövde donatılarının perde ucunda 90 derece kıvrım yapılmaksızın bitirilmesi durumunda, perdenin her iki ucuna gövde donatısı ile aynı çapta olan \supset biçiminde yatay donatılar yerleştirilecektir. Bu donatılar, perde uç bölgesinin iç sınırından itibaren perde gövdesine doğru en az kenetlenme boyu kadar uzatılacaklardır. Ancak, gövde donatısının kenetlenme boyunun perde uç bölgesi uzunluğundan daha küçük veya eşit olması durumunda \supset biçimindeki donatılar konmayabilir. Bu durumda perde uç bölgelerindeki enine donatının birim boydaki toplam alanı, perde gövdesindeki yatay donatının birim boydaki toplam alanından az olmayacaktır.

3.6.5. Perde Uç Bölgelerinde Donatı Koşulları

3.6.5.1 – Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt enkesit alanına oranı 0.001'den az olmayacaktır. Ancak, **3.6.2.2**'de tanımlanan *kritik perde yüksekliği* boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılacaktır. Perde uç bölgelerinin her birinde düşey donatı miktarı $4\text{Ø}14$ 'ten az olmayacaktır (**Şekil 3.11**).

3.6.5.2 – Perde uç bölgelerindeki düşey donatılar, aşağıdaki kurallara uyularak, kolonlarda olduğu gibi etriyeler ve/veya çirozlardan oluşan enine donatılarla sarılacaktır.

- (a) Uç bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a , etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olmayacaktır.
- (b) **3.6.2.2**'de tanımlanan *kritik perde yüksekliği* boyunca perde uç bölgelerine, kolonların sarılma bölgeleri için **3.3.4.1**'de **Denk.(3.1)**'in ikinci koşulu ile belirlenen enine donatının en az $2/3$ 'ü konulacaktır. Düşey doğrultuda etriye ve/veya çiroz aralığıperde kalınlığının yarısından ve 100 mm'den daha fazla, 50 mm'den daha az olmayacaktır (**Şekil 3.11**). Bu donatılar, temelin içinde de en az perde kalınlığının iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

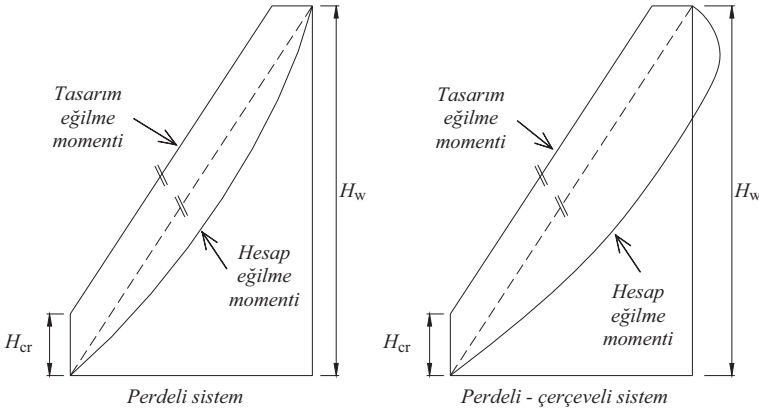


Şekil 3.11

- (c) Kritik perde yüksekliğinin dışında kalan perde uç bölgelerinde düşey doğrultudaki etriye ve/veya çiroz aralığı, perde duvar kalınlığından ve 200 mm'den daha fazla olmayacaktır (Şekil 3.11).

3.6.6. Tasarım Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri

3.6.6.1 – $H_w / \ell_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde tasarıma esas eğilme momentleri, **3.6.2.2**'ye göre belirlenen kritik perde yüksekliği boyunca sabit bir değer olarak, perde tabanında **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan eğilme momentine eşit alınacaktır. Kritik perde yüksekliğinin sona erdiği kesidin üstünde ise, **Bölüm 2**'ye göre perdenin tabanında ve tepesinde hesaplanan momentleri birleştiren doğruya paralel olan doğrusal moment diyagramı uygulanacaktır (**Şekil 3.12**). Çevresinde rijit perdeler bulunan bodrumlu binalarda sabit perde momenti, **3.6.2.2**'de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca gözönüne alınacaktır. $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerin bütün kesitlerinde tasarım eğilme momentleri, **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan eğilme momentlerine eşit alınacaktır.



Şekil 3.12

3.6.6.2 – $H_w / \ell_w > 2.0$ olması durumunda, her bir katta perde kesitlerinin taşıma gücü momentlerinin, perdenin güçlü doğrultusunda kolonlar için **Denk.(3.3)** ile verilen koşulu sağlaması zorunludur. Aksi durumda perde boyutları ve/veya donatıları artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

3.6.6.3 – $H_w / \ell_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde, gözönüne alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti, V_e , **Denk.(3.16)** ile hesaplanacaktır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (3.16)$$

Bu bağıntıda yer alan kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı $\beta_v = 1.5$ alınacaktır. Ancak, deprem yükünün tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda $\beta_v = 1.0$ alınabilir. Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda $(M_p)_t \cong 1.25 (M_r)_t$ alınabilir. Düşey yükler ile birlikte $R_a = 2$ alınarak **Bölüm 2**'ye göre depremden hesaplanan kesme kuvvetinin **Denk. (3.16)** ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda,

V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılacaktır. $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerin bütün kesitlerinde tasarım kesme kuvvetleri, **Bölüm 2**'ye göre hesaplanan kesme kuvvetlerine eşit alınacaktır.

3.6.7. Perdelerin Kesme Güvenliği

3.6.7.1 – Perde kesitlerinin kesme dayanımı, V_r , **Denk.(3.17)** ile hesaplanacaktır.

$$V_r = A_{ch} (0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} f_{ywd}) \quad (3.17)$$

3.6.6.3'te tanımlanan V_e tasarım kesme kuvveti aşağıdaki koşulları sağlayacaktır:

$$\begin{aligned} V_e &\leq V_r \\ V_e &\leq 0.22 A_{ch} f_{cd} \end{aligned} \quad (3.18)$$

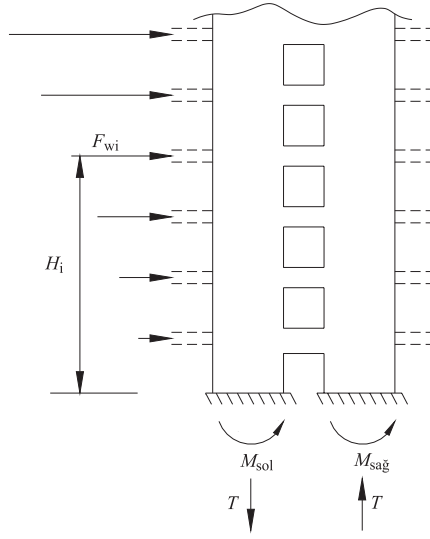
Aksi durumda, perde enine donatısı ve/veya perde kesit boyutları bu koşullar sağlanmak üzere arttırılacaktır.

3.6.7.2 – Temele bağlantı düzeyinde ve üst katlarda yapılacak yatay inşaat derzlerindeki düşey donatı, o kesitte aktarılan kesme kuvveti gözönüne alınarak, TS-500'de tanımlanan *kesme sırtünmesi yöntemi* ile kontrol edilecektir.

3.6.8. Bağ Kirişli (Boşluklu) Perdelerle İlişkin Kural ve Koşullar

3.6.8.1 – Perdeler için yukarıda verilen tüm kural ve koşullar, bağ kirişli perdeleri oluşturan perde parçalarının her biri için de geçerlidir.

3.6.8.2 – Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, herhangi bir bağ kirişli perde sistemini oluşturan perde parçalarında deprem yüklerinden oluşan taban momentlerinin toplamı, bağ kirişli perde sisteminde deprem yüklerinden oluşan toplam devrilme momentinin 2/3'ünden fazla olmayacaktır (**Şekil 3.13**). Bu koşulun sağlanamaması durumunda, bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarının her biri boşluksuz perde olarak sayılacak ve **Bölüm 2, Tablo 2.5**'ten alınan R katsayısı değiştirilecektir.



$$(M_{sol} + M_{sag}) \leq 2/3 \sum (F_{wi} H_i) \quad F_{wi}: i'inci katta bağ kirişli perde sistemine etkiyen deprem y¼k¼$$

şekil 3.13

3.6.8.3 – Bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarının d¼řey donatı hesabında, d¼řey y¼kler ve depremin ortak etkisinde çekmeye çalışan perde parçasındaki eğilme momentinin en fazla %30'unun, basınca çalışan perde parçasına aktarılmasına (*yeniden dağılım*) izin verilebilir.

3.6.8.4 – Bağ kirişlerinin kesme donatısına ilişkin kurallar aşağıda verilmiştir:

- (a) Aşağıdaki koşulların herhangi birinin sağlanması durumunda, bağ kirişlerinin kesme donatısı hesabı **3.4.5**'e g¼re yapılacaktır.

$$\begin{aligned} \ell_n &> 3 h_k \\ V_d &\leq 1.5 b_w d f_{ctd} \end{aligned} \quad (3.19)$$

- (b) **Denk.(3.19)** ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanamaması durumunda, bağkirişine konulacak ¼zel kesme donatısı, ge¼erliliđi deneylerle kanıtlanmış y¼ntemlerle belirlenecek veya bağ kirişindeki kesme kuvvetini ve onun oluşturduğu eğilme momentini karşılamak üzere çapraz donatılar kullanılacaktır (**şekil 3.14**). Her bir çapraz donatı demetindeki toplam donatı alanı **Denk.(3.20)** ile belirlenecektir.

$$A_{sd} = V_d / (2 f_{yd} \sin \gamma) \quad (3.20)$$

3.7.4. Enine Donatı Koşulları

Kolonlarda kullanılacak minimum enine donatıya ilişkin koşullar, *kolon sarılma bölgeleri* için 3.7.4.1'de ve *kolon orta bölgesi* için 3.7.4.2'de verilmiştir. Tüm kolon bölgelerinde, 3.2.8'de tanımlanan *özel deprem etriyeleri* ve *özel deprem çirozları* kullanılacaktır.

3.7.4.1 – Kolon sarılma bölgelerinin her birinin uzunluğu için 3.3.4.1'de verilen tanım, süneklik düzeyi normal olan kolonlar için de geçerlidir. Süneklik düzeyi normal olan kolonlarda sarılma bölgesindeki enine donatı aralığı, en küçük enkesit boyutunun 1/3'ünden, en küçük boyuna donatı çapının 8 katından ve 150 mm'den daha fazla olmayacaktır.

3.7.4.2 – Kolon orta bölgesine ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kolonlar için 3.3.4.2'de verilen tanım ve minimum enine donatı koşulları ile 3.3.4.3'te verilen koşullar, süneklik düzeyi normal olan kolonlar için de geçerlidir. Kolon orta bölgesindeki enine donatı, 3.7.5.3'e göre belirlenecektir.

3.7.5. Kolonların Kesme Güvenliği

3.7.5.1 – Süneklik düzeyi normal kolonlarda, düşey yükler ve **Bölüm 2**'de belirlenen deprem yüklerinin ortak etkisi altında elde edilen kesme kuvveti, V_d , enine donatı hesabında esas alınacaktır.

3.7.5.2 – Kesme kuvvetinin üst sınırına ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kolonlar için **Denk.(3.7)**'de verilen koşul, V_c yerine V_d alınmak üzere, süneklik düzeyi normal olan kolonlar için de geçerlidir.

3.7.5.3 – Kolon enine donatısının 3.7.5.1'de tanımlanan kesme kuvvetine göre hesabında betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , düşey yükler ile birlikte deprem yüklerine göre hesaplanan en küçük N_d eksenel kuvveti gözönüne alınarak TS-500'e göre belirlenecektir.

3.7.6. Kısa Kolonlara İlişkin Koşullar

Kısa kolonlara ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kolonlar için 3.3.8'de belirtilen koşullar, süneklik düzeyi normal olan kolonlar için de geçerlidir.

3.8. SÜNEKLİK DÜZEYİ NORMAL KİRİŞLER

3.8.1. Enkesit Koşulları

Enkesit boyutlarına ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kirişler için 3.4.1.1'de belirtilen koşullar, süneklik düzeyi normal olan kirişler için de geçerlidir.

3.8.2. Boyuna Donatı Koşulları

Boyuna donatıya ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kirişler için 3.4.2'de belirtilen koşullar, süneklik düzeyi normal olan kirişler için de geçerlidir.

3.8.3. Boyuna Donatının Düzenlenmesi

Boyuna donatının düzenlenmesine ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kirişler için 3.4.3'te belirtilen koşullar, süneklik düzeyi normal olan kirişler için de geçerlidir.

3.8.4. Enine Donatı Koşulları

Kiriş mesnetlerinde kolon yüzünden itibaren kiriş derinliğinin iki katı kadar uzunluktaki bölge, *sarılma bölgesi* olarak tanımlanacak ve bu bölge boyunca 3.2.8'de tanımlanan *özel deprem etriyeleri* kullanılacaktır. Sarılma bölgesinde, ilk etriyenin kolon yüzüne uzaklığı en çok 50 mm olacaktır. 3.8.5'e göre daha elverişsiz bir değer elde edilmedikçe, etriye aralıkları kiriş yüksekliğinin 1/3'ünü, en küçük boyuna donatı çapının 10 katını ve 200 mm'yi aşmayacaktır. Sarılma bölgesi dışında, TS-500'de verilen enine donatı koşullarına uyulacaktır.

3.8.5. Kirişlerin Kesme Güvenliği

3.8.5.1 – Süneklik düzeyi normal kirişlerde, düşey yükler ve **Bölüm 2**'de belirlenen deprem yüklerinin ortak etkisi altında elde edilen kesme kuvveti, V_d , enine donatı hesabında esas alınacaktır.

3.8.5.2 – Kesme kuvvetinin üst sınırına ilişkin olarak süneklik düzeyi yüksek kirişler için **Denk.(3.10)**'da verilen koşul, V_e yerine V_d alınmak üzere, süneklik düzeyi normal olan kirişler için de geçerlidir.

3.8.5.3 – Kiriş enine donatısının **3.8.5.1**'de tanımlanan kesme kuvvetine göre hesabında betonun kesme dayanımına katkısı, V_c , TS-500'e göre belirlenecektir. Hiçbir durumda pliyelelerin kesme dayanımına katkıları gözönüne alınmayacaktır.

3.9. SÜNEKLİK DÜZEYİ NORMAL ÇERÇEVE SİSTEMLERİNDE KOLON - KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİ

Süneklik düzeyi yüksek kolon ve kirişlerin oluşturduğu çerçeve sistemlerinin kolon-kiriş birleşimleri ilgili olarak 3.5'de verilen kural ve koşullar, 3.5.2.1 ve 3.5.2.2 hariç olmak üzere, süneklik düzeyi normal olan sistemlerin kolon-kiriş birleşimleri için de geçerlidir.

3.10. SÜNEKLİK DÜZEYİ NORMAL PERDELER

Süneklilik düzeyi normal perdeler, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılarak donatılacaktır. Süneklilik düzeyi yüksek perdeler için 3.6.6, 3.6.8.2 ve 3.6.8.3’de verilen kural ve koşullar hariç olmak üzere, 3.6’da verilen diğer tüm kural ve koşullar, süneklilik düzeyi normal olan perdeler için de geçerlidir. Ancak 3.6.7.1’de V_e yerine $2V_d$ alınacaktır.”

3.11. DÖŞEMELER

3.11.1 – Döşemeler, katlardaki kütlelere etkiyen deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle dağıtılmasını sağlayacak rijitlik ve dayanıma sahip olacaklardır.

3.11.2 – Bütün deprem bölgelerinde, dolgulu ya da dolgusuz yerinde dökme veya prefabrike dişli döşemeli sistemlerde plak kalınlığı 50 mm’den az olmayacaktır. Ancak, düşey yüklerden oluşan kesme kuvvetleri ile birlikte plak düzlemindeki deprem kuvvetlerinin güvenle aktarılmasını sağlamak üzere, dişlerle plak arasında *kesme kuvveti bağlantılarının* yapılması ve bu bağlantıların yeterli olduğunun hesapla gösterilmesi zorunludur. Diğer döşeme plaklarının kalınlıkları için TS-500’de verilen koşullar geçerlidir.

3.11.3 – Bütün döşeme sistemlerinin kesme dayanımlarına ilişkin olarak, 3.6.7’de süneklilik düzeyi yüksek perdelerin kesme dayanımları için verilen koşullara, 3.6.7.1 hariç olmak üzere, aynen uyulacaktır.

3.12. PREFABRİKE BİNALARA İLİŞKİN ÖZEL KOŞULLAR

Fabrika koşullarında üretilen taşıyıcı sistem elemanlarının şantiyede birleştirilmesi ile oluşturulan prefabrike binalarda, bu Yönetmelikte verilen diğer koşullar ile birlikte aşağıdaki özel koşullara da uyulacaktır.

3.12.1. Mafsallı Bağlantılar

Kaynaklı olarak yapılan mafsallı bağlantılar, **Bölüm 2**’ye göre depremden oluşacak bağlantı kuvvetlerinin en az 2 katını, diğer mafsallı bağlantılar ise en az 1.5 katını taşıyacak yeterli dayanıma sahip olacaklardır. Birleşim hesaplarında, emniyet gerilmeleri en fazla %15 arttırılacaktır.

3.12.2. Moment Aktarabilen Çerçeveler

3.12.2.1 – Prefabrike bina çerçevelerinde moment aktarabilen tüm bağlantıların deprem etkisi ile oluşan tersinir ve yinelenir yükler altında monolitik davranışa benzer dayanım ve sünekliliğe sahip oldukları, literatürden kaynak verilerek analitik yöntemlerle veya deneylerle kanıtlanmış olacaktır.

3.12.2.2 – Bağlantılar, bağlanan elemanlardan aktarılan iç kuvvetleri, dayanım ve süneklikte herhangi bir azalma olmaksızın aktarabilecek dayanıma sahip olacaktır. Kaynaklı bağlantılarda **Bölüm 2'**e göre depremden ötürü bağlantıya etkiyen iç kuvvetlerin en az 2 katı, diğer tür bağlantılarda ise en az 1.5 katı gözönüne alınacaktır. Birleşim hesaplarında, emniyet gerilmeleri en çok %15 arttırılacaktır.

3.12.2.3 – Bağlantılar, bağlanan elemanlarda plastik mafsallık oluşma olasılığı yüksek olan yerlerden olabildiğince uzakta düzenlenmelidir.

3.12.3. Öngerilmeli Elemanlar İle İlgili Koşullar

Döşeme elemanları ve kolonlara mafsallık olarak bağlanan kiriş türü elemanlar dışında, deprem bölgelerinde kullanılacak prefabrik yapı elemanlarında tam öngerilme uygulanmasına izin verilmez. Sınırlı öngerilme uygulaması, öngerme çeliğine ek olarak, elemanlarda yeterli sünekliği sağlayabilecek düzeyde öngerilmemiş donatı kullanılması veya öngerme çeliğinin düşük bir çekme kuvvetiyle gerilmesi suretiyle sağlanabilir. Deprem etkileri altında öngerme çeliğinin gerilmesi, elastik sınırın malzeme güvenlik katsayısına bölünmesi ile hesaplanan değeri aşmayacaktır.

3.13. BETONARME UYGULAMA PROJESİ ÇİZİMLERİNE İLİŞKİN KURALLAR

3.13.1. Genel Kurallar

3.13.1.1 – Binada uygulanacak beton kalitesi ile donatı çeliği kalitesi, bütün çizim paftalarında belirtilecektir.

3.13.1.2 – Tasarımda gözönüne alınan *Etkin Yer İvmesi Katsayısı*, *Bina Önem Katsayısı*, **Tablo 6.2'**e göre seçilen *Yerel Zemin Sınıfı* ve **Tablo 2.5'**e göre belirlenen *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*, bütün kalıp planı paftalarında belirtilecektir.

3.13.1.3 – **3.2.8'**de tanımlanan özel deprem etriyelerine ve özel deprem çirozlarına ait kanca kıvrım detayları (**Şekil 3.1**) kolon, perde ve kiriş detay paftalarının her birinde gösterilecektir.

3.13.2. Kolon ve Perde Detayları

3.13.2.1 – Kolon yerleşim planlarında, düşey donatıların enkesit içindeki konum, çap ve sayıları ayrıntılı olarak gösterilecektir. Ayrıca her bir kolon-kiriş düğüm noktasında, alttaki kolondan yukarıya uzatılan donatıları ve kolona bağlanan tüm kirişlerin boyuna donatılarını planda gösteren yatay kesitler alınacak, böylece kolon ve kiriş donatılarının birleşim bölgesinde betonun uygun olarak yerleştirmesine engel olmayacak biçimde düzenlendiği gösterilecektir. Temelden çıkan kolon ve perde filiz donatıları, bunlarla ilişkili enine donatının sayı, çap ve aralıkları ile açıklıkları çizim üzerinde gösterilecektir.

3.13.2.2 – Boyuna ve enine donatıları tümü ile aynı olan her bir kolon tipi için boyuna kesitler alınarak donatıların düşey açılımları yapılacaktır. Kolonlarda boyuna kesit; donatı ek bölgelerini, bindirme boylarını, kolonun üst ucundaki kolon-kiriş birleşim bölgesini de içerecektir. Bu bağlamda, binadaki tüm kolon-kiriş birleşim bölgeleri için geçerli standart detaylarla yetinilmesi kabul edilmeyecektir.

3.13.2.3 – Her bir kolon tipi için ayrı ayrı olmak üzere, sarılma bölgelerinin uzunlukları, bu bölgelere, kolon orta bölgesine ve üstteki kolon-kiriş birleşim bölgesine konulan enine donatıların çap, sayı ve aralıkları ile en kesitteki açılımları çizim üzerinde gösterilecektir.

3.13.2.4 – Perde yerleşim planlarında düşey donatıların perde gövdesindeki ve perde uç bölgelerindeki konum, çap ve sayılarının gösterilmesine ek olarak, her bir perde tipi için boyuna kesitler alınarak donatıların düşey açılımları yapılacaktır. Perde boyuna kesidinde kritik perde yüksekliği açık olarak belirtilecektir. Bu yükseklik boyunca ve diğer perde kesimlerinde kullanılan enine donatıların çap, sayı ve aralıkları ile açılımları çizim üzerinde gösterilecektir.

3.13.3. Kiriş Detayları

Kiriş detay çizimlerinde, her bir kiriş için ayrı ayrı olmak üzere, kiriş mesnetlerindeki sarılma bölgelerinin uzunlukları, bu bölgelere ve kiriş orta bölgesine konulan enine donatıların çap, sayı ve aralıkları ile açılımları çizim üzerinde gösterilecektir.