

BÖLÜM 4 – DEPREM ETKİSİ ALTINDA BİNALARIN DAYANIMA GÖRE TASARIMI İÇİN HESAP ESASLARI

4.0. SİMGELER

- A_t = Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan eşdeğer alan [m^2]
- A_{wj} = j'inci perdenin gövde enkesit alanı [m^2]
- BYS = *Bina Yükseklik Sınıfı*
- C_h = İkinci merteye hesabında kullanılan ampirik katsayı
- C_t = Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
- c = Bağ kirişli (boşluklu) perde parçalarının enkesit ağırlık merkezleri arasındaki uzaklık [m]
- D = Dayanım Fazlalığı Katsayısı
- D_{alt} = Binanın alt bölümüne uygulanan Dayanım Fazlalığı Katsayısı
- $\bar{D}_{alt}^{(X)}$ = Binanın alt bölümüne uygulanan Eşdeğer Dayanım Fazlalığı Katsayısı
- $\bar{D}_{n,alt}^{(X)}$ = Binanın alt bölümüne n'inci modda uygulanan Eşdeğer Dayanım Fazlalığı Katsayısı
- $D_{üst}$ = Binanın üst bölümüne uygulanan Dayanım Fazlalığı Katsayısı
- DTS = *Deprem Tasarım Sınıfı*
- DD-1 = 50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
- DD-2 = 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
- DD-3 = 50 yılda aşılma olasılığı %50 (tekrarlanma periyodu 72 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
- D_{bi} = i'inci katta ek dışmerkezlik büyütme katsayısı
- $d_{fi}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yerdeğiştirme [m]
- E_d = Doğrultu birleştirmesi uygulanmış *tasarıma esas* toplam deprem etkisi
- $E_d^{(H)}$ = Doğrultu birleştirmesi uygulanmış *tasarıma esas* yatay deprem etkisi
- $E_d^{(X)}$ = (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında *tasarıma esas* deprem etkisi
- $E_d^{(Y)}$ = (Y) doğrultusundaki depremin etkisi altında *tasarıma esas* deprem etkisi
- $E_d^{(Z)}$ = (Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında *tasarıma esas* deprem etkisi
- $F_{fi}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yük [kN]
- $F_{iE}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda i'inci kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]

- e = %5'lik ek dışmerkezlik [m]
 $f_{jE}^{(S)}$ = j'inci sonlu eleman düğüm noktasına etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
 G = Sabit yük etkisi
 g = Yerçekimi ivmesi [m/s^2]
 H = Yatay zemin itkisi etkisi
 H_i = Binanın bodrum katlarının üstündeki *üst bölüm*'de i'inci katın üst bölümün tabanından itibaren ölçülen yüksekliği [m]
 H_N = Binanın bodrum katlarının üstündeki *üst bölüm*'ünün toplam yüksekliği [m]
 H_w = Perde yüksekliği [m]
 h_i = i'inci katın yüksekliği [m]
 I = Bina Önem Katsayısı
 l_w = Perdenin plandaki boyu [m]
 l_{wj} = j'inci perdenin planda uzunluğu [m]
 M_{DEV} = Betonarme perdenin veya çaprazlı çerçevenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti [kNm]
 $M_{ib}^{(X)}$ = i'inci katta (X) deprem doğrultusuna dik doğrultuda ek dışmerkezlik etkisine karşı gelen *ek kat burulma momenti* [kNm]
 M_o = Binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]
 $M_o^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]
 M_1, M_2 = Bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarında deprem etkisinden tabanda elde edilen eğilme momentleri [kNm]
 m_i = i'inci katın toplam kütlesi [t]
 m_{i0} = i'inci katın kütle eylemsizlik momenti [tm^2]
 $m_j^{(S)}$ = Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil kütle [t]
 m_t = Binanın bodrum katlarının üstündeki *üst bölüm*'ünün toplam kütlesi [t]
 $m_{txn}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusu için binanın x eksenli doğrultusunda n'inci titreşim moduna ait *taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi* [t]
 $m_{txn,tüm}^{(X)}$ = Binanın tümü (üst bölüm + alt bölüm) için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında n'inci modda hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi [t]
 $m_{txn,üst}^{(X)}$ = Binanın üst bölümü için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında n'inci modda hesaplanan taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi [t]

- $m_{\text{ty}n}^{(Y)}$ = (Y) deprem doğrultusu için binanın y eksenini doğrultusunda n'inci titreşim moduna ait *taban kesme kuvveti modal etkin kütle* [t]
- N = Binanın bodrum katlarının üstündeki *üst bölüm*'deki toplam kat sayısı
- N_V = Deprem etkisinde bağ kirişli perdenin bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvvetlerinin tüm perde yüksekliği boyunca toplamı olarak perde parçalarının tabanında oluşan birbirine eşit çekme ve basınç aksenal kuvvetleri [kN]
- n = Hareketli yük katılım katsayısı
- R = *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*
- $R_a(T)$ = Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- R_{alt} = Binanın alt bölümüne uygulanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*
- $R_{\text{üst}}$ = Binanın üst bölümüne uygulanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*
- $(R_a)_{\text{alt}}$ = Binanın alt bölümüne uygulanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- $(R_a)_{n,\text{alt}}$ = n'inci titreşim modunda binanın alt bölümüne uygulanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- $(\bar{R}_a)_{\text{alt}}$ = Binanın alt bölümüne uygulanan *Eşdeğer Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- $(\bar{R}_a)_{n,\text{alt}}$ = n'inci titreşim modunda binanın alt bölümüne uygulanan *Eşdeğer Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- $(R_a)_{\text{üst}}$ = Binanın üst bölümüne uygulanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- $(R_a)_{n,\text{üst}}$ = n'inci titreşim modunda binanın üst bölümüne uygulanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*
- Q = Hareketli yük etkisi
- S = Kar yükü etkisi
- $S_{\text{ae}}(T)$ = Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
- $S_{\text{aR}}(T)$ = Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
- S_{DS} = Kısa periyot *tasarım spektral ivme katsayısı* [boyutsuz]
- T = Doğal titreşim periyodu [s]
- T_B = Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]
- T_n = n'inci moda ait doğal titreşim periyodu [s]
- T_{pA} = Amprik olarak hesaplanan hakim doğal titreşim periyodu [s]
- $T_p^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
- $u_i^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, i'inci kattaki *azaltılmış yerdeğiştirme* [m]
- $V_i^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda i'inci kattaki *azaltılmış kat kesme kuvveti* [kN]

- $V_{x,tüm}^{(X)}$ = Binanın tümü (üst bölüm + alt bölüm) için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]
- $V_{xn,tüm}^{(X)}$ = Binanın tümü (üst bölüm + alt bölüm) için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında n'inci modda hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]
- $V_{x,üst}^{(X)}$ = Binanın üst bölümü için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]
- $V_{xn,üst}^{(X)}$ = Binanın üst bölümü için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında n'inci modda hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]
- $V_{tE}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen *toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)* [kN]
- $V_{tx}^{(X)}$ = Modal hesap yöntemlerinden biri ile *x doğrultusu*'nda elde edilen en büyük *toplam deprem yükü* [kN]
- $w_j^{(S)}$ = Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ağırlık [kN]
- $w_{G,j}^{(S)}$ = Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil sabit ağırlık [kN]
- $w_{Q,j}^{(S)}$ = Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ek (hareketli) ağırlık [kN]
- w_k = k'inci kata etkiyen toplam ağırlık [kN]
- YM = *Yeterli titreşim modu sayısı*
- α = Deprem derz boşlukları için kullanılan ampirik katsayı
- $\beta_{tE}^{(X)}$ = Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı
- $\beta_{II}^{(X)}$ = İkinci mertebe büyütme katsayısı
- $\Delta F_{NE}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen *ek eşdeğer deprem yükü* [kN]
- Δm_{i0} = Kat kütle eylemsizlik momenti artımı [tm²]
- $\Delta_i^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusunda herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden *azaltılmış görelî kat ötelemesi* [m]
- $(\Delta_i^{(X)})_{ort}$ = (X) deprem doğrultusunda ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden ortalama *azaltılmış görelî kat ötelemesi* [m]
- $\delta_i^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki kolon veya perdeler için *etkin görelî kat ötelemesi* [m]
- $\delta_{i,max}^{(X)}$ = (X) deprem doğrultusu için, binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri [m]
- η_{bi} = i'inci katta burulma düzensizliği katsayısı

γ_E	= Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısının belirlenmesinde kullanılan ampirik katsayı
λ	= Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılmasında kullanılan ampirik katsayı
κ	= İzin verilen görelî kat ötelemelerinin tanımında betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler için farklı olarak kullanılan katsayı
μ_k	= Taşıyıcı sistem için öngörülen süneklik kapasitesi
$v^{(X)}$	= Binanın alt bölümü için uygulanan eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısının hesabında kullanılan katsayı
$v_n^{(X)}$	= Binanın alt bölümü için n'inci modda uygulanan eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısının hesabında kullanılan katsayı
$v_{alt}^{(X)}$	= Binanın alt bölümünün kendi titreşiminden oluşan azaltılmış iç kuvvetleri hesaplamak için kullanılan katsayı
$v_{n,alt}^{(X)}$	= n'inci modda binanın alt bölümünün kendi titreşiminden oluşan azaltılmış iç kuvvetleri hesaplamak için kullanılan katsayı
$v_{üst}^{(X)}$	= Binanın üst bölümünden alt bölümüne aktarılan iç kuvvetleri hesaplamak için kullanılan katsayı
$v_{n,üst}^{(X)}$	= n'inci modda binanın üst bölümünden alt bölümüne aktarılan iç kuvvetleri hesaplamak için kullanılan katsayı
Ω	= Bağ kirişli perdede <i>bağ derecesi katsayısı</i>
$\theta_{II,i}^{(X)}$	= (X) deprem doğrultusunda her bir i'inci kat için tanımlanan <i>ikinci mertebe gösterge değeri</i>
$\theta_{II,max}^{(X)}$	= (X) deprem doğrultusunda tanımlanan maksimum <i>ikinci mertebe gösterge değeri</i>

4.1. GENEL

4.1.1. Amaç

Bu Bölüm'ün amacı, 4.1.3'te verilen kapsam içindeki binaların *Dayanıma Göre Tasarım* (DGT) yaklaşımı ile tasarımı için kullanılacak *doğrusal hesap esasları*'nın açıklanmasıdır.

4.1.2. Tanım

Deprem etkisi altında bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımı için iki ana yaklaşımdan biri olan *Dayanıma Göre Tasarım* (DGT) yaklaşımında:

(a) Öngörülen belirli bir performans hedefi için tanımlanan taşıyıcı sistem süneklik kapasitesine karşı gelen azaltılmış deprem yükleri belirlenir.

(b) Azaltılmış deprem yükleri altında taşıyıcı sistemin *doğrusal deprem hesabı* yapılır. Bu hesaptan bulunan eleman azaltılmış iç kuvvetleri, gerekli durumlarda *dayanım fazlalığı* da dikkate alınarak, diğer yüklerden oluşan iç kuvvetlerle birleştirilerek *dayanım talepleri* elde edilir.

(c) Eleman *dayanım talepleri*, öngörülen performans hedefi için tanımlanmış bulunan eleman iç kuvvet kapasiteleri (*dayanım kapasiteleri*) ile karşılaştırılır.

(d) Deprem hesabından elde edilen *görelî kat ötelemeleri* izin verilen sınırlarla karşılaştırılır.

(e) Dayanım taleplerinin dayanım kapasitelerinin altında olduğu ve aynı zamanda görelî kat ötelemelerinin izin verilen sınırların altında olduğu gösterilerek tasarım tamamlanır. Aksi durumda eleman kesitleri değiştirilir ve hesap tekrarlanarak sonuca gidilir.

4.1.3. Kapsam

Bu bölümde açıklanan *Dayanıma Göre Tasarım* (DGT) hesap esasları, **Bölüm 13**'te açıklanan *Yüksek Binalar*'ın tasarımı, **Bölüm 14**'te açıklanan *Deprem Yalıtımlı Binalar*'ın tasarımı ve **Bölüm 15**'te açıklanan *Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi* dışında bu Yönetmelik kapsamında **Tablo 4.1**'de belirtilen tüm binaların tasarımında *temel hesap esasları* olarak uygulanacaktır. DGT hesap esaslarından, *Yüksek Binalar*'ın (**Bölüm 13**) ve *Deprem Yalıtımlı Binalar*'ın (**Bölüm 14**) tasarımında kısmi olarak yararlanılacaktır.

4.1.4. Performans Hedefleri

4.1.4.1 – Tablo 4.1'e göre bu Bölüm'ün kapsamındaki tüm binalarda, **Tablo 3.4(a)**'da *Normal Performans Hedefi* olarak tanımlanan *Kontrollü Hasar* (KH) performans hedefini sağlamak üzere, DD-2 deprem yer hareketinin etkisi altında bu Bölüm'de verilen DGT hesap esasları ile deprem hesabı yapılacaktır.

4.1.4.2 – Tablo 3.4(a)'ya göre *Deprem Tasarım Sınıfı* DTS=1a, DTS=2a ve aynı zamanda *Bina Yükseklik Sınıfı* BYS=2, BYS=3 olan binalarda;

(a) DD-2 deprem yer hareketinin etkisi altında $I = 1.5$ alınarak bu Bölüm'deki DGT hesap esasları ile yapılan tasarım bir *ön tasarım* olarak gözönüne alınacaktır.

(b) Ön tasarımı yapılan bina taşıyıcı sistemi bu kez DD-1 deprem yer hareketinin etkisi altında **Tablo 3.4(a)**'da *İleri Performans Hedefi* olarak tanımlanan *Kontrollü Hasar* (KH) performans hedefini ve ayrıca DD-3 depremi altında *Sınırlı Hasar* (SH) performans hedefini sağlamak üzere **Bölüm 5**'e göre *Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım* (ŞGDT) yaklaşımı ile değerlendirilecek ve gerekli olması durumunda tasarım hedeflenen performans sağlanacak şekilde tekrarlanacaktır.

4.2. DEPREM YÜKÜ KATSAYILARI VE KAPASİTE TASARIMI İLKELERİ

4.2.1. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

4.2.1.1 – Dayanıma Göre Tasarım çerçevesinde, *öngörülen süneklik kapasitesi – dayanım talebi* ilişkisi ve buna bağlı olarak belirlenen *deprem yükü katsayıları*'nın tanımı **EK 4A**'da verilmiştir.

4.2.1.2 – EK 4A'da yapılan tanıma göre doğrusal elastik deprem yüklerinin azaltılmasında esas alınacak *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı* $R_a(T)$ aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (4.1a)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D \right) \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (4.1b)$$

Burada R ve D **Tablo 4.1**'de tanımlanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı* ile *Dayanım Fazlalığı Katsayısı*'nı, **I Tablo 3.1**'de tanımlanan *Bina Önem Katsayısı*'nı, T sistemin doğal titreşim periyodunu ve T_B , **Denk.(2.3)** ile tanımlanan *spektrum köşe periyodu*'nu göstermektedir.

4.2.2. Kapasite Tasarımı İlkeleri

Dayanıma Göre Tasarım çerçevesinde bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımında, bu Bölüm'de verilen kurallara ek olarak *kapasite tasarımı ilkeleri* gözönüne alınır. *Kapasite tasarımı* yaklaşımı, taşıyıcı sistemde doğrusal olmayan sünek davranışın açık olarak tanımlanan belirli elemanlarla (veya kesitlerle) sınırlı tutulmasını, bu davranışla uyumlu olarak diğer bütün elemanların yeterli dayanım kapasitesine sahip olmasını öngören tasarım yaklaşımıdır. *Kapasite Tasarımı İlkeleri*'nin uygulanmasına ilişkin kurallar bu Yönetmeliğin ilgili bölümlerinde verilmiştir.

4.3. TAŞIYICI SİSTEMLERİN UYGULAMA SINIRLARI, TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYILARI VE DAYANIM FAZLALIĞI KATSAYILARI

4.3.1. Taşıyıcı Sistemlerin Uygulama Sınırları

Dayanıma Göre Tasarım çerçevesinde bu bölümde verilen hesap esaslarının uygulanabileceği bina taşıyıcı sistemleri ve bu sistemler için **Tablo 3.3**'teki tanıma göre izin verilen *Bina Yükseklik Sınıfları* (BYS), **4.3.3**'te tanımlanan süneklik düzeylerine bağlı olarak, **Tablo 4.1**'de verilmiştir.

4.3.1.1 – *Yüksek Binalar* (BYS=1) için taşıyıcı sistemler ve hesap esasları **Bölüm 13**'te tanımlanmıştır.

4.3.1.2 – **Tablo 4.1**'de **A21**, **A22** ve **C21**, **C22** ile simgelenen taşıyıcı sistemlerde, sadece DTS = 4 olan binalar ile sınırlı olmak üzere, izin verilen *Bina Yükseklik Sınıfı* $BYS \geq 2$ 'ye yükseltilebilir.

4.3.2. Taşıyıcı Sistem Türüne Göre R ve D Katsayıları

4.3.2.1 – Yerinde dökme ve önüretimli betonarme, çelik, hafif çelik, yığma, ahşap bina taşıyıcı sistemleri ve **4.3.3**'te tanımlanan çeşitli süneklik düzeyleri için **EK 4A**'da tanımlanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı* R ve *Dayanım Fazlalığı Katsayısı* D **Tablo 4.1**'de verilmiştir.

4.3.2.2 – Kompozit kolonlu sistemlerde, çelik taşıyıcı sistemler için verilen R ve D katsayıları kullanılacaktır.

4.3.2.3 – **3.3.1**'de verilen tanıma göre, dıştan rijit perdelerle çevrelenen bodrumların bulunduğu binalarda, bodrum katlarının bulunduğu alt bölümde (R/I) = 2.5 ve $D = 1.5$ alınacaktır.

4.3.2.4 – DTS = 1, 1a, 2, 2a olan betonarme perdeli ve/veya çelik çaprazlı çerçevesel binalarda, herhangi bir doğrultuda aşağıda **(a)** ve **(b)**'de tanımlanan iki koşuldan birinin sağlanamaması durumunda, o doğrultuda *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı* R yerine $(4/5)R$ gözönüne alınacaktır. *Dayanım Fazlalığı Katsayısı* D 'de herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır. **4.5.4.5**'de verilen koşulu sağlayan bağ kirişli perde sistemi, tek bir perde olarak olarak gözönüne alınacaktır.

(a) Taşıyıcı sistemde tek bir perdenin veya çelik çaprazlı çerçevenin aldığı taban devrilme momenti M_{DEV} , o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o 'ın 1/3'ünden fazla olmayacaktır.

(b) Binanın her bir kenar aksında yer alan perde/perdelerin veya çelik çaprazlı çerçeve/çerçevelerin aldığı taban devrilme momenti M_{DEV} veya M_{DEV} 'lerin toplamı, o doğrultuda binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam taban devrilme momenti M_o 'ın 1/6'sından az olmayacaktır.

4.3.3. Süneklik Düzeyi Yüksek, Sınırlı ve Karma Taşıyıcı Sistemler

4.3.3.1 – Betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler, **Tablo 4.1**'de verildiği üzere, süneklik düzeyleri bakımından *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler*, *süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler* ve *süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemler* olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır.

4.3.3.2 – *Süneklik düzeyi yüksek ve süneklik düzeyi sınırlı* yerinde dökme ve önüretimli betonarme, çelik, hafif çelik ve ahşap taşıyıcı sistemlere ilişkin tanımlar ve uyulması gerekli koşullar, sırası ile, **Bölüm 7**, **Bölüm 8**, **Bölüm 9**, **Bölüm 10** ve **Bölüm 12**'de verilmiştir.

4.3.3.3 – *Süneklik düzeyi karma* taşıyıcı sistemler, *süneklik düzeyi sınırlı* çerçeve taşıyıcı sistemlerinin *süneklik düzeyi yüksek* betonarme perdeler veya çelik çaprazlı çerçevelerle birlikte kullanılması ile oluşturulan sistemlerdir.

4.3.4. Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Koşullar

4.3.4.1 – Süneklik düzeyi sınırlı ve karma sistemlerle ilgili olarak;

(a) DTS=1a, DTS=2a, DTS=3a ve DTS=4a olarak sınıflandırılan binalarda *süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler* kullanılamaz. Bu tür taşıyıcı sistemlerle ilgili diğer sınırlamalar **4.3.4.3**'te belirtilmiştir.

(b) $BYS \leq 6$ olan ve DTS=1a ve DTS=2a olarak sınıflandırılan binalarda *süneklik düzeyi karma taşıyıcı sistemler* kullanılamaz.

4.3.4.2 – Birbirine dik doğrultularda taşıyıcı sistemlerin *süneklik düzeyleri*'nin aynı olması zorunludur. Ancak birbirine dik doğrultularda farklı R katsayıları ve bunlara karşı gelen D katsayıları kullanılabilir. **Tablo 4.1**'e göre izin verilen en üst *Bina Yükseklik Sınıfı*, iki doğrultuya göre verilenlerin elverişsiz olarak belirlenecektir.

4.3.4.3 – Deprem etkilerinin tamamı moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* betonarme çerçevelerle karşılanan taşıyıcı sistemler (**Tablo 4.1**'de **A31**, **B31**, **C31** taşıyıcı sistemleri), sadece DTS=3 ve DTS=4 olan binalarda kullanılacaktır. Dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli betonarme çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemler de, perde içermedikleri takdirde, *süneklik düzeyi sınırlı taşıyıcı sistemler* olarak sınıflandırılacak ve sadece DTS=3 ve DTS=4 olan binalarda kullanılacaktır. Bu tür taşıyıcı sistemler, *süneklik düzeyi yüksek* betonarme bağ kirişli (boşluklu) ve/veya boşluksuz perdeler veya *süneklik düzeyi yüksek* çelik dışmerkez ve/veya merkezi çaprazlı çerçeveler ile birlikte düzenlenerek *süneklik düzeyi karma* sistemler olarak yapılabilir (**Tablo 4.1**'de **A2**, **B2**, **C2** taşıyıcı sistemleri).

4.3.4.4 – Sadece kirişsiz döşemeleri içeren taşıyıcı sistemlerde, deprem etkilerinin tamamı betonarme binalarda *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) ve/veya boşluksuz perdeler

veya *süneklik düzeyi sınırlı* boşluksuz perdeler tarafından karşılanacaktır (**Tablo 4.1**'de **A12**, **A13** ve **A32** taşıyıcı sistemleri). Çelik binalarda ise *süneklik düzeyi yüksek* merkezi ve/veya dışmerkez çaprazlı veya burkulması önlenmiş çaprazlı çerçeveler veya *süneklik düzeyi sınırlı* merkezi çaprazlı çerçeveler kullanılacaktır (**Tablo 4.1**'de **C12**, **C13** ve **C32** taşıyıcı sistemleri). Bu tür sistemlerin hesabı iki aşamada yapılacaktır. Birinci aşama hesapta çerçeve kolonları alttan ve üstten mafsallı alınacaktır. İkinci aşama hesapta ise bu elemanların bağlantıları monolitik olarak modelleneyecektir. Perde, kolon, çapraz ve döşemelerdeki iç kuvvetler, iki aşamada elde edilenlerin elverişsiz olanı olarak hesaplanacaktır. Göreli kat ötelemeleri ikinci aşama hesaptan elde edilecektir.

4.3.4.5 – *Süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz yerinde dökme veya önüretimli betonarme perdeler ile merkezi, dışmerkez veya burkulması önlenmiş çelik çaprazlı çerçevelerin moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* çerçevelerle birlikte kullanıldığı binalarda, perdelerin veya çaprazlı çerçevelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40'ından az, %75'inden fazla olmayacaktır:

$$0.40 M_o < \sum M_{DEV} < 0.75 M_o \quad (4.2)$$

Bu bağıntıdaki üst sınır koşulunun sağlanamaması durumunda, **Tablo 4.1**'de deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* perdelerle veya çaprazlı çerçevelerle karşılandığı durumlar için tanımlanan *R* ve *D* katsayıları ile izin verilen en üst BYS dikkate alınacaktır. Alt sınır koşulunun sağlanamaması durumunda ise **Tablo 4.1**'de verilen *R* ve *D* katsayılarında değişiklik yapılmayacak, ancak izin verilen en üst BYS'nin bir fazlası dikkate alınacaktır.

4.3.4.6 – Betonarme ve çelik *süneklik düzeyi karma* taşıyıcı sistemlerde, *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz betonarme perdeler ile merkezi, dışmerkez veya burkulması önlenmiş çelik çaprazlı çerçevelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75'inden az olmayacaktır:

$$\sum M_{DEV} \geq 0.75 M_o \quad (4.3)$$

Bu koşulun sağlanamaması durumunda, **Tablo 4.1**'de deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi sınırlı* çerçevelerle karşılandığı durumlar için tanımlanan *R* ve *D* katsayıları ile izin verilen en üst BYS dikkate alınacaktır.

4.3.4.7 – *Süneklik düzeyi sınırlı* boşluksuz betonarme perdeler veya *süneklik düzeyi sınırlı* merkezi çelik çaprazlı çerçevelerin moment aktaran *süneklik düzeyi sınırlı* betonarme veya çelik çerçevelerle birlikte kullanıldığı binalarda da **Denk.(4.3)**'te verilen koşul sağlanacaktır. Aksi durumda **4.3.4.6**'da verilen kural uygulanacaktır.

4.3.4.8 – **4.3.2.4**, **4.3.4.5** ve **4.3.4.6**'da kullanılmak üzere, perdelerin aldığı taban devrilme momentleri M_{DEV} , boşluksuz perdeler için **4.5.3.7(d)** veya **4.5.3.8(c)**'ye göre, bağ kirişli (boşluklu) perdeler için ise **4.5.4.3**'e göre hesaplanacaktır. Binanın tümü için deprem yüklerinden meydana gelen toplam devrilme momenti M_o ise **4.7**, **4.8.2** veya **4.8.3**'e göre elde edilecektir.

Tablo 4.1. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
A12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	$BYS \geq 2$
A13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	2.5	$BYS \geq 2$
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	7	2.5	$BYS \geq 2$
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	–
A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			
A21. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
A22. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2.5	$BYS \geq 4$
A23. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 6$
A24. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu dişli döşemeli</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	$BYS \geq 6$
A3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.3, 4.3.4.7)			
A31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
A32. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$
A33. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$

Tablo 4.1 (devamı)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı <i>R</i>	Dayanım Fazlalığı Katsayısı <i>D</i>	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları <i>BYS</i>
B. ÖNÜRETİMLİ BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
B1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
B11. Deprem etkilerinin tamamının bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> önüretimli çerçevelerle karşılandığı binalar MAB1, MAB2 tipi moment aktaran bağlantılar: MAB3, MAB4 tipi moment aktaran bağlantılar:	7 5	2.5 2.5	$BYS \geq 4$ $BYS \geq 6$
B12. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> önüretimli çerçeveler ile, <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5) MAB1, MAB2 tipi moment aktaran bağlantılar: MAB3, MAB4 tipi moment aktaran bağlantılar:	7 5	2.5 2.5	$BYS \geq 2$ $BYS \geq 6$
B13. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> önüretimli çerçeveler ile, <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5) MAB1, MAB2 tipi moment aktaran bağlantılar: MAB3, MAB4 tipi moment aktaran bağlantılar:	6 5	2.5 2.5	$BYS \geq 2$ $BYS \geq 6$
B14. Düşey yüklerin bağlantıları mafsallı önüretimli ve iki doğrultulu çerçeveler ile, deprem etkilerinin tamamının ise <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 7$
B15. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-
B2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			
B21. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> önüretimli çerçeveler ile, <i>süneklik düzeyi yüksek</i> yerinde dökme bağ kirişli (boşluklu) veya boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar MAB1, MAB2 tipi moment aktaran bağlantılar: MAB3, MAB4 tipi moment aktaran bağlantılar:	5 4	2.5 2.5	$BYS \geq 5$ $BYS \geq 6$
B3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.7)			
B31. Deprem etkilerinin tamamının bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> önüretimli çerçevelerle karşılandığı binalar	3	2	$BYS = 8$
B32. Deprem etkilerinin bağlantıları moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> önüretimli çerçeveler ile, yerinde dökme <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	3	2	$BYS \geq 7$
B33. Deprem yüklerinin tamamının önüretimli betonarme düşey çift cidarlı paneller tarafından karşılandığı <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> binalar	4	2	$BYS \geq 6$
B34. Deprem yüklerinin tamamının önüretimli betonarme düşey tek cidarlı paneller tarafından karşılandığı <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> binalar	3	2	$BYS \geq 7$

Tablo 4.1 (devamı)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
C. ÇELİK BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
C1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
C11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
C12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	8	2.5	$BYS \geq 2$
C13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	5	2	$BYS \geq 4$
C14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	3	$BYS \geq 2$
C15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	6	2.5	$BYS \geq 2$
C16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	4	2	-
C2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			
C21. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
C22. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2	$BYS \geq 4$
C3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.7)			
C31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
C32. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> merkezi çaprazlı çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	3	2	$BYS = 8$
C33. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 7$

Tablo 4.1 (devamı)

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
D. HAFİF ÇELİK BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
D1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
Deprem etkilerinin tamamının vidalı, bulonlu sac, OSB veya kontrplak (plywood) duvar panelleri ile karşılandığı süneklik düzeyi yüksek hafif çelik binalar	4	2	$BYS = 8$
D2. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz.4.3.4.1)			
Deprem etkilerinin tamamının alçı levhalar içeren kaplamalı veya çaprazlı panellerle karşılandığı süneklik düzeyi sınırlı hafif çelik binalar	3	2	$BYS = 8$
E. YIĞMA BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
E1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
E11. Donatılı yığma binalar	4	2	$BYS \geq 7$
E12. Donatılı gazbeton panel binalar	4	2	$BYS \geq 7$
E2. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz.4.3.4.1)			
E21. Kuşatılmış yığma binalar	3	2	$BYS = 8$
E22. Donatısız yığma binalar	2.5	1.5	$BYS = 8$
F. AHŞAP BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
F1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
Deprem etkilerinin tamamının çivili veya vidalı OSB veya kontrplak (plywood) duvar panelleri ile karşılandığı süneklik düzeyi yüksek ahşap binalar	4	2	$BYS \geq 7$
F2. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz.4.3.4.1)			
Deprem etkilerinin tamamının çivi, vida ve bulon ile birleştirilen tutkallı duvar panelleri ile veya ahşap çaprazlarla karşılandığı süneklik düzeyi sınırlı ahşap binalar	3	2	$BYS = 8$

4.3.4.9 – Bodrum çevre perdeleri dışında, $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan boşluksuz perdelerde **Tablo 4.1**'de verilen R katsayılarına göre hesaplanan iç kuvvetler, $[3 / (1 + H_w / \ell_w)]$ katsayısı ile çarpılarak büyültülecektir. Ancak bu katsayı, 2'den büyük alınmayacaktır.

4.3.4.10 – Binaların bodrum katlarının çevresinde kullanılan rijit betonarme perdeler, **Tablo 4.1**'de yer alan perdeli veya perdeli-çerçeve sistemlerin bir parçası olarak gözönüne alınmayacaktır (Bkz. **4.3.5.1**).

4.3.5. Dayanım Fazlalığı Katsayılarının Uygulanması

4.3.5.1 – *Dayanım Fazlalığı Katsayısı D* , **EK 4A**'da tanımlandığı üzere, akma dayanımının tasarım dayanımına oranla fazlalığını ifade eden katsayıdır.

4.3.5.2 – Taşıyıcı sistem elemanlarının yüksek veya sınırlı düzeyde *sünek* davranışına karşı gelen (*eğilme momenti, çekme kuvveti ve benzeri*) azaltılmış iç kuvvetlerin hesabında *Dayanım Fazlalığı Katsayısı* kullanılmayacaktır ($D = 1$).

4.3.5.3 – Taşıyıcı sistem elemanlarının *sünek olmayan* davranışına karşı gelen (*betonarme elemanlarda kesme kuvveti, çelik elemanlarda birleşimlere etkiyen kuvvetler ve benzeri*) azaltılmış iç kuvvetler için *Dayanım Fazlalığı Katsayısı* çarpan olarak kullanılacaktır ($D > 1$). Ancak, *süneklik düzeyi yüksek* taşıyıcı sistemlerde D katsayıları ile büyütülen iç kuvvetler, *kapasite tasarımı ilkesi*'nin gereği olarak tanımlanmış (izin verilen) kesitlerdeki *akma durumu ile uyumlu* iç kuvvetlerden daha büyük alınmayacaktır.

4.3.5.4 – Bina taşıyıcı sistemlerinde *Dayanım Fazlalığı Katsayısı*'nın uygulanması ile ilgili ayrıntılı kurallar Yönetmeliğin ilgili bölümlerinde verilmiştir.

4.3.5.5 – Bina döşemelerinde düzlem içinde etkiyen azaltılmış iç kuvvetlere, ilgili taşıyıcı sistem için **Tablo 4.1**'de tanımlanan *Dayanım Fazlalığı Katsayısı* uygulanacaktır.

4.3.5.6 – Dıştan rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarındaki taşıyıcı sistem elemanlarında *Dayanım Fazlalığı Katsayıları 4.10.1*'e göre gözönüne alınacaktır.

4.3.5.7 – Bina taşıyıcı sistemlerinden temellere aktarılan kuvvetlerde dayanım fazlalığının gözönüne alınmasına ilişkin kurallar **4.10.3**'de tanımlanmıştır.

4.3.6. Binaların Üst ve Alt Bölümlerinde Farklı R ve D Katsayılarının Kullanılması

Üst ve alt bölümlerinde birbirinden farklı R ve D katsayılarının kullanıldığı binalarda **4.3.6.1** veya **4.3.6.2**'de verilen kurallara göre hesap yapılacaktır. **3.3.1**'de verilen tanıma göre dıştan rijit perdelerle çevrelenen bodrumların bulunduğu binalarda da bu kurallar uygulanabilir. Alternatif olarak **4.7.5** veya **4.8.5**'te açıklanan kurallara göre de hesap yapılabilir.

4.3.6.1 – 4.7'de açıklanan *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi* ile taşıyıcı sistemin tümü (*üst bölüm + alt bölüm*) gözönüne alınarak yapılan hesapta;

(a) *Üst bölüm*'deki taşıyıcı sistem elemanlarının *sünek davranışına karşı gelen azaltılmış iç kuvvetler*, üst bölüm için **Tablo (4.1)**'den seçilen $R_{üst}$ ve $D_{üst}$ katsayıları ve gözönüne alınan (X) deprem doğrultusundaki hakim doğal titreşim periyodu $T_p^{(X)}$ 'e bağlı olarak **Denk.(4.1)**'den hesaplanan *Deprem Yükü Azaltma Katsayısı* $(R_a)_{üst}$ kullanılarak elde edilecektir.

(b) *Üst bölüm*'deki taşıyıcı sistem elemanlarının *sünek olmayan* davranışına karşı gelen azaltılmış iç kuvvetler ise, (a)'da elde edilen iç kuvvetlerin $D_{üst}$ katsayısı ile çarpımından elde edilecektir.

(c) *Alt bölüm*'deki taşıyıcı sistem elemanlarının *sünek davranışına karşı gelen azaltılmış iç kuvvetler için eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısı* $(\bar{R}_a)_{alt}$ **Denk.(4.4)** ile belirlenecektir:

$$(\bar{R}_a)_{alt} = \frac{(R_a)_{üst}}{v^{(X)}} \quad (4.4)$$

Bu denklemdeki $v^{(X)}$ katsayısı aşağıda verilmiştir:

$$v^{(X)} = v_{üst}^{(X)} + v_{alt}^{(X)} \quad (4.5a)$$

$$v_{üst}^{(X)} = \frac{V_{x,üst}^{(X)}}{V_{x,tüm}^{(X)}} \quad ; \quad v_{alt}^{(X)} = (1 - v_{üst}^{(X)}) \frac{(R_a)_{üst}}{(R_a)_{alt}} \quad (4.5b)$$

Denk.(4.5a)'daki ilk terim $v_{üst}^{(X)}$, *üst bölüm*'den *alt bölüm*'e aktarılan azaltılmış kuvvetleri, ikinci terim $v_{alt}^{(X)}$ ise *alt bölüm*'ün kendi titreşiminden oluşan azaltılmış kuvvetleri hesaplamak için kullanılan katsayılara karşı gelmektedir. $(R_a)_{alt}$ *alt bölüm*'deki taşıyıcı sistem için **Tablo (4.1)**'den seçilen R_{alt} ve D_{alt} katsayılarına ve $T_p^{(X)}$ 'e bağlı olarak **Denk.(4.1)**'den hesaplanan *Deprem Yüklü Azaltma Katsayısı*'nı göstermektedir. $v_{üst}^{(X)}$, azaltılmamış deprem yükleri altında *üst bölüm*'ün taban kesme kuvvetinin *tüm taşıyıcı sistem*'in (*üst bölüm* + *alt bölüm*) taban kesme kuvvetine oranı olarak tanımlanır.

(d) *Alt bölüm*'deki taşıyıcı sistem elemanlarının *sünek olmayan* davranışına karşı gelen azaltılmış iç kuvvetler (c)'de elde edilen iç kuvvetlerin aşağıda tanımlanan *eşdeğer dayanım fazlalığı katsayısı* $\bar{D}_{alt}^{(X)}$ ile çarpımından elde edilecektir:

$$\bar{D}_{alt}^{(X)} = \frac{0.6 v_{üst}^{(X)} D_{üst} + v_{alt}^{(X)} D_{alt}}{v_{alt}^{(X)}} \quad (4.6)$$

4.3.6.2 – 4.8'de açıklanan *Modal Hesap Yöntemleri* ile taşıyıcı sistemin tümü (*üst bölüm* + *alt bölüm*) gözönüne alınarak yapılan hesapta,

(a) **Denk.(4.4)**, **Denk.(4.5)** ve **Denk.(4.6)**'daki tüm işlemler, her bir n'inci titreşim modu için ve ilgili doğal titreşim periyodu T_n gözönüne alınarak uygulanacaktır. n'inci modda **Denk.(4.5b)**'deki taban kesme kuvvetleri oranı yerine, aynı modda bu kesme kuvvetlerine karşı gelen *modal etkin kütleler*'in oranı da kullanılabilir (Bkz. **4B.1.4**).

(b) $R_{alt} < R_{üst}$ olan rijit bodrumlu binalarda, bütün titreşim modları için **Denk.(4.5b)**'den $v_{n,üst}^{(X)}$ 'ün hesaplanmasından kaçınılması durumunda, daima daha elverişsiz sonuç veren $v_{n,üst}^{(X)} = 0$ varsayımı yapılabilir. Bu durumda, *alt bölüm* için n'inci modda aşağıdaki basitleştirmeler yapılabilir:

$$(\bar{R}_a)_{n,alt} \cong (R_a)_{n,alt} \quad ; \quad \bar{D}_{n,alt}^{(X)} \cong D_{alt} \quad (4.7)$$

4.3.2.3'e göre bodrumlar için $D_{alt} = 1.5$ alınacaktır.

4.4. DEPREM ETKİSİNİN TANIMLANMASI VE DİĞER ETKİLERLE BİRLEŞTİRİLMESİ

4.4.1. Yatay Deprem Etkisi Altında Azaltılmış Tasarım İvme Spektrumu

4.7 ve **4.8.2**'de verilen hesap yöntemlerinde *yatay doğrultuda azaltılmış deprem yükleri*'nin belirlenmesi için kullanılacak *azaltılmış tasarım ivme spektrumu*'nun belirli bir T doğal titreşim periyodu için ordinatı olan *azaltılmış tasarım spektral ivmesi* $S_{aR}(T)$, **Denk.(4.8)** ile tanımlanmıştır:

$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (4.8)$$

Burada $S_{ae}(T)$, **2.2**'de tanımlanan DD-2 deprem yer hareketi için **Denk.(2.2)** ile belirlenen *yatay elastik tasarım spektral ivmesi*'ni, $R_a(T)$ ise **Denk.(4.1)** ile tanımlanan *Deprem Yüklü Azaltma Katsayısı*'nı göstermektedir.

4.4.2. Yatayda Birbirine Dik Doğrultulardaki Deprem Etkilerinin Birleştirilmesi

4.4.2.1 – Yatay deprem etkisi altında taşıyıcı sistemin deprem hesabının **4.7** veya **4.8.2**'de verilen yöntemlerden biri ile yapılması durumunda, yatayda birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularında tanımlanan depremlerden oluşan deprem etkileri **Denk.(4.9)**'da tanımlandığı şekilde birleştirilecektir:

$$\begin{aligned} E_d^{(H)} &= \pm E_d^{(X)} \pm 0.3E_d^{(Y)} \\ E_d^{(H)} &= \pm 0.3E_d^{(X)} \pm E_d^{(Y)} \end{aligned} \quad (4.9)$$

Burada $E_d^{(X)}$ ve $E_d^{(Y)}$, herhangi bir kesitte birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularındaki depremlerin etkisi altında **4.10**'a göre tanımlanan ve ayrı ayrı hesaplanan deprem etkilerini, $E_d^{(H)}$ ise *doğrultu birleştirmesi* uygulanmış *tasarıma esas yatay deprem etkisi*'ni simgelemektedir.

4.4.2.2 – Yatay deprem etkisi altında taşıyıcı sistemin deprem hesabının **4.8.3**'te verilen yöntemle *zaman tanım alanında* yapılması durumunda, yatayda birbirine dik (X) ve (Y) doğrultularındaki deprem bileşenleri **2.5**'e göre birlikte eş zamanlı olarak tanımlandığından, birleştirilmiş yatay deprem etkisi $E_d^{(H)}$, bu hesap sonucunda doğrudan elde edilmektedir.

4.4.3. Düşey Deprem Etkisi

4.4.3.1 – DTS=1, DTS=1a, DTS=2 ve DTS=2a olarak sınıflandırılan ve aşağıdaki elemanları içeren binalarda düşey deprem hesabı, bu elemanların *yerel düşey titreşim modları* esas alınarak *sadece bu elemanlar için 2.3.5*'te tanımlanan *düşey elastik ivme spektrumu*'na göre **4.8.2**'de verilen yöntemle yapılacaktır. *Düşey deprem etkisi* $E_d^{(Z)}$ 'in bu şekilde hesabında tüm taşıyıcı sistemler için $R/I = 1$ ve $D = 1$ alınacaktır.

- (a) Açıklıklarının yataydaki izdüşümü 20 m veya daha fazla olan kirişleri içeren binalar,
- (b) Açıklıklarının yataydaki izdüşümü 5 m veya daha fazla olan konsolları içeren binalar,
- (c) Kirişlere oturan kolonları içeren binalar,
- (d) Kolonları düşeye göre eğimli olan binalar.

4.4.3.2 – **4.4.3.1**'de belirtilen elemanların dışındaki taşıyıcı sistem kısımlarında ve **4.4.3.1**'deki tanımın dışında kalan binalarda *düşey deprem etkisi* $E_d^{(Z)}$, özel bir hesap yapılmaksızın, **Denk.(4.10)** ile yaklaşık olarak hesaplanacaktır.

$$E_d^{(Z)} \approx (2/3) S_{DS} G \quad (4.10)$$

Burada G sabit yük etkisini, S_{DS} ise **2.3.2**'de tanımlanan *kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı*'ni göstermektedir.

4.4.4. Deprem Etkisinin Diğer Etkilerle Birleştirilmesi

4.4.4.1 – Taşıyıcı sistem elemanlarının tasarımında esas alınmak üzere, deprem etkisini içeren yük birleşimleri **Denk.(4.11)** ve **Denk.(4.12)** ile tanımlanmıştır:

$$G + Q + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)} \quad (4.11)$$

$$0.9G + H + E_d^{(H)} - 0.3E_d^{(Z)} \quad (4.12)$$

Burada Q hareketli yük etkisini, S kar yükü etkisini, H ise **Bölüm 16**'da tanımlanan yatay zemin etkisini simgelemektedir. Yatay deprem etkisi $E_d^{(H)}$ **4.4.2**'ye göre, düşey deprem etkisi $E_d^{(Z)}$ ise **4.4.3**'e göre belirlenecektir.

4.4.4.2 – Çelik ve hafif çelik binalarda;

(a) *Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım* (YDKT) yaklaşımının uygulanması durumunda **Denk.(4.11)**'de G yerine $1.2G$ alınacak, **Denk.(4.12)** aynen kullanılacaktır.

(b) *Güvenlik Katsayıları ile Tasarım* (GKT) yaklaşımının uygulanması durumunda, **Bölüm 16**'ya göre temel tasarımı dışında, **Bölüm 9** ve **Bölüm 10**'da verilen yük birleşimleri kullanılacaktır.

4.5. DOĞRUSAL HESAP İÇİN TAŞIYICI SİSTEMİN MODELLENMESİNE İLİŞKİN KURALLAR

Dayanıma Göre Tasarım kapsamında yapılacak *doğrusal* hesapta kullanılmak üzere, taşıyıcı sistemlerin modellenmesi ile ilgili kurallar bu kısımda verilmiştir.

4.5.1. Genel Modelleme Kuralları

4.5.1.1 – Bina taşıyıcı sistemleri daima *üç boyutlu* olarak modellenecektir.

4.5.1.2 – *Birbirine dik iki yatay* doğrultudaki deprem etkisi daima gözönüne alınacaktır. Düşey deprem etkisi de **4.4.3**'e göre hesaba katılacaktır.

4.5.1.3 – Sönüm oranı, aksi belirtilmedikçe, %5 alınacaktır.

4.5.1.4 – Burada verilen modelleme kuralları, deprem içermeyen yükleme durumları için de uygulanabilir.

4.5.2. Kiriş ve Kolonların Modellenmesi

4.5.2.1 – Kiriş ve kolonlar, *çerçeve (çubuk) sonlu elemanları* olarak modelleneceklerdir. Kolon ve kirişlerin birleştiği düğüm noktalarında 6 serbestlik derecesinin tümü gözönüne alınacaktır. Döşemelerin rijit diyafram olarak modellenmesi durumunda, bu serbestlik derecelerinin rijit harekete karşı gelenleri kaldırılacaktır.

4.5.2.2 – Betonarme kolon ve kirişlerin *etkin kesit rijitlikleri* **4.5.8**'e göre belirlenecektir.

4.5.3. Betonarme Boşluksuz Perdelerin Modellenmesi

4.5.3.1 – Betonarme boşluksuz perdeler, genellikle *konsol* olarak çalışan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır.

4.5.3.2 – Dikdörtgen betonarme perdeler, kesitteki uzunluğunun kalınlığına oranı en az 6 (altı) olarak tanımlanan taşıyıcı sistem elemanlarıdır.

4.5.3.3 – Enkesit şekli I, T, L, U veya C olan betonarme perdelerde, her bir doğrultuda en az bir perde kolu **4.5.3.2**'de verilen koşulu sağlayacaktır. Aksi durumda, taşıyıcı sistem elemanı o doğrultuda perde olarak sayılmayacaktır. Ancak I, T, L, U veya C kesitli perdelerde perde kolunun (veya kollarının) **4.5.4.5**'i sağlayan bir *bağ kirişli perde*'nin perde parçası (veya parçaları) olması durumunda, **4.5.3.2**'de verilen koşul uygulanmayabilir.

4.5.3.4 – Bölüm 7’de perde kesitinin betonarme tasarımı için tanımlanan *perde uç bölgeleri*’nin birer kolon gibi, aralarındaki gövde bölgesinin ise çok rijit bir kiriş gibi modellendiği *kayma çerçevesi* modelleri perdeler için kullanılmayacaktır.

4.5.3.5 – Enkesit şekli T, L, U veya C olan perdelerde perde kollarının ayrı ayrı modellenip hesaplandığı modelleme teknikleri perdeler için kullanılmayacaktır.

4.5.3.6 – Betonarme perdeler, **4.5.3.7** ve **4.5.3.8’de** verilen yöntemlerden biri ile modellenecektir.

4.5.3.7 – Enkesit şekli dikdörtgen, I, T, L, U veya C olan betonarme perdeler hem düzlem içi, hem de düzlem dışı yerdeğiştirmelere ilişkin serbestlik derecelerini içeren *kabuk sonlu elemanlar*’la modelleneceklerdir.

(a) Kabuk sonlu elemanların birleştiği düğüm noktalarında 6 serbestlik derecesinin tümü gözönüne alınacaktır.

(b) Sonlu eleman boyutları, iç kuvvet dağılımının yeterli doğrulukta hesaplanmasını sağlayacak şekilde seçilecektir.

(c) Düzlem içi ve düzlem dışı davranışa ilişkin *etkin kesit rijitlikleri* **4.5.8’e** göre belirlenecektir.

(d) Enkesit şekli dikdörtgen, I, T, L, U veya C olan perdelerde, sonlu eleman düğüm noktası kuvvetlerinin bileşkeleri, betonarme kesit hesabında esas alınmak üzere enkesit ağırlık merkezinde *eşdeğer çubuk kesit tesirleri* (eğilme/burulma momentleri, kesme kuvvetleri, aksenal kuvvet) olarak elde edilecektir. Perde tabanında bu şekilde elde edilen eğilme momenti, **4.3.4.5**, **4.3.4.6** ve **4.3.4.7’de** perde *taban devrilme momenti* M_{DEV} olarak kullanılacaktır.

4.5.3.8 – Enkesit şekli dikdörtgen, I, T, L, U veya C olan perdeler, plandaki en büyük perde kolu uzunluğunun toplam perde yüksekliğine oranının 1/2’yi aşmadığı durumlarda, eksenini enkesit ağırlık merkezinden geçen *eşdeğer çubuk* sonlu eleman olarak modellenebilirler. Bu durumda;

(a) Kat seviyelerinde perde parçalarının planda kiriş ve/veya döşeme sonlu elemanları ile birleştiği düğüm noktalarındaki *bağımlı* serbestlik dereceleri, *üç boyutlu rijit cisim hareketi* koşulunu sağlayacak şekilde kesit ağırlık merkezinde tanımlanacak olan *ana düğüm noktası*’ndaki 6 *bağımsız* serbestlik derecesine *kinematik* olarak bağlanacaklardır.

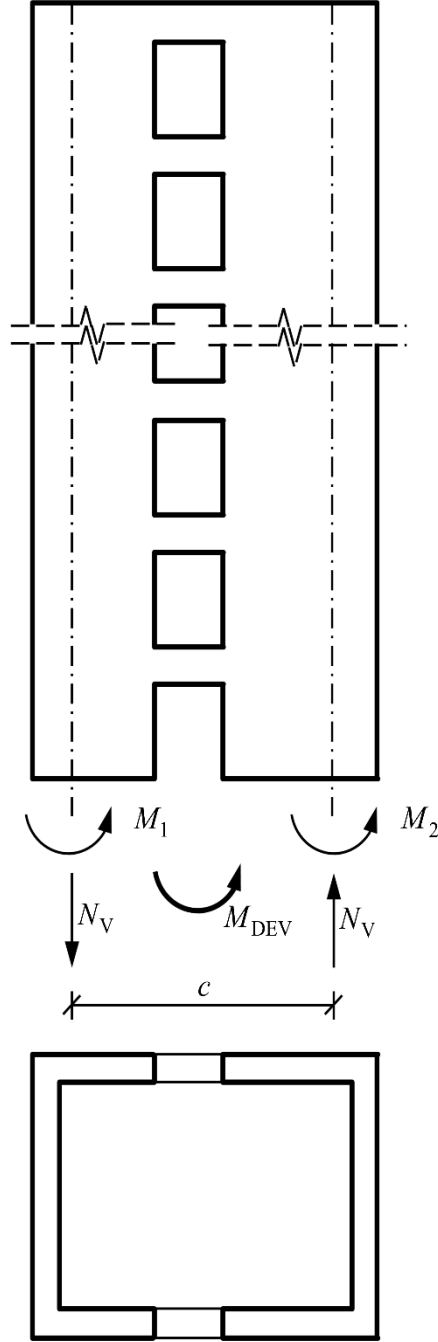
(b) Eşdeğer çubuk olarak modellenen perdelerin eğilme ve kesmeye ilişkin *etkin kesit rijitlikleri* **4.5.8’e** göre belirlenecektir.

(c) Betonarme kesit hesabında esas alınmak üzere çubuk kesit tesirleri (eğilme/burulma momentleri, kesme kuvvetleri, aksenal kuvvet) kesit ağırlık merkezinde doğrudan elde edilirler. Perde tabanında elde edilen eğilme momenti, **4.3.4.5**, **4.3.4.6** ve **4.3.4.7’de** perde *taban devrilme momenti* M_{DEV} olarak kullanılacaktır.

4.5.4. Betonarme Bağ Kirişli (Boşluklu) Perdelerin Modellenmesi

4.5.4.1 – Betonarme *bağ kirişli (boşluklu) perdeler*, iki boşluksuz perde parçasının kısa ve çok yüksek kesme dayanımları olan bağ kirişleri ile bağlanarak birlikte *tek bir perde* olarak çalıştığı düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Bu tür perdeler, güçlü bağ kirişleri sayesinde konsol olarak çalışan boşluksuz perdeler ile çerçeveler arasında bir davranış gösterirler (**Bkz.4.5.4.5**).

4.5.4.2 – Bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarının enkesit şekilleri dikdörtgen veya genellikle bina çekirdeklerinde olduğu gibi U veya C şeklinde olabilir (şekil 4.1).



şekil 4.1

4.5.4.3 – Bağ kirişli (boşluklu) perdenin taban devrilme momenti **Denk.(4.13)** ile hesaplanır:

$$M_{DEV} = M_1 + M_2 + c N_V \quad (4.13)$$

Burada M_{DEV} bağ kirişli (boşluklu) perdenin tabanındaki toplam devrilme momentini, M_1 ve M_2 bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarında deprem etkisinden tabanda elde edilen eğilme momentlerini, N_V ise deprem etkisinde bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvvetlerinin tüm perde yüksekliği boyunca toplamı olarak, perde parçalarının tabanında oluşan birbirine eşit çekme ve basınç aksenal kuvvetlerine karşı gelmektedir. c , perde parçalarının enkesit ağırlık merkezleri arasındaki uzaklığı göstermektedir (**Şekil 4.1**). **Denk.(4.13)**'ten elde edilen büyüklük **4.3.4.5** ve **4.3.4.6**'da perde *taban devrilme momenti* M_{DEV} olarak kullanılacaktır.

4.5.4.4 – Bağ kirişli (boşluklu) perdelerin tanımlanmasında esas alınan *bağ derecesi katsayısı* Ω , **Denk.(4.14)**'te verilmiştir.

$$\Omega = \frac{c N_V}{M_{DEV}} = \frac{c N_V}{M_1 + M_2 + c N_V} \quad (4.14)$$

4.5.4.5 – *Bağ kirişli (boşluklu) perde*, **Denk.(4.14)**'te verilen *bağ derecesi katsayısı*'nın **Denk.(4.15)**'te tanımlanan koşulu sağladığı taşıyıcı sistem elemanı olarak tanımlanır:

$$\Omega \geq \frac{1}{3} \quad (4.15)$$

Denk.(4.15)'te tanımlanan koşulun sağlanamaması durumunda perde parçalarının her biri *boşuksuz perde* sayılır. Bu koşula ek olarak, perde parçalarında aşırı aksenal kuvvetlerin oluşmasını önlemek bakımından $\Omega \leq 2/3$ koşulunun da sağlanmasına çalışılmalıdır.

4.5.4.6 – Betonarme bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçaları, **4.5.3.7** veya **4.5.3.8**'e göre modellenecektir.

4.5.4.7 – Bağ kirişleri, çubuk eleman olarak modellenebilir. Bağ kirişlerinin *etkin kesit rijitlikleri* **4.5.8**'e göre belirlenecektir.

4.5.5. Bodrum Perdelerinin Modellenmesi

4.5.5.1 – Bodrumlu binalarda çepeçevre düzenlenen bodrum perdeleri, üstteki katlarda oluşan eylemsizlik kuvvetlerinin tümünü veya büyük bir bölümünü geçiş döşemeleri (Bkz.**4.5.7**) ile üzerine alıp temele aktaran, aynı zamanda depremde zemin itkilerini karşılayan taşıyıcı sistem elemanlarıdır.

4.5.5.2 – Bodrum perdeleri **4.5.3.7**'ye göre kabuk sonlu elemanlarla modellenecektir.

4.5.6. Döşemelerin Modellenmesi

4.5.6.1 – Kat döşemeleri;

(a) deprem ivmelerinin etkisi ile katlardaki kütlelerin oluşturduğu eylemsizlik kuvvetlerini, varsa kirişlerle birlikte, yüksek düzlem içi rijitlikleri sayesinde düşey taşıyıcı sistem elemanlarına aktaran,

(b) aynı zamanda ve genellikle daha önemli olarak, binaya etkiyen deprem yüklerinin rijitliklerine göre düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında dağıtılmasını sağlayan, yatay taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Çeşitli boyutta boşlukları da içerebilen döşemelerin kendi düzlemleri

içindeki yük aktarımının doğru olarak belirlenebilmesi için uygun biçimde modellenmeleri esastır.

4.5.6.2 – 3.6.2.2'ye göre **A2** ve **A3** türü düzensizliklerin bulunduğu ve/veya döşemelerin *rijit diyafram* olarak çalışmasının öngörülmediği binalarda ve betonarme kirişsiz döşemeli sistemlerde döşemeler iki boyutlu sonlu elemanlarla modellenecektir.

4.5.6.3 – 3.6.2.2'ye göre **A2** ve **A3** türü düzensizliklerin bulunmadığı ve düzlem içi önemli şekildeğiştirmelerin meydana gelmeyeceğinin beklendiği *planda düzenli* binalarda, betonarme döşemeler *rijit diyafram* olarak modellenebilir. Rijit diyafram modeli, **4.5.10'**a göre *ek dışmerkezlilik etkisi'* nin gözönüne alınması için yapılacak hesapta da kullanılacaktır.

4.5.6.4 – Rijit diyafram modeline göre yapılan hesap sonucunda herhangi bir doğrultuda döşemeden herhangi bir düşey taşıyıcı sistem elemanına (kolon veya perde) aktarılan kuvvet, döşemenin altındaki ve üstündeki katlarda o eleman için ilgili doğrultuda elde edilen kesme kuvvetlerinin farkı olarak hesaplanacaktır.

4.5.6.5 – 4.5.6.2 veya **4.5.6.4'**e göre deprem hesabından elde edilen düzlem içi kuvvetlerin döşemelerden düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenli biçimde aktarıldığı hesapla gösterilecektir. Gerekli durumlarda betonarme döşemelerde ek bağlantı donatıları ve aktarma elemanları kullanılacaktır.

4.5.7. Geçiş Katlarında Döşemelerin Modellenmesi

4.5.7.1 – 3A.6.4'te belirtildiği üzere, normal katlardan çok rijit bodrum katlarına geçişte yer alan ve üstteki katlarda oluşan eylemsizlik kuvvetlerinin tümünü veya büyük bir bölümünü ani olarak bodrum katlardaki çevre perdelerine aktarmak durumunda kalan *geçiş katları döşemeleri'*nde yeterli düzlem içi rijitlik ve dayanımın sağlanması esastır. Bu koşul, başka nedenlerle ani rijitlik değişimlerinin yapıldığı diğer geçiş katları için de geçerlidir.

4.5.7.2 – 3.6.2.2'ye göre **A2** ve **A3** türü düzensizliklerin bulunup bulunmadığına bakılmaksızın geçiş katlarının döşemeleri, yeterli döşeme kalınlıkları alınarak, **4.5.6.2'**ye göre modellenecektir.

4.5.7.3 – Deprem hesabı sonucunda bodrum katlardaki rijit çevre perdelerine aktarılan kuvvetler hesaplanacak ve geçiş döşemelerinin bu aktarım için yeterli dayanıma sahip olduğu gösterilecektir. Gerekli olması durumunda döşemelerde aktarma elemanları ve perdeler yük aktarımı için ek bağlantı donatıları düzenlenecektir.

4.5.8. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitlikleri

4.5.8.1 – Dayanıma Göre Tasarım kapsamında betonarme taşıyıcı sistem elemanlarının kesit özelliklerinin modellenmesinde **Tablo 4.2'**de verilen *etkin kesit rijitliği çarpanları* kullanılacaktır.

4.5.8.2 – Tablo 4.2'de verilen her iki çarpan da hesap modelinde gözönüne alınacaktır.

4.5.8.3 – Etkin kesit rijitlikleri çarpanları, sadece deprem etkili yük birleşimleri içinde yer alan ve bu birleşimlere giren yükler altındaki hesaplarda uygulanacaktır.

4.5.9. Kütlelerin Modellenmesi

4.5.9.1 – Taşıyıcı sistem elemanlarının çubuk, levha (membran) veya kabuk sonlu eleman olarak modellenmeleri durumunda *tekil düğüm noktası kütleleri*, bağlı sonlu elemanların kapsama alanlarındaki yayılı kütlelerin bileşkeleri olarak atanırlar. Sonlu eleman düğüm noktalarındaki tekil kütleler, sadece iki yatay veya ek olarak düşey öteleme serbestlik derecelerine karşı gelecek şekilde tanımlanırlar.

4.5.9.2 – Tipik sonlu eleman düğüm noktası j 'ye etkiyen tekil kütle $m_j^{(S)}$ **Denk.(4.16)** ile hesaplanacaktır.

$$w_j^{(S)} = w_{G,j}^{(S)} + n w_{Q,j}^{(S)} \quad ; \quad m_j^{(S)} = \frac{w_j^{(S)}}{g} \quad (4.16)$$

Burada $w_{G,j}^{(S)}$ ve $w_{Q,j}^{(S)}$ sonlu eleman düğüm noktası j 'ye etkiyen bileşke sabit yük ve hareketli yükü göstermektedir. **Denk.(4.16)**'da yer alan *hareketli yük kütle katılım katsayısı*, n , **Tablo 4.3**'te verilmiştir. Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında gözönüne alınmayacaktır. Çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30'u gözönüne alınacaktır. Yapısal olmayan eleman ve donanımlarla ilgili olarak **6.1.3**'te verilen koşul dikkate alınacaktır.

Tablo 4.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanlarının Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları

Betonarme Taşıyıcı Sistem Elemanı	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
	<i>Eksenel</i>	<i>Kayma</i>
<i>Perde – Döşeme (Düzlem İçi)</i>		
Perde	0.50	0.50
Bodrum perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
<i>Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)</i>	<i>Eğilme</i>	<i>Kesme</i>
Perde	0.25	1.00
Bodrum perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
<i>Çubuk eleman</i>	<i>Eğilme</i>	<i>Kesme</i>
Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

Tablo 4.3. Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0.30

4.5.9.3 – Kat döşemelerinin **4.5.6.4**'e göre kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak modellenmeleri durumunda *kat kütleleri*, kat kütle merkezindeki *ana düğüm noktası*'nda düzlem içi üç *bağımsız rijit hareket serbestlik derecesi*'ne karşı gelecek şekilde tanımlanır. Bağımsız serbestlik dereceleri, genellikle iki yatay öteleme serbestlik derecesi ile ana düğüm noktasından geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi olarak seçilirler. Kat kütlelerinin hesabında da **Denk.(4.16)** esas alınacaktır. Döşemedeki düşey serbestlik derecelerine karşı gelen kütleler **4.5.9.2**'deki gibi tanımlanacaktır.

4.5.10. Ek Dışmerkezlik Etkisinin Modellenmesi

4.5.10.1 – Deprem yer hareketinin binaya etkisinde ve taşıyıcı sistemin rijitlik ve kütle dağılımındaki olası belirsizlikleri gözönüne almak üzere *ek dışmerkezlik etkisi* tanımlanmıştır.

4.5.10.2 – Kat döşemelerinin **4.5.6.4**'e göre kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak modellenmeleri durumunda,

(a) **4.5.9.3**'e göre kat kütle merkezinde (*ana düğüm noktası*) tanımlanan *kat kütlesi* esas alınarak her bir deprem doğrultusunda deprem hesabı yapılacaktır.

(b) Kat kütle merkezine (*ana düğüm noktası*) etkileyen yatay deprem yükleri, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacak ve bu durumlar için de ayrıca deprem hesabı yapılacaktır.

(c) Deprem hesabının **4.7**'ye göre yapılması durumunda modelleme kolaylığı bakımından deprem yükünün kaydırılması yerine, kat kütle merkezinde (*ana düğüm noktası*) etkileyen eşdeğer deprem yükü $F_{iE}^{(X)}$ ile birlikte **Denk.(4.17)** ile verilen *ek kat burulma momenti*'nin gözönüne alınması uygundur.

$$M_{ib}^{(X)} = F_{iE}^{(X)} e \quad (4.17)$$

Burada e , %5'lik ek dışmerkezliği göstermektedir.

(d) Deprem hesabının **4.8**'e göre modal yöntemlerle yapılması durumunda modelleme kolaylığı bakımından deprem yükünün kaydırılması yerine, kat kütle merkezinde (*ana düğüm noktası*) tanımlanan *kat kütlesi* m_i ile birlikte, *kat kütle eylemsizlik momenti* m_{i0} 'ya **Denk.(4.18)** ile verilen Δm_{i0} artırımının eklenmesi uygundur.

$$\Delta m_{i0} = m_i e^2 \quad (4.18)$$

4.5.10.3 – Deprem hesabının **4.7** veya **4.8.2**'ye göre tek doğrultulu deprem etkisi altında yapılması durumunda her bir doğrultu için ek dışmerkezlik gözönüne alınır. Hesabın **4.8.3**'e göre aynı anda etkileyen iki doğrultulu deprem etkisi altında yapılması durumunda da, her iki doğrultu için dışmerkezlikler ayrı ayrı uygulanacaktır.

4.5.10.4 – Kat döşemelerinin **4.5.6.2**'ye göre kendi düzlemleri içindeki yerdeğiştirmelere ilişkin serbestlik derecelerini içermek üzere iki boyutlu *levha (membran)* sonlu elemanlar ile modellenmesi durumunda,

(a) Oluşturulan bu modelle, dışmerkezlik etkisi olmaksızın, deprem hesabı yapılacak, döşemelerde ve döşemeler dışındaki taşıyıcı sistem elemanlarında iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler elde edilecektir. Döşemeler için elde edilen büyüklükler döşeme tasarımında gözönüne alınacaktır.