

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNİN
(MAYIS 1996), A.B.D. (UBC),
KALİFORNİYA(SEAOC) VE JAPONYA DEPREM
YÖNETMELİKLERİ İLE DEPREM YATAY YÜK
HESABI YÖNTEMLERİ AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

İnş. Müh. Cengiz KABUL

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. İlhan BERKTAY

İSTANBUL, 1997

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ.....	II
TABLolar LİSTESİ	III
TEŞEKKÜR.....	V
TÜRKÇE ÖZET.....	VI
YABANCI DİLDE ÖZET.....	VII

I. GİRİŞ

1. MAYIS 1996 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNİN YATAY DEPREM YÜKÜ HESAP YÖNTEMLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ	1
1.1. Amaç ve Genel İlkeler.....	1
1.2. Kapsam.....	1
1.3. Depreme Karşı Davranışlar Bakımından Binalar	2
1.3.1. Düzensizlik Durumları	2
1.3.2. Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar	7
1.4. Binalarda Süneklik Düzeyleri	8
1.4.1. Mayıs 1996 Deprem Yönetmeliğine Göre Binalarda Yüksek Süneklik Düzeyinin Sağlanmasına İlişkin Genel Koşullar.....	9
1.4.1.1, Malzeme Dayanımları	9
1.4.1.2. Kolonlarda Yüksek Süneklik Düzeyinin Sağlanması	9
1.4.1.3. Kirişlerde Yüksek Süneklik Düzeyinin Sağlanması	10
1.4.2. Süneklik Düzeyi Yüksek ve Normal Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar ..	11
1.5. Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Genel Koşullar.....	12
1.6. Deprem Yüklerine İlişkin Koşullar	12
1.7. Mayıs 1996 Deprem Yönetmeliğine Göre Yatay Deprem Yükünün Hesaplanması	13
1.7.1. Hesap Yöntemleri.....	13
1.7.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	13
1.7.2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları.....	13

1.7.2.2. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi	14
1.7.2.3. Toplam Yapı Ağırlığının Hesabı.....	14
1.7.2.4. Spektral İvme Katsayısı	15
1.7.2.5. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R_a) ve Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	19
1.7.3. Katlara Etkiyen Tasarım Deprem Yüklerinin Belirlenmesi	21
1.7.4. Gözönüne Alınacak Yerdeğıştirme Bileşenleri ve Tasarım Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları.....	21
1.7.5. Taşıyıcı Sistemin Eşdeğer Yüğü Yöntemine Göre Hesabı	23
1.7.5.1. Taşıyıcı Sistemin Hesabında Gözönüne Alınması Gereken Hususlar	23
1.8. Mod Birleştirme Yöntemi	24
1.8.1. Her Titreşim Modunda Toplam Tasarım Deprem Yüğüünün Belirlenmesi ..	24
1.8.1.1. Hesaba Katılacak Titreşim Modu Sayısı	25
1.8.1.2. Gözönüne alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları.....	25
1.8.1.3. Taşıyıcı Sistemin Hesabı.....	26
1.8.1.4. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri	26
1.8.1.5. İkinci Mertebe Etkilerin Gözönüne Alınması	27
1.9. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri	27
1.9.1. Benzeştirilmiş Deprem Yer Hareketleri.....	27
1.9.2. Zaman Tanım Alanında Deprem Hesabına İlişkin Koşullar	28
1.10. Tasarıma Esas Yerdeğıştirmelerin Belirlenmesi ve Sınırlandırılması	28
1.10.1. Tasarıma Esas Kat Yerdeğıştirmelerinin ve Göreli Kat Ötelemelerinin Belirlenmesi	28
1.10.2. Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması.....	29
1.11. Yapısal Çıkıntılara, Mimari Elemanlara, Mekanik ve Elektrik Donanımına Etkiyen Deprem Yüğüleri	29
1.11.1. Mimari Elemanlara, Mekanik ve Elektrik Donanıma Etkiyen Deprem Yüğüleri.....	29
1.12. Bina Türü Olmayan Yapılar	30

2. TÜRKİYE, ABD, JAPONYA, KALİFORNİYA DEPREM	
YÖNETMELİKLERİNDEKİ YATAY KUVVET HESAP YÖNTEMLERİNİN	
KARŞILAŞTIRILMASI	31
2.1. Genel	31
2.2. Yatay Deprem Kuvvetinin Statik (Yarı Dinamik) Yöntemlerle	
Hesaplanması	32
2.2.1. W Toplam Yapı Ağırlığının Hesaplanması.....	34
2.2.2. Deprem Katsayısı ve Bağlı Olduğu Parametreler	34
2.2.2.1. Bölge Sismisitesi.....	36
2.2.2.2. Taşıyıcı Sistemler ve Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları.....	37
2.2.2.3. Hizmet Amaçlarına Göre Yapıların Sınıflandırılması ve	
Yapı Önem Katsayıları (I)	42
2.2.2.4. Spektral Çarpanlar.....	42
2.2.2.5. Zemin Durumu ve Zeminlerin Sınıflandırılması.....	47
2.2.2.6. Diğer Parametreler	51
2.2.3. Yapının Doğul Titreşim Periyodunun Belirlenmesi.....	53
2.2.4. Yatay Deprem Kuvvetinin Katlara Dağıtımı.....	54
2.2.5. Binalardaki Yapısal Çıkıntılara, Mimari Elemanlara, Mekanik ve	
Elektrik Donanımına Etkiyen Deprem Yükleri.....	55
2.3. Dinamik Yöntemler.....	57
3. SONUÇLAR	58
KAYNAKLAR.....	62
EKLER.....	63

ŞEKİLLER LİSTESİ:

Şekil 1.1. Burulma Düzensizliği A1	3
Şekil 1.2. Döşeme Süreksizliği A2	4
Şekil 1.3. Planda çıkıntıların bulunması A3	5
Şekil 1.4. Taşıyıcı eleman eksenlerin paralel olmaması A4	5
Şekil 1.5. Düşey geometrik süreksizlik B2	6
Şekil 1.6. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği B3	7
Şekil 1.7. Kolon-kiriş düğüm noktasında taşıma gücü momentleri	10
Şekil 1.8. Spektrum katsayısı $S(T)$	17
Şekil 1.9. Katlara etkiyen yatay deprem yükleri	18
Şekil 1.10. Kütle merkezleri	22
Şekil 1.11. Kaydırılmış kütle merkezleri	22
Şekil 2.1. Spektrum eğrisi (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	44
Şekil 2.2. Doğal periyot (A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği)	45
Şekil 2.3. Spektral Tasarım katsayısı R_t (Japonya Deprem Yönetmeliği)	46
Şekil 2.4. Yatay kesme kuvveti dağıtım faktörü A_i (Japonya Deprem Yönetmeliği)	52

TABLÖLAR LİSTESİ:

Tablo 1.1. Hareketli yük azaltma katsayısı (η) (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	15
Tablo 1.2. Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	15
Tablo 1.3. Yapı önem katsayısı (1) (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	16
Tablo 1.4. Spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B) (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	17
Tablo 1.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	20
Tablo 1.6. Bina türü olmayan yapılar için R katsayıları (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	30
Tablo 2.1. Yatay deprem yükünün hesaplanması	33
Tablo 2.2. Bölgeler ve sismisite katsayıları	36
Tablo 2.3. a. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R (Türkiye)	38
Tablo 2.3.b. Taşıyıcı sistemler ve taşıyıcı sistem davranış katsayıları (R_w) (A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği)	39
Tablo 2.3.c. Taşıyıcı sistemlerle ilgili yapısal katsayı D_s , (Japonya Deprem Yönetmeliği)	41
Tablo 2.4.a. Yapı önem katsayısı (I) (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	42
Tablo 2.4.b. Yapı önem katsayısı I, (A.B.D ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği)	42
Tablo 2.5.a. Spektrum katsayısı (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	44
Tablo 2.5.b. Zemin özelliklerine ve doğal periyoda bağlı C katsayısı (A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği)	45
Tablo 2.5.c. Spektral Tasarım Katsayısı R_t , (Japonya Deprem Yönetmeliği)	46
Tablo 2.6.a. Zemin grupları (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	48
Tablo 2.6.b. Zemin sınıfları (A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği)	49
Tablo 2.6.c. Zemin sınıfları (Japonya Deprem Yönetmeliği).....	50

Tablo 2.7.a. Standart kesme kuvveti katsayısı C_0 (Japonya Deprem Yönetmeliği).....	51
Tablo 2.7.b. Yatay kesme kuvveti dağıtım faktörü A_i (Japonya Deprem Yönetmeliği).....	52
Tablo 2.8. Yapının doğal titreşim periyodunun belirlenmesi	53
Tablo 2.9. Yatay deprem kuvvetinin katlara dağıtımı	54
Tablo 2.10. C_p katsayıları (A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği)	56
Tablo 2.11. Taban kesme kuvveti oranları	57



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde bana değerli zamanını ayıran ve yol gösteren kıymetli hocam Prof. H. İlhan BERKTAY'a ve maddi manevi her türlü desteği benden esirgemeyen çok değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla
Cengiz KABUL

Haziran 1997, İSTANBUL



ÖZET :

Bu çalışmada, Mayıs 1996 Türkiye Deprem Yönetmeliği, yatay deprem yükü hesap yöntemleri açısından incelenmiş ve A.B.D., Kaliforniya ve Japonya deprem yönetmeliklerindeki yatay yük hesap yöntemleri ile karşılaştırılmıştır.

Her bir ülkenin deprem yönetmeliğinde, bu konuda dikkate alınan parametreler karşılaştırmalı olarak, tablolar halinde düzenlenip gösterilmiştir. Karşılaştırma yapılırken, yatay deprem yükü hesap yöntemlerinden, statik (yarı dinamik) hesap yöntemlerine ağırlık verilmiştir.

Bu çalışmada; uluslararası bir yönetmelik oluşturulması için yapılan çalışmalara katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

Yapılan değerlendirmeler ve varılan sonuçlar; "Uluslararası bir örnek yönetmeliğin" oluşturulmasının pek güç olmayacağını göstermektedir.



ABSTRACT

In this study, the methods of seismic design forces in the Turkey (May 1996), Californiya (SEAOC), Japan and U.S.A (UBC) codes are compared.

The regulations are compared according to the basic seismic parameters that used in the design methods. The results are given in a tabulated from for easy reference as well as for comparision. The examinations and companisions was made especially on the static methods.

In accordance with the task of a unified cone-model for earthquake resistant structures, this study has been conducted.

The evulations and the results showed that it will not be very hard to form a unified code - model.



I. GİRİŞ

İvmeli hareketle zorlanan bir cisme, kütlesi ile orantılı bir atalet kuvveti etkir. Yer sarsıntılarının sonucunda, yapı kütlelerinde atalet kuvvetleri meydana gelir. Atalet kuvvetleri, yer hareketinin yön ve doğrultusuna bağılı olarak, uzayda herhangi doğrultulardadır. Ancak, özellikle binalar ve benzeri yapılar için, atalet kuvvetlerin yatay bileşenleri çok önemlidir. Gerçekte, yatay kuvvet bileşenleri de herhangi doğrultuda olabilirler. Fakat, hesap kolaylığı açısından; atalet kuvvetlerinin, sadece yatay düzlemde ve yapının birbirine dik iki eksenini doğrultusunda ayrı ayrı etkidikleri kabul edilmiştir.

Yapılar, çoğunlukla katlı binalar şeklindedir. Binalarda kütleler kat döşemeleri hizalarında yoğunlaşmışlardır. Gerçek duruma oldukça yakın bir kabul olarak, kütlelerin döşeme hizalarında toplandığı varsayılmıştır. Bu varsayım, hesapları oldukça kolaylaştırmaktadır.

Atalet kuvvetlerinin, yani yapılara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesinde, yer hareketinin rastgele karakterinden, zemin özelliklerinin tam olarak belirlenmemesinden ve özellikle hesaplamalardan kaynaklanan pek çok güçlükler vardır. Bu nedenle, deprem yönetmeliklerinde, pek çok basitleştirici kabuller yapılmış ve bu kabullere paralel olarak, hesap yöntemleri geliştirilmiştir.

Bu hesap yöntemleri, basitlik sırasına göre, başlıca şu gruplarda toplanabilir.

- a) Basitleştirilmiş yöntemler
- b) Statik Yöntemler (Eşdeğer statik ya da yarı dinamik denilen yöntemler)
- c) Dinamik yöntemler

Bu çalışmada, statik hesap yöntemleri esas alınmıştır.

I. MAYIS 1996 TÜRKİYE DEPREM YÖNETMELİĞİNİN YATAY DEPREM YÜKÜ HESAP YÖNTEMLERİ AÇISINDAN İNCELENMESİ

I.1. AMAÇ VE GENEL İLKELER

Mayıs 1996 Deprem yönetmeliğinin amacı; deprem yer hareketine maruz kalacak bina ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları tanımlamaktır. [1]

Bu yönetmelikte, depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabılır düzeyde kalması ve en şiddetli depremde ise, binada can kaybına yol açabilecek göçmenin önlenmesidir. [1]

Mayıs 1996 Deprem yönetmeliğinde tanımlanan tasarım depremi, 50 yıllık süre içinde aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketine karşı gelmektedir.

I.2. KAPSAM

Mayıs 1996 Deprem Yönetmeliği;

a) Yeni yapılacak binalar, değiştirilecek, büyültülecek, deprem öncesi ve sonrası onarılabılır veya güçlendirilecek binalar,

b) Kullanılan yapı malzemesi; betonarme, (yerinde dökülmüş ve öngerilmeli veya öngerilmesiz prefabrike) çelik, ahşap, yığma, kargir ve kerpiç olan binalar için geçerlidir. [1]

Köprüler, barajlar, liman yapıları, tüneller, boru hatları, enerji nakil hatları, nükleer santraller, doğalgaz depolama tesisleri ile tamamı yeraltında bulunan yapılar, bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

I.3. DEPREME KARŞI DAVRANIŞLARI BAKIMINDAN BİNALAR

Depreme karşı davranışları bakımından binalar;

- a) Düzenli binalar
- b) Düzensiz binalar

olarak 2'ye ayrılmıştır.

Bu bölümde, Mayıs 1996 Deprem yönetmeliğinde binalar için esas alınan düzensizlik durumları verilmiştir.

I.3.1. DÜZENSİZLİK DURUMLARI

Binalardaki düzensizlik durumları;

A- Planda düzensizlik durumları

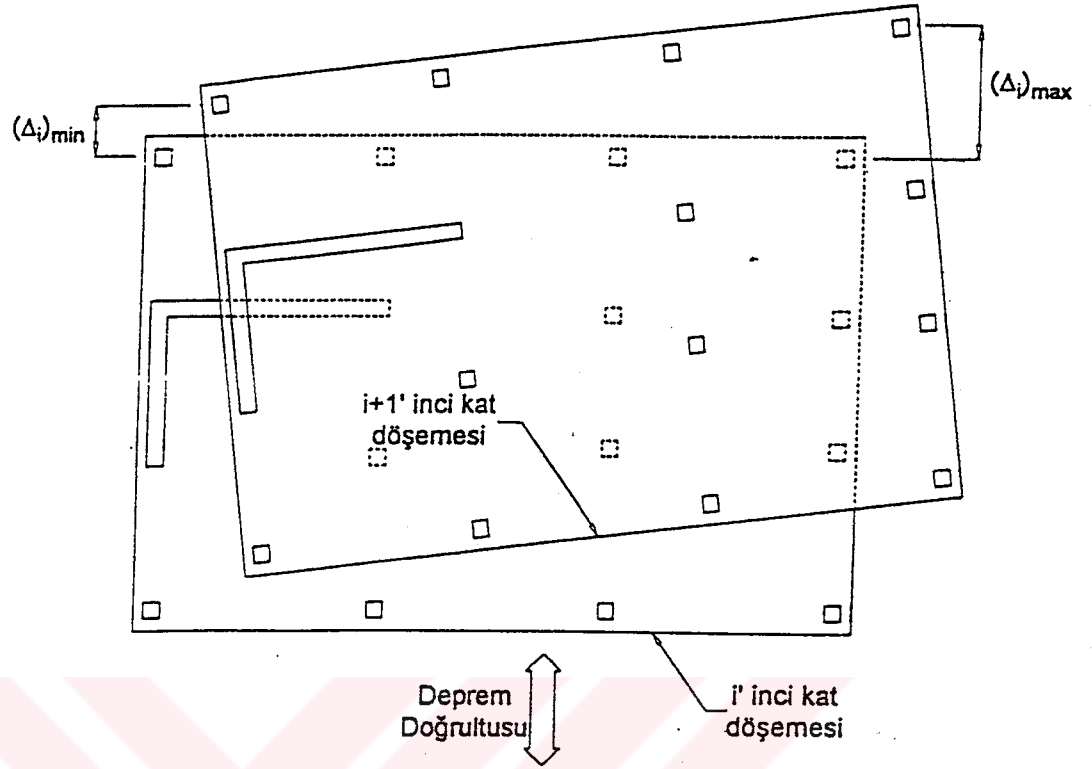
B- Düşey doğrultuda düzensizlik durumları olarak 2'ye ayrılmıştır.

A. PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI

A.1. BURULMA DÜZENSİZLİĞİ

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin, o katta aynı doğrultudaki ortalama ötelemeye oranını ifade eder. Burulma düzensizliği katsayısının ($\eta_{\Delta i}$) 1,2'den büyük olması durumu

$$(\eta_{\Delta i}) = (\Delta_i)_{\max} / \Delta_{iort} > 1.20 \quad [1]$$



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

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

Burulma düzensizlik katsayısı

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

Burulma düzensizliği durumu

$$\eta_{\Delta i} > 1.2$$

Şekil 1.1. [1]

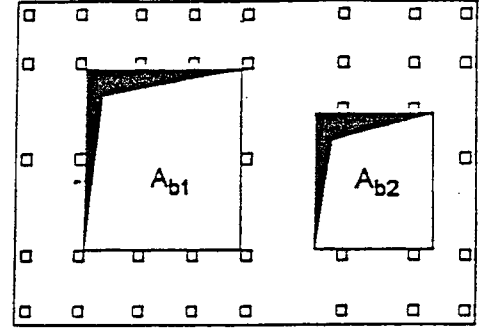
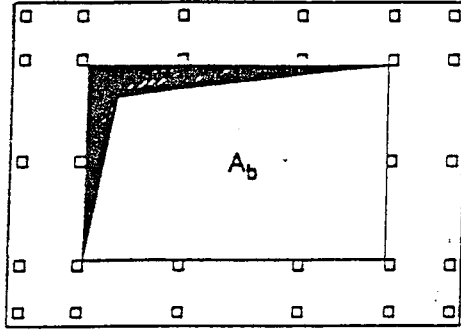
A.2. DÖŞEME SÜREKSİZLİKLERİ

Herhangi bir kattaki döşemde; (Şekil 1.2)

I. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu.

II. Deprem yüklerinin düzey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren ya da olanaksız kılan yerel döşeme boşluklarının bulunması,

III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu.



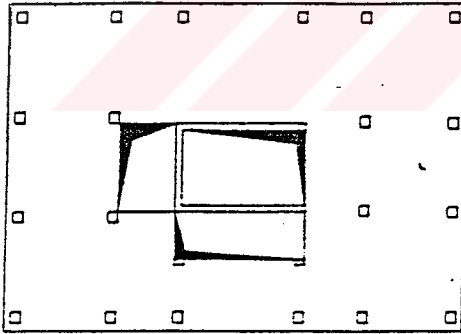
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu -I

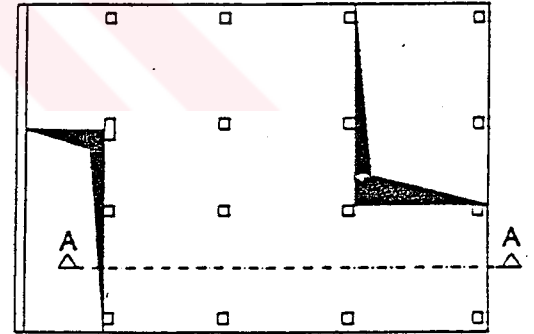
$$\frac{A_b}{A_k} > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A_k : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu - II



Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu - II
ve A2 türü düzensizlik durumu - III

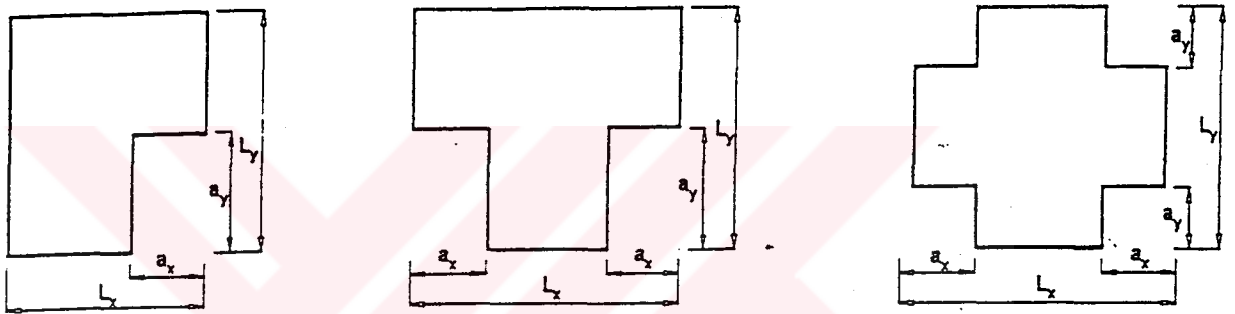
Şekil 1.2. [1]

A.3. PLANDA ÇIKINTILAR BULUNMASI

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 1.3).

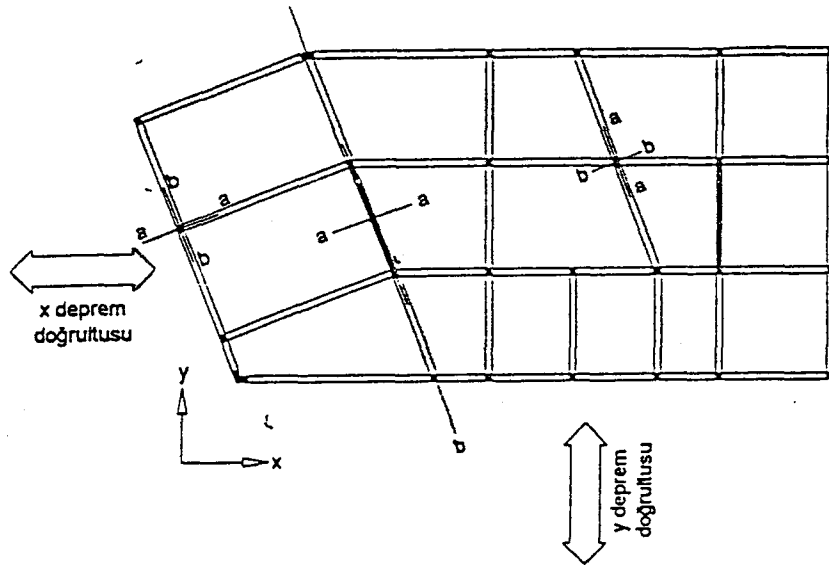
A.4. TAŞIYICI ELEMAN EKSENLERİNİN PARALEL OLMAMASI

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmaması durumu (Şekil 1.4).



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

Şekil 1.3. [1]



Şekil 1.4. [1]

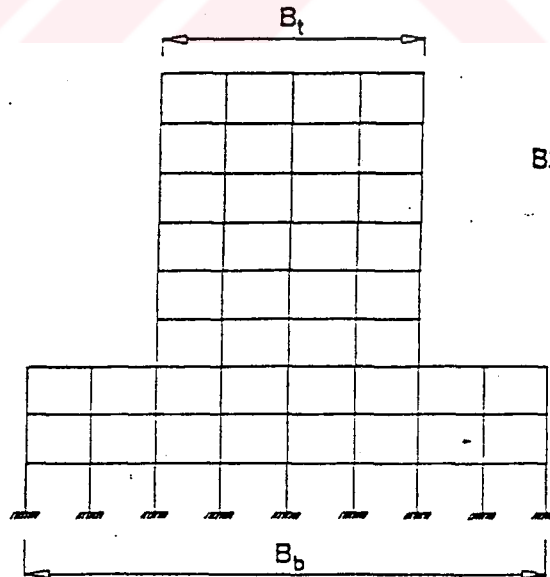
B. DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI

B.1. KOMŞU KATLAR ARASI DAYANIM DÜZENSİZLİĞİ (ZAYIF KAT)

Herhangi bir deprem doğrultusunda, herhangi bir katta kat kesme dayanımının bir üstteki katın kat kesme dayanımına oranı η_c 'nin 0.80'den küçük olması durumu [$\eta_c < 0.80$]. Burada kat kesme dayanımı, kolonlarda tasarım kesme kuvvetlerinin ve perdelerde tasarım kesme kuvvetlerine ilişkin üst sınır değerlerinin toplamı olarak hesaplanacaktır. [1]

B.2. DÜŞEY GEOMETRİK SÜREKSİZLİK

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, taşıyıcı sistemin herhangi bir katındaki uzunluğunun bir üstteki taşıyıcı sistem uzunluğundan en az %50 fazla olması durumu. (Tek çekme katın altındaki veya bodrum katın %50 daha uzun olması durumu hariç) (Şekil 1.5).



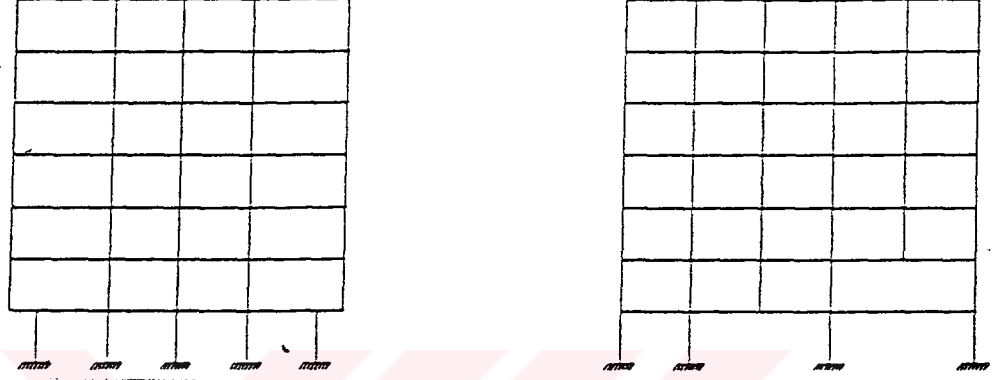
B2 türü düzensizlik durumu

$$\frac{B_b}{B_t} > 1.5$$

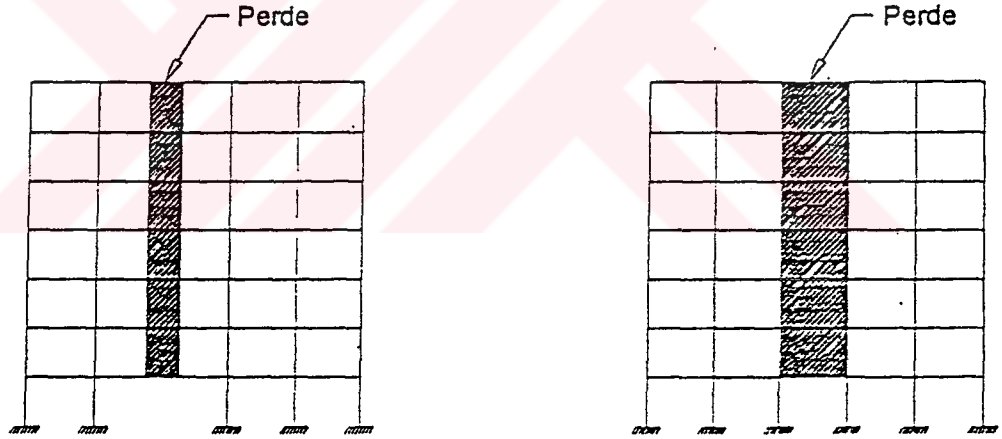
Şekil 1.5. [1]

B.3. TAŞIYICI SİSTEMİN DÜŞEY ELEMANLARININ SÜREKSİZLİĞİ

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlere oturtulması veya üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. (a) [1]



Şekil 1.6. (b) [1]

I.3.2. DÜZENSİZ BİNALARA İLİŞKİN KOŞULLAR

a) A1 ve B2 türü düzensizlikler, Deprem hesap yönteminin seçimini belirleyen düzensizliklerdir.

b) A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, I. ve II. derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin deprem yüklerini düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenli olarak aktarabildiği doğrulanmalıdır. [1]

c) B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalarla ilgili koşullar aşağıdaki gibidir. [1]

1) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin üstüne oturtulması durumunda, I ve II. derece deprem bölgelerinde temel üst kotundan itibaren ölçülen bina toplam yüksekliği 25,00 m'yi aşmamalıdır.

2) Kolonun oturduğu kirişte ve bu kirişin bağlandığı düğüm noktasına birleşen diğer taşıyıcı sistem elemanlarının bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet %50 arttırılmalıdır.

3) Perdeler, binanın herhangi bir katında, kirişlerin üstüne kesinlikle oturtulmamalıdır.

4) Üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumunda, kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılmalıdır.

d) B1 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda R katsayısı 0.80 η_c ile çarpılarak, her iki deprem doğrultusunda binanın tümüne uygulanmalıdır. Ancak $\eta_c < 0,60$ hiçbir zaman olmamalıdır. Aksi durumda zayıf katın dayanımı ve gerekli ise rijitliği de arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. [1]

e) A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri yönetmelikte belirtildiği gibi hesaplanmalıdır. [1]

I.4. BİNALARDA SÜNEKLİK DÜZEYLERİ

Mayıs 1996 Deprem yönetmeliğinde binalar, süneklik düzeylerine göre;

a) Süneklik düzeyi normal binalar,

b) Süneklik düzeyi yüksek binalar

olarak 2'ye ayrılmıştır. Bu durum, yatay deprem yükünün belirlenmesi açısından oldukça önemlidir.

I.4.1. MAYIS 1996 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE BİNALARDA YÜKSEK SÜNEKLİK DÜZEYİNİN SAĞLANMASINA İLİŞKİN GENEL KOŞULLAR

I.4.1.1. MALZEME DAYANIMLARI

a) Deprem Bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda, C16'dan daha düşük dayanımlı beton kullanılmayacaktır.

I ve II. derece deprem bölgelerinde, taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan süneklik düzeyi yüksek sistemler için, C 20 veya daha yüksek dayanımlı beton kullanılması zorunludur. [1]

b) Tüm deprem bölgelerinde betoniersiz beton üretimi ve vibratörsüz beton yerleştirilmesi yapılmayacaktır. [1]

I.4.1.2. KOLONLARDA YÜKSEK SÜNEKLİK DÜZEYİNİN SAĞLANMASI

a) Dikdörtgen kesitli kolonların en küçük boyutu 25 cm'den ve en kesit alanı 750 cm²'den az olmayacaktır. Dairesel kolonların çapı en az 30 cm olacaktır. [1]

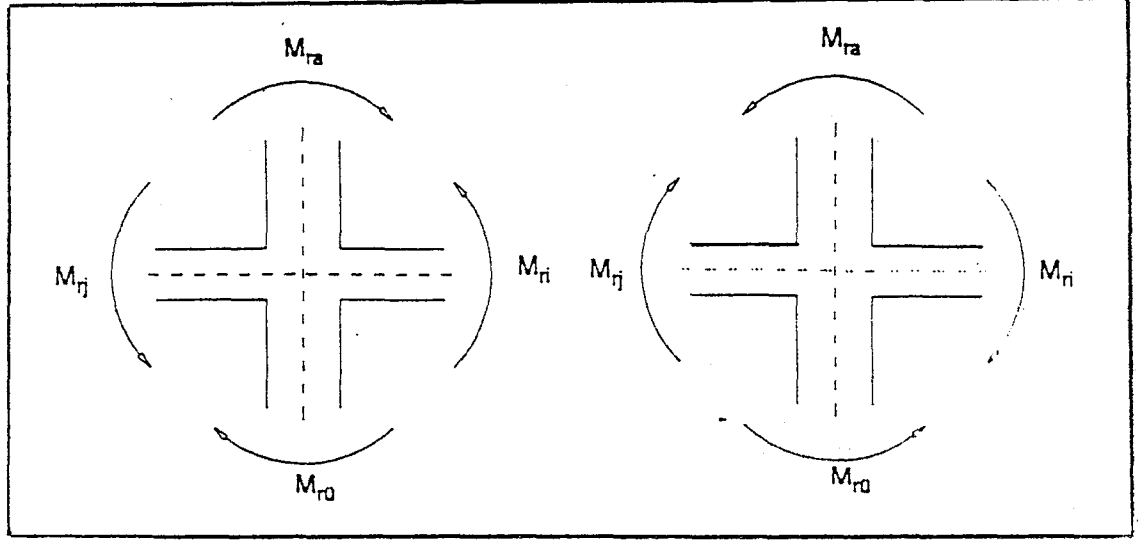
b) Kolonların brüt enkesit alanı;

$$A_c \geq N_d / (0,50 f_{ck}) \text{ koşulunu sağlamalıdır. [1]}$$

c) Kolonlarda boyuna donatı oranı tüm kesitin %1'inden az, %3'ünden fazla olmayacaktır. En az donatı, dikdörtgen kesitli kolonlarda 4 Ø 16 veya 6 Ø 14, dairesel kolonlarda 6 Ø14 olacaktır. [1]

d) Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, herbir kolon-kiriş düğüm noktasına saplanan kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına saplanan kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından en az %20 daha büyük olacaktır. [1]

$$M_{ra} + M_{rd} \geq 1.20 (M_{ri} + M_{rj})$$



Şekil 1.7. [1]

1.4.1.3. KİRİŞLERDE YÜKSEK SÜNEKLİK DÜZEYİNİN SAĞLANMASI

a) Kiriş gövde genişliği en az 25 cm olacaktır. Ayrıca gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin saplandığı kolonun kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir. [1]

b) Kiriş yüksekliği serbest açıklığın 1/12'sinden, döşeme kalınlığının 3 katından ve 30 cm'den az olmayacaktır. [1]

c) Kiriş yüksekliği, serbest açıklığın 1/4'ünden ve kiriş gövde genişliğinin 3,5 katından daha büyük olmayacaktır. [1]

d) Kiriş mesnetlerinde üstteki çekme donatısının minimum oranı için aşağıda verilen koşullardan elverişsiz olanına kullanılacaktır. [1]

$$\rho_{min} \geq f_{ctd} / f_{yd}$$

$$\rho_{min} \geq 0.003$$

e) Boyuna donatıların çapı ($\varnothing$ 12) 12 mm'den az olmayacaktır.

f) I ve II. derece deprem bölgelerindeki taşıyıcı sistemlerde, giriş mesnedindeki alt donatı, aynı mesnetteki üst donatının %30'sinden daha az olmayacaktır.

I.4.2. SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK VE NORMAL TAŞIYICI SİSTEMLERE İLİŞKİN KOŞULLAR

1. Süneklik düzeyi yüksek olarak gözönüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek, buna dik doğrultuda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da süneklik düzeyi normal sistemler olarak kabul edilecektir. [1]

2. I ve II. derece deprem bölgelerindeki tüm binalarda, sadece çevrelerden oluşan süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler kullanılmayacaktır. [1]

3. I ve II. Derece Deprem Bölgelerinde Bina Önem Katsayısı $I=1,5$ ve $I=1,4$ olan tüm binalarda (deprem sonrası kullanımı zorunlu binalar, tehlikeli madde içeren binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olduğu ve değerli eşyaların saklandığı binalar) süneklik düzeyi yüksek sistemlerin kullanılması zorunludur. [1]

4. Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek çevreler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalarda;

Perdelerin tabanında elde edilen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75'inden daha fazla olmayacaktır. Bu koşulun sağlanamaması durumunda, deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdeler tarafından alındığı durum için tanımlanan R katsayısı ($R=6.0$) hem perdeler hemde çerçeveler için kullanılacaktır. [1]

5. Betonarme kirişsiz döşemeli sistemler ile çerçeve kirişleri gerekli boyut koşullarını sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli döşemeli veya kaset döşemeli sistemlerden oluşan;

a) I ve II. Derece Deprem Bölgelerindeki tüm binalarda

b) III. ve IV. Derece Deprem Bölgelerinde, temelden itibaren ölçülen toplam yüksekliği 15 m'yi aşan binalarda,

deprem yüklerinin tamamı boşluksuz veya boşluklu perdeler tarafından taşınacaktır.

I.5. KARMA TAŞIYICI SİSTEMLERE İLİŞKİN GENEL KOŞULLAR

1. Yatay yük taşıyıcı sistemlerin binada karışık olarak kullanılması durumunda, değeri en küçük olan R katsayısı tüm binaya uygulanacaktır. [1]

2. Düğüm noktaları mafsallı betonarme prefabrike ve çelik çok katlı binalarda deprem yüklerinin tamamını almak üzere, yerinde dökme betonarme perdelerin R katsayı değerleri kullanılabilir. [1]

3. Binaların bodrum katlarında çepeçevre kullanılan betonarme perde duvarları, Perdeli veya perdeli-çerçeve sistemlerin bir parçası olarak gözönüne alınmayacaktır. Rijit bodrum kat perdelerine uygulanacak R_a deprem yükü azaltma katsayısının belirlenmesinde, sistemin bu kısma etkiyen deprem yükleri ile üstteki göreceli esnek kısma etkiyen deprem yüklerinin birbirinden uzak titreşim modlarında oluşabileceği, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile yapılan deprem hesabında dikkate alınmalıdır. [1].

I.6. DEPREM YÜKLERİNE İLİŞKİN KOŞULLAR

Deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve binanın birbirine dik iki ekseninde doğrultusunda ayrı ayrı etkidikleri varsayılmıştır.

Yapıya etki eden deprem yüklerinin belirlenmesinde, spektral ivme katsayısı $A(T)$ ve Deprem yükü azaltma katsayısı (R_a) esas alınmıştır.

Deprem yükleri ile rüzgar yüklerinin yapıya aynı zamanda etkimeyeceği varsayılarak, her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya da rüzgar etkisi için hesaplanan büyüklüklerin elverişsiz olanı gözönüne alınmıştır. [1]

1.7. MAYIS 1996 DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE YATAY DEPREM YÜKÜNÜN HESAPLANMASI

1.7.1. HESAP YÖNTEMLERİ

Mayıs 1996 Deprem yönetmeliğinde, yatay deprem yükünün hesabı için;

- a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- b) Mod Birleştirme Yöntemi
- c) Zaman-Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi esas alınmıştır.

1.7.2. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ

1.7.2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin kullanılabilmesi için burulma düzensizliğine sahip yapıların her bir katındaki Burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{\Delta i} \leq 2.0$ koşulunun sağlanması gereklidir. [1]

Bu yöntem;

- a) Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, temel üst kotundan itibaren toplam yüksekliği 25.00 m fazla olmayan tüm binalar,
- b) Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, temel üst kotundan itibaren ölçülen toplam yüksekliği 25.00 m ile 60.00 m. arasında olan ve aynı zamanda düşey doğrultuda geometrik düzensizliğin bulunmadığı, binalar,
- c) Üçüncü ve Dördüncü derece Deprem bölgelerinde, temel üst kotundan itibaren ölçülen toplam yüksekliği 75.00 m.'den fazla olmayan tüm binalar için kullanılabilir. [1]

I.7.2.2. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Bu yöntemde: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, tasarım deprem yükü olarak kullanılan ve binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (Taban Kesme Kuvveti) V_t olarak adlandırılmıştır.

V_t , Eşdeğer deprem yükü;

$$V_t = W A(T_1) / R_a \quad [1] \quad (1.1)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu denklemde;

W = Toplam Yapı Ağırlığı (kN)

$A(T_1)$ = Spektral ivme katsayısı

R_a = Deprem Yükü Azaltma katsayısı

I.7.2.3. Toplam Yapı Ağırlığının Hesabı

Toplam Yapı Ağırlığı W ;

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (1.2.a)$$

$$W_i = G_i + \eta \cdot Q_i \quad [1] \quad (1.2.b)$$

Burada;

W_i = i. katın ağırlığı

G_i = i. kattaki sabit yüklerin toplamı (kN)

Q_i = i. kattaki hareketli yüklerin toplamı (kN)

η = Hareketli yük azaltma katsayısı

Tablo 1.1. Hareketli Yük Azaltma Katsayısı [1]

Yapı Cinsi	n
Depolar, antrepolar v.b.	0.80
Okullar, öğrenci yurtları, spor tesisleri, sinema ve konser salonları, tiyatrolar, garaj, lokanta, mağaza v.b.	0.60
Özel konutlar, oteller hastaneler, iş yerleri v.b.	0.30

I.7.2.4. A (T₁) Spektral İvme Katsayısı

$$A(T_1) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad [1] \quad (1.3)$$

Denklemden;

A_0 = Etkin yer ivmesi katsayısı

I = Yapı önem katsayısı

S (T₁) = Spektrum katsayısı

1) (A_0) Etkin Yer İvmesi Katsayısı:Tablo 1.2. (A_0) Etkin Yer İvmesi Katsayısı [1]

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Deprem Bölgelerine göre değişen etkin yer ivmesi katsayısı (A_0) değerleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

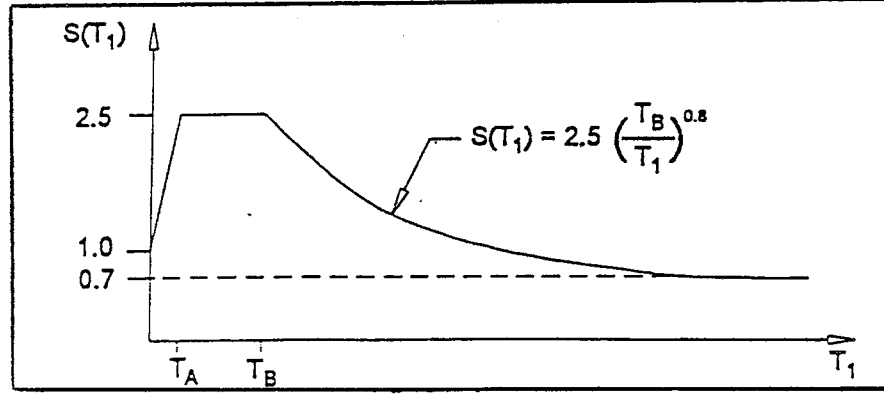
2. Yapı Önem Katsayısı (I)

Yapıdan beklenen hizmet ve bu hizmetin insan ve toplum açısından önemine bağlı olarak, yapı önem katsayıları belirlenmiştir.

Tablo 1.3. Yapı Önem Katsayısı (I) [1]

Binanın Kullanma Amacı veya Türü	Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı zorunlu binalar ve tehlikeli madde içeren binalar 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 ve parlayıcı vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri b) Müzeler	1.4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Halkın çok yığıldığı, fakat sürekli olarak kullanılmayan 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

3) S (T₁) Spektrum Katsayısı



Şekil 1.8. [1]

Spektrum katsayısı $S(T_1)$ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$S(T_1) = 1 + 1,5 T_1/T_A \quad (0 \leq T_1 < T_A) \quad (1.4.a)$$

$$S(T_1) = 2.5 \quad (T_A \leq T_1 \leq T_B) \quad (1.4.b)$$

$$S(T_1) = 2.5 (T_B/T_1)^{0.8} \quad (T_1 > T_B) \quad (1.4.c)$$

Burada, T_A ve T_B yerel zemin sınıfına bağlı spektrum karakteristik periyotlarıdır. T_1 , yapının 1. doğal titreşim periyotudur.

Tablo 1.4. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B) [1]

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

$T > T_B$ durumunda $S(T_1)_{\min} = 0.70$ alınacaktır.

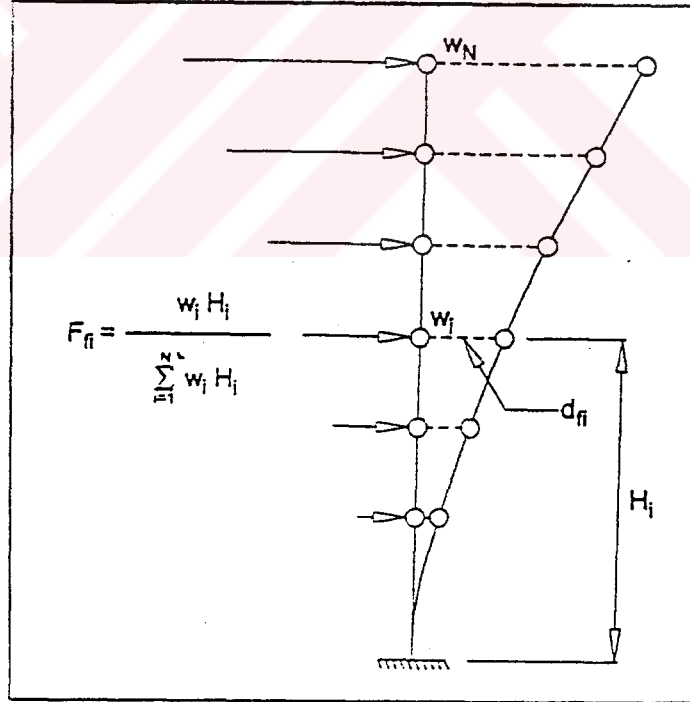
4) Yapının Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın birinci doğal titreşim periyodu, daha kesin bir hesap yapılmadıkça, kabul edilebilir bir yaklaşıklıkla;

$$T_1 = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_{fi})^2 / \sum_{i=1}^N (F_{fi} d_{fi}) \right]^{1/2} \quad [1] \quad (1.5)$$

şeklinde hesaplanabilir. Bu denklemde;

m_i ; i.ci katın kütesini göstermektedir ve ($m_i = w_i/g$) şeklinde bulunur. i.ci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi} , ($V_t - \Delta F_N$) değeri yerine herhangi bir değer konularak elde edilmiştir. Herbir katta fiktif yükler gerçek (kaydırılmamış) kütle merkezine veya tekil kütlelere etki ettirilmiştir. d_{fi} değeri, bu fiktif yüklerin etkisi altında, aynı noktalarda deprem doğrultusunda hesaplanan yer değiştirmeleri göstermektedir (Şekil 1.9).



Şekil (1.9) [1]

Kargir, dolgu duvarları vb. yapısal olmayan, ancak yapı rijitliğini arttıracak elemanların bulunduğu yapılarda, bu tür elemanların rijitlikleri gözönüne alınmaksızın,

yukarıdaki denklem ile yaklaşık olarak veya daha kesin bir yöntemle hesaplanan yapının birinci doğal titreşim periyodu T_1 , azaltılmalıdır. Bu şekilde elde edilmiş periyoda, azaltılmış birinci doğal titreşim periyodu T_{1a} denir. Hesaplarda T_1 yerine T_{1a} kullanılacaktır. [1]

$$T_{1a} = T_1 / 1,2 \quad (1.5a)$$

Eğer birinci doğal periyot için hesap yapılmazsa, $A(T) = A_o$. I.S(T) ile hesaplanan spektral ivmenin hesabında spektrum katsayısı için $S(T_1) = 2,5$ ve deprem yükü azaltma katsayısında $R_a=1$ değeri kullanılacaktır.

1.7.2.5. Deprem Yükü Azaltma Katsayısı (R_a) ve Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R):

Deprem yükü azaltma katsayısı (R_a), taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) ve yapının doğal titreşim periyodu (T)'ye bağlı olarak aşağıdaki gibi belirlenmektedir. [1]

$$R_a = \frac{1 + 1,5 T / T_A}{1 + (2,5 / R - 1) T / T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (1.6.a.)$$

$$R_a = R \quad (T > T_A) \quad (1.6.b.)$$

Spektral ivme katsayısına göre belirlenen elastik deprem yükleri, seçilen taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışı gözönüne alınarak, deprem yükü azaltma katsayıları (R_a) ile azaltılmaktadır. Tasarım, azaltılmış deprem yüklerine göre yapılacaktır. [1]

Yapılar, taşıyıcı sistemlerine göre sınıflandırılarak, her bir taşıyıcı sistem için bir taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) belirlenmiştir. Tablo 1.5'te taşıyıcı sistem davranış katsayıları verilmiştir.

Tablo 1.5. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı [1]

TAŞIYICI SİSTEM		SÜNEKLİK DÜZEYİ	
		NORMAL	YÜKSEK
	YERİNDE DÖKME BİNALAR		
I	a) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4.0	8.0
	b) Deprem yüklerinin tamamının bağlı kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4.0	7.0
	c) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4.0	6.0
	d) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar	4.0	7.0
	PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
II	a) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları moment aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	6.0
	b) Deprem yüklerinin tamamının kolonları temelde ankastre üstle mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	4.0
	c) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	3.0	4.0
	d) Deprem yüklerinin prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler ile bağlantıları moment aktarabilen prefabrike çerçeveler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar	3.0	5.0
	ÇELİK BİNALAR		
III	a) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	5.0	8.0
	b) Deprem yüklerinin tamamının kolonları temele ankastre üstle mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	4.0	5.0
	c) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı çelik perdeler tarafından taşındığı binalar		
	1) Çaprazların merkezi olması durumu	4.0	-
	2) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	7.0
	d) Deprem yüklerinin çerçevelerle birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar		
	1) Çaprazların merkezi olması durumu	4.0	-
	2) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	8.0
	3) Betonarme perde durumu	4.0	7.0

I.7.3. KATLARA ETKİYEN TASARIM DEPREM YÜKLERİNİN BELİRLENMESİ

$V_t = W \cdot A(T_1)/R_a$ denklemi ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen tasarım deprem yüklerinin toplamı olarak;

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad [1] \quad (1.7)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Burada;

F_i = Binanın i. katına etkiyen tasarım deprem yükü (kN)

ΔF_N = Binanın N. katına etkiyen ek tasarım deprem yükü (kN)

$H_N \geq 25$ m için; ΔF_N değeri;

$$\Delta F_N = 0.005 H_N^{3/4} \cdot V_t \quad [1] \quad (1.8)$$

Burada; H_N (m) temel üst kotundan itibaren ölçülen toplam bina yüksekliğidir. $H_N \leq 25$ m için $\Delta F_N = 0$ alınacaktır. Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geriye kalan kısmı N. kat dahil olmak üzere, bina katlarına:

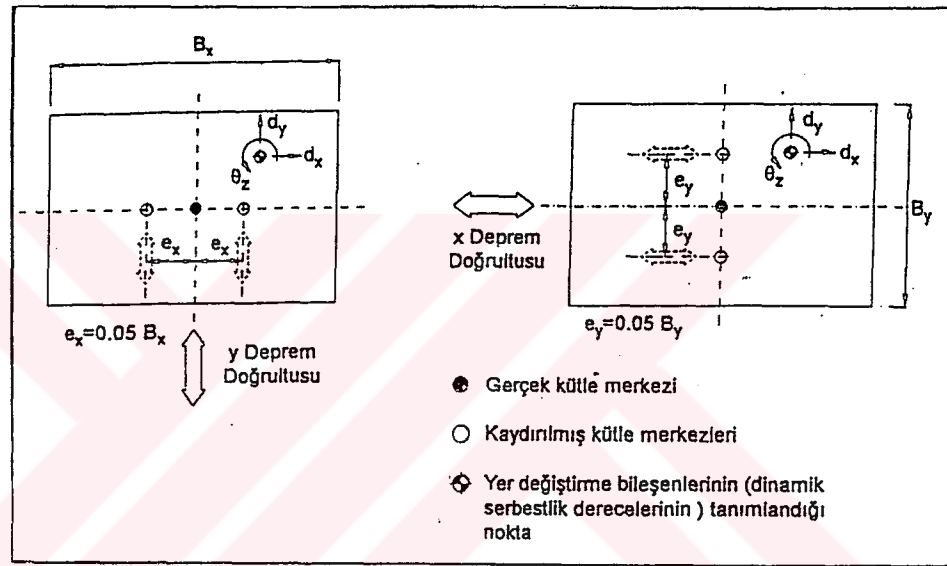
$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad [1] \quad (1.9)$$

I.7.4. GÖZÖNÜNE ALINACAK YERDEĞİŞTİRME BİLEŞENLERİ VE TASARIM DEPREM YÜKLERİNİN ETKİME NOKTALARI

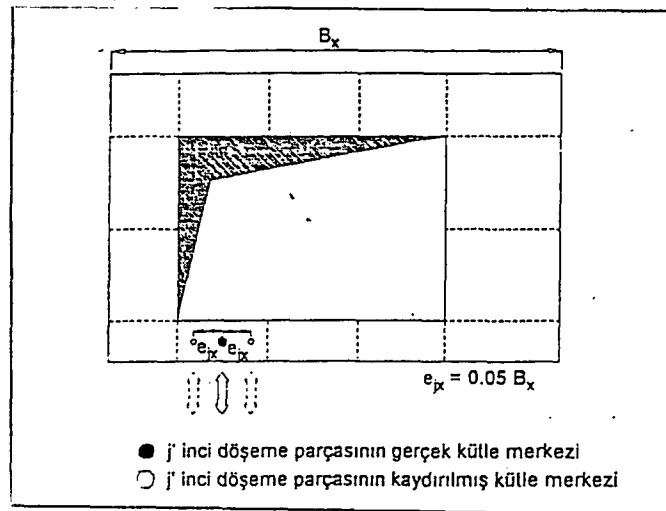
Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafında dönme; statik yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınmıştır. Ekdışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile her katta belirlenen tasarım deprem yükleri kaydırılmış kütle merkezine etki ettirilmiştir. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan

deprem doğrultusuna diki doğrultudaki kat boyutunun +%5 ve -%5'i kaydırılması ile belirlenen noktalar olarak belirtilmiştir.

Döşeme süreksizliği sonucu düzensizliğe sahip yapılarda ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte statik yerdeğiştirme bileşeni hesapta gözönüne alınmıştır. Ek dışmerkezliliklerin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin herbiri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5 ve -%5'e kadar kaydırılmıştır. [1]



Şekil 1.10 [1]



Şekil 1.11 [1]

I.7.5. TAŞIYICI SİSTEMİN EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİNE GÖRE HESABI

Taşıyıcı sistemin hesabı, her katta her iki yönde kaydırılmış kütle merkezlerinin veya tekil kütlelerin herbirine etkiyen tasarım deprem yüklerinin etkisi altında statik yöntemler kullanılarak yapılacaktır. İç kuvvetler, yerdeğiştirmeler aşağıda a,b,c maddeleri halinde verilecek olan hususlarda gözönüne alınarak, her kesitle en elverişsiz sonucu veren büyüklükler olarak elde edilecektir. Bulunan iç kuvvetler Tasarıma esas iç kuvvetler olarak tanımlanmıştır.

I.7.5.1. Taşıyıcı Sistemin Hesabında Gözönüne Alınması Gereken Hususlar

a) Planda burulma düzensizliğine sahip yapılarda; herhangi bir i. katta bu düzensizliğin bulunması durumunda, durulma düzensizliği katsayısı $\eta_{\Delta i}$ 'nin $1,2 < \eta_{\Delta i} \leq 2,0$ koşulu ile, bu kata uygulanan $\pm \%5$ 'lik dışmerkezlilik, D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve sistemin hesabı tekrarlanmalıdır. [1]

Burada, D_i ; Büyültme Katsayısıdır;

$$D_i = (\eta_{\Delta i} / 1.2)^2 \quad [1] \quad (1.10)$$

İkinci mertebe etkilerin deprem hesabında gözönüne alınmasının gerekli olup olmadığının belirlenmesi için ilgili deprem doğrultusunda herbir katta kat stabilite katsayısı θ_i hesaplanacaktır.

$$\theta_i = \frac{N_i (\Delta_{di})_{ort}}{V_i h_i} \quad [1] \quad (1.11)$$

Denklemden;

N_i : Binanın i. katında sadece düşey yükten oluşan aksenal kuvvetlerin o kattaki toplamı (kN)

V_i : Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i. katına etkiyen kat kesme kuvveti (kN)

h_i : Binanın i. katının kat yüksekliği (m)

Δ_{di} : Tasarıma esas kat ötelenmesi (relatif)

Bütün katlarda $\theta_i \leq 0,10$ olması durumunda, ikinci merteye büyüklüklerin hesabı yapılmayabilir. $0,10 < \theta \leq 0,25$ olması durumunda tüm binada ikinci merteye büyüklüklerin hesabı zorunludur. Herhangi bir katta $\theta_i > 0,25$ olması durumunda ise, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. [1]

c) Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem elemanlarında; asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri aşağıdaki gibi elde edilecektir. [1]

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0,30 B_{ay} \quad (1.12)$$

$$B_a = \pm 0,3 B_{ax} \pm B_{ay} \quad (1.13)$$

Denklemden;

B_a : Taşıyıcı sistem elemanının herhangi bir asal eksen doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet veya yerdeğiştirme büyüklüğü.

B_{ax} ve B_{ay} : x doğrultusundaki depremden, veya y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet veya yerdeğiştirme büyüklüğü.

Böyle durumlarda, a eksen ve buna dik b eksen için, x ve y doğrultusundaki deprem doğrultuları ve deprem yönleri en elverişsiz sonucu verecek şekilde alınmalıdır.

1.8. MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ

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

1.8.1. HER TİTREŞİM MODUNDA TOPLAM TASARIM DEPREM YÜKÜNÜN BELİRLENMESİ

Bu yöntemde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda r. titreşim modunda binaya etkileyen toplam tasarım deprem yükü V_{tr} olarak adlandırılmıştır.

$$V_{tr} = W_r A(T_r)/R_a \quad [1] \quad (1.14)$$

Denklemdede;

$A(T_r)$ Spektral ivme katsayısı bulunurken, $T=T_r$ olarak kullanılmıştır. R_a Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı içinde $T=T_r$ alınmıştır. W_r , gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın r 'inci titreşim moduna ait etkin modal ağırlık olarak verilmiştir. Denklemdede W_r , yerine buna karşı gelen etkin modal kütle M_r 'de kullanılabilir. Bu durumda yukarıdaki (1.14) denkleminde yer alan $A(T_r)$ spektral ivme katsayısının hesabında A_0 yerine (A_0 . g.) değeri alınacaktır. [1]

1.8.1.1. Hesaba Katılacak Titreşim Modu Sayısı

Hesaba katılması gerekli titreşim modu sayısı Y , gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir mod için hesaplanan etkin modal ağırlıkların (etkin modal kütlelerin) toplamının, hiçbir zaman bina toplam ağırlığının (kütlesinin) %90'ından az olmaması kuralına göre belirlenmiştir. Üç veya daha fazla serbestlik dereceli binalarda, en az ilk 3 titreşim modu mutlaka gözönüne alınması gerektiği belirtilmiştir. [1]

1.8.1.2. Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

Döşemelerin Yatay Düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda her katta birbirine dik doğrultuda iki dinamik yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafındaki dinamik döşeme serbestlik derecesi gözönüne alınmıştır. Ekdışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile deprem yükleri, her katta kaydırılmış kütle merkezlerine etki ettirilmiştir. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5 ve %5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır (Şekil 1.10). Ancak herhangi bir i.ci katın kütle eylemsizlik momenti, kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre hesaplanmıştır. [1]

Döşeme süreksizliği durumunda ise döşemelerin kendi düzlemleri içinde şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi gözönüne alınmıştır. Ekdışmerkezliklerin hesaba katılabilmesi için, her katta serbestlik dereceliklerin tanımlandığı noktalarda bulunan tekil kütlelerin herbiri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılmıştır. [1]

I.8.1.3. Taşıyıcı Sistemin Hesabı

Mod Birleştirme Yönteminde; gözönüne alınan deprem doğrultusu için herbir titreşim modunda sistemin hesabı, ilgili doğrultu için (1.14) denklemi ile belirlenen V_T toplam tasarım deprem yükü gözönüne alınarak ve herbir katta her iki yönde kaydırılmış kütle merkezlerinin herbirine veya tekil kütlelere etkiyen tasarım deprem yüklerinin etkisi altında statik yöntemler ile yapılmıştır.

Binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü, yerdeğiştirme, görelî kat ötelemesi, kat kesme kuvveti ve iç kuvvet bileşenleri gibi büyüklüklerin herbiri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eş zamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak kuralla aşağıda verilmiştir.

a) $T_s < T_r$ olmak üzere herhangi iki titreşim modu için hesaplanan $\rho_{rs} = T_s/T_r$ oranının daima 2/3 koşulunu sağlaması durumunda maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için "Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı" uygulanabilir. [1]

b) Yukarıdaki koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için "Tam Karasel Birleştirme Kuralı" uygulanacaktır. Tam Karasel Birleştirme Kuralının uygulanmasında modal sönüm oranları, bütün modlarda %5 olarak alınacaktır. [1]

Hesaplanan iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler her kesitle en elverişsiz sonucu verecek şekilde elde edilmiştir.

I.8.1.4. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, herbir mod için (1.14) denklemi ile hesaplanıp, Karelerin Toplamının Kare Kökü veya Tam Karasel Birleştirme Kuralına göre birleştirilen bina toplam deprem yükü V_{TB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi ile bulunan (Denk. 1.1) bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının 0,80'den az olması durumunda, ($V_{TB} < 0.80 V_t$) Mod Birleştirme Yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri aşağıdaki denkleme göre büyütülecektir.

$$B_D : (0.80 V_t/V_{TB}) B_B \quad [1] \quad (1.15)$$

B_B : Mod Birleştirme Yönteminde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük.

B_D : B_B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer.

1.8.1.5. İkinci Mertebe Etkilerin Gözönüne Alınması

İkinci mertebe etkilerin deprem hesabında gözönüne alınmasının gerekli olup olmadığının belirlenebilmesi için maksimum. mod katkılarının birleştirilme kurallarına göre birleştirilmiş kat kesme kuvvetleri ve göreceli kat ötelemeleri kullanılarak, (Denk 1.11)'e göre hesaplanmış θ_i Kat Stabilite Katsayısı, verilen koşul ve sınırlamalar içinde kullanılacaktır. Sınırlamalar bir önceki eşdeğer deprem yöntemi ile aynıdır.

Ayrıca Taşıyıcı Sistem elemanlarının asal eksen doğrultularının gözönüne alınan birbirine dik deprem doğrultularının paralel olmaması durumunda Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi içindeki kurallar, bu yöntemde de aynı şekilde kullanılmıştır.

1.9. ZAMAN TANIM ALANINDA HESAP YÖNTEMLERİ

1.9.1. BENZEŞTİRİLMİŞ DEPREM YER HAREKETLERİ

Özel durumlarda, bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için yapay yollarla üretilen benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir. [1]

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabında aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç benzeştirilmiş ivme kaydı kullanılacak ve elde edilen büyüklerin en elverişsiz olanları tasarıma esas alınacaktır. [1]

a) İvme kayıtlarındaki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, ivme zarfları $\pm 0,05g$ 'den az olmamak koşulu ile, yapının birinci titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmalıdır. [1]

b) Benzeştirilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerleri, bütün periyotlar için $A(T)$ spektral ivme değerlerinin %90'ından az olmamalıdır. Zaman tanım alanında doğrusal elastik hesap yapılması durumunda,

azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için spektral ivme değerleri olarak $A(T)/R_a$ değerleri kullanılmalıdır.

I.9.2. ZAMAN TANIM ALANINDA DEPREM HESABINA İLİŞKİN KOŞULLAR

a) Taşıyıcı sistemin zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan davranışını belirleyen dinamik gerilme-şekil değiştirme bağlantıları, bu yönetmeliğin genel felsefesi çerçevesinde, geçerliliği teorik yada deneysel olarak kanıtlanmış yöntemlerle elde edilmiştir. [1]

b) Doğrusal elastik olmayan hesap sonucunda elde edilen görelî kat ötelemelerinin (Denk.1.18b) ile verilen koşulu sağlaması zorunludur. [1]

c) Zaman tanım alanında doğrusal elastik hesap yapılması durumunda, tasarıma esas yerdeğiştirmeler, zaman tanım alanında azaltılmış deprem yer hareketine göre hesaplanan maksimum yer değiştirmelerden yararlanılarak belirlenecek ve aşağıda belirtilecek kurallara göre sınırlandırılacaktır. [1]

I.10. TASARIMA ESAS YERDEĞİŞTİRMELERİN BELİRLENMESİ VE SINIRLANDIRILMASI

I.10.1. TASARIMA ESAS KAT YER DEĞİŞTİRMELERİNİN VE GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİNİN BELİRLENMESİ

Gözönüne alınan deprem doğrultusu için bu bölümde açıklanmış olan doğrusal elastik hesap yöntemlerinde, Tasarım deprem yüklerine göre binanın herhangi bir i .nci katında elde edilen kat yer değiştirmesi d_i 'den yararlanılarak, aynı katta tasarıma esas kat yer değiştirmesi d_{di} hesaplanmıştır.

$$d_{di} = R \cdot d_i \quad [1] \quad (1.16)$$

Ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden tasarıma esas kat ötelemesi Δd_i ; şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\Delta d_i = d_{di} - d_{d(i-1)} \quad [1] \quad (1.17)$$

I.10.2. GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİNİN SINIRLANDIRILMASI

Her bir deprem doğrultusu için binanın herhangi bir i.ci katında (1.17) denklemi ile hesaplanan tasarıma esas maksimum görelî kat ötelemesi $(\Delta d_i)_{\max}$ 'ın ilgili kat yüksekliği h_i 'ye oranı (1.18) denklemleriyle verilecek koşulların en elverişsiz olanını sağlayacaktır.

$$(\Delta d_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 R \quad (1.18.a)$$

$$(\Delta d_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 \quad [1] \quad (1.18.b)$$

Bu koşulların sağlanamaması durumunda taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak hesap tekrarlanacaktır.

I.11. YAPISAL ÇIKINTILARA, MİMARİ ELEMANLARA, MEKANİK VE ELEKTRİK DONANIMINA ETKİYEN DEPREM YÜKLERİ

Binalarda balkon, parapet, baca v.b. konsol olarak binanın taşıyıcı sistemine bağlı, ancak bağımsız çalışan yapısal çıkıntılara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, Spektrum Katsayısı $S(T)=1.0$ alınarak, spektral ivme katsayısının, ilgili elemanın ağırlığı ile çarpılmasından elde edilmiştir. Hesaplanan deprem yükü, yatay veya düşey doğrultuda, en elverişsiz iç kuvvetleri verecek şekilde ilgili elemana etki ettirilmiştir. [1]

I.11.1. MİMARİ ELEMANLARA, MEKANİK VE ELEKTRİK DONANIMA ETKİYEN DEPREM YÜKLERİ

Binalarda taşıyıcı olmayan dolgu duvarları, cephe ve ara bölme panoları vb. yapısal olmayan tüm mimari elemanlar ile, mekanik, elektrik donanımların ve bunların bina taşıyıcı sistem elemanlarına, bağlantılarının hesabında kullanılacak yatay deprem yükleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$f_e = W_e A_0 \cdot I \cdot C_i \quad [1] \quad (1.19)$$

W_e : Mimari elemanın ve elektrik donanımının ağırlığı (k.N)

C_i : Büyültme Katsayısı

I : Bina Önem Katsayısı

A_0 : Etkin Yer İvmesi Katsayısı

C_i ; Büyültme katsayısı;

$$C_i: 1.0 + H_i/H_N \quad [I] \quad (1.20)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

I.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 1.6.'da verilmiştir.

Tablo 1.6 Bina Türü Olmayan Yapılar İçin Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları [1]

Yapı Türü	R
Süneklik düzeyi yüksek çerçeveler veya çaprazlı çelik perdeler tarafından taşınan yükseltilmiş sıvı tankları, basınçlı tanklar, bunkerler ve hazneler,	3.0
Kütlesi yüksekliği boyunca yayılı, yerinde dökülmüş betonarme silo ve endüstri bacaları	2.0
Betonarme soğutma kuleleri	2.0
Kütlesi yüksekliği boyunca yayılı uzay kafes kirişli çelik kuleler, silo ve endüstri bacaları	4.0
Gergili, yüksek çelik direk ve gergili çelik bacalar	2.0
Kütlesi tepede yığılı, bağımsız tek bir düşey taşıyıcı eleman tarafından taşınan ters sarkaç türü yapılar	1.0
Endüstri tipi çelik depolama ve istif rafları	4.0

II. BÖLÜM

II. TÜRKİYE, A.B.D., JAPONYA, KALİFORNİYA DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ YATAY KUVVET HESAP YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde, Türkiye, A.B.D., Kaliforniya ve Japonya Deprem Yönetmelikleri; statik (yarı dinamik) hesap yöntemlerine ağırlık verilerek, yatay deprem yükünün hesabı ve bu yükün yapıda dağılımı açısından karşılaştırmalı olarak, incelenmiştir.

II.1. GENEL:

İvmeli hareketle zorlanan bir cisme, kütlesi ile orantılı bir atalet kuvveti etkir. Yer sarsıntılarının sonucunda, yapı kütlelerinde atalet kuvvetleri meydana gelir. Atalet kuvvetleri, yer hareketinin yön ve doğrultusuna bağlı olarak, uzayda herhangi doğrultulardadır. Ancak, özellikle binalar ve benzeri yapılar için, atalet kuvvetlerin yatay bileşenleri çok önemlidir. Gerçekte, yatay kuvvet bileşenleri de herhangi doğrultuda olabilirler. Fakat, hesap kolaylığı açısından; atalet kuvvetlerinin, sadece yatay düzlemde ve yapının birbirine dik iki eksenini doğrultusunda ayrı ayrı etkidikleri kabul edilmiştir. [2]

Yapılar, çoğunlukla katlı binalar şeklindedir. Binalarda kütleler kat döşemeleri hizalarında yoğunlaşmışlardır. Gerçek duruma oldukça yakın bir kabul olarak, kütlelerin döşeme hizalarında toplandığı varsayılmıştır. Bu varsayım, hesapları oldukça kolaylaştırmaktadır.

Atalet kuvvetlerinin, yani yapılara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesinde, yer hareketinin rastgele karakterinden, zemin özelliklerinin tam olarak belirlenmemesinden ve özellikle hesaplamalardan kaynaklanan pek çok güçlükler vardır. Bu nedenle, deprem yönetmeliklerinde, pek çok basitleştirici kabuller yapılmış ve bu kabullere paralel olarak, hesap yöntemleri geliştirilmiştir. [2]

Bu hesap yöntemleri, basitlik sırasına göre, başlıca şu gruplarda toplanabilir.

- a) Basitleştirilmiş yöntemler
- b) Statik Yöntemler (Eşdeğer statik ya da yarı dinamik denilen yöntemler)
- c) Dinamik yöntemler

Bu çalışmada, statik hesap yöntemleri esas alınmıştır.

II.2. YATAY DEPREM KUVVETİNİN STATİK (YARI DİNAMİK) YÖNTEMLERLE HESAPLANMASI

Herhangi bir yapıda, W_i ve W sırası ile i.ci katın ve yapının hesap ağırlıklarıdır. Statik (Yarı Dinamik) yöntemlerde 2 ayrı hesap şekli vardır. [2]

a) $F_i = C_i W_i$: Bu şekilde yapılan hesap sonucunda, yapının i.ci katına etkiyen deprem kuvveti bulunur.

b) $F = C.W$; şeklindeki hesap yöntemi kullanılırsa; yapının tümüne gelen deprem kuvveti bulunur.

İncelenen yönetmeliklerde, yatay deprem yükü, W_i veya W ağırlığının diğer parametrelerle çarpımı ile hesaplanmaktadır. Yukarıdaki formülasyonda, sadeleştirme amacı ile, bu parametrelerin hepsi, C_i veya C sembolü ile gösterilmiştir. C_i ve C katsayılarına deprem katsayısı da denilebilir ve bu katsayılar, hesapta kullanılacak yatay ivmenin, yer çekimi ivmesine oranını gösterir. $F = CW$ şeklindeki hesap metodlarında, katlara gelen yatay deprem kuvvetleri, taban kesme kuvvetinin belirli bir kurala göre dağıtılması ile bulunur. Esas itibari ile, her iki metod da birbirinden pek farklı değildir.

TABLO 2.1. YATAY DEPREM YÜKÜNÜN HESAPLANMASI		
ÜLKE	KULLANILAN FORMÜL VE AÇIKLAMALAR	
TÜRKİYE	$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a$ [1] (2.1.a)	W = Toplam yapı ağırlığı (kN) A(T ₁) = Spektral ivme katsayısı R _a = Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısına bağlı deprem yükü azaltma katsayısı
A.B.D.	$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} W$ [7] (2.1.b)	Z = Deprem Bölge Katsayısı I = Yapı Önem Katsayısı C = Sayısal Katsayı W = Toplam yapı ağırlığı (pound) R _w = Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
KALİFORNİYA DEPREM YÖNETMELİĞİ	$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} W$ [6] (2.1.c)	(ABD ile aynı)
JAPONYA	$Q_i = C_i W_{in}$ [5] (2.1.d)	Q _i = i. kata gelen yatay sismik kesme kuvveti (kg) C _i = i. katın yatay sismik kesme kuvveti katsayısı W _{in} = i. katın üzerindeki yapı ağırlığı (i.ci kat dahil) (kg)

Yukarıdaki tabloda; incelenen yönetmeliklerde, yatay deprem kuvvetinin hesaplanması için kullanılan formüller verilmiştir. Görüldüğü üzere, Türkiye, A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliklerinde, yapının tümüne gelen taban kesme kuvveti hesaplanmaktadır.

Japon Deprem Yönetmeliği diğer yönetmeliklerden tamamen farklıdır. Çünkü bu yönetmelikte kullanılan formül; herbir katın kat kesme kuvvetini doğrudan doğruya vermektedir. Burada W_{in}, i. katın üzerindeki (1. kat dahil) toplam yapı ağırlığını göstermektedir. [5]

W haricindeki diğer parametreler incelendiğinde, A.B.D. ve Türkiye Deprem Yönetmeliğinde kullanılan hesap yöntemlerinin, birbirlerine oldukça benzer olduğu görülmektedir.

II.2.1. W TOPLAM YAPI AĞIRLIĞININ HESAPLANMASI

Toplam yapı ağırlığının hesabı; Türkiye, A.B.D., Kaliforniya, ve Japonya deprem yönetmeliklerinde aynı şekilde yapılmaktadır.

$$a) W_i = G_i + \eta \cdot Q_i \quad [3] \quad (2.2.a)$$

$$b) W_T = \sum_{i=1}^N w_i \quad (2.2.b)$$

Kat ağırlıkları hesaplanırken; gerekli durumlarda, sabit yükün içerisinde kar yükleri de dikkate alınmıştır. [3]

A.B.D., Türkiye ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliklerinde yatay deprem yükü hesaplanırken, W toplam yapı ağırlığı kullanılmaktadır. Bu hesap sonucunda, taban kesme kuvveti elde edilmektedir.

Japon Deprem Yönetmeliğinde ise i. kat dahil olmak üzere; i. kat üzerindeki toplam yapı ağırlığı W_{in} kullanılmaktadır. Bu şekilde yapılan hesapta da, i. kata etkiyen kat tasarım kesme kuvveti doğrudan bulunmaktadır.

II.2.2. DEPREM KATSAYISI VE BAĞLI OLDUĞU PARAMETRELER:

Yatay deprem kuvveti hesaplanırken, W yapı ağırlığının dışındaki diğer parametlerin hepsi deprem katsayısı olarak adlandırılabilir. Deprem katsayısı (seismic coefficient) ülkeden ülkeye bazı farklılıklar gösterse de genellikle şu parametrelere bağlıdır. [2]

- a) Bölgenin sismisitesine bağlı sismik parametre
- b) Binanın taşıyıcı sistemine bağlı sistem parametresi
- c) Zeminin ve temelin özelliklerine bağlı parametre
- d) Yapıdan beklenen hizmet ve bu hizmetin insan ve toplum açısından önemine bağlı parametre
- e) Yapının ve yer hareketinin titreşim özelliklerine bağlı spektral parametre

Bu bölümde deprem katsayısının bağlı olduğu parametreler ülkelerin kendi özel notasyonları ile verilmiştir.

a) TÜRKİYE:

$$\text{Deprem Katsayısı} = \frac{A(T)}{R_a} \quad [I]$$

$$A(T) = A_o \cdot I \cdot S(T) \quad (2.3)$$

$A(T)$ = Spektral ivme katsayısı

A_o = Deprem Bölgelerine Bağlı etkin yer ivmesi katsayısı

I = Yapı Önem Katsayısı

$S(T)$ = Spektrum Katsayısı (zemin koşulları ve yapı periyoduna bağlı)

R_a = Deprem yükü azaltma katsayısı

b) A.B.D. ve Kaliforniya:

$$\text{Deprem Katsayısı} = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} \quad [7] \quad (2.4.)$$

Z = Deprem (Sismik) Bölge Katsayısı

I = Yapı Önem Katsayısı

R_w = Taşıyıcı Sistem Davranış katsayısı

C = Zemin özelliklerine ve yapı periyoduna bağlı katsayı

c) JAPONYA:

C_i ; i. katın yatay sismik kesme kuvveti katsayısı

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \quad [5] \quad (2.5)$$

Z = Deprem (Sismik) Bölge Katsayısı

R_t = Spektral Tasarım Katsayısı

A_i = Kesme kuvveti dağıtım faktörü

C_o = Standart kesme kuvveti katsayısı

II.2.2.1. BÖLGE SİSMİSİTESİ:

Yer sarsıntılarının etkili olanları tektonik kaynaklı olanlarıdır. Bu sarsıntılar daha çok yer kabuğunun kırık bölgelerinde meydana gelirler. Faylar, grobenler, ve benzeri oluşumlar yer kabuğundaki kırıklardır. Bu kırıklar, genellikle, bölgeler teşkil ederler, ve yeryüzünde düzgün dağılı değildirler. Depremler, sıklık ve şiddet bakımından da bölgeden bölgeye farklılıklar gösterirler. Yani, bölgelerin sismisitesi aynı değildir. Hesaplarda bu koşulları dikkate almak amacıyla, incelenen yönetmeliklerde, sismisite farklı bölgelere ayrılmıştır. Deprem katsayısının temel çarpanı olmak üzere herbir bölge için bir sismisite katsayısı belirlenmiştir. Aşağıdaki tabloda, Türkiye, A.B.D. Kaliforniya ve Japonya Deprem yönetmeliklerindeki bölgeler ve sismik Bölge katsayıları verilmiştir.

Tablo 2.2. BÖLGELER VE SİSMİSİTE KATSAYILARI							
ÜLKE	NOTASYON	BÖLGELER				AÇIKLAMALAR	
		1	2		3	4	
TÜRKİYE	A_0 (Etkin Yer ivmesi [1] Katsayısı)	0.40	0.30		0.20	0.10	
A.B.D.	(Sismik Bölge Katsayısı) Z [7]	0.075	2A	2B	0.30	0.40	A.B.D. Deprem Yönetmeliğinde 2 no'lu Bölge A ve B olmak üzere 2'ye ayrılmıştır.
			0.15	0.20			
KALIFORNİYA	(Sismik Bölge Katsayısı) Z [6]	-	0.20		0.30	0.40	Kaliforniya Deprem Yönetme- liğinde 1 no'lu Bölge kullanılmaz.
JAPONYA	(Sismik Bölge Katsayısı) Z [5]	A	B		C	D	
		1.0	0.90		0.80	0.70	D Bölgesi, Okinawa Bölgesidir.

II.2.2.2. TAŞIYICI SİSTEMLER VE TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYILARI

Taşıyıcı sistem tipi, yapının dinamik davranışlarında son derece etkilidir.

Yatay yük taşıyıcı sistemler;

- a) Çerçeve sistemler
- b) Perde sistemler
- c) Çerçeveler ile perdelerin birlikte kullanıldığı sistemler
- d) Taşıyıcı Duvar sistemleri (kagir duvarlar v.b.)
- e) Kafes sistemler (çaprazlı çelik veya betonarme v.b.)
- f) Diğer yapı sistemleri

olarak sınıflandırılabilir. Sistemlerin düktilitesi, kullanılan malzemeler dolayısı ile farklıdır. Bu nedenle; yatay deprem yükünün hesabında, her bir taşıyıcı sistem için, farklı bir taşıyıcı sistem davranış katsayısı belirlenecektir. Sistem katsayıları, A.B.D., Türkiye ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliklerinde detaylı bir şekilde verilmiştir. Japon Deprem Yönetmeliğinde ise fazla ayrıntıya girilmemiştir.

Taşıyıcı sistem davranış katsayısının belirlenmesi için en önemli etkenlerden biri de yapının süneklik düzeyidir. Türkiye (Mayıs 96) Yönetmeliğinde sistem katsayısı (R); binanın süneklik düzeyine göre belirlenmektedir. Binaların süneklik düzeyleri, normal ve yüksek olarak 2'ye ayrılarak, herbir süneklik düzeyi için farklı bir R değeri belirlenmiştir.

Japon Deprem Yönetmeliğindeki D_s katsayıları ise yapıyı oluşturan taşıyıcı sistemin, düktilite kapasitesine bağlıdır.

Tablo 2.3.a. TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYISI (r) [1]		TÜRKİYE	
TAŞIYICI SİSTEM		SÜNEKLİK DÜZEYİ	
		NORMAL	YÜKSEK
	YERİNDE DÖKME BİNALAR		
I	a) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4.0	8.0
	b) Deprem yüklerinin tamamının bağlı kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4.0	7.0
	c) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4.0	6.0
	d) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar	4.0	7.0
	PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
II	a) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları moment aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	6.0
	b) Deprem yüklerinin tamamının kolonları temelde ankastre üstle mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	3.0	4.0
	c) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	3.0	4.0
	d) Deprem yüklerinin prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler ile bağlantıları moment aktarabilen prefabrike çerçeveler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar	3.0	5.0
	ÇELİK BİNALAR		
III	a) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	5.0	8.0
	b) Deprem yüklerinin tamamının kolonları temele ankastre üstle mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	4.0	5.0
	c) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı çelik perdeler tarafından taşındığı binalar		
	1) Çaprazların merkezi olması durumu	4.0	-
	2) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	7.0
	d) Deprem yüklerinin çerçevelerle birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından rijitlikleri oranında taşındığı binalar		
	1) Çaprazların merkezi olması durumu	4.0	-
	2) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	8.0
	3) Betonarme perde durumu	4.0	7.0

Tablo 2.3.b. YAPISAL SİSTEMLER VE TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYILARI (R_w) A.B.D VE KALİFORNİYA [7]		
YAPISAL SİSTEM	TAŞIYICI SİSTEMLER VE TANIMLAMALAR	R_w
A. TAŞIYICI DUVAR SİSTEMLERİ	1. Kesme Kuvvveti Taşıyan Paneller içeren, hafif çerçevesi duvarlar.	
	a) 3 veya daha az katlı kontraplak duvarlar	8
	b) Diğerleri	6
	2. Perde duvarlar	
	a) Beton	6
	b) Kargir	6
	3. Hafif, çelik çerçevesi gergili taşıyıcı duvarlar	4
	4. Çaprazların ağırlık yükleri taşıdığı çerçeveler	
	a) Çelik	6
	b) Beton	4
	c) Ahşap	4
B. BİNA ÇERÇEVE SİSTEMLERİ	1. Çaprazlı çelik çerçeveler (Çaprazlar merkezi) (EBF)	10
	2. Kesme kuvvetti taşıyan paneller içeren hafif çerçevesi duvarlar	
	a) 3 veya daha az katlı kontraplak duvarlar	9
	b) Diğerleri	7
	3. Perde duvarlar	
	a) Beton	8
	b) Kargir	8
	4. Çaprazlı çelik çerçeveler (Çaprazlar dışmerkez)	
	a) Çelik	8
	b) Beton	8
	c) Ahşap	8

Tablo 2.3.b. (Devamı)		R_w
C) EĞİLME ÇERÇEVELİ SİSTEMLER	1. Özel eğilme çerçeveleri (SMRF)	
	a) Çelik	12
	b) Beton	12
	2. Orta düzeydeki beton eğilme çerçeveleri (IMRF)	8
	3. Normal eğilme çerçeveleri (OMRF)	
	a) Çelik	6
	b) Beton	5
D) İKİLİ SİSTEMLER	1. Perde duvarlar	
	a) Beton ile SMRF birlikte;	12
	b) Beton ile çelik OMRF	6
	c) Beton ile Beton IMRF	9
	d) Kargir ile SMRF	8
	e) Kargir ile çelik OMRF	6
	f) Kargir ile beton IMRF	7
	2. Çelik EBF	
	a) Çelik SMRF ile	12
	b) Çelik OMRF ile	6
	3. Çaprazlı Çelik Çerçeveler (Çaprazlar dış merkez)	
	a) Çelik ile çelik SMRF	10
	b) Çelik ile çelik OMRF	6
	c) Beton ile beton SMRF	9
	d) Beton ile beton IMRF	6
E) BİLİNMEYEN SİSTEMLER		-

Tablo 2.3.c TAŞIYICI SİSTEMLERLE İLGİLİ YAPISAL KATSAYI (D_s) [5]							JAPONYA
DÜKTİLİTE DÜZEYİ	ÇERÇEVE TİPİ						
	I DÜKTİL EĞİLME ÇERÇEVELERİ		II, I VE III HARICİNDEKİ DİĞER ÇERÇEVELER		III PERDE DUVARLI veya KUŞAKLI ÇERÇEVELER		
	D_s		D_s		D_s		
	BETONARME	ÇELİK	BETONARME	ÇELİK	BETONARME	ÇELİK	
A. MÜKEMMEL DÜKTİLİTEYE SAHİP ÇERÇEVELER	0,30	0,25	0,35	0,30	0,40	0,35	
B) İYİ DÜKTİLİTE DÜZEYİNE SAHİP ÇERÇEVELER	0,35	0,30	0,40	0,35	0,45	0,40	
C) ORTA DÜZEYDE DÜKTİLİTEYE SAHİP ÇERÇEVELER	0,40	0,35	0,45	0,40	0,50	0,45	
D) ZAYIF DÜKTİLİTEYE SAHİP ÇERÇEVELER	0,45	0,40	0,50	0,45	0,55	0,50	

R_w , Taşıyıcı sistem davranış katsayıları; ABD ve Kaliforniya deprem yönetmeliklerinde, taban kesme kuvvetinin hesaplanmasında doğrudan kullanılmaktadır.

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde, R katsayıları kullanılarak, deprem yükü azaltma katsayıları (R_a) belirlenmektedir. R_a katsayıları, doğal titreşim periyodlarına da bağlıdır.

$$R_a = \frac{1 + 1,5 T / T_A}{1 + (2,5 / R - 1) T / T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.6.a)$$

$$R_a = R \quad (T > T_A) \quad (2.7.6)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada T_A , zemin sınıfına bağlı spektrum karakteristik periyotudur.

Japon Deprem Yönetmeliğindeki sistem katsayısı D_s ise (Q_{um}) nihai kesme mukavemetinin hesabında kullanılmaktadır.

II.2.2.3 HİZMET AMAÇLARINA GÖRE YAPILARIN SINIFLANDIRILMASI VE YAPI ÖNEM KATSAYILARI (I):

Yapılar kullanım amaçları itibariyle sınıflandırılır ve kendilerinden beklenen hizmete göre önem kazanırlar. İncelenen yönetmeliklerde, bu açıdan yapılan sınıflandırmalar mevcuttur. Aşağıdaki tabloda, yönetmeliklerde kullanılan yapı önem katsayıları verilmiştir. Yalnız, Japon Deprem Yönetmeliğinde Yapı Önem Katsayısı ile ilgili herhangi bir tablo verilmemiştir.

Tablo 2.4.a BİNA ÖNEM KATSAYISI (I) [1]		TÜRKİYE
Binanın kullanım amacı veya türü		Önem Katsayısı
1	Deprem sonrası kullanımı zorunlu binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	1,50
2	İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar ve müzeler	1,40
3	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	1,20
4	Diğer binalar	1,00

Tablo 2.4.b BİNA ÖNEM KATSAYISI (I) [7]		A.B.D. ve Kaliforniya
Binanın kullanım amacı veya türü		Önem Katsayısı
1	Deprem süresince veya depremden sonra kullanılması zorunlu yapılar	1,25
2	Tehlikeli Madde içeren Yapılar	1,25
3	Özel amaçlı yapılar	1,00
4	Diğer binalar	1,00

II.2.2.4. SPEKTRAL ÇARPANLAR

Spektral çarpan ya da parametre; Deprem yer hareketlerinde yapının responsunun ve fleksibilitesinin bir göstergesidir. İncelenen deprem yönetmeliklerinde; spektral çarpanlar; yapının hakim titreşim periyodu (T) ve zemin koşullarına bağlı olarak

verilmiştir. Yönetmeliklerin her birinde spektral çarpan belirlenirken, respons spektrum eğrilerinden de yararlanılmaktadır.

Bu bölümde; Türkiye, A.B.D, Kaliforniya ve Japonya deprem yönetmeliklerinde kullanılan spektral çarpanlar, kendi özel notasyonları ile detaylı bir şekilde verilmiştir. Yönetmeliklerdeki spektral çarpanlar;

- a) S (T) spektrum katsayısı (Türkiye Deprem Yönetmeliği)
- b) R_t Spektral Tasarım Katsayısı (Japonya Deprem yönetmeliği)
- c) Zemin koşullarına ve yapı doğal periyoduna bağlı C katsayısı (A.B.D ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği).



Tablo 2.5a SPEKTRUM KATSAYISI S(T)

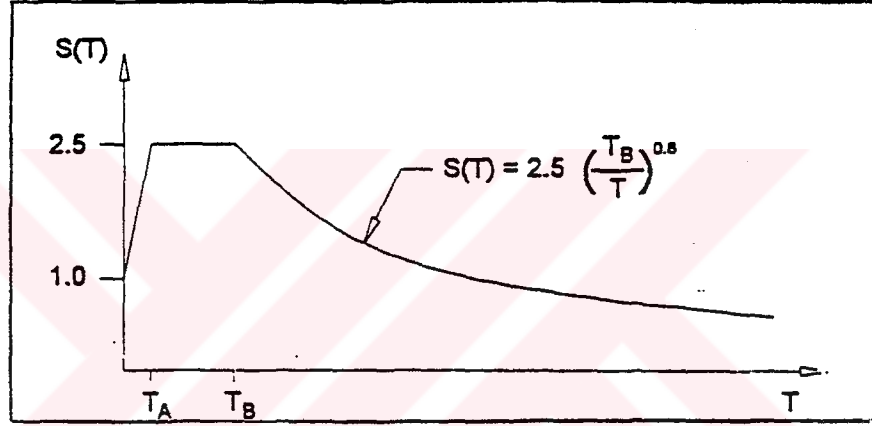
TÜRKİYE

Spektrum katsayısı; S(T) yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyoduna bağlı olarak; [1]

$$S(T) = 1 + 1,5 T/T_A \quad (0 \leq T < T_A) \quad (2.7.a)$$

$$S(T) = 2,5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (2.7.b)$$

$$S(T) = 2,5 (T_B/T)^{0,80} \quad (T > T_B) \quad (2.7.c)$$



Şekil 2.1. Spektrum eğrisi [1]

T_A ve T_B yerel zemin sınıfına bağlı spektrum karakteristik periyotlarıdır. [1]

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

$T > T_B$ durumunda, spektral ivme katsayısının hesabında kullanılacak spektrum katsayısının minimum değeri $(S_T)_{\min} \geq 0,70$ alınacaktır.

Tablo 2.5.b. Zemin Özelliklerine ve Doğal Periyoda Bağlı "C" Katsayısı
(A.B.D. ve kaliforniya)

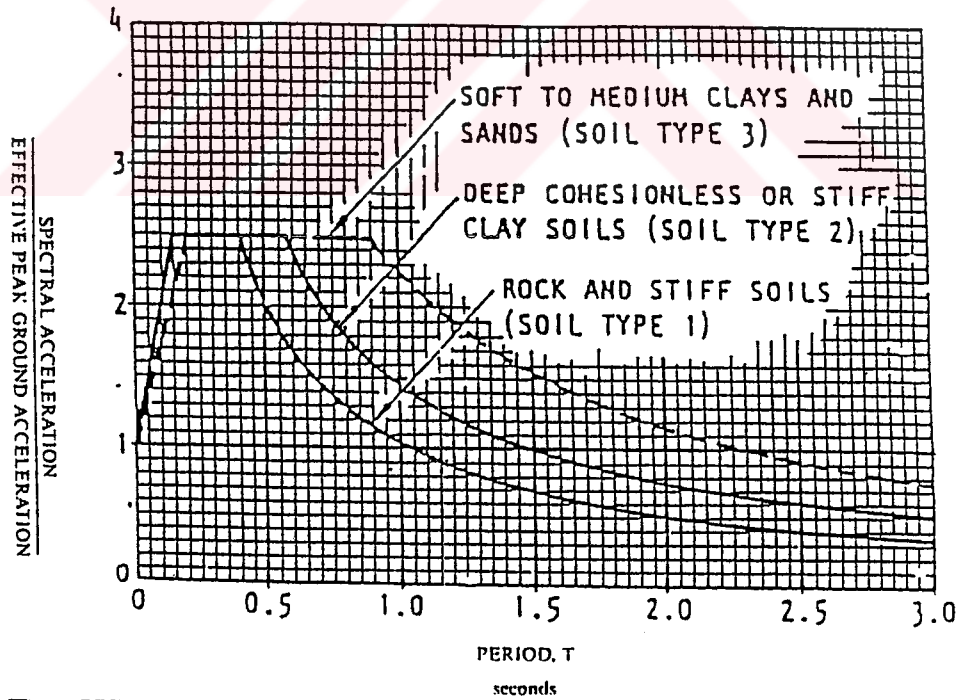
A.B.D. ve Kaliforniya deprem yönetmeliklerinde kullanılan C katsayısı; zemin özelliklerine ve binanın doğal periyoduna bağlı olarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$C = \frac{1,25 \cdot S}{T^{2/3}} \quad [7] \quad (2.8)$$

S= Zemin özelliklerine bağlı katsayı [7]

Zemin Sınıfı	S Katsayısı
S1	1.0
S2	1.20
S3	1.50
S4	2.0

A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliğinde; spektral ivme ve maksimum yer ivmesinin belirlenmesi için, aşağıda verilen normalize edilmiş respons spektrum eğrileri de kullanılmaktadır.



Şekil 2.2. Doğal Periyot (T) [7]

Tablo 2.5c. SPEKTRAL TASARIM KATSAYISI (R_t)

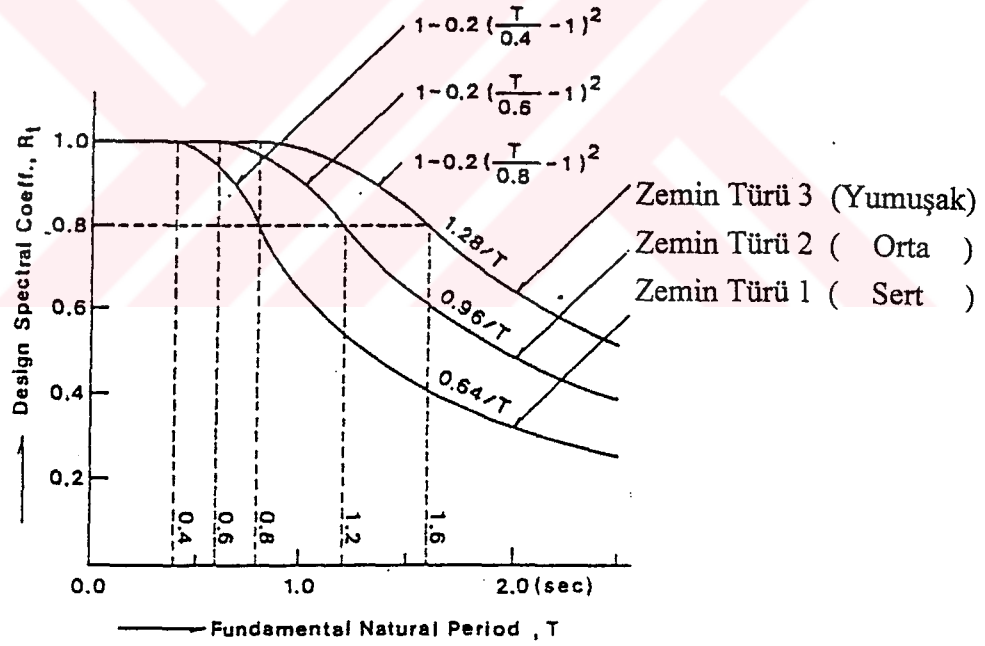
JAPONYA

Japon Deprem Yönetmeliğinde kullanılan (R_t) spektral tasarım katsayısı değerleri, zemin özelliklerine ve binanın doğal titreşim periyoduna bağlı olarak aşağıdaki tabloda verilmiştir. [5]

T	$T < T_c$	$T_c \leq T < 2T_c$	$2T_c \leq T$
R_t	1	$1 - 0.20 \left(\frac{T}{T_c} - 1 \right)^2$	$\frac{1.6T_c}{T}$

T = Binanın doğal titreşim periyodu (s)

T_c = Zemin özelliklerine bağlı kritik periyod (s)



Şekil 2.3. Spektral Tasarım Katsayısı (Spektrum eğrileri) [5]

Binanın temellerinde ve zeminde yapılacak incelemeler sonucunda, R_t değeri; tablodan alınan R_t değerinin %75'ine kadar azaltılabilmektedir. R_t değeri 0,25'ten daha az olmayacaktır. [5]

II.2.2.5. ZEMİN DURUMU VE ZEMİNLERİN SINIFLANDIRILMASI:

Deprem bölgelerinde yapılacak binalarda, zemin koşullarının belirlenmesi, yapının deprem tasarımı açısından önemlidir.

İncelenen yönetmeliklerin her birinde zeminler; özelliklerine göre sınıflandırılarak, tablolar halinde verilmiştir. Her bir zemin türü için çeşitli katsayılar belirlenmiştir. Bu katsayılar, daha çok spektral çarpanların hesabında kullanılmaktadır.

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde; esas alınan zemin gruplarına bağlı olarak yerel zemin sınıfları da belirlenmiştir. Bilindiği üzere, spektrum katsayısının hesabında kullanılan, spektrum karakteristik periyotlar. (T_A ve T_B) yerel zemin sınıflarına bağlıdır (Tablo 2.5.a). [1]

A.B.D. ve Kaliforniya deprem yönetmeliğinde: Her bir zemin türüne karşılık bir "S" katsayısı belirlenmiştir. Buradan elde edilen S katsayısı ve yapının doğal periyodu ile deprem yükünün hesabında kullanılan C katsayısı belirlenmektedir (Tablo 2.5.b). [7].

Japon Deprem yönetmeliğinde yapılan zemin sınıflandırılmasında ise, her bir zemin türünün kritik (T_c) periyotları verilmiştir. T_c kritik periyotlar, spektral tasarım katsayısı R_s 'nin belirlenmesi için kullanılmaktadır (Tablo 2.5.c). [5]

İncelenen yönetmeliklerin herbirinde, zemin sınıflandırılması yapılırken, saha ve laboratuvar deneyleriyle sağlam esaslara dayanılmıştır.

Tablo 2.6.A ZEMİN GRUPLARI [1]					TÜRKİYE
ZEMİN GRUBU	TANIM	STANDART PENETRASYON (N/30cm)	RELATİF SIKLIK (%)	SERBEST BASINÇ DİRENCİ (kPo)	KAYMA DALGASI HIZI (m/s)
A	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar			> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl	> 50	85-100		> 700
	3. Sert kil, siltli kil	> 32		> 400	> 700
B	1. Tüf ve aglemera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar			500-1000	700-1000
	2. Sıkı kum, çakıl	30-50	65-85		400-700
	3. Çok katı kil, siltli kil	16-32		200-400	300-700
C	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar			< 500	400-700
	2. Orta sıkı kum, çakıl	10-30	35-65		200-300
	3. Katı kil, siltli kil	8-16		100-200	200-300
D	1. Yeraltı su seviyesine yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları				< 200
	2. Gevşek kum	0-10	< 35		< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil	0-8		< 100	< 200

Tablo 2.6.b ZEMİN SINIFLARI [7]		A.B.D ve Kaliforniya
Zemin Sınıfı	Tanımlamalar	
S1	a) Kayma Dalgası hızının 2.500 feet /s (762m/s.) olduğu kaya türü zeminler.	
	b) Tabaka kalınlığı 200 feet'ten (61 m) az olan, sert veya sıkı zeminler.	
S2	Tabaka kalınlığı 200 feet'ten (61 m) fazla olan sert veya sıkı zeminler	
S3	Tabaka kalınlığı 70 feet (21 m) veya daha fazla olan, yumuşak-orta ve sert kil içeren zeminler.	
S4	Kayma dalgası hızının 500 feet/s (152m/s) olduğu 40 feet'ten (12 m) daha fazla kalınlıkta yumuşak kil tabakası içeren zeminler.	

Tablo 2.6.C ZEMİN SINIFLARI [5]		JAPONYA
Zemin Sınıfı	Zemin Özellikleri	Kritik Periyod (T_c)
TİP I SERT ZEMİNLER	Masif volkanik kayalar, çok sert tortul kayalar, sert kum, çakıl v.b., içeren zeminler, veya zemin periyodu Tablo'daki T_c değerine eşit olan zeminler	0.40
TİP2 ORTA ZEMİNLER	1 ve 2 no'lu zemin türleri haricindeki zeminler	0.60
TİP 3 YUMUŞAK ZEMİNLER	30 m veya daha fazla derinliğe sahip, yumuşak delta artıkları, balçık, çamur v.b. maddeler içeren alüvyon veya benzeri tabakalar, Bataklık veya çamur dipli, derinliği 3 m veya daha fazla ve doldurulmasından itibaren 30 yıl geçmemiş olan dolgu zeminler veya zemin periyodu Tablo'daki T_c değerine eşit olan zeminler	0,80

T_c = Zemin sınıflarına bağlı kritik periyod (s)

II.2.2.6. DİĞER PARAMETRELER:

İncelenen deprem yönetmeliklerinde; yatay deprem yükünün hesabında kullanılan özel parametreler de vardır. Bu parametreler, Japon Deprem Yönetmeliğinde kullanılmaktadır. Diğer deprem yönetmeliğinde bulunmayan bu iki parametre;

- a) C_o ; Standart kesme kuvveti katsayısı
- b) A_i ; i.ci katın yatay kesme kuvveti dağıtım faktörüdür.

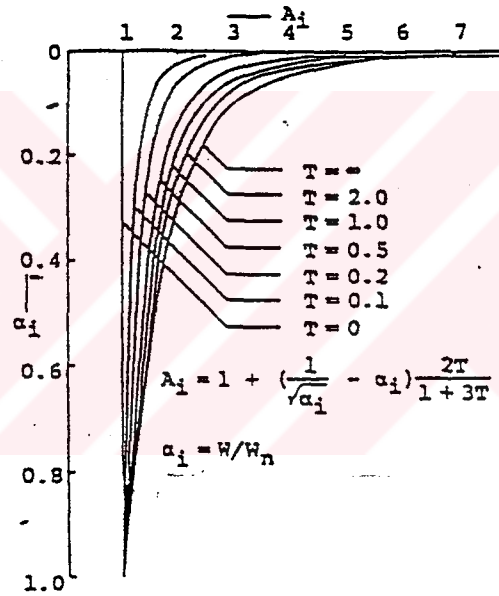
Tablo 2.7.a. ÖZEL PARAMETRELER	JAPONYA
C_o: STANDART KESME KUVVETİ KATSAYISI	
Japon Deprem yönetmeliğinde: (C_i) i.ci katın yatay sismik kesme kuvveti katsayısının hesabında kullanılan, C_o katsayısı için sabit değerler belirlenmiştir.	
C_o katsayısı;	
Orta şiddetteki bir deprem için $\geq 0,20$	
Şiddetli deprem için $\geq 0,10$	
alınmaktadır. [5]	

Tablo 2.7.b. ÖZEL DEPREM PARAMETRESİ

JAPONYA

 A_i : Yatay Kesme Kuvveti Dağıtım Faktörü (i.ci katın)

Bilindiği üzere; Japon Deprem Yönetmeliğine göre; yatay deprem kuvveti hesaplanırken kullanılan formül, her bir katın yatay tasarım kuvvetini vermektedir. Bu nedenle, diğer deprem yönetmeliklerinde kullanılan, taban kesme kuvvetinin yapı yüksekliği boyunca dağıtım metodu, bu yönetmelikte kullanılmaz. Japon yönetmeliğinde, yatay kesme kuvveti, A_i katsayısı ile katlara dağıtılmaktadır. A_i katsayısı aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

Şekil 2.4. A_i yatay kesme kuvveti dağıtım faktörü [5]

Burada;

 W_{in} = 1.ci kat üzerindeki yapı ağırlığı (kg) W_n = Toplam yapı ağırlığı (kg) T = Binanın doğal periyodu (s)

II.2.3. YAPININ DOĞAL TİTREŞİM PERİYODUNUN BELİRLENMESİ:

Binanın doğal titreşim peridoyu; dinamik analiz sonucu veya herhangi bir geliştirilmiş yöntemle hesaplanmadığı takdirde, incelenen yönetmelikler; yapı taşıyıcı sistemine de bağlı olarak, aşağıdaki Tabloda verilen formüllerin kullanılmasına izin vermektedirler.

Tablo 2.8.YAPININ DOĞAL TİTREŞİM PERİYODUNUN BELİRLENMESİ	
ÜLKE	Kullanılan Formüller ve Açıklamalar
TÜRKİYE	$T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^N (m_i d_{fi}^2 / \sum_{i=1}^N (F_{fi} \cdot d_{fi})) \right]^{1/2} \quad [1] \quad (2.9)$ m_i = i. katın kütlesi (kNs²/m) F_{fi} = i. kata etkiyen fiktif yük (kN) d_{fi} = i. katta F_{fi} kuvvetinden meydana gelen yerdeğiştirme (m)
A.B.D.	a) $T = 2\pi \left[\sum_{i=1}^n (w_i \cdot \delta_i^2) / (g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i) \right]^{1/2} \quad [7] \quad (2.10.a)$ w_i = i. katın ağırlığı (pound) f_i = i. kata etki eden yatay kuvvet (pound) δ_i = i. kata f_i kuvvetinden meydana gelen yerdeğiştirme (feet) b) $T = C_t \cdot (h_n)^{3/4} \quad (2.10.b)$ h_n = Tabandan itibaren binanın toplam yüksekliği (feet) C_t = (Sayısal Katsayı) C_t = Çelik eğilme çerçeveleri için 0.035 Betonarme eğilme çerçeveleri için 0.030 Diğer bütün binalar için 0.020
Kaliforniya	A.B.D. Deprem Yönetmeliği ile aynıdır [6]
Japonya	$T = (0.02 + 0.01 \alpha) h \quad [5] \quad (2.11)$ h = Tabandan itibaren binanın toplam yüksekliği (m) α = Çelik yapı katların toplam yüksekliğinin, bina toplam yüksekliğine oranı $T = 0.028 h$ (Çelik çerçeveli binalar için) (2.11.a) $T = 0.020 h$ (Diğer binalar için) (2.11.b)

II.2.4. YATAY DEPREM KUVVETİNİN KATLARA DAĞITIMI:

Deprem yatay kuvvetinin, katlara dağıtımı veya dağılımı için incelenen yönetmeliklerde kullanılan formüller ve açıklamalar Tablo 2.9 verilmiştir.

Tablo 2.9. DEPREM YATAY KUVVETİNİN KATLARA DAĞITIMI		
ÜLKE	Verilen Formül ve Açıklamalar	
TÜRKİYE (Yeni Deprem Yönetmeliği)	$F_i = (V_t \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (W_j H_j)} \quad [1] \quad (2.12)$ $\Delta F_N = 0.005 \cdot H_N^{3/4} \cdot V_t \quad [1] \quad (2.12a)$	V_t = Taban Kesme Kuvveti (kN) ΔF_N : Binanın N. katına etkiyen ek tasarım Deprem yükü (kN) W_i = i. katın ağırlığı (kN) H_i = i. katın tabandan yüksekliği (m)
A.B.D.	$F_x = (V - F_t) \frac{w_x \cdot h_x}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot h_i} \quad [7] \quad (2.13)$ $F_t = 0.07 \cdot V \cdot T \quad [7] \quad (2.13.a)$	V = Taban Kesme Kuvveti (Pound) F_t = Binanın en üst katına etkiyen ek kuvvet (pound) w_x = x . katın ağırlığı (pound) h_x = x katın tabandan yüksekliği (feet)
Kaliforniya Deprem Yönetmeliği	A.B.D. Deprem Yönetmeliği ile aynı [6]	
Japonya	Japon Deprem Yönetmeliğinde yatay deprem kuvvetinin hesaplanması için kullanılan formül, her bir kata gelen kesme kuvvetini doğrudan doğruya vermektedir. Bu nedenle, deprem kuvvetinin katlara dağıtımı için ayrı bir formülasyona gerek yoktur. [5]	

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü üzere, Türkiye Deprem Yönetmeliğimiz de deprem kuvvetinin katlara dağıtımı için kullanılan yöntem A.B.D. deprem yönetmeliği ile aynıdır.

II.2.5. BİNALARDAKİ YAPISAL ÇIKINTILARA, MİMARİ ELEMANLARA, MEKANİK VE ELEKTRİK DONANIMINA ETKİYEN DEPREM YÜKLERİ:

Bu bölümde, binalardaki taşıyıcı olmayan yapı elemanlarına ve mekanik, elektrik donanımlara ve bunların bağlantılarına etki eden yatay deprem yükünün incelenen yönetmeliklere göre hesap yöntemleri verilmiştir.

A) Mayıs 1996 Türkiye Deprem Yönetmeliği:

Mayıs 1996 Deprem Yönetmeliğine göre yapısal çıkıntılara etkiyen eşdeğer deprem yükü;

$$V_t = A_{(T)} \cdot W_p \quad [1] \quad (2.14)$$

W_p = İlgili yapı elemanının ağırlığı (kN)

Burada, $A_{(T)}$ hesaplanırken, $S_{(T)} = 1.0$ alınacaktır.

Binalardaki yapısal olmayan mimari elemanlar, mekanik ve elektrik donanımının ve bunların bağlantılarının hesabında kullanılacak yatay deprem yükü;

$$f_e = W_e \cdot A_o \cdot I \cdot C_i \quad [1] \quad (2.15)$$

$$C_i = 1.0 + H_i / H_N \quad (2.15.a)$$

Burada; C_i Büyütme katsayısıdır.

B) A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliği:

A.B.D. ve Kaliforniya Deprem Yönetmeliğine göre; bu tür elemanlara ve bağlantılara etkiyen yatay deprem yükü;

$$F_p = Z \cdot I \cdot C_p \cdot W_p \quad [7] \quad (2.16)$$

Burada; Z = Deprem Bölge Katsayısı

C_p = Yatay Deprem kuvvet katsayısı

W_p = İlgili elemanın ağırlığı (pound)

I = Yapı önem katsayısı

Tablo 2.10 C _p KATSAYILARI [7]		A.B.D. ve KALİFORNİYA
BİNALARDAKİ YAPISAL ÇIKINTILAR, MİMARİ ELEMANLAR, DONANIMLAR		C _p
I. YAPININ KISIMLARI		
a) Korkuluklar		2.00
b) Zemin kat üzerindeki dış duvarlar		0.75
c) Taşıyıcı ve Taşıyıcı olmayan bütün iç duvarlar, bölmeler		0.75
e) Çatı katları		0.75
f) Prefabrik elemanların bağlantıları		0.75
II. Yapısal Olmayan Elemanlar		
a) İç ve dış dekorlar ve ilave kısımları		2.00
b) Bacalar, ayaklar üzerindeki depolar, gergili kuleler vb.		2.00
c) İşaret ve reklam panoları		2.00
d) Depolar		0.75
e) Kitap depoları, kabin bağlantıları		0.75
f) Asma tavan bağlantıları		0.75
III. DONANIMLAR		
a) Depolar, boru iletim sistemleri ve bağlantıları		0.75
b) Elektrik mekanik su tesisatları boru şebekeleri, kablolar vb.		0.75

C) Japonya Deprem Yönetmeliği:

Japonya Deprem Yönetmeliğine göre çatı katları, bacalar, kuleler, su depoları, korkuluklar ve binanın diğer yapısal çıkıntılarına etkiyen yatay sismik kesme kuvveti;

$$q = k.W \quad [5] \quad (2.17)$$

k= Sismik tasarım katsayısı

W= İlgili elemanın ağırlığıdır. (kg)

Sismik tasarım katsayısı k= 1.0 alınmaktadır. Ancak, k değerinin, yapıda herhangi bir tehlike oluşturmayacak şekilde, k= 0.50 de alınabileceği belirtilmiştir. [5]

II.3. DİNAMİK YÖNTEMLER:

İncelenen yönetmeliklerinin herbirinde, ileri hesap yöntemleri olarak, dinamik analiz yöntemlerine de yer verilmiştir. Deprem yönetmeliklerinde esas alınan dinamik hesap yöntemlerini;

- a) Modların süperpozisyonu yöntemi
- b) Zaman Tanım Alanında Hesap yöntemleri

olarak 2'ye ayırmak mümkündür.

Modların süperpozisyonu yönteminde; maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilmektedir. A.B.D, Kaliforniya ve Türkiye deprem yönetmeliklerine göre; hesaplarda kullanılacak titreşim modu sayısı belirlenirken; gözönüne alınan deprem doğrultusunda, her bir mod için hesaplanan modal ağırlıkların toplamı, toplam yapı ağırlığının %90'ından az olmayacaktır ve üç veya daha fazla serbestlik dereceli binalarda, en az ilk 3 titreşim modu dikkate alınacaktır.

Zaman tanım alanında hesap yöntemlerinde ise yapay yollarla üretilen benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılmaktadır. Deprem yönetmeliklerinde, normalize edilmiş respons spektrum eğrilerinden de yararlanılmaktadır.

Dinamik analiz yöntemleri ile hesaplanan V taban kesme kuvveti, statik yöntemle hesaplanan kesme kuvvetinin belirli bir oranından az ise, hesaplanmış tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri belirli bir oranda arttırılacaktır.

Tablo 2.11. Taban Kesme Kuvveti Oranları	
DEPREM YÖNETMELİĞİ	V dinamik/ V statik
TÜRKİYE	V dinamik $< 0.80 V$ statik
A.B.D. ve KALİFORNİYA	V dinamik $< 0.80 V$ statik
JAPONYA	V dinamik $< 0.75 V$ statik

III. SONUÇLAR

Yatay deprem yükünün hesabı açısından incelenen deprem yönetmeliklerinde, farklı hesap yöntemleri kullanılmıştır. Fakat, deprem yönetmeliklerinin ortak olduğu yönlerde, bir hayli fazladır. Tablolarda; hesaplarda gözönüne alınan her bir parametrenin, yönetmeliklerin her birinde nasıl değerlendirildiği karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

1. İncelenen deprem yönetmeliklerinin her birinin amacı, deprem yer hareketine maruz kalacak bina veya bina türü yapıların depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları tanımlamaktır.

2. İncelenen deprem yönetmeliklerin her birinde; yatay deprem yükünün hesaplanması için eşdeğer statik veya yarı dinamikte denilen statik yöntemlere ağırlık verilmiştir. Yapı toplam ağırlığı, bütün yönetmeliklerde aynı şekilde hesaplanmaktadır.

3. Deprem yönetmeliklerinde notasyon birliğinin sağlanması kolaydır. Birim sistemlerinde ise "ISO"'nin de gayretleri ile zaten büyük oranda birlik sağlanmış durumdadır. Türkiye ve Japonya deprem yönetmeliklerinde birim konusunda herhangi bir problem yoktur. Fakat A.B.D. Kaliforniya deprem yönetmeliklerinde, kendi yerel ölçülerinin kullanılması, bu konuda problem yaratmaktadır (feet, pound vb.).

Uluslararası bir deprem yönetmeliğinin oluşturulması için bütün ülkelerin SI birim sistemine geçmesi gerekmektedir.

4. A.B.D. ve Kaliforniya deprem yönetmeliklerinin, birkaç bölgesel farklılıkların haricinde, tamamen aynı olduğu görülmüştür.

5. İncelenen yönetmeliklerin hepsi, sismik bölgelendirmeyi gözönüne almaktadır. Yönetmeliklerin her birinde, 4 ayrı deprem bölgesi kullanılmış ve her bir bölge için farklı değerler kullanılmıştır.

Bu konuda ortak bir sonuca ulaşmak için aşağıda belirtilecek çalışmalar yararlı olacaktır.

a) Sismik Bölge tanımına uluslararası bir tarif getirmek,

Uluslararası şiddet skalasına göre, belirli bir şiddetteki depremlerin meydana gelme olasılığı olan bölgeler, bütün ülkelerde aynı bölge numarası ile adlandırılabilir (Örneğin, Türkiye, Japonya, ve A.B.D.'de 6 MSK şiddetinde depremlerin olması beklenen bölge gibi).

b) Sismik bölge katsayıları, bütün dünya ülkeleri için tanım olarak aynı olmakla birlikte, her ülkenin kendi ekonomik imkanlarına ve kalkınma programlarında inşaat sektörü için ayırabilecekleri paya göre belirlenebilir. Bu katsayılar zaman içinde gelişen koşullara göre de değiştirilebilir.

6) İncelenen deprem yönetmeliklerinin her birinde; spektral çarpanlar zemin özelliklerine ve yapının doğal titreşim periyoduna bağlıdır. Fakat, yönetmeliklerde; bu parametrelerin belirlenmesinde kullanılan yöntemler çok farklıdır. Bu nedenle, spektral çarpan için ortak bir formülasyona ulaşmak zor gözükmektedir.

7) Yönetmeliklerin her birinde zeminler, özelliklerine göre sınıflandırılmışlardır. Bu sınıflandırmayı daha belirli ve sağlam esaslara bağlamak uygun olacaktır. Bu konu, özellikle spektral çarpan için ortak bir formülasyona varabilmek için gereklidir. Ayrıca temel tipi ve zemin durumunu birlikte değerlendirmek, hesap yöntemleri açısından yararlı olacaktır.

8) İncelenen yönetmeliklerin her biri, yapı taşıyıcı sisteminin, yapı davranışı üzerindeki önemi konusunda oldukça hassastır. Bu nedenle, yönetmeliklerin herbirinde; yapılar, taşıyıcı sistemlerine göre sınıflandırılarak, her bir taşıyıcı sistem için bir davranış katsayısı belirlenmiştir. Bu katsayılar, özellikle A.B.D., Türkiye, ve Kaliforniya yönetmeliklerinde verilen yatay deprem yükü hesabı için çok önemlidir.

Taşıyıcı sistem davranış katsayılarının belirlenmesinde, yapının süneklik düzeyi de oldukça etkilidir. Bu durum, yeni deprem yönetmeliğinde açıkça görülmektedir. Bu yönetmelikte, yapıların süneklik düzeyi normal ve yüksek olarak 2'ye ayrılmış ve her bir süneklik düzeyine göre ayrı ayrı davranış katsayıları belirlenmiştir.

Tablo (2.5)'e bakıldığında, taşıyıcı sistemler için yapılan tanımlamalarda büyük benzerliklerin olduğu görülmektedir. Hassas bir çalışma sonucunda, taşıyıcı sistem katsayıları için ortak bir sonuca ulaşmak zor olmayacaktır.

9) Yapıların önemlerine göre sınıflandırılması en kolay anlaşma sağlanabilecek konulardan biri olarak görünmektedir. Özellikle, Türkiye, A.B.D. ve Kaliforniya deprem yönetmeliğinde yapılan yapı önem sınıflandırılmasında büyük benzerlikler vardır.

Ülkelerin ekonomik güçleri de bu parametre için etkili olabilir. Fakat, bir ülkenin milli ekonomisi ve kalkınma programı ile ilgili göstergeleri, bölge katsayısında etki ettirirsek, yapı önem katsayısı için standart bir forma ulaşabiliriz.

Japon deprem yönetmeliğinde, binalar için herhangi bir yapı önem sınıflandırılması yapılmamıştır.

10) İncelenen yönetmeliklerin içerisinde, A.B.D. Türkiye ve Kaliforniya deprem yönetmeliğinde; taban kesme kuvvetinin katlara dağıtımında aynı formülasyon kullanılmaktadır.

Japon deprem yönetmeliğinde kullanılan hesap yöntemi, yapının her bir katına gelen yatay tasarım kesme kuvvetini doğrudan doğruya vermektedir. Bu nedenle herhangi bir dağıtım şekli söz konusu değildir.

11) Yapının doğal titreşim periyodunun belirlenmesi için kullanılan formüller; A.B.D., Kaliforniya ve Türkiye deprem yönetmeliklerinde aynıdır. Japon Deprem yönetmeliğinde ise farklı bir amprik formül kullanılmaktadır. Doğal periyodun belirlenmesi için; A.B.D. Kaliforniya ve Türkiye deprem yönetmeliklerindeki;

$$T = 2\pi \left[\frac{1}{g} \sum w_i \cdot \delta_i^2 / \sum F_i \cdot \delta_i \right]^{1/2} \quad \text{formülasyonunun kullanılması daha uygundur.}$$

12) İncelenen deprem yönetmeliklerinin her birinde ileri hesap yöntemleri olarak dinamik hesap yöntemlerine de yer verilmiştir. Dinamik hesap yöntemleri olarak Modların birleştirilmesi ve Zaman tanım alanında hesap yöntemleri, esas alınmıştır. Modların süperpozisyonu yönteminde dikkat edilmesi gereken en önemli konu,

modların ne şekilde birleştirileceğidir. Bu konuda, ortak birleştirme yöntemi olarak karelerin toplamının karakökö yönteminin veya Tam Karasel Birleştirme yönteminin kullanılması uygun olacaktır.

Hesapa katılacak titreşim modu sayısı, gözönüne alınacak dinamik serbestlik dereceleri ve deprem yüklerinin etkiye noktaları açısından A.B.D, Kaliforniya ve Türkiye (Mayıs 1996) deprem yönetmelikleri birbirlerine oldukça benzerdir.

Zaman tanım alanında hesap yöntemlerinde ise yapay yollarla üretilen benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılmaktadır.

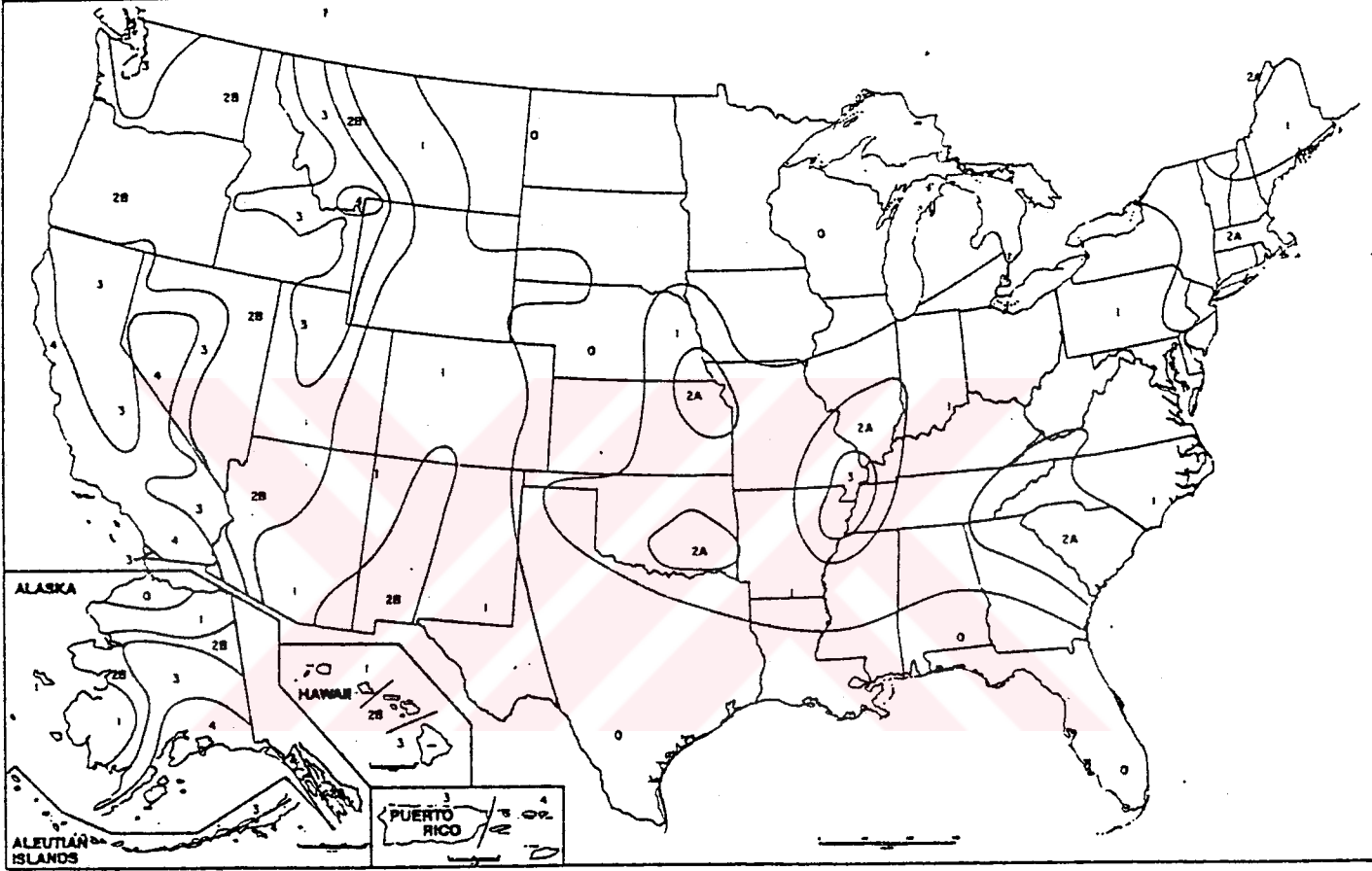
Dinamik yöntemle hesaplanacak iç kuvvetlerin, statik yöntemle hesaplanan kuvvetlerden ne oranda farkedeceğinin, hangi sayıda modun dikkate alınacağına ve makrozaning ve mikrozaning prensiplerin standartlaşmasına bağlı olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İzmir Şubesi Yayınları, Yayın No: 22, Mayıs 1996.
- [2] Deprem Araştırma Bülteni, No: 48, 1985
- [3] Earthquake-resistant regulations, a world list
- [4] International Conference of Building Officials, 5360 South workman, Mill road, Whitter Californiya 90601
- [5] Japon Earthquake - resistant regulations, Design Methods for buildings, 1987
- [6] Seismology Comittee Structural Engineers Assaciation of Californiya (SEAOSC), Recommended Lateral Force Requirements and Commentery, Part I. 1990
- [7] Uniform Building Code of U.S.A., Part III Earthquake Design, 1991.

EKLER

EK.1. A.B.D. ve KALİFORNİYA, JAPONYA DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ KONU İLE İLGİLİ DİĞER ŞEKİLLER VE TABLOLAR:



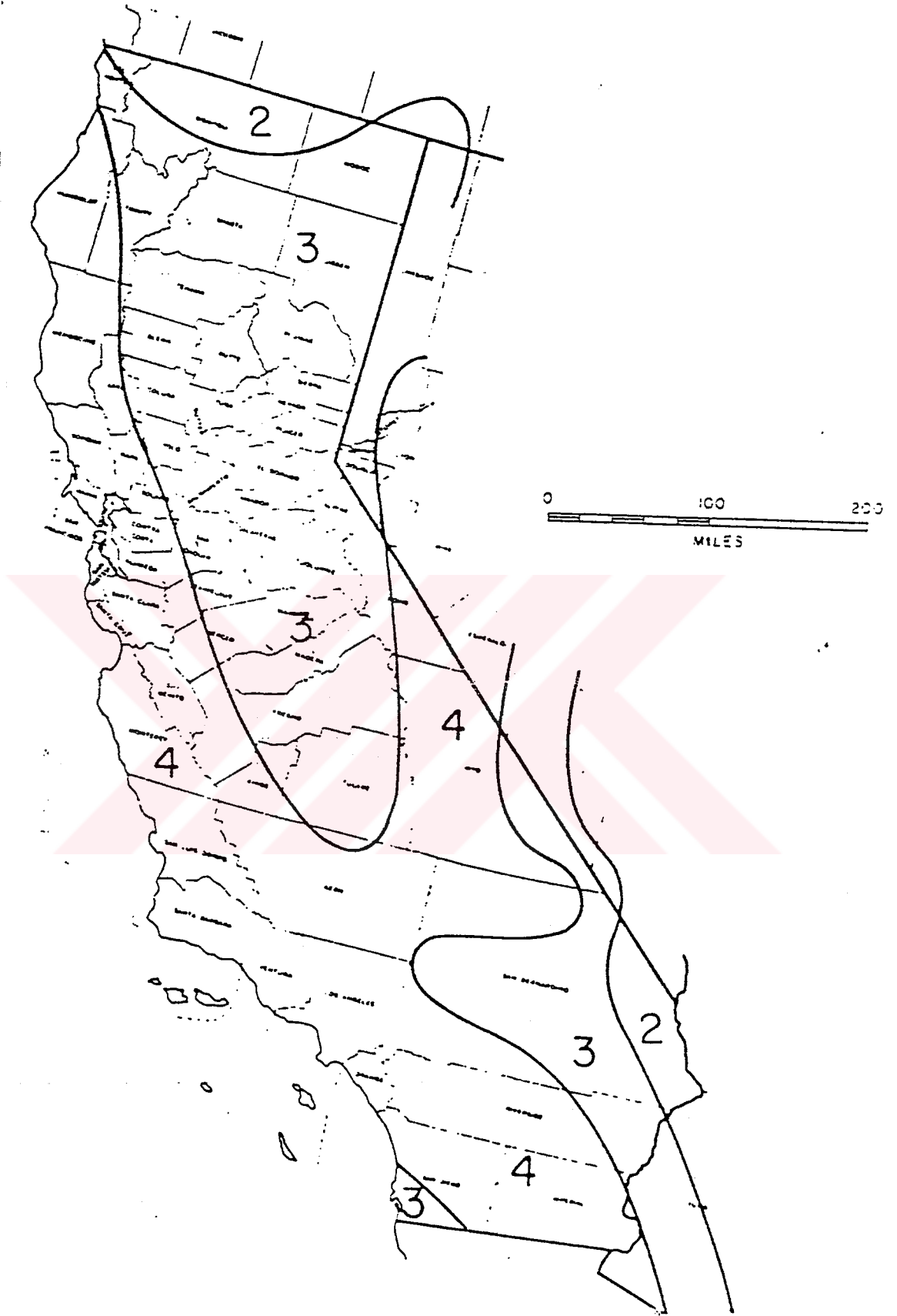
Şekil E.1. A.B.D. Sismik Bölge Haritası: [7]

EK.1.1. BİRİMLER:

A.B.D. ve Kaliforniya deprem yönetmeliğinde SI birim sistemlerinden farklı bazı birimler kullanılmaktadır.

Birim

feed	1 feed = 30.48 cm
pound	1 pound = 0.4536 kg = 4.536 N
inç	1 inç = 2,54 cm



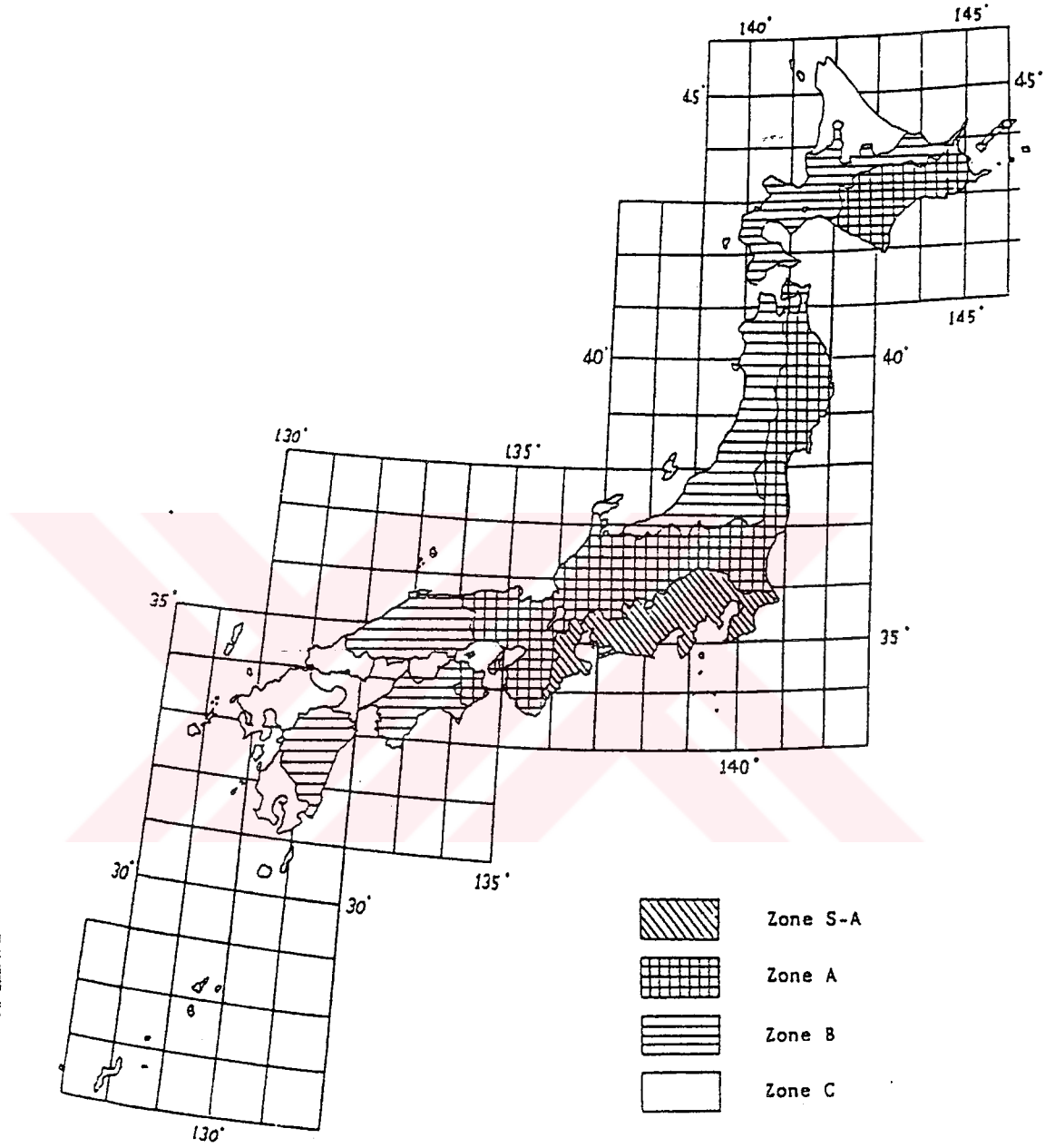
Şekil E.2 Kaliforniya Sismik Bölge Haritası[6]

Tablo E1. Planda Düzensizlik Durumları [7]	(A.B.D. ve Kaliforniya)
DÜZENSİZLİK TİPİ VE TANIMLAMALAR	
A. Burulma düzensizliği Burulma düzensizliği herhangi bir eksen doğrultusunda yapının bir ucundaki maksimum ötelemenin yapının iki ucundaki ortalama ötelemeden 1.20 kat daha fazla olduğu durumlarda gözönüne alınır.	
B. Planda çıkıntılar bulunması Plandaki çıkıntılardan itibaren alınan izdüşüm boyutları yapının plan boyutlarından %15 daha fazla ise bu tür düzensizlikler dikkate alınır.	
C. Diyaframlardaki süreksizlik Diyaframlardaki ani süreksizlikler veya rijitlik değişiklikleridir. Bu tür süreksizlikler; diyaframlardaki açıklıkların ve boşlukların alanı, toplam alanın %50'sinden fazla ise vey bitişik katlar arasındaki rijitlik değişimi %50'den fazla ise dikkate alınır.	
D. Düzlem dışı kaymalar Düşey elemanların düzlem dışı kaymaları gibi, yatay kuvvet yörüngelerindeki süreksizliklerdir.	
E. Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması Taşıyıcı, sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmaması durumu.	

Tablo E2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları [7] (A.B.D. ve Kaliforniya)	
DÜZENSİZLİK TİPİ VE TANIMLAMALAR	
A. Risitlik Düzensizliği: (Yumuşak kat)	Yumuşak kat; Yatay rijitliği, bir üstteki kattan %70 daha az veya üstündeki 3 katın ortalamasının %80'in den daha az olan kat
B. Ağırlık (Kütle Düzensizliği)	Bu düzensizlik; Herhangi bir katın etkin ağırlığının komşu katın etkin ağırlığından %150 daha fazla olduğu durumlarda dikkate alınır.
C. Düşey Geometrik Düzensizlik	Bu düzensizlik; Herhangi bir katta, taşıyıcı yatay boyutlarının, komşu kattaki boyutların %30'un dan daha fazla olduğu durumlarda dikkate alınır. Tek katlı evlerde dikkate alınmaz.
D. Taşıyıcı sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği:	Bu düzensizlik; Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarındaki süreksizliğin, elemanların uzunluklarından daha büyük olduğu durumlarda dikkate alınır.
E. Kapasitedeki Süreksizlik (Zayıf Kat)	Zayıf Kat; Kat mukavemeti bir üstteki katın mukavemetinin %80'inden az olan kat. Kat dayanımı, dikkate alınan doğrultuda, kat kesme kuvvetini paylaşan bütün sismik kuvvet taşıyıcı elemanlardaki toplam dayanımdır.

Tablo E3. Bina Türü Olmayan Yapılar İçin Taşıyıcı Sistem Katsayıları (R_w) (ABD ve Kaliforniya) [7]	
YAPI TİPİ	R_w
1. ÇAPRAZLI ÇELİK PERDELER TARAFINDAN TAŞINAN SIVI TANKLARI, BASINÇLI KÜRELER, HAZNELER	3
2. TEMELE KADAR SÜREKLİ DUVARLARA SAHİP, YERİNDE DÖKÜLMÜŞ BETONARME SİLO VE ENDÜSTRÜ BACALARI	5
3. KÜTLESİ YÜKSEKLİĞİ BOYUNCA YAYILI SİLOLAR, ENDÜSTRİ BACALARI	4
4. GERGİLİ ÇELİK BACALAR, KAFES KİRİŞLİ KULELER, V.B.	4
5. TERS SARKAÇ TİPİ YAPILAR	3
6. SOĞUTMA KULELERİ	5
7. ÇAPRAZLI AYAKLAR TARAFINDAN TAŞINAN HUNİ BİÇİMLİ DEPOLAR, SİLOLAR	4
8. DEPOLAMA VE İSTİF RAFLARI	5
9. İŞARETLER VE REKLAM PANOLARI	5
10. EĞLENCE YERLERİ VE ANITLAR	3
11. DİĞER YAPILAR	4

II) JAPONYA DEPREM YÖNETMELİĞİ İLE İLGİLİ EKLER:



Şekil E3. Japonya Sismik Bölge Haritası [5]

Tablo E4. β_u Katsayıları [5]		PERDE DUVAR TİPİ												Japonya
ÇERÇEVE TİPİ	WA				WB				WC				WD	
	$\beta_u \leq 0,3$	$0,3 < \beta_u \leq 0,70$	$\beta_u > 0,70$	$\beta_u \leq 0,30$	$0,3 < \beta_u \leq 0,70$	$\beta_u > 0,70$	$\beta_u \leq 0,30$	$0,3 < \beta_u \leq 0,70$	$\beta_u > 0,70$	$0,30 < \beta_u \leq 0,70$	$\beta_u \leq 0,30$	$0,3 < \beta_u \leq 0,70$	$\beta_u > 0,70$	$\beta_u > 0,70$
FA	0,30	0,35	0,40	0,35	0,40	0,45	0,35	0,40	0,50	0,40	0,40	0,45	0,55	0,55
FB	0,35	0,40	0,45	0,35	0,40	0,45	0,35	0,45	0,50	0,45	0,40	0,50	0,55	0,55
FC	0,40	0,45	0,45	0,40	0,45	0,50	0,40	0,45	0,50	0,45	0,45	0,50	0,55	0,55
FD	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55	0,50	0,45	0,50	0,55	0,55
***	-	-	0,45	-	-	0,5/	-	-	0,55	-	-	-	-	0,55

Tablo E4'te;

FA, FB, FC, FD : Çerçeve tipleri

WA, WB, WC, WD: Perde duvar tipleri

***= $\beta_u = 1$ olan duvarlar

β_u = Perde duvarlar tarafından taşınan nihai kesme kuvvetinin, toplam nihai kesme kuvvetine oranı.

Tablo E5. Perde duvarların sınıflandırılması [5] (JAPONYA)					
PERDE TİPİ		WA	WB	WC	WD
KESME GÖÇMESİ		İZİN VERİLMEZ			WA, WB, WC haricindekiler
τ_u/F_c 'nin üst limiti	Çerçeve Tipi	0,20	0,25	Limitsiz	WA, WB, WC haricindekiler
	Duvar Tipi	0,10	0,125	0,15	

τ_u = Göçme mekanizması anındaki ortalama kayma gerilmesi (kg/cm²)

F_c = Betonun Standart Dayanımı (kg/cm²)

Tablo E.6. Çerçevelerin sınıflandırılması [5] (JAPONYA)					
Çerçeve Tipi		FA	FB	FC	FD
Göçme Modu		Eğilme Göçmesi			FA, FB veya F_c haricindekiler
KOLONLAR	h_o/D	≥ 2.5	≥ 2.0	Limitsiz	
	σ_o/F_c	≤ 0.35	≤ 0.45	≤ 0.55	
	P_t	$\leq 0.8\%$	$\leq 1.0\%$	Limitsiz	
	τ_u/F_c	≤ 0.10	≤ 0.125	≤ 0.15	
KİRİŞLER	τ_u/f_c	≤ 0.15	≤ 0.20	Limitsiz	

H_o : Kolonların net yüksekliği (m)

D : Kolonların derinliği (m)

σ_o : Göçme mekanizması anındaki normal gerilmeler (kg/cm²)

F_c : Betonun standart dayanımı (kg/cm²)

P_t : Çekme kuvveti oranı

τ_u : Göçme mekanizması anındaki ortalama kayma gerilmesi (kg/cm²)

Tablo E7. Perde Duvarların ve Çerçeve Sistemlerin Yapıda Birlikte Kullanılması (JAPONYA) [5].

PERDE DUVAR VEYA ÇERÇEVE TİPİ	WA veya FA tarafından taşınan kesme kuvvetinin, toplam kesme kuvvetine oranı	WC veya FC tarafından taşınan kesme kuvvetinin, toplam kesme kuvvetine oranı
WA veya FA	$\geq \%50$	$\leq \%20$
WB veya FB	Limitsiz	$< \%50$
WC veya FC	Limitsiz	$> \%50$

Bu tablo WD veya FD'nin olmadığı veya dikkate alınmadığı durumlarda geçerlidir. [5]

ÖZGEÇMİŞ:

Adı ve Soyadı : Cengiz KABUL

Doğum Tarihi : 22 Şubat 1973

Doğum Yeri : Trabzon

Eğitim : 1988 - 1991 Zonguldak Ereğli Anadolu Lisesi

1991 - 1995 Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

1995 - Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri
Enstitüsü İnşaat Müh. Anabilimdalı, Yapı
Programı.