

**2. YENİ DEPREM YÖNETMELİĞİ**

Deprem etkisi altında bulunan bölgelerde, yapıların depreme dayanıklı olarak projelendirilmesi ve yapım esaslarının belirlenmesi yönetmeliklerde yer almaktadır. Yönetmelikler, uygun tasarım ve yapım için minimum uyulması gereken şartları tanımlar.

“Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” adıyla 1998 yılında yürürlüğe giren yönetmelik, 1975’deki eski yönetmeliğe göre yeni yapım teknolojisine uygun, önemli yenilikler getirmektedir. Bu bölümde yeni yönetmeliğin öngördüğü hesap esasları ve yapım kurallarına ilişkin kavram ve esaslar kısaca açıklanmaktadır.

**2.1. Yapı Düzensizlikleri**

Yönetmelikte düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere iki ayrı grupta incelenmektedir. Bu düzensizlikler aşağıda detaylı olarak açıklanmaktadır.

**2.1.1. Planda Düzensizlik Durumları**

Yapı planında oluşabilecek düzensizlik durumları 4 başlıkta incelenmektedir.

**A1-Burulma Düzensizliği**

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî kat ötelemesine oranını ifade eden katsayıya Burulma Düzensizliği Katsayısı,  $\eta_{bi}$ , denmektedir.  $\eta_{bi}$ ’nin herhangi bir katta 1.2’den büyük olması halinde burulma düzensizliği oluşur (Şekil 2.1).

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max}/(\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (2.1)$$

$$(\Delta_i)_{\max} = (d_i)_{\max} - (d_{i-1})_{\max} \quad (2.1a)$$

$$(\Delta_i)_{\min} = (d_i)_{\min} - (d_{i-1})_{\min} \quad (2.1b)$$

$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = ((\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}) / 2 \quad (2.1c)$$

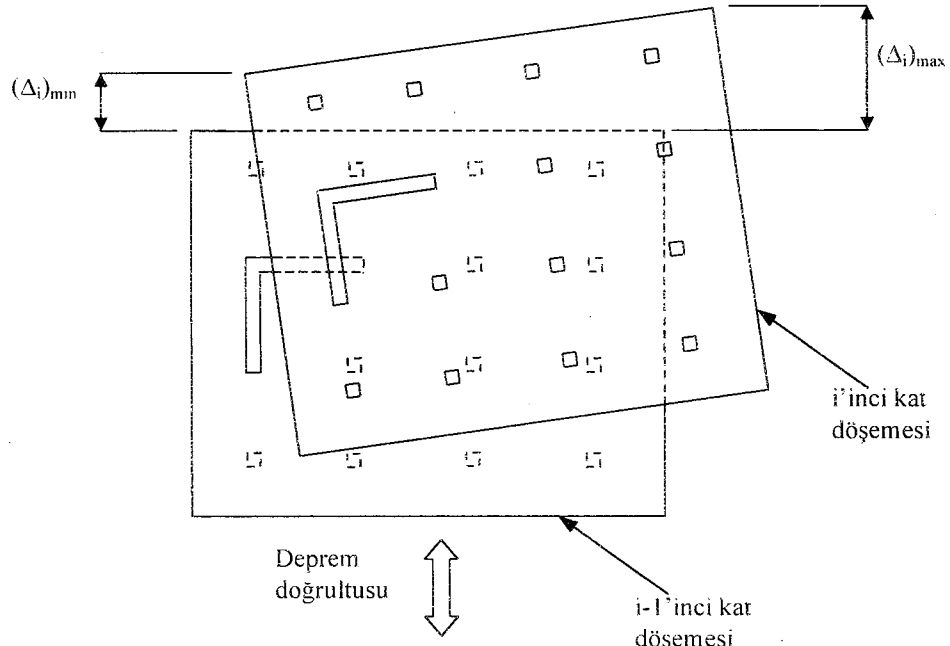
Burada,

$d_i$ =Binanın  $i$ 'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme.

$(\Delta_i)_{\max}$ =Binanın  $i$ 'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi.

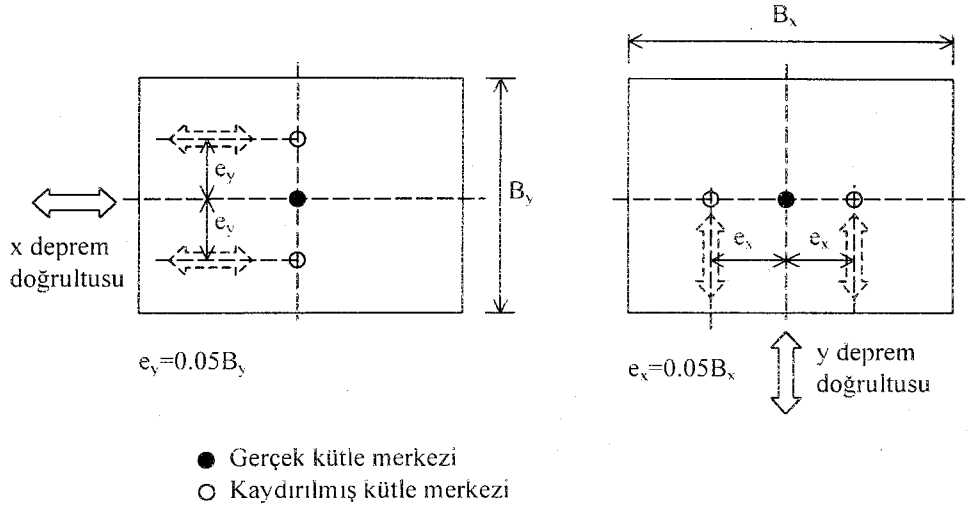
$(\Delta_i)_{\min}$ =Binanın  $i$ 'inci katındaki minimum görelî kat ötelemesi,

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$ =Binanın  $i$ 'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesidir.



Şekil 2.1. Görelî kat ötelemeleri

Kat deplasmanları ( $d_i$ ) ve buna bağılı olan görelî kat ötelemeleri ( $\Delta_i$ ), deprem yüklerinin  $\pm\%5$  eksantrik olarak yapıya etkilmesiyle belirlenmelidir (Şekil 2.2).



**Şekil 2.2.** Kaydırılmış kütle merkezleri

Binanın herhangi bir  $i$ 'inci katında burulma düzensizliği bulunması durumunda,  $1.2 < \eta_{bi} \leq 2$  ise, eksantrisite değerleri, her iki doğrultu için  $D_i$  büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz yeniden yapılmalıdır.  $D_i$  büyütme katsayısı (TDY, denklem 6.10)'da

$$D_i = (\eta_{bi}/1.2)^2 \quad (2.2)$$

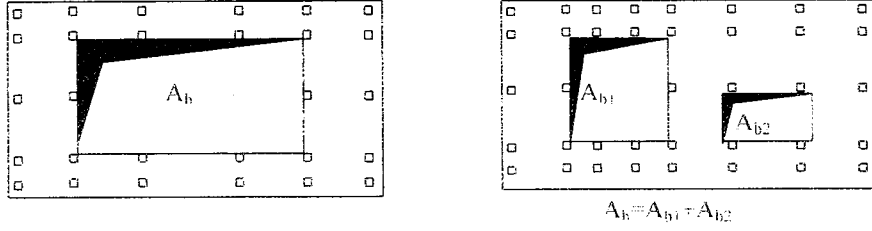
olarak ifade edilmiştir.

$\eta_{bi} > 2$  ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

### A2-Döşeme Süreksizlikleri

Herhangi bir  $i$ 'inci kattaki döşemede;

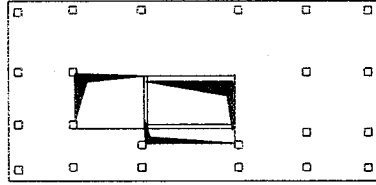
- I. Merdiven ve asansör boşlukları dahil olmak üzere, boşluk alanları toplamının ( $A_b$ ) brüt kat alanının ( $A$ )  $1/3$ 'ünden fazla olması (Şekil 2.3).



$$\frac{A_h}{A} > \frac{1}{3}$$

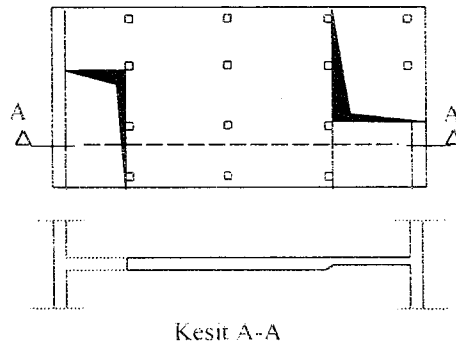
Şekil 2.3. A2 türü düzensizlik durumu-I

- II. Yatay kuvvetlerin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. A2 türü düzensizlik durumu-II

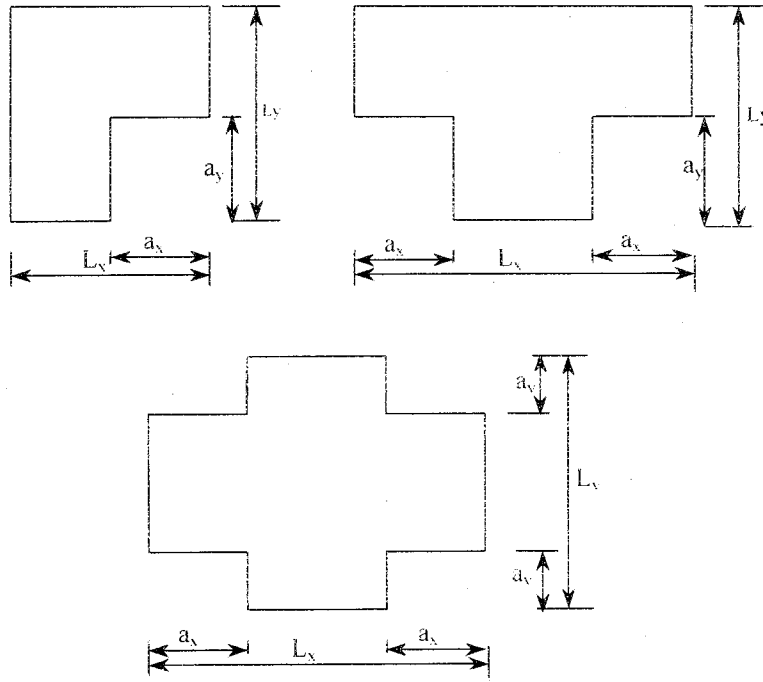
- III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumlarıdır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. A2 türü düzensizlik durumu-II ve III

### A3-Planda Çıkıntılar Bulunması

Yapı kat planındaki girinti veya çıkıntılarının birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de ( $a_x$ ,  $a_y$ ), yapının o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının ( $L_x$ ,  $L_y$ ) %20'sinden daha büyük olması durumudur (Şekil 2.6).

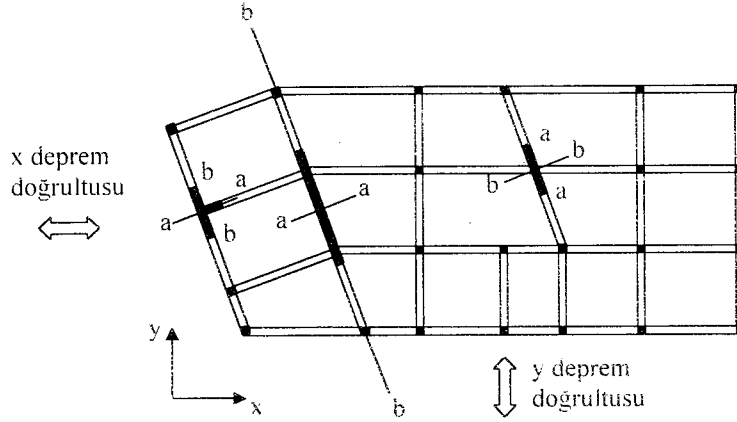


$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 2.6. A3 türü düzensizlik durumu

### A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

Taşıyıcı sisteminin düşey elemanlarının, plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur. (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. A4 türü düzensizlik durumu

Yapıda A4 türü düzensizliğin bulunması durumunda, düzensizlik bulunan elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler,

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.3B_{ay} \quad (2.3a)$$

$$B_a = \pm 0.3B_{ax} \pm B_{ay} \quad (2.3b)$$

olarak düzeltilir (TDY, denklem 6.14). Aynı işlemler, (b) eksenini için de yapılarak en elverişsiz kesit tesiri olan değere göre tasarım yapılmalıdır. Yukarıdaki formüllerde,

$B_a$ : Taşıyıcı sistem elemanının (a) asal eksen doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğünü,

$B_{ax}$ : Taşıyıcı sistem elemanının (a) asal eksen doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü,

$B_{ay}$ : Taşıyıcı sistem elemanının (a) asal eksen doğrultusunda, x eksenine dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü göstermektedir.

### 2.1.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

Düşey doğrultuda oluşabilecek düzensizlik durumu 3 başlık altında toplanmaktadır.

#### B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının (kolon+perde+0.15×kagir duvar alanı) bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olan,  $\eta_{ci}$  Dayanım Düzensizliği katsayısının, 0.80'den küçük olması durumudur (Şekil 2.8).

$$\eta_{ci} = (\sum A_c)_i / (\sum A_c)_{i+1} < 0.80 \quad (2.4a)$$

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının ifadesi:

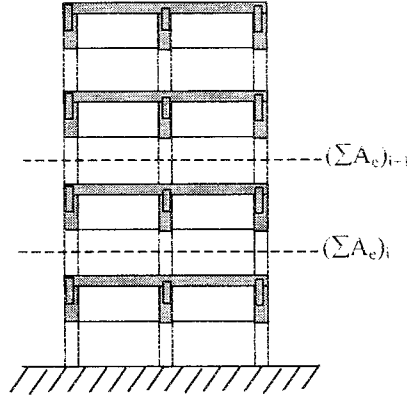
$$\sum A_c = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (2.4b)$$

olarak hesaplanacaktır. Bu bağıntılarda,

$\sum A_w$ : Herhangi bir kattaki kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamını,

$\sum A_g$ : Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak (planda boyu eninin 7 katından büyük eleman) çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamını,

$\sum A_k$  : Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkartıldıktan sonra, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamını göstermektedir.



Şekil 2.8. B1 türü düzensizlik durumu

### B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

%5'lik yatay kuvvet dışmerkezliği altında oluşan, herhangi bir  $i$ 'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olan  $\eta_{ki}$  Rijitlik Düzensizliği Katsayısı'nın, 1.5'ten fazla olması durumudur (Şekil 2.1).

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (2.5)$$

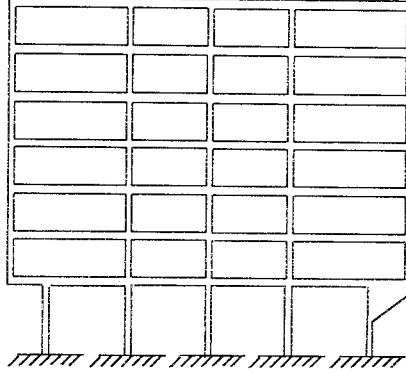
### B3-Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Düşey taşıyıcı elemanlar olan kolon veya perdelerin bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin aşağıda kolonlara veya kirişlere oturtulması durumudur.

Yeni Deprem Yönetmeliği B3 türü düzensizliğin oluşturacağı olumsuzluklara meydan vermemek için aşağıdaki koşulları önermektedir.

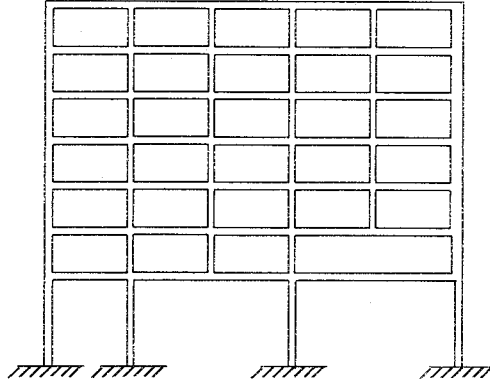
**a)** Kolonlar hiçbir durumda, binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmamalıdır (Şekil 2.9a).





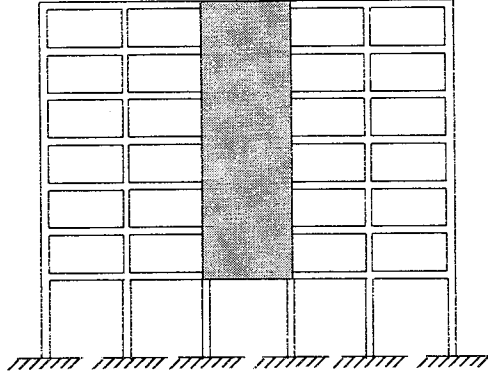
**Şekil 2.9a.** Kolonların konsol ve guselere oturması durumu

b) Kolon, iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmuşsa, bu kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılmalıdır (Şekil 2.9b).



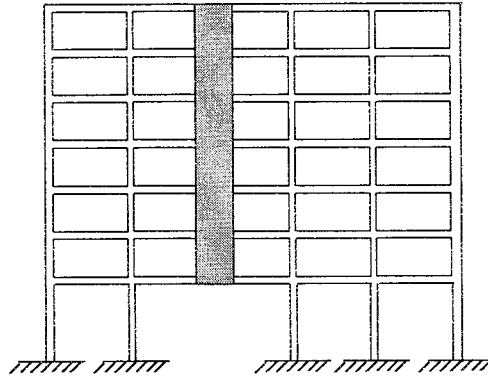
**Şekil 2.9b.** Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu

c) Üst kattaki perdenin her iki ucunun alttaki kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm kesit etkileri %50 arttırılmalıdır (Şekil 2.9c). Ayrıca sarılma bölgelerinde, yönetmelikte belirtilen minimum koşullara uyulmalıdır.



Şekil 2.9c. Perdenin kolonlara oturması durumu

d) Binanın herhangi bir katında, perdelerin kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmamalıdır (Şekil 2.9d).



Şekil 2.9d. Perdenin kirişlere oturması durumu

## 2.2. Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Taşıyıcı sistem elemanlarından herhangi bir kolon veya perde için, komşu iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkı, görelî kat ötelemesini ( $\Delta_i$ ) ifade etmektedir. (TDY, denklem 6.19)'da.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (2.6)$$

şeklinde belirtilmiştir. Burada  $d_i$  ve  $d_{i-1}$ , binanın  $i$ 'inci ve  $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaplanan yerdeğiştirmelerdir.

Gözönüne alınan her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir  $i$ 'inci katındaki kolon veya perdelerde hesaplanan görelî kat ötelemelerin, kat içindeki en büyük değeri  $(\Delta_i)_{\max}$ , aşağıda verilen iki koşuldan küçük olanı sağlamalıdır (TDY, denklem 6.20).

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035 \quad (2.7a)$$

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.02/R \quad (2.7b)$$

Denklem (2.7)'de verilen koşulun, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılmalı ve deprem hesabı yeniden yapılmalıdır.

### 2.3. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü ( $\theta_i$ )

Yatay yükler etkisindeki sistemlerde, kolonlardaki normal kuvvetlerin de büyük olması halinde ikinci mertebe etkileri önem kazanmaktadır. İkinci mertebe etkisi daha çok narin sistemlerde meydana gelmektedir.

İkinci Mertebe Gösterge Değeri,  $\theta_i$ , (TDY, denklem 6.21)

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (2.8)$$

koşulunu sağlamalıdır. Bu ifadede,

$V_i$ = $i$ 'inci kattaki kesme kuvvetini,

$h_i$ =i'inci kattaki kat yüksekliğini.

$(\Delta_i)_{ort}$ =i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesini göstermektedir.

Verilen bu büyüklüğün herhangi bir katta  $\theta_i > 0.12$  olması durumunda,  $\theta_i$  değerinin 0.12'nin altına düşürülebilmesi için, sistemin rijitliğı yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

#### **2.4. Rijit Diyafram Modeli**

Rijit diyafram kabulünde döşemelerin düzlem içinde sonsuz rijit olduğı yani şekil değıştirmediği kabul edilmektedir. Bu modelde döşemedeki herhangi bir noktanın, birbirine dik iki yatay öteleme ve döşeme düzlemine dik eksen etrafında dönme olmak üzere üç serbestlik derecesinin bulunduğı varsayılır. Döşeme üzerinde seçilen ve Master Noktası olarak adlandırılan bir noktanın birbirine dik iki yatay öteleme ve döşeme düzlemine dik eksen etrafında dönme deplasmanlarının bilinmesi durumunda, döşeme üzerindeki diğer düğümlerin deplasmanları, master noktası deplasmanlarına bağılı olarak hesaplanabilmektedir (Şekil 2.10).

Kolon, kiriş ve rijit diyafram döşemelerinden oluşan yapılarda her katta,

$$3 \times (\text{kattaki düğüm sayısı}) + 3$$

adet bilinmeyen deplasman bulunmaktadır. Bu durumda N katlı bir yapıda,

$$\text{Bilinmeyen sayısı} = N \times (3 \times \text{kattaki düğüm sayısı} + 3)$$

olacaktır. Şekil 2.10'da görüleceğı gibi döşemeye ait herhangi bir j noktasındaki deplasmanlar, master noktası deplasmanları cinsinden.

$$\theta_j = \theta_G$$

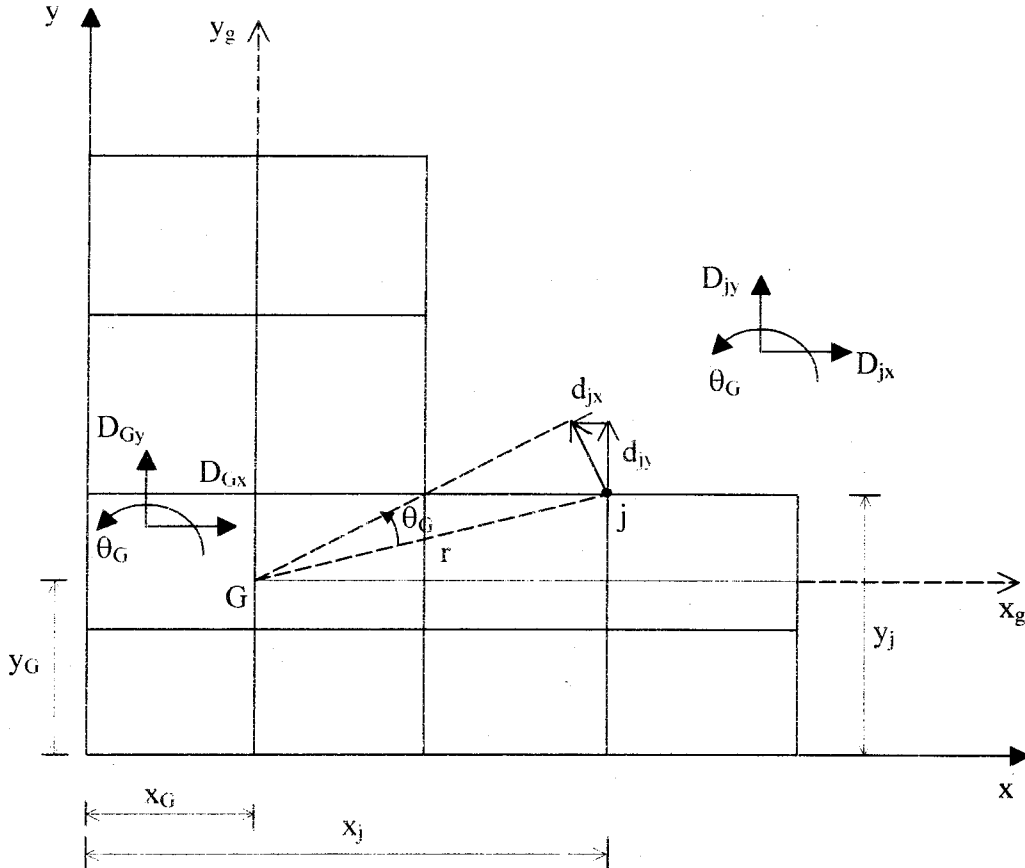
(2.9)

$$D_{jx} = D_{Gx} - \theta_G \times (y_j - y_G) \quad (2.10)$$

$$D_{jy} = D_{Gy} + \theta_G \times (x_j - x_G) \quad (2.11)$$

bağıntıları ile hesaplanabilir. Düğüm noktalarına ait diğer deplasmanlar (3×kattaki düğüm sayısı), düğümlerin iki yatay eksen etrafındaki dönme ve düşey eksen doğrultusundaki öteleme deplasmanlarıdır. Bu deplasmanlar master noktası deplasmanlarına bağımlı değildir.

Ayrıca, kirişler rijit diyafram içinde kaldığından, bu elemanlarda aksel deformasyon meydana gelmemektedir.



Şekil 2.10. Rijit diyafram modeli

Rijit diyafram kabulünün hesaplarda getirdiği kolaylıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- i. Döşeme diyaframları dış yükler altında bir "rijit cisim" hareketi yapacağından, kat kütleleri, bu diyaframın kütle merkezinde tanımlanabilmektedir.
- ii. Bilinmeyen sayısı büyük ölçüde azalacağından, çözüm hızlanmaktadır.
- iii. Döşemelerin varlığının hesaba katılması sağlanmaktadır. Aksi takdirde döşemelerin üç boyutlu kabuk elemanı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile sisteme dahil edilmesi gerekmektedir.

### **2.5. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar**

Kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde, deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanlarına (kolonlara) güvenle aktaramadığı durumlarda rijit diyafram modelinin kullanılması sakıncalı olup yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bu durumda döşemenin düzlem içi davranışının göz önüne alınması gerekmektedir.

İzlenecek yol, döşemenin yeterli sayıda üç boyutlu kabuk elemanlara bölünerek oluşturulacak sonlu elemanlar modelinin statik veya dinamik analizinin yapılmasıdır. Modelde kat kütlelerinin döşeme düğüm noktalarına uygun bir tarzda dağıtılması gerekmektedir.

Özellikle A2, A3 düzensizliklerinin çok olumsuz olması durumunda rijit diyafram modeli ile yapılan analiz, hatalı sonuçlar verebilir.

**2.6. Analiz Yöntemleri**

Deprem etkisi altında bulunan bina veya bina türü yapıların, taşıyıcı sisteminde boyutlandırmaya esas olacak kesit tesirlerinin bulunmasında farklı üç çözüm yöntemi vardır.

**2.6.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik Analiz)**

Bu yöntemde taşıyıcı sistemi kolon, kiriş ve perdelerden oluşan yapılaraya etkileyen deprem yükleri, yapının kat hizaları seviyesinde etkileyen yatay yükler olarak kabul edilir. Bu yatay yüklerin, binanın birbirine dik iki doğrultuda ayrı ayrı etkideği varsayılarak, taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlarda kesit tesirleri bulunmaktadır.

**2.6.2. Mod Birleştirme Yöntemi (Spektrum Analizi)**

Yapının davranışının, her bir serbest titreşim modunun deprem hareketine olan etkisinin ayrı ayrı bulunmasından sonra, uygun bir şekilde birleştirilmesi ile elde edilen bir çözüm yöntemidir. Yöntemin hesap tekniği tamamen elastik davranışa dayanmaktadır.

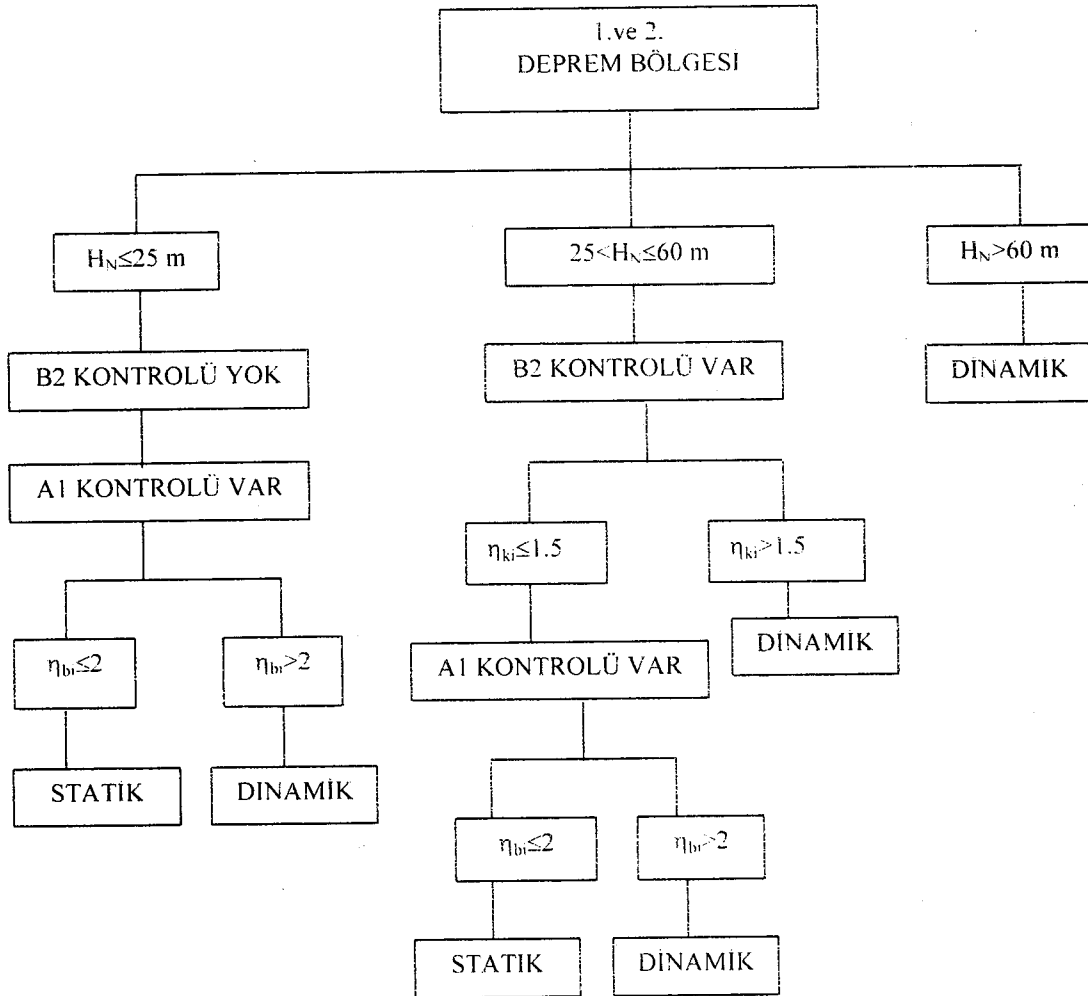
**2.6.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi**

Çözümü zaman alıcı olan bu yöntemde, gerçek deprem kayıtları veya onu temsil edebilecek kayıtlar kullanılarak, yapının dinamik analizi yapılmaktadır. Yeni deprem yönetmeliği bu yöntemi, nükleer santraller gibi çok önemli yapıların tasarımında kullanılmasını önermektedir.

Bu kitapta Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi (Spektrum Analizi) anlatılmaktadır.

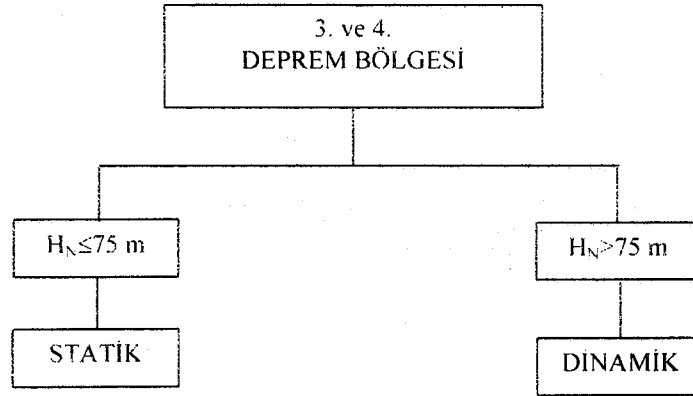
## 2.7. Hesap Yönteminin Seçimi

Aşağıda verilen akış şeması (Şekil 2.11), deprem bölgesi ve yapı yüksekliğine bağlı olarak analizde uygulanacak hesap yöntemini belirlemektedir.



Şekil 2.11a. 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde hesap yönteminin seçimi için akış şeması





**Şekil 2.11b.** 3. ve 4. derece deprem bölgelerinde hesap yönteminin seçimi için akış şeması

## 2.8. Statik ve Dinamik Analizlerde Gözönüne Alınan Taban Kesme Kuvveti

Yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında kullanılan toplam taban kesme kuvveti,

$$V_i = W A(T_i) / R_a(T_i) \quad (2.12)$$

bağıntısı ile hesaplanmaktadır (TDY denklem 6.4). Bu ifadedeki büyüklükler aşağıda sırasıyla açıklanmaktadır.

### i. Toplam yapı ağırlığı (W)

W, yapının toplam ağırlığını göstermekte ve

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.13)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada  $w_i$ , i'inci kat ağırlığı olmak üzere,

$$w_i = G_i + n Q_i \quad (2.14)$$

olarak hesaplanacaktır. Bu bağlamda,

$G_i$ : Binanın  $i$ 'inci katındaki toplam sabit yük.

$Q_i$ : Binanın  $i$ 'inci katındaki toplam hareketli yük.

$n$ : Hareketli yük katılım sayısı olmaktadır.

Hareketli yük katılım sayısı binanın kullanım amacına göre Tablo 2.1'de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Hareketli yük katılım sayısı,  $n$  (TDY, Tablo 6.7)

Binanın Kullanım Amacı	$n$
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

## ii. Spektral İvme Katsayısı ( $A(T_i)$ )

Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılan ve %5 sönüm oranı için tanımlanan Tasarım İvme Spektrumu'nun yerçekimi ivmesi  $g$ 'ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı  $A(T_i)$  herhangi bir  $i$ 'inci periyot için,

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i) \quad (2.15)$$

şeklinde hesaplanmaktadır (TDY, denklem 6.1). Burada,

$A_0$  : Etkin Yer İvmesi Katsayısı.

$I$  : Bina Önem Katsayısı.

$S(T_i)$  : Spektrum Katsayısıdır.

$A_0$ , maksimum deprem ivmesinin yerçekimi ivmesi olan  $g$ 'ye oranı olarak verilir. Bu katsayı deprem tehlikesinin bölgedeki durumunu göstermekte ve deprem bölgesine bağlı olarak Tablo 2.2'de verilmektedir.

**Tablo 2.2.** Etkin yer ivmesi katsayısı,  $A_0$  (TDY, Tablo 6.2)

Deprem Bölgesi	$A_0$
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Deprem bölge katsayısı belirlenirken bir yapının ekonomik ömrünün 50 yıl olduğu kabul edilmekte ve bu süre zarfında söz konusu bölgede beklenen en şiddetli deprem gözönüne alınmaktadır.

Bina önem katsayısı ( $I$ ), binanın kullanım amacına bağlı olarak belirlenmektedir. Depremden hemen sonra kullanılması gereken ve halkın çok bulunduğu yapılarda, depremden dolayı oluşacak can kaybı ve zarar daha fazla olacağından bu katsayı daha büyüktür (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. Bina Önem Katsayısı, I (TDY, Tablo 6.3)

Binanın Kullanım Amacı Veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
<p><b>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</b></p> <p>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)</p> <p>b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1.5
<p><b>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</b></p> <p>a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>b) Müzeler</p>	1.4
<p><b>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</b></p> <p>Spor tesisleri, sinema, tiyatro, ve konser salonları, vb.</p>	1.2
<p><b>4. Diğer binalar</b></p> <p>Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)</p>	1.0

Spektrum katsayısı,  $S(T_i)$ , yerel zemin koşullarına ve binanın  $i$ 'inci doğal periyodu  $T_i$ 'ye bağlı olarak aşağıdaki denklem ile hesaplanır (TDY, denklem 6.2).

$$S(T_i) = 1 + 1.5T_i/T_A \quad (0 \leq T_i \leq T_A) \quad (2.16a)$$

$$S(T_i) = 2.5 \quad (T_A < T_i \leq T_B) \quad (2.16b)$$

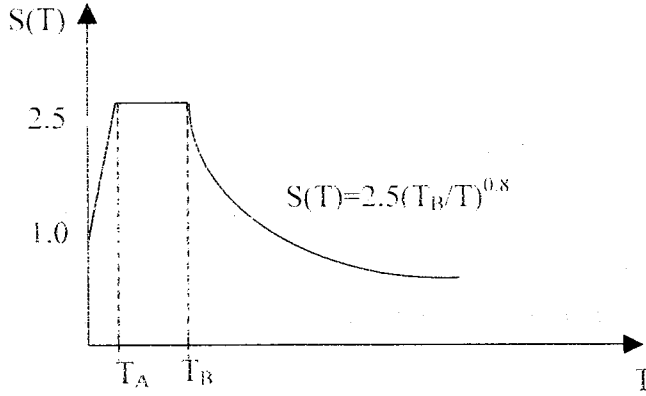
$$S(T_i) = 2.5(T_B/T_i)^{0.8} \quad (T_i > T_B) \quad (2.16c)$$

Yukarıdaki denklemde görülen  $T_A$  ve  $T_B$  ifadeleri Spektrum Karakteristik Periyotlarıdır. Bu periyotlar deprem yönetmeliğinde tanımlanan yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Tablo 2.4'de verilmiştir.

**Tablo 2.4.** Spektrum karakteristik periyotları.  $T_A$  ve  $T_B$  (Celep, 1998)

Zemin Grubu	Tanımlama		
A	Ayrışmamış sağlam kayalar, çok sıkı çakıl ve kum, sert kil ve siltli kil		
B	Ayrışmış ve çatlaklı kayalar, sıkı çakıl ve kum, çok katı kil ve siltli kil		
C	Yumuşak, süreksiz düzlemlili çok ayrışmış kayalar: orta sıkı çakıl ve kum, katı kil ve siltli kil		
D	Yeraltı su seviyesi yüksek olan yumuşak alüvyon tabakaları, gevşek kum, yumuşak kil ve siltli kil		
Zemin Sınıfı	Tanımlama	$T_A$ (saniye)	$T_B$ (saniye)
Z1	A grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 15 m'den az B grubu zeminler	0.10	0.30
Z2	En üst tabaka kalınlığı 15 m'den fazla B grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 15 m'den az C grubu zeminler	0.15	0.40
Z3	En üst tabaka kalınlığı 15 m~50 m arasındaki C grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 10 m'den az D grubu zeminler	0.15	0.60
Z4	En üst tabaka kalınlığı 50 m'den fazla C grubu zeminler, en üst tabaka kalınlığı 10 m'den fazla D grubu zeminler	0.20	0.90

Denklemler (2.16)'daki ifadeler yardımıyla Tasarım İvme Spektrum Grafiği elde edilebilmektedir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. Tasarım ivme spektrum grafiği

Yukarıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi, spektrum katsayısında başlangıçta yükselen bir doğru ardından, en büyük değerin alındığı sabit bir bölüm bulunmaktadır. Yapı periyotlarının büyümesi ile spektrum katsayısının küçüldüğü görülmektedir. Spektrum katsayısı yumuşak zeminlerde (Z4) daha geniş periyot bölgesinde en büyük değerini alırken, sert zeminlerde (Z1) ise bu bölge daralmaktadır. Verilen spektrum eğrisi %5 sönüm için hazırlanmıştır. Deprem etkilerinin büyümesi durumunda, sönümün de artarak aşırı artımı önleyeceğinden, spektrum katsayısının en büyük değeri 2.5 olarak öngörülmüştür.

### iii. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $R_a$ )

Yapı ağırlığının spektral ivme katsayısı ile çarpımından elde edilen toplam deprem yükü  $WA(T_i)$  yapının elastik davranmasıyla oluşmaktadır. Gerçekte ise yapı elasto-plastik davranış göstermektedir. Bunun yanında elasto-plastik davranış altında, yapı elastik davranışa göre daha büyük taşıma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle yeni deprem yönetmeliği,  $R_a$  katsayısı ile deprem yükünü azaltarak ( $WA(T_i)/R_a$ ) doğrusal elastik davranışı gözönüne almaya çalışmıştır. Süneklik için gerekli koşullar

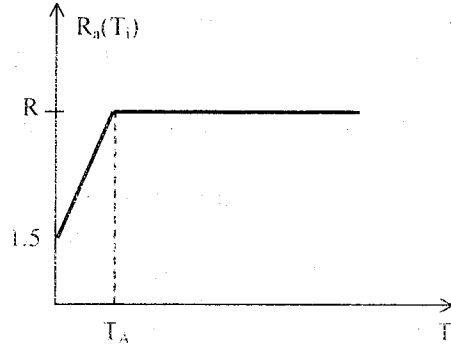
sağlanmışsa, elasto-plastik kapasite, elastik olanının 4-8 katına çıkabilir ve yutulan enerji, yapının daha büyük deprem ivmelerine karşı koymasını sağlayabilir.

Yönetmelikte  $R_a$ , Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı,

$$R_a(T_i) = 1.5 + (R - 1.5)T_i/T_A \quad (0 \leq T_i \leq T_A) \quad (2.17a)$$

$$R_a(T_i) = R \quad (T_i > T_A) \quad (2.17b)$$

şeklinde verilmektedir (TDY, denklem 6.3). Grafikselle olarak ifadesi ise Şekil 2.13'de görülmektedir.



Şekil 2.13. Deprem yüğü azaltma katsayısı

$R$ , Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı olup çeşitli taşıyıcı sistemler için Tablo 2.5'de verilmiştir.

Tablo 2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R (TDY, Tablo 6.5)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<b>1.Yerinde Dökme Betonarme Binalar :</b>		
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 bağ kirişli perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	7
<b>2.Prefabrike Betonarme Binalar :</b>		
2.1. Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar.....	3	6
2.2. Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar.....	-	5
2.3. Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdeler ile taşındığı binalar.....	-	4
2.4. Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	3	5
<b>3.Çelik Binalar :</b>		
3.1. Deprem yüklerinin tamamının, çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
3.2. Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	6
3.3. Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	3	-
b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	7
c) Betonarme perde 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.....	4	-
b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	8
c) Betonarme perde durumu.....	4	7



Tablo 2.5'de görüldüğü gibi, betonarme taşıyıcı sistemler, boyutlandırma uyulan kurallara bağlı olarak, Süneklik Düzeyi Yüksek ve Süneklik Düzeyi Normal sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Süneklik düzeyi yüksek olan yapılarda, elastik ötesi davranış önemli olduğu için taşıyıcı sistem davranış katsayısı, dolayısıyla deprem yükü azaltma katsayısının büyük olduğu görülmektedir.