

BÖLÜM 2 - DEPREME DAYANIKLI BİNALAR İÇİN HESAP KURALLARI

2.0. SİMGELER

- $A(T)$ = Spektral İvme Katsayısı
 A_o = Etkin Yer İvmesi Katsayısı
 B_a = Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
 B_{ax} = Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
 B_{ay} = Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
 B_b = Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
 B_{bx} = Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
 B_{by} = Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenine doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
 B_B = Mod Birleştirme Yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
 B_D = B_B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
 D_i = Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta \pm %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
 d_{fi} = Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
 d_i = Binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
 F_{fi} = Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
 F_i = Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüğü
 f_c = Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik ve elektrik donanımının ağırlık merkezine etkiyen eşdeğer deprem yüğü
 g = Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
 g_i = Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
 H_i = Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)

H_N	=	Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
H_w	=	Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
h_i	=	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	=	Bina Önem Katsayısı
ℓ_w	=	Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
M_n	=	n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
M_{xn}	=	Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{yn}	=	Gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
m_i	=	Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
m_{0i}	=	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
N	=	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	=	Hareketli Yük Katılım Katsayısı
q_i	=	Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	=	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_{alt}, R_{üst}$	=	Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrikte veya çelik binaların en üst (çatı) katı olarak kullanılması durumunda, sırası ile, alttaki katlar ve en üst kat için tanımlanan R katsayıları
$R_{NÇ}$	=	Tablo 2.5 'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal çerçeveler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
R_{YP}	=	Tablo 2.5 'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	=	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$S(T)$	=	Spektrum Katsayısı
$S_{ae}(T)$	=	Elastik spektral ivme [m/s^2]
$S_{aR}(T_r)$	=	r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]
T	=	Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	=	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]

T_A, T_B	=	Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
T_m, T_n	=	Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
V_i	=	Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	=	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
V_{tB}	=	Mod Birleştirme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	=	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
w_e	=	Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik veya elektrik donanımının ağırlığı
w_i	=	Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
Y	=	Mod Birleştirme Yöntemi'nde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
α	=	Deprem derzi boşluklarının hesabında kullanılan katsayı
α_s	=	Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
β	=	Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
Δi	=	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta i)_{ort}$	=	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ΔF_N	=	Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
δ_i	=	Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$	=	Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
η_{bi}	=	i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	=	i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	=	i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
Φ_{xin}	=	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
Φ_{yin}	=	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
$\Phi\theta_{in}$	=	Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni
θ_i	=	i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri

2.1. KAPSAM

2.1.1 – 1.2.3'de tanımlanan deprem bölgelerinde yeni yapılacak tüm yerinde dökme ve prefabrik betonarme binalar ile çelik binalar ve bina türü yapıların depreme dayanıklı olarak hesaplanmasında esas alınacak deprem yükleri ve uygulanacak hesap kuralları bu bölümde tanımlanmıştır. Yığma binalara ilişkin kurallar ise **Bölüm 5'**de verilmiştir.

2.1.2 – Bina temellerinin ve zemin dayanma (istinat) yapılarının hesabına ilişkin kurallar **Bölüm 6'**da verilmiştir.

2.1.3 – Bina türünde olmayan, ancak bu bölümde verilen kurallara göre hesaplanmasına izin verilen yapılar, **2.12'**de belirtilenlerle sınırlıdır.

2.1.4 – Mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için uygulanacak hesap kuralları **Bölüm 7'**de verilmiştir.

2.2. GENEL İLKE VE KURALLAR

2.2.1. Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler

2.2.1.1 – Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte *rijitlik*, *kararlılık* ve *dayanım* bulunmalıdır.

2.2.1.2 – Döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır. Yeterli olmayan durumlarda, döşemelerde uygun aktarma elemanları düzenlenmelidir.

2.2.1.3 – Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile tüketilmesi için, bu Yönetmelikte **Bölüm 3** ve **Bölüm 4'**de belirtilen *sünek tasarım* ilkelerine titizlikle uyulmalıdır.

2.2.1.4 – 2.3.1'de tanımlanan düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve **Tablo 2.1'**de **A1** başlığı ile tanımlanan burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise özellikle **Tablo 2.1'**de **B1** ve **B2** başlıkları ile tanımlanan ve herhangi bir katta *zayıf kat* veya *yumuşak kat* durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır.

2.2.1.5 – Bölüm 6, Tablo 6.1'de tanımlanan (C) ve (D) gruplarına giren zeminlere oturan kolon ve özellikle perde temellerindeki dönmelerin taşıyıcı sistem hesabına etkileri, uygun idealleştirme yöntemleri ile gözönüne alınmalıdır.

2.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar

2.2.2.1 – Binalara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesi için, bu bölümde aksi belirtilmedikçe, 2.4'te tanımlanan *Spektral İvme Katsayısı* ve 2.5'te tanımlanan *Deprem Yükü Azaltma Katsayısı* esas alınacaktır.

2.2.2.2 – Bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve birbirine dik iki eksen doğrultusunda etkidikleri varsayılacaktır. Gözönüne alınan doğrultulardaki depremlerin ortak etkisine ilişkin hükümler 2.7.5'te verilmiştir.

2.2.2.3 – Deprem yükleri ile diğer yüklerin ortak etkisi altında binanın taşıyıcı sistem elemanlarında oluşacak tasarım iç kuvvetlerinin *taşıma gücü* ilkesine göre hesabında kullanılacak yük katsayıları, bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, ilgili yapı yönetmeliklerinden alınacaktır.

2.2.2.4 – Deprem yükleri ile rüzgar yüklerinin binaya aynı zamanda etkimediği varsayılacak ve her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya da rüzgar etkisi için hesaplanan büyüklüklerin elverişsiz olanı gözönüne alınacaktır. Ancak, rüzgardan oluşan büyüklüklerin daha elverişsiz olması durumunda bile; elemanların boyutlandırılması, detaylandırılması ve birleşim noktalarının düzenlenmesinde, bu Yönetmelikte belirtilen koşullara uyulması zorunludur.

2.3. DÜZENSİZ BİNALAR

2.3.1. Düzensiz Binaların Tanımı

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken *düzensiz binalar*'ın tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar **Tablo 2.1**'de, bunlarla ilgili koşullar ise 2.3.2'de verilmiştir.

2.3.2. Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar

Tablo 2.1'de tanımlanan düzensizlik durumlarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

2.3.2.1 – **A1** ve **B2** türü düzensizlikler, 2.6'da belirtildiği üzere, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.

2.3.2.2 – **A2** ve **A3** türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanacaktır.

2.3.2.3 - B1 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, gözönüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları gözönüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ aralığında **Tablo 2.5'**te verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

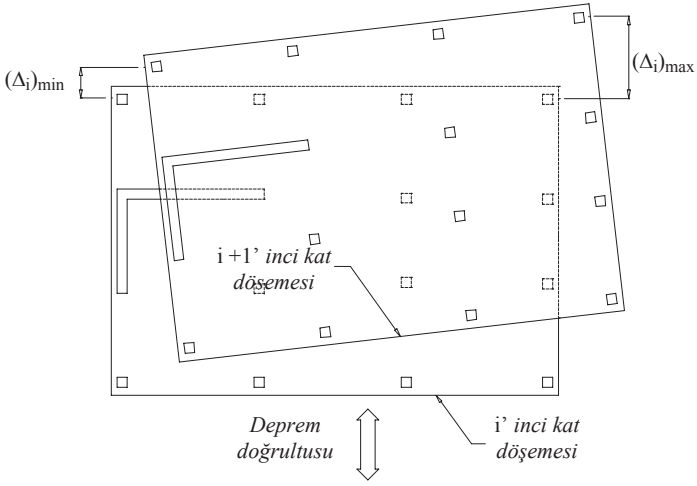
2.3.2.4 - B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda belirtilmiştir:

(a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

TABLO 2.1 - DÜZENSİZ BİNALAR

A - PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<p><u>A1 - Burulma Düzensizliği:</u> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynıdoğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> η_{bi}'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 2.1). $[\eta_{bi} = (\Delta_{i})_{\max} / (\Delta_{i})_{\text{ort}} > 1.2]$ <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, \pm %5 ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak, 2.7'ye göre yapılacaktır.</i></p>	2.3.2.1
<p><u>A2 - Döşeme Süreksizlikleri:</u> Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 2.2); I - Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II - Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, II - Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu</p>	2.3.2.2
<p><u>A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması:</u> Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 2.3).</p>	2.3.2.2

B - DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<p><u>B1 - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat):</u> Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ci}'nin 0.80'den küçük olmasıdır. $[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80]$ Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı: $\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$ (Simgeler için Bkz. 3.0)</p>	2.3.2.3
<p><u>B2 - Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat):</u> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki}'nin 2.0'den fazla olmasıdır. $[\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{ort} > 2.0]$ Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm \%5$ ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak 2.7'ye göre yapılacaktır.</p>	2.3.2.1
<p><u>B3 - Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği:</u> Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazıkatlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 2.4).</p>	2.3.2.4



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

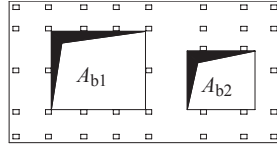
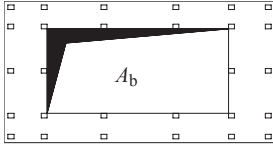
$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 2.1



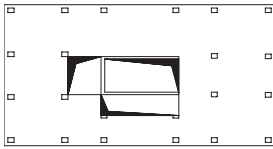
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

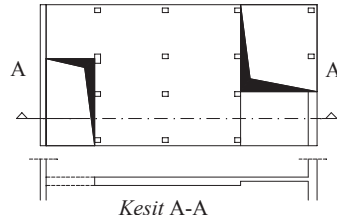
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



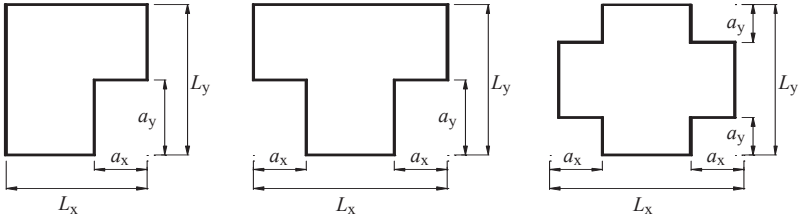
A2 türü düzensizlik durumu – II



Kesit A-A

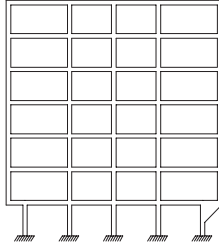
A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Şekil 2.2

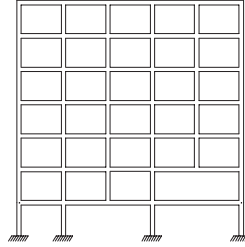


A3 türü düzensizlik durumu:
 $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

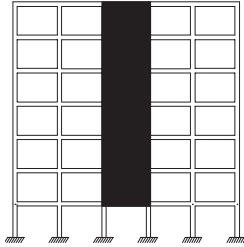
Şekil 2.3



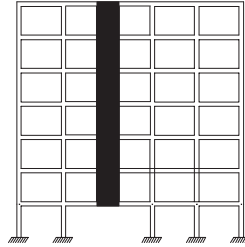
Bkz. 2.3.2.4 (a)



Bkz. 2.3.2.4 (b)



Bkz. 2.3.2.4 (c)



Bkz. 2.3.2.4 (d)

Şekil 2.4

- (b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı diğer noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.
- (c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- (d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

2.4. ELASTİK DEPREM YÜKLERİNİN TANIMLANMASI: SPEKTRAL İVME KATSAYISI

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan *Spektral İvme Katsayısı*, $A(T)$, **Denk.(2.1)** ile verilmiştir. %5 sönüm oranı için tanımlanan *Elastik İvme Spektrumu*'nun ordinatı olan *Elastik Spektral İvme*, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile çerçikimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$\begin{aligned} A(T) &= A_0 I S(T) \\ S_{ae}(T) &= A(T) g \end{aligned} \quad (2.1)$$

2.4.1. Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Denk.(2.1)'de yer alan *Etkin Yer İvmesi Katsayısı*, A_0 , **Tablo 2.2**'de tanımlanmıştır.

TABLO 2.2 - ETKİN YER İVMESİ KATSAYISI (A_0)

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

2.4.2. Bina Önem Katsayısı

Denk.(2.1)'de yer alan *Bina Önem Katsayısı*, I , **Tablo 2.3**'te tanımlanmıştır.

TABLO 2.3 - BİNA ÖNEM KATSAYISI (I)

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4

3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

2.4.3. Spektrum Katsayısı

2.4.3.1 – Denk.(2.1)'de yer alan *Spektrum Katsayısı*, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denk.(2.2) ile hesaplanacaktır (Şekil 2.5).

$$\begin{aligned}
 S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\
 S(T) &= 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (T_B < T)
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Denk.(2.2)'deki *Spektrum Karakteristik Periyotları*, T_A ve T_B , Bölüm 6'da Tablo 6.2 ile tanımlanan *Yerel Zemin Sınıfları*'na bağlı olarak Tablo 2.4'te verilmiştir.

TABLO 2.4 – SPEKTRUM KARAKTERİSTİK PERİYOTLARI (T_A , T_B)

Tablo 6.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

2.4.3.2 – Bölüm 6'da 6.2.1.2 ve 6.2.1.3'te belirtilen koşulların yerine getirilmemesi durumunda, Tablo 2.4'te Z4 yerel zemin sınıfı için tanımlanan spektrum karakteristik periyotları kullanılacaktır.

2.4.4. Özel Tasarım İvme Spektrumları

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları gözönüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, Tablo 2.4'teki ilgili karakteristik periyotlar gözönüne alınarak Denk.(2.1)'den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.

2.5.1.3 – Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılabilir.

2.5.1.4 – Perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri **3.3**, **3.4** ve **3.5**'te verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler, *süneklik düzeyi normal sistemler* olarak gözönüne alınacaktır.

2.5.1.5 – Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde;

- (a) Aşağıdaki (b) paragrafı dışında, taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalarda *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler*'in kullanılması zorunludur.
- (b) **Tablo 2.3**'e göre Bina Önem Katsayısı $I = 1.2$ ve $I = 1.0$ olan çelik binalarda, $H_N \leq 16$ m olmak koşulu ile, sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan taşıyıcı sistemler kullanılabilir.
- (c) **Tablo 2.3**'e göre Bina Önem Katsayısı $I = 1.5$ ve $I = 1.4$ olan tüm binalarda *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler* veya **2.5.4.1**'de tanımlanan *süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemler* kullanılacaktır.

2.5.1.6 – Perde içermeyen *süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler*'e, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde, aşağıdaki koşullarla izin verilebilir:

- (a) **2.5.1.4**'te tanımlanan betonarme binalar, $H_N \leq 13$ m olmak koşulu ile yapılabilir.
- (b) **2.5.1.4**'te tanımlananların dışında, taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan betonarme ve çelik binalar, $H_N \leq 25$ m olmak koşulu ile yapılabilir.

TABLO 2.5 – TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYISI (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağkirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	7
<u>(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar.....	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6

(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantılarınımsalsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

2.5.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçevesel Sistemlere İlişkin Koşullar

Deprem yüklerinin *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile *süneklik düzeyi yüksek* betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

2.5.2.1 – Bu tür sistemlerde, **Tablo 2.5'**te yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için verilen $R = 7$ 'nin veya prefabrike betonarme çerçeve durumu için verilen $R = 6$ 'nın kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_s \leq 0.75$).

2.5.2.2 – **2.5.2.1**'deki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_s \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4 \alpha_s$ bağıntısı ile, prefabrike betonarme çerçeve durumu için ise $R = 9 - 4 \alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir.

2.5.2.3 – $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerde, yukarıda tanımlanan R katsayılarına göre hesaplanan iç kuvvetler, $[3 / (1 + H_w / \ell_w)]$ katsayısı ile çarpılarak büyültülecektir. Ancak bu katsayı, 2'den büyük alınmayacaktır.

2.5.3. Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar

2.5.1.6'nın (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan süneklik düzeyi normal sistemler, bütün deprem bölgelerinde ve aynı paragraflarda tanımlanan yükseklik sınırlarının üzerinde de yapılabilir. Ancak bu durumda, betonarme binalarda tüm yükseklik boyunca devam eden ve aşağıdaki koşulları sağlayan süneklik düzeyi normal veya yüksek betonarme boşluksuz ya da bağ kirişli (boşluklu) perdelerin, çelik binalarda ise süneklik düzeyi normal veya yüksek merkezi veya dışmerkez çaprazlı perdelerin kullanılması zorunludur.

2.5.3.1 – Taşıyıcı sistemde *süneklik düzeyi normal* perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olacaktır.

2.5.3.2 – Taşıyıcı sistemde *süneklik düzeyi yüksek* perdelerin kullanılması durumunda, aşağıda karma taşıyıcı sistemler için verilen 2.5.4.1 uygulanacaktır.

2.5.4. Süneklik Düzeyi Bakımından Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar

2.5.4.1 – 2.5.1.6'nın (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan süneklik düzeyi normal sistemlerin, *süneklik düzeyi yüksek* perdelerle birarada kullanılması mümkündür. Bu şekilde oluşturulan *süneklik düzeyi bakımından karma sistemler*'de, aşağıda belirtilen koşullara uyulmak kaydı ile, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz, bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler veya çelik binalar için merkezi veya dışmerkez çaprazlı çelik perdeler kullanılabilir.

(a) Bu tür karma sistemlerin deprem hesabında çerçeveler ve perdeler birarada gözönüne alınacak, ancak her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_s \geq 0.40$ olacaktır.

(b) Her iki deprem doğrultusunda da $\alpha_s \geq 2/3$ olması durumunda, **Tablo 2.5**'de deprem yüklerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R = R_{YP}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

(c) $0.40 < \alpha_s < 2/3$ aralığında ise, her iki deprem doğrultusunda da taşıyıcı sistemin tümü için $R = R_{NC} + 1.5 \alpha_s (R_{YP} - R_{NC})$ bağıntısı uygulanacaktır.

2.5.4.2 – Binaların bodrum katlarının çevresinde kullanılan rijit betonarme perde duvarları, **Tablo 2.5**'te yer alan perdeli veya perdeli-çerçevesel sistemlerin bir parçası olarak gözönüne alınmayacaktır. Bu tür binaların hesabında izlenecek kurallar 2.7.2.4 ve 2.8.3.2'de verilmiştir.

2.5.5. Kolonları Üstten Mafsallı Binalara İlişkin Koşullar

2.5.5.1 – Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan betonarme binalarda;

- (a) Yerinde dökme betonarme kolonların kullanılması durumunda, prefabrike binalar için **Tablo 2.5**'te (2.2)'de tanımlanan R katsayısı kullanılacaktır.
- (b) R katsayıları **Tablo 2.5**'te (2.2) ve (3.2)'de verilen betonarme prefabrike ve çelik binalara ilişkin koşullar **2.5.5.2**'de verilmiştir. Bu tür çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılmas durumuna ilişkin koşullar ise **2.5.5.3**'de tanımlanmıştır.

2.5.5.2 – Bu tür tek katlı binaların içinde planda, binanın oturma alanının %25'inden fazla olmamak kaydı ile, kısmi tek bir ara kat yapılabilir. Deprem hesabında ara katın taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte gözönüne alınabilir. Bu durumda, ortak sistem betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir. Ortak sistemde, **Tablo 2.1**'de tanımlanan burulma düzensizliğinin bulunup bulunmadığı mutlaka kontrol edilecek ve varsa hesapta gözönüne alınacaktır. Ara katın ana taşıyıcı çerçevelere bağlantıları mafsallı veya monolitik olabilir.

2.5.5.3 – Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılması durumunda, en üst kat için **Tablo 2.5**'te (2.2) veya (3.2)'de tanımlanan R katsayısı ($R_{üst}$) ile alttaki katlar için farklı olarak tanımlanabilen R katsayısı (R_{alt}), aşağıdaki koşullara uyulmak kaydı ile, birarada kullanılabilir.

- (a) Başlangıçta deprem hesabı, binanın tümü için $R = R_{alt}$ alınarak **2.7** veya **2.8**'e göre yapılacaktır. **2.10.1**'de tanımlanan azaltılmış ve etkin görelî kat ötelemeleri, binanın tümü için bu hesaptan elde edilecektir.
- (b) En üst katın iç kuvvetleri, (a)'da hesaplanan iç kuvvetlerin ($R_{alt} / R_{üst}$) oranı ile çarpımından elde edilecektir.
- (c) Alttaki katların iç kuvvetleri ise iki kısmın toplamından oluşacaktır. Birinci kısım, (a)'da hesaplanan iç kuvvetlerdir. İkinci kısım ise, (b)'de en üst kat kolonlarının mesnet reaksiyonları olarak hesaplanan kuvvetlerin ($1 - R_{üst} / R_{alt}$) ile çarpılarak alttaki katların taşıyıcı sistemine etki ettirilmesi ile ayrıca hesaplanacaktır.

2.6. HESAP YÖNTEMİNİN SEÇİLMESİ

2.6.1. Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; 2.7’de verilen *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi*, 2.8’de verilen *Mod Birleştirme Yöntemi* ve 2.9’da verilen *Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri*’dir. 2.8 ve 2.9’da verilen yöntemler, tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

2.6.2. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulama Sınırları

2.7’de verilen *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi*’nin uygulanabileceği binalar **Tablo 2.6**’da özetlenmiştir. **Tablo 2.6**’nın kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında,

2.8 veya 2.9’da verilen yöntemler kullanılacaktır.

TABLO 2.6 – EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ’NİN UYGULANABİLECEĞİ BİNALAR

<i>Deprem Bölgesi</i>	<i>Bina Türü</i>	<i>Toplam Yükseklik Sınırı</i>
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

2.7. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ

2.7.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

2.7.1.1 – Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen *Toplam Eşdeğer Deprem Yükü* (taban kesme kuvveti), V_t , **Denk.(2.4)** ile belirlenecektir.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_0 I W \quad (2.4)$$

Binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 , 2.7.4’e göre hesaplanacaktır.

2.7.1.2 – Denk.(2.4)'te yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , **Denk.(2.5)** ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.5)$$

Denk.(2.5)'deki w_i kat ağırlıkları ise **Denk.(2.6)** ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + n q_i \quad (2.6)$$

Denk.(2.6)'da yer alan *Hareketli Yük Katılım Katsayısı*, n , **Tablo 2.7**'de verilmiştir. Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında gözönüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30'u gözönüne alınacaktır.

TABLO 2.7 – HAREKETLİ YÜK KATILIM KATSAYISI (n)

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

2.7.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

2.7.2.1 – Denk.(2.4) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkileyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak **Denk.(2.7)** ile ifade edilir (**Şekil 2.6a**):

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (2.7)$$

2.7.2.2 – Binanın N 'inci katına (tepesine) etkileyen *ek eşdeğer deprem yükü* ΔF_N 'in değeri **Denk.(2.8)** ile belirlenecektir.

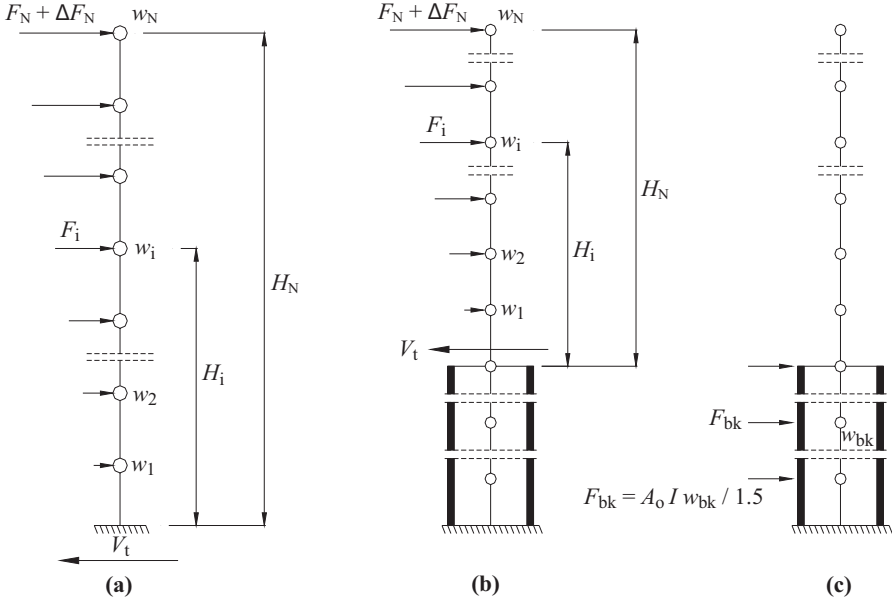
$$\Delta F_N = 0.0075 N V_t \quad (2.8)$$

2.7.2.3 – Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N 'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına **Denk.(2.9)** ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (2.9)$$

2.7.2.4– Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanacaktır. Bu yükler, üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanacaktır.

- (a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin **2.7.1.1**, **2.7.2.2** ve **2.7.2.3**'e göre belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın **Tablo 2.5**'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu gözönüne alınacaktır. **2.7.4.1**'e göre birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır (**Şekil 2.6b**).
- (b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve *Spektrum Katsayısı* olarak $S(T) = 1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, **Denk.(2.1)**'den bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1.5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır (**Şekil 2.6c**).
- (c) Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta elde edilen iç kuvvetlere göre kontrol edilecektir.



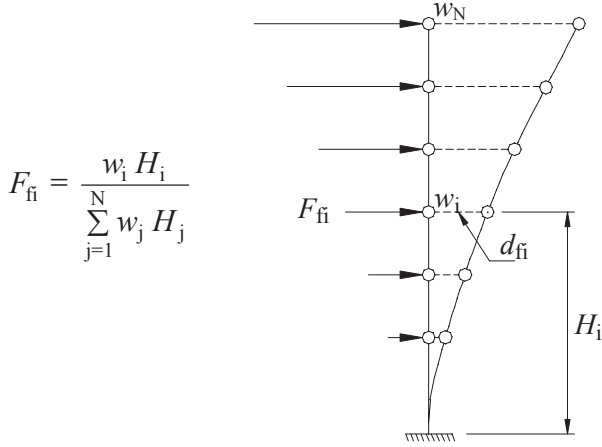
Şekil 2.6

2.7.3. Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

2.7.3.1 – Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır. Her katta 2.7.2'ye göre belirlenen eşdeğer deprem yükleri, *ek dışmerkezlik etkisi*'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 2.7).

2.7.3.2 – Tablo 2.1'de tanımlanan A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yerdeğiştirme bileşeni hesapta gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkileyen eşdeğer deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 2.8).

2.7.4.2 – Denk.(2.11) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak, bodrum kat(lar) hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyod, $0.1N$ 'den daha büyük alınmayacaktır.

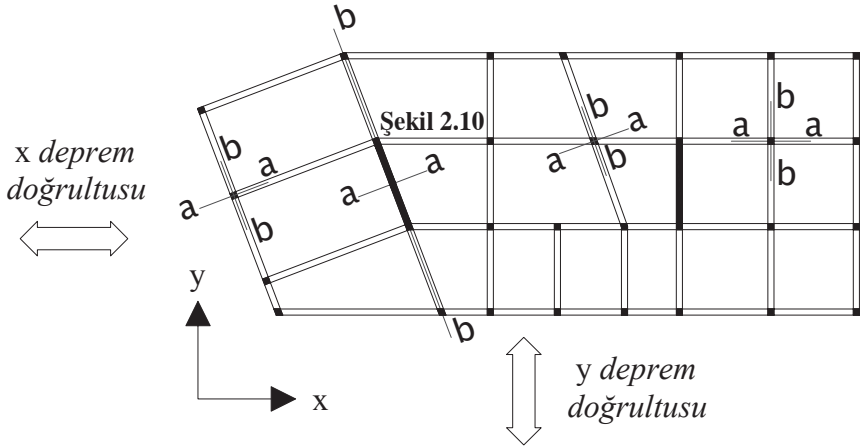


Şekil 2.9

2.7.5. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler

Taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler, en elverişsiz sonucu verecek şekilde Denk.(2.12) ile elde edilecektir (Şekil 2.10).

$$\begin{aligned} B_a &= \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} & \text{veya} & & B_a &= \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \\ B_b &= \pm B_{bx} \pm 0.30 B_{by} & \text{veya} & & B_b &= \pm 0.30 B_{bx} \pm B_{by} \end{aligned} \quad (2.12)$$



Şekil 2.10

2.8. MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

2.8.1. İvme Spektrumu

Herhangi bir n'inci titreşim modunda gözönüne alınacak *azaltılmış ivme spektrumu* ordinatı **Denk.(2.13)** ile belirlenecektir.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (2.13)$$

Elastik tasarım ivme spektrumunun **2.4.4'**e göre özel olarak belirlenmesi durumunda, **Denk.(2.13)**'te $S_{ae}(T_n)$ yerine, ilgili özel spektrum ordinatı gözönüne alınacaktır.

2.8.2. Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri

2.8.2.1 – Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta, birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanacak, ancak *ek dışmerkezlik etkisi*'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanacaktır (**Şekil 2.7**).

2.8.2.2 – **Tablo 2.1**'de **A2** başlığı altında tanımlanan döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen modal deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (**Şekil 2.8**). Bu tür binalarda, sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri **2.7**'ye göre de hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak **2.8.4**'e göre birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenecektir.

2.8.3. Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

2.8.3.1 – Hesaba katılması gereken *yeterli titreşim modu sayısı*, Y , gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için

2.8.5. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, 2.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, *Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi*'nde **Denk.2.4**'ten hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), *Mod Birleştirme Yöntemi*'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, **Denk.(2.16)**'ya göre büyütülecektir.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \quad (2.16)$$

Tablo 2.1'de tanımlanan **A1**, **B2** veya **B3** türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda **Denk.(2.16)**'da $\beta=0.90$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta=0.80$ alınacaktır.

2.8.6. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler

Taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularında 2.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen iç kuvvetler için 2.7.5'te verilen birleştirme kuralı ayrıca uygulanacaktır (**Şekil 2.10**).

2.9. ZAMAN TANIM ALANINDA HESAP YÖNTEMLERİ

Bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, *yapay* yollarla üretilen, daha önce *kaydedilmiş* veya *benzeştirilmiş* deprem yer hareketleri kullanılabilir.

2.9.1. Yapay Deprem Yer Hareketleri

Yapay yer hareketlerinin kullanılması durumunda, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç deprem yer hareketi üretilecektir.

- Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_g 'den daha küçük olmayacaktır.
- Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyod T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyodlar için, 2.4'te tanımlanan $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır. Zaman tanım alanında *doğrusal elastik analiz* yapılması

durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değerleri **Denk.(2.13)** ile hesaplanacaktır.

2.9.2. Kaydedilmiş veya Benzeştirilmiş Deprem Yer Hareketleri

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabı için kaydedilmiş depremler veya kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzeştirilmiş yer hareketleri kullanılabilir. Bu tür yer hareketleri üretilirken yerel zemin koşulları da uygun biçimde gözönüne alınmalıdır. Kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketlerinin kullanılmasında en az üç deprem yer hareketi üretilecek ve bunlar **2.9.1'**de verilen tüm koşulları sağlayacaktır.

2.9.3. Zaman Tanım Alanında Hesap

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yapılması durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki dinamik davranışını temsil eden iç kuvvet şekil değiştirme bağıntıları, teorik ve deneysel geçerlilikleri kanıtlanmış olmak kaydı ile, ilgili literatürden yararlanılarak tanımlanacaktır. Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınacaktır.

2.10. GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİNİN SINIRLANDIRILMASI, İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ VE DEPREM DERZLERİ

2.10.1. Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması

2.10.1.1 – Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden *azaltılmış görelî kat ötelemesi*, Δ_i , **Denk.(2.17)** ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (2.17)$$

Denk.(2.17)'de d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir. Ancak **2.7.4.2'**deki koşul ve ayrıca **Denk.(2.4)**'te tanımlanan minimum eşdeğer deprem yükü koşulu d_i 'nin ve Δ_i 'nin hesabında gözönüne alınmayabilir.

2.10.1.2 – Her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'inci katındaki kolon veya perdeler için *etkin görelî kat ötelemesi*, δ_i , **Denk.(2.18)** ile elde edilecektir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (2.18)$$

2.10.1.3 – Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i'inci katındaki kolon veya perdelerde, **Denk.(2.18)** ile hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri (δ_i)_{max}, **Denk.(2.19)**'da verilen koşulu sağlayacaktır:

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (2.19)$$

Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çelik çerçevelerle taşındığı tek katlı binalarda bu sınır en çok %50 arttırılabilir.

2.10.1.4 – Denk.(2.19)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

2.10.2. İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde gözönüne alınabilir:

2.10.2.1 – Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, *İkinci Mertebe Gösterge Değeri*, θ_i 'nin **Denk.(2.20)** ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (2.20)$$

Burada $(\Delta_i)_{\text{ort}}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak **2.10.1.1**'e göre bulunacaktır.

2.10.2.2 -Denk.(2.20)'deki koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

2.10.3. Deprem Derzleri

Farklı zemin oturmalarına bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile sıcaklık değişmelerinin etkisi dışında, bina blokları veya mevcut eski binalarla yeni yapılacak binalar arasında, sadece deprem etkisi için bırakılacak derz boşluklarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

2.10.3.1 – 2.10.3.2'ye göre daha elverişsiz bir sonuç elde edilmedikçe derz boşlukları, her bir kat için komşu blok veya binalarda elde edilen yerdeğiştirmelerin karelerinin toplamının karekökü ile aşağıda tanımlanan α katsayısının çarpımı sonucunda bulunan değerden az olmayacaktır. Gözönüne alınacak kat yerdeğiştirmeleri, kolon veya perdelerin bağlandığı düğüm noktalarında hesaplanan azaltılmış d_i yerdeğiştirmelerinin kat içindeki ortalamaları olacaktır. Mevcut eski bina için hesap yapılmasının mümkün olmaması durumunda eski binanın yerdeğiştirmeleri, yeni bina için aynı katlarda hesaplanan değerlerden daha küçük alınmayacaktır.

(a) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin bütün katlarda aynı seviyede olmaları durumunda $\alpha = R / 4$ alınacaktır.

(b) Komşu binaların veya bina bloklarının kat döşemelerinin, bazı katlarda olsa bile, farklı seviyelerde olmaları durumunda, tüm bina için $\alpha = R / 2$ alınacaktır.

2.10.3.2 – Bırakılacak minimum derz boşluğu, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak ve bu değere 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir.

2.10.3.3 – Bina blokları arasındaki derzler, depremde blokların bütün doğrultularda birbirlerinden bağımsız olarak çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenecektir.

2.11. YAPISAL ÇIKINTILARA, MİMARİ ELEMANLARA, MEKANİK VE ELEKTRİK DONANIMA ETKİYEN DEPREM YÜKLERİ

2.11.1 – Binalarda balkon, parapet, baca, vb konsol olarak binanın taşıyıcı sistemine bağlı, ancak bağımsız çalışan yapısal çıkıntılar ile cephe, ara bölme panoları, vb yapısal olmayan tüm mimari elemanlara uygulanacak; mekanik ve elektrik donanımlar ile bunların bina taşıyıcı sistem elemanlarına bağlantılarının hesabında kullanılacak eşdeğer deprem yükleri **Denk.(2.21)** ile verilmiştir.

$$f_e = 0.5 A_0 I w_e \left(1 + 2 \frac{H_i}{H_N} \right) \quad (2.21)$$

Hesaplanan deprem yükü, yatay doğrultuda en elverişsiz iç kuvvetleri verecek yönde ilgili elemanın ağırlık merkezine etki ettirilecektir. Düşey konumda olmayan elemanlara, **Denk.(2.21)** ile hesaplanan eşdeğer deprem yükünün yarısı düşey doğrultuda etki ettirilecektir.

2.11.2 – **Denk.(2.21)**'de w_e ile gösterilen mekanik veya elektrik donanım ağırlıklarının binanın herhangi bir i'inci katındaki toplamının $0.2 w_i$ 'den büyük olması durumunda, donanımların ağırlıklarının ve binaya bağlantılarının rijitlik özellikleri, bina taşıyıcısının deprem hesabında gözönüne alınacaktır.

2.11.3 – Mekanik veya elektrik donanımının bulunduğu kattaki en büyük ivmeyi tanımlayan *kat ivme spektrumu*'nun uygun yöntemlerle belirlenmesi durumunda, **Denk.(2.21)** uygulanmayabilir.

2.11.4 – Yangın söndürme sistemleri ve acil yedek elektrik sistemleri ile dolgu duvarlarına bağlanan donanımlar ve bunların bağlantılarında **Denk.(2.21)** ile hesaplanan veya **2.11.3'e** göre elde edilen deprem yükünün iki katı alınacaktır.

2.12. BİNA TÜRÜ OLMAYAN YAPILAR

Bina türü olmadığı halde, deprem hesabının bu bölümde verilen kurallara göre yapılmasına izin verilen yapılar ve bu yapılara uygulanacak *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları (R)*, **Tablo 2.8'**de tanımlanmıştır. Deprem yükü azaltma katsayıları ise **Denk.(2.3)**'e göre belirlenecektir. Gerekli durumlarda, **Tablo 2.3'**de verilen *Bina Önem Katsayıları* bu yapılar için de kullanılacaktır. Ancak **Tablo 2.7**'de verilen *Hareketli Yük Katılım Katsayıları* geçerli değildir. Kar yükleri ve vinç kaldırma yükleri dışında, depolanan her türlü katı ve sıvı maddeler ile mekanik gereçlerin ağırlıklarının azaltılmamış değerleri kullanılacaktır.

**TABLO 2.8 – BİNA TÜRÜ OLMAYAN YAPILAR İÇİN
TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYILARI**

YAPI TÜRÜ	R
Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler veya dışmerkez çaprazlı çelik perdeler tarafından taşınan yükseltilmiş sıvı tankları, basınçlı tanklar, bunkerler, haznelere	4
Süneklik düzeyi normal çerçeveler veya merkezi çaprazlı çelik perdeler tarafından taşınan yükseltilmiş sıvı tankları, basınçlı tanklar, bunkerler, haznelere	2
Kütlesi yüksekliği boyunca yayılı, yerinde dökülmüş betonarme silo, endüstri bacaları ve benzeri taşıyıcı sistemler (*)	3
Betonarme soğutma kuleleri (*)	3
Kütlesi yüksekliği boyunca yayılı uzay kafes kirişli çelik kuleler, çelik silo ve endüstri bacaları(*)	4
Gergili yüksek çelik direk ve gergili çelik bacalar	2
Kütlesi tepede yığılı, bağımsız tek bir düşey taşıyıcı eleman tarafından taşınan ters sarkaç türü yapılar	2
Endüstri tipi çelik depolama ve istif rafları	4

(*) *Bu tür yapıların deprem hesabı, taşıyıcı sistemi yeterince tanımlayan ayrık dinamik serbestlik dereceleri gözönüne alınarak, 2.8 veya 2.9'a göre yapılacaktır.*

2.13. DEPREM HESAP RAPORLARINA İLİŞKİN KURALLAR

Binaların deprem hesaplarını içeren hesap raporlarının hazırlanmasında aşağıda belirtilen kurallara uyulacaktır:

2.13.1 – Tasarımı yapılan bina için, **Tablo 2.1**'de tanımlanan düzensizlik türleri ayrıntılı olarak irdelenecek, eğer varsa, binada hangi tür düzensizliklerin bulunduğu açık olarak belirtilecektir.

2.13.2 – Seçilen süneklik düzeyi yüksek veya normal taşıyıcı sistemin **Bölüm 3** veya **Bölüm 4**'teki koşullara göre tanımı açık olarak yapılacak ve **Tablo 2.5**'ten *R* katsayısının seçim nedeni belirtilecektir.

2.13.3 – Binanın bulunduğu deprem bölgesi, bina yüksekliği ve taşıyıcı sistem düzensizlikleri gözönüne alınarak, **2.6**'ya göre uygulanacak hesap yönteminin seçim nedeni açık olarak belirtilecektir.

2.13.4 – Bilgisayarla hesap yapılması durumunda, aşağıdaki kurallar uygulanacaktır:

- (a) Dügüm noktalarının ve elemanların numaralarını gösteren üç boyutlu taşıyıcı sistem şeması hesap raporunda yer alacaktır.
- (b) Tüm giriş bilgileri ile iç kuvvetleri ve yerdeğiştirmeleri de içeren çıkış bilgileri, kolayca anlaşılır biçimde mutlaka hesap raporunda yer alacaktır. Proje kontrol makamının talep etmesi durumunda, tüm bilgisayar dosyaları elektronik ortamda teslim edilecektir.
- (c) Hesapta kullanılan bilgisayar yazılımının adı, müellifi ve versiyonu hesap raporunda açık olarak belirtilecektir.
- (d) Proje kontrol makamının talep etmesi durumunda, bilgisayar yazılımının teorik açıklama kılavuzu ve kullanma kılavuzu hesap raporuna eklenecektir.

2.14. BİNALARA İVME KAYITÇILARININ YERLEŐTİRİLMESİ

Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından uygun görülmesi durumunda, bakanlık veya üniversite kuruluşlarınca kuvvetli deprem hareketinin ölçülmesi amacı ile kamuya veya özel ve tüzel kişilere ait binalara ve diğer yapılarla ivme kayıtçılarının yerleştirilmesine izin verilecek, bina veya yapı sahipleri ya da işletmecileri bunların korunmasından sorumlu olacaktır.