

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans' a başladığım günden beri beni destekleyen aileme, manevi desteği ve tezin yazımındaki katkılarından dolayı eşim Deniz Öner, ağabeyim Cem Demirli ve kuzenim Aytuğ Özşeker'e, imkanlarından yararlanmama izin verdiği için Boran Ekinci Mimarlık 'ın sahibi Boran Ekinci'ye ve personeline teşekkür ederim.

Haziran, 2000 İSTANBUL

Pırl DEMİRLİ



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÖZET	x
SUMMARY	xii
1. GİRİŞ	1
2. DEPREM TANIMI	3
2.1. Yerkürenin İç Yapısı	3
2.2. Deprem Nedir?	5
2.3. Deprem Çeşitleri	10
2.3.1. Oluş Nedenlerine Göre	10
2.3.1.1.1. Tektonik Depremler	10
2.3.1.1.2. Volkanik Depremler	10
2.3.1.1.3. Çöküntü Depremleri	11
2.3.2. Derinliklerine Göre	11
2.3.3. Uzaklıklarına Göre	11
2.4. Deprem Parametreleri	12
2.4.1. Oluş Zamanı	12
2.4.2. Hiposantır (Odak, İç Merkez Derinliği)	12
2.4.3. Episantr (Dış Merkez) Enlem ve Boylamı	12
2.4.4. Büyüklük (Mağnitüd)	13
2.4.5. Şiddet	14
2.5. Depremlerin Yeryüzündeki Etkileri ve Zararları	17
2.5.1. Yüzey Kırıkları	17
2.5.2. Heyelan(Yer Kayması), Kopma ve Çökme	20
2.5.3. Toprak ve Çamur Akması	20
2.5.4. Sıvılaşma	20
2.5.5. Tsunami	21
2.5.6. Yangın	21
3. TÜRKİYE'DE DEPREMİN YERİ	22
3.1. Türkiye'de Deprem Yeri	22
3.2. Türkiye'nin Deprem Bölgeleri	28
4. DEPREME DAYANIKLI YAPI KAVRAMI	31
4.1. Yapılarda Deprem Kuvvetlerinin Oluşumu	31
4.2. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı	32
5. 1997 ABYYHY'DE BAHSİDİLEN DÜZENSİZLİKLER	35
5.1. Deprem Yönetmeliği	35
5.2. Betonarme Yapıların Depreme Karşı Davranışları	36

5.3. 1997 Deprem Yönetmeliğinde Bahsedilen Mimari Düzensizlikler	39
5.3.1. Planda Düzensizlik Durumları	42
5.3.1.1. Burulma Düzensizliği (A1)	42
5.3.1.2. Döşeme Süreksizliği (A2)	49
5.3.1.3. Planda Çıkıntılar Bulunması (A3)	50
5.3.1.4. Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (Ortogonal Olmama Düzensizliği)(A 4)	54
5.3.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	54
5.3.2.1. Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) (B1)	54
5.3.2.2. Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) (B2)	55
5.3.2.3. Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği(B3)	59
5.3.2.4. Binanın Düşey Gabarisindeki Düzensizlikler	65
5.3.2.5. Kat Yüksekliğindeki Düzensizlikler	68
5.3.2.6. Yükseklik Boyunca Kütle Dağılımındaki Düzensizlik (Ağırlık Dağılımı)	69
5.3.2.7. Kısa Kolon	69
5.3.2.8. Çarpışmaya Olanak Vermesi	73
5.3.3. Dikkat Edilmesi Gereken Diğer Konular	76
5.3.3.1.1. Yapı ağırlığı	76
5.3.3.1.2. Ek Kat	77
5.3.3.1.3. Bölme Duvarlar-Kalkan Duvarlar	78
5.3.3.1.4. Dış Cephe Giydirme Süsleri	79
6. SONUÇLAR	81
KAYNAKLAR	84
ÖZGEÇMİŞ	87

KISALTMALAR

ABYYHY	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
KAF	: Kuzey Anadolu Fayı
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
BAF	: Batı Anadolu Fayı
BBK	: Bitlis Bindirme Kuşağı
EGS	: Ege Graben Sistemi



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1.	Depremlerin Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması.....	14
Tablo 2.2.	Şiddet Ve Magnitüd Değerleri Arasındaki Dönüşümleri.....	15
Tablo 2.3.	Deprem Şiddet Cetveli.....	16
Tablo 3.1.	Ana Tektonik Bölgelerdeki Deprem Sayıları.....	24
Tablo 3.2.	Türkiye’de Hasar Yapan Depremler.....	25
Tablo 3.3.	Deprem Bölgelerine Göre Hasar Yapan Depremlerin Dağılımı.....	29
Tablo 5.1.	Türkiye’deki Standart Binaların Tasnifi.....	37
Tablo 5.2.	Türkiye Deprem Yönetmeliğinde Tarif Edilen Düzensizlikler.....	40
Tablo 5.3.	Çeşitli Yönetmeliklerde Değişik Düzensizlik Durumları.....	41

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1.	Yerkürenin Katmanları ve Fiziksel Özellikleri.....	4
Şekil 2.2.	Yerküre' nin Yapısı.....	5
Şekil 2.3.	Dünyayı Oluşturan Levhalar.....	5
Şekil 2.4.	Deprem Kuşağı Haritası.....	6
Şekil 2.5.	Doğrultulu Atımlı Faylar.....	8
Şekil 2.6.	Eğim Atımlı Faylar.....	8
Şekil 2.7.	Graben ve Horst.....	9
Şekil 2.8.	Yüzey ve Cisim Dalgaları.....	9
Şekil 2.9.	Cisim Dalgaları (P ve S Dalgaları).....	10
Şekil 2.10.	Yüzey Dalgaları (Love ve Rayleigh Dalgaları).....	10
Şekil 2.11.	Odak Noktası.....	13
Şekil 2.12.	Kocaeli Depremi Sonrası Yerüstünde İzlenebilen Fay Hattı.....	17
Şekil 2.13.	Kocaeli Depremi Sonrası Yerüstünde İzlenebilen Fay Hattı.....	18
Şekil 2.14.	Kocaeli Depremi Sonrası Yerüstünde İzlenebilen Fay Hattı.....	18
Şekil 2.15.	Kayalık Bir Zeminde Fay Görüntüsü.....	19
Şekil 2.16.	1976 Van-Çaldıran Depremi Fayı.....	19
Şekil 2.17.	1 Ekim 1995 Dinar Depremi' nde Meydana Gelen 60 Cm Düşey ve 15 cm Yatay Atımlı Bir Fay.....	20
Şekil 3.1.	Türkiye'nin Sismik Haritası.....	22
Şekil 3.2.	Türkiye'yi Etkileyen Levhalar.....	23
Şekil 3.3.	Derecelerine Göre Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.....	29
Şekil 3.4.	Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.....	30
Şekil 4.1.	Deprem Altında Bina Davranışı.....	33
Şekil 5.1.	Kolon-Kiriş-Döşeme Birleşim Noktasında Kırılma.....	38
Şekil 5.2.	1999 Kocaeli Depreminde Gölcük'de Hasar gören Bir Bina.....	39
Şekil 5.3.	Burulma Düzensizliği	42
Şekil 5.4.	Yalnız, Perdelerden Oluşan Sistemler.....	43
Şekil 5.5.	Boşluklu perde-perde-çerçevelerden oluşan sistemler.....	43
Şekil 5.6.	Perde ve Çerçevelerden Oluşan Sistemler.....	44
Şekil 5.7.	Taşıyıcı Sistemdeki Düzensizlikler.....	44
Şekil 5.8.	Kütle Merkezi ve Rijitlik Merkezi Aynı Noktada Olan Bir Örnek...	45
Şekil 5.9.	Kütle Merkezi ve Rijitlik Merkezi Farklı Noktada Olan Örnekler.....	46
Şekil 5.10.	Burulma Etkileri.....	46
Şekil 5.11.	Banco Central de Nicaragua Binası Tipik Kat Planı.....	47
Şekil 5.12.	Banco Central de America Binası Tipik Kat Planı.....	48
Şekil 5.13.	Guatemala Şehrindeki Terminal Hotel Binası.....	48
Şekil 5.14.	Kolon ve Kirişlerin Dolgu Duvarların İçine Saklanması.....	49
Şekil 5.15.	Burulmaları Önlemek İçin Binanın Parçalara Ayrılması.....	49
Şekil 5.16.	Döşeme Düzensizlikleri.....	50

Şekil 5.17.	Plan Geometrisindeki Düzensizlikler ve Bunları Önlemek İçin Alınabilecek Tedbirler.....	51
Şekil 5.18.	Binaların Yerleşimindeki Doğru ve Yanlışlar.....	52
Şekil 5.19.	Binaların Biçimlerindeki Doğru ve Yanlışlar.....	53
Şekil 5.20.	Ortogonal Olmama Düzensizliği.....	54
Şekil 5.21.	Yumuşak Kat Yaratılması Hali.....	55
Şekil 5.22.	Yumuşak Kat Deplasmanının Büyüklüğü.....	56
Şekil 5.23.	Yumuşak Kat Nedeniyle Boyu Kısalmış Yapı Örneği (Dinar).....	56
Şekil 5.24.	Hasar Gören Bir Binanın Depremden Önceki Ve Sonraki Durumu..	57
Şekil 5.25.	Yumuşak Katın Çelik Çaprazlarla Güçlendirilmesi.....	58
Şekil 5.26.	Burulma Ve Yumuşak Kat Hasarı Birleşimi.....	58
Şekil 5.27.	San Francisco Marina Bölgesinde Yumuşak Kat Hasarı (17 Ekim 1989 Loma Prieta- Kaliforniya Depremi, $M=7.1$).....	59
Şekil 5.28.	Bostancı-Göztepe Arasında Yumuşak Kat.....	60
Şekil 5.29.	Perde ve Çerçevelerden Oluşan Düzensiz Sistemler.....	61
Şekil 5.30.	1. Kattan Sonra Çıkma Yapılan ve Bu Çıkma Üzerine Kolon Oturtulan Bir Yapı.....	62
Şekil 5.31.	Zemin Kattan Sonra Çıkma Yapılan Bir Bina.....	62
Şekil 5.32.	1. Kattan Sonra Çıkma Yapılan Bir Bina.....	63
Şekil 5.33.	Zemin Katından Sonra Çıkma Yapılan Bir Bina.....	63
Şekil 5.34.	Rijitlik Düzensizlikler.....	64
Şekil 5.35.	1967 Caracas Depreminde Hasar Gören Yapı.....	64
Şekil 5.36.	1979 El-Centro Depreminde Hasar Gören Yapı.....	65
Şekil 5.37.	Düşeyde Geometrik Düzensizlikler.....	66
Şekil 5.38.	Bina Gabarisinde Düzensizlik.....	66
Şekil 5.39.	Dubleks Bir Yapıdaki Düzensizlik.....	66
Şekil 5.40.	Bitişik Nizamda Dupleks Yapıların Kat Düzeylerindeki Durumu....	67
Şekil 5.41.	Eğimli Arazide Farklı Yüksekliklerde Oluşturulmuş Temeller.....	67
Şekil 5.42.	Geri Çekme Düzensizliği.....	68
Şekil 5.43.	Farklı Fonksiyonlardan Dolayı Farklı Yükseklikteki Katlar.....	68
Şekil 5.44.	Kütle Dağılımındaki Düzensizlikler.....	69
Şekil 5.45.	Giriş Holünde Yükseklik Boyunca Kütle ve Rijitlik Dengesizliği (7 Aralık 1988 Ermenistan Depremi, $M=6.9$).....	70
Şekil 5.46.	Kısa Kolon Düzensizliği.....	71
Şekil 5.47.	Kısa Kolonlu Betonarme Apartmanlar-El Asnam,Cezair (10 Ekim 1980 El Asnam Depremi, $M=7.2$).....	71
Şekil 5.48.	Kısa Kolon Hasarı-El Asnam, Cezair (10 Ekim 1980 El Asnam Depremi, $M=7.2$).....	72
Şekil 5.49.	Kısa Kolon Örneği-Managua, Nicaragua (23 Aralık 1972 Managua Depremi, $M=6.2$).....	72
Şekil 5.50.	Kısa kolon örneği (Dinar).....	73
Şekil 5.51.	Binalar Arasında Bırakılması Gereken Boşluklar.....	74
Şekil 5.52.	Çarpışma Kurbanı Hotel De Carlo Binası. Meksika (19 Eylül 1985 Mexico City Depremi , $M=8.1$).....	74
Şekil 5.53.	Çarpışma Kurbanı Hotel De Carlo Binası. Meksika (19 Eylül 1985 Mexico City Depremi , $M=8.1$).....	75
Şekil 5.54.	Döşeme Hızasında Çarpışma Örneği, Meksika. (19 Eylül 1985 Mexico City Depremi , $M=8.1$).....	75
Şekil 5.55.	Döşemeleri Farklı Seviyede İki Betonarme Bina Çarpışması (1 Ekim 1995 Dinar Depremi, $M=5.9$).....	76

Şekil 5.56.	Çiçeklik Nedeni İle Ağır Kütle (Olive View Hastanesi, San Fernando, ABD).....	77
Şekil 5.57.	Çiçekliğin Ağır Hasarı (Olive View Hastanesi, San Fernando, ABD).....	77
Şekil 5.58.	Sağlıksız Yapı Gelişmesi Örneği(Dinar).....	78
Şekil 5.59.	Bina Boyunca Tuğladan Yapılmış Dış Şeklindeki Süsler.....	79
Şekil 5.60.	Capri Residencia Apartman, Caracas, Venezuella.....	80



1997’DE YAYINLANAN AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİĞİN, BETONARME BİNALARIN MİMARİSİNE GETİRDİĞİ KISITLAMALARIN İNCELENMESİ

ÖZET

Depremlerden sonra yapılan incelemelerde binaların mimari tasarımlarından ve taşıyıcı sistemlerindeki bir takım düzensizliklerden dolayı ağır hasara uğradıkları görülmüştür. Bu amaçla, deprem riski olan ülkelerde Deprem Yönetmeliklerinde düzensiz yapılar için özel şartlar getirilmiştir. Bu şekilde depremin zararlı etkilerinden korunma amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, ABYYHY 1997 esas alınarak, depreme dayanıklı yapı yapmak için dikkat edilmesi gereken mimari ve strüktürel düzensizlikler bir arada incelenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümü olan giriş bölümünden sonraki ikinci bölümde, Yerküre’ nin iç yapısı depremlerin oluşumunu açıklayan Levha Tektoniği Kuramı, yerküre üzerindeki levhalar ve hareketlerinden bahsedilmekte, depremin tanımı, oluş nedenleri, çeşitler,, özellikleri ve etkileri ele alınmaktadır.

Üçüncü bölümde, Türkiye’nin bir deprem ülkesi olduğu ve eğitime gereken önemin verilmesi vurgulanmakta, Türkiye Deprem Bölgeleri incelenmektedir.

Dördüncü bölümde, yapının deprem sırasında maruz kaldığı kuvvetler ve bu kuvvetler karşısındaki davranışı incelenmiş, bütün bunların sonucunda ‘Depreme Dayanıklı Yapı’ kavramı tanımlanmıştır.

Beşinci bölümde, ABYYHY ‘in Türkiye’deki tarihi ve gerekliliğinden bahsedilmiş, ABYYHY 1997 ‘de yer alan düzensizlikler sıralanmıştır. Plandaki düzensizlikler Burulma Düzensizliği(A1), Döşeme Süreksizliği (A2), Planda Çıkıntılar Bulunması (A3), Ortogonal Olmama Düzensizliği (A4) olarak, Düşey Doğrultudaki

Düzensizlikler ise Zayıf Kat (B2), Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği (B3) olarak ayrılmıştır. Bunların dışında binanın düşey gabarisindeki, kat yüksekliklerindeki, yükseklik boyunca kütle dağılımındaki düzensizlikler, kısa kolon düzensizliği; ayrıca binaların çarpışmaya olanak vermesi , bölme ve kalkan duvarlarının , dış cephe giydirmelerinin ve süslemelerinin durumu, yapı ağırlığı ve ek katlar incelenmiştir.

Altıncı bölümde, beşinci bölümde bahsedilen düzensizliklerle ilgili sonuçlar değerlendirilmiştir.



**THE STUDY OF THE RESTRICTIONS IN THE ARCHITECTURE OF THE
REINFORCED BUILDINGS, BROUGHT BY THE REGULATION ABOUT
THE BUILDINGS CONSTRUCTED IN THE DISASTER REGIONS, ISSUED
IN 1997.**

SUMMARY

In the inspections made after the earthquakes, it has been realized that the buildings have been badly damaged because of their architectural designs and the disorderliness in their structures.

For this reason, in the earthquake risky countries, special conditions are applied in the earthquake regulations for the disordered buildings in order to avoid the harmful effects.

In this research, architectural and structural disorderliness' are studied together according to ABYYHY 1997, in order to construct buildings resistant to earthquakes.

In the second section, Earth's internal structure and the "Layer Tectonics Hypothesis" concerning the earthquake formation are studied ; the description, reasons, various types, properties and influences of the earthquakes are explained.

In the third section, it is emphasized that Turkey is a earthquake country, education has a very important role to survive earthquakes and Turkey's earthquake regions are indicated.

In the forth section, the forces applied to the building and the behaviour of the building during earthquake are studied and consequently the concept of "Construction Resistant to Earthquake" is defined

In the fifth section, the history and the importance of ABYYHY in Turkey and the disorderliness in 1997 edition are mentioned. The disorderliness' in the plan are

divided into 4 categories : Twisting Disorderliness (A1), Interruption of Floor Continuity (A2), Existence of Sail-over in the Plan (A3), The Axis of the Bearing Pieces not being Parallel (A4). The disorderliness in Vertical Direction are divided as follows : Poor Floor (B1), Soft Floor (B2), Interruption of the Continuity of Vertical Members of the Bearing System (B3).

Besides all these, the disorderliness in the maximum construction height of the building, in the story height and in the mass distribution along the building height; the disorderliness of short column; the allowance of the buildings to hit each other; the situation of the inside walls, the end gables, the curtain walls and the decorations; building weight and added floors are studied.

In the sixth section, the conclusion of these irregularities are valued.



1. GİRİŞ

Deprem yer içinde fay olarak adlandırılan kırıklar üzerinde biriken biçim değiştirme enerjisinin aniden boşalması sonucunda meydana gelen yer değiştirme hareketinin neden olduğu karmaşık elastik dalga hareketidir.

Bugüne kadar yapılan çeşitli araştırmalarla yerbilimciler, depremin önceden belirlenmesine çalışmışlardır. Ancak depremleri önceden haber verecek bir yöntem dünyada henüz bulunmuş değildir. Yerbilimciler deprem riski taşıyan alanları saha çalışmaları ve aletsel çalışmalarla uydu teknolojisi ile belirlemekte, ancak depremin ne zaman olacağını bilememektedirler.

Bilindiği gibi yurdumuz dünyanın en etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunmaktadır. Geçmişte yurdumuzda birçok yıkıcı depremler olduğu gibi, gelecekte de sık sık oluşacak olan depremlerin büyük can ve mal kaybına yol açacağı bir gerçektir.

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir.

Depremler genellikle gerçekleşmesi beklenen, yerleri ve büyüklükleri bir ölçüde önceden kestirilebilen ve yapı ölçeğinde önlem alınabilecek doğa olaylarındandır. Bu nedenle afet olarak düşünülmemelidir. Depremi afet haline dönüştüren, can ve mal kayıplarına yol açan ise insanların yapmış olduğu yanlış uygulamalar ve tedbirsizliklerdir.

Yapılarda deprem sonucu meydana gelen hasarlar bu konuda bazı kuralların belirlenmesi gereğini hissettirmiştir. Deprem Yönetmeliği olarak isimlendirilen bu kurallar topluluğunun ülkemizdeki geçmişi 1940 'lara dayanır. Ülkemiz dünyada depremle ilgili yasa çıkarılan ilk beş ülkeden biridir.

Gerek Türkiye’de gerekse dünyada depremlerden edinilen deneyimler depreme dayanıklı yapı tasarımının daha mimari tasarım sırasında başladığını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, ABYYHY (1997) ‘de yer alan düzensizlikler örneklerle ele alınmakta ve bu düzensizliklerin mimari tasarımı ne şekilde kısıtladığı incelenmektedir.



2. DEPREM TANIMI

2.1. Yerkürenin İç Yapısı

6371 kilometre yarıçapında olan yerküremiz, dıştan içe doğru Yerkabuğu, Manto ve Çekirdek olarak adlandırılan katmanlardan oluşmuştur. Manto, Üst ve Alt Manto olarak iki bölüme ayrılırken, Çekirdek de Dış ve İç Çekirdek olarak alt katmanlara ayrılmaktadır (Şekil 2.1). Yerin en dıştaki katmanı olan Yerkabuğu, karalarda ortalama 30-50 kilometre kalınlıktayken, okyanusların altında 7 kilometrelik bir kalınlığa kadar değişmektedir. (Şekil 2.2) [12]

Yapılan jeolojik çalışmalarla, depremler sonucu oluşan doğal veya bilim adamlarının oluşturduğu yapay sismik dalgaların etkisiyle meydana gelen hareketlerle yerkürenin iç yapısı anlaşılma çalışılrsa da henüz yeterli bilgiye ulaşılamamıştır.

Taşküre' nin altında bulunan, Astenosfer denilen yumuşak katmanda, ısı akımları nedeniyle oluşan kuvvetler, taş kabuğun parçalanmasına ve “levha” lara bölünmesine neden olmaktadır. Şu anda 10 kadar büyük ve çok sayıda küçük levha vardır. Bu levhalar Astenosfer üzerinde insanların hissedemeyeceği bir hızla hareket etmektedirler.

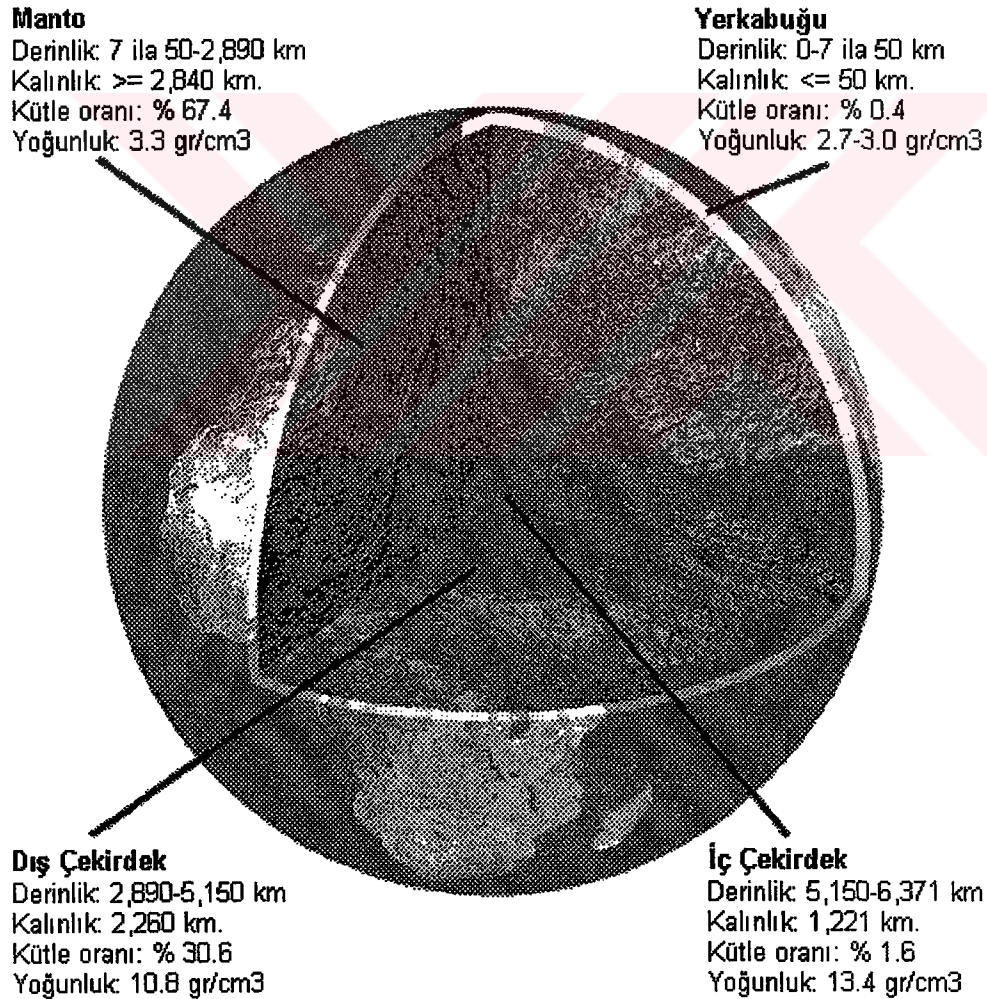
Levhaların birbirlerine göre yer değiştirme değerleri yılda birkaç santimetreden onlarca santimetreye kadar olabilmektedir. Günümüzde bilinen belli başlı levhalar şunlardır: Pasifik, Afrika, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrasya, Hindistan, Arabistan, Karayip, Kokos, Antartika, Nazka, Fiji ve Filipin levhaları.... (Şekil 2.3) [12]

Manto' daki ısı akımlarının neden olduğu bu hareketler sırasında levhalar birbirinden uzaklaşır, birbirlerine çarpar veya birbirlerini sıyırlar. Bu hareketlilik sonucunda, levha sınırlarında, uzun zaman dilimleri ile bakıldığında yeni okyanuslar, yeni

kıtarlar, sıradağlar ve yanardağlar oluşur. Depremler ve volkanik aktivitelerin nedeni de tüm bu hareketliliklerdir.[12]

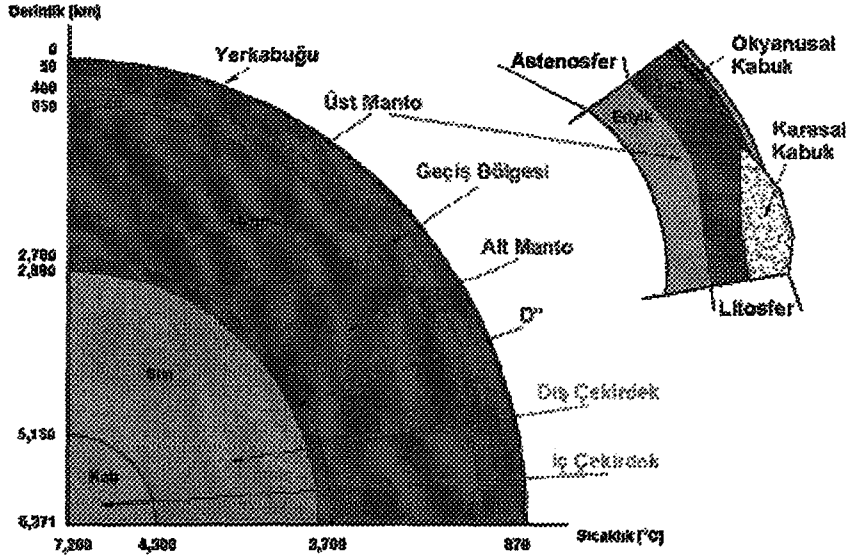
Levhalar, Uzaklaşan-Ayrılan, Yakınlaşan-Çarpışan ve Yanal Yer Değiştiren-Sıyırarak Levha' lar olmak üzere üç çeşittir.

Levhalar tektoniğinin keşfi ve gelişmesinde depremler önemli rol oynamıştır. Depremler levhaların birbirlerini dokunduğu sınırda oluşan deformasyon ve kırıklarla ilişkili olduğundan deprem odakları levha sınırlarını belirler. Şekilde görülen deprem odaklarının belirgin sınırlar boyunca oluşturduğu diziler "Deprem Kuşakları" olarak adlandırılır. Ülkemizin üzerinde bulunduğu deprem kuşağına "Alp-Himalaya deprem kuşağı" denir.(Şekil 2.4) [18]



Şekil 2.1. Yerkürenin Katmanları ve Fiziksel Özellikler.[36]

Levha hareketlerinin incelenmesi sayesinde bugün, büyük depremlerin %90'nın nerede olacağı biliniyor. Ancak zamanlarını kestirebilmek için levha sınırlarındaki davranışların detaylı olarak araştırılması gerekiyor. [12]



Şekil 2.2. Yerküre'nin Yapısı.[36]

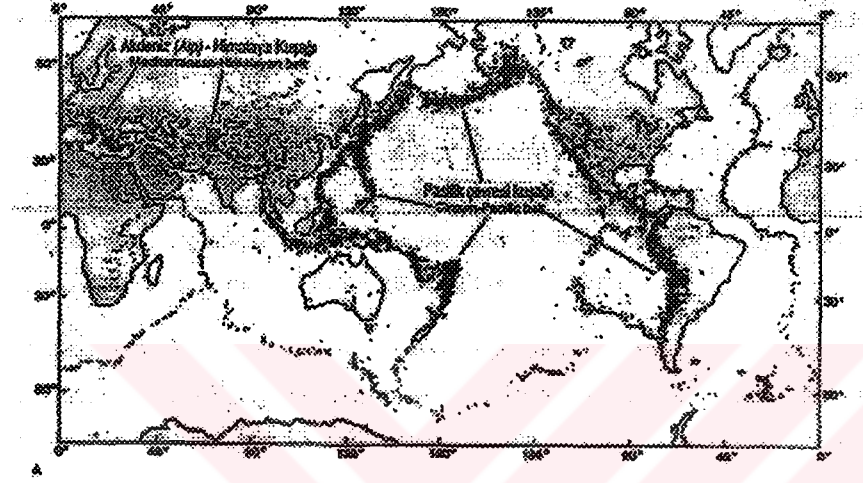


Şekil 2.3 Dünyayı Oluşturan Levhalar.[36]

2.2. Deprem Nedir ?

Birbirlerini iten ya da diğerinin altına giren iki levha arasında, harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Bir levhanın hareket edebilmesi için bu sürtünme kuvvetinin giderilmesi gerekir. İtilmekte olan bir levha ile bir diğer levha arasında sürtünme kuvveti aşıldığı zaman bir hareket oluşur. Bu hareket çok kısa bir zaman biriminde gerçekleşir ve şok niteliğindedir. Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle

ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına "DEPREM" denir. Bu dalgalar depremin oluş yönünden uzaklaştıkça enerjisi azalarak yayılır. Bu sırada yeryüzünde, bazen gözle görülebilen, kilometrelerce uzanabilen ve FAY adı verilen arazi kırıkları oluşabilir. Bu kırıklar bazen yeryüzünde gözlenemez, yüzey tabakaları ile gizlenmiş olabilir. Bazen de eski bir depremden oluşmuş ve yeryüzüne kadar çıkmış, ancak zamanla örtülmüş bir fay yeniden oynayabilir. [10]



Şekil 2.4 Deprem Kuşağı Haritası.[27, s.92]

Depremlerin önemli bir bölümü yeryüzünden yaklaşık 12 km derinliklere kadar uzanan elastik kısımda üst kabuk içinde meydana gelmektedir. Bu derinlikten daha derinliklerde sıcaklık 400 derecenin üzerinde olduğu için yer değiştirme hareketi depremsiz, krip denilen yavaş plastik şekil değiştirme enerjisi şeklinde yutulur. Buna karşılık elastik üst kısımda ise her yıl birkaç cm 'lik yer değiştirme, yüzyıllarca birikerek birkaç metre birden büyük bir depremle meydana gelmektedir. Depremler sırasında ilk kırılma başlangıcının bu elastik alan sınırında meydana geldiği anlaşılmaktadır. [13]

Deprem, elastik bir ortamda biriken potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümüdür. [17]

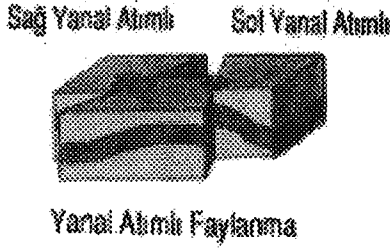
Dünyanın oluşumundan beri, sismik yönden aktif bulunan bölgelerde depremlerin ardışıklı olarak olduğu ve bunların sonucunda da milyonlarca insanın ve barınakların yok olduğu bilinmektedir. Aristo, deprem konusuyla uğraşarak sınıflandırma yapmış, sonraları M.S. 132'de Çin'de deprem hareketini gösterebilen

ilk araç yapılmıştır. 1760 tarihlerinde İngiltere’de John Michael, depremlerin yerkabuğundaki dalga hareketleri ile ilgili olduğunu belirten bildiriler yayınlamıştır. 1840 yılında Von Hoff bütün dünyayı kapsamı içine alan bir deprem kataloğu yayınlamıştır. 1857’de oluşan Büyük Napoli depreminden sonra İrlanda’lı mühendis Robert Mellet depremle ilgili ilk arazi çalışmasını yapmış, bölgenin hasarla ilgili haritasını hazırlamış ve depremleri kaydedebilmek için yeryüzünde bazı gözlemevleri kurulmasını önermiştir. Daha sonraları İtalya’da Palmieri, yakın ve uzak depremleri kaydedebilen bir (sismograf) araç yapmıştır. 1897’de Oldham, deprem kaydedicilerden alınan kayıtlar üzerindeki gözlemlere dayanarak P ve S dalgalarının matematiksel kuramlarını denklemlerle ortaya koymuştur. Bu gelişmeler yanında deprem tehlikesiyle karşı karşıya bulunan ülkelerde, konuyla ilgili çalışmalar yapmak ve araçsal gelişmeleri tamamlamak üzere Enstitüler kurulmaya başlanmıştır. Örneğin, 1880 de Japonya’da bir depremten sonra ilk olarak “Japonya Sismoloji Derneği” kurulmuş ve araç yapımına başlanmıştır. Böylelikle, 19. yüzyılın ikinci yarısından sonra depremler bilimsel yönden incelenmeye başlanmıştır.[28, s.3]

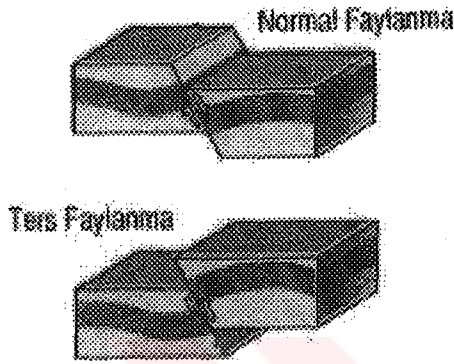
Depremi diğer doğal afetlerden daha etkili kılan üç önemli özelliği bulunmaktadır. Bunlar, önceden kestirilmemesi, çok anlık olup bitmesi ve durdurulmamasıdır. Bu nedenle etkinliği çok olmaktadır. [27, s.91]

Yerkürenin oluşumunun başlangıcından bu yana var olan deformasyonlar ve depremler, yerküre ömrünün sonuna kadar varolacaktır. O halde, insana düşen görev onun özelliklerini anlamak, konutlarını sağlam yapmak ve onu önceden kestirip gerekli önlemleri almaktır. [7, s.8]

Deprem sonrası oluşan ve bazen yeryüzünde de gözlenebilen Fay adındaki kırıklar Doğrultulu Atımlı ve Eğim Atımlı Faylar olmak üzere iki çeşittir. Doğrultu Atımlı Fay’larda yer değiştirme sağa doğruysa sağ atımlı, sola doğru ise sol atımlı olarak adlandırılır.(Şekil 2.5) Eğim Atımlı faylar da Normal ve Ters olmak üzere ikiye ayrılır. Normal faylanma genelde yerkabuğunun yatay çekme kuvveti sonucu, ters faylanma basınç kuvveti sonucu oluşur. .(Şekil 2.6)



Şekil 2.5 Doğrultulu Atımlı Faylar.[13]

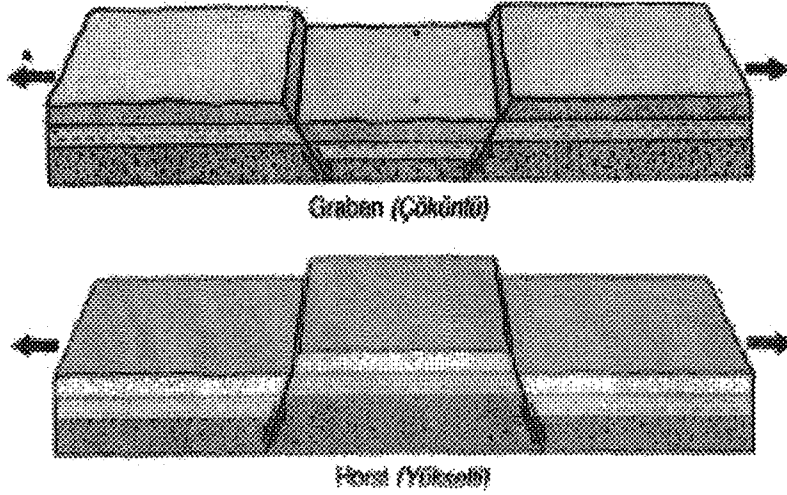


Şekil 2.6 Eğim Atımlı Faylar.[13]

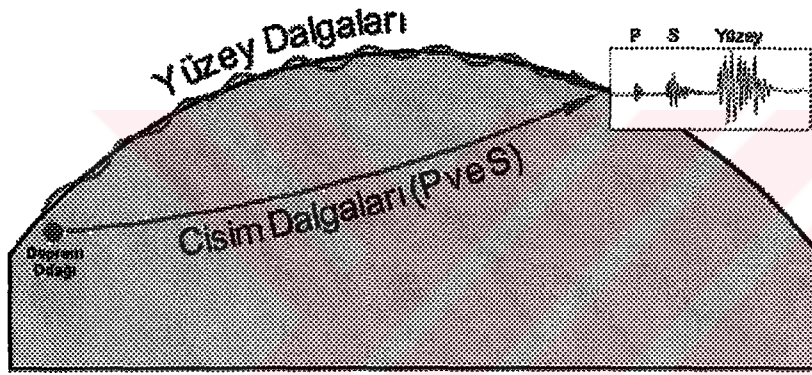
Normal faylanma arasındaki blok çökerse buna "Graben" (çöküntü) denir. İki ayrı normal faylanma arasında bir yükselti bloğu kalırsa buna "Horst" (yükselti) denir.(Şekil 2.7)[13]

Depremlerin oluşumu sırasında ortama yayılan dalgalara Sismik Dalgalar denir. Bu dalgaların oluşturduğu sarsıntılar sesi işitilebilecek kadar yüksek frekanslı olabildiği gibi birkaç saniye ya da dakika uzunluklu olabilir. Sismik Dalgalar, Yüzey ve Cisim Dalgaları olmak üzere iki çeşittir.(Şekil 2.8)

Cisim Dalgaları'ndan en hızlı yayılan bu yüzden deprem kayıt aletlerinde (sismograf) en önce görülen dalgalar P dalgalarıdır (Boyuna Dalgalar). P dalgalarında, titreşim hareketi yayılma doğrultusu ile aynıdır. Kayıt aletlerinde ikinci olarak görülen dalgalar S dalgalarıdır (Enine Dalgalar). S dalgaları yayılım doğrultularına dik yönde parçacık hareketine neden olurlar ve sıvı ortamda yayılmazlar. Yapılarda en fazla hasara S dalgaları neden olurlar. S dalgalarının hızı P dalgalarından yavaştır.(Şekil2.9)



Şekil 2.7 Graben ve Horst.[13]

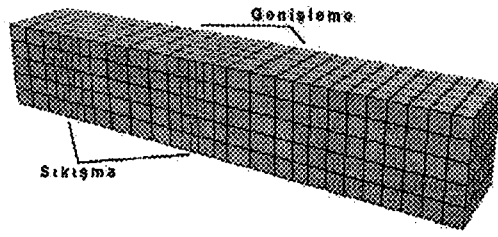


Şekil2.8 Yüzey ve Cisim Dalgaları. [10]

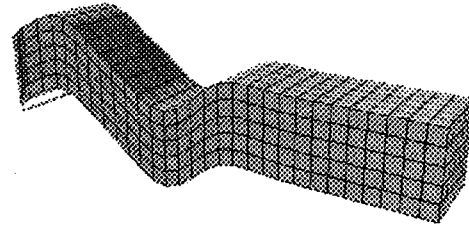
Yüzey dalgaları Love ve Rayleigh Dalgaları olarak iki bölüme ayrılır. S dalgalarından sonra gelen bu dalgalar yakın depremlerde S dalgaları gibi yıkıcı özelliktedir. Oluşturdukları parçacık hareketleri yayılma doğrultusuna diktir. Hızı daha fazla olan Love ve genliği daha büyük olan Rayleigh dalgaları olarak ikiye ayrılırlar.(Şekil2.10)

Depremlerin ya da diğer tür enerji kaynaklarının ürettiği sismik dalgalar Sismograf olarak adlandırılan aygıtlar tarafından kaydedilir.

Deprem kayıtlarına Sismogram denir. Depremin nasıl oluştuğunu, deprem dalgalarının yeryuvarı içinde ne şekilde yayıldıklarını, ölçü aletleri ve yöntemlerini, kayıtların değerlendirilmesini ve deprem ile ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına Sismoloji denir. [10]

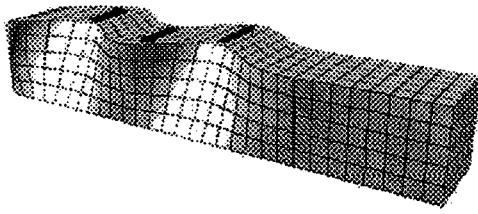


P Dalgası

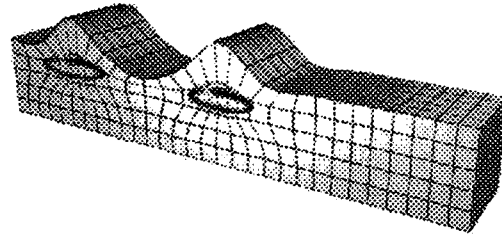


S Dalgası

Şekil 2.9 Cisim Dalgaları (P ve S Dalgaları). [10]



Love Dalgaları



Rayleigh Dalgaları

Şekil 2.10 Yüzey Dalgaları (Love ve Rayleigh Dalgaları). [10]

2.3. Deprem Çeşitleri

2.3.1. Oluş Nedenlerine Göre

2.3.1.1. Tektonik Depremler

Bu depremler çoğunlukla levhalar sınırlarında oluşurlar. Yeryüzünde olan depremlerin %90'ı bu gruba girer. Türkiye'de olan depremler de büyük çoğunlukla tektonik depremlerdir. [10]

2.3.1.2. Volkanik Depremler

Volkanik depremler yanardağların etkin olduğu kuşaklarda, volkanların püskürmesi sonucu oluşurlar. Yerin derinliklerinde ergimiş maddenin yeryüzüne çıkışı sırasındaki fiziksel ve kimyasal olaylar sonucunda oluşan gazların yapmış oldukları patlamalarla bu tür depremlerin meydana geldiği bilinmektedir. Bunlar da yanardağlarla ilgili olduklarından yereldirler ve önemli zarara neden olmazlar.

Japonya ve İtalya'da oluşan depremlerin bir kısmı bu gruba girmektedir. Türkiye'de aktif yanardağ olmadığı için bu tip depremler olmamaktadır. [10]

2.3.1.3.Çöküntü Depremler

Bunlar yer altındaki boşlukların (mağara), kömür ocaklarında galerilerin, tuz ve jipsli arazilerde erime sonucu oluşan boşlukları tavan bloğunun çökmesi ile oluşurlar. Hissedilme alanları yerel olup, enerjileri azdır; fazla zarar getirmezler. Büyük heyelanlar ve gökten düşen meteorların da küçük sarsıntılara neden olduğu bilinmektedir. [10]

2.3.2. Derinliklerine Göre

Depremde enerjinin açığa çıktığı noktanın yeryüzünden en kısa uzaklığı, depremin Odak Derinliği olarak adlandırılır. Depremler odak derinliklerine göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma tektonik depremler için geçerlidir. Yerin 0-60 km. derinliğinde olan depremler sığ deprem olarak nitelenir ve genelde kıtasal alanlarda (örn. Türkiye) meydana gelir. Yerin 70-300 km. derinliklerinde olan depremler orta derinlikte olan depremlerdir ve bir levhanın diğer bir levha altına daldığı bölgelerde (örn. Japonya, Şili) görülür. Derin depremler ise yerin 300 km.den fazla derinliğinde olan depremlerdir. Türkiye'de olan depremler genellikle sığ depremlerdir ve derinlikleri 0-60 km. arasındadır. Orta ve derin depremler daha çok bir levhanın bir diğer levhanın altına girdiği bölgelerde olur. Derin depremler çok geniş alanlarda hissedilir , buna karşılık yaptıkları hasar azdır. Sığ depremler ise dar bir alanda hissedilirken bu alan içinde çok büyük hasar yapabilirler. [10]

2.3.3. Uzaklıklarına Göre

Depremin etkilediği alan 100 km 'den küçük ise Yerel Deprem, 100 km ile 1000 km arasında ise Yakın Deprem, 1000 km ile 5000 km arasında ise Bölgesel Deprem, 5000 km 'den büyükse Uzak Deprem olarak adlandırılır.

2.4. Deprem Parametreleri

Oluşan depremin tariflenmesi ve anlaşılabilmesi için "Deprem Parametreleri" olarak tanımlanan bazı kavramlardan söz edilmektedir. Aşağıda kısaca bu parametrelerin açıklaması yapılacaktır.

Deprem parametreleri, Oluş Zamanı, Hiposantır(Odak Noktası, İç Merkez) Derinliği, Episantr(Dış Merkez) Enlem ve Boylamı ve Büyüklük(Mağnitüd) olmak üzere dört adettir.

2.4.1. Oluş Zamanı

Oluş zamanı fay üzerinde ilk kırılmanın olduğu andır. Depremle ilgili araştırmalarda tarihin yanı sıra, oluş zamanı GMT(Greenwich Saati)'ye göre belirlenir.

2.4.2. Hiposantır(Odak Noktası, İç Merkez)

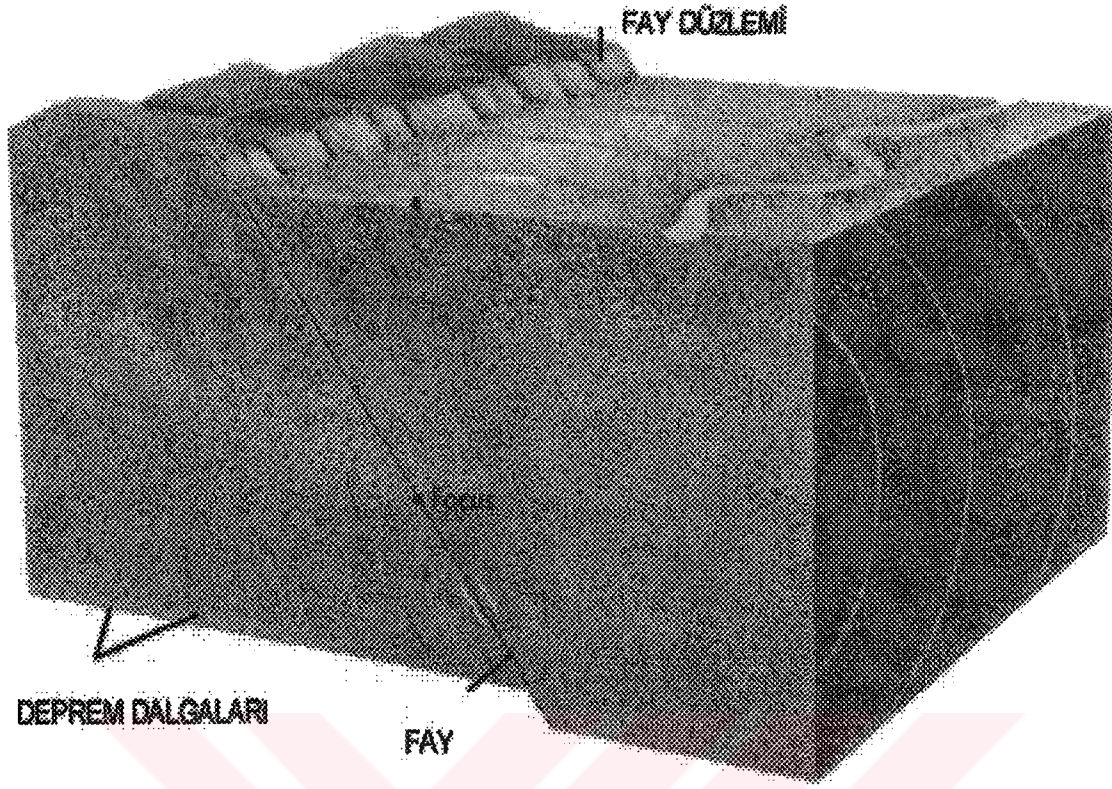
Odak noktası yerin içinde depremin enerjisinin ortaya çıktığı noktadır. Bu noktaya Odak Noktası veya İç Merkez de denir. Gerçekte , enerjinin ortaya çıktığı bir nokta olmayıp bir alandır, fakat pratik uygulamalarda nokta olarak kabul edilmektedir.(Şekil 2.11) [10]

Odak noktanın yeryüzünden olan derinliğine de Odak Derinliği denir. Araştırmalar 700 km' den daha derin depremlerin olmadığını göstermektedir.

2.4.3. Episantr (Dış Merkez)

Odak noktasına en yakın olan yer üzerindeki noktadır. Burası aynı zamanda depremin en çok hasar yaptığı veya en kuvvetli olarak hissedildiği noktadır. Aslında bu , bir noktadan çok bir alandır. Depremin dış merkez alanı depremin şiddetine bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir. Bazen büyük bir depremin odak noktasının boyutları yüzlerce kilometreyle de belirlenebilir. Bu nedenle "Episantr Bölgesi" ya da "Episantr Alanı" olarak tanımlama yapılması gerçeğe daha yakın bir tanımlama olacaktır. [10]

Deprem odak noktasının yeryüzündeki izdüşümünün (episantr) enlem ve boylam cinsinden koordinatına Episantr Koordinatı denir.



Şekil 2.11 Odak Noktası.[13]

2.4.4. Büyüklük (Mağnitüd)

Deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin doğrudan doğruya ölçülmesi olanağı olmadığından, Amerika Birleşik Devletleri'nden Prof.Charles Richter tarafından 1935 yıllarında bulunan bir yöntemle depremlerin aletsel bir ölçüsü olan "Magnitüd" tanımlanmıştır. Prof .Richter, episantrdan 100 km. uzaklıkta ve sert zemine yerleştirilmiş özel bir sismografla kaydedilmiş zemin hareketinin mikron cinsinden (1 mikron 1/1000 mm) ölçülen maksimum genliğinin 10 tabanına göre logaritmasını bir depremin "magnitüdü" olarak tanımlamıştır. [10]

Richter büyüklük ölçeği logoritmiktir, yani 5 büyüklüğünde bir depremin yer hareketi 4 ölçeğindeki depremininkinden 10 kere daha fazladır. Ancak enerji açısından ele aldığımızda, 5 ölçeğindeki depremin enerjisi 4 ölçeğindeki kiyasla 30 kere daha fazla olmaktadır. Richter büyüklük ölçeğinin basit bir sismografa bağımlı olması, yalnızca sığ ve yakın depremler için kullanılabilmesi ve 2'den küçük depremlerin büyüklüğünü saptayamamaları gibi sınırlamalar vardır. [7, s.13]

Aynı büyüklükteki iki depremin enerjilerinin aynı olmaması depremin sığ veya derin odaklı oluşuyla ilgilidir. Sığ depremler derin depremlere göre daha fazla hasara yol açarlar. Yine de Richter ölçeği depremlerin özelliklerinin belirlenmesinde çok önemli bir unsurdur.

Bugüne dek olan depremler istatistik olarak incelendiğinde kaydedilen en büyük magnitüd değerinin 8.9 olduğu görülmektedir (31 Ocak 1906 Colombiya-Ekvator ve 2 Mart 1933 Sanriku-Japonya depremleri). [10]

Tablo 2.1 Depremlerin Büyüklüklerine Göre Sınıflandırılması. [7, s 18]

Büyüklük	Büyüklük Sınıflaması
$M \geq 7$	Büyük Deprem
$5 \leq M < 7$	Orta Büyüklükte Deprem
$3 \leq M < 5$	Küçük Deprem
$1 \leq M < 3$	Mikro-deprem
$M < 1$	Küçük mikro-deprem

2.4.5. Şiddet

Teknolojinin henüz çok fazla gelişmediği dönemlerde, depremlerin ölçüsünü belirlemek amacıyla, depremin yeryüzünde verdiği hasara göre bir sınıflandırma yapılarak Şiddet adı verilen ölçek oluşturulmuştur.

Depremin şiddeti, depremlerin gözlenen etkileri sonucunda ve uzun yılların vermiş olduğu deneyimlere dayanılarak hazırlanmış olan "Şiddet Cetvelleri"ne göre değerlendirilmektedir. Diğer bir deyişle "Deprem Şiddet Cetvelleri" depremin etkisinde kalan canlı ve cansız her şeyin depreme gösterdiği tepkiyi değerlendirmektedir. Önceden hazırlanmış olan bu cetveller, her şiddet derecesindeki depremlerin insanlar, yapılar ve arazi üzerinde meydana getireceği etkileri belirlemektedir. [10]

İlk şiddet cetvellerinin kullanılması ve geliştirilmesi 19. Yüzyıl ortalarında başladığı için daha eski depremlere verilen şiddet değerleri daha sonraki yıllarda yapılmıştır. Deprem Şiddet Cetvellerinde, şiddetler romen rakamıyla gösterilmektedir.

Tablo 2.2 Şiddet ve Magnitüd Değerleri Arasındaki Dönüşümleri. [1, s.15]

Siddet	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Richter Magnitüdü	4	4.5	5.1	5.6	6.2	6.6	7.3	7.8	8.4

Deprem Şiddet Cetvelinde bahsedilen yapı türleri aşağıdaki gibidir:

A Türü Yapı: İyi işçilik, harç ve tasarım. Yatay kuvvetlere dayanmak üzere donatı, beton vb. malzeme ile donatımlı öngerilmeli ve sağlam yapı.

B Türü Yapı: İyi işçilik, harç ve öngerilimli. Yatay kuvvetlere dayanıklı olarak tasarlanmamış.

C Türü Yapı: Alelade işçilik ve harç. Çok zayıf bir yapı olmamakla birlikte öngerilimli olarak ve yatay kuvvetlere dayanıklı olarak yapılmamış.

D Türü Yapı: Kerpiç gibi zayıf malzeme, kötü harç, standart dışı işçilik ve yatay kuvvetlere karşı zayıf. [7, s.15]

Yapılardaki hasar ise beş gruba ayrılmıştır :

Hafif Hasar : İnce sıva çatlaklarının meydana gelmesi ve küçük sıva parçalarının dökülmesiyle tanımlanır.

Orta Hasar : Duvarlarda küçük çatlakların meydana gelmesi, oldukça büyük sıva parçalarının dökülmesi, kiremitlerin kayması, bacalarda çatlakların oluşması ve bazı baca parçalarının aşağıya düşmesiyle tanımlanır.

Ağır Hasar : Duvarlarda büyük çatlakların meydana gelmesi ve bacaların yıkılmasıyla tanımlanır.

Yıkıntı : Duvarların yarılması, binaların bazı kısımlarının yıkılması ve derzlerle ayrılmış kısımlarının bağlantısını kaybetmesiyle tanımlanır.

Fazla Yıkıntı : Yapıların tüm olarak yıkılmasıyla tanımlanır.

Tablo 2.3 Deprem Şiddet Cetveli.[1, s.14]

I. derece: Genellikle insanlar tarafından duyulmaz. Ancak duyarlı sismograflar tarafından kaydedilir.
II Derece: İstirahat eden (oturan, yatan) ve yüksek yapıların üst katlarındaki kişiler tarafından duyulur. Asılmış konumdaki bazı eşyalar sallanabilir.
III. Derece: Yapıların içinde ve özellikle yapıların üst katlarında olanlar tarafından çok iyi duyulur. Duran araçlar hafifçe sallanır. Sanki çok ağır bir motorlu araç geçiyormuş gibi duyulur. Süresi algılanabilir.
IV. Derece: Gündüz yapı içinde bulunan pek çok kişi duyabilir. Gece uyuyanları uyandırabilir. Mutfak eşyaları, pencereler ve kapılar sarsılır. Duvarlarda çatlama sesleri duyulur. Duran araçlar sarsılır.
V. Derece: Hemen herkes tarafından duyulur. Uykudan uyandırır. Yönü izlenebilir. Pencereler kırılabilir. Sıvalar çatlayabilir. Sağlam ve dengeli olmayan bardak, vazo, sürahi, biblo ve benzeri şeyler devrilebilir. Ağaçların ve elektrik direklerinin sallandığı görülür.
VI. Derece: Herkes tarafından duyulur. Ağır mobilyalar yerinden oynar. İyi yapılmamış taş, tuğla ve kerpiç yığma yapılarda önemli çatlaklar olur. Bacalar devrilebilir. Sıvalar ve D türü yapılarda çatlaklar oluşur.
VII. Derece: İnsanlar ayakta durmakta zorluk çekerler ve yıkıntı olabilir. Araç kullanan kişiler depremin farkına varırlar. Asılı cisimler düşer. Eşyalar hasar görür. D türü yapılarda çatlak ve hasar oluşur. Zayıf tutturulmuş bacalar düşer. Sıva, zayıf tutturulmuş tuğla, taş ve fayans, korniş, parapet ve yapı dekorasyon malzemeleri gibi cisimler düşer. C türü yapılarda çatlaklar oluşur. Havuzda dalgalanma, su birikintilerinde çamurlanma. Kum ve çakıl birikintilerinde küçük kaymalar ve çukurlar oluşur. Beton kanaletlerde hasar olur.
VIII. Derece: C türü yapılarda hasar ve kısmen yıkılma. B türü yapılarda az hasar. A türü yapılarda hasar yok. Zayıf duvarlar yıkılır. Heykeller, yüksekte duran su tankları, yığılmış malzemeler, kuleler ve bacalar yıkılır. Temeli zayıf ahşap yapılar devrilir. Su kaynakların debisi ve sıcaklığı değişir. Arazide kum fıskırmaları (sıvılaşma), çatlaklar, faylar (kırıklar) olur. Kaya düşmesi ve yamaç kayması olabilir.
IX. Derece: D türü yapıların tümü yıkılır. C türü ağır hasara uğrar. B türü önemli derecede hasar görür. Birçok yapının temelinde hasar olur. Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemde mafsallaşma başlar. Donatıyı örten beton kabuk dökülür, donatı etriyelerinden ayrılır ve burkulma olur. Betonarme yapılarda önemli yatay ötelemeler ve düşeyden sapmalar olur. Yerde büyük çatlaklar olur. Yeraltı su boruları kopar.
X. Derece: B, C ve D türü yapıların büyük çoğunluğu yıkılır. İyi yapılmamış ahşap karkas, betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma başlangıcı görülür. Baraj ve bendlerde önemli hasar gözlenir. Yeryüzünde büyük çatlaklar ortaya çıkar. Demiryolu rayları bükülür, çamur ve kum akmaları olur.
XI. Derece: Pek az yapı ayakta kalır. Köprüler harap olur. Yer kaymaları önemli boyutlara ulaşır.
XII. Derece : Tüm yapılar yıkılır. Yeryüzünde deprem dalgalarının geçişi görülür, eşyalar ve cisimler havaya fırlar.

2.5. Depremlerin Yeryüzündeki Etkileri ve Zararları

2.5.1. Yüzey Kırıkları

Deprem sırasında faylar boyunca oluşan yer değiştirmeler yeryüzüne de erişir ve yüzey kırıkları olarak tanımlanır. Faylar yerkabuğu içinde yatay ve düşey yöndeki süreksizler olarak belirir ve bu arakesitin her iki tarafında kalan yer blokları kayarak birbirine zıt yönde yer değiştirirler. Genellikle bloklar iki yana açılıp yeryüzündeki varlıkları yutan bir olgu gibi yanlış algılanmaktadır. Bu tür olaylar ancak depremlerin

heyelan, kayma ve çökme gibi yan etkilerinden kaynaklanabilir. Faylar genellikle kesiksiz bir çizgi değildir. Ana kırık boyunca çeşitli türde kırıkların yer aldığı bir ‘kırıklar topluluğu’ ya da bir ‘kırık zonu’ dur. Ancak büyük ve sık depremler yeryüzünde fay kırıkları oluşturabilirler. Faylar boyunca her iki yer bloğunun yer değiştirme değeri depremin büyüklüğüne bağlıdır. (Şekil 2.12-13-14-15-16) [7, s.33]



Şekil 2.12 Kocaeli Depremi Sonrası Yerüstünde İzlenebilen Fay Hattı. [32]



Şekil 2.13 Kocaeli Depremi Sonrası Yerüstünde İzlenebilen Fay Hattı.[32]



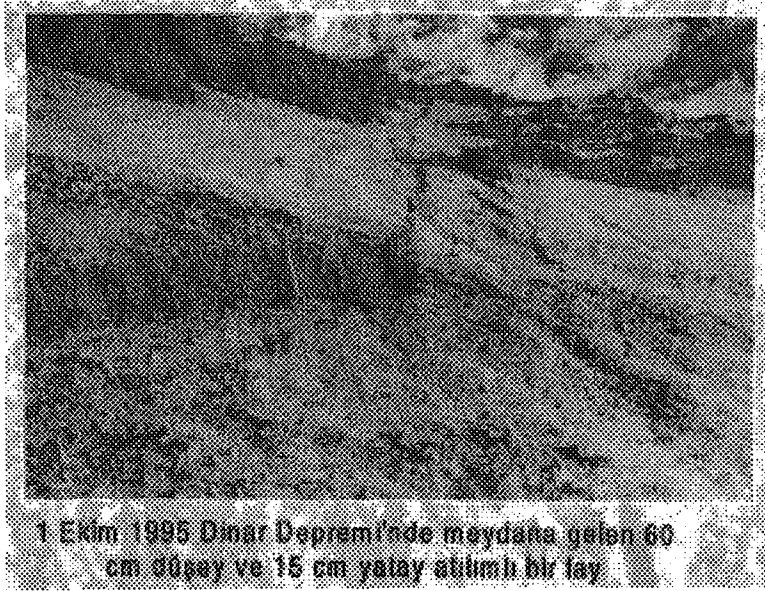
Şekil 2.14 Kocaeli Depremi Sonrası Yerüstünde İzlenebilen Fay Hattı.[32]



Şekil 2.15 Kayalık Bir Zeminde Fay Görüntüsü. [31]



Şekil 2.16 1976 Van-Çaldıran Depremi Fayı.[31]



Şekil 2.17 1 Ekim 1995 Dinar Depremi' nde Meydana Gelen 60 Cm Düşey ve 15 cm Yatay Atılımlı Bir Fay.[31]

2.5.2. Heyelan(Yer Kayması), Kopma ve Çökme

Heyelanlar, depremler olmadığı zamanlarda da ortaya çıkan bir yer hareketidir. Özellikle çok yağışlı mevsimlerde, yamaçlarda konumlanmış gevşek ve dolgu tabakalar altlarındaki sağlam zemin üzerinde ve eğim yönünde hareket ederler. Depremler sırasında bu tür alanlarda büyük ölçekli heyelanlar tetiklenir. Kopma ve çökme ise yamaçlarda konumlanan kaya ve toprak parçalarının depremler sırasında eğim aşağı hareket etmeleridir. [7, s.33]

2.5.3. Toprak ve Çamur Akması

Depremler zaman zaman yer altı suyu içeren tabakaları etkileyerek suyun mevcut çatlaklarda yeryüzüne çıkmasını ve çamurla birlikte akmasına neden olmaktadır. [7, s.33]

2.5.4. Sıvılaşma

Kum oranının fazla olduğu ya da zeminin gevşek olduğu ortamlar, depremlerin sarsıntı etkisiyle sıvı gibi davranır ve duyarlılıklarını kaybederler. [7, s.33]

2.5.5. Tsunami

Denizler altındaki yer kabuğunda yer alan depremlerin oluşturduğu faylanma ve deformasyonlar çok büyük su hacmini harekete geçirerek kıyılarda deniz basmasına ve büyük dalgalara neden olur. Bu dalgalara Tsunami denir. Tsunami dalgalarının dalga boyu birkaç yüz kilometre, genlikleri ise birkaç metre olabilmektedir. Kıyıya yakın yerlerde dalga yüksekliği artar ve kıyılarda çok büyük zararlara neden olur. [7, s.33]

Deniz depremlerinin çok görüldüğü Japonya'da Tsunami' den 1896 yılında 30.000 kişi ölmüştür.

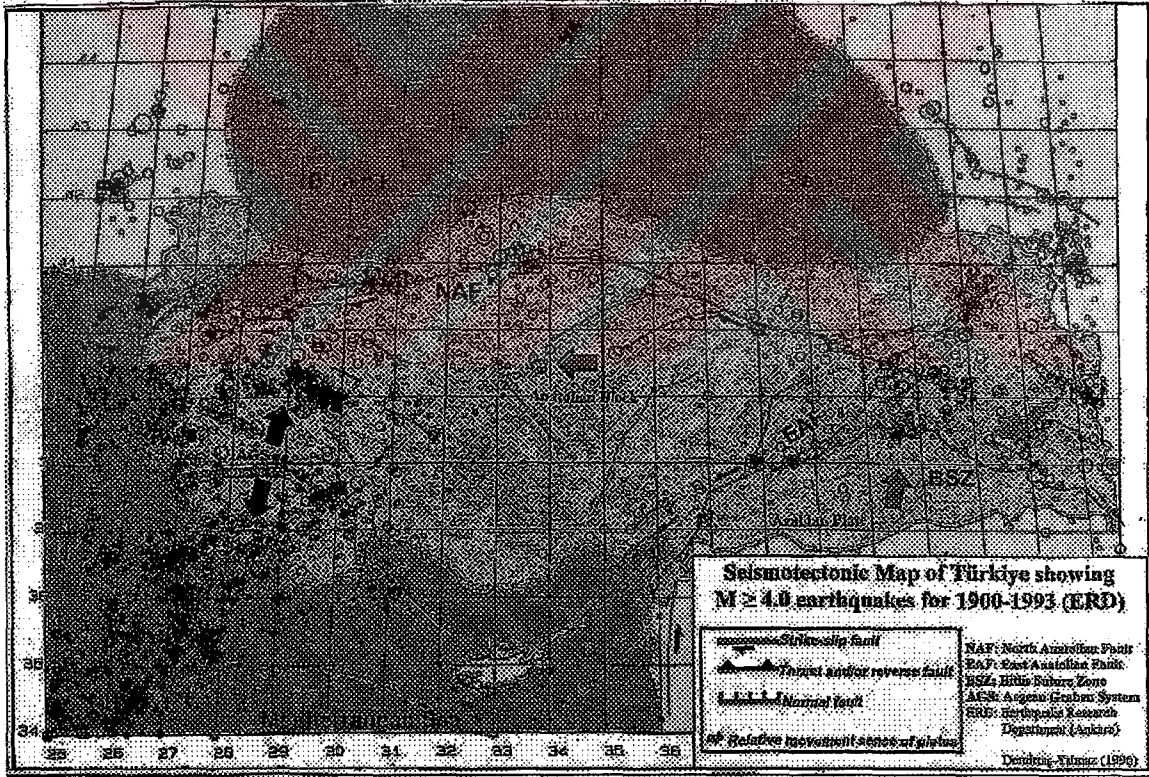
2.5.6. Yangın

Depremın zarar verici yan etkilerinden biri de yangınlardır. Yerleşimin yoğun olduğu şehir ve kasabalarda deprem sırasında yangınlar önlemlerin felce uğraması nedeniyle hızla yayılma ve büyük boyutlarda zarar verme eğilimi göstermektedir. Susuzluk, cadde ve sokaklardaki enkaz nedeniyle ulaşım zorluğu, gaz ve akaryakıt gibi maddelerin tutuşması ve hızla yayılması buna nedendir. [7, s.33]

3. TÜRKİYE'DE DEPREMİN YERİ

3.1. Türkiye'de Deprem Yeri

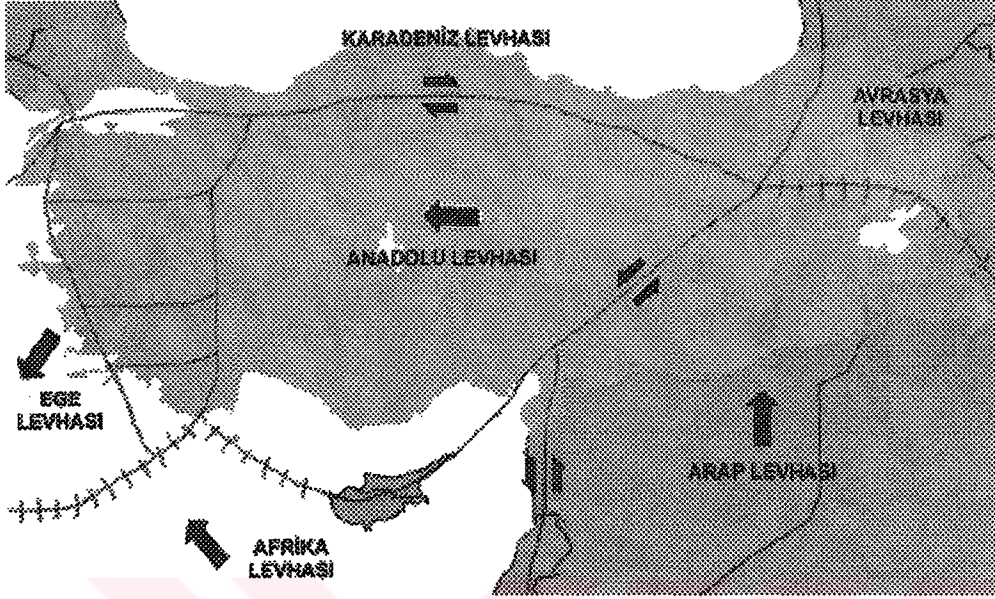
Yerküre üzerinde oluşan depremlerin büyüklüğü ve neden oldukları zararlar göz önüne alındığında iki ana deprem kuşağı en çok ilgi çeken bölgelerdir. Bunlardan biri Büyük Okyanusu çevreleyen ve özellikle Japonya üzerinde etkili olan Pasifik Deprem Kuşağı, diğeri ise Cebelitarık'tan Endonezya adalarına uzanan ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz-Himalaya deprem kuşağıdır.



Şekil 3.1 Türkiye'nin Sismik Haritası.

Ülkemiz Azor Adalarından başlayıp Güneydoğu Asya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya Deprem Kuşağının Doğu Akdeniz Bölgesinde depremselliğin en karmaşık olduğu kesimde yer almaktadır. Bu karmaşıklık, bölgedeki değişik boyutlarda ve hızlarda levhaların mevcudiyetinden kaynaklanmaktadır. Bölgede deprem

oluşumundaki egemen rolü Afrika, Arap ve Avrupa levhaları oynamaktadır. Yani yöredeki depremlerin büyük çoğunluğu bu levhaların sınırları boyunca meydana gelmektedir. (Şekil 3.2) [9]



Şekil 3.2 Türkiye'yi Etkileyen Levhalar.

Türkiye, bilinen tarihsel dönem deprem kayıtlarına göre M.Ö. 2000 yılından beri sürekli olarak hasar yapıcı ve yüzey faylanması nedeniyle büyük depremlere maruz kalmıştır. [11]

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir. [10]

Aşağıdaki Tabloda son yüzyıl içerisinde ülkemizde olmuş depremlerin bölgelere göre dağılımı verilmiştir:

Depremler seyrek tekrarlandıkları için sürekli gündemde olmayan, ancak meydana geldikleri toplumları derinden etkileyen güçlü doğa olaylarıdır.

Türkiye'nin deprem nedeniyle uğradığı kayıplar dünya devletleriyle karşılaştırıldığında ön sıralarda yer aldığı görülür. Ayrıca can kaybına yol açan depremlerin oluşum periyodunda da yıl olarak 0.9 rakamı ile başta gelmektedir. Ülkemizde son elli yıl içinde yapılan araştırmalara göre, yılda ortalama bir defa hasar

yapıcı deprem olmakta, ortalama olarak 1110 vatandaşımız ölmekte ve 6130 konut yıkılmaktadır. Bu istatistiki veriler depremin ülkemiz için ne denli önemli bir sorun olduğunu açıkça ortaya koymakta ve konunun üzerine önemle eğilerek çalışmamız gerektiğini vurgulamaktadır. [28, s.1]

Tablo 3.1 Ana Tektonik Bölgelerdeki Deprem Sayıları.

Tektonik Bölge	Toplam deprem sayısı
Kuzey Anadolu Fayı	34
Doğu Anadolu Fayı	10
Ege Graben Sistemi	33
Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi	22
Kıbrıs-Helenik Yayı	13
Orta Anadolu Ova Bölgesi	4
Kara Deniz Bölgesi	2

Türkiye deprem hasarlarına baktığımızda en büyük hasarın 1930-1939 yılları arasında olduğu daha sonra 1940-1949, 1960-1969, 1970-1979, 1990-1998 ve 1950-1959 yılları arasında olduğu görülür. [27, s.100]

Türkiye’de depremlerde oluşan can kaybına bakıldığında, en büyük kaybın 1930-1939 yılları arasında ve daha sonra 1940-1949, 1970-1979 yılları arasında olduğu görülmektedir. [27, s.100]

Türkiye ‘nin %92 ‘sinin deprem etkisi altında olmasına rağmen, bu konuya eğitim alanında yeterince önem verilmemektedir. Ülkemiz şartlarında bütün inşaat mühendisi ve mimarların Deprem konusunda bilgisi olması gerekirken, lisans eğitiminde bu konu seçmeli ders olarak okutulmaktadır. Müfredatta yapılacak olan değişikliklerle deprem konusu zorunlu dersler arasına alınmalıdır. Özellikle kırsal bölgelerimizdeki yapılaşma, mühendis ve mimar eli değmeden mal sahibi ya da yerel ustalar tarafından yapıldığından oradaki halkı bilinçlendirmek amacıyla birtakım kurslar açılmalıdır. Böylece olası bir depremde oluşacak can ve mal kaybı en aza indirilebilir.

Deprem zararlarının azaltılabilmesi için, eğitim çalışmalarına etkinlik ve hız kazandırıcı programlar hazırlanması yani sıra, bilim adamları ve uzmanları ülke sorunlarına dönük araştırmalara yöneltici, araştırma planları yapılması gereklidir. [27, s.114]

Doğan Kuban' ın Türkiye'deki deprem eğitimiyle ilgili yaptığı yorum gerçeği açıkça ortaya koyuyor: “ Mesela bir profesör çıkıyor ve “Deprem nasıl olur?” sorusunu yanıtlıyor: İşte mağmanın üstünde yüzen kıtalar birbiriyle çarpışır yahut sürtünür, aralarında çatlaklar peyda olur, bunlar giderek sıkışa sıkışa senede şu kadar hareket ederler ve bu sıkışmanın arttığı noktada kırılma olur...vs. Bunu herkes mektepte kaba haliyle öğreniyor. Ama bizim toplumumuz normalde okumamış bir toplum olduğu için, her seferinde daha ilkokul sıralarında öğrenilmiş olması lazım gelen bir bilgiyi bir profesörün ağzından mütemadiyen öğreniyoruz. Bu benim tuhafıma gidiyor nedense. Diyeceksiniz ki, toplumu eğitmek için bunlar da lazım. Çünkü bu toplumun %30'u da hala yer altındaki meleklerin bu çatlakları üfleyerek deprem yaptığını konuşuyor.” [19, s.172]

Tablo 3.2. Türkiye'de Hasar Yapan Depremler. [34]

Türkiye'de hasar yapan depremler									
GÜN/AY/YIL	Büyük- lük (Ms)	Yer	Ölü	Yaralı	Ağır Hasarlı Konut	Enlem (N)	Boylam (E)	Derinlik (km)	Şiddet (MSK)
09.03.1902	5.6	Çankırı	4	-	3000	40.65	33.60	-	-
28.04.1903	6.7	Malazgirt	2626	-	4500	39.10	42.50	-	IX
10.02.1903	5.8	Zara	-	-	1500	39.90	37.80	-	-
04.12.1905	6.8	Çemişkezek	-	-	15	39.00	39.00	30	-
09.08.1912	7.3	Mürefte	216	466	5540	40.60	27.20	16	-
04.10.1914	5.1	Afyon-Bolvadin	400	-	1700	38.00	30.00	15	-
13.05.1924	5.3	Çaykara	50	-	700	40.00	42.00	30	-
13.09.1924	6.9	Pasinler	310	-	4300	39.96	41.94	10	-
07.08.1925	5.9	Afyon-Dinar	3	-	2043	38.10	29.80	20	IX
08.02.1926	4.7	Milas	2	-	598	36.80	27.10	30	-
18.03.1926	6.9	Finike	27	-	190	35.84	29.50	10	-
22.10.1926	5.7	Kars	355	-	1100	40.94	43.88	10	VIII
31.03.1928	7	İzmir-Torbalı	50	-	2100	38.18	27.80	10	IX
18.05.1929	6.1	Sivas-Susehri	64	-	1357	40.20	37.90	10	VIII
06.05.1930	7.2	Hakkari Sınırı	2514	-	3000	37.98	44.48	70	X
19.07.1933	5.7	Denizli-Çivril	20	-	200	38.19	29.79	40	VIII
15.12.1934	4.9	Bingöl	12	-	200	38.85	40.55	-	-
04.01.1935	6.7	Erdek	5	30	600	40.40	27.49	30	IX
01.05.1935	6.2	Digor	200	-	1300	40.09	43.22	60	-
23.03.1936	4.5	Kars-Kötek	-	-	100	39.00	42.00	30	-
19.04.1938	6.6	Kırşehir	149	-	3860	39.44	33.79	10	IX
16.12.1938	4.8	Kırşehir	-	-	300	39.52	33.91	10	-
22.09.1939	7.1	İzmir-Dikili	60	-	1235	39.07	26.94	10	IX
21.11.1939	5.9	Tercan	43	-	500	39.82	39.71	80	-
26.12.1939	7.9	Erzincan	32962	-	116720	39.80	39.51	20	X-XI
20.02.1940	6.7	Kayseri-Develi	37	20	530	38.40	35.30	30	VIII
13.04.1940	5.6	Yozgat	20	-	1250	40.04	35.20	30	-

10.01.1940	5	Niğde	58	-	586	38.00	34.70	-	-
10.09.1941	5.9	Van-Ercis	194	-	600	39.45	43.32	20	VIII
12.11.1941	5.9	Erzincan	15	-	500	39.74	39.43	70	-
13.12.1941	5.7	Muğla	-	-	400	37.13	28.06	30	-
23.05.1941	6	Muğla	2	-	500	37.07	38.21	40	-
15.11.1942	6.1	Bigadiç-Sındırgı	7	-	1262	39.55	28.55	10	VIII
21.11.1942	5.5	Osmancık	7	-	448	40.82	34.44	80	-
20.12.1942	7	Niksar-Erbaa	3000	6300	32000	40.87	36.47	10	IX
11.12.1942	5.9	Çorum	25	-	816	40.76	34.83	40	-
20.06.1943	6.6	Adapazarı-Hendek	336	-	2240	40.85	30.51	10	IX
26.11.1943	7.2	Tosya-Ladik	2824	-	25000	41.05	33.72	10	IX-X
01.02.1944	7.2	Bolu-Gerede	3959	-	20865	41.41	32.69	10	IX-X
06.10.1944	7	Ayvalık-Edremit	27	-	1158	39.48	26.56	40	IX
10.02.1944	5.4	Düzce	-	-	900	41.00	32.30	10	-
05.04.1944	5.6	Mudurnu	30	-	900	40.84	31.12	10	-
25.06.1944	6.2	Gediz-Usak	21	-	3476	38.79	29.31	40	VIII
20.03.1945	6	Adana-Ceyhan	10	-	650	37.11	35.70	60	VIII
20.11.1945	5.8	Van	-	-	1000	36.63	43.33	10	-
21.02.1946	5.6	Kadınhan-İlgın	2	-	509	38.24	31.79	60	VIII
31.05.1946	5.7	Varto-Hınıs	839	349	1986	39.29	41.21	60	VIII
23.07.1949	7	İzmir-Karaburun	1	7	824	38.57	26.29	10	IX
17.08.1949	7	Karlıova	450	-	3000	39.60	40.60	40	IX
05.02.1949	5.2	Harmancık	-	-	150	39.89	29.35	40	-
04.02.1950	4.6	Kığı	20	-	100	39.50	40.60	30	-
08.04.1951	5.7	İskenderun	6	10	13	36.58	35.85	50	-
13.08.1951	6.9	Kursunlu	52	208	3354	40.88	32.87	10	IX
03.01.1952	5.8	Hasankale	133	-	701	39.95	41.67	40	VIII
22.10.1952	5.5	Misis	10	-	511	37.25	35.15	70	-
18.03.1953	7.4	Yenice-Gönen	265	336	9670	39.99	27.36	10	IX
02.05.1953	5.1	Karaburun	-	-	73	38.51	26.55	60	-
07.09.1953	6.4	Kursunlu	2	-	230	41.09	33.01	40	VIII
18.06.1953	5.1	Edirne	-	-	323	41.55	26.55	30	-
16.07.1955	7	Aydın-Söke	23	-	470	37.65	27.26	40	IX
20.02.1956	6.4	Eskisehir	2	-	1219	39.89	30.49	40	VIII
25.04.1957	7.1	Fethiye	67	-	3100	36.42	28.68	80	IX
26.05.1957	7.1	Bolu-Abant	52	100	4201	40.67	31.00	10	IX
07.07.1957	5.1	Basköy	-	-	300	39.37	40.46	60	-
25.04.1959	5.7	Köyceğiz	-	-	59	36.94	28.58	30	VIII
25.10.1959	5	Hınıs	18	-	300	39.25	41.63	50	-
26.02.1960	4	Bitlis	-	-	80	38.49	41.52	40	-
10.04.1960	4.4	Germencik	-	-	100	37.73	27.80	40	-
26.07.1960	4.6	Tokat	-	-	22	40.56	37.25	40	-
23.05.1961	6.5	Marmaris	-	9	61	36.80	28.70	70	-
10.02.1962	4	Mus	-	-	97	38.70	41.45	-	-
04.09.1962	5.3	Iğdır	1	22	-	39.96	44.13	40	-
11.03.1963	5.5	Denizli	-	-	54	37.96	29.14	40	-
18.09.1963	6.3	Çınarcık-Yalova	1	26	230	40.77	29.12	40	VII
22.11.1963	5.1	Denizli	-	-	298	37.07	29.68	60	-
24.03.1964	4	Siirt	1	-	100	37.95	42.00	-	-
14.06.1964	6	Malatya	8	36	678	38.13	38.51	3	VIII
06.10.1964	7	Manyas	23	130	5398	40.30	28.23	24	IX
13.06.1965	5.7	Denizli-Honaz	14	217	488	37.85	29.32	33	VIII

31.08.1965	5.6	Karlıova	-	-	1500	39.30	40.79	33	-
07.03.1966	5.6	Varto	14	75	1100	39.20	41.60	26	VIII
12.07.1966	4	Varto	12	-	90	39.17	41.56	-	-
19.08.1966	6.9	Varto	2394	1489	20007	39.17	41.56	26	IX
07.04.1966	4.8	Adana-Bahçe	-	-	100	37.00	35.30	-	-
22.07.1967	7.2	Adapazarı	89	235	5569	40.67	30.69	33	IX
26.07.1967	6.2	Pülümür	97	268	1282	39.54	40.38	30	VIII
30.07.1967	6	Akyazı	2	40	-	40.70	30.40	18	-
07.04.1967	5.3	Adana-Bahçe	-	-	91	37.40	36.20	32	-
24.09.1968	5.1	Bingöl-Elazığ	2	40	-	39.20	40.20	8	-
03.09.1968	6.5	Amasya-Bartın	29	231	2073	41.81	32.39	5	VIII
14.01.1969	6.2	Fethiye	-	-	42	36.11	29.19	22	-
03.03.1969	5.7	Gönen	1	-	20	40.08	27.50	6	-
23.03.1969	6.1	Demirci	-	-	1100	39.10	28.40	9	VII
25.03.1969	6	Demirci	-	-	1826	39.25	28.44	37	-
28.03.1969	6.6	Alaschir	41	186	4372	38.55	28.46	4	VIII
06.04.1969	5.6	Karaburun	-	3	443	38.50	26.40	16	-
28.03.1970	7.2	Gediz	1086	1260	9452	39.21	29.51	18	IX
19.04.1970	5.9	ÇavdarhisarKütahya	-	2	41	39.10	29.70	18	-
23.04.1970	5.7	Demirci	-	43	150	39.10	28.70	28	-
02.07.1970	4.8	Gürün	1	-	150	38.80	36.70	19	VIII
12.05.1971	6.2	Burdur	57	150	1389	37.64	29.72	30	VIII
22.05.1971	6.7	Bingöl	878	700	5617	38.85	40.52	3	VIII
26.04.1972	5	Ezine	-	-	400	39.50	26.30	25	-
22.03.1972	4.7	Sarıkavak	-	4	100	40.40	42.20	2	-
16.07.1972	5.2	Van	1	-	400	38.30	43.30	46	-
01.02.1974	5.2	İzmir	2	20	47	38.55	27.22	31	VI
06.09.1975	6.9	Lice	2385	3339	8149	38.47	40.72	32	VIII
25.03.1975	5.1	Kars-Susuz	2	26	762	40.95	42.96	25	VI
19.08.1976	4.9	Denizli	4	28	887	37.67	29.17	-	VII
24.11.1976	7.2	Çaldıran-Muradiye	3840	497	9552	39.12	44.16	10	IX
02.04.1976	4.8	Doğu Beyazıt	5	13	236	39.91	43.76	14	VI
30.04.1976	5	Ardahan	4	-	300	41.20	42.60	-	-
25.03.1977	4.8	Lice	8	17	210	38.58	40.03	29	-
26.03.1977	5.2	Palu	8	26	842	39.34	43.50	25	-
09.12.1977	4.8	İzmir	-	-	11	38.56	27.47	-	-
16.12.1977	5.3	İzmir	-	-	40	38.40	27.19	24	-
14.06.1979	5.9	Foça	-	-	22	38.92	26.89	-	-
30.06.1981	4.4	Antakya	-	-	2	36.17	35.89	63	-
27.03.1982	5.2	Muş-Bulanık	-	-	424	39.23	41.90	38	-
05.07.1983	4.9	Biga	3	-	85	40.33	27.21	7	-
30.10.1983	6.8	Erzurum-Kars	1155	1142	3241	40.20	42.10	16	VIII
18.09.1984	5.9	Erzurum-Balkaya	3	35	187	40.90	42.24	10	-
05.05.1986	5.8	Malatya-Sürgü	8	24	824	37.95	37.80	10	VII
06.06.1986	5.6	Sürgü-Malatya	1	20	1174	38.01	37.91	11	-
07.12.1988	6.9	Kars-Akyaka	4	11	546	40.96	44.16	5	-
13.03.1992	6.8	Erzincan-Tunceli	653	3850	6702	39.68	39.56	27	VIII
01.10.1995	5.9	Dinar	94	240	4909	38.18	30.02	24	VIII
14.08.1996	5.4	Çorum-Amasya	-	6	707	40.73	35.28	12	VI
27.06.1998	5.9	Adana-Ceyhan	146	94-0	4000	36.85	35.55	23	-
17.08.1999	7.4	17 Ağustos Kocaeli	15000	32000	50000	40.70	29.91	20	IX

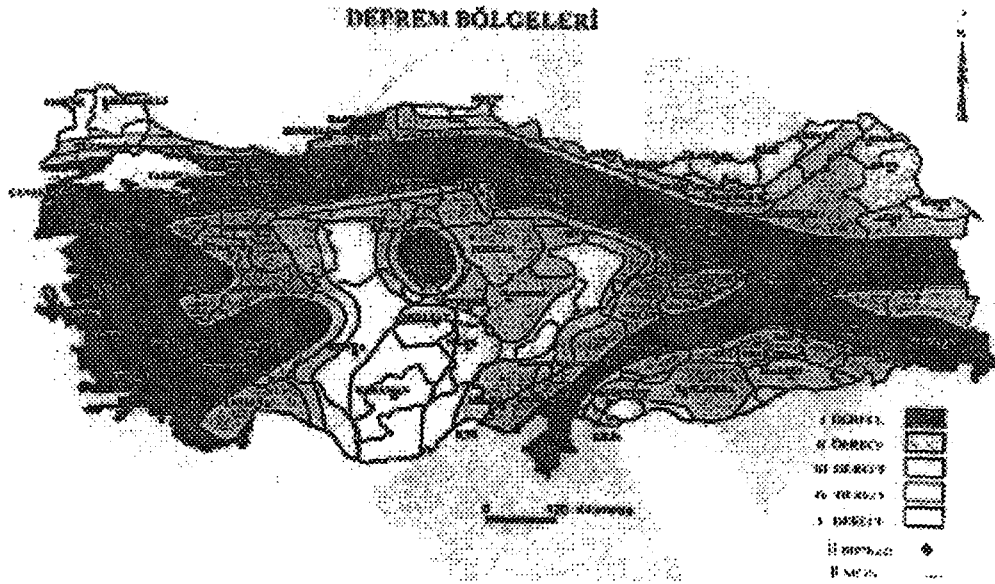
3.2.Türkiye'nin Deprem Bölgeleri

Deprem Bölgeleri Haritası ile Türkiye deprem tehlikesi bakımından 5 bölgeye ayrılmıştır. Bunlardan I. ve II. Bölgeler en tehlikeli olanlarıdır. Buralarda çok şiddetli depremlerin olması beklenmektedir. III. ve IV. Bölgelerde beklenen depremlerin daha küçük şiddetli olacağı varsayılmakta ve bu bölgelerin aynı zamanda I. ve II. bölgelerde oluşacak şiddetli depremlerden de etkileneceği kabul edilmektedir. Tehlikesiz olarak kabul edilen V. bölgede ise ya hiç deprem olmamakta veya olan depremler hasar yapmayacak kadar küçük şiddetlerde olmaktadır. Ayrıca diğer bölgelerde olan depremlerin bu bölgeleri etkilemeyecekleri kabul edilmektedir. (Şekil 3.3) (Tablo 3.3) [4, s.8]

Türkiye 'de etkili olan Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu ve Batı Anadolu olmak üzere üç büyük fay hattı bulunmaktadır. Bu ana fayların haricinde, Bitlis Bindirme Kuşağı (BBK), Ege Graben Sistemi (EGS) ve Helenik-Kıbrıs Yayı gibi daha küçük faylarda bulunmaktadır.

Kuzey Anadolu Fayı Deprem Kuşağı (KAF): Anadolu ve Avrupa levhaları arasındaki sınırı oluşturan KAF, Çanakkale, Gelibolu ve Edremit'ten başlar ve Bursa, İzmit, Adapazarı, Bolu, Gerede, Merzifon, Amasya, Tokat, Suşehri, Erzincan, Varto ve Van'a doğru uzanır. Bir kolu Erzurum, Horasan ve Ardahan'a doğru ilerler. Bu kuşak Türkiye'nin en aktif deprem kuşağıdır. Üzerinde olan depremlerin çokluğu bakımından belki de dünyanın en aktif deprem kuşaklarından birisidir. [1, s.2]

Doğu Anadolu Fayı Deprem Kuşağı (DAF): Anadolu levhasının doğu sınırını oluşturan bu zon Karlıova ile İskenderun Körfezi arasında uzanan, bu kuşak Antakya'dan başlar ve Kahramanmaraş, Malatya, Elazığ, Bingöl, Muş, Bitlis ve Van Gölünün güneyine doğru döner. Ayrıca Bingöl'den ayrılan bir kolu Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı ile Karlıova yakınlarında birleşir. Bu kuşak üzerinde tarih boyunca pek çok yıkıcı deprem olmuştur. Bu gün ise Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı kadar deprem aktivitesi göstermemektedir. Ancak bu kuşak üzerinde de Kuzey Anadolu Fay Kuşağı üzerinde beklenen büyüklüklerde deprem olması hiç de şaşırtıcı olmayacaktır. [1, s.4]

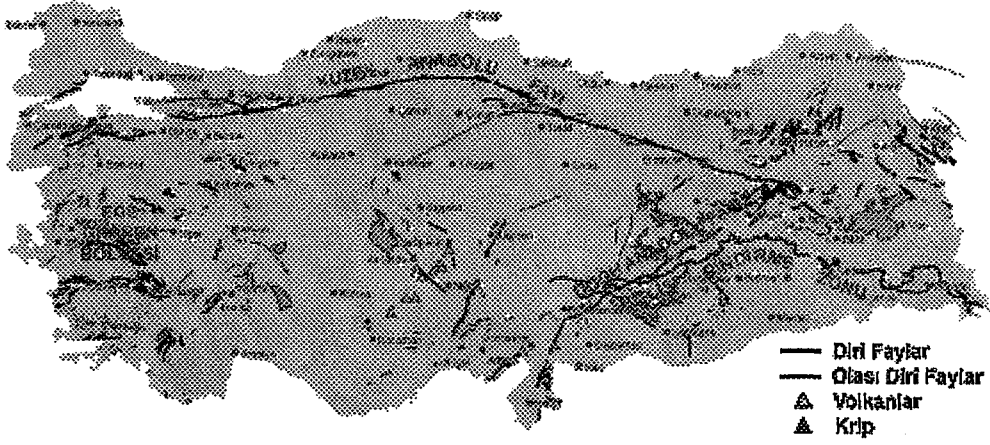


Şekil 3.3 Derecelerine Göre Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.[27, s.95]

Batı Anadolu Fayı Deprem Kuşağı (BAF): Burası diğerleri gibi uzun ve dar bir bölge şeklinde değildir. Batı Anadolu'daki çöküntü havzaları bu bölgeyi oluşturur. Ayvalık, Dikili, İzmir, Çeşme, Aydın ve Büyük Menderes nehrinin vadisinden Denizli, Isparta ve Akşehir'e kadar uzanır. Gediz nehrinin çöküntüsü de bu bölge içindedir. Fethiye ve Marmaris çevresi de bir başka çöküntü bölgesidir. Bu bölgede 1928 Torbalı – Tepeköy, 1939 Ayvalık – Dikili, 1949 Çeşme, 1956 Söke – Balat, 1957 Fethiye, 1969 Alaşehir – Salihli ve Demirci, 1970 Gediz, 1971 Burdur ve 1974 İzmir depremleri olmuştur. Batı Anadolu deprem bölgesinde küçük fay kırıkları ile ilgili pek çok sayıda küçük deprem oluşabilmektedir. Bu bölge için diğer bölgelere göre çok daha fazla küçük ve orta şiddetli deprem olurken, az sayıda büyük deprem olduğu görüşü ileri sürülebilir. [1, s.4]

Tablo 3.3 Deprem Bölgelerine Göre Hasar Yapan Depremlerin Dağılımı.

Deprem Bölgesi	Hasar Yapan Deprem Sayısı	%
1	96	75
2	25	20
3	3	2
4	4	3
5	-	-
Toplam	128	



Şekil 3.4 Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası.

4. DEPREME DAYANIKLI YAPI KAVRAMI

4.1. Yapılarda Deprem Kuvvetlerinin Oluşumu

Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimler dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzü ile üzerindeki yapıları sarsmaktadır. Zemin bu dalgalar nedeniyle harekete geçerken, yapı ise zeminden gelen bu harekete ters yönde direnmektedir. Böylece zeminden gelen kısa süreli deprem hareketinin sonucu olarak, yapılarda dinamik kuvvetler oluşur. Bu durum sabit bir hızda yol alan bir aracın aniden fren yaparak hız değiştirmesi sonucu araç içindeki yolcuların durumuna benzemektedir. Nasıl araç içindekiler ani ve sert bir fren ile yıkılabiliyorlarsa, yapılarda deprem yer hareketi sırasında yıkılabirler.

Dinamik türler üç çeşittirler:

Darbesel Yükler : Etki süresi kısa olan yükler darbesel yük olarak nitelenir. Çarpma olayı sonucu ortaya çıkan yükler bu tür bir dinamik yüküdür.

Harmonik Yükler : Makine ve motor titreşimlerini doğurduğu yükler bu tanıma girer.

Genel Geçici Yükler : Bu yüklerin genliklerinde olan değişmeler periyodik değildir ve deprem bittikten sonra ortadan kalkar. [1, s.8]

Depremlerde yapılara gelen kuvvetler önemli ölçüde gelen sarsıntı dalgalarının uzaktan ya da yakından gelmelerine bağlı olduğu gibi, yapının bulunduğu zeminin bu dalgaları geçirme hızı ile de ilgilidir. [1, s.8]

Taşıyıcı yapı elemanının kendi ağırlığı dışındaki bütün yükler hareketli yük olarak tanımlanır. Hareketli yük yapı üzerinde sürekli olarak bulunmayan bir yüküdür. Deprem yükü de bu açıdan bir hareketli yüküdür. [1, s.8]

4.2. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı

Depremler genellikle gerçekleşmesi beklenen, yerleri ve büyüklükleri bir ölçüde önceden kestirilebilen ve yapı ölçeğinde önlem alınabilecek doğa olaylarındandır. Bu nedenle afet olarak düşünülmemelidir. Depremi afet haline dönüştüren, can ve mal kayıplarına yol açan ise insanların yapmış olduğu yanlış uygulamalar ve tedbirsizliklerdir. [15]

Yapılan araştırmalar sonucunda depremlerin nerede olacağı hakkında bir takım bilgilere sahip olsak da, bugünkü durumda tam olarak ne zaman olacağını bilmemiz mümkün değildir. Deprem oluşumundan önce, öncü sarsıntılar, yer altı su kaynaklarının hareketlerinde farklılaşma, yer altı sularında ısınma gibi ön işaretler görülebilse de günümüzde depremin önceden tahmin edilmesi konusunda güvenilir sonuçlar henüz mevcut değildir.

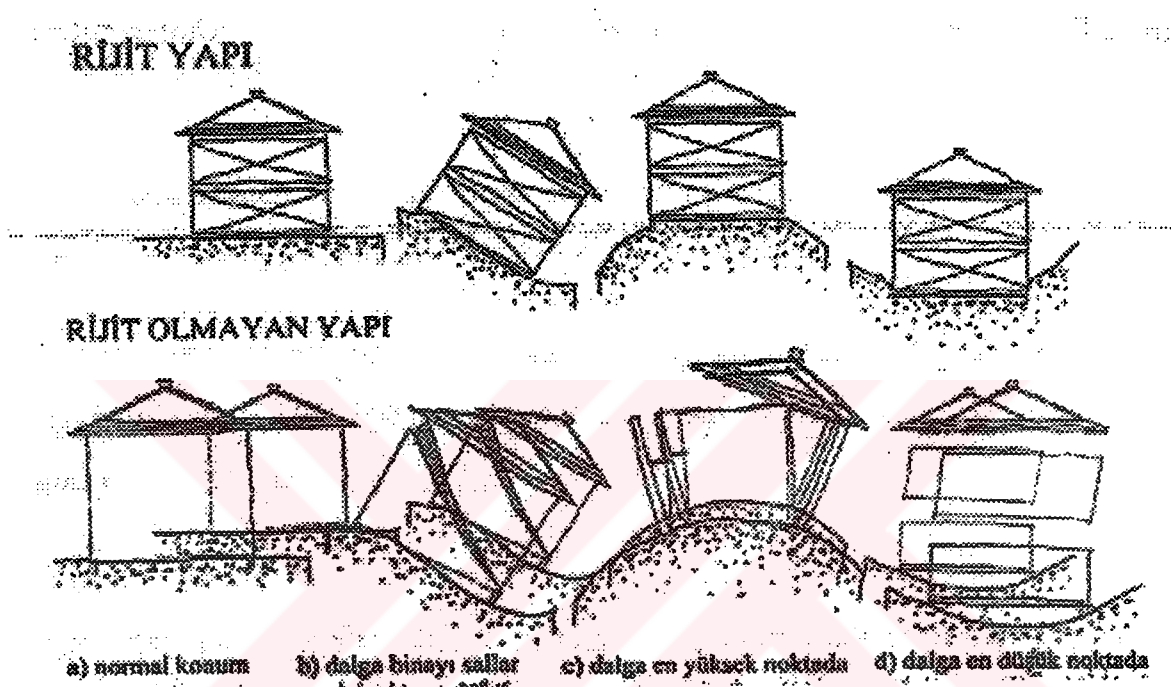
Dünyanın oluşumundan beri, deprem yönünden aktif bulunan bölgelerde, depremlerin ard arda olduğu ve sonucunda da milyonlarca insanın ve barınaklarının yok olduğu bilinmektedir. Depremden korunmanın ve zararlarını en aza indirebilmenin tek yolunun, yerleşim için uygun bir yöre seçimi ve depreme dayanıklı yapı inşası olduğu açıktır. Ülkemiz gibi topraklarının % 92'si deprem bölgeleri içerisinde bulunan ve nüfusunun % 95'i bu bölgelerde yaşayan ülkelerde “Deprem ve Depreme Dayanıklı Yapı Yapma” konusundaki çalışmalar daha da önem kazanmaktadır. [4, s.5]

1988 yılında Ermenistan'da meydana gelen depremi incelemek için gelen bir mühendisin söylediği gibi “depremler insan öldürmez, ama binalar öldürür”. [27, s.105]

Depremin en önemli özelliği yapılardaki bilgisizlikleri kolayca ve acımasızca ortaya çıkarmalarıdır. [5, s.60]

Depreme dayanıklı yapılar, yeterli sünekliğe sahip olan, yani deforme olarak deprem kuvvetine karşı koyabilen yapılardır. Sünekliğe sahip olmayan yapılar karşı karşıya oldukları deprem kuvvetlerine çok fazla dayanamaz sonuçta kısmen veya tümüyle çökerler.(Şekil 4.1)

1997 Deprem Yönetmeliği'nde depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi, "hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesi" olarak tanımlanır. (Madde 5.1.2) [2]



Şekil 4.1 Deprem Altında Bina Davranışı .[27. S.105]

Depreme dayanıklı yapı kavramının tanımına göre, depremlerden sonra yapıların belli miktarda hasar görmesi kabul edilmiştir. Bu şekilde depremlerden hiç hasar görmeden ayakta kalabilmenin yüksek yapım maliyetinden kaçılmakta, olabilecek hasarların onarımı öngörülmektedir. Ancak oluşabilecek hasarlar can kaybına yol açmayacak düzeyde olmalıdır.

Dünyada iki türlü yapı vardır. Bir tanesi yalnızca düşey yükler, yapının kendi ağırlığı ve içindeki insan ve eşyanın yükleri için tasarlanmış yapılardır. Diğer ise düşey yüklerin yanında deprem yükleri için tasarlanmış yapılardır. Bu iki türlü yapı arasındaki fark depreme dayanıklı yapı tasarımı ve davranışı konusunda uzmanlaşmış bir mühendis tarafından anlaşılabilir. Bu fark yan yana duran iki yapıdan biri yıkılırken diğerinin az ya da orta hasarlı olması ile de anlaşılabilir. Türkiye’de ise tek türlü yapı vardır. Bazı istisnaları olsa da, yapılarımız yalnızca düşey yükleri taşımak

için tasarlanmışlardır. Sanki Türkiye bir deprem ülkesi değildir. Depreme dayanıklı yapı yapmanın bedeli, yapı maliyetinin %20'si kadardır. Bu miktar yapsatılık yapan bir mühendis ya da sermaye sahibi için önemli bir bedeldir. Arsa sahibi ile %50 oranında anlaşma yapmışsa ve 12 dairelik bir apartman söz konusu ise yapsatıya kalacak bu 6 dairenin 1-1.5 tanesi deprem dayanımı için harcanacak ve yapsatının kazancı çok önemli boyutta azalacaktır. İşte bu nedenle, depreme dayanıklı yapının bedeli yüksek olduğu için yapılar yalnızca düşey yüklere göre tasarlanmıştır. [8, s.17]

Yapı tasarımı mimari ve taşıyıcı sistem tasarımı olarak iki ayrı evrede oluşmaktadır. Mimari tasarım daha çok yapının fonksiyon ve estetiğiyle ilgilenirken, taşıyıcı sistem tasarımı yapı malzemesinin nitelikleri ve yapıya gelen dış kuvvetlerle ilgilidir. Yaşanılan tecrübeler ve bilgiler ışığında depreme dayanıklı yapı tasarımının daha mimari tasarım aşamasında başladığı tespit edilmiştir. Mimari tasarım sırasında dikkat edilecek bir takım konular vardır ki bu konular mimari anlamda kısıtlamalar getirirse de, hem depreme dayanıklı yapı yapılması, hem de ekonomik taşıyıcı sistemlerin oluşturulmasında oldukça etkili olmaktadır.

Yapının depreme karşı dayanıklı olarak inşaa edilmesi inşaat mühendisinin sorumluluğu olarak görüldüğünden, mimarlar genelde bu konuya ilgilenmezler ve dolayısıyla da daha çok inşaat mühendislerinin anlayabileceği şekilde yazılan Deprem Yönetmeliği 'ni okumazlar.

Yapının tasarımı sırasında mimar ve inşaat mühendisleri arasında çift yönlü bir diyalogun olması gerekir. Her iki grubun da daha dayanıklı, ekonomik ve estetik yapılar oluşturması için beraber çalışması gerekir.

Bir binanın mimari tasarımı ile, onun deprem güvencesi arasında çok sıkı bazı ilişkiler mevcuttur. Binanın büyüklüğü, plan ve yükseklik boyutları, geometrik şekilleri, bölme duvarlarının cins ve dağılımları, taşıyıcı sistemin seçimi, kitle ve rijitlik dağılımındaki düzen veya düzensizlikler, o binanın deprem güvencesini etkileyen en önemli faktörlerdir. [29, s.2]

5. 1997 AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK DE BAHSİDİLEN DÜZENSİZLİKLER

5.1. Deprem Yönetmeliği

Deprem yönetmelikleri, yapıların deprem etkileri altında daha fazla dayanım gösterebilmelerini sağlamak amacı ile mimari strüktürel tasarlama uygulama sırasında uyulması zorunlu bilimsel ve pratik ilkeleri, deprem etkinliği, zemin özellikleri, yapı tipleri ve nitelikleri, malzeme ve yapım teknolojisi düzeyi gibi ülke koşulları açısından yorumlayarak belirler. Gerçekte yönetmelikler, yapıları depreme dayanıklı hale getirecek minimum koşulları kapsar. Ancak bu koşullara uymak bile, yönetmeliklerin hazırlanmasında dayanan sınırlı zarar ilkesi nedeniyle deprem zararlarının önemli ölçüde azaltılmasını sağlayabilir. [27, s.111,112]

Ülkemiz dünyada depremle ilgili yasa çıkaran ilk beş ülkeden biridir. Deprem bölgeleri ve bina inşaatını kapsayan ilk yönetmelik 1945 yılında çıkarılmış olup 1937 İtalyan yönetmeliğini esas almıştır. Bundan sonra 1949, 1953, 1961, 1968, 1975 ve 1997 yıllarında yeni şartnameler çıkarılmıştır. Bu tezin konusunu da 1997 yılında çıkartılan yönetmelik oluşturmaktadır. [6, s.6]

Bilimsel çalışmalar devam ettiği ve teknoloji sürekli yenilendiği için her geçen gün yeni bir takım doğrular ortaya çıkmakta ya da eskiden var olan çözümler daha da geliştirilmektedir. Bu nedenle yönetmeliklerin belli aralıklarla yenilenmesi de doğaldır.

Bu tezin konusunu oluşturan 1997 ABYYHY, 1995 yılında oluşturulan bir komitenin yoğun ve özverili çalışmaları sonucunda, Mayıs 1996'da Resmi Gazetede yayınlanmış ve 1 yıl boyunca tartışmaya açılmıştır. Bu yeni yönetmelik gerek bilim adamlarından gerekse mühendislik kamuoyundan gelen yoğun tepkilere hedef olmuştur. Bunun üzerine yönetmelik yeniden ele alınmış, belirli bölümleri

düzeltilmiş ve son biçimi, Eylül 1997’de yayınlanarak 1 Ocak 1998’de yürürlüğe girmiştir. [22, s.1]

ABYYHY’ de sadece betonarme yapılara değil, ahşap, kagir türü yapılara da yer verilmiştir. Aşağıdaki tabloda bu tür binaların ülkemizdeki dağılımı ve depreme dayanımıyla ilgili bilgiler verilmiştir. (Tablo 5.1)

1992 yılında Erzincan’da, 1995’de Dinar ‘da, 1999’da Kocaeli ve Bolu’da meydana gelen depremlerde, yapılarda ağır hasar olmasının ana nedeni betonarme inşaatı düzenleyen yönetmelik ve ABYYHY kurallarına uyulmamasıdır.

5.2. Betonarme Yapıların Depreme Karşı Davranışları

Bir deprem ülkesi olmamıza ve ilk deprem yönetmeliğimizin 1940 ‘lı yıllarda kabul edilmesine rağmen, hem tasarım hem de yapım çalışmalarıyla ilgili yapılan hatalar sonucu betonarme binalarımız depremde oldukça büyük hasar görmekte ve çok sayıda can kaybına neden olmaktadır.

Betonarme, ahşap ve çelik gibi tek yapı malzemesi değildir. Betonarme tamamıyla ayrı özellikli iki malzeme olan beton ve donatının birleşmesidir. Beton esas olarak yalnızca basınca dayanır. Donatı ise basınç ve çekmeye dayanır. Betonun elastik limiti sıfırdır. Donatı, elastik limiti çok yüksek binde sekiz olan bir malzemedir. Ayrıca basınç ve çekmeye dayanıklıdır. O halde bu iki malzeme beraber oldukları zaman ortak özellikleri olan yalnız basınç halinde iyi sonuç verir. Betonarme inşaatlarda deprem olmadığı takdirde çok ekonomik ve iyi sonuç alındığı halde deprem durumunda bu iki malzeme birbirinden ayrılmaktadır. Bugünkü sistemde inşa edilen binaların çerçevesi, yani taşıyıcı sistemi düşey kolon ve yatay kirişler olarak dikdörtgenlerden kurulmaktadır. [24, s.11]

Dikdörtgen teşkil eden kolon ile kirişlerin ve kolon ile döşemelerin birleşme yerlerindeki 90 derece açılarının değişmesi, köşelerde büyük moment ve kesme kuvvetleri ortaya çıkarır. Burada oluşan büyük moment ve kesme kuvvetleri betonarmenin bünyesindeki büyük çekme kuvvetlerine sebep olduğu için donatı bu çekme kuvvetini elastik limit içinde uzatarak dayanacak fakat beton kısmı kopacaktır. Devam eden deprem hareketlerinde çekmenin arkasından gelecek basınç

Tablo 5.1 Türkiye’ deki Standart Binaların Tasnifi.[3, s.3]

Sınıf	Tür	Bölge	Tanımlama	Deprem Özellikleri
AHŞAP İSKELETLİ YAPILAR	Kırsal “Hımsı”	Kuzey ve Batı Anadolu	Yontulmamış ve iyice çakılmamış ağaç kütüklerinden yapılan çerçeveler taş veya kerpiç dolguludur. Damlar ağır, bazen topraktır.	Hem süneklik hem de sönüm kapasitesi düşüktür. Özellikle damları ağır olanlar yatay yüklere karşı mukavemetsizdir.
	Kentsel “Bağdadi ”	Başta Batı Anadolu	Yontulmuş ve özenle meydana getirilmiş ağaç taşıyıcı çerçevelere irice yatay çıtalar çakılmış olup, duvar dolgusu hafif ve sıvalanmıştır.	Süneklik ve sönüm kapasitesi arttırılmış olup, çıtalar dolgunun dağılmasını önlemektedir.
KARGİR YAPILAR	Kerpiç	Orta Anadolu	Kerpiç’ten örülmüş, bazen çamurla sıvanmış duvarlar ve ağır toprak damlar. Ağaç kütüklerinde lento ve hatıl kullanılmaktadır.	Genelde yatay yüklere karşı mukavemetsiz bir yapı. Özenle yapılır ve hatıllarla kutuvaryi çevrilirse mukavemeti artar.
	Taş	Doğu Anadolu	Çamur harçlı moloz’ dan yontulmuş çimento harçlı taşlara kadar değişik tipler mevcuttur. Bazen sadece bodrumlar taştan yapılır.	Kalitesiz olduğu takdirde tehlike yaratır. Ancak sağlam harçlı ve özenli olduğu takdirde dayanıklı olabilir.
	Harman Tuğlası	Tüm Bölgeler	Çok kullanılan bir inşaat malzemesi. Hafif, ekonomik ve ayrıca estetik yapılar elde edilebilir.	İyi detaylanırsa ve kaliteli harçla inşa edilirse, ayrıca donatılı hatıllar sağlanırsa mukavemeti artar.
	Delikli Fabrika Tuğlası	Tüm Bölgeler	Tuğla gibi bina yapımında kullanılmaktadır. Lento ve hatıllar binaya sağlamlık kazandırmaktadır.	Taşıyıcı olarak değil, sadece duvar dolgusu olarak kullanılmalıdır. Zayıf bir malzemedir.
	Karışık	Tüm Bölgeler	Delikli tuğlalı duvarlar üzerine betonarme döşemeli yapılar ve basit betonarme kolonlarla kerpiç dolgulu duvarlar.	Karışık malzemeler deprem yükü altında uyumsuzluk gösterir ve dağılır.
BETONARME YAPILAR		Tüm Bölgeler	Yerinde dökme karkas binalar ve donatılı döşemeler. Seyrek olarak ön üretimli (prefabrik) binalar da bulunmaktadır.	Tasarım, detaylandırma, işçilik kalitesi ve deprem şartnamesi ile sağlanan uyuma bağlı olarak, çok iyiden çok olumsuza kadar değişen sonuçlar elde edilmektedir.

hareketiyle donatı tekrar yerine gelecek fakat beton parçalanacaktır. Bu hareket deprem anında defalarca tekrar ettiği için betonarme binadaki betonarmenin beton

kısmı, yapının kolon ve kiriş birleşme yerlerinde yok olacak, bütün taşıyıcı görev tek donatının üzerinde kalacaktır. Böylece beton ve donatı üzerine yapılan mühendislik hesapları yok olacak, yapılar kolon, kiriş ve döşemelerin birleşme noktalarından koparak katların üst üste yıkılmasına sebep olacaktır. (Şekil 5.1) [24, s.12]



Şekil 5.1 Kolon-Kiriş-Döşeme Birleşim Noktasında Kırılma.

Betonarme yapılar donatı ve beton kullanılarak betonarme çerçeve ve döşemeden oluşmuş binalardır. Duvarlar taşıyıcı değil dolgu durumundadır. Düşey ve yatay yükler kiriş ve kolonlar yardımıyla zemine aktarılır. İyi projelendirilip, malzeme ve işçiliğine gereken önem gösterildiğinde deprem en dayanıklı yapı tipleridir. Kendi deprem bölgelerinde orta hasarla depremi geçistirebilirler. Fakat, özellikle malzeme ve işçilik hataları sonucunda beklenen davranışı göstermemekte ağır hasar görmekte veya yıkılmaktadır. [28, s.77]

Betonarme yapılar eğer yönetmelik, standart ve mühendislik sağduyusu kullanılarak yapılırsa depreme dayanıklılık açısından çelik yapılardan hiç de aşağı kalmazlar ve daha ucuza mal olurlar. Ancak gereken özen gösterilmezse betonarme yapılar depremlerden çok kötü etkilenip, moloz taş duvarlı toprak damlı kırsal konutlar gibi yıkılıp büyük can ve mal kayıplarına yol açarlar. [1, s.115]

Türkiye’de betonarme yapıların bu denli yaygınlaşmasının nedeni, malzemenin kolay ve bol miktarda bulunuyor olması, çok ucuz oluşu, çabuk ve çok katlı inşa edilmeye müsait , yangına dayanıklı olmasıdır.



Şekil 5.2 1999 Kocaeli Depreminde Gölcük’de Hasar gören Bir Bina. [24]

Betonarme yapı elemanlarının plastik enerji tüketme güçleri “süneklik” kavramı ile tanımlanmaktadır. Genel anlamda süneklik bir malzemenin “kopmadan” önce yaptığı kalıcı, yük ortadan kalktığı zaman geri dönmeyen, deformasyon yapabilme yapabilme özelliğidir. Örnek olarak çelik bir çubuğun kopmadan önce %10-20 kadar uzar. Bu kalıcı deformasyonun büyük olması malzemede “enerji tüketimi” demektir. Yapı ve yapı elemanlarında süneklik (u) bir yapının yapabileceği en büyük kalıcı ötelemenin, elastik limit ötelemesine oranı olarak tanımlanmaktadır. “Sünek” bir yapı ile depremin enerjisini kalıcı deformasyon yaparak tüketen fakat yıkılmayan yapı anlaşılmaktadır. Elemanları sünek yada kırılğan olan yapıda sünek yada kırılğandır. Sünek yapının tersi ise “kırılğan” yapıdır. [24, s.39]

5.3.1997 Deprem Yönetmeliğinde Bahsedilen Mimari Düzensizlikler

1997 Deprem Yönetmeliği, bina tasarımlarken meydan verilebilecek yedi ayrı tip düzensizliğe işaret etmektedir. (Tablo 5.2)

Tablo 5.2 Türkiye Deprem Yönetmeliğinde Tarif Edilen Düzensizlikler. [2, s.8]

A- PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	B- DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
A1-Burulma Düzensizliği Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı'nın 1.2'den büyük olması durumu.	B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı 'nın 0.80'den küçük olması durumu.
A2-Döşeme Süreksizlikleri: Herhangi bir kattaki döşemede; Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	B2- Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat): Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i' nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı 'nın 1.5'tan fazla olması durumu.
A3-Planda Çıkıntılar Bulunması Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam alan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu	B3-Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya Perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu.
A4- Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik, yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu.	

Çeşitli yönetmeliklerde, değişik düzensizlik durumları için, öngörülen önlem ve yaptırım cinsleri Tablo 5.3 'de toplu olarak gösterilmiştir. Tablodaki harfler yukarıda açıklanan önlem kategorilerine karşı gelmektedir. Bazı yönetmeliklerde ise, çeşitli düzensizliklerin sadece adları geçmekte, ayrıca ayrıntılı tanım ve önlemlere yer verilmemektedir. Bu özelliklerde tabloda F harfi ile belirtilmiştir.

Tablo 5.3 Çeşitli Yönetmeliklerde Değişik Düzensizlik Durumları. [25]

ÜLKE	TARİH	Düzensizlik Türü					
		Kütle	Yumuşak Kat	Zayıf Kat	Geri Çekme	Düşey Süreksizlik	Planda Burulma
Almanya	1990	-	-	-	-	-	E
ABD(UBC)	1994	A	A	A	A	A	C, A
Arnavutluk	1989	F	F	-	-	-	E, A
Avustralya	1993	-	-	-	A	-	B
Avusturya	1961	-	-	-	E	-	E
Bulgaristan	1987	-	B	-	-	-	E, A
Cezayir	1988	-	A	-	A	A	A
Çin	1989	A	A	A	-	-	E, A
Dominik Cum.	1979	A	A	-	A	-	-
El Salvador	1989	A	A	-	A	-	C, A
Endonezya	1983	-	A	-	A	-	C, A
Eurocode 8	1994	A	A	A	A	A	C, A
Filipinler	1992	A	A	A	A	A	C, A
Fransa	1990	A	-	-	A	-	A
Habeşistan	1983	-	A	-	A	-	C
Hırvatistan	1981	D	D, B	-	E	-	E
Hindistan	1984	A	A	-	A	A	A
ISO 3010	1988	A	A	-	-	-	C, A
İran	1988	A	A	-	A	A	A
İsrail	1990	-	-	-	-	-	A
İtalya	1996	-	-	-	-	-	C
İsviçre	1989	A	-	-	-	A	A
Japonya	1991	F	F	-	-	-	F
Kanada	1995	-	-	-	F	-	C
Kolombiya	1984	F	-	-	F	F	-
Kosta Rika	1986	D	-	-	-	-	D
Küba	1995	D	-	-	-	-	D
Makedonya	1995	-	D	-	E	-	E
Meksika	1995	D	F	D	-	D	D
Mısır	1988	-	A	-	A	-	C, A
NEHRP	1991	A	A	A	A	-	C, A
Nikaragua	1983	-	-	-	-	-	A
Peru	1977	D	D	-	-	F	D
Portekiz	1983	D	D	-	-	F	D
Romanya	1992	-	-	-	E	-	E, A
Slovenya	1994	A	A	A	A	A	A
Türkiye	1997	-	A	B	-	D, B	C, A
Venezuela	1982	A	A	A	A	A	A
Yeni Zelanda	1992	-	A	-	-	A	A
Yugoslavya	1981	D	D, B	-	E	-	E
Yunanistan	1984	D	-	-	-	D	E

A : Dinamik hesap zorunluluğu,

B : Eşdeğer statik yüklerin veya tasarım büyüklüklerinin artırılması,

C : Ek dışmerkezliğe göre hesapların tekrarlanması,

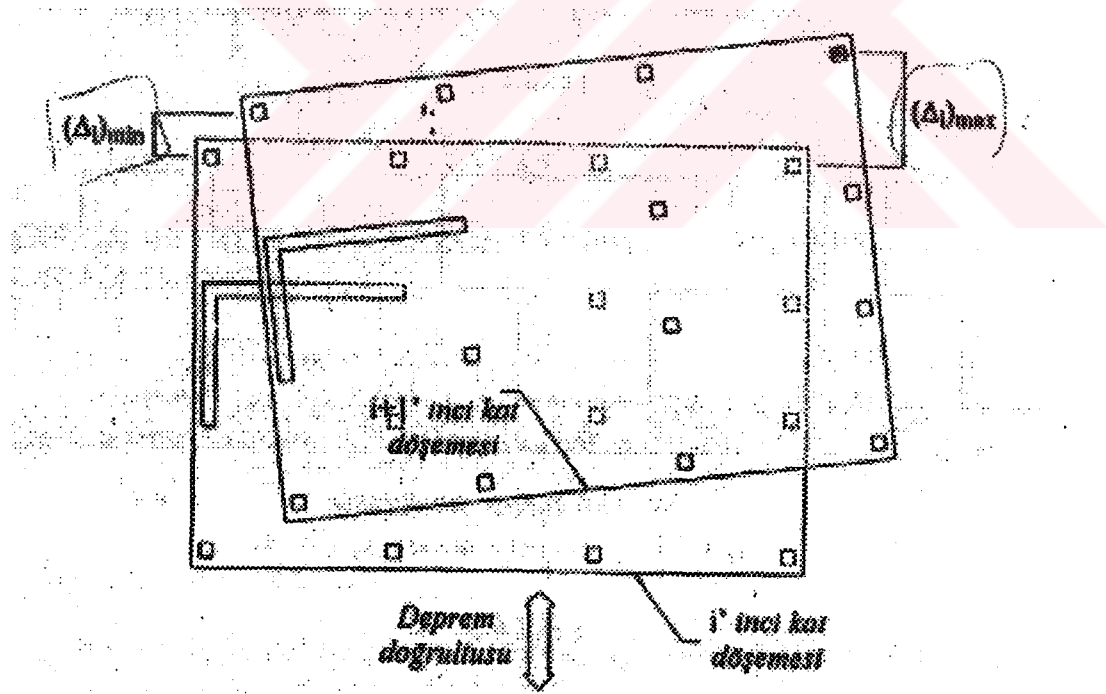
D : Düzensizliğe izin verilmemesi

E : Dilatasyon derzleri kullanılması[25, s.4,5]

5.3.1. Planda Düzensizlik Durumları

5.3.1.1.Burulma Düzensizliği (A1)

Deprem Yönetmeliği'nde, “Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama göreceli ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı'nın 1.2'den büyük olması durumu” olarak ifade edilir. (Şekil 5.3) [2]



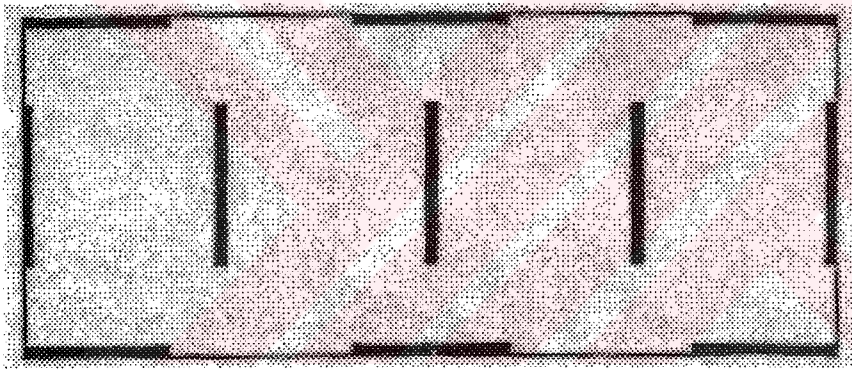
Şekil 5.3 Burulma Düzensizliği.[2, s 9]

Binanın yatay doğrultuda titreşim yaparken, rijitliklerin binanın bir tarafında toplanmış olmasından dolayı rijitliğin zayıf olduğu taraf daha çok deplasman yapar ve bina bir burulmaya maruz kalır. Bu aşırı deplasmanlardan dolayı, rijitliğin zayıf

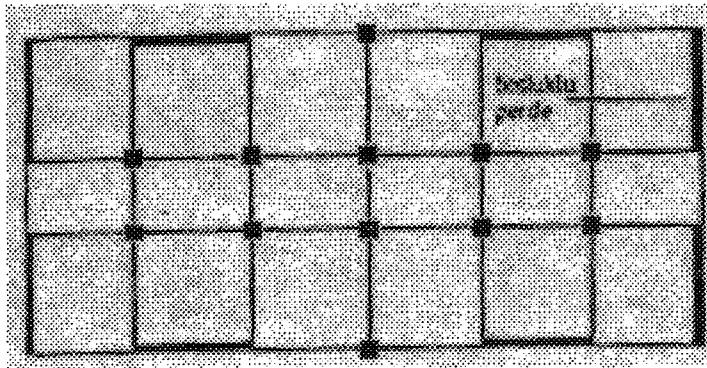
olduğu taraftaki kolonlar ağır hasar görür, belki de binanın göçmesi kaçınılmaz olur. Bu nedenle, Türkiye Deprem Yönetmeliği (1997)'nde A1 tipi olarak tanımlanan bu burulma düzensizliğinden kesinlikle kaçınılmalıdır. [29, s.28]

Taşıyıcı sistemler, yapıda burulma ve kısa kolon etkileri oluşturmayacak şekilde tasarlanmalı ve mümkün olduğu kadar planda simetrik olmalıdır. (Şekil 5.4-5-6) [23, s.56,57]

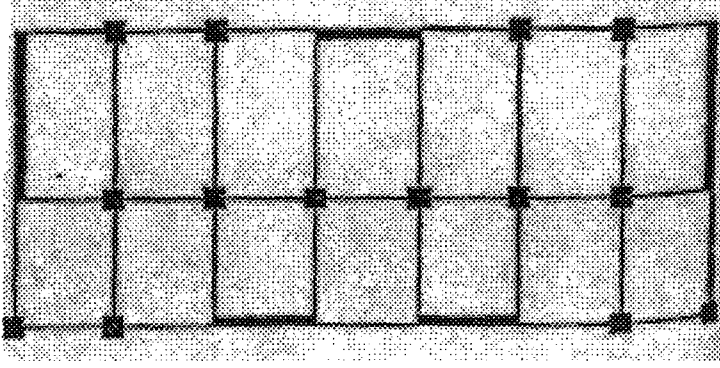
Bir yapının taşıyıcı sistemi seçilirken, yalnızca kolon ve kirişlerden oluşan çerçeveler ve perdeler olduğu gibi her ikisinin de kullanıldığı sistemler seçilebilir.(Şekil 5.4-5-6) Yalnızca perde duvarların kullanıldığı sistemler pahalı olduğu için 10-15 ve daha çok katlı yapılarda kullanılmaktadır. 8-10 katlı yapılarda ise karma sistemin kullanılması uygundur. Hangi sistem seçilirse seçilsin dikkat edilmesi gereken konu, tüm elemanların simetrik olması gereğidir.



Şekil 5.4 Yalnız Perdelerden Oluşan Sistemler. [23, s.57]

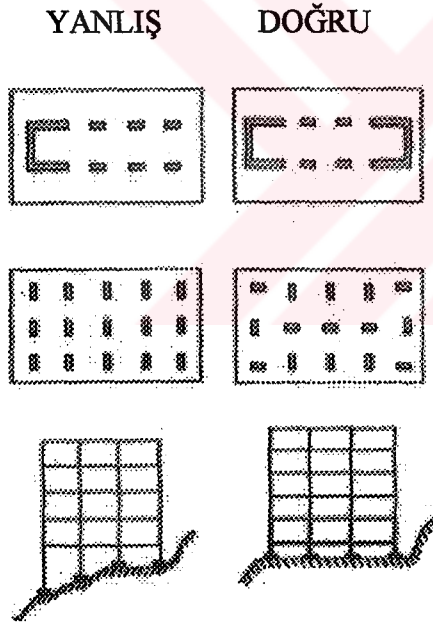


Şekil 5.5 Boşluklu Perde-Perde-Çerçevelerden Oluşan Sistemler.[23, s.57]



Şekil 5.6 Perde Ve Çerçevelerden Oluşan Sistemler. [23, s.57]

Kolon ya da perdelerin planda aynı yönde yerleştirilmeleri deprem açısından sağlıklı değildir. Yapının her iki yönde de dayanma gücünün aynı olması gerekir. Deprem açısından sakıncası olan bu durumu gidermek için dikdörtgen kolonların değişik konumlarda yerleştirilmesi veya kare ya da dairesel kesitli olması bir çözüm olabilir. (Şekil 5.7)



Şekil 5.7. Taşıyıcı Sistemdeki Düzensizlikler. [33]

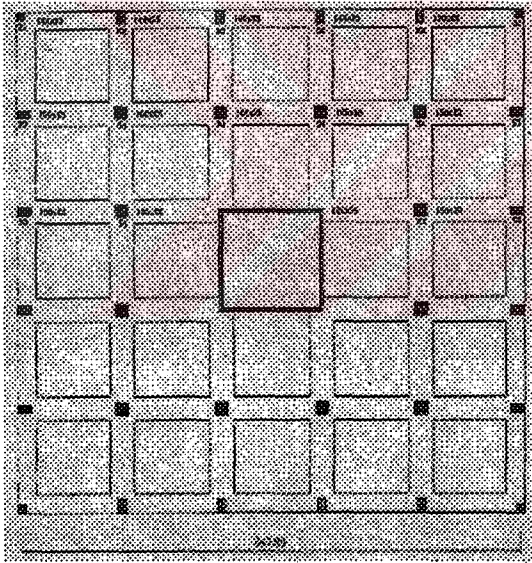
Yapının taşıyıcı sistemi yanında bölme duvarları da yapının kütle merkezini bozmayacak şekilde mümkün olduğu kadar simetrik olarak tasarlanmalıdır.

Depremde yapıya gelen kuvvetler yapının kütle merkezine etmektedir. Kütle merkezi bir çok yapıda yapının geometrik merkezi olarak alınabilir. Rijitlik merkezi ise yapıdaki kolon ve perde duvar gibi taşıyıcı elemanların ağırlıklı merkezidir. Bu

iki merkez arasında olan farklılık yapıya gelen deprem kuvvetlerinin yapıyı rijitlik merkezinden geçen bir düşey eksen çevresinde burulmasına yol açar.[1, s.115,116]

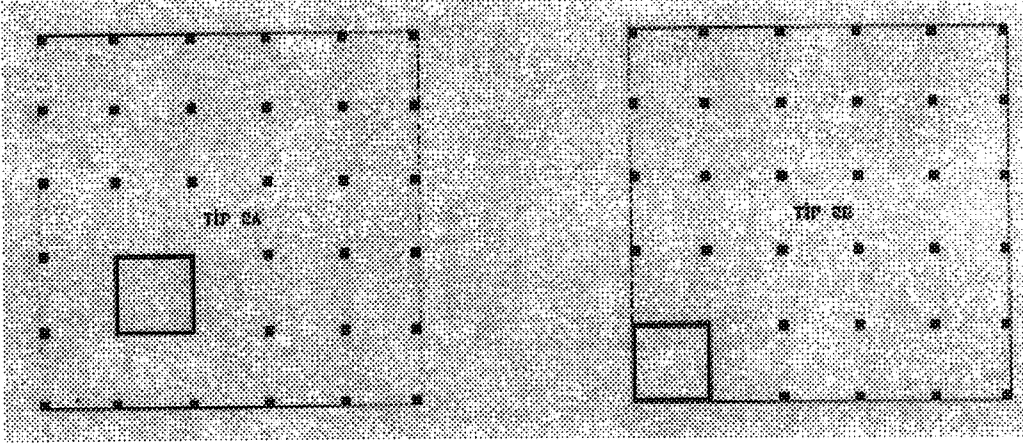
Aşağıdaki kare formlu bir yapıda farklı şekillerde yerleştirilmiş betonarme perdeler bulunmaktadır. (Şekil 5.8-9) Yapının formu bütün örneklerde aynı olmasına rağmen, burulma etkileri farklıdır. (Şekil 5.10) Şekil 5.8 'deki yapının kütle ve rijitlik merkezi aynı olduğundan en az burulma bu yapıda oluşmaktadır.

Yapılarda perde duvarlar çoğunlukla asansör boşlukları ya da merdiven boşlukları çevrelerine yerleştirilmektedir. Eğer bahsedilen boşluklar yapının kütle merkezinde değilse bu bölgeler deprem sırasında burulma etkilerine maruz kalacaktır. Burulma düzensizliğine ait bir örnek, 1967 Adapazarı depreminde Sakarya Valilik binasında merdiven boşluğu çevresine konulmuş perde duvarların yapıdaki simetriyi bozucu bir biçimde yerleştirilmesi sonucu oluşan kütle merkezi ve rijitlik merkezi arasında 3.60 metrelik farktan dolayı büyük hasar görmesiyle yaşanmıştır.

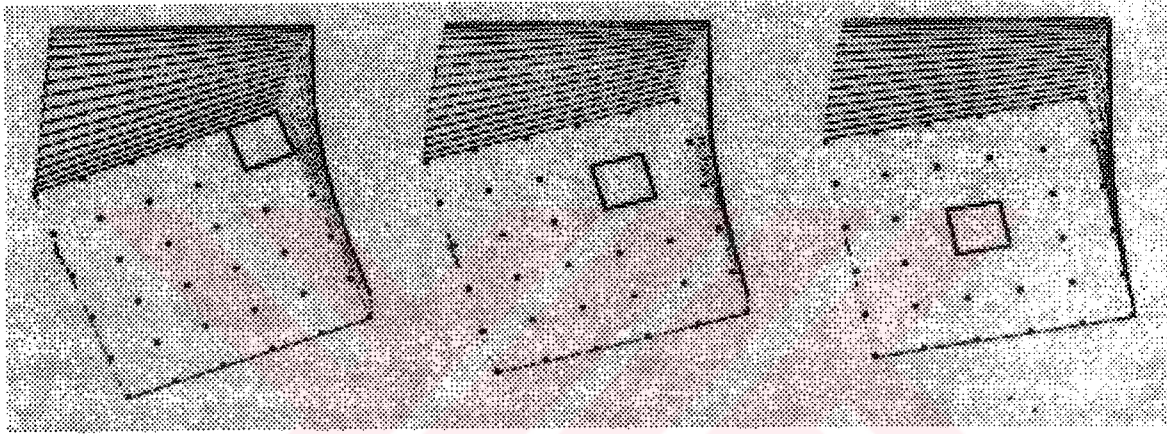


Şekil 5.8 Kütle Merkezi Ve Rijitlik Merkezi Aynı Noktada Olan Bir Örnek.[25, s.76]

Eğer çevresine perde duvar konulacak asansör yada merdiven boşlukları yapıda simetrik ve kütle merkezine yakın bir yere yerleştirme olanağı yoksa ve de yapıda burulma olmasının önlenmesi isteniyorsa yapıya kütle ve rijitlik merkezlerini birbirine yaklaştıracak ek perde duvarlarının konulması gerekir. Burulmayı önlemek için depremin gerektirdiğinden fazla perde duvarı koymak yapının bedelini artıracaktır. [1, s.152]



Şekil 5.9 Kütlesel ve Rijitlik Merkezi Farklı Noktada Olan Örnekler. [25, s.77]

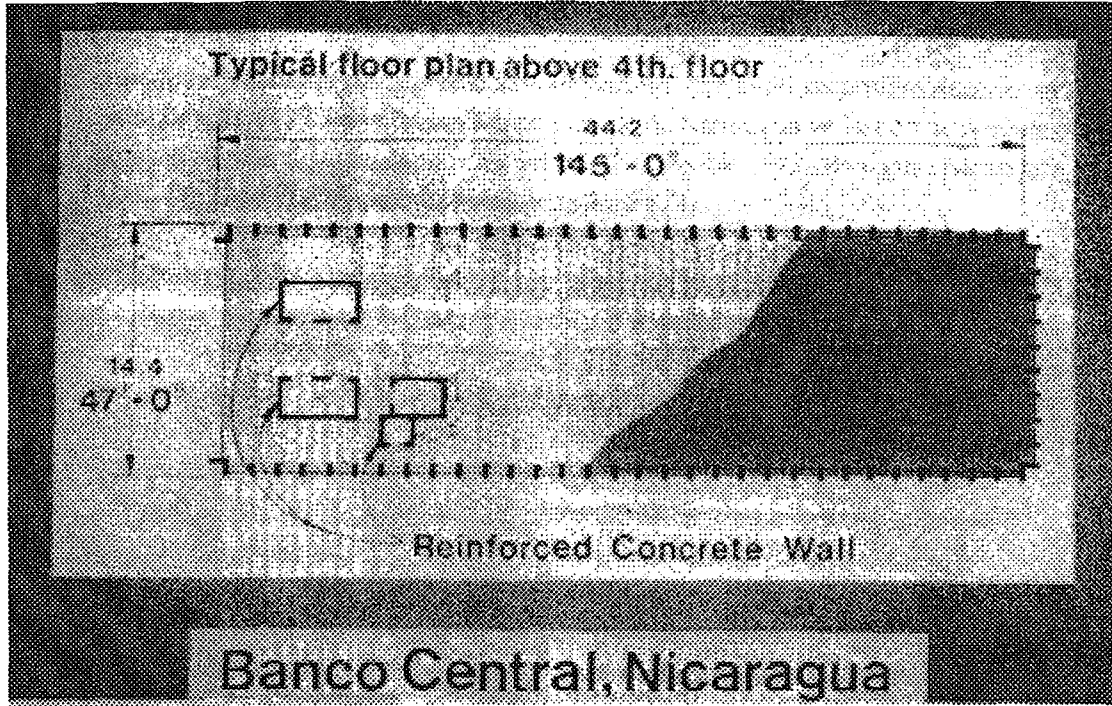


Şekil 5.10 Burulma Etkileri. [25, s.77]

Mimarın fonksiyonu bu aşamada görülmektedir. Bahsedilen zararların oluşmaması için, mimari tasarım sırasında perde duvar yoğunlaşmasının olduğu merdiven ve asansör boşlukları yapıda simetrik olarak yerleştirilmelidir. Böylece sorun en uygun şekilde ve ucuza çözülmüş olacaktır.

Simetrik olmayan rijitlik dağılımı, binanın deprem esnasında burulmasına ve zayıf tarafta bulunan bazı kolonların aşırı derecede zorlanmasına yol açar ve ağır hasara neden olur. [29, s.66]

Banco Central de Nicaragua binasında, Kat planında rijitlikler simetrik dağıtılmamış, asansör ve merdiven kovanı etrafındaki perde duvarlar eksantrik yaratmıştır. (Şekil 5.11)

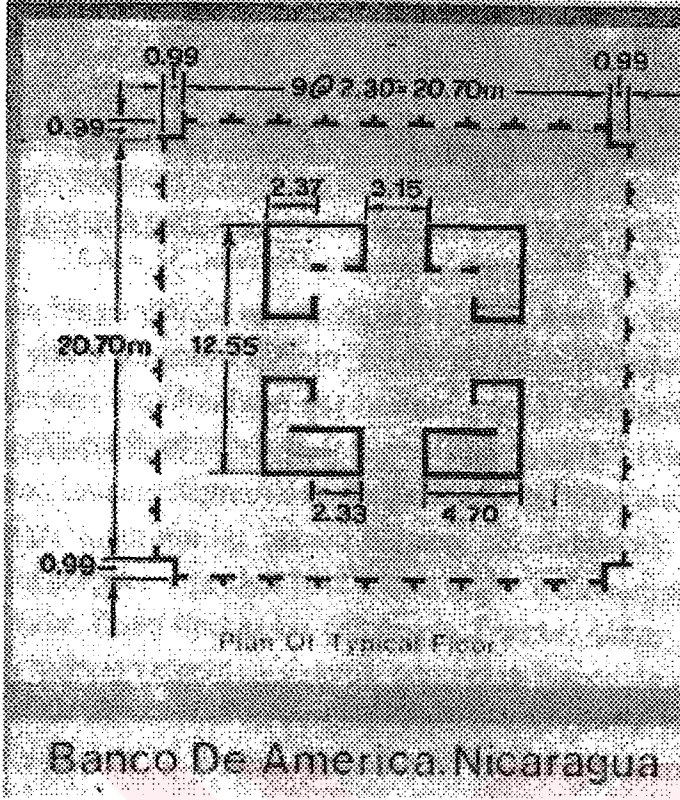


Şekil 5.11 Banco Central de Nicaragua Binası Tipik Kat Planı. [29, s 64]

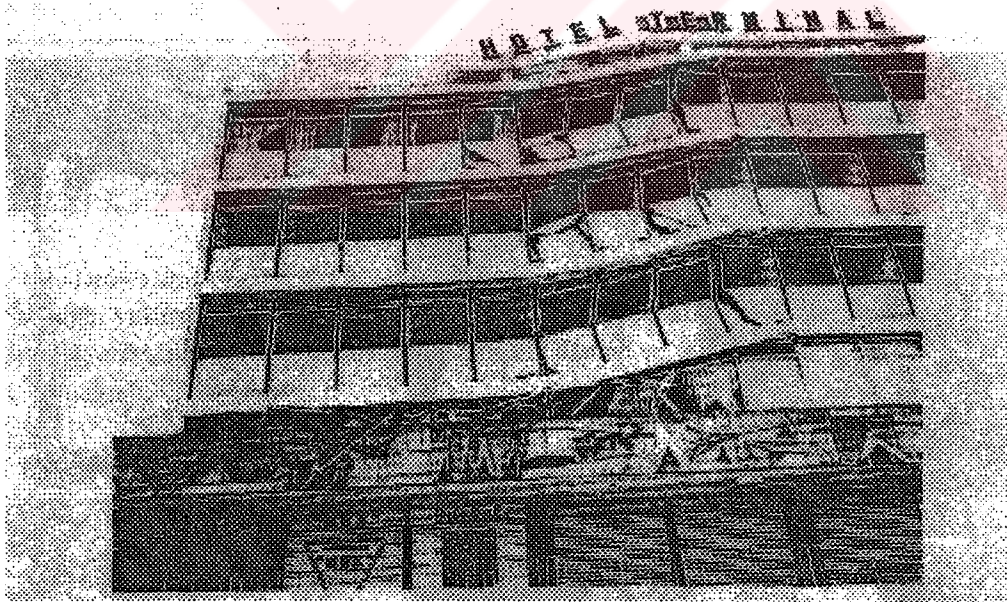
Banco de America binası, dıştan betonarme kolonlarla çevrili, içte asansör ve merdiven kovası etrafına yerleştirilmiş dört adet L şeklinde betonarme kutu perde sisteme sahip olan, iki katı bodrum olmak üzere toplam 17 katlı bir binadır. Bu binanın depremi, perde duvarlarındaki bazı kılcal çatlakların oluşması ve mermer kaplamaların düşmesinin dışında hiç hasar görmeden atlatabilmesinin nedeni, binanın simetrik olması ve çok rijit bir perde sistemi ile korunmasıdır. (Şekil 5.12) [29, s.62]

Burulma hasarına en iyi örneklerden biri de 4 Şubat 1976 Guatemala Depremi'nde ($M=7.9$), ağır hasar gören Terminal Hotel binasıdır. Dikdörtgen bir plana sahip olan, 6 katlı betonarme Terminal Hotel binasının asansör ve merdiven kovası, planda bir uca yakın yerleştirilmesi ve restoran olarak kullanılan ikinci katta bölme duvarların kaldırılması sonucu burulma ötelenmelerinin tamamı bu katta yoğunlaşmıştır. Binanın üst katlarında, simetriyi sağlamak üzere binanın öbür ucuna eklenen bölme duvarlar nedeniyle burulma önlenmiştir.(Şekil 5.13) [29, s.66]

Plandaki şekli H, L, T ve Y şeklindeki binalar meydana gelen depremlerde önemli hasar görmüşlerdir. Bu tip mimari plan gerektiren binalarda burulma hasarlarını önlemek için, bina gerekli sayıda dikdörtgen planlı parçalara ayrılmalıdır. (Şekil 5.15)

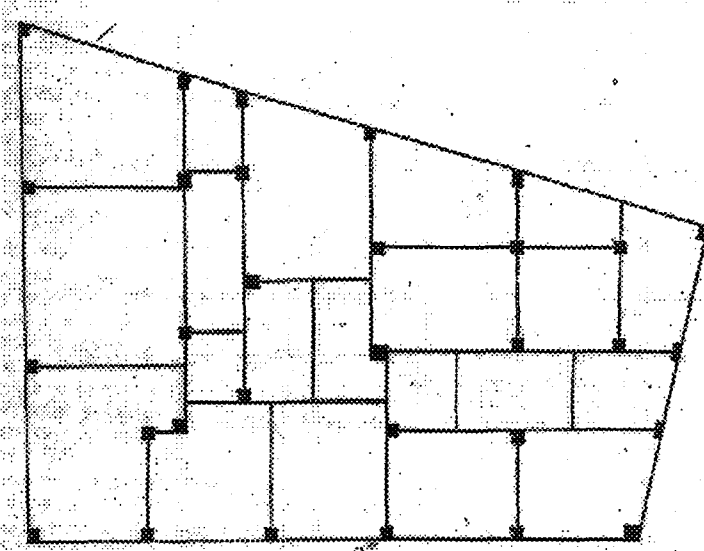


Şekil 5.12 Banco Central de America Binası Tipik Kat Planı. [29, s 64]

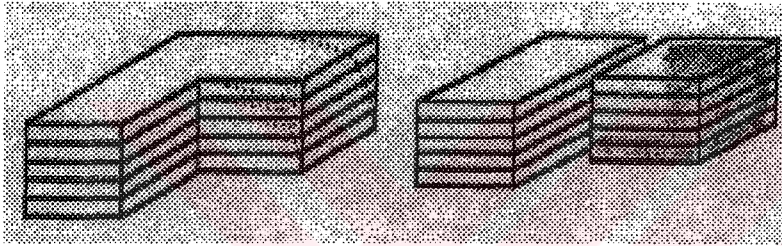


Şekil 5.13 Guatemala Şehrindeki Terminal Hotel Binası. [29, s 67]

Şekil 5.14'de kolon ve kirişlerin dolgu duvarları içinde saklanması yaklaşımı ve de arsa durumu nedeni ile ortaya çıkmış bir betonarme yapı taşıyıcı çerçeve planı verilmektedir. [1, s.138]

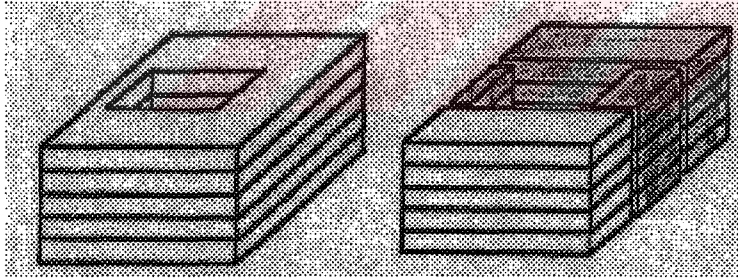


Şekil 5.14 Kolon ve Kirişlerin Dolgu Duvarların İçine Saklanması. [1, s.139]



1 bina

2 ayrı bina



1 bina

4 ayrı bina

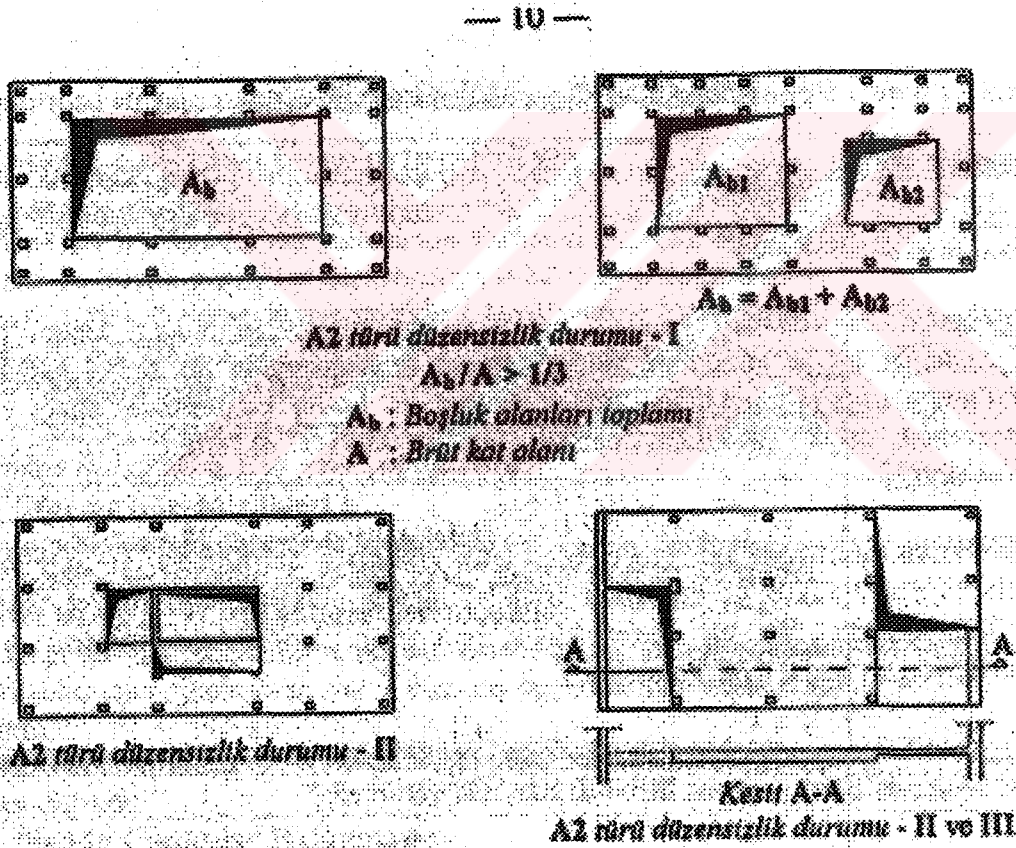
Şekil 5.15 Burulmayı Önlemek İçin Binanın Parçalara Ayrılması. [29, s 21]

5.3.1.2.Döşeme Süreksizliği (A2)

1997 Deprem Yönetmeliği' nde "Bir kat planında, merdiven ve asansör boşlukları dahil, çeşitli maksatlar için açılmış boşlukların alanlarının toplamı o katın brüt alanının 1/3 'ini geçerse, Döşeme Boşluğu Düzensizliği vardır." denir. [2]

1997 Deprem Yönetmeliği' nde Planda Düzensizlik Durumu, “merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3’ünden fazla olması, deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması, döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu” olarak tanımlanır.(Şekil 5.16)

Döşemelerin sürekli bulunması durumunda, döşemenin kendi düzleminde rijit olduğu kabulü uygun düşer. Ancak bu düzenli durum döşemede boşlukların bulunması durumunda zedelenir ve döşeme rijit ötelenme ve dönme yanında kendi düzleminde relatif hareket yapar. Bu durum döşemenin bazı bölümlerinin aşırı zorlanmasına sebep olur. [30, s.27]



Şekil 5.16 Döşeme Düzensizlikler. [29, s 10]

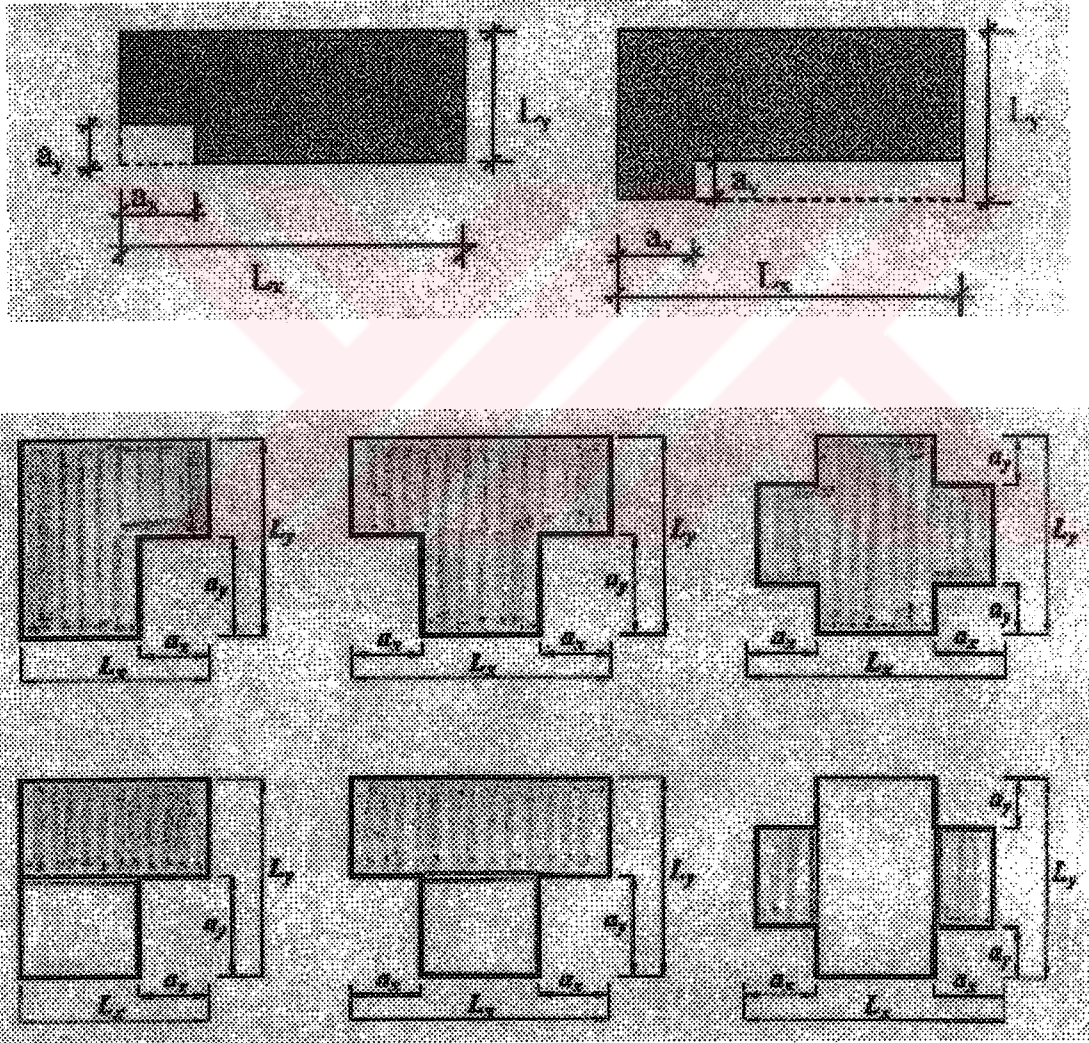
5.3.1.3.Planda Çıkıntılar Bulunması (A3)

1997 Deprem Yönetmeliği' nde “Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı

doğrultulardaki toplam alan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu” olarak tanımlanır.(Şekil 5.17) [2]

Mimarideki değişik form arayışları genellikle binanın simetrik düzenlenmesine engel olur. Bu gibi durumlarda en iyi çözüm binayı parçalara ayırmaktır. (Şekil 5.17)

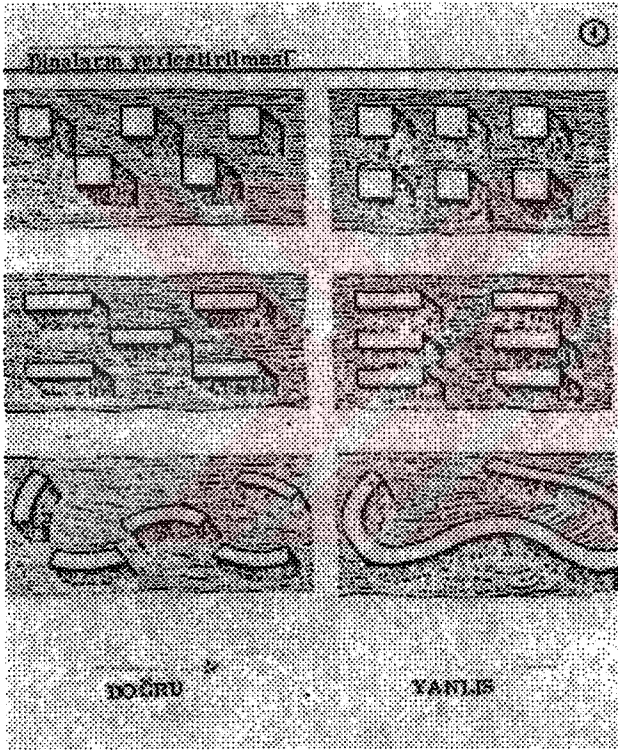
Deprem açısından en uygun biçim planı kare, daire olan yapılardır. Simetrik olduklarından her yönde aynı oranda deprem kuvveti ile zorlanırlar ve yine simetri nedeni ile her yönde aynı ölçüde taşıma güçleri vardır. Dairesel yapı planı en ideal olmakla birlikte analiz, uygulama ve mimari kullanım açısından güçlükler çıkardığı için uygun değildir. [1, s.116]



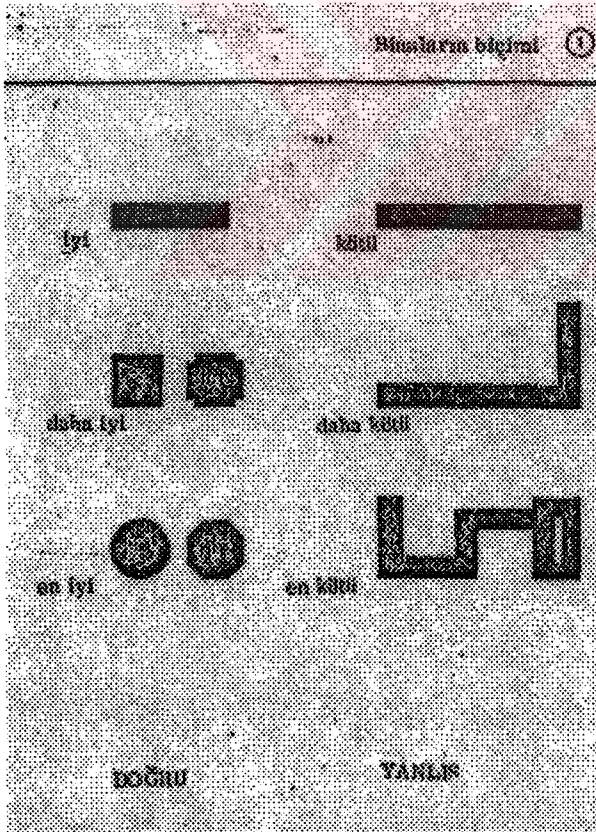
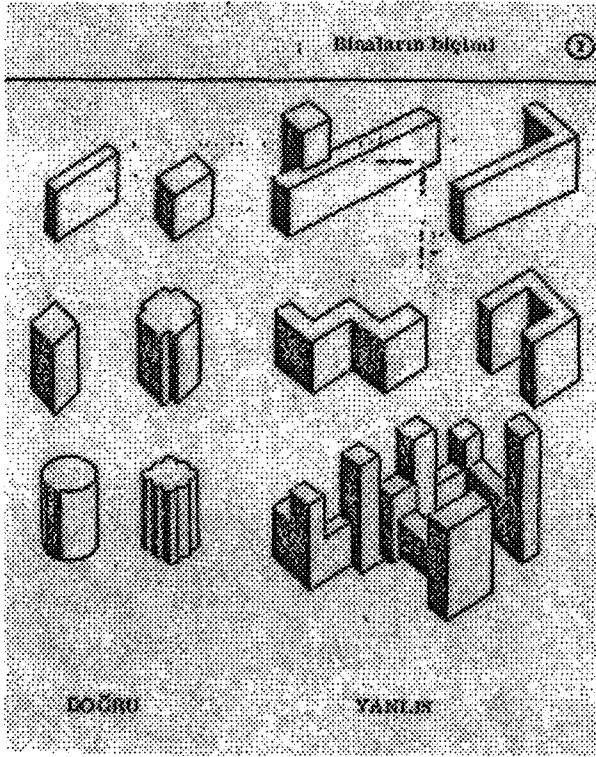
Şekil 5.17 Plan Geometrisindeki Düzensizlikler Ve Bunları Önlemek İçin Alınabilecek Tedbirler. [29, s 12]

Yapılan gözlemlerden yapı ne kadar net formlu düzenlenmişse, depreme dayanıklılığının bu derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunu, çeşitli nedenleri göz önüne alarak açıklamak mümkündür. Net ve düzenli yapıların yapımı da kolaydır, yapımda hata yapma olasılığı da azdır. Bu tür yapıların depremdeki davranışını tahmin etmek ve buna göre bir çözümleme yapmak daha kolaydır. [26, s.112]

Planda uzun olan yapılar daha çok zemin özelliklerinin değişimine ve zemin çökmelerine maruz kaldıklarından kısa olan yapılara göre daha fazla zarar görürler.(Şekil 5.18)



Şekil 5.18 Binaların Yerleşimindeki Doğru ve Yanlışlar.[3, s.76]

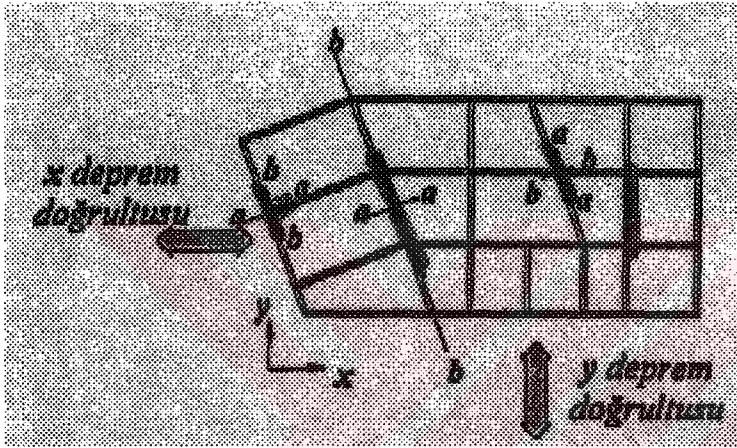


Şekil 5.19 Binaların Biçimlerindeki Doğru ve Yanlışlar.[3, s.75]

5.3.1.4. Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (Ortogonal Olmama Düzensizliği)(A4)

1997 Deprem Yönetmeliği'nde "Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik, yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu." olarak tanımlanır. (Şekil 5.20) [2]

Bir binanın taşıyıcı sistem akslarının birbirine paralel olması istenir. Aksi halde eğik konumda bulunan taşıyıcı elemanlar deprem anında beklenenin üstünde bir kuvvete maruz kalırlar ve kolayca hasar görürler.



Şekil 5.20 Ortogonal Olmama Düzensizliği. [29, s 33]

5.3.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

5.3.2.1. Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) (B1)

1997 Deprem Yönetmeliği'nde "Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı'nın 0.80'den küçük olması durumu." olarak tanımlanır. [2]

Uygulamada zayıf kat olarak nitelendirilebilecek olan yapılar, düşey taşıyıcı elemanları sadece boşluklu ve/veya boşluksuz perdelerden oluşan yapılar ile perdeli ve çerçevesiz yapılar olarak düşünülebilir. Bunlar arasında, zayıf kat bakımından en elverişsiz nitelikte olan durum, perdeli yapılarda, belirli bir katta perdelerin yerini kolonların alması halidir. [25, s.37]

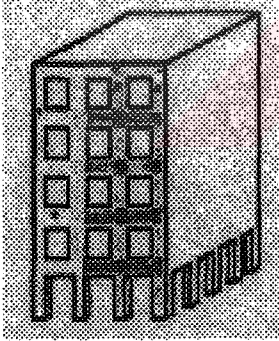
5.3.2.2.Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) (B2)

1997 Deprem Yönetmeliği'nde "Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı 'nin 1.5'tan fazla olması durumu." olarak tanımlanır. [2]

Deprem etkileri genellikle zemin kat seviyesinde en büyüktür. Bu katın kendi yatay yükü yanında üst katlardaki yükleri de taşıması gerekir. Benzer şekilde sabit ve hareketli düşey yükler artarak, alt katta en büyük değerini alır. Bunun sonucu olarak bu kattaki elemanların dayanımlarının daha yüksek olması gerekir. [26, s.114]

Ancak, restoran, dükkan, show-room gibi ticari ve mimari amaçlarla camlı ve boşluklu mekanlar elde etmek amacıyla, binaların giriş katlarında, tesisat veya hava boşluğu gibi nedenlerle bazen ara katlarda bölme duvarı örülmeyle ya da azaltılarak yumuşak kat oluşturulmaktadır. (Şekil 5.21)

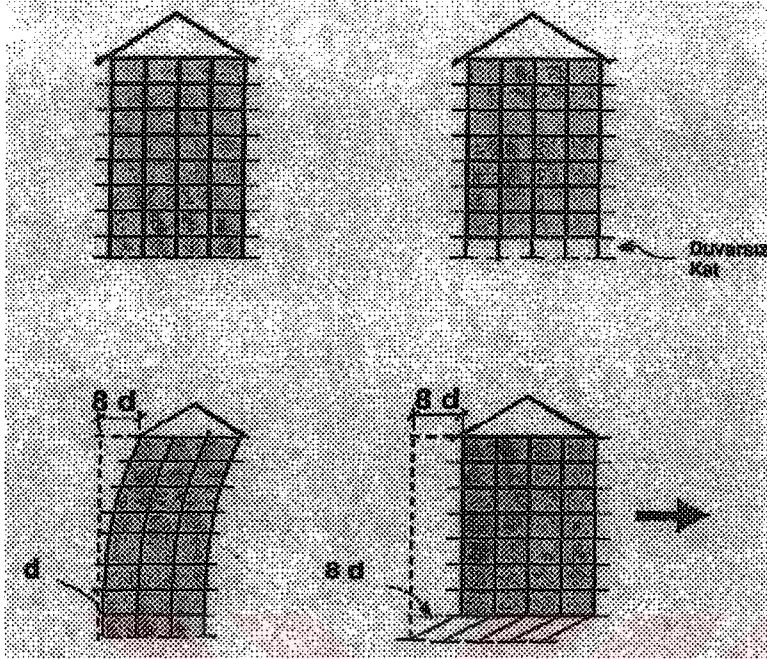
Yumuşak katın, kat arası relatif deplasmanı, böyle bir katın bulunmaması halinde binanın tüm katlarında oluşacak kat arası relatif deplasmanlarının toplamı kadardır



Şekil 5.21 Yumuşak Kat Yaratılması Hali. [29, s 29]

Tehlike katının üstündeki tüm katlar, bölme duvarlarının sağladığı ekstra rijitlik nedeni ile, bir rijit cisim gibi davranır ve üst katlarda hiç kat arası deplasmanı oluşmaz. Dolayısıyla, yumuşak kat bulunmaması halinde binanın en üst katta yapacağı toplam yatay deplasmanının tümü, enerjinin korunması prensibi nedeni ile, yumuşak katta yer alır. Beklenmedik böylesine büyük bir deplasmana ayak uyduramayan "yumuşak kat" aniden mağlup olarak, tüm binanın göçmesine neden olur. Sekiz katlı düzenli bir binanın en üstünde meydana gelebilecek (8d)

miktardaki toplam deplasmanın tümünün “yumuşak kat”da meydana geleceği şematik olarak Şekil 5.22’de gösterilmiştir. [29, s.27,28]



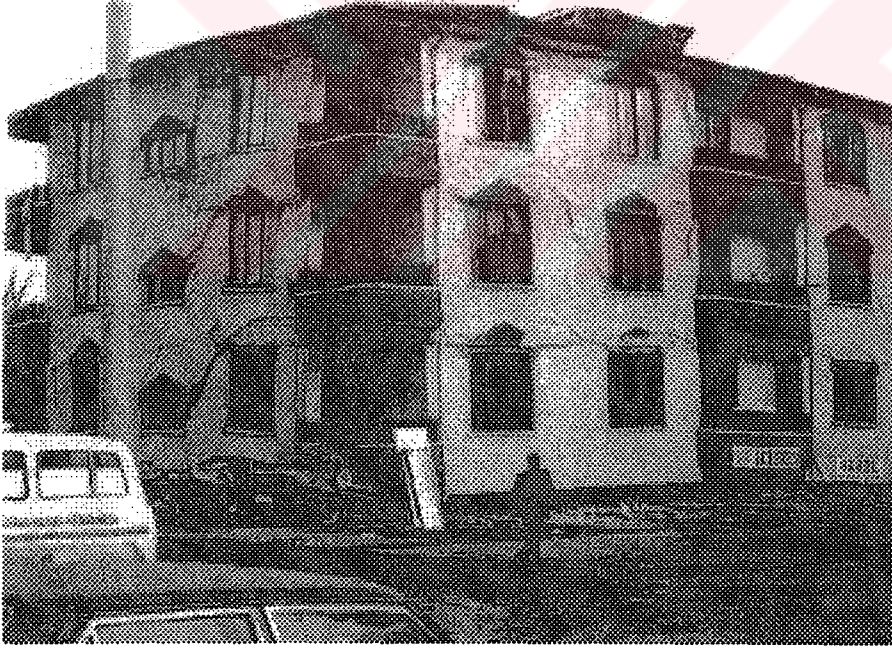
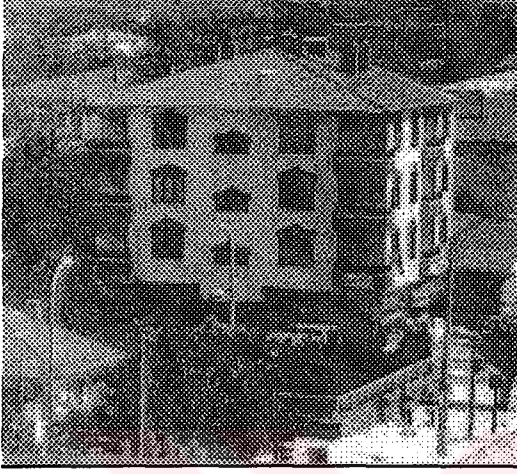
Şekil 5.22 Yumuşak Kat Deplasmanının Büyüklüğü. [29, s 30]



Şekil 5.23 Yumuşak Kat Nedeniyle Boyu Kısalmış Yapı Örneği (Dinar). [5, s.37]

Yumuşak kat sorunu, bir çok depremde hasar yaratma bakımından en ön sırada yer alır. Bodrum ya da zemin katı çökmüş ancak üst katları sağlam kalmış pek çok örnek görülmektedir.(Şekil 5.24)

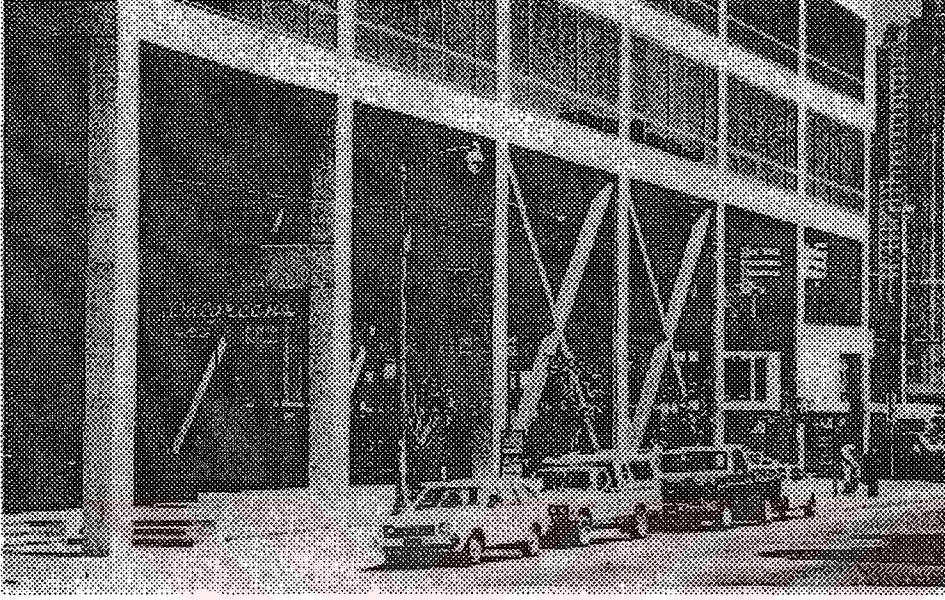
Tehlike katı oluşumunun önlenemediği hallerde, yani giriş katlarında dolgu duvarı örülmeyerek boş ya da şeffaf yapılmasının zorunlu olduğu hallerde, özel hesaplamalar ve özel boyutlandırma teknikleri veya farklı malzemeler kullanarak yumuşak katın tehlikesiz hale getirilmesi sağlanabilir. Yumuşak kat binalarda inşaat maliyetini arttıran en önemli faktörlerden biridir. (Şekil 5.25-26-27-28) [29, s.80]



Şekil 5.24 Hasar Gören Bir Binanın Depremden Önceki Ve Sonraki Durumu.

Zemin katın dükkan olarak kullanılması sonucunda bölme duvarların azlığı nedeniyle yumuşak kat oluşmuş ve deprem etkisiyle bu kat tamamen göçmüştür. (13 Mart 1992 Erzincan Depremi) [16]

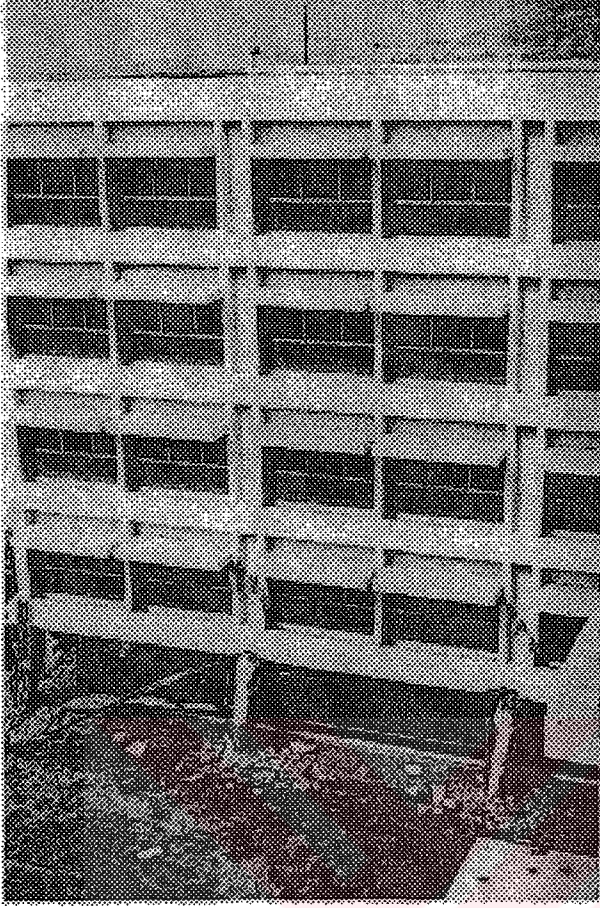
Erzincan'da bazı binaların zemin katları açık alan elde etmek amacıyla bölme duvarsız yapılmış ve bu katlardaki kolon kesitleri küçük tutularak çökmeye müsait katlar meydana getirilmiştir. Deprem mukavemeti açısından son derece sakıncalı olan bu yumuşak katlı binalar, büyük hasara sebebiyet vermişlerdir. [16, s.105]



Şekil 5.25 Yumuşak Katın Çelik Çaprazlarla Güçlendirilmesi.(26 Katlı Bir İşyeri-San Francisco, ABD) [29, s 105]



Şekil 5.26 Burulma ve Yumuşak Kat Hasarı Birleşimi. (15 Ekim 1979 Imperial Country Depremi, $M=6.4$) [29, s 87]



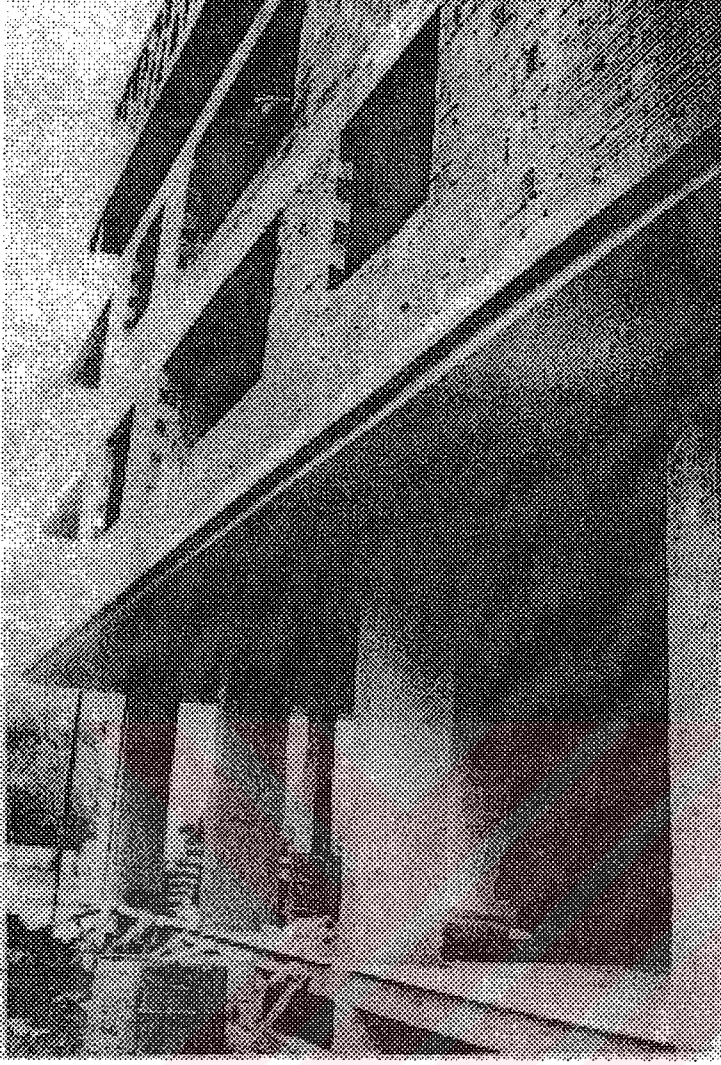
Şekil 5.27 San Francisco Marina Bölgesinde Yumuşak Kat Hasarı. (17 Ekim 1989 Loma Prieta- Kaliforniya Depremi, $M=7.1$) [29, s 83]

5.3.2.3. Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği(B3)

1997 Deprem Yönetmeliği' nde "Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu." olarak tanımlanır. [2]

Türkiye Deprem Yönetmeliği (1997), kolonların bir alt kattaki konsol kirişin ucuna veya bir alt kattaki kolondan taşan guseye oturtulmasını kesinlikle yasaklamıştır (Madde 6.3.2.5a). Aynı şekilde bir perdenin, alt katlarda devam etmeyip, bir kirişin açıklık ortasına taşıttırılmasını da yasaklamıştır.(Madde 6.3.5d)(Şekil 5.29) [2]

Günümüz nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu yerlerde yapılaşmada da bir yoğunluk ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda da arsa değerleri yükselerek yapı maliyetinde önemli bir faktör haline gelmektedir. Bütün bunların neticesinde de mimari tasarım

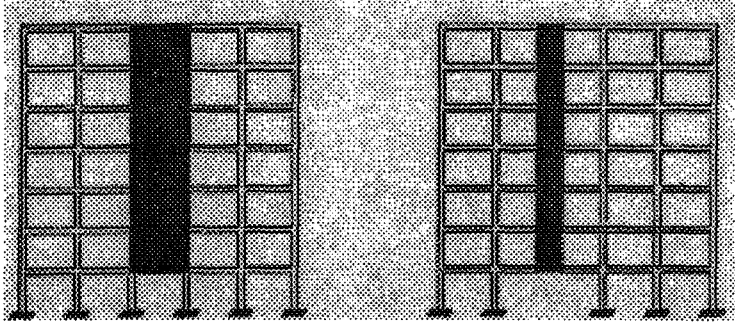


Şekil 5.28 Bostancı-Göztepe Arasında Yumuşak Kat.(Ayrıca Bodrumda Çok Sakıncalı Kısa Kolon Oluşmuştur.) [29, s 94]

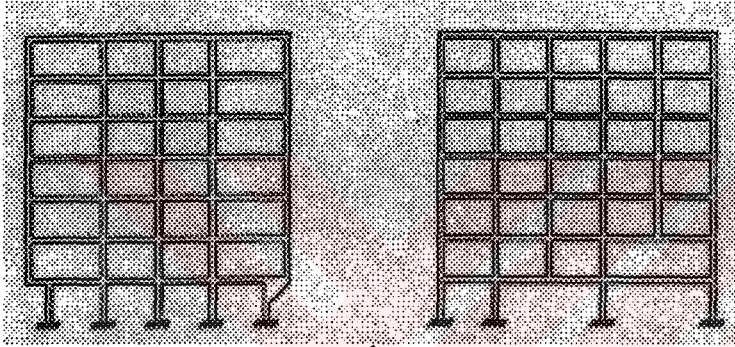
maksimum arsa kullanımını sağlayacak yönde zorlanmaktadır. Bu konuda mimari tasarımı kısıtlayan imar yönetmeliğine göre, bir tasarımda; yapının zemin kat alanı ve katların toplam alanı belirli katsayılarla sınırlandırılmıştır. Böylece kısıtlanan tasarımlarda genellikle zemin kat tavan kalıbından itibaren üst katlarda konsol uygulamalarına gidilmektedir. [30, s.2]

Mimari tasarım yapılırken mekanların ortasında kolonlar gözüksün istenmez. Bu nedenle, 1. kattan sonra kolonlar guselerin üzerine oturtulur.(Şekil 5.30)

1. kattan sonra çıkma yapılan binalarda kolonlar guselerin üzerine oturtulmayıp düz devam etseler dahi, çıkmalar binanın dengesini bozduğundan dolayı depreme karşı dayanıksızdırlar. .(Şekil 5.31-32-33)



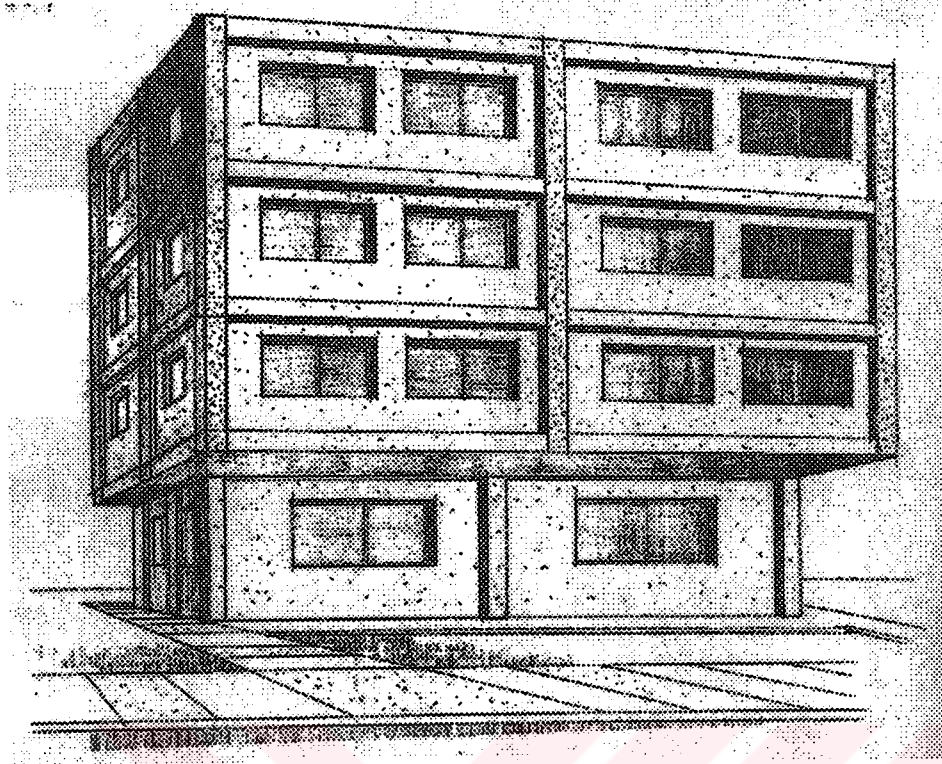
YASAKLANMIŞTIR



YASAKLANMIŞTIR

Şekil 5.29 Perde ve Çerçevelerden Oluşan Düzensiz Sistemler. [29, s 17]

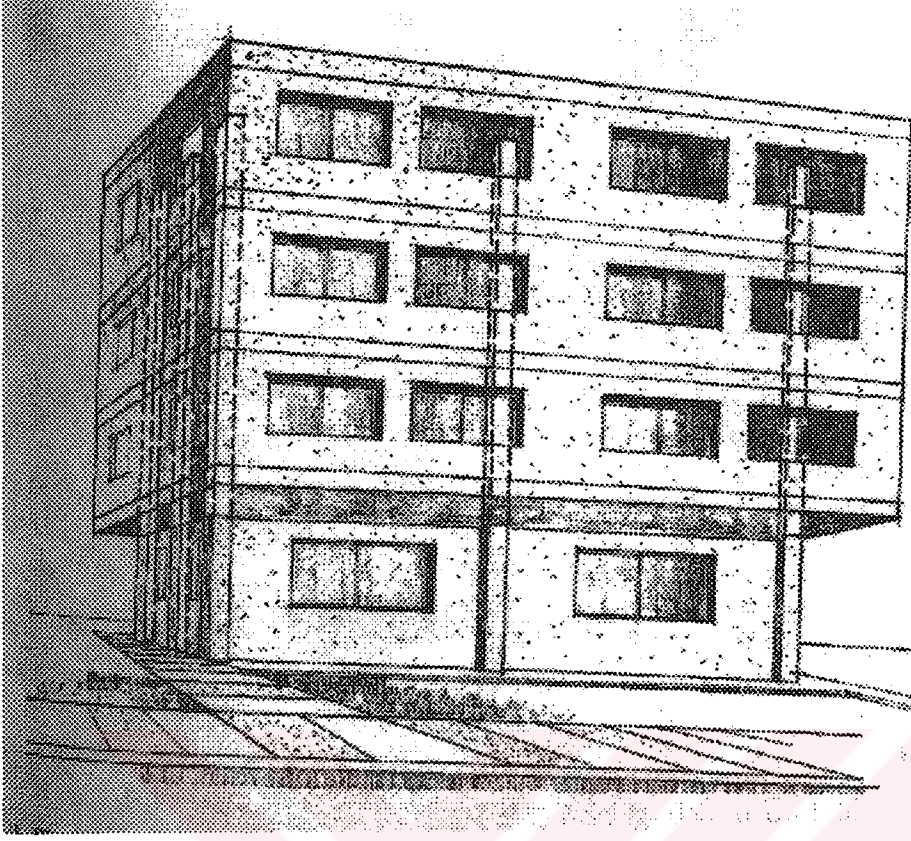
Taşıyıcı sistemde perdelerin zemin katta kirişlere oturtulması, en üst kata kadar ulaşmayıp arada bir yerlerde kesilmesi, bazı kolonların zemin katta tamamen iptal edilmesi, katlar arasında yükseklik farklılıkları oluşması deprem açısından sakıncalıdır.(Şekil 5.34)



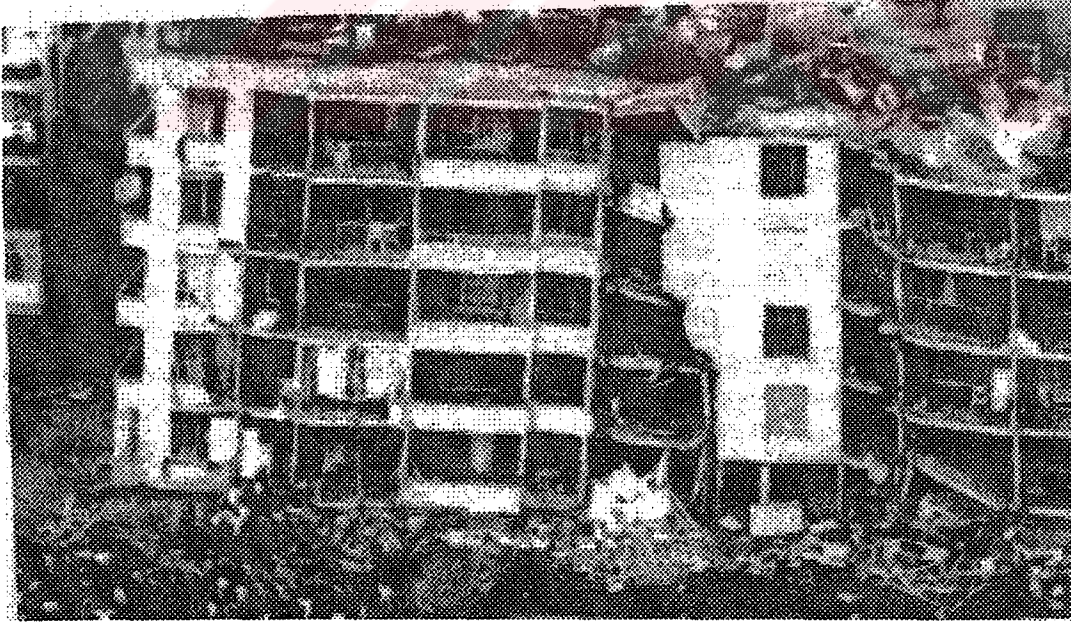
Şekil 5.30 .1. Kattan Sonra Çıkma Yapılan ve Bu Çıkma Üzerine Kolon Oturtulan Bir Yapı. [24, s.24]



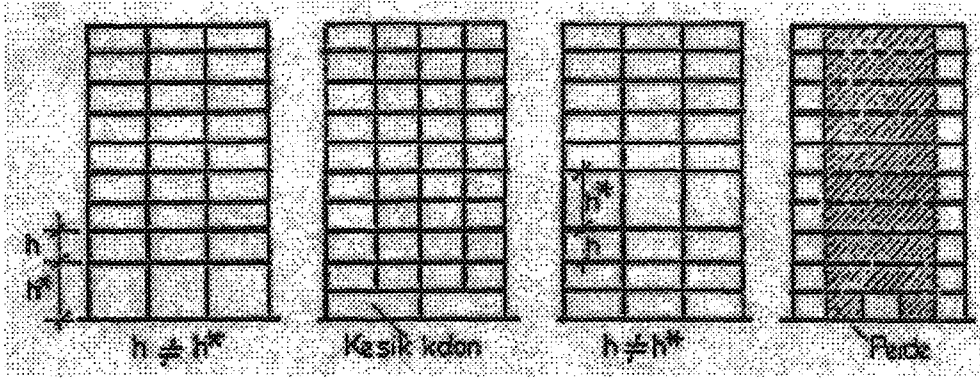
Şekil 5.31 Zemin Kattan Sonra Çıkma Yapılan Bir Bina. [24, s.33]



Şekil 5.32 1. Kattan Sonra Çıkma Yapılan Bir Bina. [24, s.25]

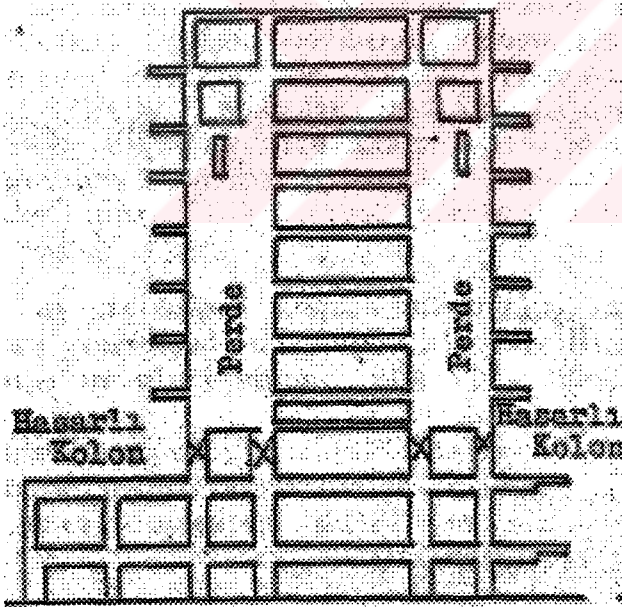


Şekil 5.33. Zemin Katından Sonra Çıkma Yapılan Bir Bina. [24, s.30]



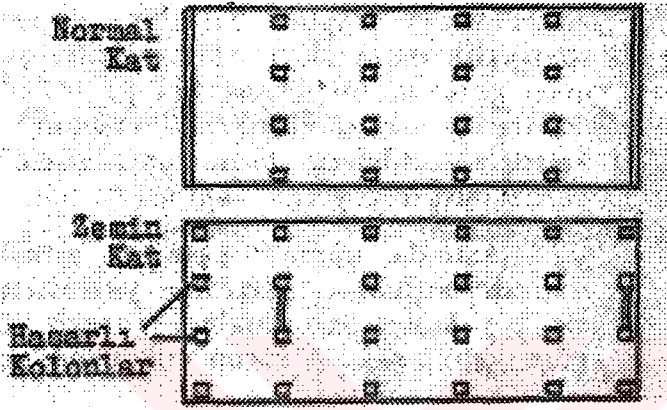
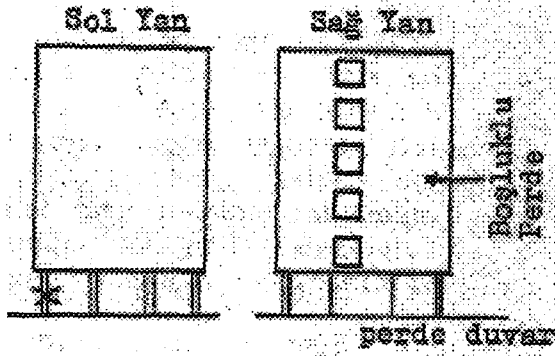
Şekil 5.34 Rijitlik Düzensizlikleri.[23, s.58]

Perde duvarın yapının en üst katına kadar sürekli olmaması perde duvarın kesildiği katta gerilme birikimine yol açar ve bu düzeyde büyük hasar olabilir. 1967 Caracas Venezuela depreminde zemin katında kolonlara oturan perde duvarlar zemin kat kolonlarında ağır hasara neden olmuştur.(Şekil 5.35) Aynı şekilde 1979 El-Centro depreminde zemin katında perdesi olmayan bir perde duvarlı yapı da hasar görmüştür.(Şekil 5.36) [1, s.150]



Şekil 5.35 1967 Caracas Depreminde Hasar Gören Yapı.[1, s.151]

Yine 1967 Caracas Venezuela depreminde bölme duvarları (perde duvarları bile değil) belli bir kattan sonra yapılmamış bir yapıda , bu kat düzeyinde yapı sanki bıçakla kesilmiş gibi hasar görmüştür ve bölme duvarlarının bulunmadığı katlar tümü ile yıkılmıştır. [1, s.150]



Şekil 5.36 1979 El-Centro depreminde Hasra Gören Yapı.[1, s.151]

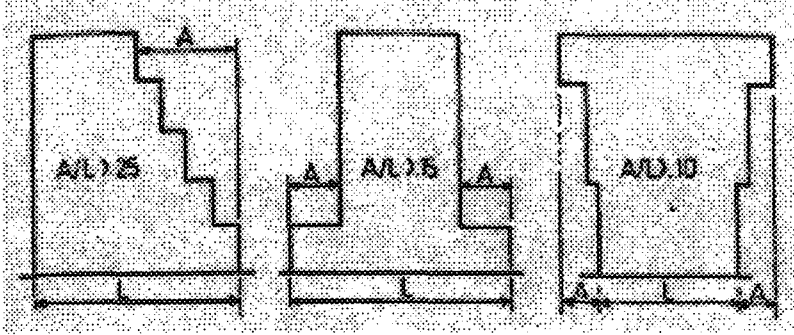
5.3.2.4.Binanın Düşey Gabarisindeki Düzensizlikler

Yapıda alt kattan başlayarak en üst kata doğru ağırlık ve rijitlikte uyumlu bir gidiş olmalıdır. Aynı yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması sakıncalıdır. (Şekil 5.37) Ana yapı üzerindeki kule, çekme kat gibi alan olarak asıl yapıdan daha küçük ve yüksek bölümlerin depremde ana yapıdan farklı davrandıkları ve daha büyük yatay kuvvetlerle zorlandıkları bilinmektedir. İlk birkaç katı alan olarak daha geniş bir yere oturan, diğer katları kule gibi yükselen bu tip yapılarda yapı planının küçüldüğü düzeyde büyük gerilme birikimi ve bu düzeydeki döşemede büyük yatay kuvvetler oluşacaktır. (Şekil 5.38) [1, s.119]

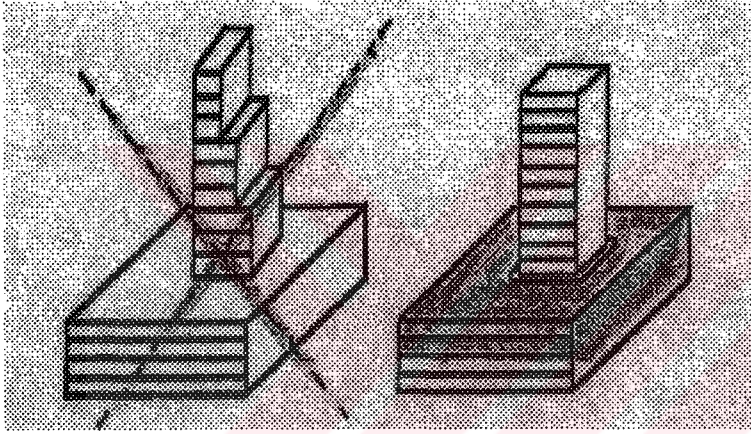
Geniş bir kütleden, daha dar bir kütleye geçildiği zaman alınabilecek en iyi önlem, her iki kütleyi birbirinden yeterli uzaklıkta ayırmaktır.

Dubleks katları olan yapılarda da bir rijitlik düzensizliği söz konusudur. Kat döşemelerinin ve kirişlerinin farklı düzeylerde saplandıkları ortak kolonun bulunduğu yapı aksı yapının diğer kolon akslarına göre çok daha yüksek bir rijitliktedir. Çünkü bu aksta kolon boyu diğer akslara göre yarı yarıya kısadır. Bu

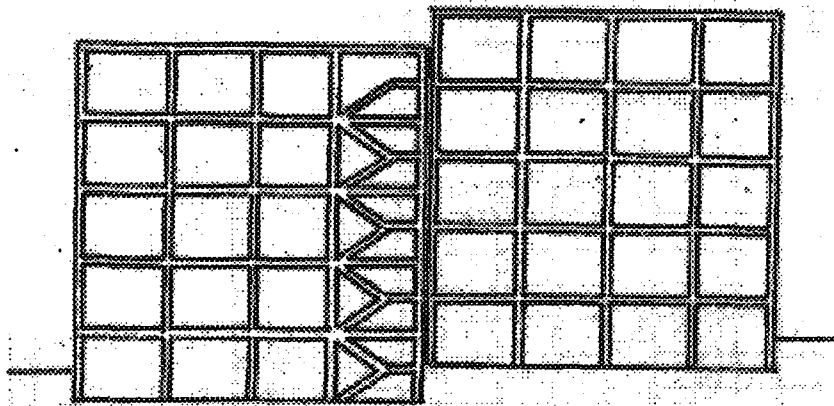
akstaki kolonların büyük yatay kuvvetlerle zorlanması söz konusudur. (Şekil 5.39-40)[1, s.119]



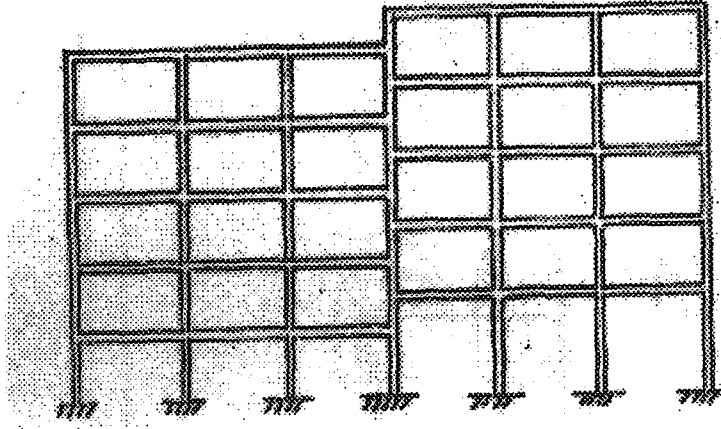
Şekil 5.37 Düşeyde Geometrik Düzensizlikler. [23, s.58]



Şekil 5.38 Bina Gabarisinde Düzensizlik.[29, s 20]

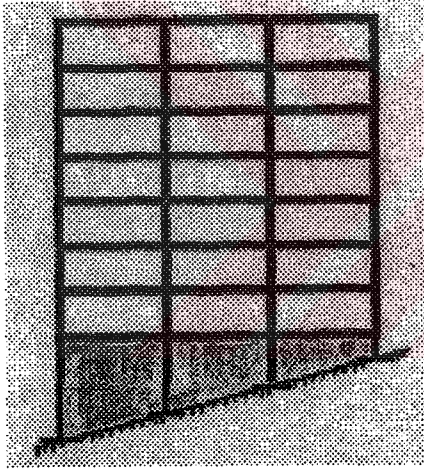


Şekil 5.39 Dupleks Bir Yapıdaki Düzensizlik. [1, s.122]



Şekil 5.40 Bitişik Nizamda Dupleks Yapıların Kat Düzeylerindeki Durumu.[1, s.122]

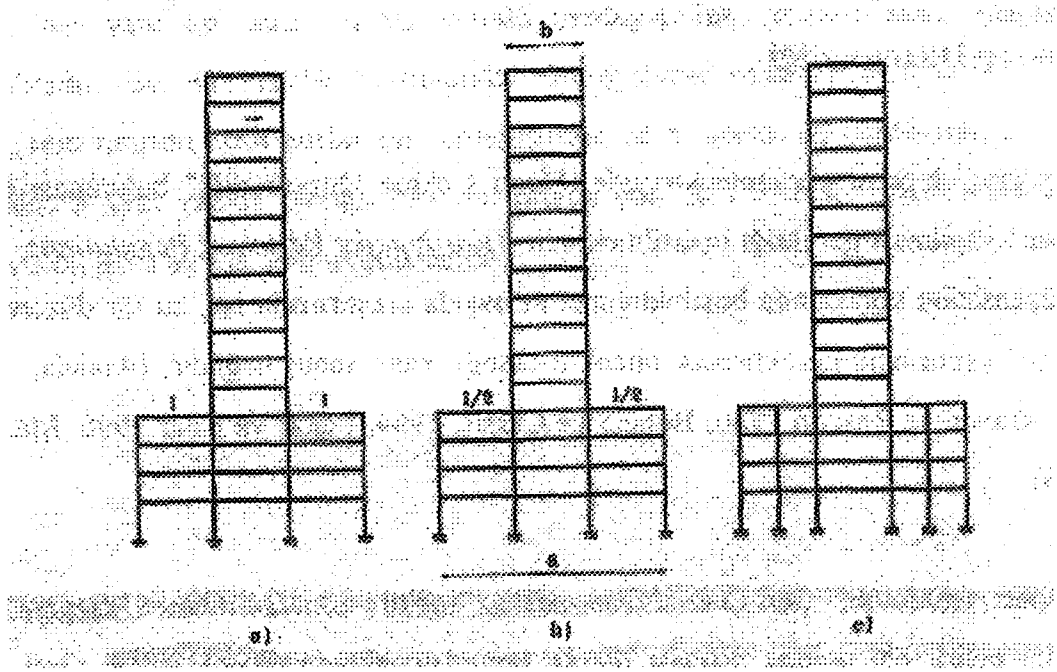
Mütemadi temeller binayı tümüyle bağladıkları için, münferit temellere göre daha dayanıklıdır. Eğimli bir arazide binada yapılıyor ve münferit temel kullanılıyorsa bütün temeller düz arazilerde olduğu gibi aynı hizada yapılmalıdır.(Şekil 5.41)



Şekil 5.41 Eğimli Arazide Farklı Yüksekliklerde Oturtulmuş Temeller. [29, s 23]

Yönetmeliklerde, “Geri Çekme Düzensizliği” belirli bir kattan itibaren, aşağıya doğru, bina genişliğinin belirli oranda artması olarak tanımlanmaktadır.

Taşıyıcı sistem karakteristiklerine bağlı olarak, aynı boyutlardaki binalar, daha düzenli yada daha düzensiz davranış gösterebilmektedirler. Örneğin Şekil 5.42.b’de gösterilen yapı, Şekil 5.42.a’dakine göre düzenli yapılara daha yakın bir deprem davranışı gösterdiği halde, Şekil 5.42.c’de gösterilen yapının deprem davranışı çok daha düzensiz karakterdedir. [25, s.43]

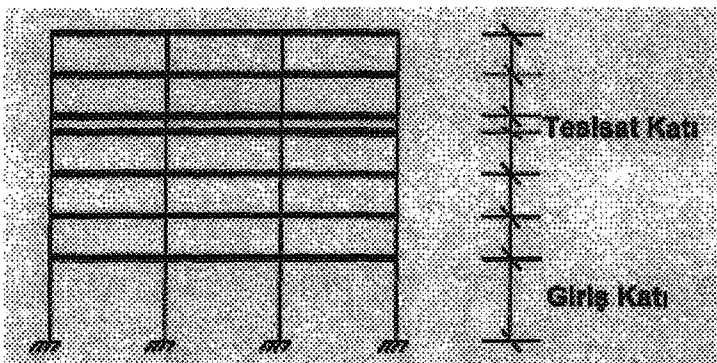


-Şekil 5.42 Geri Çekme Düzensizliği.[25, s.44]

5.3.2.5. Kat Yüksekliklerindeki Düzensizlik

Binanın kat arası yüksekliklerinin, bina yüksekliği boyunca birbirine eşit ve üniform olması deprem güvencesi bakımından tercih nedenidir. Tesisat katında ve genellikle giriş katında, kat yüksekliklerinin diğer katlara nazaran farklı olabilir. (Şekil 5.43) [29, s.22]

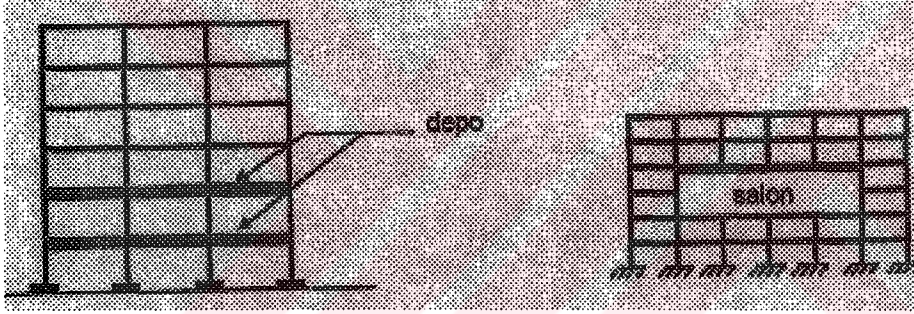
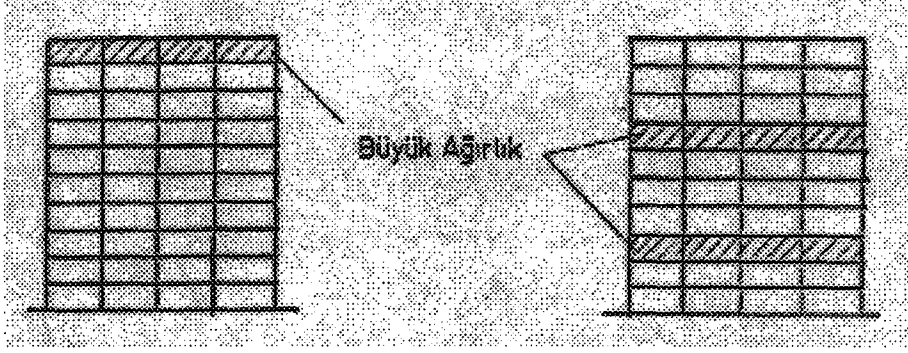
Teknik ve mimari nedenlerle bu farklılıktan kaçınılamaz ise, binanın deprem hesapları, dinamik analiz yapılarak, titiz bir şekilde ele alınmalı ve farklı yükseklikteki kat kolonlarının boyutlandırılmasına özel bir itina gösterilmelidir. [29, s.22]



Şekil 5.43 Farklı Fonksiyonlardan Dolayı Farklı Yükseklikteki Katlar. [29, s 23]

5.3.2.6.Yükseklik Boyunca Kütle Dağılımındaki Düzensizlik (Ağırlık Dağılımı)

Binanın dengesini bozacak kadar büyük ağırlıklar aynı yerde toplamak yerine dengeli bir şekilde dağıtılmalıdır. (Şekil 5.44) Ermenistan'ın Leninakan kentinde 7 Aralık 1988 tarihinde meydana gelen depremde bu tür düzensizliklerden dolayı birçok bina hasar görmüştür.(Şekil 5.45)



Şekil 5.44 Kütle Dağılımındaki Düzensizlikler. [23, s.58] [29, s 17]

5.3.2.7.Kısa Kolon

Okul, kışla ve yatakhane gibi yapılarda genellikle kat ortalarındaki koridorlara ve bodrum katlarına ışık gelmesi için çerçevelerin dolgu duvarlarının üst başlarına bant biçiminde boydan boya pencereler yapılmaktadır. Böyle durumlarda çerçevelerin kolonlarının pencere düzeyine kadar bölümlerinde bölme duvarlarca desteklendikleri, pencere olan bölümde ise böyle bir desteğin olmadığı görülecektir. Bu durumda kolonun pencere olan bölümündeki rijitliği duvar olan bölümündeki rijitliğinden çok daha az olmakta ve yatay yükler altında yalnızca pencereli bölüm öteleme yapabilmektedir. Sonuçta kolonun burkulma boyu bant pencerelerin yüksekliği kadar olmakta, kolon boyu kısalmakta ve boyu kısalmış kolon çok yüksek bir rijitlik göstermektedir. [1, s.125]



Şekil 5.45 Giriş Holünde Yükseklik Boyunca Kütle ve Rijitlik Dengesizliği. (7 Aralık 1988 Ermenistan Depremi, $M=6.9$) [29, s 26]

Kısa kolon sadece kolonlar arasındaki dolgu duvarın boşluklu olarak örülmesiyle değil herhangi bir katın diğer kata göre daha kısa yapılmasıyla da oluşur.

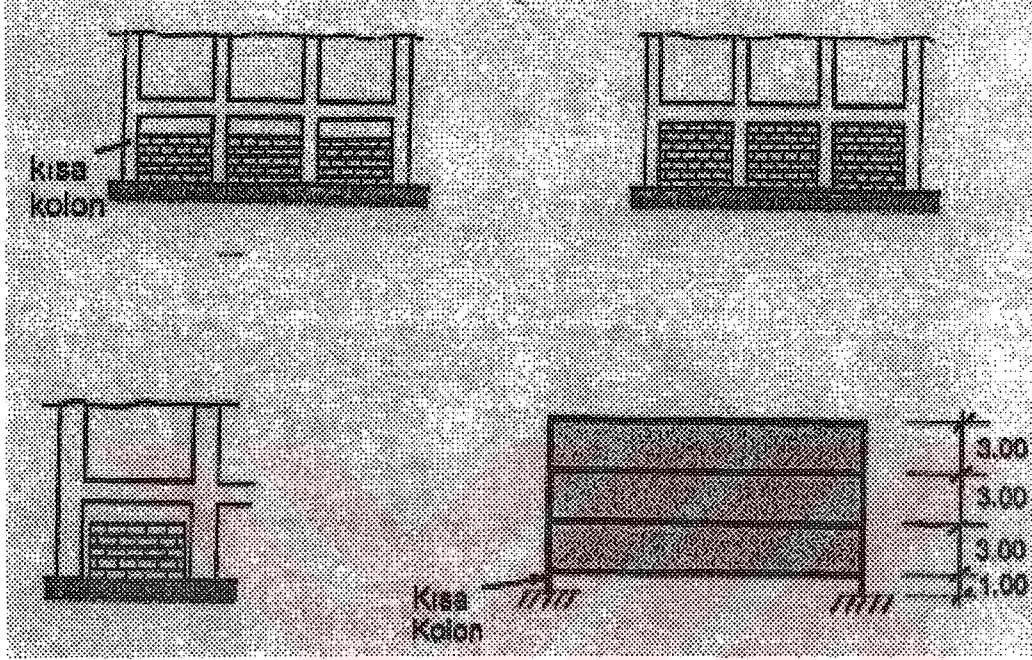
Kısa kolonlara gelen kesme kuvvetleri, depremde normal yükseklikteki katın kolonlarına gelen kesme kuvvetlerinden çok fazladır. Kolon ne kadar kısa ise, üzerine çektiği kesme kuvveti de boyunun üçüncü kuvveti ile doğru orantılı olarak artar. [29, s.34]

Deprem hasarlarının büyük bir kısmını kısa kolon sorunu oluşturmaktadır. Kısa kolon oluşumuna engel olmak için ya kolonlar arasında örülen dolgu duvarda doğrama boşluğu bırakılmamalı ya da duvar tamamen kolonlardan koparılarak yani arada derz bırakarak örülmelidir.(Şekil 5.46)

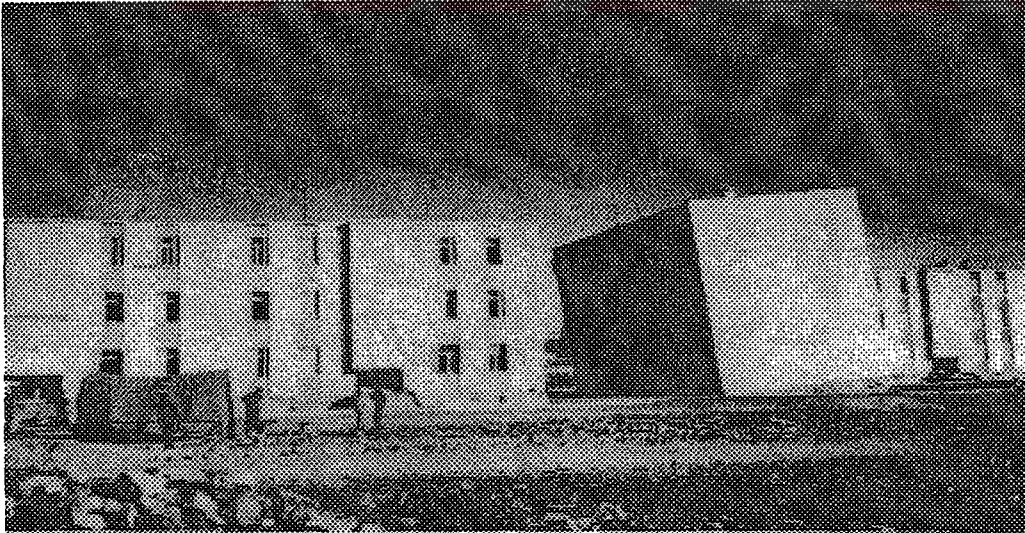
Cezair'in El Asnam kentinde 10 Ekim 1980 'de meydana gelen depremde binalarda doğal vantilasyon sağlamak ve döşemeyi zeminin rutubetinden uzak tutmak amacı ile, zemin kat hizasında bölme duvarsız bir boş tesisat katı bırakılmıştır. Bu tesisat katının kolon boyları çok kısadır (1 metre). Dolayısıyla, hem kısa kolon hem de tehlike katı durumları bir arada çok sakıncalı bir kombinasyon yaratmıştır.(Şekil 5.47-48) [29, s.36]

Burdur depreminde hasar gören lise ek pavyon binasının bodrum katı dış aks kolonlarında tipik kısa kolon kırılması olmuştur. Bodrum kat dış aks kolonları

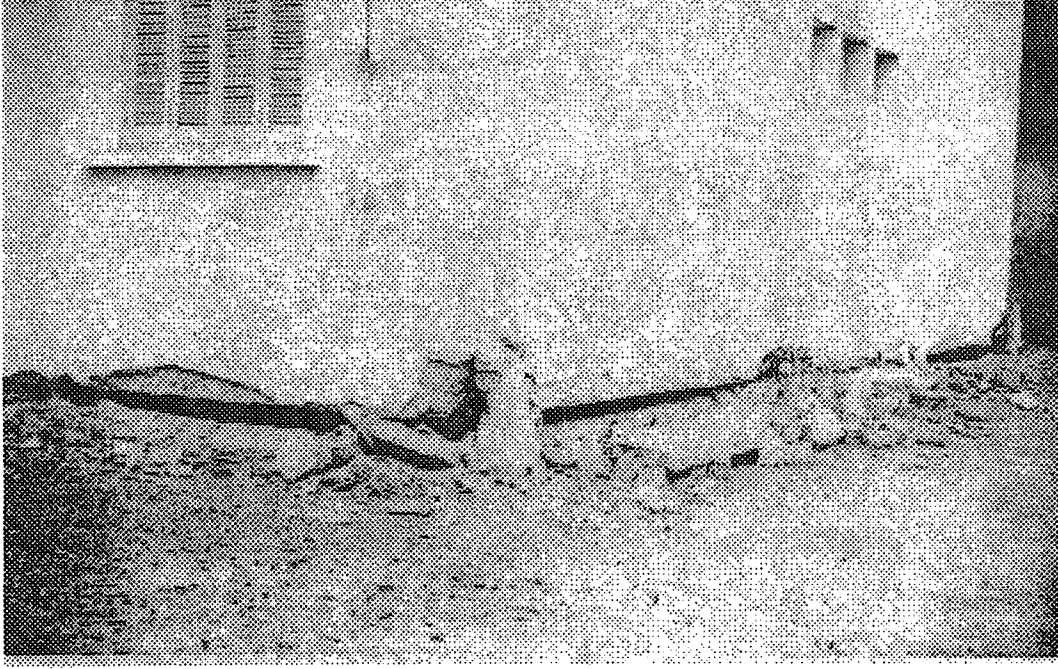
arasına kalın taş duvarlar örülmüş bulunmakta ancak duvarların üst başlarında bant şeklinde pencerelerin açılması ile bu kolonların etkili boyları çok büyük bir şekilde kısaltılmış ve bodrum kata gelen bütün yatay kuvvetler bu kolonlara gitmiştir. Kolonların kesme kuvveti kapasitelerinin çok üstünde kesme kuvvetine maruz kalması tipik kesme kırılmasına yol açmıştır. [1, s.125]



Şekil 5.46 Kısa Kolon Düzensizliği. [29, s 37]



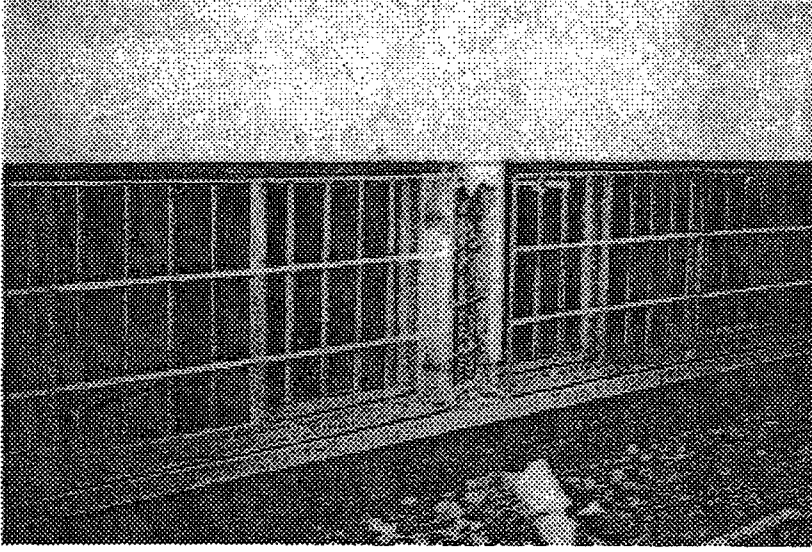
Şekil 5.47 Kısa Kolonlu Betonarme Apartmanlar.El Asnam,Cezair (10 Ekim 1980 El Asnam Depremi, M=7.2) [29, s 39]



Şekil 5.48 Kısa Kolon Hasarı.El Asnam, Cezair (10 Ekim 1980 El Asnam Depremi, $M=7.2$) [29, s 39]



Şekil 5.49 Kısa Kolon Örneği. Managua, Nıcaragua (23 Aralık 1972 Managua Depremi, $M=6.2$) [29, s 38]



Şekil 5.50 Kısa Kolon Örneği (Dinar). [5, s.38]

5.3.2.8.Çarpışmaya Olanak Vermesi

1997 Deprem Yönetmeliği' nde binaların deprem sırasında çarpışmasını engellemek amacıyla bırakılacak minimum derz boşluğu, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm olacak ve bu değere 6 m' den sonraki her 3 m' lik yükseklik için en az 10 mm ekleneceği belirtilmektedir. (Madde 6.10.3.2) [2]

Yönetmeliğe göre, bırakılacak minimum derz boşluğu, her bir kat için komşu blok veya binalarda elde edilen yer değiştirmelerin mutlak değerinin toplamı ile, kat döşemeleri aynı hizada olan binalar için $R/4$ 'ün ve kat döşemeleri farklı hizada olan binalar için $R/2$ 'nin çarpımından bulunan değerden daha az olamaz. [29, s.96]

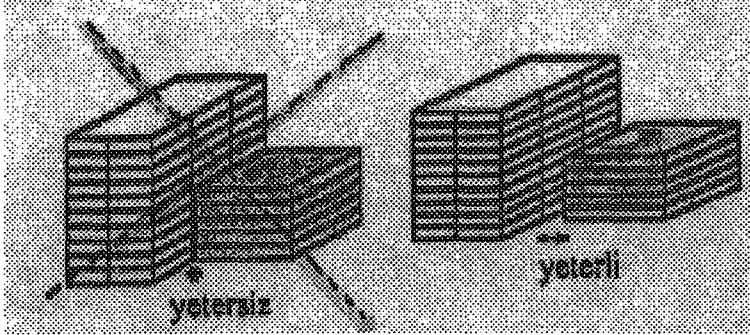
Birbirine komşu iki bina arasında yeterli aralık bırakılmazsa, deprem titreşimleri sırasında iki bina birbirine çarparak beklenmedik hasara meydan verebilir.(Şekil 5.51) [14]

Genellikle, bir başparmak kaidesi olarak, yapı derzlerinde kat başına en az 2 santimetre bir boşluk bırakılır. [29, s.95]

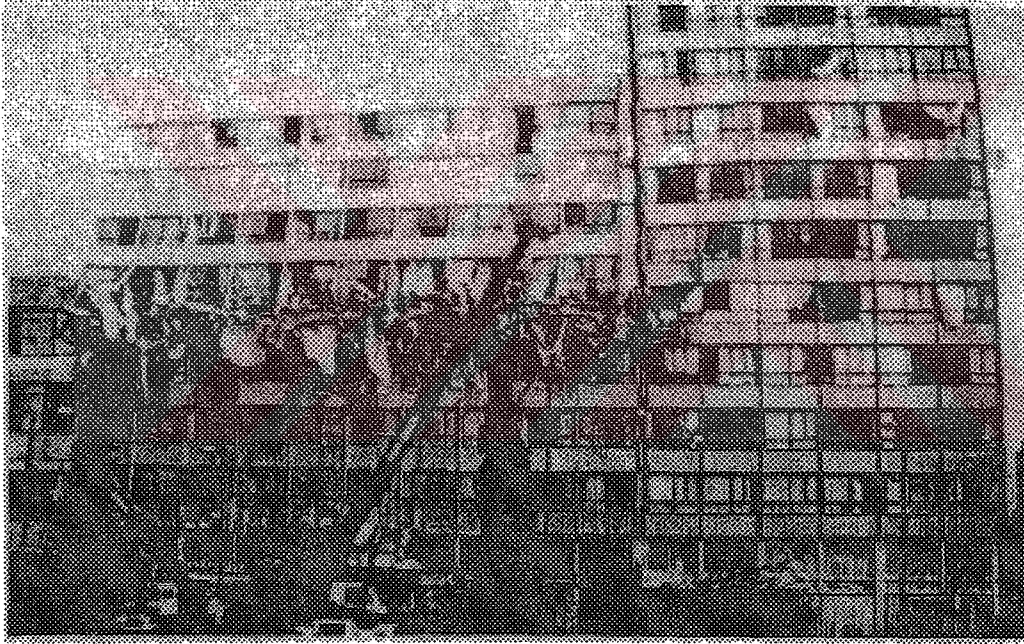
Birbirlerinden derzlerle ayrılmış fakat kat düzeyleri farklı olan bitişik nizam yapılarda deprem sırasında çarpışma olasılığı yüksektir. Kat düzeylerinin farklı oluşu iki yapının aynı düzeylerde farklı yatay ötelemeler yapmasına neden olur. [1, s.119]

19 Eylül 1985 Mexico City Depremi'nde ($M=8.1$) bina yükseklikleri farklı olan

bitişik nizamdaki birçok bina çarpışma etkileri nedeni ile ağır hasar görmüştür. Bunun en belirgin örneği 10 katlı betonarme Hotel de Carlo binasıdır. (Şekil 5.52-53) [29, s.96]



Şekil 5.51 Binalar Arasında Bırakılması Gereken Boşluklar.

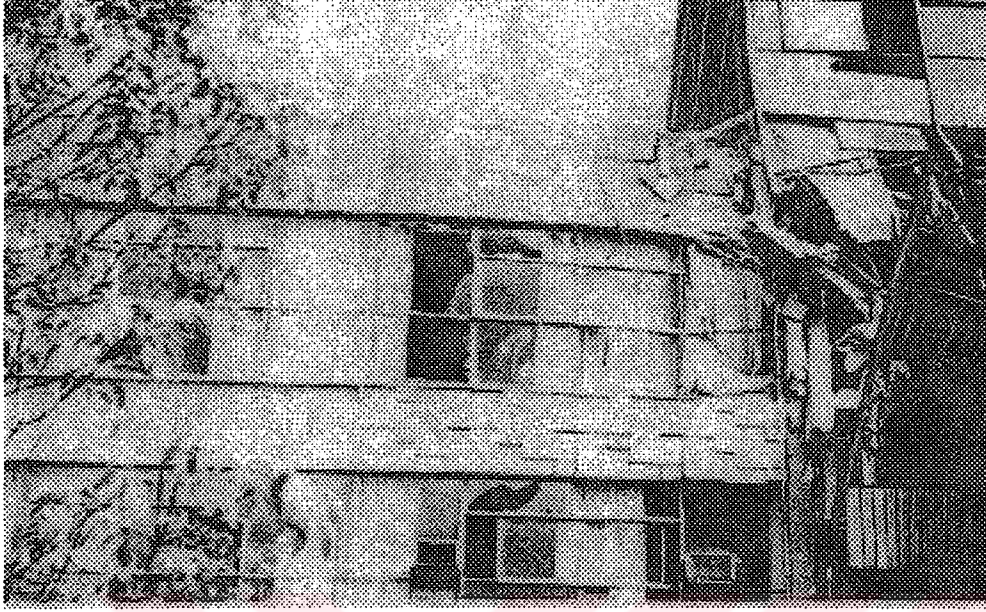


Şekil 5.52 Çarpışma Kurbanı Hotel De Carlo Binası. Meksika (19 Eylül 1985 Mexico City Depremi , M=8.1) [29, s 97]

Birbirine bitişik bu iki binanın döşemeleri farklı seviyelerde olduğundan, soldaki bina Hotel De Carlo binasının kat arasındaki kolonlarına çarparak katın tamamıyla hasar görmesine neden olmuştur.

Şekil 5.54 'de gösterilen diğer bir örnek de de binaların döşemeleri aynı seviyede olduğu için, çarpışma döşeme-kolon ortası çarpışması yerine, döşemelerin

birbirlerine kafa kafaya tokuşması şeklinde olmuş ve ortadaki yüksek katlı binanın bu sefer, çarpışma kotu üstünde kalan katları, ağır hasar görmüştür. [29, s.96]



Şekil 5.53 Çarpışma Kurbanı Hotel De Carlo Binası Çarpışma Detayı. Meksika (19 Eylül 1985 Mexico City Depremi , M=8.1) [29, s 97]



Şekil 5.54 Döşeme Hızasında Çarpışma Örneği, Meksika. (19 Eylül 1985 Mexico City Depremi, M=8.1) [29, s 98]



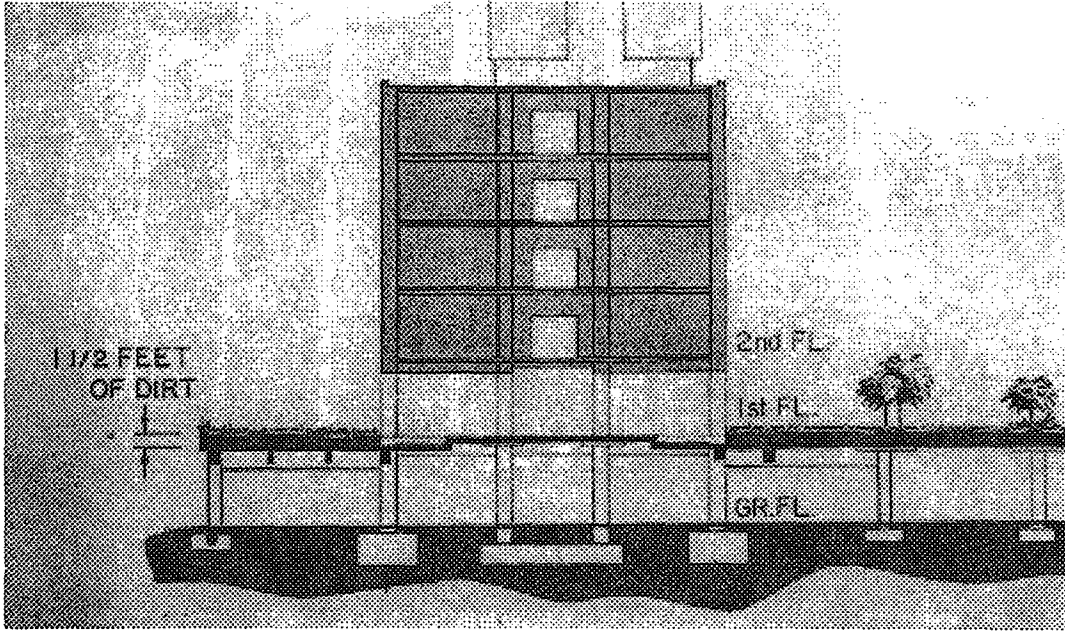
Şekil 5.55 Döşemeleri Farklı Seviyede İki Betonarme Bina Çarpışması. (1 Ekim 1995 Dinar Depremi, $M=5.9$) [29, s 98]

5.3.3. Dikkat edilmesi Gereken Diğer Konular

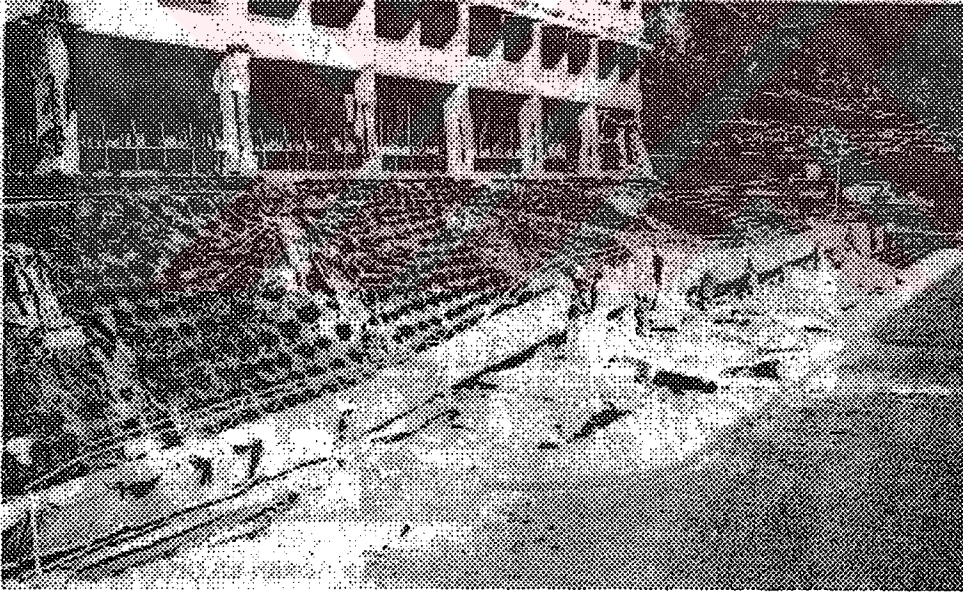
5.3.3.1.Yapı Ağırlığı

Bir takım mimari istekler nedeniyle mekan içlerinde kiriş görünmesinin istenmediği durumlarda kirişsiz ya da asmolen döşeme yapılmaktadır. Bu tür döşemelerin ağırlıkları, kirişli döşemelere göre daha fazladır. Deprem kuvvetleri doğrudan doğruya kütleyle orantılıdır. Bütün özellikleri aynı olan iki yapının biri diğerinin iki katı ağırlığında ise, deprem sırasında maruz kalacağı kuvvetler de diğerinin iki katı olur. Bu nedenle bahsedilen türden döşemelerden ya da buna benzer gereksiz ağırlıklardan kaçınılmalıdır.

Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya Eyaleti'nde 9 Şubat 1971 tarihli San Fernando Depremi'nde ($M=6.5$) Olive View hastanesinin poliklinik binasının iki tarafındaki yapay bahçe taşıyan teraslarda ağır hasar meydana gelmiştir. Bir terasın üzerini çiçeklik yapmak için konulan toprak dolgu bile, gereksiz yere ağır bir kütlenin taşıyıcı sistemi depremde risk altına sokmasına neden olabilir. (Şekil 5.56-57) [29, s.70]



Şekil 5.56 Çiçeklik Nedeni İle Ağır Kütle. (Olive View Hastanesi, San Fernando, ABD) [29, s 72]



Şekil 5.57 Çiçekliğin Ağır Hasarı. (Olive View Hastanesi, San Fernando, ABD) [29, s 72]

5.3.3.2.Ek kat

Ek kat ülkemizde oldukça sık yapılmakta olan bir uygulamadır. Genelde statik hesaplar yapılmadan çıkılan katlar, deprem sırasında ara katların çökmesine neden olurlar.

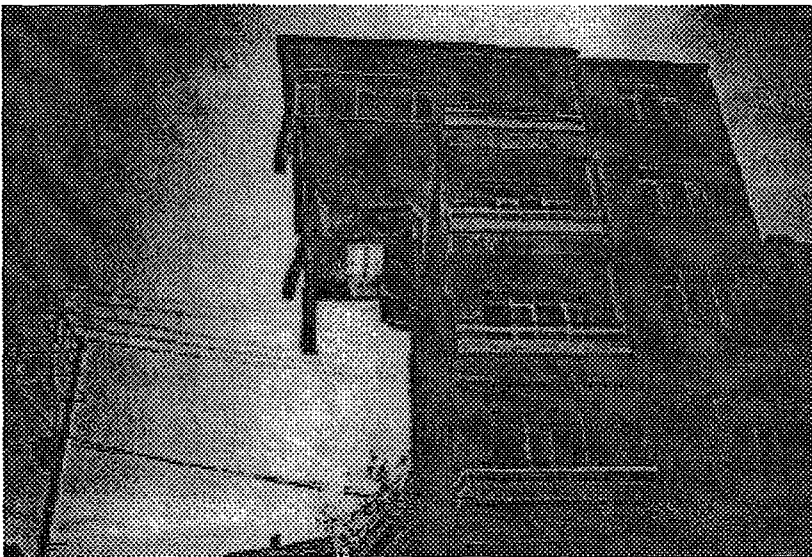
Yapısal davranışı, ana yapıdan çok değişik olan eklentiler ve uzantılar, önemli hasara neden olmuştur. Varolan yapılar üzerine sağlıklı biçimde kat(lar) eklenmesiyle oluşturulan yapılar, çok sağlıklı bir davranış sergilemiştir. Örneğin, kendisi yıkılan binanın, komşu yapıyla birlikte yapılmış ve askıda kalmış olan en üst katı, kentte inceleme yapan herkesin dikkatini çekmiştir.(Şekil 5.58) [5, s.36]

Dinar depremi sonrası gözlenen hasar nedenlerinden biri de ek çıkılmasıdır. Bazı özel konutlar değişik zaman aralıklarında kat ilavesi ile inşa edilmiştir. Bu tür binalarda bırakılan kolon filiz donatılarının uzun süre açıkta kalması nedeni ile korozyon etkisinde kalma ve kesitlerinin azalmaları, yeni inşa edilen katın eskisiyle uyum içinde olmaması bazı binalarda hasar nedeni olarak ortaya çıkmıştır. [20, s.39]

5.3.3.3.Bölme duvarlar-kalkan duvarlar

Tuğla bölme ve dolgu duvarlar yapının yatay ötelemelerini tıpkı perde duvarlar gibi kısıtlamaktadır. Tıpkı betonarme perde duvarlar gibi yapı planında simetrik konumlarda değilse, ya da yapının bazı bölümlerinde toplanmış iseler yapıda burulma etkilerine yol açabilirler. [1, s.128]

Çerçeve içinde bulunan ve sağlam bir şekilde kolon ve kirişlere bağlanan dolgu duvarlar deprem sırasında az hasar görürler. Ancak, serbest şekilde duran duvarlar devrilerek can ve mal kaybına neden olmaktadır.

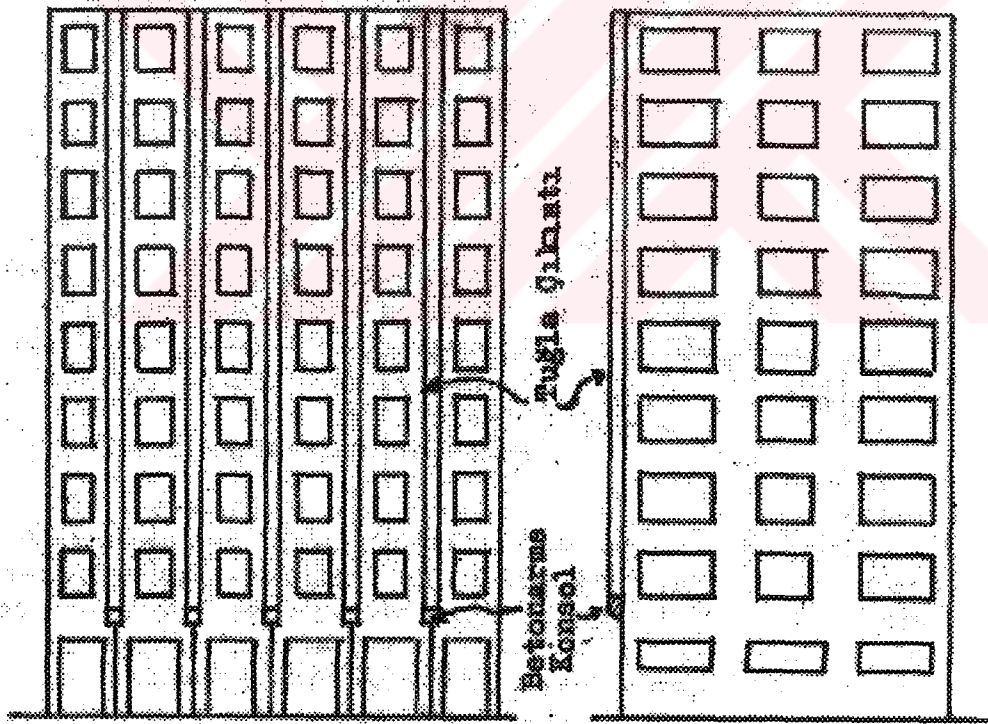


Şekil 5.58 Sağlıksız Yapı Gelişmesi Örneği(Dinar). [5, s.37]

Yapıların teras, parapet ve kalkan duvarları ile bahçe duvarlarında belli bir yüksekliği aşarlarsa (yaklaşık 1.00 metre), serbest duran ters sarkaç duvarlar gibi kolayca yıkıldıkları gözlenmektedir. Depremlerde sık sık görülen kalkan duvar hasarının önlenmesi için bu duvarın betonarme çerçeveler içine alınmalarını gerektirmektedir. [1, s.128]

5.3.3.4.Dış cephe giydirme ve süslemeleri

Şekil 5.59'de yapının dış cephesinde, yapı yüksekliği boyunca delikli tuğladan yapılmış dış şeklindeki süsler görünmektedir. Bu kadar yüksek tek tuğla bir duvarın deprem sırasında oluşabilecek boyutta bir öteleme farkına dayanması güçtür. Bu tip bir uygulamada duvarın şiddetli bir depremde yıkılarak çevreye zarar vermemesi için belli aralıklarla kat seviyelerinde bağlanması ve burkulma boyunun kısaltılması gerekir. [1, s.134]



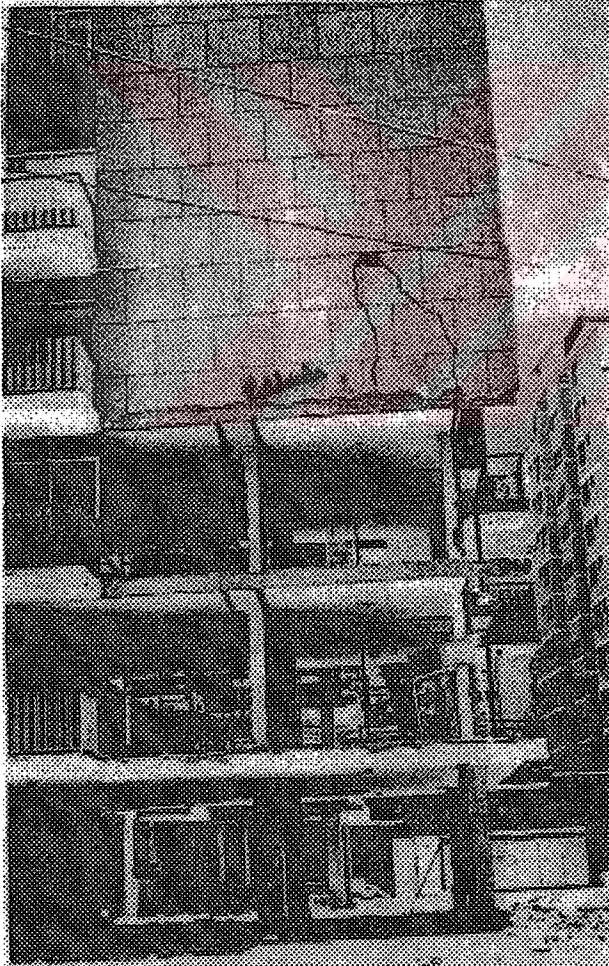
Şekil 5.59 Bina Boyunca Tuğladan Yapılmış Dış Şeklindeki Süsler. [1, s.136]

Capri Residencia Apartmanı, Şekil 5.60 'da görüleceği üzere, 29 Temmuz 1967 Caracas, Venezuela Depremi'nde (M=6.5) ağır hasar görmüştür. Betonarme kolon-kiriş sistemli ve 12 katlı bu binanın dış cephe duvarları ve beton cephe kaplama

panelleri ilk üç katta ağır hasar görmüş ve aşağı düşmüştür. Ayrıca, zemin kat, otopark olması nedeni ile boş bırakılarak, yumuşak kat oluşturmuştur. Birinci ve ikinci katlardaki bölme duvarları ve cephe panelleri düşmeseydi, bina şüphesiz zemin kattaki, tehlike katında hasara uğrayacaktı. (Şekil 5.60) [29, s.74,75]

Üst katlarda bölme duvarlarının yıkılması, giriş katındaki tehlike katının tehlikeli konumunu bir nebze ortadan kaldırmış ve yatay kat arası relatif deplasmanların giriş katında toplanmasını önleyerek, diğer katlara da yayılmasını sağlamış ve ani göçmeyi önlemiştir. [29, s.79]

Eğer cephede bir kaplama malzemesi kullanılacaksa beton gibi ağır paneller ya da taş kaplama yerine, ince ve hafif olan metalik malzemeden yapılmış kaplamalar kullanılmalıdır.



Şekil 5.60 Capri Residencia Apartman, Caracas, Venezuela[29, s 78]

6. SONUÇ

Son olarak 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde olduğu gibi, yaşanan şiddetli bir depremin ardından, yıkılan binaların sorumlusu ilk etapta müteahhit ve inşaat mühendisi olarak görülür. Müteahhit kalitesiz bina yapmak, işçilik ve malzemeden çalmakla; inşaat mühendisi ise yanlış hesap yapmakla suçlanır. Ancak yapılan araştırma ve gözlemler sonucunda, hasarların bu derece ağır olmasının nedenlerinin sadece bunlardan ibaret olmadığı, tümünde maddi olanak ve bilgi eksikliğinden kaynaklanan yanlış yapım veya yönetmelik kurallarına uymama sonucu ortaya çıkan yapısal yetersizlikler söz konusu olduğu anlaşılmıştır.

Her ne kadar bir binanın taşıyıcı sisteminden, sağlıklı bir şekilde ayakta durmasından inşaat mühendisleri sorumlu olsa da, binanın oluşumunda öncelikli olarak söz sahibi olan mimar olduğuna göre tasarladığı yapının depremden nasıl etkileneceğini bilmesi ve bunları en aza indirmek için gerekli önlemleri alması gerekir.

Yapılan çalışmalar bir binanın depreme karşı dayanıklı olması için gerekli şartların mimari tasarım aşamasından itibaren sağlanabileceğini gösteriyor. Bu şartlar deprem yönetmeliklerinde belirtilmektedir. Mimar, yaptığı tasarımda kısıtlansa da ortaya çıkardığı eserin kendinden bekleneni yerine getirebilmesi, yani rahat, huzurlu ve güvenli bir şekilde içinde yaşanabilir olması için bunları kabullenmesi ve çalışmalarını bu şartlara göre yönlendirmesi gerekir. Yönetmelikte belirtilen mimari düzensizliklerin bir kısmının statik hesaplarla giderilmesi mümkün olsa da bu çözüm maliyeti oldukça artırmaktadır.

Aşağıda bu tezin konusunu oluşturan, yönetmelikte yer alan düzensizlikler ve yönetmeliğin verdiği kararlar yer almaktadır.

1. A1 Düzensizliği olarak bahsedilen Burulma Düzensizliği'ne engel olmak için yapı planda simetrik ya da simetriğe yakın düzenlenmelidir. U, L, H, Y, T tipi kat planlarından kaçınılmalıdır. Eğer bu tür plan tiplerinden biri uygulanmak isteniyorsa bina derzlerle parçalara ayrılmalıdır.

2. A2 Düzensizliği olarak bahsedilen Döşeme Süreksizliği'ne neden olmamak için, kat içindeki boşluk alanlarının toplamı o katın brüt alanının 1/3 'ini geçmemelidir.
- 2.1. A3 Düzensizliği olarak bahsedilen Planda Çıkıntılar Bulunması Durumu' na neden olmamak için, bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam alan boyutlarının %20'sinden daha büyük olmaması gerekir. Bu düzensizliğe çözüm olarak binanın derzlerle ayrılması önerilebilir.
3. A4 Düzensizliği olarak bahsedilen Ortogonal Olmama Düzensizliği'ne neden olmamak için taşıyıcı sistem aksları birbirine paralel ve dik olmalıdır.
4. B1 Düzensizliği olarak bahsedilen Zayıf Kat Düzensizliği'ne neden olmamak için katlar arasında duvar alanlarında azalma ya da artış yapılmamalıdır.
5. B2 Düzensizliği olarak bahsedilen Yumuşak Kat Düzensizliği'ne neden olmamak için bazı katlarda, ticari, estetik ya da fonksiyonel amaçlı olarak dolgu duvar kaldırılmaktadır. Bu düzensizliğin oluşumunun önlenemediği durumlarda özel hesaplamalar ve özel boyutlandırma teknikleri veya farklı malzemeler kullanarak bu düzensizlik tehlikesiz hale getirilmelidir.
6. B3 Düzensizliği olarak bahsedilen Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği maddesinde, aşağı katlarda devam ettirilmeyerek kesilen ve bu nedenle konsollara ya da guselere oturtulan cephe kolonlu binalar ile, alt katlarda kaldırılan ve bu yüzden giriş açıklık ortasına taşıttırılan perde duvarlı binaların tasarımı kesinlikle yasaklanmıştır. Bu madde düzensizlikler içinde tek yasaklanandır. Bunun dışında taşıyıcı sistem elemanlarının en üst kata kadar ulaşmayıp arada bir yerlerde kesilmesi, bazı kolonların zemin katta tamamen iptal edilmesi, katlar arasında yükseklik farklılıkları oluşması deprem açısından sakıncalı olduğundan kaçınılmalıdır.
7. Binanın Düşey Gabarisindeki düzensizliklerden kaçınmak gerekir. Geniş bir kütleden, daha dar bir kütleye geçildiğinde oluşan Geri Çekme Düzensizliği'nde alınabilecek en iyi önlem, her iki kütleyi birbirinden yeterli uzaklıkta ayırmaktır.
8. Yapının temelleri aynı yükseklikte olmalıdır.

9. Katlar arası yüksekliklerde farklılık oluşturulmamalıdır. Bu düzensizlik kaçınılmaz ise statik hesaplarda önlem alınmalıdır.
10. Yapının dengesini bozacak türde ağırlıklar bir noktada toplamak yerine dengeli bir şekilde dağıtılmalıdır.
11. Kısa kolon oluşumuna izin verilmemeli, ancak kaçınılmaz ise statik hesaplarda tedbir alınmalıdır.
12. Deprem sırasında oluşan sarsıntıdan dolayı, binaların çarpışmasını engellemek amacıyla, iki bina arası minimum boşluk, 6 m yüksekliğe kadar en az 30 mm, 6 m' den sonraki her 3 m' lik yükseklik için en az 10 mm eklenmelidir.

Görüldüğü gibi sadece B3 tipi düzensizlik kesinlikle yasaklanmış, diğer düzensizlikler için 'uygulanmasından kaçınılmalıdır' terimi kullanılmıştır. Yönetmelikte, kesin bir yasaklama söz konusu olmamakla beraber, mimarlarımızın bu tip düzensizlikleri olan binaları tasarlamaktan kaçınmaları önemle vurgulanmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] **Bayülke, N.**, 1989. Depremler ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar, Teknik Yayınevi, İstanbul.
- [2] **Anonim**, 1997. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, www.deprem.gov.tr.
- [3] **Wasti T., Gülkan P., Sözen M., Utku M., Sucuoğlu H., Aydın R., Gönene H., Topçu B.İ., Siyahi B., Doğan M.**, 1999. Deprem Semineri 1, Eskişehir,2
- [4] **Anonim**, 1984. Deprem Ve Türkiye'deki Kırsal Konutlarda Yarattığı Hasarlar, Rotary International
- [5] **Anonim**, 1995. 1 Ekim 1995 Dinar Depremi Mühendislik Raporu, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü Deprem Araştırma Merkezi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Ankara.
- [6] **Anonim**, 1995. Dinar Depremi Görüşler ve Öneriler, TC Sakarya Üniversitesi.
- [7] **Eyidoğan H., Barka A.**, 1996. Deprem ve Deprem Kaynakları, TDV, İstanbul.
- [8] **Bayülke N.**, 2000. Depreme Dayanıklı Yapının Bedeli Yüksek, Cumhuriyet Gazetesi Bilim Teknik Eki, 668,17
- [9] **Anonim**, 1996. Deprem ve Sonrası, Türkiye Mühendisler Birliği, Ankara.
- [10] **Anonim**, 1999. Giriş. www.deprem.gov.tr
- [11] **Demirtaş R., Yılmaz R.**, 1999. Türkiye'nin Sismotekniği, www.deprem.gov.tr
- [12] **Anonim**, 1999. Yerkürenin İç Yapısı, www.inş.itu.edu.tr/tdv/yer.html
- [13] **Anonim**, 1999. Deprem Nedir? www.inş.itu.edu.tr/tdv/fay.html
- [14] **Anonim**, 1999. Bina İnşaatında Doğrular-Yanlışlar. www.inş.itu.edu.tr/tdv/bina01.html
- [15] **Kitapçı V.S.**, 1999. Şehircilik Raporu. www.belgenet.com/deprem/depremspo.html
- [16] **Anonim**, 1999. Yumuşak Kat. www.inş.itu.edu.tr/tdv
- [17] **Anonim**, 1999. Depremler Ve Jeofizik. www.inş.itu.edu.tr/tdv
- [18] **Anonim**, 1999. Yerkabuğu Sürekli Hareket Eder. www.inş.itu.edu.tr/tdv

- [19] **Kuban D.**,1999. Depremın Sosyal ve Siyasal Etkileri . Cogito,20, 172
- [20] **Anonim**, Aralık 1995. 1 Ekim 1995 Dinar Deprem Raporu. Türkiye Deprem Vakfı TDV/DR 95-002, İstanbul
- [21] **Merey T.**, Haziran 1996.Bazı Önemli Depremlerin Çeşitli Yönleriyle
- [22] **Özmen G.**,Şubat 1999.1997 Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarım Uygulamaları. Türkiye Deprem Vakfı TDV/TR 018-32, İstanbul.
- [23] **Sümer M., Kasap H., Erdem Ahmet.** Beton Dayanımının Yapı Güvenliğine Etkisi. Sakarya Üniversitesi Matbaası, Adapazarı.
- [24] **Pekin O.**,1999. Deprem körfez faciası, Depreme Dirençli Betonarme İnşaat Sistemleri, İstanbul.
- [25] **Özmen G., Pala S., Gülay G., Orakdöğen E.**, 1998. Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi. Türkiye Deprem Vakfı TDV/TR 017-28, İstanbul.
- [26] **Celep Z., Kumbasar N.**, 1993. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı,İstanbul.
- [27] **Acerer S.**,Haziran 1999. Afet Konutları Sorunu Ve Deprem Örneğinde İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [28] **Tabban A.** Deprem Ve Sorunları. T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları 4.
- [29] **Tezcan S.**, Eylül 1998. Bir Mimarın Seyir Defteri. Türkiye Deprem Vakfı TDV/KT 98-024, İstanbul.
- [30] **Gür Y.M.**, Şubat 1998. Planda Düzensiz Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [31] **Anonim**, 1999. Depremın Neden Olduğu Hareketler, www.inş.itu.edu.tr/tdv/hare.html.
- [32] **Anonim**, 1999. 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi, www.itu.edu.tr/deprem/rapor/deprem.html.
- [33] **Anonim**, 1999. Bina İnşaatında Doğrular-Yanlışlar, www.itu.edu.tr/tdv/bina 01 - 02.html.
- [34] **Anonim**, 1999.Türkiye’de Deprem, www.deprem.gov.tr.
- [35] **Anonim**, 1999.Yerküre, www.deprem.gov.tr.
- [36] **Anonim**, 1999. Yerküre, www.inş.itu.edu.tr

ÖZGEÇMİŞ

Pırıl Demirli, 1975 yılında İstanbul'da doğdu. Kadir Has Lisesi'nden 1991 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi'nde mimarlık eğitime başladı. 1995 yılında fakülteden mezun oldu ve yine aynı yıl İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Bilgisi Programında Yüksek Lisans eğitimine başladı.

