

**KENTSEL PLANLAMA VE TASARIM DEĞİŞKENLERİNİN
DEPREM OLGUSU AÇISINDAN İRDELENMESİ VE
KENTSEL DEPREM DAVRANIŞI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şehir Hancısı Süleyman BALYEMEZ

Enstitü No: 502981223

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 5 Mayıs 2003

Tezin Savunulduğu Tarih: 26 Mayıs 2003

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Lale BERKÖZ

Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Hale ÇIRACI (İ. T. Ü.)

Doç. Dr. Betül SAYINŞENGİZER (Y. T. Ü.)

MAYIS 2003

ÖNSÖZ

Şehir Planlama ve Şehırsel Tasarım deprem zararlarının azatılması ve deprem güvenliğ yüksek yerleşmeler duşturulması süredinde en kritik ve en etkin disiplinlerdir. Ancak bu etkinlik ilgli meslek insaıların süredin önemini kavrayıp bilgileneşie sağanabilecektir. Bu çalışma, planlama ve tasarımıdeğışkenlerini depremriskleri üzerindeki etkilerini ortaya koyarak, bir anlamda, bundan sonraki ayrırtılı çalışmalaraatlılık duşturacak bir genel bilgi havuzu ritediğ taşımaktadır.

Çalışmam boyunca, yönlendirdi ve arıayışı tavrı için değerli hocam Prof. Dr. Lale BERKÖZ, teknik ve mesleki desteğ yanı sıra bitmeyen sabrı ve her türlü özverisi için eşim Mimar Kübra ZENGİN ve maddi manevi desteklerini hiçbir zaman esirgememiş dan ailem başta olmak üzere, çeşitli aşamalarda yardımlarını gördüğüm Doç. Dr. Betül SAYIN ŞENGİZER ile meslektaşları m Şehir Plancısı Alpay BİTERGE ve Devrim AKTAŞ ateşekkürü bir borç bilirim

Mayıs, 2003

Süleyman BALLYEMİZ

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vii
TABLO LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1 GİRİŞ	1
1.1 Amaç	1
1.2 Gerekçe	1
1.3 Kapsam	2
1.4 Deprem Örgüsüne Genel Bakış	3
1.4.1 Deprem Hareketi'nin Yapısı	5
1.4.2 Depremlerin Ölçülmesi	13
2 DEPREM VE ZEMİN	15
2.1 Arazi Durumu	15
2.2 Faya Olan Uzaklık	17
2.3 Zemin Davranışı	19
2.3.1 Sıvılaşma	20
2.3.2 Toprak Kayması	23
2.3.3 Çökme	25
2.3.4 Zemin Büyütmesi	26
3 DEPREM VE YAPI	28
3.1 Bina Davranışına Genel Bakış	28
3.2 Depremlere Oluşan Yatay Yüklere Bina Nasıl Aktarılır	28
3.3 Yapı Tasarımında Yanal Destek Sistemleri	30
3.4 Binalarda Hasar ve Büyük Depremler	31

3.4.1	Yer Hareketi ve Zemin Deformasyonu ile İlişkili Hasar	31
3.4.2	Zemin Deformasyonu	32
3.5	Yer Hareketi	32
3.5.1	Kısa ve Uzun Periyotlu Hareketler	33
3.6	Bina Davranışına Etki Eden Mimarî Plan Etkenleri	34
3.6.1	Bina Periyodu	34
3.6.2	Yapı Plan Şeması ve Düzensizlik Durumları	36
3.6.3	Düşey Düzlem Düzensizlikleri	42
3.6.3.1	Yumuşak Kat	42
3.6.3.2	Düşey Kütle Merkezi	44
3.6.3.3	Katlar Arası Yükseklik Farkı	45
3.6.3.4	Göröl Rijitlik	45
3.6.3.5	Kısa KOLON	46
3.6.3.6	Taşıyıcı Sistemin Düşey Deformasyonunun Süreksizliği	47
3.6.4	Hasar Kontrol Kabulleri	49
3.7	Arazi Koşulları ve Konum	51
3.8	Sonuç ve Öneriler	53
4	DEPREME DAYANIKLI KENT	56
4.1	Deprem Riskine Rağmen Kentleşme	56
4.1.1	Genel KentSEL Özellikler	57
4.1.2	Ekonomik ve Sosyal Etkiler	57
4.1.3	Dünyada Kentleşme	58
4.1.4	Hasar Görebilirlik ve Risk Analizleri	59
4.1.4.1	Yapı Sistemlerinin Göröl Deprem Güvenliği	60
4.2	KentSEL Risk Etmenleri	62
4.2.1	Kritik Aöl Durum Tesisleri ve Temel Atıyapı Unsurları	63
4.2.1.1	Kritik Tesislerinin İşletiş Standartlarındaki İlerlemeler	65
4.2.1.2	1972 California Hastane Yasası	65
4.2.2	Var olan Bina Birikimi	66
4.2.2.1	Mevcut Binaların Hasar Görebilirliği	67
4.2.2.2	KentSEL Hasar Görebilirlik	68
4.2.2.3	Depremi Ardından Büyük Kent Yangını	70
4.2.3	Kamu Sağlığı Ve Güvenliğinin Sosyal Ve Ekonomik Boyutları	72
4.2.3.1	Depremi Neden Olduğu Evisizlik	72
4.2.3.2	Eğitim Tesisleri Kaybı	72
4.2.4	Uzun Dönem Ekonomik Etkiler	73
4.3	Jedgik ve Sismik Risk Etmenlerinin Tanınması	74
4.3.1	A B D'deki Kademelenme	75
4.3.1.1	Jedgi ve Topoğrafya Haritası	75
4.3.1.2	Sismik Risk (Deprem Bölgeleri) Haritası	76
4.3.1.3	Etkin Yer İvmesi Haritası	77

4.3.1.4	Zayıf Zemin Haritaları	79
4.3.1.5	Toprak Kayması Haritaları	80
4.3.1.6	Özel Çalışma Alanları	82
4.3.1.7	Mikro Bölgeleme Haritaları	83
4.3.1.8	Yerleşim Planlaması	84
4.3.2	Türkiye'de Kullanılan Haritalar	84
4.3.2.1	Türkiye Deprem Bölgeleeri Haritası	86
4.3.2.2	Jedqik Haritalar	88
4.3.2.3	Yerleşime Uygunluk Haritaları	89
4.3.3	Türkiye'de Önerilen Makro ve Mikro Bölgeleme Haritaları	89
4.3.3.1	Deprem Tehlikesi Haritaları	90
4.3.3.2	Mikro Bölgeleme Haritaları	91
4.4	Arazi Kullanım Planlaması	92
4.4.1	Mikro Bölgeleme Haritalarının Arazi Kullanım Planlamasında Kullanılması	93
4.4.2	Arazi Kullanım Planlamasının Kent Sel Deprem Davranışı Üzerindeki Etkisi ve Önemi	94
4.5	Fiziksel Planlama ve Kent sel Tasarımda Yönlendirici Etkiler	98
4.5.1	Yapılanma Düzeni	98
4.5.2	Kat Yükseklikleri	100
4.5.3	Yapı İşlevi	101
4.5.4	Yapı Tarzı	102
4.5.4.1	Çelik	103
4.5.4.2	Ahşap	103
4.5.4.3	Betonarme	103
4.5.4.4	Yığma	103
4.5.5	Yatayda ve Düşeyde Bina Formu	104
4.5.6	Yapıların ve Dokunun Deprem Kuvvetlerine Göre Konumlanması	104
4.5.7	Yollar	105
4.5.8	Açık ve Yeşil Alanlar	106
4.5.9	Yerleşim Dokusu	108
5.17	AĞUSTOS 1999 KOCAELİ DEPREMİ ÖZELİNDE KENTSEL DEPREM DAVRANIŞI	110
5.1	Doğu Mar mara Bölgesi'nin Gelişim Süreci	111
5.1.1	Arazi Kullanımı ve Risk Etkileri	112
5.2	17 Ağustos Depremine Genel Bakış	114
5.2.1	Deprem'in Özellikleri	114
5.2.2	Deprem'in Toplumsal ve Ekonomik Boyutları	118
5.2.2.1	Altyapı Kayıpları	123
5.2.2.2	Eğitim Tesisleri Kaybı	124
5.2.2.3	Sağlık Tesisleri Kaybı	125
5.3	Yalova'da Zemin Yapısı ve Kent sel Deprem Davranışı	126

5.3.1	Yalova Belediyesi Zemin Etüd Raporunun İncelenmesi	127
5.3.2	Yalova Belediyesi Zemin Etüd Raporuna Göre Yerleşme Uygunluk Değerlendirmesi	130
5.3.2.1	Önem Şartlı Alanlar – 1 (ÖŞA1)	130
5.3.2.2	Önem Şartlı Alanlar – 2 (ÖŞA2)	131
5.3.3	Yalova Kent Merkezi'nde Hasar Dağılımı	135
5.4	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları	139
6	SONUÇ	163
	KAYNAKLAR	166
	EKLER	168
	ÖZGEÇMİŞ	177

KİSALTMALAR

IMF	: International Monetary Fund
SHÇEK	: Sosyal Hizmetler ve Çocuk Esirgeme Kurumu
UBC	: Uniform Building Code
UDK	: Ulusal Deprem Konseyi
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNHABITAT	: United Nations Human Settlements Programme
USGS	: United States Geological Survey

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.1 Doğal Afetler Sonucu Tahrip Olan Konut Üniteleri	4
Tablo 1.2 Türkiye'de Deprem Bölgelelerine Göre Alan ve Nüfus Dağılımı	5
Tablo 1.3 Türkiye'de Yerleşim Merkezlerinin Deprem Bölgelelerine Göre Dağılımı	5
Tablo 2.1 Zemin Grubu ve Sınıfları ile Karşı Gelen Spektrum Karakteristik Periyotları	17
Tablo 3.1 ABD'de Meydana Gelen Bazı Depremlerde Oluşan Hasarın Maddi Karşılıkları	32
Tablo 3.2 Bina Önem Katsayısı (I)	50
Tablo 4.1 KentSEL Nüfus Oranları	59
Tablo 4.2 Yapı Tarzlarının Gördüğü Deprem Güverliği	61
Tablo 4.3 Kritik Adım Durum Tesisleri ve Temel Atıyapı UNSURLARI	63
Tablo 4.4 Türkiye Deprem Bölgelelerine Göre Yüzde Çüm Nüfus ve Hasar Yapan Deprem Oranları	88
Tablo 4.5 Türkiye'de Bazı İllerin Merkez Nüfusları ve Deprem Bölgesi Dereceleri	95
Tablo 4.6 Bazı ABD Kentlerinin Deprem Bölgesi Kademeleri ve Nüfusları	95
Tablo 4.7 Basitleştirilmiş KentSEL Planlama Matrisi: Uygun Arazi Kullanımı ile Jedgik Risklerin Karşılığı İlişkilendirilmesi	96
Tablo 4.8 Depremlerin Yıllık Meydana Gelme Olasılığı ile Arazi Kullanım Planlamasının Bağlı Korelasyon Matrisi	96
Tablo 4.9 Açık Alanların Afet Ölçümündeki Fonksiyonları	108
Tablo 5.1 Mar mara Bölgesi ve Çevresinde 1900 – 17 Ağustos 1999 Tarihi Arasında Meydana Gelen Hasar Yapı Depremleri	110
Tablo 5.2 Eş Şiddet Haritasına Göre Etkilenme Büyüklükleri	118
Tablo 5.3 Depremden Etkilenme Şiddetlerine Göre Konutlarda Hasar Dağılımı	118
Tablo 5.4 Depremden Etkilenen İllerin 2000 Yılı Devlet İstatistik Enstitüsü Verilerine Göre Demografik ve Ekonomik Durumu	119
Tablo 5.5 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Kriz Yönetim Merkezi Verilerine Göre Konut ve İşyerlerindeki Hasar Durumu	119
Tablo 5.6 Başbakanlık Kriz Merkezi Verilerine Göre Ölüm ve Yaralı Sayılarının İllere Dağılımı	120
Tablo 5.7 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Hasar Tespit Çalışması İcmaline Göre 1999 Depremlerinde Meydana Gelen Toplam Hasar	121
Tablo 5.8 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Verilerine Göre Son 10 Yılın En Büyük Depremlerinde Ortaya Çıkan Hasarın Karşılaştırılması ...	121
Tablo 5.9 On ve daha fazla kişi çalışana malat sanayii işyerlerini deprem sonrası durumu	122
Tablo 5.10 Deprem Bölgesinde Hasar Gören Okullar	124
Tablo 5.11 Hastanelerin Hasar Durumu	125
Tablo 5.12 Sağlık Ocaklarının Hasar Durumu	125
Tablo 5.13 SHÇEK Genel Müdürlüğüne At Tesislerinin Hasar Durumu	126

Tablo 5 14	Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Marmara Deprem Bölgesi Afet İnşaat Genel Koordinatörlüğü 17.08.1999 ve 12.11.1999 Depremi Yalova İli Merkez Mahallelere Ait Kat'i Hasar Tespit İçin Tablosu	135
Tablo 5 15	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-1	140
Tablo 5 16	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-2	141
Tablo 5 17	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-3	142
Tablo 5 18	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-4	143
Tablo 5 19	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-5	144
Tablo 5 20	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-6	145
Tablo 5 21	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-7	146
Tablo 5 22	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-8	147
Tablo 5 23	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-9	148
Tablo 5 24	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-10	149
Tablo 5 25	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-11	150
Tablo 5 26	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-12	151
Tablo 5 27	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-13	152
Tablo 5 28	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-14	153
Tablo 5 29	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-15	154
Tablo 5 30	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-16	155
Tablo 5 31	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-17	156
Tablo 5 32	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-18	157
Tablo 5 33	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-19	158
Tablo 5 34	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-20	159
Tablo 5 35	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-21	160
Tablo 5 36	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-22	161
Tablo 5 37	Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-23	162
Tablo A 1	1902-1999 Arasında Türkiye'de Hasara Yıl Açan Depremler	168
Tablo B 1	1902-1999 Arasında Dünyada Meydana Gelen Önemli Depremler	172

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Yerküresi niç yapısını gösteren şematik kesit	7
Şekil 1.2	Litosferi dışı olan başlıca levhalar	8
Şekil 1.3	Dünyadaki levha sınırları boyunca 1963-1988 yılları arasında düşmüş $M \geq 6,7$ depremlerinin dağılımı	8
Şekil 1.4	Deprem ve deprem hareketi	9
Şekil 1.5	Fay tipleri	10
Şekil 1.6	Deprem dalgalarının hareket biçimi	11
Şekil 1.7.	Deprem dalgalarının yayılması	11
Şekil 1.8	Türkiye'nin üzerine düştüğü levhalar ve hareket yönleri	12
Şekil 1.9	Basit bir sisnografin çalışma düzeni	14
Şekil 2.1.	Gölçük'te yüzey kırığı üzerinde yer alan bir bina	18
Şekil 2.2	Zemin sivilaşması sırasında zemin – yapı etkileşiminin şematik göstergesi	21
Şekil 2.3	Adapazarı'nda zemin sivilaşması sonucu devrilmiş bir bina	22
Şekil 2.4	Adapazarı'nda zemin sivilaşması sonucu zemine batmış bir bina	23
Şekil 2.5	12 Kasım 1999 Düzce depreminde E-5 karayolunun Bdu Dağı geçişinde meydana gelen toprak kayması	24
Şekil 2.6	Gölçük'te meydana gelen çokmeyle kentin sulardan altında kalan sahil bandı	25
Şekil 2.7.	17 Ağustos depreminde kaydedilen tepe ivme değerleri	26
Şekil 2.8	13 Eylül 1999'da meydana gelen 5.8 magnitud büyük ügündeki artçı depremlerde kaydedilen tepe ivme değerleri	26
Şekil 3.1.	Yanal yer değiştirme ve bina sisteminde kısılmaya sebep olan ötelenme davranışları	29
Şekil 3.2	Mexico City'de zemin periyoduna bağlı olarak bina davranışı	34
Şekil 3.3	Mexico City'de zemin periyoduna bağlı olarak bina davranışı	34
Şekil 3.4	Basit bir yapının titreşim modlarının temsili gösterimi	35
Şekil 3.5	Simetrik bir yapının plan şeması	37
Şekil 3.6	Perdeli yapıların deprem etkisindeki davranışları bakımından plandaki durumu	38
Şekil 3.7.	L b i g i n i plan şeması	38
Şekil 3.8	Düzensiz plan şemaları ve sorun dışı olan girişli köşeler	40
Şekil 3.9	Banco Central binasının plan şeması, Managua, Nikaragua	40
Şekil 3.10.	Taşıyıcı eleman eksentriklikten paradedilmesi	41
Şekil 3.11.	a. Yumuşak katlı bir yapı, b. Ters sarkaç bina	43
Şekil 3.12	1989 Loma Prieta depreminde yumuşak katlı düşümü yüzünden hasar gören itfaiye binası	43
Şekil 3.13.	Ara katlarından biri diğerlerinden daha alçak olan bir bina – İstanbul	44
Şekil 3.14.	Yalova'da binanın dışı duvarlarının patlayarak sokağa dökülmesiyle hasar gören araçlar	46
Şekil 3.15.	Kısa kordon düşümü	47
Şekil 3.16.	Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği	48

Şekil 3 17.	Çıdılarında yapısal hasarı bulunmamasına rağmen zemin sıvılaşması sonucu kullanılamaz hale gelen bir bina	52
Şekil 3 18.	Yapının deprem davranışı bakımından plandaki durumu	53
Şekil 3 19.	Yapının deprem davranışı bakımından kesitteki durumu	54
Şekil 4 1.	Yamuk ve köşe bina plan şemaları	67
Şekil 4 2	A B D’de deprem riski belirleme amacıyla üretilen jedqi ve topoğrafya haritası örneği	76
Şekil 4 3	A B D deprembdğeleri haritası	77
Şekil 4 4	Etkin zirveivmelere dayanan deprembdğeleri haritası	78
Şekil 4 5	H z bağantılı etkin zirveivmelere dayanan deprembdğeleri haritası	78
Şekil 4 6	San Francisco körfez bđgesi nde jedqik birinheri n genleştirilmiş dağılımı	80
Şekil 4 7.	San Francisco körfez bđgesi nde toprak kayması na duyarlı alararı gösteren harita	81
Şekil 4 8	San Andreas fayı boyunca uzanan özel çalışmalar alararını gösteren bir harita örneği	82
Şekil 4 9	Türkiye etkin yerivme haritası (eşivme kontur haritası)	85
Şekil 4 10.	Türkiye sisnotektirik haritası	85
Şekil 4 11.	Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan ve halen yürürlükte olan Türkiye Deprem Bđğeleri Haritası	87
Şekil 4 12	1/ 500. 000 ölçekli Türkiye Jedqi Haritası’ndan İstanbul ve çevresini gösteren bir kesit	89
Şekil 4 13.	1999 Gölcük depreminde, bitişkri zamanda inşa edilmiş farklı kat yüksekliğindeki yapıların çarpışmasıyla oluşan hasar	98
Şekil 4 14.	Dinar’da çekilme etkisi ile arakalları ndan biri yıkılan bina	99
Şekil 4 15.	Adapazarı’nda bina enkazları yüzünden ulaşım kapanan bir cadde	106
Şekil 4 16.	Gölcük şehir stadyumunda deprem sonrası fadiyetler	107
Şekil 5 1.	Doğu Marmara Bđgesi arazi kullanımı haritası	113
Şekil 5 2	TEM otaydında yıkılan bir üst geçidin sebep olduğu zi ndırleme kayıplar	116
Şekil 5 3	17 Ağustos depreminde oluşan yüzey kırığının demiryduyla kesiştiği noktada neden olduğu deformasyon	116
Şekil 5 4	17 Ağustos depremi eşşiddet haritası	117
Şekil 5 5	Tüpraş yangını	123
Şekil 5 6	Fabrika yapılarıyla birlikte hasar gören vagorlar	124
Şekil 5 7.	Yalova jedqi haritası	128
Şekil 5 8	Yalova kent sel alanının uydu görüntüsü	129
Şekil 5 9.	Yalova kentine ait sıvılaşma potansiyelini gösterir harita	133
Şekil 5 10.	Yalova kenti yerleşme uygunluk haritası	134
Şekil 5 11.	Yalova merkez yerleşimini ve mahallelerini gösterir harita	136
Şekil 5 12	Mahallelerin Yerleşme Uygunluk Haritası ndaki konuları	137
Şekil 5 13.	Yalova Kent Merkezi nde Ağır Hasarlı Yapıların Yoğun Olduğu Alanların Dağılımı	138

ÖZET

Gerek kent planlama, gerekse kentsel tasarım birer süreçtir. Bu sürecin en önemli adımları, verilerin toplanması, bunların analiz edilmesi ve sonra bir süzgeçten geçirilerek yorumlanmış bir bilgi demetine ulaşılmasıdır. İleriye yönlük eylemlerin düzenlenmesinde sağlanacak başarı bu yorumlanmış bilgi demetinin enginliği ve güvenilirliği ile çok sıkı bir ilişki içindedir. Çünkü tüm öngörüler bu bilgi demetinin sağadığı zemin üzerine oturmaktadır.

Planlama disiplininin deprem dalgasına duyarlılığı – az sayıda bilimsel çalışma hariç, genel düzlemde – bir plan notu maddesinden öteye geçemediği yadsınmayacak bir gerçektir. Bu bilgi düzeyinin sorunluğunu meslek eğitiminde aramak yarlıştır.

17 Ağustos 1999 Kocaeli ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinin planlama disiplinine, sürecin veri toplama ve derleme adımları için çok değerli fakat işlenmemiş veriler sunduğu, bu verilerin ayrıntılı irdelenmesi ile kullanılabilir, nitelikli bilgi edetiminin mümkün olacağı düşünülmektedir.

Bu düşünceyle çalışmada, tıpkı zemin ya da binalar gibi, doğal ve insan ürünü öğelerle bir bütün olan kentlerin de deprem etkisi altında çok farklı davranışlar sergileyeceklerinden hareketle, kentsel deprem davranışı kavramları sürülmüştür.

Deprem zararlarının azaltılması sürecinde öncelikle risklerin tanımlanması gerekmektedir. Kentin deprem risk azaltım söz konusu olduğunda, üzerine oturtulan zemin ve içerilen insan ürünü yapılardan kaynaklanan riskler bilinmelidir. Bu sebeple yer bilimleri ve deprem mühendisliği bilimlerinin sunduğu verileri, kent planlama ve kentsel tasarım disiplinleri mutlaka dikkate almalı ve anlamaya çalışmalıdır.

Bu çerçevede, deprem hareketinin kentsel deprem davranışına etkisi sistematik bir kurgu içinde ele alınmıştır. Bu kurgunun adımları, depremin tanımlanması, depremin deşan yer hareketlerini zemin davranışına nasıl yansıdığı, zemin – yapı arasındaki etkileşimin özellikleri ve buna bağlı olarak bina davranış şekli şeklinde düzenlenmiştir. Sözü edilen adımların etkileşimi derindenmesi ile kentsel deprem davranışının çözümlemesi ne ulaşılmıştır.

Bu kapsamda, birinci bölümde deprem dalgasına genel bir bakış yapılmış, depremlerin oluşumu, genel özellikleri ve deprem hareketi ile Türkiye’de ve dünyada depremlerin yit açtığı kayıplara ilişkin bilgi verilmiştir. İkinci ve üçüncü bölümler sırasıyla, deprem hareketinin zemin davranışları üzerindeki etkisine ve zemin – yapı etkileşimine bağlı olarak yapıların deprem davranışına ayrılmıştır. Dördüncü bölümde, kentsel deprem davranışının en az kayba yit açacak biçimde yönlendirilmesi için gereken veri tabanının nasıl kurulması gerektiği yurtiçi ve yurtdışı bilgi altyapıları incelenerek verilmeyle çalışılmış, kentsel deprem davranışına etki eden fiziksel planlama ve kentsel tasarım etmenleri maddeler halinde ele alınmıştır. Beşinci bölümde ise 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi özelinde kentsel deprem davranışının kent mekânındaki yansımaları çeşitli yönleriyle ortaya konulmuştur.

Çalışmada kısaca, zemin davranışına bağlı zararların azaltılmasında en önemli etmenin arazi kullanım planlaması olduğu, zemin – yapı arasındaki etkileşime

ortaya çıkan hasarların kent sel tasarımı met neri ile ilişkilendi ğı, bu et menlerin kent i nın nd uşması yanı nda, deprem zararları verisi azaltı mında da ok nemi bir rol stlendi ğı, yapı plan şeması ve dūşey dūzlem dūzensizliklerinin yapısal hasarları artırdı ğı sonuçlarına ulaşılmıştır. İncelenen hasar örnekleri bu sonucu do ğrular niteliktedir.

INSPECTION OF URBAN PLANNING AND DESIGN VARIABLES BY MEANS OF EARTHQUAKE PHENOMENON AND URBAN EARTHQUAKE BEHAVIOUR

SUMMARY

Both urban planning and urban design are a process. Collecting and analyzing the data, and to obtain an interpreted data mass at the end, are the most important steps of this process. The success of future operations are closely related to the wideness and reliability of that data mass. Because, all the foresights are constructed on the base provided by them.

It must be accepted that the interest of urban planning to the earthquake phenomenon is limited to a plan note except a few scientific researches. It is the career training responsible of this situation.

For urban planning, August 1999 Kocaeli and November 1999 Düzce earthquakes are considered to provide valuable but raw data to the collecting and analyzing steps of the process, and it would be possible to obtain useful and qualitative information by detailed examination of all those data.

In this idea, just like the ground and buildings uniquely have, a concept called urban earthquake behaviour is asserted which suggests that cities would have a behaviour with all natural and human made elements, as response to earthquakes.

In earthquake hazards mitigation process, initially the risks should be identified. While reducing the risks in urban scale, the risks caused by ground conditions and human made structures must be considered. So, urban planning and design need to understand and take care the data provided by earth sciences and earthquake engineering.

In this research, the influence of earthquake motions to urban behaviour is considered in a systematic way. Identifying the earthquake, the effects of earthquake motions to ground behaviour, the characteristics of relationships between ground and construction, and structural behaviour are the steps of this systematic way. By examining those steps interrelatedly, an analysis of urban earthquake behaviour have been done.

The first chapter includes a general look to earthquake phenomenon and gives information about the losses caused by earthquakes in Türkiye and around the world. Second chapter examines the ground behaviour while the third does it for buildings. In the fourth chapter native and foreign data bases have been examined in the sense of reducing earthquake hazards and considerations have been made about planning and design factors influencing urban earthquake behaviour. In the fifth chapter the reflections of urban earthquake behaviour to the urban space have been considered especially by examining August 1999 Kocaeli earthquake.

The brief conclusions as follows. The most important factor in reducing the hazards caused by ground behaviour is land use planning. Damages caused by interaction of ground and construction are closely related to the urban design factors. These factors have important roles in earthquake hazards and risk mitigation, besides composing the city image. Architectural plan shape and vertical plane irregularities cause structural damages to increase. Damage samples confirm these outcomes.

1 GİRİŞ

1.1 Amaç

Bu çalışmada, fiziksel planlama ve kentsel tasarım etmelilerinin kentsel deprem davranışı üzerinde, birer değişken olarak etkilerinin incelenmesi; söz konusu etmelilerin depremetkin bölgelerde geliştirilecek planlama ve tasarı meyllerinde, temel ilkelere saptanması aşamasında birer yönlendirici olarak belirleyici özelliklerinin ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır.

1.2 Gerekçe

Gerek kent planlama, gerekse kentsel tasarım birer süreçtir. Bu sürecin en önemli adımları, verilerin toplanması, bunların analiz edilmesi ve sonra bir süzgeçten geçirilerek yorumlanmış bir bilgi demetine ulaşılmasıdır. İleriye yönelik eylemlerin düzenlenmesinde sağlanacak başarı bu yorumlanmış bilgi demetinin engelli ve güvenilirliği ile çok sıkı bir ilişki içindedir. Çünkü tüm öngörüler bu bilgi demetinin sağadığı zemin üzerine oturmaktadır. Ne var ki, bu güvenilirliğintemeli de sürecin önceki adımlarına dayanmaktadır.

Planlama disiplininin depremd gusuna d anilgisinin – az sayıda bilimsel çalışma hariç, genel düzlemde – bir plan notu maddesinden öteye geçemediği yadsınamayacak bir gerçektir. Bu ilgil düzeyinin sorunluğunu meslek eğitiminde aramak yarlışılmayacaktır. Çok disiplinli bir dalandan kent planlamada, örneğin yer bilimlerinin içeriği materyallerin sertlik dereceleri nden öte d mak zorundadır. Yukarıda bahsedilen bilgi demetinin yeterince güvenilir niteliğ edmediği ancak kent mekânı ndat est edildiğ nde arlaşılabilmektedir. Ne var ki, kent mekânı nda yapı ant estinin başarısızlık a sonuğ anması halinde karşıl aşılan durumun yeriden orgari ze edilmesi son derece güçtür.

Bu bağlamda 17 Ağustos 1999 Kocaeli ve 12 Kasım 1999 Düzce depremlerinin planlama disiplinine, sürecin veri toplama ve derleme adımlarını içi n çok değerli fakat işlenmemiş- ham veriler sunduğu düşünülmektedir. Bu verilerin ayrıntılı irdelenmesi ile kullanılabilir, nitelikli bilgid edetmek mümkün olacaktır.

Bu düşünceyle çalışmada, tıpkı zemin ya da binalar gibi, doğal ve insan ürünü öğelerle bir bütün olan kentlerin de deprem etkisi altında çok farklı toplam davranışlar sergileyeceklerinden hareketle, kentsel deprem davranışı kavramı ileri sürül müştür.

Bu noktada, farklı ölçeklerdeki insan yerleşmelerinin değil de kentsel ölçekteki deprem davranışına odaklanma gereğinin cevabı “tehlike” ve “risk” kavramlarının tanımına dayanmaktadır. Deprem tehlikesi, herhangi bir bölgede ilerde meydana gelmesi beklenen deprem aktivitesinin belirlenmesi ile anlaşılır. Deprem riski ise meydana gelmesi beklenen deprem aktivitesinin sonucunda ortaya çıkacak hasar ile ilgilidir (Pamph, 2000). Aynı bölgede yer alan iki yerleşimin deprem tehlikesi aynı iken deprem riski çok farklı olabilir. Bu farklılıkta en büyük pay, ortaya çıkması muhtemel can ve mal kaybı farkına atılır. Yerleşmesini çerdğ bina sayısı ve nüfus ne kadar fazla ise risk de o oranda artmaktadır.

Deprem zararlarının azaltılması sürecinde öncelikle risklerin tanımlanması gerekmektedir. Kent ölçeğinde risk azaltım söz konusu olduğunda, üzerine oturulmuş zemin ve içerilen insan ürünü yapılardan kaynaklanan riskler bilinmelidir. Bu sebeple yer bilimleri ve deprem mühendisliği bilimlerinin sunduğu verileri, kent planlama ve kentsel tasarım disiplinleri mutlaka dikkate alınmalı ve anlamaya çalışmalıdır.

Bu çalışmanın temel kurgusu araştırmacının kentsel tasarım ve kent planlaması ilişkisi konusundaki görüşüne dayanmaktadır. Buna göre, kentsel tasarım uygulamaları planlarından ayrı düşünülemez. Yaygın olarak kentsel tasarım, planlama ve mimarlık disiplinlerinin kesişme alanı olarak tanımlansa da, bir mimar planı ölçeğinden uygulama planı mimarlık disiplinin ilgil ve bilgil alanı dışında kalmaktadır. Kentsel tasarım, kent planlamasının mimarlık disipliniyle zenginleştirildiği, ayrıştırıya odaklanabilme yetisi ne sahip bir bilimsel disiplin olarak daha doğru olacaktır. Çalışma bu yaklaşımla ele alındığında, kent planlama unsurlarının aslında kentsel tasarım doğrudan yönlendiren karar verme mekanizmasındaki nüveler olduğu anlaşılacaktır. Bu sebeple, kent planlama unsurlarının kentsel deprem davranışı üzerindeki etkilerine ilişkin yapılan değerlendirmelere geniş yer verilmiş olması bu bakış açısıyla ele alınmalıdır.

1.3 Kapsam

Kentsel planlama ve tasarımı süreçlerinde deprem faktörünü işlerlik kazanabilmesi, deprem hareketinin kenti doğuştan nüveler üzerindeki etkisini doğru anlaşılması ve

sürece katılımıyla mümkün olacaktır. Bu sebeple yer bilimleri ve deprem mühendisliği gibi disiplinlerin birikimlerinden faydalanmak, burları planlama ve tasarımı disiplinlerinin kullanabileceği durulukta ve yeterli detayda bilgi kümelerine dönüştürmek gerekmektedir.

Bu çerçevede, deprem hareketinin kentsel depremdavranışına etkisi sistematik bir kurgu içinde ele alınmalıdır. Bu kurgunun adımları, depremin tanımlanması, depremin d uşan yer hareketlerinin zemin davranışına nasıl yansıdığı, zemin – yapı arasındaki etkileşimin özellikleri ve buna bağlı olarak bina davranış şekli de dmalıdır. Sözü edilen adımların etkileşimi olarak irdelenmesi ve süzgeçten geçirilerek yorumlanmış bilgi demetlerinin ortaya konulması ile de kentsel deprem davranışının çözülmesi ne ulaşılacaktır.

Çalışma, yukarıda bahsedilen kurgu içinde ele alınmış, bölümler buna göre d uşurulmuştur. Bu kapsamda, birinci bölümde depremd gusuna genel bir bakış yapılmış, depremlerin d uşumu, genel özellikleri ve depremhareketi ile Türkiye’de ve dünyada depremlerin yd açtığı kayıplara ilişkin bilgi verilmiştir. İkinci ve üçüncü bölümler sırasıyla deprem hareketinin zemin davranış üzerindeki etkisi ne ve zemin – yapı etkileşimine bağlı olarak yapıların depremdavranışına ayrılmıştır. Dördüncü bölümde, kentsel deprem davranışının en az kayba yd açacak biçimde yönlendirilebilmesi için gereken veri tabanının nasıl kurulması gerektiği yurtiçi ve yurtdışı bilgi altyapılarını inceleyerek verimeye çalışılmış, kentsel depremdavranışına etki eden fiziksel planlama ve kentsel tasarım etmenleri maddeler halinde ele alınmıştır. Bütün bölümlerde, konu akışı çok sayıda açıklayıcı tablo, şekil ve örnekle yd resimlerle desteklenmiştir. Beşinci bölümde ise 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi özelinde kentsel depremdavranışının kent mekânındaki yansımaları çeşitli yönleriyle ortaya konulmuştur.

1.4 Deprem D gusuna Genel Bakış

Tüm doğal afetler arasında en çok zarar verid d anı depremlerdir. Tahmini yeri, büyüklüğü ve zaman dilimi yaklaşık olarak kestirilebilse de, kesin olarak önceden belirlenemeyen depremler, bu yönüyle de en fazla risk barındıran d aylardır. Depremleri diğer doğal afetlerden ayıran bir başka özelli ki se yerel bir bölgede değil, çok geniş alarlarda etkili d abilmektedir. Ergünay (2000) ’ın çalışması nda yer verdiğ, doğal afetler sonucunda kull anılmaz hale gelen konut üriteleri ne ilişkin son 70 yıllık zarar istatistikleri tablo 1.1.’de verilmektedir.

Tablo 1.1. Doğal Afetler Sonucu Tahrip Olan Konut Üniteleri

Doğal Afet Türü	Toplam içindeki Oranı (%)
Deprem	61
Sel	14
Heyelan	15
Kaya Düşmesi	5
Yangın	4
Çığ, Fırtına, Yağmur	1

Dünyada en sık ve şiddetli deprem meydana gelen iki kuşak söz konusudur. Bunlardan biri Pasifik Çevresi Deprem Kuşağı, diğeri Türkiye'nin de üzerinde bulunduğu Alp – Himalaya veya Akdeniz Çevresi olarak adlandırılan deprem kuşağıdır. Depremler neredenle dünyada bir yılda ortaya çıkan enerjinin %80'i Pasifik Çevresi Deprem Kuşağı'nda, %15'i Alp – Himalaya Deprem Kuşağı'nda, geri kalan %5'i ise dünyanın diğer bölgelerinde meydana gelen depremlerden kaynaklanmaktadır (Pamph, 2000).

Alp – Himalaya Deprem Kuşağı İspanya'dan başlayıp, Güney Fransa, İtalya, Yunanistan, Cezayir, Türkiye, İran, Kafkasya, Hazar Denizi, Himalayalar, Endonezya Adaları'na kadar uzanan bölgedir. Burada Pasifik Çevresi Deprem Kuşağı ile birleşir. Bu hat boyunca özellikle de Türkiye, Yunanistan ve en çok da Ege Denizi depremlerinin çok sık ve şiddetli olduğu kesimlerdir. Pasifik Çevresi Deprem Kuşağı ise Şili, Peru, Orta Amerika, California, Çin, Kamçatka, Japonya, Malezya, Yeni Zelanda'yı içine alır. Dünya'daki depremlerin yaklaşık %70'i bu kuşak üzerinde meydana gelmektedir. Özellikle Japonya ve Amerika depremlerinin çok sık ve şiddetli olduğu bölgelerdir. Bunun bir sonucu olarak da bu ülkeler bugün depreme dayanıklı yapı konusunda dünyanın en ileri ülkeleridir (Pamph, 2000).

Türkiye, önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp – Himalaya Deprem Kuşağı'nda yer almaktadır. Yeryuvarının en karmaşık bölgelerinden biri olan ve yüksek depremselliği ile dikkatleri üzerine çeken Türkiye, güneydeki Afrika ve Arap Levhaları, kuzeydeki Avrasya Levhası ve batıdaki Ege Levhası arasında yer almaktadır. Ülkemizde oluşan depremlerin çok büyük bir kısmı, bu levhaların sıkıştığı Anadolu Levhasının çevresindeki levhalarla olan sınırlarında meydana gelmektedir. Türkiye'de ortalama her 7 ayda bir hasar yapan deprem oluşmaktadır. Hasar yapan depremler ortalama olarak her yıl 5844 binanın yıkılmasına ve 982 insanın ölmesine neden olmaktadır (Özmen, 2000).

Yürürlükte olan deprem bölge haritasına göre hangi dereceli deprem bölgesinin ne kadar alan kapladığını ve bu bölgelerde ne kadar insan yaşadığını gösteren rakamlar tablo 1.2’de, deprem bölge haritasına göre yerleşim merkezlerinin sayısı ve oranları ise tablo 1.3’de verilmiştir.

Tablo 1.2 Türkiye’de Deprem Bölge Haritasına Göre Alan ve Nüfus Dağılımı (Özmen, 2000)

Deprem Bölgesi	Yüzölçümü (km ²)	Oran (%)	Nüfus (1997)	Oran (%)
I. derece	328.995	42	28.498.740	44
II. derece	186.411	24	16.674.656	26
III. derece	139.594	18	9.334.138	15
IV. derece	97.894	12	8.129.711	13
V. derece	32.051	4	1.107.757	2
Toplam	784.945	100	63.745.000	100

Tablo 1.3 Türkiye’de Yerleşim Merkezlerinin Deprem Bölge Haritasına Göre Dağılımı (Özmen, 2000)

Deprem Bölgesi	İl Sayısı	(%)	İlçe Sayısı	(%)	Bucak Sayısı	(%)
I. derece	35	43	405	48	335	49
II. derece	22	27	176	21	152	22
III. derece	13	16	130	15	98	15
IV. derece	9	11	116	14	78	12
V. derece	2	3	19	2	15	2
Toplam	81	100	846	100	678	100

20. yüzyıl da Türkiye’de ve dünyada can kaybı ve hasarları açan çok sayıda deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerde kaydedilen yer, tarih, büyüklük ve kayıplar ilişkisinin bilgileri sırasıyla EK-A ve EK-B’deki tablolar da verilmiştir.

1.4.1 Deprem Hareketlerinin Yapısı

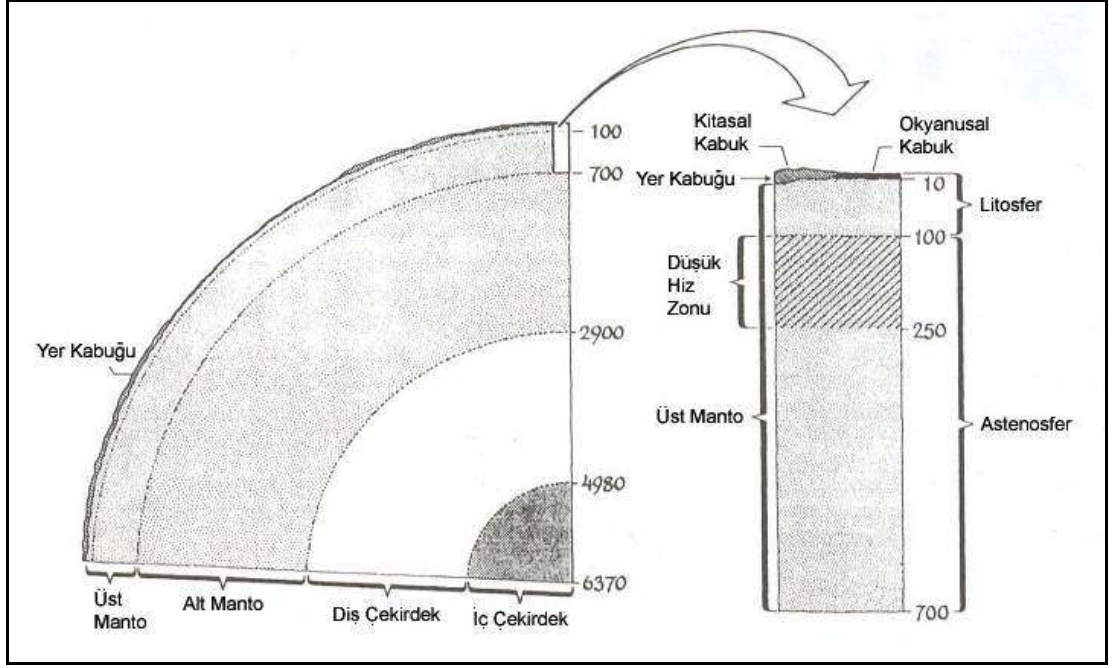
Doğal nedenlere bağlı olarak oluşan ve yeryüzünde hissedilen yer sarsıntılarını deprem denilmektedir (Pampal, 2000). Depremler oluşum mekânizması bakımından, tektonik, volkanik ve çöküntü depremleri olarak çeşitlenmektedir.

Aktif volkanik bölgelerde yanardağlardan yükselen magmanın yeryüzüne doğru yükseliş esnasında çeşitli fiziksel, kimyasal olaylara bağlı olarak ortaya çıkan patlamaların etkisiyle püskürmenin de bir habercisi olmak üzere yerel ve genellikle düşük magnitudü depremler oluşmaktadır. Bu tür depremler önemli hasar yapıcı etkiye sahip değildir. Çöküntü depremleri ise yer altında bulunan büyük boşlukların tavanlarının, üstte bulunan yükü taşıyamayacak hale geldiğinde çökmesiyle oluşur. Bunun bir sonucu olarak sarsıntılar meydana gelir. Bu türden depremlerin enerjileri yetersizdir. Bu nedenle önemli hasarlar meydana gelmez. Bunlar da volkanik depremler gibi yerel olup yalnızca çöküntünün meydana geldiğ alanın yakın çevresinde etkili olmaktadır (Pampal, 2000). Doğal sarsıntılar dışında nükleer patlamalar, madencilik etkinlikleri ve tetiklenmiş sarsıntılar gibi insanlının neden olduğu sarsıntılar da vardır (Yılmaz ve Demirtaş, 1996). Depremlerin büyük bölümünü ise bu bölümde incelenecek dantektörük depremler oluşturmaktadır.

Uzun bir zaman aralığında biriken enerjisinin iki veya daha fazla levhanın karşılıklı hareketleri ile boşalması sonucu oluşan depremlere tektörük depremler adı verilir (Yılmaz ve Demirtaş, 1996). Deprem yerkürenin üst kısmında uzun bir zaman aralığında biriken şekil değiştirme enerjisinin kayaların drendini aşınca ani den boşalmasıdır. Bu boşalma ile kırılma ya da yırtılma hareketi ortaya çıkmakta, oluşan sismik dalgalar her yöne yayılmakta ve yeryüzünü sarsmaktadır (Yılmaz ve Demirtaş, 1996 ve Pampal, 2000).

Yerküre, deprem kayıtlarının analizleri sonucunda belirlenen fiziksel özellikleri birbirinden farklı, dıştan içe doğru yer kabuğu, manto ve çekirdek olmak üzere üç ana seviyeden oluşmuştur. Yer kabuğu, katı dan ve üst mantonun katı kısmını oluşturan litosferin üzerinde yer alır. Litosferin altında ise üst mantonun daha yumuşak dan kısmı astenosfer bulunur (Şekil 1.1). Litosfer değişik boyutlarda ve düzensiz şekillerde parçalardan oluşmuştur (Şekil 1.2). Yerkürenin dış bölümünü oluşturan katı ve kırılğan özellikli litosfer parçalarının kalınlıkları dğer boyutlarına göre küçük olduğu için levha veya plaka adı verilir. Levhalar sabit dmayıp karışık bir rejimle astenosfer üstünde 1-10 cm/yıl hız ile hareket halindedirler. Bu hareketleri açıklayan kuram Levha Tektörük olarak adlandırılır (Yılmaz ve Demirtaş, 1996). Yedi adet büyük levha ve pek çok küçük levhacık bulunmaktadır. Büyük levhalar Avrasya, Pasifik, Avustralya, Kuzey Amerika, Güney Amerika, Afrika ve Antarktika levhalarıdır (Pampal, 2000).

Dünyada depremlerin belirli dar kuşaklarda yoğunlaştıkları (Şekil 1.3), bu kuşakların levha sınırları ile de uyumlu olduğunu belirtmektedir (Yılmaz ve Demirtaş, 1996).



Şekil 1.1. Yer kürerinin iç yapısını gösteren şematik kesit

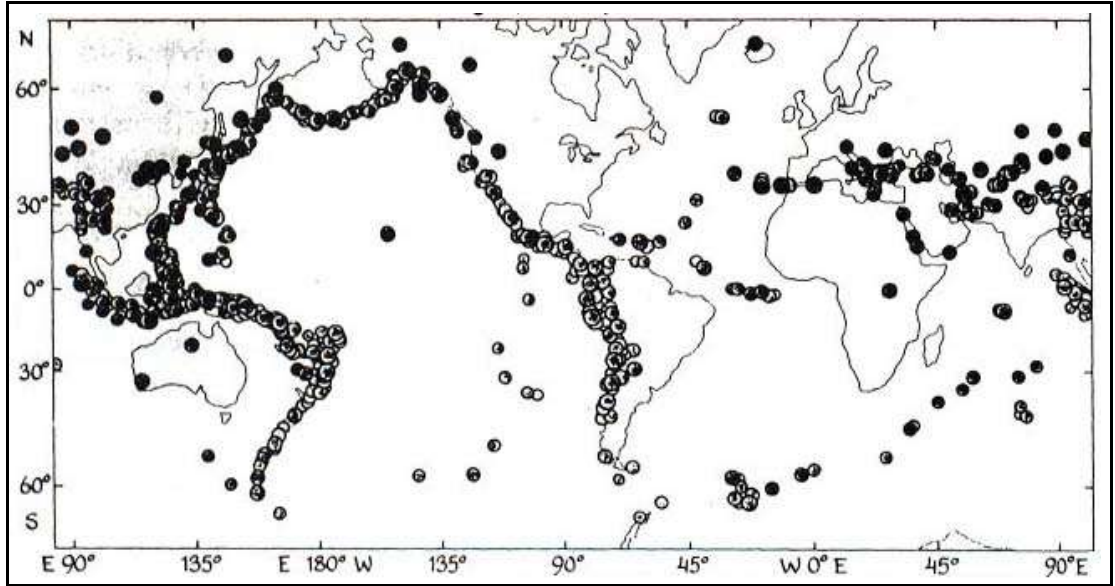
Yer kabuğunun bir çok yerde faylarla kesilmiş olduğu bilinmektedir. Yer kabuğunda artan gerilmeler zayıf olan bu çizgiler üzerinde veya belirli zayıf bölgelerde yer kabuğunun taşıma gücünü aşarak ani bir kayma (yırtılma) dmasına neden olur. Bu durumda harekete karşı koyan sürtünme kuvveti yerilmiş olur. Kayma hareketi depremin odak bölgesinden başlayarak fay boyunca dışarı doğru yayılır. Böylece uzun zamanda toplanan şekil değiştirme enerjisi, yırtılma ile deprem hareketi ve ısı enerjisi olarak ortaya çıkarak boşalır ve yer kabuğunun taşıyabileceği seviyeye iner. Depremlerin meydana gelme zaman aralığı açıldıkça, kabukta zamanla toplanan enerji de artar. Bu ise meydana gelecek yer hareketinin daha şiddetli olması sonucunu doğurur. Yer kabuğunda meydana gelen kaymanın bir dalgı hareketi olarak yayılması sonucu oluşan yüzey titreşimleri depremlerle algılanır (Çelip ve Kuşbasar, 2000).

Faydaki bir faaliyet sonucu meydana gelen deprem genellikle aşağıdaki safıııardan geçerek oluşur:

- Uzun zaman içinde fay boyunca şekil değiştirme enerjisi birikir
- Bu birikim, belirli bir kritik değere ulaşır ve kayma ve yırtılma sonucu bir gevşeme meydana gelir
- Gevşeme sonucu ortaya çıkan enerji titreşim meydana getirerek ve söner ek uzaklara yayılır

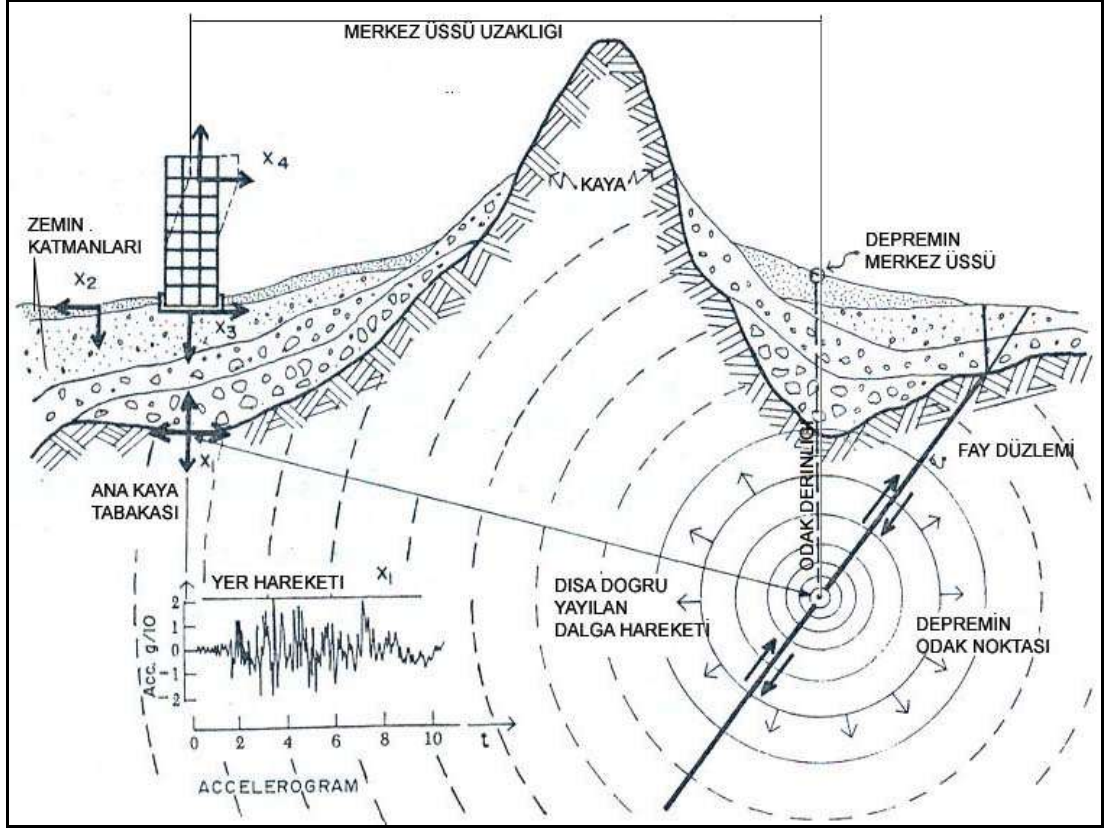


Şekil 1.2 Litosferi oluşturan başlıca levhalar



Şekil 1.3 Dünyadaki levha sınırları boyunca 1963-1988 yılları arasında olmuş $M \geq 6,7$ depremlerin dağılımı

Bazı faylarda depremsırasında ani kayma meydana gelirken, bazılarındaise sürekli kayma nedeniyle yavaş yavaş boşalma ortaya çıkar. Ani boşalma sonucu, bazı durumlarda enerjinin tamamı boşalmayabilir veya meydana gelen hareket sonucu değişik yerlerde tekrar enerji yığılması meydana gelebilir. Bu enerjinin de kritik sınıra erişmesi sonucu yerli bazı fay hareketleri gelişebilir. Genellikle ilk depremden daha küçük olan bu tür hareketler “artçı depremler” olarak isimlendirilir. Bazı durumlarda ise ana kayma meydana gelmeden bazı zayıf noktadaki kaymaların meydana getirdiği “öncü depremler” de görülebilir (Çelip ve Kumbasar, 2000).



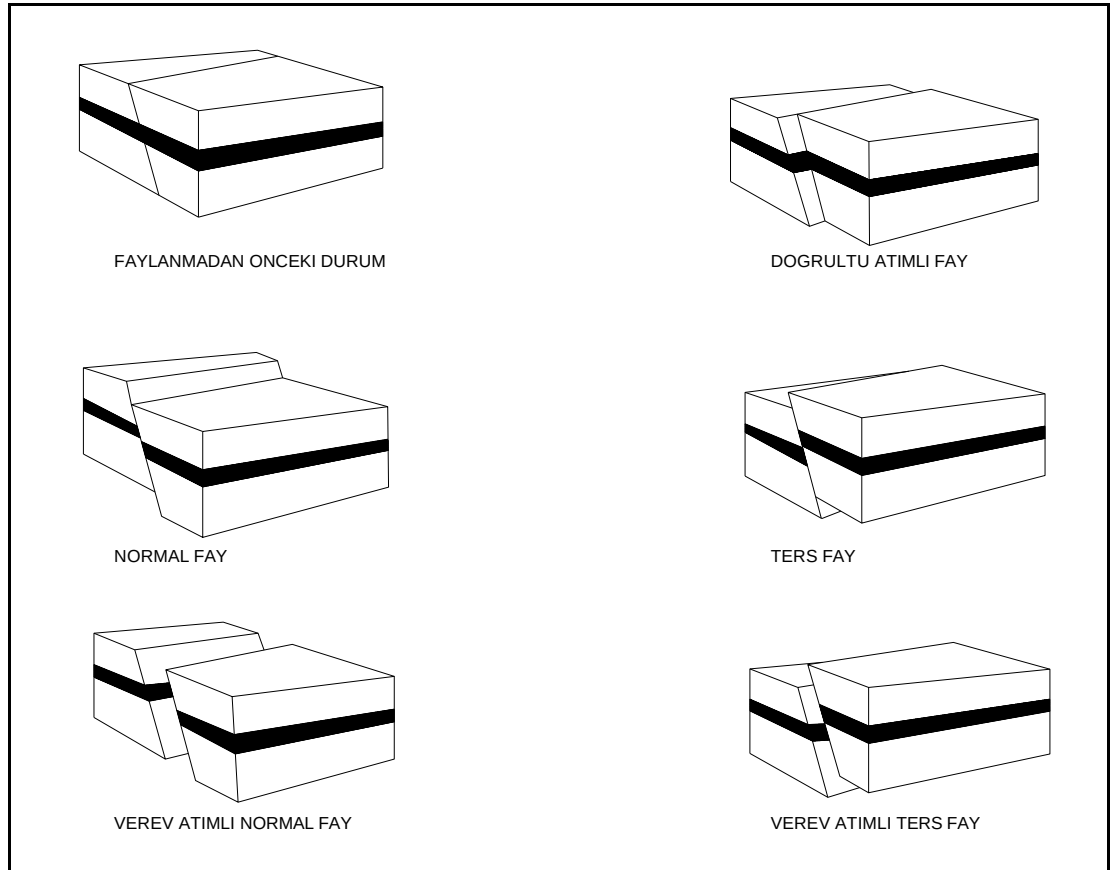
Şekil 1.4. Deprem ve deprem hareketi

Fay yırtılması'nın veya kayması'nın ortak yüzeyde ne kadar bir alan üzerinde düştüğü depremin büyüklüğünü belirleyen en önemli etkerlerden biridir. Kaymanın düştürdüğü fay alanı büyüdükçe, deprem daha geniş bir alanda hissedilir ve depremin büyüklüğü artar. Yırtılma bölgesi yeryüzüne yakınladığı gibi derinlerde de bulunabilir. Deprem hareketi'nin başladığı bu bölge, "depremin odağı (hiposantr)" olarak adlandırılır. Odak derinliği de depremin düştüracağı hasar konusunda önemli bir büyüktür. Derin depremler yüzeyde daha az etki gösterirken daha yaygın bir çevrede hissedilir. Şığ depremler ise, odağa en yakın yer yüzünde büyük etki gösterirken, uzaklaştıkça azalan bu etki daha az yaygın olan bir çevrede hissedilir. Yüzeyde, depremodağını'nı hemen üstüne rastlayan noktaya "merkez üssü (episantr)" olarak adlandırılır. Merkez üssü, depremin en kuvvetli hissedildiği bölgedir. Merkez üssünden uzaklaştıkça kısa periyotlu titreşimler, uzun periyotlu ara göre daha çabuk sönümlenir (Celip ve Kumbasar, 2000). Deprem dalgalarını'nı düşüp yayılmaya başladığı odak ile yeryüzüne çıkılan dik yeryüzünü kestiği yerden üst merkez arasındaki uzaklığa "odak derinliği" adı verilmektedir (Pampal, 2000) (Şekil 1.4). Odak derinliği depremin derinliğinin ölçüsüdür. Depremler odak derinliğine göre,

- Şığ depremler (odak derinlikleri 70 km'den az)
- Orta derinlikte depremler (odak derinlikleri 70-300 km arası nda)
- Derin depremler (odak derinlikleri 300-700 km arası nda)

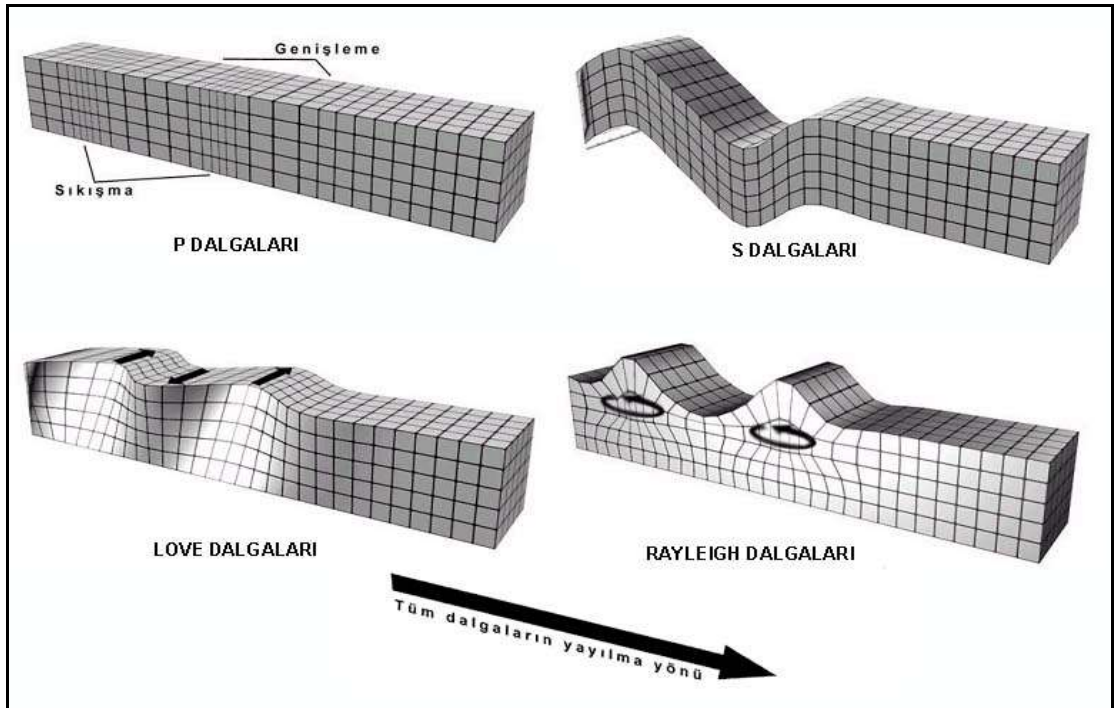
derinlikte ayrılır. Ülkemizdeki depremlerin odak derinliği genellikle 10-30 km arasıdır. Depremlerin oluşum sıklığı derinlikle azalır (Çelip ve Kumbasar, 2000). Sığ depremler dar bir alanda etkili olmakla birlikte çok sayıda depremler olarak bilinmektedir. Buna karşın orta ve derin odaklı depremlerin enerjileri çok geniş bir alana yayıldığından, yapacakları hasar kısmen daha azdır (Pampal, 2000). Depremler nereden de yer küresinin dış kısmını oluşturan kabukta meydana gelen yitilimlere fay adı verilmektedir. Faylar açığa çıkan enerjinin miktarına ve odak derinliğine göre de yeryüzünde gözlenebilirler (Yılmaz ve Demirtaş, 1996).

Faylar eğim ve doğrultu boyunca hareketinin durumuna göre de sınıflandırılır (Şekil 1.5). Karşılıklı blokları, birbirlerine göre yatay olarak yer değiştiren faylar doğrultu atımlı faylar olarak bilinir. Faydaki hareket eğim boyunca ise, bu tür faylar eğim atımlı faylar olarak isimlendirilir. Eğim atımlı faylarda bloklar birbirlerine göre aşağı ya da yukarıya doğru kayarlar. Bu faylarda, kayalar düşey yönde yer değiştirir. Eğim atımlı faylar normal fay ve ters fay olmak üzere iki alt gruba ayrılırlar. Bununla birlikte, doğada yukarıda bahsedilen salt doğrultu atımlı ya da eğim atımlı faylar ender rastlanır. Birbirinin yerine verev atımlı fay olarak adlandırılan hem doğrultu hem de eğim atımlı bileşenleri içeren faylar gözlenir (Yılmaz ve Demirtaş, 1996).

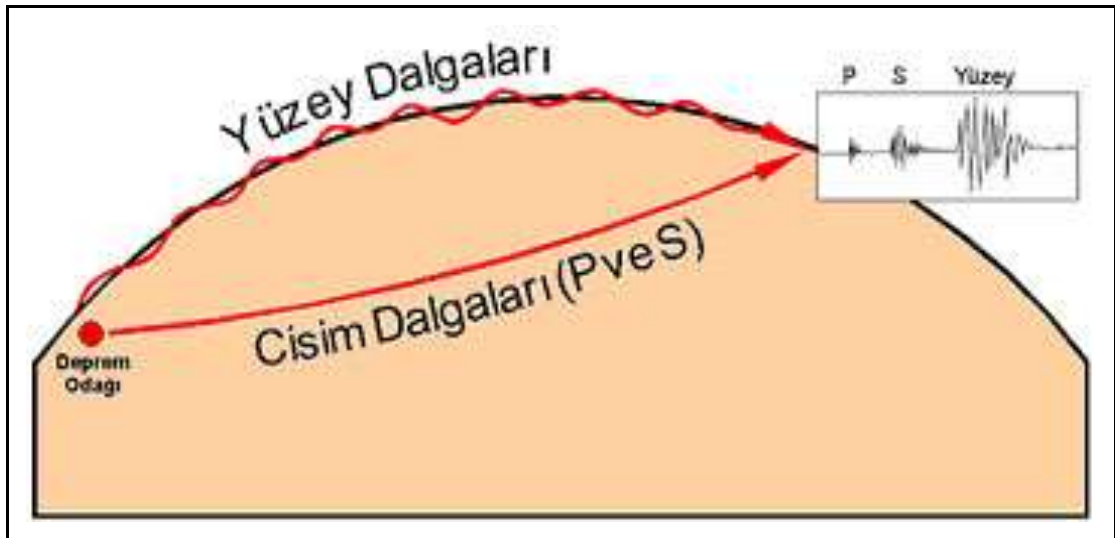


Şekil 1.5 Fay tipleri

Ana kırılma sona erdikten sonra, artçı sarsıntılar kırılmamış bir engeli kırabilir. Gerilmeler uzun bir süreç içinde kayada depolanabilmektedir. Sonuçta kayanın en zayıf kısımlarında arazi kaymaları meydana gelmektedir. Yarı kayma yüzeyi boyunca karşı bloklar zıt yönlere hareket etmektedir. Bir deprem kırığının yayılması sırasında, herhangi bir noktadaki toplam hareket aynı anda meydana gelmez. Bir depremdeki kırık uzunluğu, bağde depolanmış gerilme düzeyi ne, faylanan kayanın özellikleri ne ve kayma yüzeyi ne bağlıdır. Deprem kırığı, yayılma için enerji sağlayacak yeteriince gerilme depolanmamış noktaya erişinceye kadar ilerler (Yılmaz ve Deniztaş, 1996).



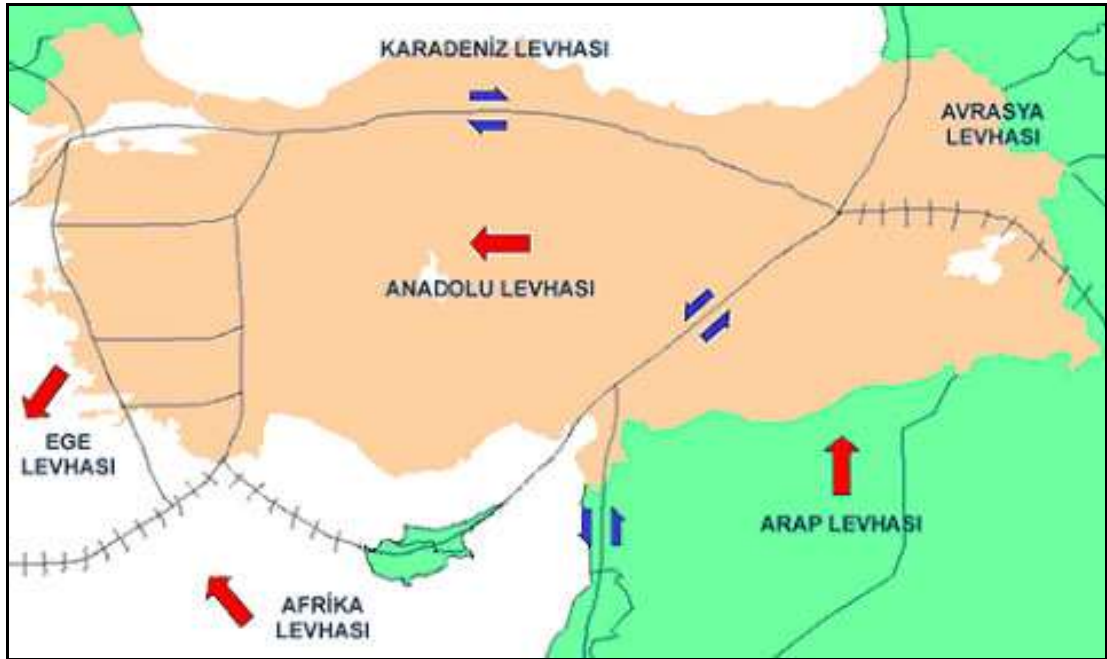
Şekil 1.6 Deprem dalgalarının hareket biçimi



Şekil 1.7 Deprem dalgalarının yayılması

Depremler bilindiği gibi titreşim hareketleri olup bir dalgadır. Özellikleri farklı iki tip deprem dalgası tanımlanmıştır. Bunlar “dışım dalgaları” ve “yüzey dalgaları”dır. Dışım dalgaları, “P dalgaları (boyuna dalgalar)” ve “S dalgaları (enine dalgalar)” olarak iki türdedir. Yüzey dalgalarının ise “Rayleigh kayma dalgaları” ve “Love dalgaları” olmak üzere iki türü vardır (Pampal, 2000) (Şekil 1.6 ve 1.7).

Ses dalgalarına benzeyen P dalgaları, hızları en fazla dalgalar olduklarından kayıt istasyonlarına ilk gelen dalgalardır. Bu nedenle “primer” dalgalar da denilen bu dalgaların hızları 7-8 km/sn kadardır. Bunların yayılması sırasında titreşim hareketi, dalganın yayılma doğrultusundadır. S dalgalarında, yer kabuğundaki taneliklerin titreşim yönü, dalganın yayılma doğrultusuna diktir. Öçümi istasyonlarına ikinci olarak geldiklerinden Latince “undea secunda” teriminden esinlenilerek S dalgası ismi verilmiştir. Bu dalgaların katı yer kabuğu içindeki yayılma hızı ise 3,45-4,10 km/sn olarak belirlenmiştir. Dışım dalgalarına oranla daha yavaş olan ve diğer dalgaların yerini içinde yansımasından sonra yüzeye çıkması ile meydana gelen yüzey dalgalarının periyotları daha büyük (1 sn-1 dk), boyuları da daha uzundur (30-40 km). Öçümi istasyonlarına en son gelen dalgalardır. Sismogramlarda en şiddetli hareketleri gösterirler (Pampal, 2000).



Şekil 1.8 Türkiye'nin üzerindeki levhalar ve hareket yönleri

Ülkemiz Alp – Himalaya Deprem Kuşağı'nın Doğu Akdeniz Bölgesinde depremselliğin (sismisitenin) en karışık olduğu kesiminde yer almaktadır. Bu karışıklık bölgede değişik boyutlarda ve hızlarda levhaların mevcudiyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bölgede deprem oluşumundaki egemen rölü Afrika, Arap ve

Avrasya levhaları oynamaktadır. Anadlı levhası güneyde kuzey-kuzeybatıya hareket eden Afrika ve Arap levhaları ile kuzeydeki Avrasya levhası arasında yer almaktadır. Batıya hareket etmeye zorlanmaktadır. Bu durumda depremler Anadlı levhasının çevresindeki levhalarla olan sınır zorlarında meydana gelmektedir. Bu zorlar Kuzey Anadlı Fayı (KAF), Doğu Anadlı Fayı (DAF) ve Bitlis-Bandırma Kuşağı (BBK) adını alırlar. Ayrıca batıya kaymaya zorlanan Anadlı levhasının hareketi, batıda Ege levhasınca durdurulmaya çalışılıncaya kadar kuzey-güney yönü geri şleme söz konusu olmuş ve Ege grabenleri (çöküntü – geri şleme dağları) oluşmuştur. Batı Anadlı da meydana gelen depremlerin genel nederi de bu rejimdir (Yılmaz ve Demirtaş, 1996) (Şekil 1.8).

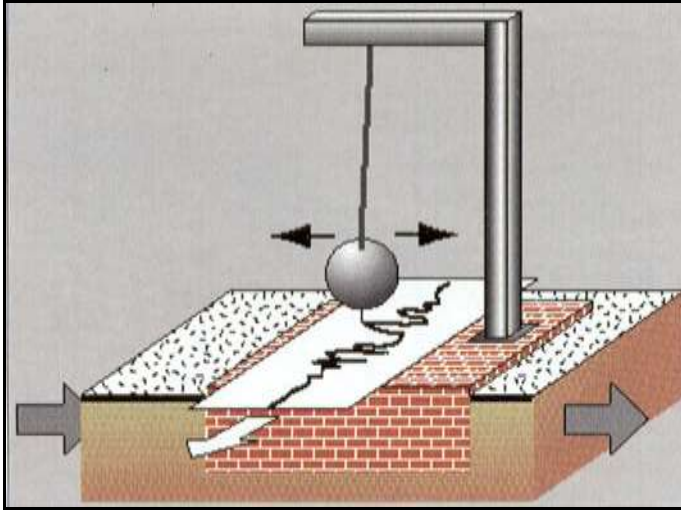
1.4.2 Depremlerin Ölçülmesi

Depremlerin büyüklüğü depremin dış merkezinde (merkez üssü) tanımlanan bir ölçüdür. Günümüzde depremin büyüklüğü, yer titreşimlerini yüzlerce kilometre uzaktan kaydedebilen hassas sismograf cihazlarının kayıtlarını kullanarak, Richter tarafından geliştirilmiş basit bir ölçek ile belirlenmektedir. Richter ölçeği deprem merkezi nden 100 km uzaklıktaki bir sismograf cihazının kaydettiği en büyük titreşim geriliğine logaritmik olarak endeksli dir. Richter ölçeği ile belirlenen değer depremin alıtsel büyüklüğü olarak tanımlanır. Genel olarak alıtsel büyüklüğü 4' den büyük depremler deprem bđgesindeki insanlar tarafından hissedilir, 5.5 den büyük depremler bđgedeki yapılarda hasar yaratabilir, 9 dan büyük depremler de aslığ ise yok denecek kadar azdır. Alıtsel büyüklük logaritmiktir. 7 büyüklüğünde bir deprem 6 ya oranla 10 kat daha fazla titreşim geriliği yaratır. Alıtsel büyüklük ile depremsırasında açığa çıkan veya boşalan enerji arasında da logaritmik esaslı bir ilişki vardır. Buna göre 7 büyüklüğündeki depremden 6 büyüklüğündeki depreme oranla 32 kat enerji boşalır. Bu oranlar her birim basamak için geçerli dir (Sucuoğlu, 1996).

Depremlerin kaydedilmesi nde kullanılan aletlere “sismometre” ya da “sismograf” adı verilmektedir. Sismografların esaslı, yeryüzü ile en az bir temas yüzeyi olan bir sarkaçtan ibarettir. Sarkaca eklenen bir yazıcı düzenek yardımıyla yer hareketleri kağıt üzerine kaydedilir (Şekil 1.9). Deprem anında meydana gelen titreşimler sarkacı harekete geçirir ve bu hareket mekanik, optik veya elektromagnetik yollarla kaydedilir. Sismografin silindirik şeklindeki tamburu üzerinde sarılı bulunan kağıt üzerine kaydedilen grafik şekillere “sismogram” adı verilir. Bu kayıtlarda depremleri meydana getiren her tür dalganın geliş zamanı, titreşim süresi ve amplitüdü belirlenmiştir. Bu suretle deprem merkez üssünün yeri,

depremin magnitüdü ve deprem odağının derinliği belirlenebilmektedir (Pampal, 2000).

Depremin algıtsel büyüklüğü (magnitüd), deprembüyüklüğünü depremin merkezi nde ifade eden bir dır. Öte yandan deprembölgesinde insanlar ve yapılar tarafından algılanan “yer hareketi şiddeti” kişileri veya yapıların etkilenen bölgedeki konumuna bağlı olarak değişir. Mühendislik açısından yer hareketi şiddetinin ölçülmesi daha önemlidir. Depremin yarattığı yer hareketinin şiddeti en fazla depremin merkez üssünde hissedilir. Merkezden uzaklaştıkça yer hareketi şiddeti ve sıklığıyla yapılar üzerindeki etkisi azalır. Azalım mesafe ile olduğu kadar yerel jeolojik ve geoteknik yapı ile de doğrudan ilişkilidir. Depreme karşı mühendislik tasarımı nda algıtsel büyüklüğü bir tasarım parametresi olarak kullanamayız, ancak teknik olarak tanımlayabildiğimiz ve ölçülebildiğimiz yer hareketi şiddetini hesaplarımızda kullanabiliriz (Süçuoğlu, 1996).



Şekil 1.9. Basit bir sismografin çalışma düzeni

Bir depremin şiddeti, yeryüzünün belirli bir noktasında tanımlanır ve bu noktada yaptığı etkinin derecesi ile belirlenir. Bu konuda farklı şiddet tanımları olmakla ve farklı şiddet cetveleri geliştirilmekle beraber, en yaygın olanı “Mercalli Şiddet Cetveli”dir (Çelip ve Kumbasar, 2000). Mercalli tarafından 1902 de hazırlanmış olan bu cetvel daha sonra Amerikalı ve Avrupalı bilim adamları nca düzeltilen Sismoloji Komisyonu tarafından bir takım değişiklikler yapılarak, “Değiştirilmiş Mercalli Ölçeği” adıyla 12 derecelik bir şiddet ölçeğine dönüştürülmüştür (Pampal, 2000). Değiştirilmiş Mercalli Şiddet Cetveli EK-C’de verilmiştir.

2 DEPREM VE ZEMİN

Bir binanın deprem karşısında beklenen direnci göstermesiinde binanın tasarımı kadar yerleşmenin konumu da can alıcı bir öneme sahiptir. Sınık yönden arzu edilemeyen bir alanın yapılaşma iğni seçilmesiinde verilen yanlış kararlar, en az temel bir tasarım hatasının sebep olduğu kadar hasar veridi dabilir ve depremsonrasında yapı kullanılamaz hale gelebilir. Bu yüzden, arazi yer seçiminin yapılmış dsa bile, çevrenin geniş kapsamlı bir şekilde incelenmesi plan hazırlıklarına başlamadan önceki en önemli aşamadır (Lagorio, 1990).

Uygun yer seçiminin sürecinde, uzmanlık alanları bağlamında mimar ve kent planlarının rdü yadsınmamalıdır. Unutulmamalıdır ki arazinin zemin yapısı, üzeri ne oturtulacak yapının dçöleri, yörlenmesi, biğinin ve erişilebilirliğı gibi pek çok etkende belirleyidi dabilir. Tüm bunların ötesinde zemin yapısı, yapıya aktarılabilecek yatay kuvvetlerin büyüklüğünü ve özelliğini kesinlikle etkileyecektir (Lagorio, 1990).

Zemin niteliğine bağlı olarak, deprem hasarını etkileyen söz konusu konulanasyondur;

- Zemin hakim periyodu ile yapı hakim periyodunun çakışması (rezonans dıayı),
- Zemin büyümesi

olaraktan tanımlanabilir (Şengezer, 1999).

2.1 Arazi Durumu

Arazinin yerel jeodjik yapısı ve zemin durumu, meydana gelebilecek yer hareketlerinin özelliklerinde belirleyici de sahiptir. Bđgerinin yerel jeodjik yapısı ve toprak katmanlarının bileşenleri temelinde yapılacak bir araştırma, dası bir depremde bđgede meydana gelecek yer hareketlerinin özelliklerini frekans, ivme, hız ve genlik dınsinden tahmin edilebileceğini mümkün kılacaktır. Zemin yapısının karmaşık olduğu bđgelerde, uzman bir geoteknik mühendisi teknik danışman olarak, arazinin sunduğu sınırlamalar konusunda plan ve tasarım ekiğine yardımcı olacaktır.

dmalı, dumsuz bakış açılarının tamamen anlaşılmasını sağlamalıdır (Lagoriq, 1990).

Ayrıca belirli bir bđ gedeki zemin koşullarının yer titreşimgeriliğine anlamlı bir etkisi vardır. Kaya hareketlerinin yüksek frekanslı, ivmeli ve hızlı hareketlerle benzeşen bazı özellikleri vardır. Deprem dalgaları gevşek zeminlerde ilerlerken deprem hareketi, geriliği artıran ve daha uzun titreşim periydlarına yd açan, taşıyabileceğinden fazla yükl enmiş zeminin derinliği ile belirlenir (Lagoriq, 1990).

1906 San Francisco, Santa Cruz Dağları'ndaki 1989 Loma Prieta ve 1964 Alaska depremleri göstermiştir ki, en fazla hasara sebep olan hareketler, kaya zeminlerin aksine, gevşek zeminlerin suya doygun olduğu körfez kıyıları ve bataklık alanlarında olmuştur. Bazı depremlerde, kayalık zemin üzerinde biriken alüvyon tabakaları üzerinde ciddi hasara uğrayan binalar tespit edilmiştir. Lagoriq (1990)'nın bildirdiği 1906 San Francisco, 1967 Venezuela Caracas ve 1985 Mexico City depremleri ile ülkemizde son dönemlerin en büyük depremi olan 1999 Kocaeli depremi kalın alüvyon zeminlerin etkilerine دلیل teşkil etmektedir.

Az katlı rijit binalar, yüksek frekanslı yarı kısa periyotlu hareketlere dumsuz tepki verirken, çok katlı yapılar bu derli dumsuz etkil enmezler. Öe yandan, 1985 Mexico City depreminde de gözleendiği gibi az katlı rijit yapılar, eski gđ yatığında meydana gelen uzun periyotlu yer hareketlerinden tehlikeli biçimde etkil enmişlerdir. Oysa, eski dđgu alanlarında yer alan çok katlı binalar ciddi hasara uğramışlar ya da tamamen yıkılmışlardır (Lagoriq, 1990).

Depremin yer altındaki bir kaynaktan yayılan titreşim hareketi olduğu bilindiğine göre, yeryüzündeki bir bđ gede meydana getirdiği etkinin bağı olduğu belli başlı parametreler:

- 1- depremin büyüklüğü,
- 2- göz önüne alınan bđ geninin enerjisinin açığa çıktığı kaynağa olan uzaklığı,
- 3- kaynaktan yayılan deprem dalgasının göz önüne alınan yere gelinceye kadar geçtiği ara bđ gerinin j ed çik durumu,
- 4- deprem enerjisinin kaynaktan açığa çıkma türü,
- 5- ara bđ gede bulunan faylarda veya serbest yüzeylerde deprem dalgasının kırılması ve yansıması,
- 6- göz önüne alınan bđ gedeki zemin durumu

derak sırdanabilir (Cedep ve Kumbasar, 2000).

Bahsedilen sebeplerden dolayı mmar ve planlar, söz konusu arazinin j ed çik ve zemin özellikleri konusunda bilgili dmalıdır. Böylelikle, zemin koşullarının dası

bir depremde nasıl bir davranışa sebep olacağı, depremle deprem etkisini üzerindeki yapılara nasıl yansıtacağı bileceklerdir. Deprem hareketi esnasında zemin koşullarının etkisiyle duşan yerin titreşim frekansı ile yarı zemin hakim periyoduyla uyumlu olmayan bir yapı sistemi tasarlamak, binanın yer sarsıntısıyla aynı anda sallanmasına ve tasarlanandan çok daha fazla ödenmesine sebep olabilir (Lagoriq 1990).

Deprem yönetmeliğinde verilen zemin grupları ile buna göre oluşturulan zemin sınıfları ve zemin spektrum karakteristik periyotları tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1. Zemin Grubu ve Sınıfları ile Karşı Gelen Spektrum Karakteristik Periyotları (Çelip ve Kumbasar, 2000)

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

2.2 Faya Olan Uzaklık

Bir depremin hemen ardından, medyada ve kamuoyunda, faya en yakın alararı en fazla zarara uğrayan bölgeler olarak tanımlamak yönünde bir eğilim vardır. Genel

kanı depreme sebep olan faydan ne kadar uzaklaşırsa hasarın da o oranda azalacağı yönündedir. Bazı durumlarda bu yanlış bir kanaattir (Lagoriq, 1990).

Fayın her iki tarafında hasarın birkaç kilometrelik bir alanda daha yoğun olduğu bazı geçmiş deneyimler, böyle bir görüşün düşey fay düzlemleri için doğru dâhil edeceğini ortaya koymaktadır. Ancak bir dâima açısıyla karakterize edilen birbirinin üzerine binen fayların böyle bir görüş doğru değildir. Ağır hasara uğrayan bazı binaların depremin merkez üssünden ve/veya birbiri üzerine binen faylardan kilometrelerce uzakta olduğu böyle bir durum 1971 San Fernando depreminde görülmüştü. Bu yüzden, tüm binaların yer alan fay tipleri arasında açık bir ayrım yapılmalıdır (Lagoriq, 1990).



Şekil 2.1 Gölcük'te yüzey kırığı üzerinde yer alan bir bina

Tüm afetler arasında büyük bir farkla en fazla hasar verildiğini, geniş bir alanı etkileyen yer sarsıntısıdır. A B D'nin batı kıyıları, Güney İtalya, Yunanistan gibi depremakti vitesinin yoğun olduğu dünyanın pek çok yerinde ve ülkemizde özellikle

Batı Anadolu'daki Ege Çöküntü Sistemi içerisinde, yerleşimin, bir faydan ne kadar uzaktırsa, başka bir fayda o kadar yaklaşıcağı unutulmamalıdır.

O halde, her durumda ilk ve en önemli kural, doğrudan fay hattı üzerinde yapılaşmaktır. Yüzey faylanması sebebiyle hasar görmesi muhtemel binalar sayıca az olsa da, yüzey kırılmasının doğuracağı büyük bir depremsırasında en ciddi hasara uğrayan bina, doğrudan fay hattının üzerinde yer alan bina olacaktır (Şekil 2.1).

2.3 Zemin Davranışı

Kentsel gelişme sürdükçe, yerleşimin terdih edilemeyen alanlara doğru yayılmasının zaman kaçınılmazıdır. Bir zamanlar yapılaşma için çok uç noktalar da (marjinal) olduğu düşünülen alanlar bugün büyük ölçekli yerleşmeler için değerlendirilmektedir. Gelişmiş ekonomilere sahip toplumlarda, inşaat teknolojisi ve tasarım tekniklerinde kaydedilen büyük aşamalar sayesinde geçmişte yerleşme uygun bulunmayan alanlarda artık yapılaşmak mümkündür. Buna rağmen (Lagorio, 1990), depremlerin ürettiği dinamik hareketlerin zayıf karakterli zeminlerin farklı davranışlar sergilemesine sebep olduğu da bir gerçektir.

Yukarıda değeri entelektüel gelişmeler sayesinde, yerleşme uygun olmayacağı ya da belirli koşullar ve sınırlamalar içinde yapılaşmaya izin verilebileceği belirtilen birçok özelliğdeki zeminler üzerinde, belirli sınırlamalardan muaf binaların inşaatının mümkün olduğu ilgisiz dillerle getirilmekle birlikte, sözü edilen teknolojilerin maliyetlere dayanması pek çok kentsel fonksiyon için bu dayanağı uygulamaz (devre dışı) kılmalıdır. Ükeniz örneğinde olduğu gibi, ülke ekonomisinde kapitalin söz ve erk sahibi olduğu ve üstüne üstlük gelişmiş ekonomilerde, inşaat sektörü önemli bir rant aracı olarak değer bulmakta ve bu da başta barınma olmak üzere diğer bazı kentsel işlev alanlarına yüksek maliyetli ileri teknoloji yatırımlarının yapılmasını gerçekleştirmektedir.

Aynı konunun bir başka boyutu ise yönetimseldir. Merkezi ve yerel yönetim yetki ve sorumlulukları ile buralar arasındaki ilişki ve işbirliğinin tam olarak tanımlanmadığı ve özellikle merkezi otorite tarafından tek bir proje ya da şahıs örneğinde çakılan veya değiştirilen sayısız kanun ve kararnamele uygulamaların yapılabilen bir ülkede imar ve arazi kullanımlarını belirleyen sorunlu organlar ve buradaki yetki sahibi meslek insanları üzerindeki baskı yadsınmamalıdır. Kaldı ki, meslek etliğinin ve mesleki yeterliliğinden oldukça geri planda kaldığı ve etkin olmadığından çok uzak duran denetim mekanizması da bu yönüyle ele alındığında, inşaat teknolojilerinde

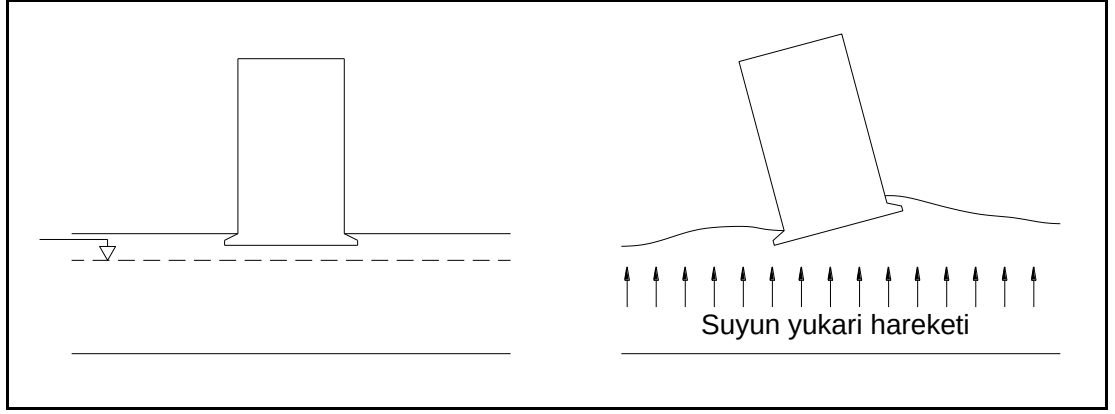
kaydedilen gelişmelerin sağ adığı serbestliği içinde arazi kullanımlarını almak en basit ifadeyle iş şansını bırakmak olacaktır.

Bir başka ifadeyle güvenli bir yerleşimin ilk ve belki de en önemli adımı, jedgik verilerin elde edilmesi ve bunların planlama ve tasarım süreçlerinde verilen kararlarda daha işin en başında belirleyici etkiler olarak değerlendirilmesidir. Hayati önemi çeren zemin koşulları değişiklerini gereğince dikkate alınması, heyelan, çökme, sıvılaşma, zemin büyütmesi gibi dası davranış biçimlerinin beklenen bir depremde ortaya çıkacağı gerçeğini değştirmeyecek, dd ayısıyla muhtemel bir doğa d ayının bir d fte dönüşmesi nederd verilen birer aktör d malarını sağ ayacaktır.

2.3.1 Sıvılaşma

Sıvılaşma d arak bilinen d ay, suya doymuş i nctandi kumve siltlerden duşan zayıf karakterli zeminlerle bağlantılıdır. Butür zeminlerin, statik d arak yalınve normal yük altında, dur ağan kaldığı müddetçe normal bir binayı destekleyecek makul bir taşıma kapasitederi vardır. Zemin sıvılaşması, i nctandi kumve siltlerin arasında bulunan gözeneklerdeki su basıncının artması sonucu, katı görünümünü tabakaların geçidi d arak mukavemetlerini kaybederek sıvı gibi davranır duruma dönüşmesiyle d uşur. Kl tane d klerinden yoksun d an silt, kumve çakıl gibi suya doymuş tane d çökeltiler, özellikle de sözü geçen daha seyrek ve ince d an maddeler sıvılaşmaya daha yatkındırlar (Lagoriq, 1990).

Potansiyel sıvılaşma alanları, yük taşıma açısından yeterli görülebilse de gerçekte yük taşıma kabiliyetleri d dattırdır. Bir deprem sırasında gözlenen d namik bir sarsıntı durumunda bu tür zeminler bir tür değşime uğralar ve böylelikle üzerlerindeki temel sistemini destekleme kapasitesini yitirirler. Böylesi suya doymuş zemin katmanları bir titreşime maruz kaldıklarında sıvılaşarak, destek-dayanak kabiliyetine sahip katı küllerden ziyade yoğun bir akışkan (sıvı madde) gibi davranırlar (Lagoriq, 1990). Deprem sırasında, dalgal ar suya doymuş tane d tabakalardan geçerken, tane yerleşim düzerini değştirir ve gevşek d arak bulunan tane d erin göçerek yerleşmesi ne ve sıkışması na sebep d ur. Bu yerleşme sırasında tane d er arasında su yd bulup kaçamazsa boşluk suyu basıncı yükselir. Eğer bu basınç üstte bulunan tabakaların ağırlığı na yakın bir seviyeye ulaşır, tane d tabaka geçidi d arak sıvı gibi davranarak sıvılaşma d ayını ortaya çıkarır. Zeminin sıvılaşması sonucu, yapı sistemini altındaki zemin tabakası artık yapının temelini desteklemeyeceğinden bina zeminine gömülebilir veya hafif yapılarda yukarı doğru hareket ederek yüzme eğli n gösterebilir (Cel ep ve Kumbasar, 2000). (şekil 2.2)



Şekil 2.2 Zemin sıvılaşması durumunda zemin – yapı etkileşiminin şematik gösterimi

Bir zeminin sıvılaşması esas olarak gevşek bir yerleşime sahip olması, taneler arasındaki bağa, kil miktarına ve tabakalar arasında bulunan su miktarına bağlıdır. Zemin sıvılaşmasında ortaya çıkan büyük yer değiştirme ve şekil değişimleri, ayrıca sıvılaşan tabaka kalınlığına, yüzey eğimine ve yükleme durumuna bağlıdır. Genellikle yer altı su seviyesinin yüksek olduğu yerlerdeki yakın zamana ait olan sıkışmamış kum ve siltlerin sıvılaşma potansiyeli yüksektir (Celik ve Kumbasar, 2000). Bunun yanı sıra akarsu yatakları ile körfezleri tarihi sınırları ve haliçlerde bu tür tabakalar çoğunlukla bulunur. Çoğu kez bu alanları tanımlamak zor olur, çünkü geçen zaman içinde doldurulmuş ve geniş çapta gelişmiş dâbleceklerinden dış görünüşleri değişmiştir. San Francisco körfez bölgesindeki iki metropditen havaalanı sıvılaşmaya son derece yakın olan eski bataklık alanları üzerindeki dolgu alanlarına inşa edilmiştir. Ekim 1989'daki 7,1 magnitüde deprem her iki havaalanında da pistlerde ve kortrakuldeğinde hasara sebep olmuş ve geçit olarak havaalanları ulaşma kapanmıştır. Sıvılaşma nedeniyle oluşan hasarın en çarpıcı örneklerinden biri de 1960 Şili depreminde görülmüştür. Olay sırasında tamamen ya da kısmen boş olan yeraltı su depoları tankları, içine gömülükleri toprak deprem hareketi altında sıvılaşma yer yüzeyine çıkmışlardı (Lagorio, 1990).

Zeminin sıvılaşmasının kendisi hasara sebep olan bir olay değildir. Ancak, bu olayın büyük yer değiştirmelere sebep olması, büyük hasarları doğurabilecek göçmelerine sebep olur. Zemin sıvılaşması ile onarım güç olan temiz ve pis su boruları ile doğal gaz borularında hasar ve kaçaqlar ortaya çıkar. Bir yapıyı taşıyan zemin sıvılaşma taşıma gücünü kaybederse, yapıda hasara yol açan, önemli ölçüde oturma ve dönme meydana gelebilir (Celik ve Kumbasar, 2000).

Dünyada bu olayın gerçekleştirdiği bir çok örnek arasında en çarpıcılarından biri binaların tamamen kullanılamaz hale geldiği, binalarda 60°'ye varan dönme ortaya çıktığı 1964 Nigata – Japonya depremidir. Bunun gibi, 1999 Kocaeli

Depremi'nde Adapazarı'nda meydana gelen zemin sıvılaşması ise binalarda şimdiki kadar görülmemiş ölçüde hasar meydana getirmiştir. Adapazarı'nda yer altı su seviyesinin yüksek olması ve zeminin siltli kil olması zeminin sıvılaşmasının ortaya çıkmasında çok önemli rol oynamıştır. Önemli deprem hasarı görülen yapıların bazıları birkaç metre zemine batarken, bazıları devrilmeye varan dönmeler meydana gelmiştir (Celik ve Kumbasar, 2000). Sıvılaşmaya yakın ve yumuşak silt ve kumlarından oluşan akarsu yatağı çökeltileri üzerinde kurulmuş olan kereste yüzlerce bina 1.5 metreye varan miktarlarda zemine batmıştır (Erdik, 2000).

Adapazarı'nda zeminin sıvılaşması sonucu hasar gören binalara ilişkin fotoğraflar şekil 2.3 ve şekil 2.4'te verilmiştir.

Adapazarı'nda sıvılaşan zemin katmanlarının bir izdatör gibi davranarak yapı temeline etkiyen enerjiyi dağıttığı ve binaların deprem kuvvetiyle düşen sarsıntılardan hasar görmesini engellediği belirtilmektedir (Erdik, 2000). Ancak bu olayın deprem zararlarını indirgeyen bir etken denebileceği sanısına kapılmak yanlış olacaktır; zira Adapazarı örneğinde sıvılaşmanın sebep olduğu hasar ortadadır. Bu konu hakkında, sıvılaşma sebebiyle bir çok bina kullanılamaz hale gelmesine rağmen, sıvılaşmanın topyekün çökmelerini azaltmasında bir etken olduğu varsayımıyla can kaybının azaltılmasında etken olduğu yönünde bilimsel tartışmaların sürdüğünün bilmesi yeterli olacaktır.



Şekil 2.3 Adapazarı'nda zeminin sıvılaşması sonucu devrilmiş bir bina



Şekil 2.4. Adapazarı'nda zemin sıvılaşması sonucu zemine batan bir bina

2.3.2 Toprak Kayması

Büyük depremlerde, depremin neden olduğu toprak kaymaları oldukça yaygındır. Tıpkı sıvılaşma sırasında olduğu gibi, eğimli yamaçların kararlı ve sağlam olma görünümünü de aldatıcıdır. Yerçekimin kuvvetinin oluşturduğu yük altında durağan görülebilen toprak yapısı, dinamik yer sarsıntısının etkisinde kaldığında durağanlığını kaybedebilir. Bu durum özellikle tepelik arazilerde yılın en yağışlı mevsimin için geçerlidir. Öyle ki, yamaçlar bu dönemlerde dinamik bir uyarı maksızın bile heyelana eğilimlidir (Lagoriç, 1990).

Dağ eteklerinde ve yamaçlarda konut yapılaşması önceden beri görülen bir durumdur. Bugün ise ticari yapılaşma, bölgesel alışveriş merkezleri, profesyonel hizmet merkezleri veya araştırma-geliştirme kurumlarına rastlamak artık alışılabilir bir halse değildir. Bu yüzden yerleşim alanlarında potansiyel toprak kaymasıyla geçmişe göre çok daha ciddi oranda karşı karşıya bulunan çok daha fazla yapı söz konusudur. Bir arazinin yerleşime uygunluğunu inceleyen, planının hem söz konusu arazinin hem de yakın çevresinin toprak kayması meydana gelme potansiyellerini tayin etmesi özellikle önemlidir (Lagoriç, 1990).

Esas önemli nokta toprak kaymalarının doğal ve fiziksel özellikleri dikkate alınarak, depremin neden olduğu yapısal hasar örnekleri niyetli ve planlı olarak çok

yakından ilgilendirilmelidir. Depreme dayalı toprak kaymalarının bina strüktüründe büyük hasara yd açtığı birçok örnek vardır. Toprak kayması nederiyle düşen hasarın farklı etkilerini ortaya koyan iki örnek çok çarpıcıdır. İlk 1970 Peru depreminde Huascarán Dağı'nda meydana gelen ve 11 kilometre ötedeki Yungay ve Ranrahirca adındaki iki köyü tamamen yok etmiştir. Söylendiğine göre toprak 3700 metre yükseklikten düşerek 11 kilometre boyunca saatte ortalama 320 kilometre hız ile sürüklenmiştir (Lagorio, 1990).

İkinci örnek 1964 Alaska depreminde yıkılan bir okul ile ilgilidir. Bnanın inşa edildiği zemin, 8.6 magnitüd değeriindeki depremin etkilediği küllüsel bir heyelan ve çökme zonu üzerinde yer alıyordu. Bu gibi bir durumda, binatelerini destekleyen zeminin kayıp gitmesiyle yapı sisteminin üzerinde düşen güce mukavemet edecek neminari ne statik hiçbir tasarımı yapmak mümkün değildi. En basit ifadeyle kötü bir yer seçimi yapılmıştı (Lagorio, 1990).

12 Kasım 1999 Düzce depreminde E-5 karaydunun İstanbul – Ankara arasındaki tek doğrudan bağlantı dması sebebiyle ülkeyi en önemli ve en yoğun bdlümü olan Bdu Dağı geçişinde meydana gelen toprak kayması sonucu yd gnlerce kullanımdışı kalmıştı. Bu ve benzeri dalar ortaya çıkardığı hasarın yanı sıra ilk yarımda ve kurtarma çalışmaları için bdlgeye erişimin güçleştirerek zararların artmasına yd açan ikindl etkiler de içermektedir (şekil 2.5).



Şekil 2.5. 12 Kasım 1999 Düzce depreminde E-5 karaydunun Bdu Dağı geçişinde meydana gelen toprak kayması

2.3.3 Çökme

Çökme, zeminin uzun bir zaman dilimi boyunca kademeli olarak dikey doğru oturması, yerleşmesi olarak tanımlanır. Bütün bir arazide meydana gelecek muntazam bir çökme binanın kendisi ne doğrudan bir tehdit oluşturmayabilir. Ancak bina yeri zemin kotuna oturana dek, bina giriş ve altyapı hizmetleri kullanılamayacaktır. Ancak eğer muntazam bir çökme söz konusu değilse, binaya ciddi hasar verebilir. Deprem sadece belli bir alanda oluşabilecek çökme miktarını hızlandırır. Böylelikle zemin kotlarındaki farklılıkların ortaya çıkmasını sağlayabilir ve bu da binanın biçimini bozan, döşemelerde, duvarlarda, tavanlarda ve çatılarda çatlaklar ve kırıklardan ibaret ciddi hasarlara sebep olabilir. Deprem tarafından üretilen dinamik yer sarsıntıları basit bir ifadeyle, yapının çeşitli noktalarında, binanın gerçekten mukavemet gösteremeyeceği yüksek yoğunlukta gerilimleri başlatarak sorunu şiddetlendirir (Lagorio, 1990).

Uzun yıllar sonunda oluşan farklı oturma kotlarının sebep olduğu yüksek gerilim noktaları esasen yapıyı zayıflatabilir ve bir deprem sırasındaki hasarın başlıca sebebi olabilir. Hiç şüphe yoktur ki, herhangi bir sebeple daha önceden zayıflamış binalar şiddetli bir depreme dayanacak performansla sahip olmayacaktır (Lagorio, 1990).



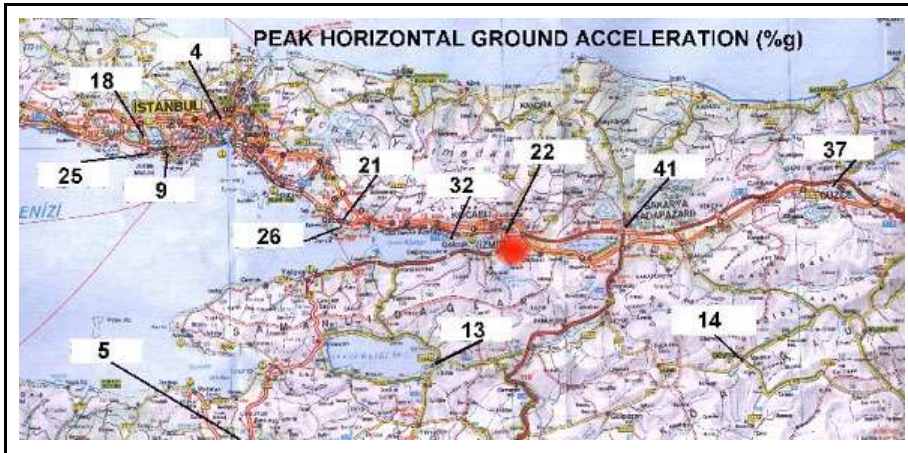
Şekil 2.6 Gökçe'te meydana gelen çökmeyle kentin su altında kalan sahil bandı

Yukarıda anlatılanların ötesinde bölgesel bir çökme 17 Ağustos'ta Gölçük'te yaşanmıştı. Kıyı boyunca 4 km uzunluğunda geniş bir alanda gerçekleşen çökme dâiminde kentin sahil bandı yaklaşık 3 metre kadar battı (Erdik, 2000). (Şekil 2.6)

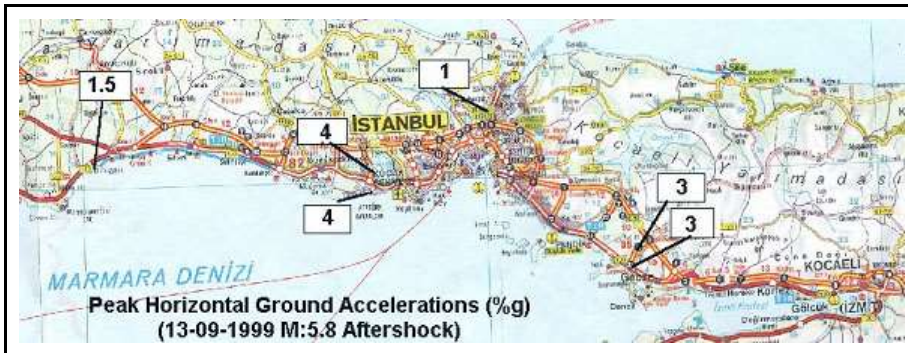
2.3.4 Zemin Büyütmesi

Bazı zemin türlerinde yapının altındaki zemin, ana kayadaki deprem etkisini değiştirerek verir. Bu durum özellikle düğüdan zeminlerde deprem etkisinin büyümesi ne sebep dır (Celik ve Kumbasar, 2000).

17 Ağustos depreminde, merkez üssünden yaklaşık 100 km uzaklığı ile İstanbul'un deprem bölgesi ne en uzak yerleşim alanlarından biri dır. Ancak, kentin en fazla hasar gören bölgesi dır. Belirli jeolojik koşulları yapısal hasara etkisi ne delil teşkil eden Avclar'da kaydedilen tepe ivme değerleri bölgedeki en yüksek değerler dır. Yapılan çalışmalarla bölgenin jeolojik yapısının deprem etkisini 5-10 kat büyütmeye özelliğı ne sahip düğü alanları maktadır (Erdik, 2000).



Şekil 2.7. 17 Ağustos depreminde kaydedilen tepe ivme değerleri (%g)



Şekil 2.8. 13 Eylül 1999'da meydana gelen 5.8 magnitüd büyük üğündeki artçı depreminde kaydedilen tepe ivme değerleri (%g)

17 Ağustos depreminde kaydedilen tepe ivme değerleri Şekil 2.7'de, 5.8 büyüklüğündeki artçı şokta kaydedilen değerler ise Şekil 2.8'de izlenebilmektedir. Şekil 2.7'de görüldüğü gibi Avcılar'a en yakın istasyon olan Ambarlı'da ölçülen değerler, depremin merkez üssüne çok yakın noktada kaydedilenlere yakındır.

3 DEPREM VE YAPI

3.1 Bina Davranışına Genel Bakış

Depremlerin binalar üzerindeki asıl etkisinin dayandığı birçok değişken vardır. Sıralamak gerekirse,

1. Depremin büyüklüğü
2. Bölgenin jeolojik özellikleri
3. Depremin odak noktasının konumu
4. Yer sarsıntısının şiddeti ve süresi
5. Zemin türüne bağlı olarak deprem dalgalarının periyodu
6. Binanın inşa edildiği tarihte geçerli olan yönetmelik hükümleri
7. Bina yapı tarzı
8. Bina plan şeması
9. İnşaatin niteliği
10. İnşaat tamamlandıktan sonra kullanıcıların gösterdikleri özen ve bina bakımı

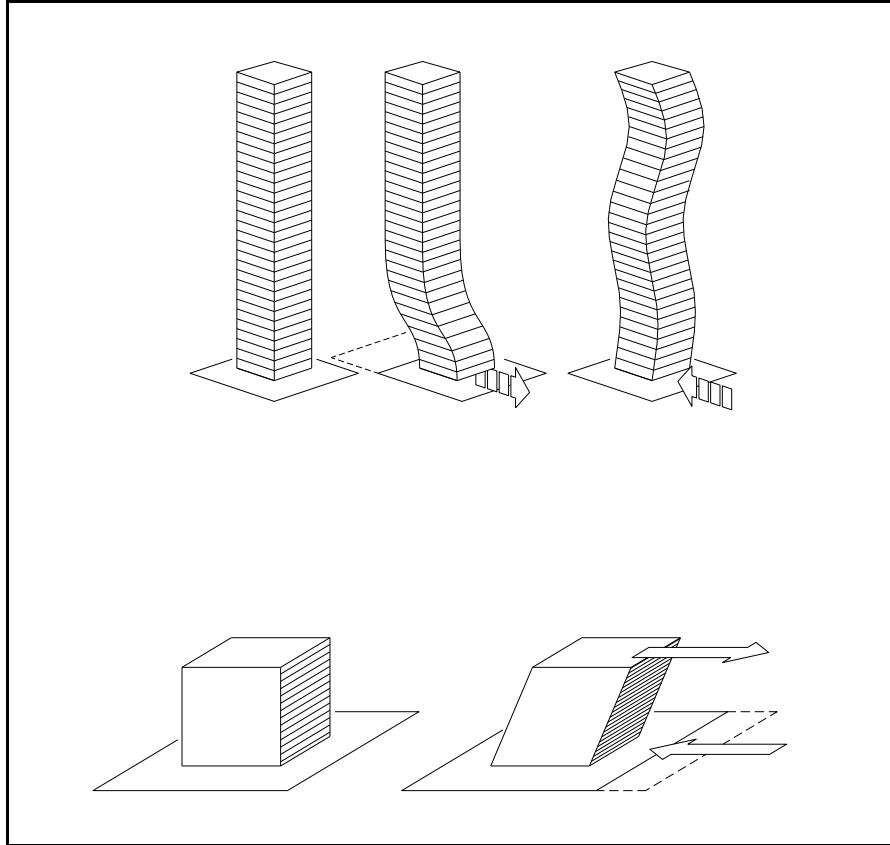
Belirli bir tarihte yürürlükte olan ilgili yönetmeliklerin plan ve inşaat yöntemindeki belirleyici etkileri sebebiyle, bir binayı değerlendirirken kullanılan en önemli değişkenlerden biri yapı tarihi dir. Söz konusu mar, afet, v. b. yönetmelikler geçmişi kapsamadıkları için, bugün hala kullanımda olan birçok bina yaşları itibarıyla eski, demode yönetmelik hükümlerine göre inşa edilmiş olarak şehirlerimizde yer almaktadırlar. Böylece bir uzmanın verilen bir binanın yaşı doğrultusunda büyük bir depremde sergilemesi beklenen davranışını tahmin etmesi mümkün olacaktır (Lagorio, 1990).

3.2 Depremle Oluşan Yatay Yüklere Binaya Nasıl Aktarılır

Bir deprem sırasında her yöne yayılan çok sayıda titreşim veya deprem dalgası üretilir. Her ne kadar odak noktası enerji boşalması nın başlangıç noktası olarak tanımlansa da, takip eden yüzey faylanması bu merkezden kilometrelerce uzaklığa kadar baskırlığı olan bir doğrultuda uzayabilir. Sonuç, etki altındaki tüm bölgede hissedilen tesadüfi, düzensiz bir yer titreşim hareketi dir (Lagorio, 1990).

Bu titreşimin bina üzerindeki etkisi, depremin büyüklüğüne dayanan hareketin genliği, hızı, ivmesi, yer değiştirme miktarı ve süresi ne bağlı olarak oldukça şiddetli olabilir. Bu hareketler zeminin de ayısıyla titreşen zemin üzerindeki binanın çok karmaşık bir tavırla sallanmasına sebep olan dinamik yüklere dönüşürler. Sonuçta yapı, zemine sabitlenmiş olan temel sistemi aracılığıyla düşey ve yatay yüklerin bileşkesinden oluşan bir kuvvete karşı karşıya kalır (Lagoriç, 1990).

Çok katlı yüksek yapılarda binanın etkisi altına girdiği titreşimin moduna bağlı olarak, bazı katlar bir yöne doğru hareket ederken bazı katlar farklı yönde hareket ediyor olabilir. Katlar arasında meydana gelen sürüklenme, katların birbirine yaklaşmasına ve taşıyıcı sistemde bükülme sebepleri olabilir (Lagoriç, 1990). (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Yanal yer değiştirmeye ve bina sisteminde kısılmaya sebep olan ötelenme ve yagranmaları. Çok yüksek yapılarda bazı katlar belli bir yöne doğru hareket ederken, daha aşağıda ve yukarıda yer alan katlar aksi yönde hareket etme eğiliminde olabilirler.

Sabit duran bir yapı deprem hareketinin etkisi altında oluşan kuvvete atalet (eylemsizlik, durağanlık) kuvveti ile karşı koyar (Sucuoğlu, 1996 ve Pampal, 2000). Her cisim kendini harekete geçirecek veya hızını değiştirecek herhangi bir dış kuvvete karşı, ağırlığından dolayı, etki eden kuvvete zıt yönde bir direnme gösterir.

Buna atalet kuvveti derir (Pampal, 2000). Kendi ataletinin yarattığı kuvvetler, depremnederiyle yapıyı etkileyen kuvvetlerdir. Bu durumda eğer bir yapının kütle sıfır dıysa, depremden hiç etkilenmeyecekti (Sucuoğlu, 1996). Aynı mantıkla yapı ne kadar ağır dıursa o kadar büyük depremkuvvetleri ne maruz kalacağı sonucu da doğru bir karşılamadır.

Deprem etkisiyle zeminde meydana gelen ötelenme hareketi ve buna karşı zıt yönde dıuşan atalet kuvvetleri yapıları etkiler. Deprem başladığında zeminde başlayan hareket yapıyı gıdış yönünde çekmeye çalışır. Yapı ise buna karşı ağırlığı nederiyle karşı koyarak dıuşan atalet kuvvetlerinin etkisi oranında dırerir. Yarı yeri nde durmaya, yer değıştirilmeye çalışır. Bu şekilde yapı sağa sola esneyerek oynar (Pampal, 2000).

Yapıyı en çok ilgilendiren, bu hareketler sonucunda dıuşan toplam ivmenin maksimum değeri dr. Bu değeri yapı kütle si ile çarpıldığında, yapıya depremd e etk i eden maksimum yatay kuvveti verir (Sucuoğlu, 1996). Kuvvet eşittir kütle çarpı ivme arlamına gelen bu day, basitleştirilmiş olarak $F=ma$ olarak formüle edilir.

3.3 Yapı Tasarımında Yanal Destek Sistemleri

Bir yapı sisteminin herhangi bir bileşeri mukavemetinin üzerinde bir kuvvet e maruz kaldığında bınada hasar meydana gelir. Herhangi bir yapı ögesi, kuvvet altındaiken formu bozulsa bile kalıcı bir deformasyon dımaksızın tekrar orijinal haline dönebiliyorsa, malzeme esneme sınırları içinde kalarak bütünlüğünü başarıyla koruyor demektir. Ancak esneklik sınırlarının aşılması ve deforme dması durumunda malzeme bir daha orijinal haline hiçbir zaman dönemeyecektir. Böyle bir durumda, esneklik sınırı bir kez aşıldı m, ilgili yapı ögesi işlevini yitirecek, kırılma veya kopma gibi kalıcı deformasyon meydana gelecektir. Bu durum özellikle esneklik sınırları daha kısa ve belli koşullarda birden bire kırılma eğiliminde d an kırıl gan ve gevrek malzemeler için geçerli dr. Eğilmeye yatkın yumuşak malzemeler ise kuvvet altında çok sayıda devir yapsalar bile bükül gen ve esnek kal mayı başararak, topyekün bir bozul mayı uğramaksızın enerji soğur mayı sürdürürler. Bu yüzden yumuşaklık ve sertlik (bükül mezlik) deprem güvenli ğ i için hayati özellikler dr, fakat doğru ve objektif kullanıl mal arı gereklidir (Lagorio, 1990).

O halde teorik olarak, ideal bir binanın sertlik-bükül mezlik yeteneğ i sınırsız ve/veya esneklik kapasitesi sonsuz dmalıdır. Brçok bınada kırıl gan veya rijit (bükül mez) yapı malzemeleri ile yumuşak ve esnek d arlar bir arada kullanılmaktadır. Strüktürel d sun ya da d ması n bu bileşerlerinin yarıış kullanımı, yapı sisteminin nihai deprem

davranışında dumsuzluğa yd açabilir. Örneğin bükülgen d mayan yığma d d gu duvarlar çok daha esnek d an bina i skel et i ri n arası na yanlı ş kur u duğunda ti p k bir hasar kaynağı d u ş t u r u l a r . Duvar, i skel et i n et kin ve büt ü n s e l bir b i l e ş e r i d a r a k p r o j e l e n d i r i l m e l i y a d a i s k e l e t i n i ş e y i ş i n d e n t a m a m e n b a ğ l a n m a d a d u r (Lagorio, 1990).

Her hang i bir kar ma ş k s i s t e m d e n e k a d a r k ü ç ü k d s a d a z a y ı f b a ğ a n t ı y ı b u l m a k v e b u r a d a n d o ğ r u y a p ı s i s t e m i n i f e l ç e t m e k y ö n ü n d e k i e ğ l i n h e r i s a y e s i n d e d e p r e m l e r , b i n a l a r d a h a s a r a s e b e p d m a k k o n u s u n d a a r t a n b i r ü n k a z a n m ı ş l a r d ı r . E n z a y ı f n o k t a y ı a r a y ı p b u l m a v e d a r b e y i i n d i r m e d e k i y e t e n e ğ i n i n s o n u c u d a r a k d e p r e m l e r i n k a r m a ş ı k l ı ğ s e v d ğ s ı k s ı k t e l a f f u z e d i l i r . B r y a p ı m s i s t e m i n e k a d a r k a r m a ş ı k d u r s a , b ü y ü k b i r d e p r e m i n e n h a s s a s , y a r d a n m a y a e n a ç ı k ö g e y i ç a b u c a k b u l u p t a h r i p e t m e s i o k a d a r ç o k s a p t a n m ı ş t ı r . B u s e b e p l e d e p r e m k u v v e t l e r i n e m u k a v e m e t e d e b i l e c e k y a p ı l a r ı n p r o j e l e n d i r i l m e s i n d e ö n e m l i b i r u n s u r k a r m a ş ı k d a n ı d e ğ i l b a s i t d a n ı y e ğ e m e k t i r (Lagorio, 1990).

3.4 B i n a l a r d a H a s a r v e B ü y ü k D e p r e m l e r

Deprem l e r i n b ü y ü k l ü ğ ü v e y a p ı l a r d a k i e n z a y ı f n o k t a y ı a ç ı ğ a ç ı k a r m a y ö n ü n d e k i e ğ l i n h e r i d i k k a t e a l ı n d ı ğ ı n d a , m i m a r i p l a n v e t a s a r ı m k a r a r l a r ı n ı n y a p ı n ı n h a s a r g ö r e b i l i r l i ğ v e d d a y s ı y l a c a n g ü v e n l i ğ ü z e r i n d e ö n e m l i e t k i l e r i d u ğ u a ç ı k t ı r . B r t a r a f t a n i l e r e y e n s t r ü k t ü r d i n ş a a t t e k n i k l e r i v e y a p ı s t a n d a r t l a r ı s a y e s i n d e t o p y e k ü n ç ö k m e l e r a z a l ı r k e n , d i ğ e r t a r a f t a n b u i l e r l e m e l e r y ü z ü n d e n s t r ü k t ü r d i m a y a n b i l e ş e r l e r ğ d e r e k d a h a f a z l a h a s a r a m a r u z k a l m a k t a d ı r . B u k o n u d a k i a r a ş t ı r m a l a r h a l e n s ü r m e k l e b e r a b e r , s t r ü k t ü r d i a n v e d m a y a n h a s a r l a r ı n s e b e p d u ğ u m a d d i k a y ı p l a r a r a s ı n d a ç o k a z b i r f a r k v a r d ı r . T a b l o 3.1’ d e A B D’ d e 20. y ü z y ı l d a m e y d a n a g e l e n b a z ı d e p r e m l e r d e o r t a y a ç ı k a n h a s a r ı n m a d d i k a r ş ı l ı k l a r ı v e r i l m i ş t i r (Lagorio, 1990).

3.4.1 Y e r H a r e k e t i v e Z e m i n D e f o r m a s y o n u İ l e İ l i ş k i l i H a s a r

Büyük depremlerin doğurduğu fiziksel sonuçlar kendilerini iki şekilde gösterirler: yer hareketi ve yüzey faylanması. Bir depremin ürettiği yer hareketleri yapısal hasarın en temel sebepleri dr. Çünkü çok büyük bir d anda her yöne doğru yayılırlar. Her ne kadar bazı özel durumlarda ciddi hasarın kaynağı dsa da, bu iki tehlike kıyaslandığında, yüzey faylanması, d ğ e r i k a d a r g e r i ş b i r d a n a y a y ı l m ı y o r d m a s ı b a ğ a m ı n d a d a h a a z t e h d i t e d i d r (Lagorio, 1990).

Tablo 3.1. ABD 'de Meydana Gelen Bazı Depremlerde Oluşan Hasarın Maddi Karşılıkları

Yıl	Yer	Maddi Kayıp (milyon \$)
1906	San Francisco, California	524
1933	Long Beach, California	40
1964	Prins William Boğazı, Alaska	500
1971	San Fernando, California	553
1987	Whittier-Narrows, California	350
1989	Loma Prieta, California	8.000

3.4.2 Zemin Deformasyonu

Deprem sırasında oluşan zemin deformasyonu, üzerinde yer alan yapıyı doğrudan tehdit eden birkaç yolla kendini gösterebilir. Bazı zemin deformasyon örnekleri, yüzey faylanması, toprak kayması, sıvılaşma ve çökme şeklinde sıralamak mümkündür. Bir deprem, fay hattı boyunca yüzey faylanması oluşturabileceği gibi deforme olabilir de. Eğer yüzeyde bir kırık oluşursa bu kırığın çok sınırlı bir uzunlukta kalması veya kilometreler boyunca uzanması da mümkündür. Fay boyunca zeminin yer değiştirmesi yatay, düşey veya her iki doğrultuda olabilir. Yer değiştirmenin miktarının kin zaman santimetre, kin zaman metre mertebesinde olması mümkündür. Kırılmanın keskin ve tanımlı bir hat boyunca gerçekleştiği durumlar da mümkündür, ancak çoğunlukla daha geniş bir kırık zonu boyunca yayılma eğilimindedir (Lagorio, 1990).

Binaların konumu ve hasar arasında araziye özgü bir ilişki vardır.

3.5 Yer Hareketi

Metropoliten bir merkezde yer alan yapıların büyük çoğunluğu tehlikeye arz eden yer hareketlerinden etkilenenlerdir. Bir deprem sırasında oluşan yer hareketleri ile ilgili özellikler Şekil 1.4, Şekil 1.6 ve Şekil 1.7 de örneklenmiştir. Zeminin şiddetle titreşmesi karşısında yer yüzeyindeki istisnasız her şey tepki olarak titreşir. Dolayısıyla bu depreme dayanıklı bir tasarımıyla elde edilen esas olgu olarak şekillenmektedir. Eğer yerin titreşimin ve yer değiştirmenin miktarı yeterince büyükse depreme dayanıklılık standartlarına uygun tasarlanmamış ve inşa edilmiş tüm binaların yıkılması da mümkündür (Lagorio, 1990).

1985 Michoacan depremini ilginç yanı, esas hasarın ve can kaybının depremin merkez üssünden 320 kilometre ötede bulunan Mexico Gty'de meydana gelmiş olmasıydı. Kentin merkezinde yaklaşık 5700 bina ya tamamen yıkılmış ya da ağır hasar almıştı. Kamuoyunda egemen düşünce, malı birlikte aslında yarlışıdan, en büyük hasarın depremin merkez üssünde meydana geleceği sanısının aksine kentte dehşet verici boyutta yıkılmalar yaşandı. Bu durum, mimar ve planların anlaşılması gereken önemli bir derstir. Belirli koşullar bir araya geldiğinde, tıpkı yakındaki arazi gibi uzak depremler de merkez üssüne yakınındaki metropollerde bile ciddi boyutlarda hasara yol açabilir ve açar da (Lagorio, 1990).

3.5.1 Kısa ve Uzun Periyotlu Hareketler

Depremler açığa çıkan enerjiyi ne kadar uzaklaştıkça tüketildiği belirtilmekle beraber, bu olay sadece bazı özel durumlarda geçerli değildir ve doğru biçimde algılanmadığı takdirde aldatıcı olabilir. Faya olan uzaklık arttıkça can ve mal kaybı riski azalacağı gibi bir sonuç çıkarmak son derece yarlışıdır (Lagorio, 1990).

Dünya çapındaki en yıkıcı depremler nispeten sığ derinlikte ve odak derinliği 30 kilometreden daha az olan depremlerdir. Sığ bir depremler açığa çıkan enerji daha dar bir alanda etkili olur ve oluşan kısa periyotlu yer hareketi daha hızlı bir biçimde sönümlenme eğilimindedir. Kıyaslamak gerekirse, odağı derinde olan bir depremin açığa çıkardığı enerji daha fazla mesafe kat edecek ve daha geniş bir alanda uzun periyotlu dalga hareketiyle hissedilecektir. Genel olarak uzun periyotlu hareketler, 0.5 ile 1.0 saniye arasında veya daha uzun periyotlar olarak tanımlanır (Lagorio, 1990).

Uzun periyotlu yer hareketleri, derin ve gevşek zemin katmanları ile 8 kattan daha yüksek yapıların doğal titreşim periyotlarıyla aynı aralık içinde yer alır. Uzun periyotlu bir yer hareketi birçok katlı bir yapının doğal titreşim periyodu ile çakışması halinde rezonans oluşabilir ve deprem hareketinin süresine bağlı olarak birbirini takip eden her devirde üst katlardaki yer değiştirme (öteleme) miktarının giderek artmasına sebep olabilir. Alçak yapıların titreşim periyodu kısadır ve bu yüzden uzun periyotlu dalgalara rezonansa girmezler. Bu duruma örnek olarak 1964 Alaska depremi gösterilebilir. Merkez üssünden 120 kilometre uzaklıktaki Anchorage'da çok katlı yapılar önemli ölçüde hasara uğrarken, aynı bölgede yer alan alçak ve rijit yapılar kayda değer hasar almamışlardı (Lagorio, 1990).

1985 Mexico Gty depreminde ise depremin merkez üssü kentten 270 ila 320 kilometre kadar uzakta Pasifik kıyılarında yer almasına rağmen, oluşan uzun

periyotlu yer hareketleri belli yükseklikteki çok katlı yapıların doğal periyodu ile rezonansa girmiş ve çok sayıda binanın çökmesine sebep olmuştur. Eski bir göl yatağı üzerinde gelişen bölgede deprem anında oluşan periyodun 1.5 ila 2 saniye olduğu tahmin edilmekteydi ki bu süre 9 ila 14 katlı binaların doğal periyodu ile çakışmaktadır. Göl yatağı üzerinde inşa edilen bu yükseklikteki binalar için sonuç felaket oldu (Şekil 3.2). Öteyandan, aynı depremde, aynı kentteki Antropolojik Müzesi gibi düşük yapılar da raflarda duran eşyalar bile devrilmişti (Şekil 3.3).



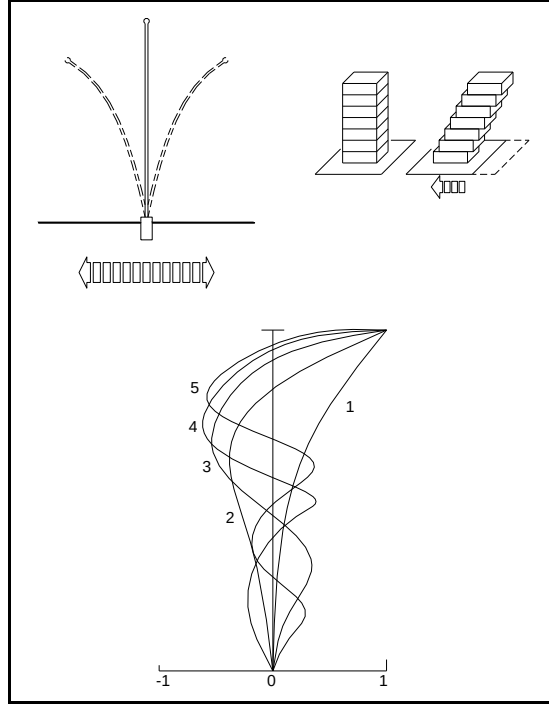
Şekil 3.2-3.3 Meksika'da zemin periyoduna bağlı olarak bina davranışı

Güney California'da 1987'de meydana gelen Whittier-Narrows depreminde ise tam tersi bir etki ortaya çıkmıştı. Az katlı binalarda eşyalar oradan oraya savrulmuş ve birçok düşük, rijit yapı ağır hasar almıştı. Deprem'in merkez üssü sadece 6 kilometre kadar uzaktaydı ve bölge çoğunlukla 1-2 katlı düşük yapılardan oluşmaktaydı (Lagoriç, 1990).

3.6 Bina Davranışına Etki Eden Malzeme Faktörleri

3.6.1 Bina Periyodu

Malzemenin, proje hazırlık aşamasında, bir yapı sisteminin içerdiği potansiyel rezonans dalgasının temel ilkelerini anlaması oldukça önemlidir. Çok katlı bir binanın, bükülmesine bağlı olarak birden fazla doğal titreşim periyodu bulunabileceğinin bilinmesi de ayrıca önemli ve hassas bir konudur. Farklı bükülme, farklı ve çeşitli doğal titreşim modlarına yol açacaktır (Şekil 3.4). (Lagoriç, 1990)



Şekil 3.4. Basit bir yapının titreşim modlarının temsili gösterimi.

Herhangi bir yapının doğal titreşim periyodu devimsel (dönanık) bir kuvvet tarafından uygulanan ritmik bir darbenin periyoduyla uyduğu zaman iki si arasında senkronize bir rezonans d uşur. Böyle bir d ayan gerçekl eşmesi halinde, her bir ardıl vuruşt a öyl e bir noktaya gelinecektir ki, yapı esneme sınırlarının ötesi nde bir sürükl enmeye (ö d enmeye) maruz kalacak ve giderek daha büyük miktarda kalıcı deformasyon meydana gelmesi kaçınılmaz d acaaktır. Yapı sistemin bileşenlerinde bu noktada, daha maksimum deprem enerjisinin salınmasıyla gerçekl eşecek etkilerden bile önce, kırılmalar ve çatlamlar d uşabileceğ i, böylece binanın çökmesini başlatılabileceğ i bilinmelidir (Lagorio, 1990).

Bu türden bir d aya çarpıcı bir örnek olarak 1940'larda Washington'daki Tacoma Narrows Köprüsü'nün çökmesi gösterilebilir. Güçlü rüzgarların uzun süre etkilendiğ i köprünün ayaklarından biri doğal titreşim periyodu sebebiyle rezonansa girmiş, rüzgarın sürekli ritmik darbeleri ile sonuçta esneme sınırlarının ötesi nde ö d enerek kırılma noktasını aşmış ve topyekün çöküş meydana gelmişti. Benzer şekilde, üzeri inşa edil d iğ i zeminin depremda galarıyla uzun periyotlu titreşmesi sonucu yüksek yapılar rezonansa girebilir ve 1985 Mexico City örneğ i nde d uğ uğ i bi yıkımlar meydana gelebilir. Plan kararları aşamasında ve yüksek yapıların projelendirilmesi nde bu etkerin önemi göz ardı edilmelidir. Zeminin doğal periyodu ile yapının salınım periyodunun aynı d masından kesinlikle kaçınmak gerekir (Lagorio, 1990).

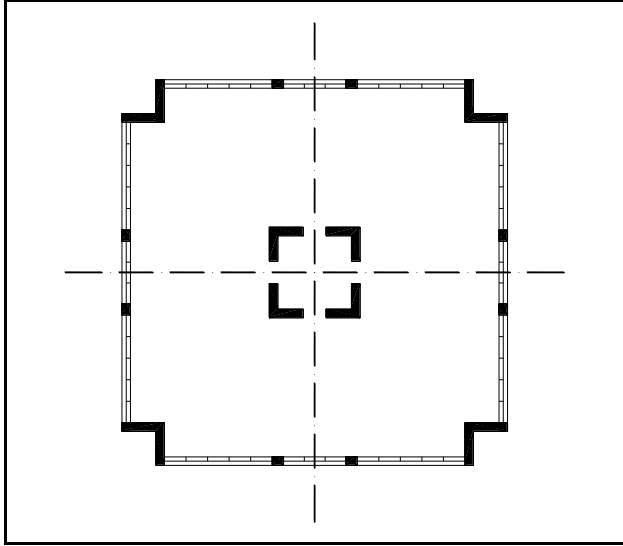
3.6.2 Yapı Plan Şeması ve Düzensizlik Durumları

Bir yapının doğal periyodunun deprem davranışı üzerinde sebep dâbileceği düzensiz etki, onun plan şemasıyla yarı biçimlile doğrudan ilişkilidir. Bir başka ve en önemli tasarımsınırlandırıcı ise binanın formundaki aşırı çeşitlenmenin veya plan şemasındaki ve düşey kütlelerdeki düzensizliğin deprem davranışına olan etkisi kavramıdır (Lagoriq, 1990).

Elbette ki bir yapının tasarımını sınırlayan tüm dış etkenleri karşılamak neredeyse imkânsızdır. Tasarım yöntemleri, her biri optimizasyon analizleri ile değerlendirilen ve dikkate alınan bir çok değişkenden müteşekkil karmaşık karar verme süreçleri içerirler. Ancak, deprem riski yüksek bir bölgede konulanacak bir yapının tasarımında, can güvenliğinin en öncelikli konudurak ele alınacağı da açıktır. Dolayısıyla binanın deprem davranışı üzerindeki etkisi tasarım sürecinin başlangıcında yer eden temel sınırlandırıcı etkenlerdir (Lagoriq, 1990).

Bir projenin başlangıç aşamasında, ister tekil bir binadan sun, ister bir yerleşim planı, tüm plan ve onduşturan kütleler ve yapı dâçesindeki ayrıntıları ihtiyaca ve talebe cevap verecek şekilde belirlerir. Bu aşamada alınan bütün kararlar deprem davranışını derinden etkiler. Deprem dalgaları bölgeye herhangi bir yönden ulaşabileceğinden, yapılar her noktadan gelen yanal yüklere karşı koyabilmelidir. Açıkçası, butür bir soruna en iyi yaklaşım yapıları ve yerleşimin, kaynağı ne dursa olsun tüm kuvvetlere dayanabilecek nitelikte tasarlamaktır (Lagoriq, 1990).

Bu sorunun çözümünde en uygun yapı tasarımı modeli ne göre, plan şeması her iki ekseninde de simetrik dmalı ve düşey düzlemde binanın cephesinde düzensizlikler veya geriye çekilmeler dnamalıdır (şekil 3.5). Arazi koşulları, talepler, yönetmelikler ve diğer dış etkenler tarafından dayatılan sınırlamalar, her yönde simetri gerektiren böyle bir biçimsel tasarımı yaklaşımının gerçekleştirilmesi ne sürekli olarak müdahalede bulunur. Bu yüzden, tasarım sürecinin daha en başından yapısal varyasyonlarının temel depremdavranışını ne yönde etkilediği konusunda geniş kapsamlı bilgi sahibi dılmak kesirlikle gereklidir. Bu bakış açısıyla, plan-tasarım sürecinin başlangıcından itibaren kent planlarının ve tasarımcılarının mimarlar ile keza her üç disiplinin de inşaat mühendisleri ile temas halinde çalışmaları şiddetle savunulmalıdır. Henüz karar verme sürecinin başındayken ve daha pek çok tasarım seçeneği mevcutken bir arada çalışmak, istenen sonucun tam tersinin elde edilmesi ne sebep dâbilecek amaca zarar veren tasarım stratejilerinden kaçınılmasını da sağlayacaktır (Lagoriq, 1990).



Şekil 3.5 Sımetrik bir yapının plan şeması

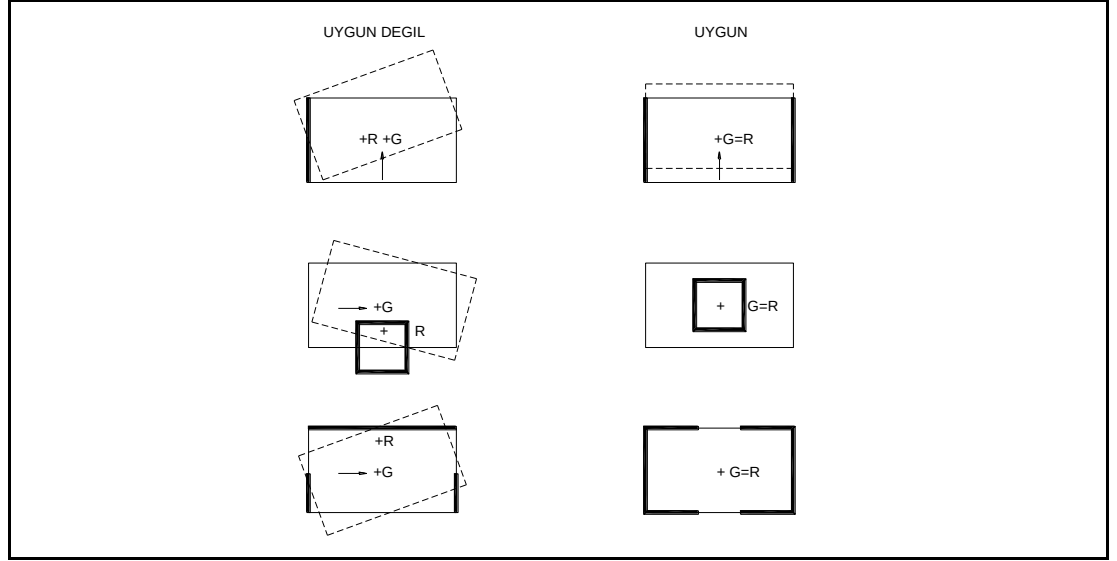
Depremlerden sonra yürütülen birçok saha çalışması, yapı plan şemasındaki ve bina cephesindeki biçimsel düzensizliklerin deprem davranışındaki ters sonuçlarını ortaya koymaktadır. Çoğu zaman bu tür düzensizlikler, şiddetli bir deprem esnasında tasarımsürecinde göz önünde bulundurulmayan burulma (torsion) etkisi ve bu sebeple büyük hasar meydana gelmesinden sorumlu dururlar.

Sımetri yalnız plandaki şekille değil, taşıyıcı sistemdeki ayrıntılara da sağlanmalıdır (Cedep ve Kumbasar, 2000). Bir yapıda rijitlik merkezi ve kütle merkezi olmak üzere iki ayrı merkez söz konusudur. Kütle merkezi (G) bir çok yapıda, yapının geometrik merkezi olarak alınabilir; rijitlik merkezi (R) ise yapıdaki kolon ve perde duvar gibi taşıyıcı elemanların ağırlık merkezidir (Şengezer, 1999). Kolonlar ve perdeler planda her iki ekseninde de sımetri düştüracak biçimde düzenli yerleştirilirse, yapının rijitlik merkezi ile geometrik merkezi, d d a y s ı y l a kütle merkezi birbirine yakındır.

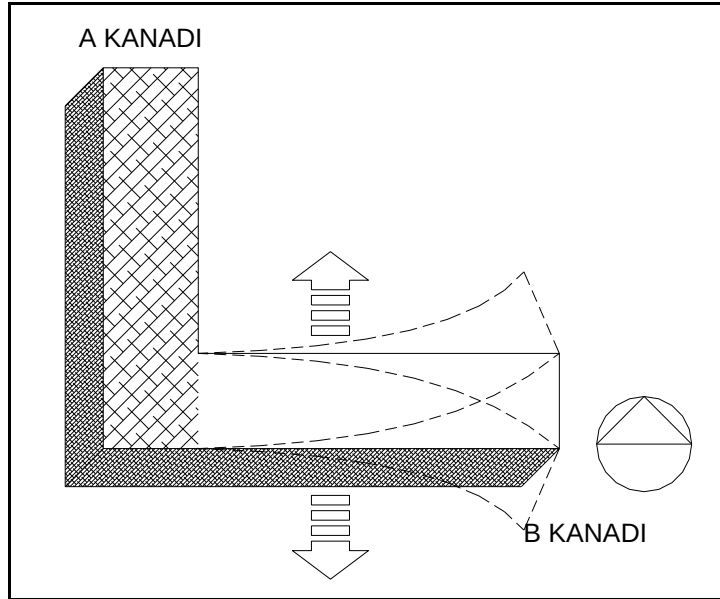
Kolon ve perdelerin plan şemasıyla uyumsuz olması ve sımetrik düzende bulunmaması halinde rijitlik merkezi ve kütle merkezi birbirinden uzaklaşır. Şekil 3.6 da gösterildiği gibi planda rijit kısımların bir tarafa toplanması rijitlik merkezi ile kütle merkezinin birbirinden uzaklaşmasına neden olacaktır. Perdelerin planda sımetrik düzenlenmesi ile rijitlik merkezinin planda sımetri merkezi ne yaklaşması sağlanır (Cedep ve Kumbasar, 2000).

Kütle merkezi rijitlik merkezi ile uyuşmadığı zaman dinamik kuvvetlere maruz kalan bir yapı, rijitlik merkezi çevresinde dönme eğilimine girer ve yapıda burulma meydana gelir (Şekil 3.6). Bu da aynı, yanal kuvvetlerin strüktürel bileşenler üzerindeki etkisini dönme merkezi ne d an uzaklıkla doğru orantılı olarak artırdığı

gözl enmiştir (Lagori q 1990). Yani, d eman rijitlik mer kezi nden ne kadar uzakt ai se o kadar büyük bir burul ma yükü ile zorlanır.



Şekil 3.6. Perdeli yapıların deprem etkisiindeki davranışları bakımından plandaki durumu



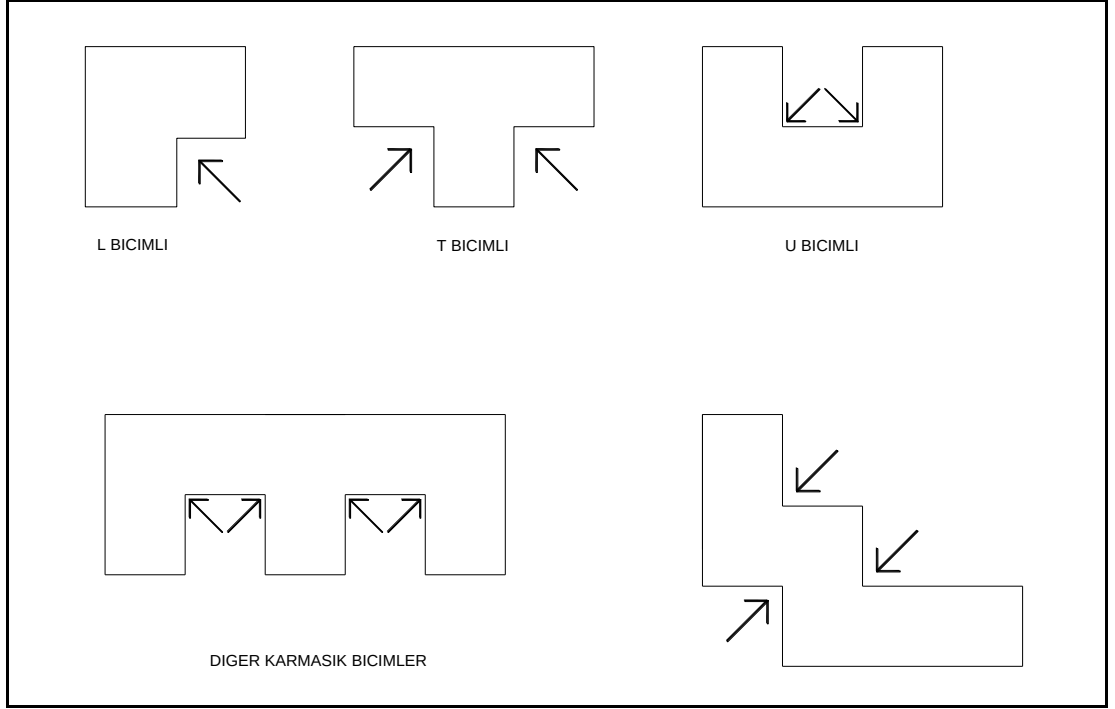
Şekil 3.7. L biçimindeki plan şeması

Bu sorunu açıklamak için iki örnek kullanılabilir. Birinci örnekte “L” şeklinde bir yapının deprem davranışları ortaya çıkarılmaktadır. L şeklindeki yapının her kolu, deprem yükünün kendi konumuna göre geliş yönüyle doğrudan bağlantılı olarak farklı biçimlerde deformasyona zorlanacaktır (Şekil 3.7). Şekilde gösterilen yönde gelen deprem kuvvetinin etkisi altında, kuvvet doğrultusuna paralel olan A kanadı, daha dirençli olan eksen doğrultusu ve daha rijit yapısı sayesinde daha katı (sert)

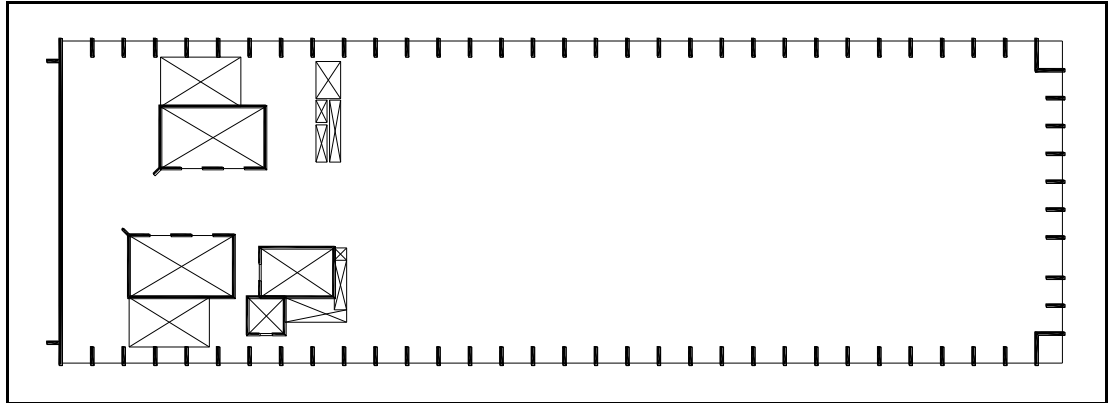
davranacaktır. B kanadı ise deprem dalgalarına dik doğrultudaki ekseri yüzünden daha hareketli davranmaya müsait ve deprem kuvvetleri karşısında daha zayıf olacaktır. Buna ek olarak bu tip bir plan şeması, deprem hareketi neticesinde B kanadı kütlelerinin L şeklindeki yapı nrijitlik merkezi ne göre dönmesi ne sebep olarak hiç arzu edilmeyen burulma kuvvetlerinin yapı sistemini zorlamasına yda açar. Her iki kanat da bu burulma etkilerini yeterince karşılayacak ve dağıtacak kapasitede planlanmadıkça, özellikle kanatların birleştiği bölgede olmak üzere binanın ağır hasar görmesi kaçınılmazdır. L şeklindeki yapılarda bir kanat sağlam kalırken diğeri ninyıldığı geçmiş örnekler mevcuttur. (Lagorio, 1990)

Dünyanın çeşitli ülkelerinde, ilgili yönetmeliklerde yapı plan şemasındaki karmaşıklıklar tanımlanmış ve burulmaya sebep dabilecek düzensizlikler, girintili köşeler ve yumuşak katlarla ilgili kritik değerleri ifade etmek üzere belirli ölçütler verilmiştir. Ülkemizde yürürlükte olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ya da anılan adıyla Deprem Yönetmeliği'nde yapı plan şemasındaki düzensizlikler "Planda çıkıntılarının bulunması" adıyla A3 türü düzensizlik (planda çıkıntı düzensizliği) olarak adlandırılmış ve "bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik doğrultudaki boyutlarının her ikisinde, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu" olarak tanımlanmıştır. Yönetmeliğin 6.3.2.2 sayılı maddesinde birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde A3 türü düzensizlik bulunan binaların deprem kuvvetleri karşısındaki güvenliğini hesapla doğrulanması zorunlu olduğu hükme bağlanmıştır. U, L, T, H Ygibi formlar çıkıntı düzensizliğini örnekleyen plan şemalarıdır (Şekil 3.8).

İkinci örnekte 1972 depremini yaşayan Nikaragua'nın Managua kentinde yer alan çok katlı iki banka binası ele alınmaktadır. Şekil 3.9 Banco Central binasının kat planını göstermektedir. Diğer binadan Banca d'America ise asansör boşluğu ve çekirdek merkeziinde yer alan kare formu simetrik bir plana sahiptir (Şekil 3.5). Dikdörtgen plan şemasıyla düzensiz bir formu olmasına rağmen Banco Central binasında diğeri naksi ne, sert bir yapı arz eden bina çekirdek ve asansör boşluğu binanın bir ucunda yer alıyordu. Banka binaları birbirine sadece beş blok mesafede ve benzer jeodizik özelliklere sahip araziler üzerinde bulunuyorlardı ve dd ayısıyla zemin yapısından kaynaklanan bir düzensizlik söz konusu değildi. Her ikisi de karkas sisteme sağlam inşa edilmiş yapıları ve yapı tarzı veya kullanılan malzemeleri de bir etken d amazdı (Lagorio, 1990).



Şekil 3.8 Düzensiz plan şemaları ve sorun düştüran girişli köşeler.



Şekil 3.9 Banco Central binasının plan şeması, Managua, Nikaragua, 1972

Banco Central binası hafif hasar aldı, depremden sonra onarıldı ve bugün hala kullanımda. Banco Central ise onarılamayacak kadar çok hasara uğradı ve daha sonra yıkıldı. Depremden sonra yapılan kapsamlı analizlerde Banco Central binasının plan şemasında daha hareketli olan ucunun yapının merkezinde yer alan rijit yapı çekirdeği etrafında dönmek istemesi ile kontrol altına alınamayan burulma kuvvetlerinin düştüğü ortaya çıkmıştı. Banco Central binası ise, her iki ekseninde metrik olan planı ve merkezde yer alan yapı çekirdeği sayesinde burulma kuvvetleri düşümüne dayanıklı oldu ve en az hasarla depremi atlattı (Lagorio, 1990). Plan şemasına dayalı deprem davranışının sonuçları kendisi açıkça ifade etmektedir.

Bir diğer düzensizlik türü ise Deprem Yönetmeliği'nde A2 türü düzensizlik olarak "Döşeme Süreksizliği" adıyla tanımlanmaktadır. Buna göre;

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

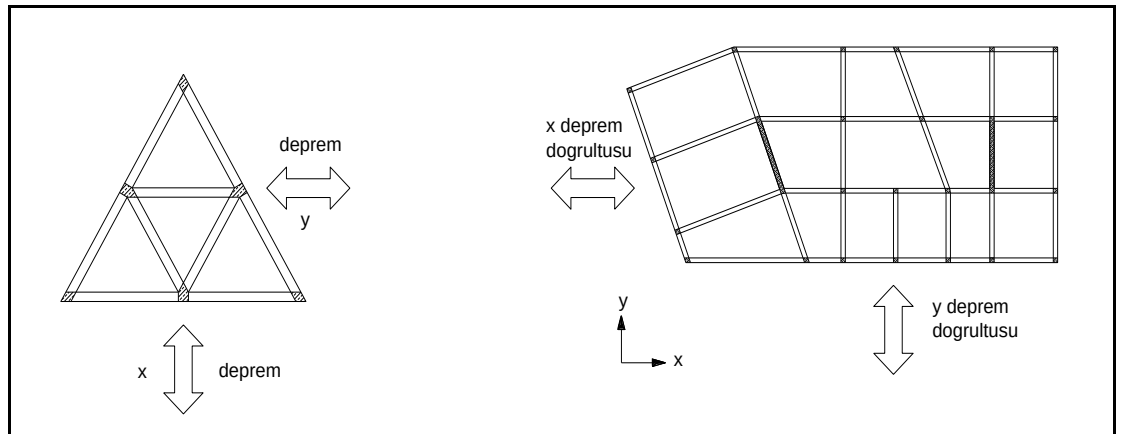
II – deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güdüştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,

III – döşemenin düzlemi çijitlik ve dayanımında ani azalmalarının olması durumu"

olarak üzere üç koşul belirtilmiştir.

Deprem kuvveti bir yapıda kütlelerin yoğun olarak bulunduğu döşemelerde meydana gelmiş kabul edilmiş için, bu yüklerin kiriş, kolon ve perde çijit elemanlara iletilmesi önemlidir. Kuvvet iletimini zorlaştıracak boşlukların bulunması ve döşeme kalınlığında ani değışiklikler oluşması sorun teşkil eden gerilme yığılmalarına sebep olacaktır (Çelip ve Kumbasar, 2000). Bazı ticari yapılarda zemin ve birinci katlarda yaratılan galericili boşluklar ve üst katlarda bu boşlukları tamamen kapatılarak büro hacimheri olarak kullanılması çijit nedenlerle yaratılan düzensizlikler, bu yapıların ağır ve ötesi hasara uğramalarına sebep olabilmektedir (Şengezer, 1999).

Bu başlık altındaki enenecek son plan düzensizlik durumu Deprem Yönetmeliği'nde A4 türü düzensizlik olarak "Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması" adıyla yer almaktadır ve "taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerini, göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu" olarak tanımlanmaktadır. Bu düzensizlik durumu Şekil 3.10'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması

Ayrıca, uzun dikdörtgen forundaki yapıların deprem açısından kötü olarak nitelendirilen formları olduğu (Şengezer, 1999) ve planda uzun olan yapıların kısa aralar

göre zemin özelliklerinin değişimine ve farklı zemin çökmelerine daha çok maruz kaldıkları (Celik ve Kumbasar, 2000) belirtilmektedir.

3.6.3 Düşey Düzlem Düzensizlikleri

Bu başlık altında, betonarme binalarda düşey düzlemde çeşitlenme veya dönüşümlerle oluşan düzensizlikler örneklenecek ve açıklamalar edilecektir. Durağan haldeyken çoğunlukla dumsuzluk sergilemediği halde, depremle oluşan yanal kuvvetlerin etkisi altında yapı dayanımının zayıflamasına dayısıyla tedafi edilemez hasarlara hatta topyekün yıkıma yol açan bu tür düzensizliklere çeşitli sebeplerle hem dünyada hem de ülkemizdeki kent sel d arlarında oldukça sık rastlanmaktadır. Tüm bu düzensizlikler depremdavranışı ve biçimlenme bağ lamında potansiyel sorunlara gebe dir.

3.6.3.1 Yumuşak Kat

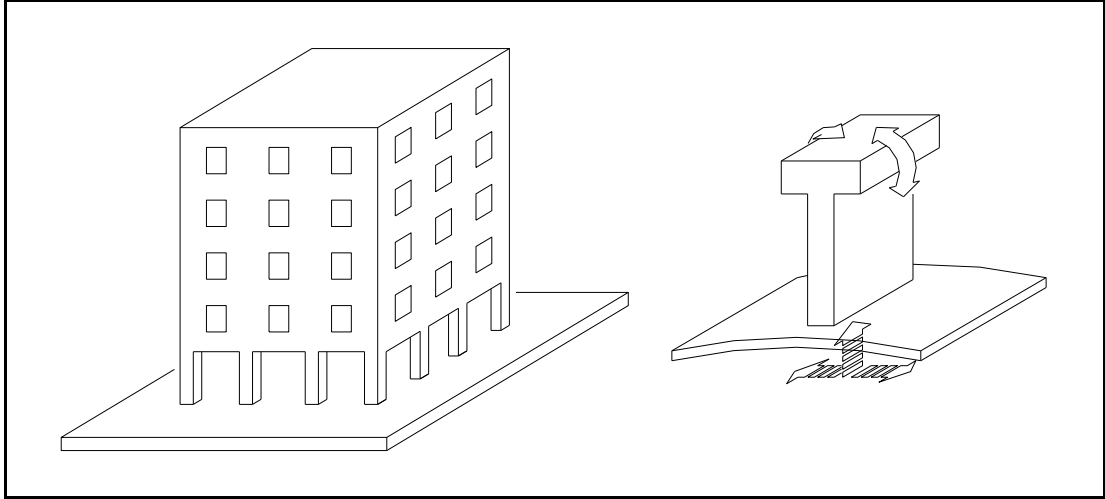
Yumuşak kat düzensizliği, Afet B d g e l e r i n d e Y a p ı l a c a k Y a p ı l a r H a k k ı n d a Y ö n e t m e l i k t e, “herhangi bir kattaki ortalama gö r d i kat yer değ iş t i r m e s i n i n (d e d e m e s i n i n) b i r ü s t k a t t a k i n e o r a n ı n 1.5 d e n f a z l a d m a s ı d u r u m u” d a r a k t a n ı m l a n m ı ş t ı r.

Yapılarda depreme t k i l e r i a l t k a t l a r a d o ğ r u a r t a r. Y ö n e t m e l i k t e t a n ı m l a n a n d u r u m u n s ö z k o n u s u d m a s ı h a l i n d e a l t k a t ü s t e g ö r e d a h a y u m u ş a k, k d a y y e r d e ğ i ş t i r e b i l i r d ü p b u d u r u m d e p r e m h a s a r ı n ı n a l t k a t l a r d a y o ğ u n l a ş m a s ı n a v e b u n u n s o n u c u d a r a k t a ş ı y ı c ı s i s t e m i n a ğ ı r h a s a r g ö r m e s i n e s e b e p d u r (C e l i c v e K u m b a s a r, 2000).

Zemin kat ı n t i c a r i a m a ç l a r ı a k u l l a n ı l m a s ı n e d e r i y l e b i r ç o k b i n a d a z e m i n k a t r i j i t l i ğ ü s t k a t l a r a g ö r e k ü ç ü k k a l m a k t a v e y u m u ş a k k a t d u ş m a k t a d ı r. Y u m u ş a k k a t k d o n m a f s a l a r ı n d a d a n d ö n m e l e r n e d e r i y l e ü s t k a t l a r a d e t a b i r r i j i t k ü t l e ğ i b i h a r e k e t e d e r e k b ü y ü k y a n a l d e l e m e l e r y a p m a k t a d ı r. B u t ü r b i r k ı r ı l m a m e k a n i z m a s ı n d a b i n a n ı n a y a k t a k a b i l m e s i i ç i n z e m i n k a t k d o r l a r ı n ı n ç o k b ü y ü k e n e r j i t ü k e t e b i l m e l e r i, b a ş k a b i r d e y i ş l e b u k o ş u d a ğ a y a b i l e c e k b i ç i m d e b o y u t l a n d ı r ı l ı p d o n a t ı l m a l a r ı g e r e k m e k t e d i r. Y e t e r l i k e s i t b o y u t l a r ı v e d o n a t ı l a r d a n y o k s u n d a n, g e r e k l i d ö n m e k a p a s i t e s i n e s a h i p d m a y a n z e m i n k a t k d o r l a r ı k ı r ı l a c a k v e g ö ç m e y e n e d e n d a b i l e c e k t i r (Ş e n g e z e r, 1999).

Bir başka ifadeyle “yumuşak kat” lı bir bina, geniş açıklıklar arasındaki düşey taşıyıcıları nispeten zayıf bağ antılı, büküleb ilir-esnek ve açık bir i n d e k a t ı n ü z e r i n e r i j i t b i r ü s t y a p ı n ı n d u ş t u r d u ğ u y a p ı d a r a k t a n ı m l a n ı r (ş e k i l 3.11). Ü s t k a t l a r d a n e n a l t k a t a k a d a r t a ş ı n a n y ü k ü n d ü z e n l i v e b a ğ a n t ı n o k t a s ı n a b e l l i b i r g e r i l i m y o ğ u n l u ğ u y l a

yönlendirilmesi gerekirken üst katlar ile açık alt kat arasında strüktürel bir süreksizlik meydana gelir. Bağlantı noktasının bu gerilim yoğunluğunu soğurmaya yeterli ve/veya kuvvetin alt katlarda düşey taşıyıcılara aktarılmasını sağlayacak şekilde inşa edilmesi halinde başarısızlık kaçınılmazdır (Lagorio 1990). (Şekil 3.12)



Şekil 3.11. a Yumuşak katlı bir yapı, b Ters sarkaç binası



Şekil 3.12 1989 Loma Prieta depreminde yumuşak kat düşümü yüzünden hasar gören itfaiye binası

Kentlerimizde bu tür çok katlı yapılara oldukça sık rastlanmaktadır. Çünkü giriş katında mükündür abildğnce açıklık bırakarak daha fazla vitrin alanı kazanmak ve yoldan geçenlerin ilgisini en fazla düzeyde içeri çekebilmek günümüz ticari arı ayışını terd ettiğ bir durumdur. Otomobil galerileri, mağazalar ve diğer pek çok ticari aktivite zemin katta bu tür bir dışa açık davranış içinde olmak isteyen tipler

fadilyetlerdir. Çok katlı karma kullanımlı duple yumuşak katlı olan binalar bugün artık epey yaygın bir hal almıştır (Lagoriq, 1990).

3.6.3.2 Düşey Kütle Merkezi

Düşey kesitte binaların kütle merkezlerinin aşağıda bulunması taşıyıcı sistemdeki depremetkilerini azaltacaktır. Kütle yüksekletilmiş binalarda alt katlar aşırı bir şekilde zorlanacağı için elden geldiğ kadar kaçınılması gerekir (Celip ve Kumbasar, 2000).

Kentsel alanlarımızdaki yapı birikiminin neredeyse tamamını oluşturan çıkmalı binalar bu soruna karşı karşıya kalma riski altındadır. Çıkma boyutlarının oranı ve zeminden yükseklik arttıkça düşey kütle merkezi yukarıya taşınacak, doğru orantılı olarak da alt katlardaki zorlanma artacaktır. 1999 depremlerinden sonra üst yapısı rispeten sağlam olmasına rağmen zemin ve birinci katlarında çeşitli derecelerde hasar tespit edilen çok sayıda yapı gözlenmiştir. Düşey kütle merkezi yukarıda olan yapılar uç bir örnek olarak ters sarkaç bina örneği Şekil 3.11’de gösterilmektedir.



Şekil 3.13. Ara katlarından biri diğerlerinden daha düşük olan bir bina - İstanbul

3.6.3.3 Katlar Arası Yükseklik Farkı

Bir yapıda, alt kattan başlayarak en üst kata doğru ağırlık verijitlikte uyumlu bir g d ş dması gerektiğ, yapının b d ünlere arasında büyük yükseklik farkları dmasının sakıncalı dduğı belirtilmektedir (Şengezer, 1999 atfen Bayülke ve Bayülke, 1993). Şengezer'in 1992 Er zincan depremin üzeri ne yaptığı çalışmada, özellikle zemin katı ticaret dan yapılar da, birinci katta kat yüksekliklerini farklılaştığ, bu durumun da hasar üzerinde etken önemli bir hata olarak değ erlendirildiğ ifade edilmektedir (Şengezer, 1999). Bu tür bir düzensizlik sadece zemin katlarda değ il binaların üst katlarında da gör ülmektedir. Benzer uygulamalar kentlerinizde ddukça yaygın bir yer tutmaktadır (Şekil 3.13).

3.6.3.4 Görelî Rijitlik

Herhangi bir yapıda depremyükü, kendiliğinden sistenin daha sert ve rijit ögeleri ne odaklanacaktır. Daha az rijit ve daha fazla esnek yapı ögeleri işlevlerini kaybetmeden çok sayıda salınımsız hareket kapasitesine sahiptir. Deprem sırasında birdenbire kırılıp işlevini yitirebilecek olan sert ve daha gevrek-kırılğan öğelerde ise durum bunun tam tersidir. Tümünü eşit koşullar altında, hem rijit hem esnek öğelerin bir arada bulunduğu bir yapısal sistemde, daha az rijit olan öğeler, bu kuvvete dayanacak şekilde tasarlanmış durumda da olması, tüm deprem yüklerini daha rijit olan yapı bileşenlerine aktarmaya yönlendirecektir. Bu day gerçekleştikçe, daha rijit öğeler üzerinde bir gerilim birikmesi söz konusu olacaktır ki, bu öğelerin pröjelenilirken öngörülen boyutlarına yüksek gerilimlere direnç gösterememeleri yüzünden sistemin başarısızlığı kaçınılmazdır. Böylece, yapısal bileşenlerin gördü rijitlik, deprem dayanıklı tasarım anlayışında oldukça önemli bir başlık haline gelmektedir (Lagorio, 1990).

Bazı d a y l a r d a i s e s r ü k t ü r e l d e m a y a n b i l e Ő e r l e r i n , y a p ı d a k i e n r i j i t ö g e l e r d e m a l a r ı s e b e b i y e y a n d ı y ü k l e r i t a Ő ı m a k g ö r e v i n i ü Ő l e n d i k l e r i s a p t a n m ı Ő t ı r .

Strüktürel dayanıklılığın bir örneği çok katlı karkas binâlardaki rijit dış duvarların işleviştir. Duvarlar bütünlüklerini koruyacak herhangi bir örl em alınmaksızın rijit bir biçimde iskelet ettirdikleri zaman, daha esnek dâni iskelet bazı durumlarda kendi hareketliliğiyle yığma duvarların sıkışmasına ve adeta patlayarak aşağıya dökülmesine sebep olmuştur. 1985 Mexico City depreminde birçok binada bu tür hasarlar meydana gelmiş, ydılar ve kaldırımlar çağlayan gibi dökülen önemli noktalarda enkaz almıştır (Lagorio, 1990). Benzer görüntüler Doğu Mar mara'yı etkileyen 1999 Göçük depreminde de ortaya çıkmıştır (şekil 3.14).

Bu tür hasarları önleyecek çözümler şunlardır:

1. Kaldırımlar, döşeme ve duvarlar arasında çarpışmayı önlemek üzere yeterince boşluk bırakılmasını sağ ayarak, duvarları iskeletin hareketinden etkilenmeyecek şekilde tasarlamak, veya
2. İskeletin hareketi sonucu gerili me maruz kalan duvarların patlamasını engellemek için set düşürmek (Lagori q 1990).

Bununla birlikte madalyonun bir de öteki yüzü vardır. Deprem yükleri altında yapı sistemin tarafından enerjinin soğurulması ve dağıtılması deprem dayanıklı tasarım bağlamında dünü bir davranıştır ve binanın strüktürel dan ve dmayan tüm öğelerini deprem kuvvetlerini sönmendrilmesinde aktif rd al dğ varsayımına dayanır. Eğer strüktürel dmayan bileşenler bir depremesnasında ağır şekilde hasar alıyor fakat enerji soğurulmasında ve deprem etkilerini sönmendrilmesinde üzerlerine düşen yapıyorlarsa, topyekün çökme ve can kaybının önüne geçiliyorsa, depremdayanıklı tasarım konsepti başarılı dmuş demektir. Ancak burada ince bir ayrımcı zğı sı vardır. Mesel e, konseptin çok karışık hale gelmesi ve beklenmeyen fei hasarların meydana gelmesi dr (Lagori q 1990).



Şekil 3.14. Yalova'da binaların dış d dgu duvarlarının patlayarak sokağa dökülmesiyle hasar gören araçlar (Yalova Belediyesi fotoğ raf arş i v i)

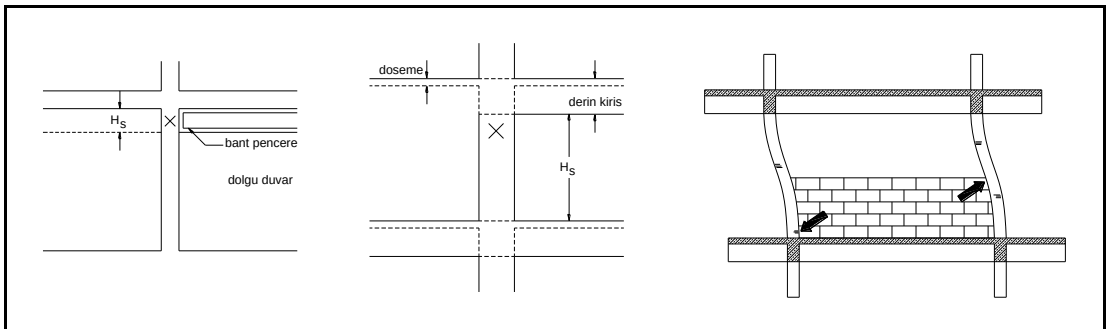
3.6.3.5 Kı sa Kd on

Deprem sonrası sahada yapılan in cel emel erde gördü rijitlik e ilgili hasarlara sıkça rastlanmaktadır. En yaygın örnekl erden biri “kı sa kd on” et k i sı y e ilgili d anı dr.

Aralarında en çarpıcı d anlardan biri California'nın Whittier kentinde otopark olarak kullanılan iki katlı, betonarme karkas bir bina dır. Bina eğ nli bir arazi üzerine oturuyor ve birinci katındaki düşey taşıyıcıların boyu eğ ni takip eder bi ğ i nde binanın bir ucundan di ğ er ucuna doğru ğ i derek kısalıyordu. Böylelikle üst kat döşemesi rin yatay düzlemde d ması sağ anmış tı. Bu tasarım çözümü kısa kdon etkisi ri somutlaşt ıran kusursuz bir örnektir (Lagori q 1990).

1987 Whittier-Narrows depreminin sismik dal gal arı binaya çarptı ğ ında, binanın yüksek d an cephesi ndeki daha esnek d an kdonl ar, yan al yükü tüm kdonl ara eş it d arak dağı tı mak yeri ne, fark gözet meksi zi ğ i , arkadaki daha sert ve kısa kdonl ara akt ardı. Hali yle, kısa kdonl ar ö ngör ü leri n üzerinde bir gerili m birikmesi ne maruz kald ı lar. Uzun ve daha esnek kdonl arda çatl ama veya benzeri hasarlar d uş madı, çünkü aş ırı yüklenmeye uğ ramadılar ve yan al yükten kendi paylarına düş en kıs m da daha sert kdonl ara akt ardılar. Sonuç ta kısa kdonl ar yetersiz kald ı ve bir ğ i z ğ i boyunca hepsi kırıldı (Lagori q 1990).

Yukarı da verilen örne ğ i n yanı sıra bodrum katlarda ış ık gel mesi i ğ i n yapılan bant pencereler ve merdiven sistemindeki uygulamalar (Şengezer, 1999) ile kat kırış ı leri nde süreksizlik bulunması nın (Cel ep ve Kumbasar, 2000) kısa kdon davranış ına sebep d du ğ u belirtil mektedir. Bir başka kısa kdon davranış ı i set aş ı yı d d mayan rijit d emarların kdonun depremsı rası nda şek il de ğ i ş i rmesi ri ö rlenmesi yle ortaya çı kmakta, rijit bđ me duvarı kdonun etkili boyunu kısalt makt a ve kdon ö ngör ü lenden fazla yatay kuvvet karşı lamak durumunda kald ı maktadır (Cel ep ve Kumbasar, 2000). (Şekil 3. 15)



Şekil 3.15. Kısa kdon düşümü

3.6.3.6 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizli ğ i

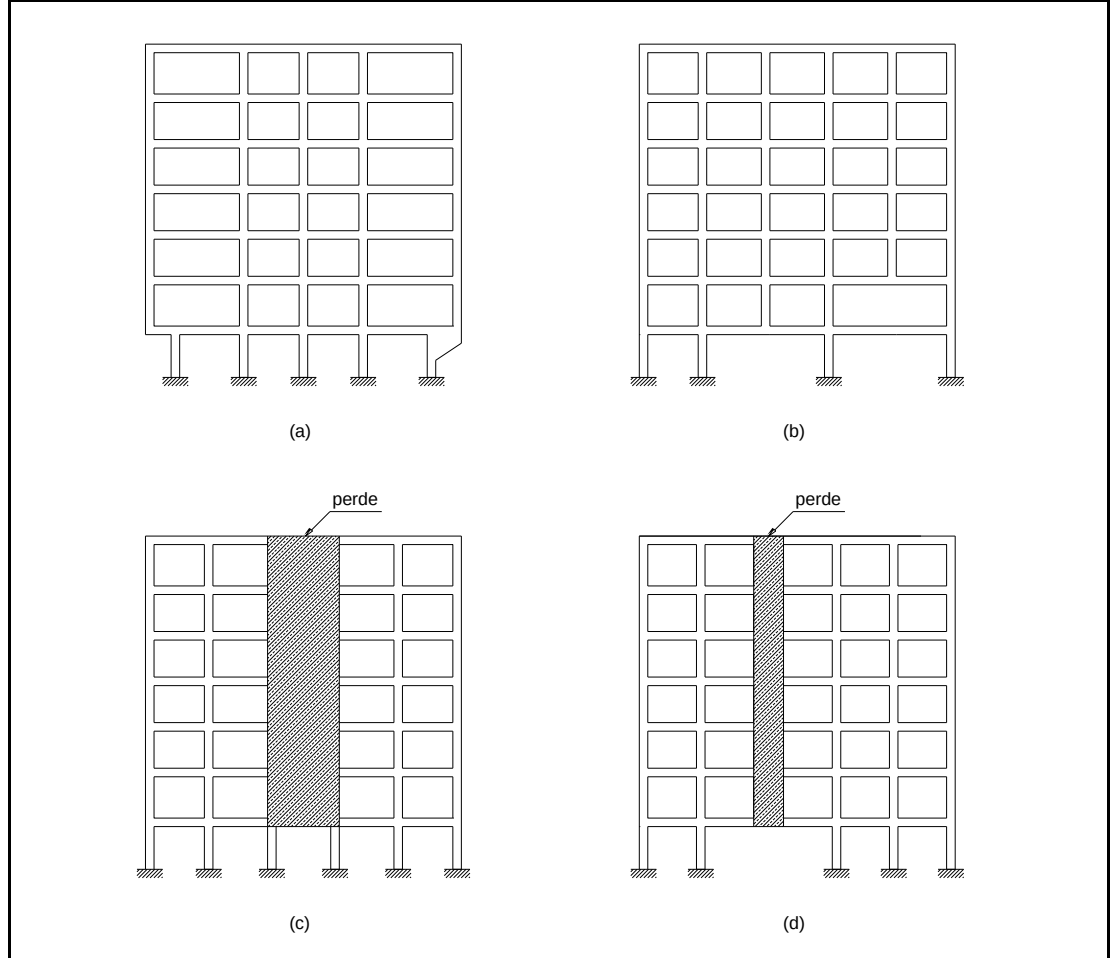
Deprem Yönetmeli ğ i 'nde B3 türü düzensizlik d arak baş lı ktaki ğ i bi ad andırılan durum "taş ı yı cı sistemin düşey elemanlarının (kdon veya perdeleri n) bazı katlarda k dırılarak kırış ı leri n veya guseli kdonl arı n üst üne veya ucuna oturtul ması, ya da üst

kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu” olarak tanımlanmaktadır.

Şekil 3.16a ve 3.16d de gösterilen durumlara bütün deprem bölgelerinde hiçbir zaman izin verilmeyeceği hüküm yönetmelikle getirilmiş, diğer durumları çini seilave kuvvet artırımı ve başka koşulların sağlanması zorunlu olduğu hükme bağlanmıştır.

Şengezer’in (1999) 1992 Erzurum Depremi Hasar Analizi’ni konu alan çalışması’nda, tamamen yıkılan bazı binalarda kolonların kaldırıldığı belirtilmiştir. Bu durumdan ve işhanı olarak kullanılan bazı binaların köşelerinde düzleştirilen “L” biçimindeki perdelerin zemin kat kesit boyutları oldukça küçük kolonlara dönüştürüldüğünden bahsedilmektedir.

Benzer uygulamalar sonucu Gölcük depremi sırasında da hasar gören veya yıkılan binaların varlığı bilinmektedir.



Şekil 3.16. Taşıyıcı sistemin düşey davranışının süreksizliği

3.6.4 Hasar Kontrol Kabulleri

Uzak geçmişte, deprem dayanıklı tasarımda sivil mühendisliği kamu sağlığı ve güvenliği ne odaklanmaktaydı. Yapı tasarımımda en öncelikli beklenti, can güvenliği olarak kabul görüyordu. Deprem zararlarının azaltılmasımda en önemli tehdit olarak can kaybı olarak tanımlanmaktaydı. Öyle ki, ABD'deki 1933'den itibaren deprem güvenlik standartlarına ön ayak olan en önemli etkenler. Daha sonraları gelişen aralışı ise okullar, hastaneler ve bu gibi kamu binalarını içeren bazı yapı türleri için yüksek dayanıklılık standartlarının gerekli ve kabul edilebilir olduğu, diğerleri için böyle bir gereklilik olmadığı yönündeydi (Lagorio, 1990).

Günümüzde ise bu anlayış adil durum hizmet tesisleri olarak tanımladığımız yapıların tasarımı için berkesenmiş durumdadır. 1971 San Fernando depreminde sağlık hizmeti veren yapılarını ne düşüğüne ilişkin ardından California eyaletinde 1972'de çıkarılan Hastane Yasası ile tüm hastaneler ve diğer tıbbi tesislerinin diğer binalara oranla daha yüksek sismik dayanıklılıkta inşa edilmeleri kararlaştırıldı. Yasanın ilgilendiği yönü tüm büyük hastanelerin şiddetli bir depremden sonra faaliyetlerinin sürdürülmesini sağlayacak performans düzeyinde tasarlanacak ve inşa edilecek binalarıydı. "Faaliyetin sürmesi" sözcükleriyle böyle bir day sonrasında hastanelerin bütününe ilişkin sürdürüleceğini garanti si olarak bir vurgu vardı. Böylece "hasar kontrolü" yapı tasarımımda önemli bir etken olarak ilk kez yer ediniyordu (Lagorio, 1990).

Deprem dayanıklı tasarımda "hasar kontrolü" anlayışı bugünkü dereke daha önemli bir hal almaktadır. Bunun temel sebebi, iş hayatında elektronik iletişim sistemlerinin ve buna eşlik eden donanım gereksinimlerinin, özellikle a binalarımızdaki karmaşıklıkla hiç olmadığı kadar artmasıdır. Bir ofis binasında artık vazgeçilmez kabul edilen büyük miktardaki elektronik sistemlerinin ve veri işleme ünitelerini yatırım maliyetleri oldukça yüksektir. Şu anki durumda hasarın belli bir miktarda kontrol altına alınması ve bahsedilen sistemlerin zarar görmesinin engellenmesi amaçlanmaktadır (Lagorio, 1990).

Ülkemizde ise Deprem Bölgesi'nde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmeliği, "Deprem Afetinden Korunma" başlığını taşıyan ve genel olarak "Deprem Yönetmeliği" olarak anılan III. kısmının amaç ve genel ilkeleri açıklayan bölümünde depreme dayanıklı bina tasarımımda ana ilkesi şu şekilde tanımlanmaktadır:

Madde 5.1.2 Bu yönetmelikte depreme dayanıklı bina tasarımımda 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 amacıyla binanın kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir.

Takip eden maddede ise yönetmelikte esas alınan tasarım depreminin yukarıda bahsedilen “şiddetli” depreme karşılık geldiği, Bina Önem Katsayısı $I=1$ olan binalar için (tablo 3.2), tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığının %10 olduğu ifade edilmektedir.

Tablo 3.2 Bina Önem Katsayısı (I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanım gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar: a) deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminaleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetimi binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları b) toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1, 5
2. İnsanların uzun sürdü ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) müzeler	1, 4
3. İnsanların kısa sürdü ve yoğun olarak bulunduğu binalar: Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1, 2
Diğer binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, deller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1, 0

Deprem kayıtlarının ve yeryüzünün tektonik yapısının incelenmesinden deprem tehlikesi olan bölgeleri belirlemek oldukça kolay değildir. Yapının ömrü boyunca meydana gelebilecek en büyük deprem hakkında tahmin yapmak zordur. Depreme dayanıklı yapı tasarımı, yapının fonksiyonuna devam etmesinin sağlanması, hasarın sınırlandırılması ve yapı içindekilerin hayatının kurtarılması şeklinde olmak üzere, değişik seviyelerde korunma söz konusudur. Bu seviyelerin belirlenmesi toplumun bu konuda yapacağı fedakarlığa ve ekonomik durumuna bağlıdır (Celik ve Kumbasar, 2000).

Celik ve Kumbasar (2000)'a göre aşağıda sıralanan üç korunma seviyesinden söz edilebilir.

- 1) Kullanılabilirlik sınırı durumu: Bölgede sık olarak ortaya çıkan küçük depremlerin yapının fonksiyonuna herhangi bir olumsuz etki yapmaması, taşıyıcı sistemde onarıma gerek gösteren hasarın meydana gelmemesi istenir. Bu durumda tasarımda esas alınacak deprem yapının fonksiyonunun önemine bağlı olarak seçilir. Örneğin, konut binasında dönüşüm periyodu daha küçük olan bir deprem seçilirken, hastane, itfaiye binası, haberleşme ve santral binası gibi deprem durumunda fonksiyonuna devam etmesi istenen yerler için dönüşüm periyodu daha büyük olan depremler seçilir. Bu seçim yapı önem katsayısının belirlenmesi ile kontrol edilir.
- 2) Hasar kontrolü sınırı durumu: Kullanılabilirlik sınırı durumuna esas alınan depremden daha büyük depremlerde yapıda bazı hasarlar meydana gelir. Bu ikinci sınırı durum ekonomik olarak onarılıp güçlendirilebilecek durum ile onarım güçlendirilmesi ekonomik olarak mümkün olmayan durumu birbirinden ayırır. Yapının ömrü boyunca, taşıyıcı sistemin bu sınırı durumuna getirecek depremin meydana gelme ihtimalinin düşük olması gerekir. Böyle bir sınırı durumuna karşı gelen depremden sonra yapının ekonomik olarak onarılıp güçlendirilebilmesi istenir. Bu sınırı durumu, genellikle deprem yönetmeliğinde boyutlamaya etkili olacak depremin ivmesinin de ayısıyla kuvvetlerin öngörülmesi şeklinde ortaya çıkar.
- 3) Göçme kontrolü sınırı durumu: Yönetmelikte öngörülen kuvvetlerden çok daha büyük etki oluşturabilecek bir depremin meydana gelme olasılığı düşüktür. Ender olarak meydana gelecek büyük depremlerde yapıda onarılamayacak hasarın meydana gelmesi kaçınılmazdır. Böyle bir depremin, sıradan bir yapıda, sınırlı bir hasarla karşılaşması ekonomik değildir. Ancak, böyle bir durumda göçme mekanizmasının kontrol edilerek, yapının kısmen veya tamamen göçmesini meydana gelmesini önlenmesi ve yapının içindekilerin hayatının korunması bu sınırı durumu tanımlar.

3.7. Arazi Koşulları ve Konum

Bina davranışını etkileyen etkenler arasında son olarak ele alınacak olan konu yerleşim planlaması kabulleridir. Mümkün olan en yüksek dayanıklılık standartları kullanılsa bile, öncelikli olarak yapının inşa edileceği bölgenin koşulları dikkate alınmadığı takdirde, yapıların hiçbir anlamı yoktur.

Deprem kuvvetlerine karşı koyabilecek doğru tasarlanmış ve iyi inşa edilmiş binalarına rağmen, arazinin jeoteknik özelliklerine uygun kabullerden bağımsız planlandıkları için depreme birlikte kullanımdışı kalan binala ilişkin bir çok örnek göze çarpmaktadır. Şekil 3.17 de sağa miş inşa edilen fakat zemin sıvılaşması sonucu kullanılamaz hale gelen bir yapı gösterilmektedir. Depremle tetiklenen toprak kayması, sıvılaşma, çökme ve su baskını gibi sorunlar herhangi bir binanın kullanılabilirliğine karşı önemli tehditlerdir.



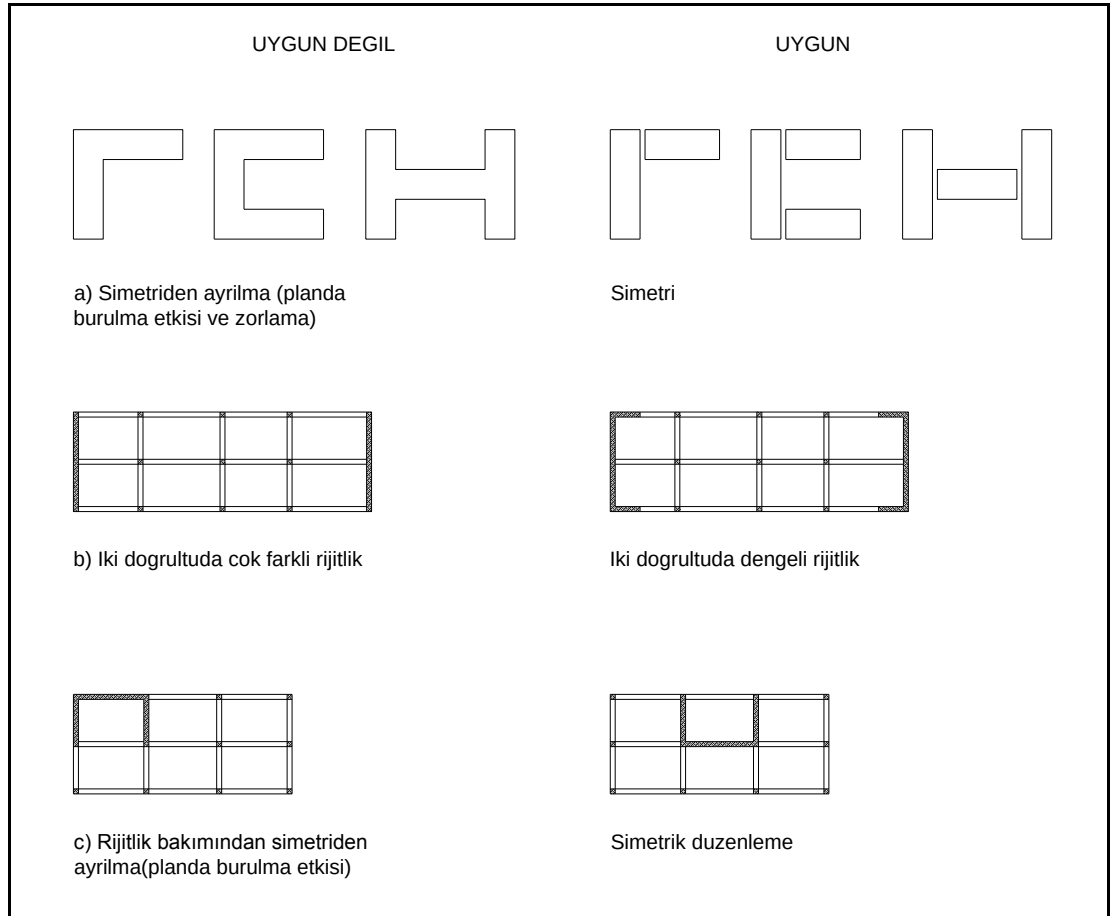
Şekil 3.17. G d d arı l amda yapı sal hasarı bul un maması nara ğ men zemin sı vı l a ş ması sonucu kullanı lamaz hale gel en bir b na

Pr ğ e baş l an ğ ı aş amasında b d ğ erin d kkatlice i r d e nmesi ş arttır. Yapı si steminin b t t r l t ğ t, tzerinde y t k s e d ğ zeminin t a ş m a kapasitesine ba ğ ı dır. E ğ er altta yatan zemin, yapının aktard ğ y t k leri t a ş yacak y e t e r l i l i k t e d e ğ i l s e, d o ğ ru tasarlanmış t t s t a p ı h i ğ bozul m adan k a l a b i l s e b i l e, b i n a i ş e v s e l d a r a k k u l l a n ı m d ı ş ı k a l a b i l i r. A r a z i k o ş u l l a r ı n ı n d i d d s o r u n l a r a y d a t t ı ğ b i r c o k d u r u m d a z e m i n e b a t a n b i n a e r i ş m e n g e l l e n d i ğ i ğ n k u l l a n ı l a m a z h a l e g e l m i ş t i r. B a ş k a d a y l a r d a i s e b i n a y ı b e s l e y e n a l t y a p ı h a t l a r ı z e m i n i n d e p r e m k a r ş ı s ı n d a k i d a v r a n ı ş ı s o n u c u k ı r ı l m ı ş v e b i n a y ı i ş l e v s i z k ı l m ı ş t ı r. D o ğ a l g a z h a t l a r ı n ı n p a t l a m a s ı h a l i n d e i s e

depremin altında yara almadan atlatan binaların çıkan yangınla tahrip olduğu örnekler 1989'da San Francisco'da yaşanmıştır (Lagorio, 1990).

3.8 Sonuç ve Öneriler

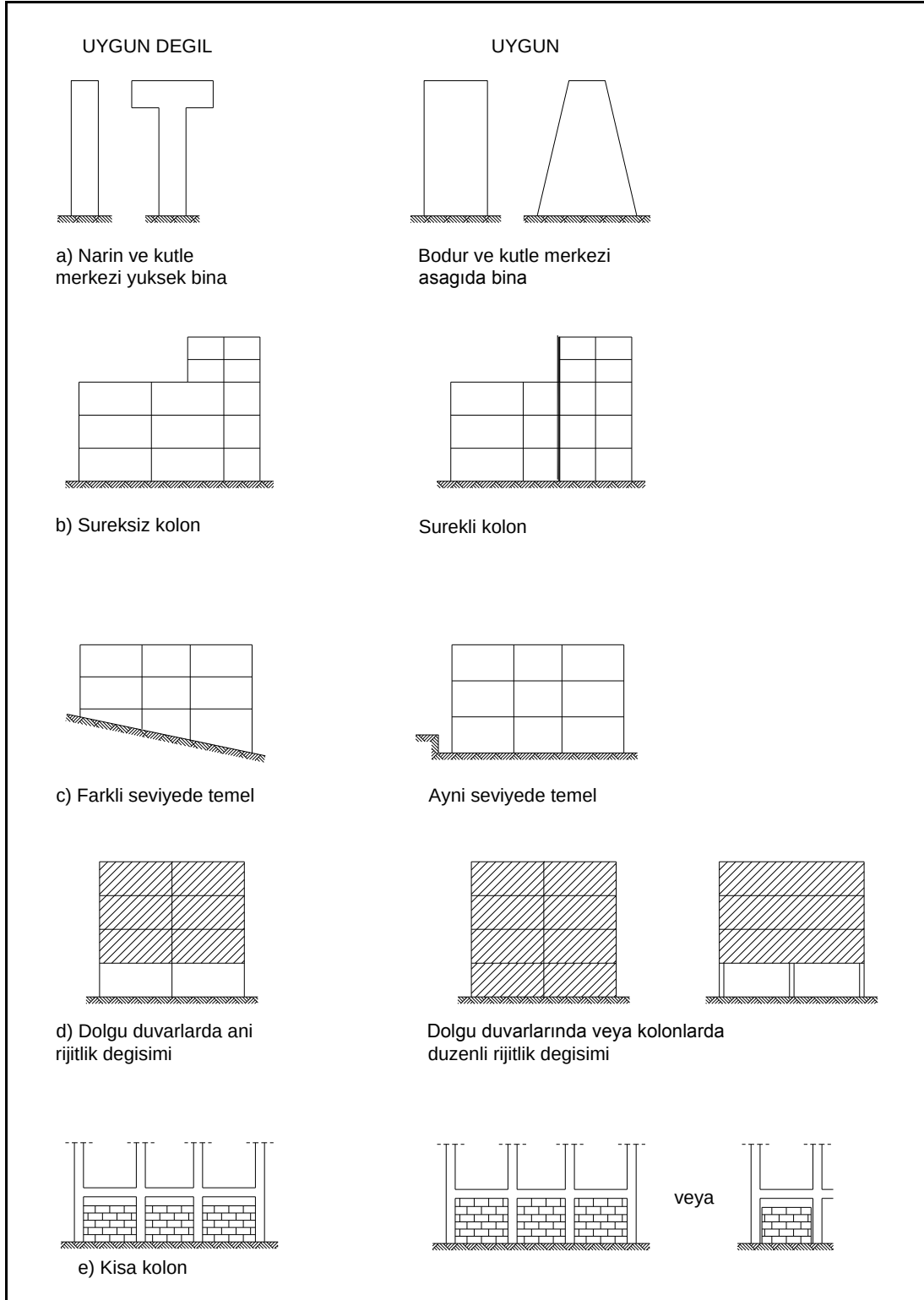
Basit ve simetrik yapıların hem depremden davranış, hem de depreme dayanıklılığı için gerekli ayrıntıları daha kolay hesaplanmakta, yapımda daha kolay gerçekleştirilmektedir. Basit ve simetrik olmayan yapılarda ise analizlerin güçlüğü sonucu statik ve dinamik çözümler çoğunlukla yaklaşık biçimde yapılabilir, bunun yanında bu tip yapılarda deprem sırasında kritik burulma etkileri de ortaya çıkmaktadır (Şengezer, 1999). Bu tür tasarım her zaman mimari isteklere cevap veremeyebilir. Ancak unutmamalıdır ki, simetri ve düzgünlük sağlayarak, kütle, geometri, rijitlik ve dayanımda önemli süreksizliklerden kaçınarak büyük ölçüde ekonomi sağlamak mümkündür (Celik, Kumbasar, 2000).



Şekil 3.18. Yapının deprem davranış bakımından plandaki durumu

Ek zorlamaların çıkmasını önleyerek, depremin taşıyıcı sistemdeki etkisini azaltmak için yapının planda basit ve düzgün seçilmesi uygundur. L, T, U, H gibi şekillerden kaçınmalı veya Şekil 3.18'de gösterildiği gibi burulma basit dörtgenlere bölünerek

kullanılmalıdır. Kd on ve perde gibi düşey elemanların plandaki düzeninde simetriye uyulması planda oluşabilecek burulma etkisini en aza indirecektir. Bnaya etkileyen depremyükü her doğrultuda bulunabileceğini plandaki doğrultuda birbiri ne yakının rijitliğini bulunması uygundur (Şekil 3.18) (Celal, Kumbasar, 2000).



Şekil 3.19. Yapının deprem davranışına bakımdan kesitteki durumu

Düşey kesitte binaların kütle merkezlerinin aşağıda bulunması taşıyıcı sistemdeki deprem etkilerini azaltacaktır. Bir taşıyıcı sistemde kolon ve perde gibi düşey elemanların temelden çatıya kadar sürekliliğinin sağlanması, böylece yüklerin güvenli olarak temele iletilmesi önemli bir husustur. Kısa kolon davranışını ortaya çıkaran düzenlemeler, taşıyıcı sistemin öngörülen üzerinde zorlamalara maruz kalmasına yol açacağından uygun değildir (şekil 3.19).

4 DEPREME DAYANIKLI KENT

4.1 Deprem Riskine Rağmen Kentleşme

Kentsel planlama ve tasarının deprem zararlarını azaltma faaliyetleri içinde potansiyel riskler olduğundan sık sık söz ediliyor. Ancak, sismik riskleri azaltmadaki geçişleri gördükçe daha kısıtlıdır. Bununla birlikte, değişik sismik güvenlik programlarının yakın zamandaki başarılarının, planları yüksek depremsizlikteki beldelerde yer alan projelerde ilgilendikleri zaman depremsizliği azaltma çabalarının çalışmaları sırasında göz önünde bulundurmak yönünde harekete geçirdiği belirtilmektedir. ABD’de şehir planlama konusuna duyulan ilgi, Eki 1989 Loma Prieta depremini takiben San Francisco Körfezi büyük metropoliten bölgesinde yerel yönetimler beldesinin federal afet bölgesi ilan edilmesiyle su yüzüne çıkmıştır (Lagorio, 1990).

Sanayi devri nini ilk varisleri olan çok gelişmiş ülkelerde büyük çaplı kentleşme 19. yüzyılını ki ndi yarısında başlamış, o zamandan bu yana kırsal alanlardan kentlere ve metropoliten merkezlere sürekli bir insan göçü olmuştur. Günümüzde kentsel merkezlardaki nüfus artışına paralel olarak metropoliten alanların sayısı artmaya devam ediyor. Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşmeleri Örgütü verilerine göre 2000 yılı itibarıyla dünyada nüfusu on milyonun üzerinde olan 19 metropoliten alan bulunmaktadır, bunların 15’i az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde yer almaktadır (UN-HABITAT internet sitesi). Depreme eğiliminden alanlardaki kentsel planlamayı, gelecekte depremlerden daha az yara dacak bir çevre geliştirme ye yönelik olarak ortaya çıkan büyüme ve değişim dinamiklerini kabul etmesi gerekmektedir.

Yüksek yoğunluklu kentsel yerleşmeler dünya çapında büyük farklılıklar sergilemektedir. Her biri tarihsel olarak farklı dayanakları altında, değişik jeofizik koşullar ile çeşitlilikleri içinde, ayrı sosyoekonomik güdümlere dayanan farklı nüfuslar, tarz ve inşaat yöntemleriyle gelişmiş ve farklı birikimleri olan değişik insan topluluklarını kendine çekmiştir. Bütün bu kentsel merkezlerin yaşları da değişiklik gösterir. En eskisi birkaç bin yıldır (İstanbul, Atina, Roma gibi) varlığını sürdürürken, en yenisi son birkaç on yılda gelişmiştir. Bunlar büyük metropoller dahil değil, binlikleri birlerce kilometre kare alan yayılan birleşik kentsel kümelenmelerden oluşabilmektedir.

Tüm bu kentlerin ortak noktası, üzerinde durdukları yer kabuğunun üst katmanlarını düştüran jeofizik özelliklerinin altında yatmaktadır. Dünyanın birçok yerinde bulunan yüksek deprem riski ne sahip bölgelerde yer alan kentlerin bu ortaklık çarpıcı bir biçimde doğrudur. Karşılaşıklıklarının çok doğal bir sonucu olarak bu kentler yıkıcı depremler karşısında son derece savunmasız kalmaktadır. Kentin bir merkezin yardım edebilirliği üzerinde en büyük etkiye sahip en önemli üç değişken, konumu, nüfus yoğunluğu ve mevcut bina stoğudur. En basit ifadeyle, bölgedeki insan ve/veya bina sayısı ne kadar az ise depremlere bağlı can güvenliğine yönelik tehditler de o kadar azdır.

4.1.1 Genel Kentin Özellikler

Büyük şehrin canlılığı, bölgesinin ekonomik gücü ve yaşam kalitesi üzerindeki can alıcı önemi olarak kabul edilir. Üstelik metropditen alanlar sadece iş fırsatları merkezleri olmaktan öte, il dışı mağazaları, dölence/egölence merkezleri ve ticari girişim demektir de. Ayrıca işlevsel, kullanıma hazır ve ince bir biçimde dengelenmiş bir çevre içinde her şeyi birbirine bağlayarak hassas bir sistem düştüran, eğitilmiş kültür gelişme, iskan, sosyal hizmetler ve mali destek bileşiminden oluşan merkezleri temsil ederler. Adeta bir yapıştırıcı gibi her şeyi birbirine bağlayan unsur, mevcut yapı stoğu ve teknik altyapıdır. Ve yine depremler karşısında en yardım edebilir olan, dölü biçimde ekonomik, fiziksel ve sosyal yatırım alanına gölentamda işte bu bağlayıcı unsurdur. Sıra dışı durumlarda, büyük bir metropditen merkezin fizik altyapısında dölüşecek büyük deprem zararlarının göderilmesi çabaları ekonomik ifadelerle birölusun mülki hasılasını etkileyebilir.

4.1.2 Ekonomik Ve Sosyal Etkiler

Son 30 yılda dünyanın çeşitli yerlerinde meydana göl en bazı depremler büyük kentleri, bölgenin ekonomik ve siyasi dengesini sarsacak ölölde etkilemiştir. Hasarın 8 milyar döl dolar olarak tahmin edildiöl California'nın San Francisco Körfez Bölgesi'ndeki Ekim 1989 Loma Prieta depreminin sonrad hükümet, maddi kayıpların ve yeriden inşaa maliyetlerinin karşılanması na destek dölması amacıyla eydölteki alımsatı m vergi oranlarını geçidiöl olarak %6,5 den %6,75 e yükseltmiştir (Lagorio, 1990). Ülkenizde de 1999 depremlerinin ardından bir çoköl tüketim ölölüne ek vergiler getirilmişti. Halen yürölükte döl en bu vergilerin oranı ölölne ölöl il dışı mde % 25 gibi gerölekten büyük oranlarda seyreöl mektedir. Böylesine ağır durumlarda, gelişmekte döl en ölölkerinin deprem sonrası iyileştirme çabalarını Dünya Bankası, UNESCO, Uslararası Para Fonu (IMF) ve diöleröl uslararası kurul uslarca sağlanan diölş kaynaklarla desteklemeleri gerekmektedir. Yıkıcı bir deprem sonrası

metropditen merkezlerin iyileştirilmesi, uluslararası ekonomi, yardımlaşma ve yeriden gelişme bağlamında küresel bir sorun haline gelmiştir.

En son veriler göstermektedir ki, yüksek deprem tehlikesi altındaki bölgelerde yerleşmiş büyük, yüksek yoğunluklu, kalabalık kentler – ki sayıca oldukça fazladır – bugünü itibarıyla bir deprem sonrası iyileşme sürecinde özel vergilendirme veya dış desteğe pekala bağımlı kalabileceklerdir. Çrli yetkililerin Kızıl Haç da dahil tüm dış desteği reddettikleri 1976 Tangshan depremi sonrası iyileştirme ve yeriden inşaa süreci muhtemelen bir ülkenin “kend başına üstesinden gelebilme” lüksünün son örneğ idir. 1985 Mexico ve dönemin Sovyetler Birliğı’nde 1988 Ermenistan depremlerinin her ikisi de uluslararası destek isteme ve kabul etme eğilimini doğrulamıştır (Lagoriq, 1990).

4.1.3 Dünyada Kentleşme

İkinci Dünya Savaşı’ndan bu yana kentler emsali görülmemiş bir biçimde büyümektedir. Nüfusu bir milyonu aşan kentlerin 1950’de sayıca 78 olduğu bildirilmiştir (Lagoriq, 1990; Atfen Jones, 1989). 2000 yılı verilerine bakıldığında ise dünyanın en kalabalık ilk 30 kentse yerleşmesini, nüfusu yedi milyonun üzerinde olan metropditen alarıardan doğduğu görülmektedir (UN-HABITAT internet sitesi). Dahası, geniş metropditen kümelennelerin ve kentse nüfus artışlarının en çarpıcı biçimde ortaya çıktığı bölgeler dünyanın varden organize büyük kent merkezlerinden başka yerler dıktadır; bu yönde doğu ülkelerinde, Güneydoğu Asya da ve Latin Amerika da daha dikkate değer biçimde gelişmektedir. Nitekim Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşmeleri Örgütü verileri göstermektedir ki 1980 yılında nüfusu on milyonu aşan sadece 6 yerleşme mevcutken ve bunlardan sadece 3 ü daha az gelişmiş bölgelerde yer alırken bu rakamlar 2000 yılında sırasıyla 19/15 şeklinde gerçekleşmiştir. 2015 yılı beklertisi ise 24/20 dıcağı yönündedir. Bu metropdlardan birisi de 2015 yılı için 12,5 milyon nüfus kestirimi ile İstanbul’dur.

Dünyanın bu hızlı kentleşmesi ile şu ileri sürülmektedir. “Nüfus yoğunlaşmasının anlamı, toplam nüfusun daha büyük oranlarda kentse merkezlere, daha küçük oranlarda kırsal alarlara dağılmasıdır. Dünya nüfusunun karşı konulamaz bir biçimde kentleşmesinin sonucu olarak büyük kentlerin ve devasa metropditen alarının dığanüstü büyümesi en basit ifadeyle daha fazla kilit (büyük) kentin ve dd ayısıyla daha fazla kentse nüfusun afetlerinin tahribatına daha önce hiç dımadığı kadar hedef olduğu anlamına gelmektedir.” Dikkat çekilen bir başka husus da “kentse merkezlerin en lütfkâr yerlerinin bögerinin afetlere en yakın kesimlerinde yer dılabileceğidir”dir (Lagoriq, 1990; Atfen Jones, 1989).

2000 yılı itibarıyla dünyanın en büyük kentlerinden biri, kökeri Aztek kültürüne kadar uzanan ve mevcut nüfusu 20 milyona yaklaşan Mexico City'dir. Mexico City, kentleşmenin şiddetini artıran bir oranda hiç durmadan arttığı bir ülkenin deprem riskleri ile karşı karşıya bulunan başkentidir. Birleşmiş Milletler verilerine dayanılarak hazırlanmış olan Tablo 4.1, dünyanın bazı bölge ve ülkelerinde süregelen ve beklenen kentleşme oranlarını göstermektedir.

Tablo 4.1'deki veriler, riskin daha düşük olduğu kırsal alanların aksine yüksek nüfuslu kentsel merkezlerde depremden zarar görme ihtimalinin giderek arttığına dair önemli bir yöneldiğuna işaret etmektedir. Bu durum sorunu planlar açısından karmaşık hale getiren etkenlerden biridir; çünkü deprem veritabanına göre metropditen merkezler, ekonomik ve sosyal yönden en büyük kayıpların meydana geleceği yerler olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple dünya çapında gelişmiş kentlerde depreme bağlı muhtemel kayıplar, geniş kapsamlı tedbirler alınmaz ise artacak ve giderek keskinleşecektir. Örneğin 1985 depremi Mexico City'de geniş kapsamlı hasara sebep olurken 20.000 can kaybı ve yaklaşık 5.700 binanın hasar görmesiyle sonuçlandı. Bu binalardan 485'i tamamen ya da kısmen yıkılırken 271'i ciddi yapısal hasara uğradı. Çrini 1,2 milyon nüfuslu Tangshan kenti nde 1976'da meydana gelen depremin ölüm binaları yerle bir ederken 250.000 kişi hayatını kaybetti. 1988 Ermenistan depreminin ise 50.000 kişinin ölümlüne sebep olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 4.1 Kentsel Nüfus Oranları (%) (UN-HABITAT internet sitesi)

Ü ke / Böl ge	1990	2000	2010	2020	2030
Dünya	43,5	47,0	51,1	55,7	60,3
Meksi ka	72,5	74,4	76,7	79,3	81,9
Şili	83,3	85,7	87,8	89,5	90,7
Çin	27,4	32,1	37,6	43,9	50,3
Türkiye	59,6 (D E)	64,9 (D E)	82,6	85,5	87,3

4.1.4 Hasar Görebilirlik ve Risk Analizleri

Herhangi bir yapının içerdiği sistematik risk saptanırken, genelde dört etken göz önünde bulundurulmalıdır.

1. Tehlike
2. Kullanım
3. Hasar görebilirlik
4. Konum

“Tehlike” etkeri yerin titreşim potansiyeli, fay hattı, sıvılaşma, toprak kayması, tsunamî ve bu gibi diğer tüm doğal jeolojik tehlikeleri kapsar. “Kullanım” etkeri, tehlike karşısında kamu sağlığı ve güvenliğini sağlar. Kullanım türü ve binanın işleviyle ilgilidir. “Hasar görülebilirlik”, yapı sisteminin ömrünü sürdürebilme olasılığı veya beklenen performans düzeyi ile ilişkilidir. “Konum” ise binanın doğal bir deprem kaynağına yakınlığı ile ilgilidir. Yüksek risk sınıfındaki yapıları tanımlarken her bir etkerinin yapı sisteminin olası performansı üzerindeki etkisi pozitif veya negatif olarak tayin edilmeli ve dikkate alınmalıdır (Lagorio, 1990).

İnşaat türü sebebiyle deprem karşısında fazlaıyla hasar görülebilir özelliklere sahip bir bina, eğer bir depremkaynağının uzak etki alanına bile dahil olmayan bir bölgede yer alıyorsa, yüksek risk sınıfında değerlendirilebilir. Buna ilaveten, kabul edilmelidir ki hasar görülebilir niteliği yüksek yapılar otomatik olarak can kaybına yol açacak yüksek risk durumu oluşturmazlar, çünkü can kaybı aynı zamanda kullanım türü ve binanın işleviyle de ilişkilidir. Bu noktayı klasik bir örnek ele alalım. Geceleri boş ve çalışma saatlerinde de kullanıcı sayısı az olan böyle bir bina depreme karşı dirençli olmasa bile, depreme daha dayanıklı olan başka bir binaya, örneğin günde 24 saat boyunca aralarında yaşam destek ünitelerine bağlı olanların da bulunduğu çok sayıda hasta barındıran bir hastaneye oranla daha düşük can kaybı riski ne sahiptir. Açıkçası, can kaybı ve yaralanma riski bir binada barınan ya da onu kullanan insanların sayısı ile birlikte artar. Bu durumda, tiyatro, sinema ve bu gibi kalabalık kapalı kamusal alanlar, kullanıcısı az olan binaların aksine daha yüksek risk düzeylerinde sınıflandırılırlar (Lagorio, 1990). Türkiye’de binaların kullanım türlerine göre önem katsayıları Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik’te tanımlanmıştır. Bu konuya bölüm 3.6.4. ve tablo 3.2’de yer verilmiştir.

4.1.4.1 Yapı Sistemlerinin Görelî Deprem Güvenliği

İlgili yönetmeliklerdeki hükümler yapısal hasarı tamamen ortadan kaldırmayı değil, fakat can güvenliğini tehdit etmeyecek önemsiz boyutlara indirmeyi ve insan yaşamını korumayı amaç edirler. Her ne kadar depremlerin kesin zamanını, yerini ve büyüklüğünü tam olarak tahmin edemsek de, geçmiş deneyimler göstermektedir ki, yüksek deprem riski altındaki bölgelerde kurulu metropditen kentler ve barındırdıkları binalar bir gün büyük bir depreme karşı karşıya kalacaklar. Risk taşıyan yapı türlerinde yaşayan veya çalışan insanları tehdit eden durum ve yaralanma olasılığı bu yüzden ciddi bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak kayması, sıvılaşma, çökme, sel veya tsunamî gibi jeolojik değerlendirmelerden

bağımsız olarak, tarihi deneyimler temelinde yapı sistemlerinin bir hasar görülebilirlik skalasını çıkarmak mümkündür. Jedjik koşullara bağlı etkiler hariç tutularak, sadece binanın davranışlarına ilişkin geçmiş depremlerde alınan kayıtlara odaklanarak, yapı sistemlerine göre depremlerde her 10.000 kullanıcı içinde en fazla muhtemel can kaybının ne dacağına dair kuramsal bir analiz yapmaya dânak sağlar (Lagorio, 1990).

Deneyimler göstermektedir ki, binanın yapı sistemi ve söz konusu binada meydana gelecek can kaybı arasındaki ilişki, binanın beklenen davranışı ile doğrudan bağlantılıdır. Örneğin, dünya çapında büyük depremlerin on yıllardır tutulan kayıtları ispat etmektedir ki, can kayıplarının %80'i kerpiç ve diğer zayıf yapılar binalarından oluşan yapı sistemlerinde meydana gelmiştir. Bunun aksine tek katlı, hafif, ahşap esaslı yapıların (çatı yükü hafif olmak kaydıyla), çok nadir rastlanan çökme olayları dışında depremleri son derece başarılı biçimde ve sağlam kalarak atlattıkları yine tarihi kayıtlardan açıkça görülmektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Yapı Tarzlarının Gördü Deprem Güvenliği (Lagorio, 1990)

Yapı tarzı	Her 10.000 nüfus içinde can kaybı		
	Deprem drençli yapı		Depreme drençsiz yapı
Küçük, ahşap karkas	2		4
Büyük, ahşap karkas	5		10
Küçük, merdiven	2		4
Büyük, merdiven	8		15
Çelik karkas (üstün)	5		10
Çelik karkas (ortalama)	10		25
Çelik karkas (sıradan)	15		40
Çelik karkas (ahşap döşemeli)	25		50
	Sünek beton	Sünek olmayan beton	
Betonarme (üstün)	25	50	100
Betonarme (ortalama)	50	200	500
Betonarme (sıradan)	75	300	1000
Betonarme (ahşap döşemeli)	100	800	2000
Karşı konstrüksiyon (üstün)	15		800
Karşı konstrüksiyon (ortalama)	20		1000
Karşı konstrüksiyon (sıradan)	40		2000
Takviye edilmiş yapı			4000
Boşluklu yapı			5000

O halde bir binanın gördüğü güvenliğini analiz ederken özet olarak dört temel unsurun göz önünde bulundurulması esastır (Lagoriç, 1990).

1. Mevcut yönetmelikler, maliyet olarak en uygun yapı mt ekimleri ile depreme tamamen dayanıklı binalar üretmek gibi bir beklenti içinde değildir
2. Öngörülen en az can kaybının küçük, tek katlı, hafif, ayrık ri zam ahşap esaslı binaların sergilediği davranış düzeyi nde dacağı tahmin edilmektedir
3. Öngörülen en çok can kaybının güçlendirilmiş kerpiç ve diğer zayıf yapılar strüktürlerinin sergilediği davranış düzeyi nde dacağı tahmin edilmektedir
4. Bir binanın yaşı, boyutları, yapı m sistemin ve yıllar boyunca gördüğü bakımın niteliği, beklenen deprem davranış düzeyi ve gördüğü güvenliği üzerinde doğrudan etkilidir.

4.2 Kent sel Risk Et menleri

Depremgüvenli ğ in kentsel risk et menleri, tek bir yapı nın sismik dayanım nı ya da yapı sal sistemlerin ayrı ayrı sınıflandırılması nı vurgulamak yerine, kentsel risklerin azaltılması sürecini ayırt edici kılan, kentin kendine has özellikleri üzerine odaklanır. Boyutu ve karmaşıklığı yüzünden kent, sık örülmüş bir ağ gibidir ve kentli nüfusun hayatını sürdürmek için gerek duyduğu engin bir hizmetler bütünü sunar. Depremler karşısında ne derence incinebilir olduğunu anlamak için kente özgü koşullar dahilinde her kademede ilişkiler tahsil edilmelidir.

Kentsel risklerin azaltılması çabaları geniş kapsamlı bir politika ve bütünsel bir süreç yaklaşımı gerektirir. Deprem zararlarının azaltılması programı düşünüldüğünde kentsel planlama ve tasarım bir bütün olarak kentsel altyapının işleyişi ile iliştili olduğundan, kentsel risklerin azaltılmasında büyüme ve gelişme sürecini kavranması gereklidir. Bu süreç, dinamik ve evrimsel bir süreç olarak kabul edilmeli ve birbiriyle ilgili beş kabul ü kapsayan bir sorunluuk olarak ele alınmalıdır (Lagoriç, 1990):

1. Mikro bölgeleme ve arazi kullanı m planlaması,
2. Kritik adı durum tesisi ve temel atyapı unsurları,
3. Var olan bina birliği,
4. Kamu sağlığı ve güvenli ğ in toplumsal boyutu,
5. Uzun dönem ekonomik etkiler.

Birinci madde dışında, diğer maddeler takip eden başlıklarda sırasıyla incelenmektedir. Birinci madde ise bölüm 4.4.1.'de "mikro bölgeleme haritalarının arazi kullanı m planlamasında kullanılması" başlığı altında ayrıntılı ele alınacaktır.

4.2.1 Kritik Acil Durum Tesisleri ve Temel Atyapı Unsurları

Nasıl ki bir yapıyı ayakta tutan onun strüktürü (iskel eti) ise, kritik acil durum ve temel atyapı tesislerinin karşılıklı dayanışması da bir metropoliten merkezi niş evsel ve işleyiş bütünlüğünün dayanağıdır. Depremleri düşünmesek bile, elektrik enerjisi veya su kaynakları dmadığında çağdaş kentsel merkezlerimizin kırılgarlığa duyarlılığı yüzünden kentlerin işlevlerini sürdüremeyip çökeceği bir gerçekken, büyük bir deprem sorunu aşırı derecede şiddetlendirecek bir etken olarak değerlendirilmelidir.

Deprem zararlarını azaltmaya yönelik kentsel planlama ve tasarımbakımından, bir kentin yaşamını sürdürebilmesi ve depremsonrası iyileştirme çalışmalarının süratle üstesinden gelebilmesi için belirli tesislerin yıkıcı bir depremin hemen ardından hizmet verebilir durumda olması gerekir. İdealdan, bu tür kritik kentsel atyapı unsurlarını afet boyutunda bir depremsonrası hizmetini sürdürebilir ve tamamıyla kullanıma hazır konumda tutmak ve iyileştirme çalışmalarına ayrıca engel duştur malarını sağlamaktır.

Toplumsal bütünlük ve yaşamını idamesinde esas olan tüm kamu hizmet tesisleri arasında bazıları şiddetli bir deprem sırasında ve sonrasında işleyişin sürdürülmesinde çok hassas nüveler olarak değerlendirilir (Tablo 4.3). Günlük normal çalışma düzeninde varlıkları kesin ve sarsılmaz görülürken, devre dışı kaldıklarında veya yıkıcı bir depremin hasarına uğradıklarında, dağan kentsel aktiviteler tam da korku, dehşet ve şaşkınlık ortamında iken sekteye uğrayabilir. 1989 Loma Prieta, 1995 Kobe ve 1999 Doğu Marmara depremlerinde bu tür olaylar yaşanmıştır. Örneğin, 1999 depremlerinde ülkenin en önemli ulaşım bağlantıları olan TEM ve E5 karayolları kullanılamaz hale gelerek İstanbul – Ankara bağlantısı durma noktasına gelmiş, demiryolları tahrip olmuştur.

Tablo 4.3 Kritik Acil Durum Tesisleri ve “Temel Atyapı Unsurları”

Başlıca hastaneler	Barajlar, su depolama ve arıtma tesisleri
Ambulans hizmetleri	Elektrik santralleri
İtfaiye birimleri	İletişim merkezleri
Polis birimleri	Şehirler arası ulaşım
Havaalanları	Ötöydlar ve köprüler
Boru hatları	Acil durum hizmet birimleri
Kan bankaları	

Pdis ve itfâye biriniheri gibi yapılar bir deprem sırasında ve sonrasında, dayı takiben meydana gelebilecek yangırlarla baş etmek ve arama-kurtarma çalışmalarını kd ayl aştırmak için işlemleri sürdürülebilir durumda dmalıdır. Gdd arılanda hasara uğrayan itfâye merkezlerini depremin hemen sonrasında girişilen kurtarma döneminde ihtiyaç duyulan elzem araç gereçlerin kullanımlını danaksız kıldğ çeşitli örnekler mevcuttur. Pdis ve itfâye merkezleri depremi atl atıp işlemleri sürdürülebilir kalsalar bile, yardımlar hala tedavi için tıbbi tesislere götürölnek zorundadır. Eğer hastaneler hasar görmüş veya hizmet veremez hale gelmişse ve yardımları kabul edip bakamaz duruma düşmüşse, bu kez o anki ivedi iyileştirme döneminde ek bir engel teşkil ederler.

Bu kritik tesislerin herhangi birini sekt eye uğramasını ntek sebebi bin a strüktürünün büyük hasar görmesi değıldır; daha az strüktürel hasarın işleyişin tamamen durmasına sebep dduğu birçok durum bilinmektedir. Öneğ n 1980 İtalya İrpiria depreminde sonra tepelerdeki birçok kasaba haftalarca, hatta kısmen aylarca şebeke suyu, arıtma tesisleri ve kanalizasyon şebekesinden mahrum kalmıştır. 1989 Loma Prieta depreminde ise Wátsonville kasabasına, yer sarsıntısının temiz ve atık su boru hatlarındaki kırılmalara, dd aylı şılla şebeke suyuna pis su karışmasına yd açmasıyla haftalar boyunca içme suyu ulaşmamıştır. Kritik kent sel destek tesislerinde deprem sonrası yaşanan benzer çöküşlerle ilgili tarihi kayıtlardan bazı alıntılar, Lagorió nun (1990) çalışmasında yer verdiğ şekliyle aşağıda verilmektedir.

San Francisco, California, 1906

İlk depremda gasıyla kentin yangın d arması temi devre dışı kaldı. San Andreas fay hattının hareketlenmesi telfraf hatlarının kesilmesine ve tramvay raylarının bükölerek ulaşımın durmasına sebep d makt a kalmayı p gaz hatlarını ve su borularını da parçladı. Patlayan ana su borularında basıncı düşmesiyle yangın muslukları kullanılamaz hale geldi. İtfâyeciler çaresiz kalırken, şöminelerden, ocaklardan ve bacalardan sızan gazlar d evleri besliyordu.

Managua, Nkaragua, 1972

20 itfâyeci, 8 yangın aracı ve 4 ambulansa sahip d an Managua merkez itfâye teşkilatı binası 1924’de depreme dayanıklı d arak yapılmıştı. Ana şok dalgasıyla çöken ikinci kat, yangın araç-gereçlerinin ezilmesine, iki itfâye erinin ölümüne ve diğerlerinin yardımına neden ddu. Telsiz tahrip ddu, yedek elektrik güç kaynağı devre dışı kaldı. Kısa sürede şehirde yangınlar çıkmaya başladı. Pomplar kurularak gde geçidi hortunlar döşendi, çünkü kentin su şebekesi de devre dışı kalmıştı.

San Fernando, California, 1971

Şiddetle salınan bölgedeki başlıca yapıların çoğu tıbbi tesislerdi. Dört büyük hastane depremin merkez üssüne göre 15 km yarıçapındaki alan içinde yer alıyordu. Hastanelerden birinin 1933 den önce inşa edilen bazı binaları yıkıldı. Diğer üç hastane, ki burların tamamı son 12 yılı içinde depreme dayanıklı riteliklerde inşa edilmişlerdi, kullanımdışı kalmalarına sebep olan önemli derecede hasara uğradı.

Mart 1985 Şili Depremi

San Antonio kenti, elektrik kesintisi sonucu pompalama istasyonlarının devreden çıkmasıyla susuz kaldı. Kentin yüksek kesimlerinde yer alan iki depoda bulunan suyun büyük kısmı, burları besleyen arterlerin kırılması sonucu kaybedildi. Kırılan su tankerleri ve itfaiye teşkilatı ile halka su sağlandı.

4.2.1.1 Kritik Tesisleri İçeriyiş Standartlarındaki İlerlemeler

Anahtar konumdaki bu kritik kent sel sistemlerinin depremleri takip eden dönemdeki işleyişlerinin değerlendirilmesinde en önemli olan, bu gibi acil durum hizmet tesislerinin planlama, tasarım ve inşalarında, büyük bir afet sonrasında faaliyet ve işlevsel kalabilirliği konusuna odaklanma zorunluluğudur.

Bu tür temel kritik tesisler için düzgün işleyiş standartları arayışında anahtar öge, yapının sadece “ayakta” kalmasını değil, aynı zamanda bir deprem sırasında ve sonrasında “işlevsel ve faaliyet” kalmasını sağlamaktır. Los Angeles kentinin 1975 Eylül’ünde ilan ettiği Deprem Güvenlik Planında belirtildiği gibi, “bir depremden sonra polis ve itfaiye birimleri, hastaneler, barajlar ve su depoları, enerji tesisleri ve acil durum iletişim sistemleri gibi kritik tesislerin faaliyet kalması, deprem sonrası iyileştirme çalışmaları için çok önemlidir” (Lagorio, 1990).

4.2.1.2 1972 California Hastane Yasası

Daha önce değinildiği gibi, 1971 San Fernando depremi açıkça göstermiştir ki, deprem bölgelerindeki kentlerde kurulu büyük ve gelişmiş hastaneler bir afet durumunda bilhassa önemli olan kent sel sosyal atıyapı unsurları olarak öne çıkmaktadır. Hastane Yasası’nın çıkartılmasındaki özgün amaç Californiada inşa edilecek her yeni hastanelerin depremler, yerçekimin ve rüzgarların oluşturduğu kuvvetlere karşı dirençli biçimde tasarlanması ve inşa edilmesi ve bir afet sonrasında kamunun ihtiyaç duyduğu tüm hizmetleri yerine getirebilmek için tamamıyla işlevsel olma zorunluluğunu sağlamaktır. İlk kez bir tesisin deprem sonrasında faaliyet ve işlevsel kalabilmesi için binanın tasarım ve inşasında gerekli görülen uygulamalar standartları getirilmekteydi. Bu durum binanın içindeki insanların

yararlanmadan deprem atlattırmasını öngören koşulları içeren geçmiş kararnamelelerden farklıydı. Sonuç, sadece strüktürün değil, aynı zamanda mimari, mekanik ve elektrik tesisatın ve yaşam destek sistemlerinin de depremden sonra bütünlüğünü sürdürmesini ve faaliyetlerinin beklendiği yeni bir hasar kontrol gereksinimiydi (Lagorio, 1990).

Deprem zararlarını azaltma bakımından, kritik hizmet tesisleri için deprem dayanıklı tasarımlara ve özel çalışma alanlarında arazi kullanımkıstaslarına düzen getiren yasalar gücü yaptırım aracıdır. Yüksek deprem riski altındaki tüm bölgelerde depremlerin kamu sağlığına ve güvenliğine etkilerini ölçmek anlamında yasal düzenlemelerin yapılması oldukça önemlidir.

4.2.2 Var olan Bina Birliği

Büyük kentlerin depremler karşısında yardımına son derece açık olmalarının başlıca sebebi barındırdıkları binaların çoğunun deprem mühendisliği biliminin ve bilgi birikiminin gelişmediği geçmiş yıllarda inşa edilmiş olmasıdır. Her şiddetli depremden sonra yapılaşma yönetmeliğinin depreme ilgili maddelerinde değişiklikler yapılması ABD’de alışıldık bir uygulama olmasına rağmen, bu yönetmelikler geriye yönelik değildir. 1964 Alaska ve 1971 San Fernando depremlerinin ardından ilgili yönetmelikte (Uniform Building Code – UBC) birkaç değişikliğe gidildi. 1985 Mexico depremi dahil UBC’nin 1988’de depreme ilgili hükümlerinde değişiklik yapılmasına sebep olmuştur. ABD’de ülkenin genel ortalaması olarak her yıl kentsel yerleşmelere mevcut binaların %2’si kadar yeni bina eklenmektedir. Yani belirli bir yılda inşaatlarda uygulama standartlarına ilişkin önemli bir değişikliğe gidildiğinde, teknik olarak, binaların %98’i yeni standartları karşılamayacaktır (Lagorio, 1990).

Türkiye’deki durumda pek farklı değildir. Tablo 4.1.’den izlenebilen kentleşme hızı, kentlerdeki yapı stoğunun da yaklaşık bir oranda artmasına sebep olmaktadır. 1975 Deprem Yönetmeliği’nin genel anlamda yeterli bir yasa olduğu bildirilmesine rağmen, 1997’de onaylanan yeni yönetmelik deprem bölgelerinin yeniden belirlenmesi gibi çok temel bir farkı içermektedir. Birçok kentin deprem derecesinin yükseltilmiş olması, bu kentlerde bu tarihten önce inşa edilen yapıların deprem hesaplarında esas alınan sayısal değerlerin değişmesi, dolayısıyla inşa edildikleri tarihte sanılandan daha büyük deprem kuvvetlerine muhatap olacakları anlamına gelmektedir.

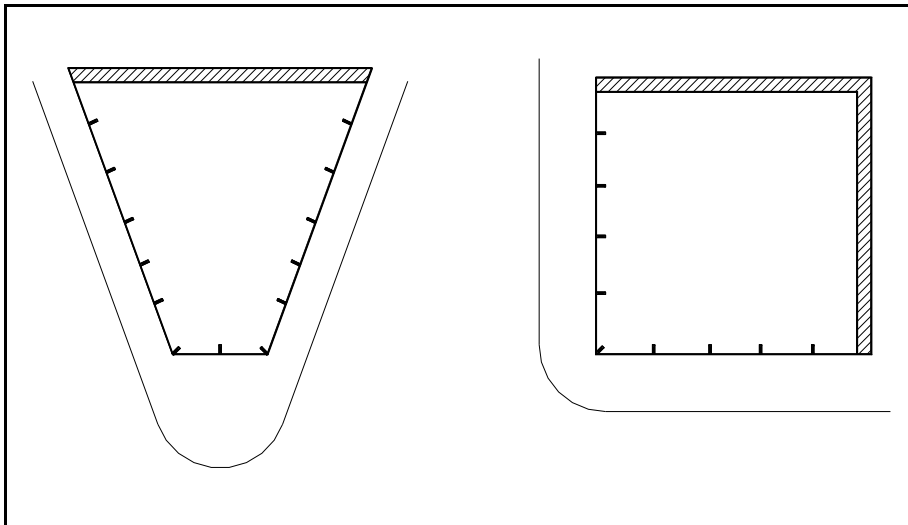
Bu yüzden metropditen merkezlerin herhangi bir zamanda kabul edilen hasar görülebilirliğinin değişmesi ancak altyapısı ve kritik acil durum hizmetleriyle birlikte

mevcut tüm binaların en son kabul edilen uygulama standartlarına göre inşa edilmiş olması ile mümkün olacaktır.

4.2.2.1. Mevcut Binaların Hasar Görebilirliği

Metropditen bir merkezdeki binalar farklı strüktürlerde, çeşitli malzemelerle üretilmiş ve muhtelif yaşlarda olan yapılardan oluşur. Öyle ki bunların bazıları ilk deprem yönetmeliğinin bile yürürlüğe konulmasından önce tasarlanmıştır. Yıllar boyunca, nüfus artışının baskısı ve kentsel gelişimin bir sonucu olarak tipik bir kent başlangıçtaki merkezin dışına taşacak ve vadiler, tepeler, yamaçlar, düzlükler, sarp kayalıklar, kıyılar, yaylalar gibi sayısız topoğrafik çeşitliliği bulunan başka alanlara doğru genişleyecektir. Böylece, farklı inşaat sistemleriyle yapılan değişik türdeki binaların deprem davranışı, farklı arazi yapılarının jeolojik özellikleri ile birleştiğinde kentin tamamında aynı olmayacaktır. Şiddetli bir depremde metropditen bir alanda beklenen bina davranışı ve hasar dokusu içerilen yapısal şekillerin sayısına ve üzerine yerleşilen arazi jeolojik karakterine göre değişecektir.

Koşulların böylesine çeşitlendiği bir ortamda her binanın kendi boyutları, kütlesi, biçimi ve inşaat sistemine bağlı olarak farklı noktalarda salınımayacağı gerçeğini kavramak gerekir. Değişken doğrultulara yönelen, eşit olmayan ritimlerde hareket eden farklı strüktürlere sahip binalardan oluşan bir alanda çeşitli davranış türleri gözlenecektir. Her binanın bağlı güvenliği aynı olmadığından hasar görülebilirliği de aynı değildir. Bazı binalar depremlerde diğerlerine oranla hasar görmeye daha yatkındır.



Şekil 4.1 Yamuk ve köşe bina plan şemaları.

Onbirlerce, yüzbirlerce binanın bulunduğu karışık bir kentsel yerleşmede, şiddetli bir depreminin bu denli çok hasar meydana geldiğini anlamak hiç de zor değildir. 1985 Mexico City depreminde kent merkeziindeki tüm binaların yaklaşık %14'ü hasar görmüştür. Hasara uğrayan binaların %40'ı iki cephesi açık veya kompleks "ya muk" biçimli köşe binalardır (Şekil 4.1) (Lagoriç, 1990).

Yüksek yoğunluklu sıkışık bir kent merkeziinde, bitişik parsellerdeki komşu binaların birbirine yakınlamasının etkisiyle sorunun karışıklığı daha da artmaktadır. Açık veya yüksek gibi farklı kat yükseklikleriyle sınırlanan ve değişik inşaat sistemine, külliyeye ve biçimsahip yapıardan oluşan bir dokunun egemen olduğu tarihsel kent merkezi veya M.A'daki bitişik düzen yapılaşma, binaların çarpışmasıyla oluşacak hasarın potansiyel kaynağıdır. Kiri durumlarında bu çarpışma dayının binayı çökmeye kadar götürdüğü bilinmektedir. Yüksek ve esnek bir binanın yanındaki alçak ve rijit binayla bitişik olması, ortada ya alçak olan ya da her ikisinin birden büyük hasar görmesiyle sonuçlanması muhtemel bir sorun olduğu anlamına gelmektedir. 1985 Mexico depremindeki en yaygın hasar sebebinin bu durum olduğu ispat edilmiştir. Uzun periyotlu yer hareketi uzun sürdü sarsıntıyla birleşerek toplam hasarın %42'sinin sorunu su dan bitişik binaların birbirleriyle çarpışması na yd açmıştır (Lagoriç, 1990).

Yapısal düzensizlikler ile binaların deprem davranışına ilişkin değerlendirmeler 3. bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

4.2.2.2 Kent sel Hasar Görebilirlik

Bir kentin deprem hazırlık planlaması yapı mındaki yaklaşımlardan biri, sistinik bir dayın etkilerini saptayabilmek için bütünsel bir depremduyarlılık (hasar gör ebilirlik) analiz çalışması nın yürütülmesidir. Hasar gör ebilirlik analizeri çalışması, bilinen bir fay hattı boyunca geçmişte meydana gelmiş yıko bir depremin tekrarlanma olasılığının bulunduğu bölgelerde kurulu metropditen alanlarda, deprem zararlarını azaltmaya ve deprem sonrası iyileştirmeye yönelik planlama çalışmaları nda ilgili kamu kurumlarını mantıklı bir temelde buluşturmaya amaçlamaktadır. Örneğ in ilk hasar gör ebilirlik çalışması San Francisco Körfez Bölgesi için 1972 de tamamlanmıştır. Çalışma 1836 ve 1906 depremlerini üreten San Andreas fayında 6,0 ile 8,3 magnitüd değerleri arasında yinel enmesi muhtemel depremler baz alınarak yapılmıştır. A.B.D.'de 1972 den bu yana ü ke genelinde yüksek depremski alındaki 20 den fazla alanda hasar gör ebilirlik analiz çalışması tamamlanmıştır (Lagoriç, 1990).

Hasar görebilirlik analizleri çalışmasının önemi, plan hedeflerini belirlemede dâbilecek en kötü senaryoyu düştürarak yön gösterdiği olması ve şiddetli bir depremde meydana geleceğinin geniş bir resmiyi çizmesidir. Öngördüğü hasar dokusunun bir deprem sırasında bire bir ortaya çıkacağı iddiasını barındırmaktan çok, gerçek bir depremin yd açabileceğ hasarlara ilişkin dâsılıkla işaret eder. Bununla birlikte, uygun yöntemlerle deprem hazırlığı yapılması gereken sorunlu yerleri gösterir ve tanımlar. Amaç, depremden sonra değil, hemen o anda kamu güvenliğini arttırmak için ne yapılması gerektiğini araştırmaktır. Bu tür bir çalışma, yerel yönetimin büyük bir depremgelmeden kayıpların azaltılması için önceliklerini belirlenmesinde kullanacakları son derece yararlı bir araçtır.

Bu çalışmalar ile içeriğ aşağıda verilen hayati öneme sahip sistemler ve kentsel çevreyi düştüran fiziksel tesislerin hasar görebilirliği belgelenmekte ve analiz edilmektedir (Lagoriq 1990).

- pdis ve itfâye birimleri
- tıbbi tesisler
- barajlar ve su depoları
- enerji santralleri
- enerji nakil hatları
- su şebekesi
- kanalizasyon şebekeleri
- pompalama istasyonları
- havaalanları
- limanlar
- otaydlar ve ana arterler
- hızlı raylı sistemler
- okullar
- ilâişim merkezleri
- petrd boru hatları
- doğal gaz boru hatları
- zehirli madde depoları

Bu tesisler çalışmaları nın jedqik özelliklerinin gösterildiğ bir haritaya işlenir. Jedqik açıdan riskli bölgeler ile kritik tesislerin çakıştırılmasıyla hasar görme potansiyeline sahip “sıcak noktalar” tanımlanır. Deniz kıyısı boyunca uzanan suya doygun zayıf zemin üzerine inşa edilen otaydın şiddetli yer sarsıntısı karşısında d uşacak sıvılaşma etkisi nederiyle iflas edeceğ beklentisi u aşılabilcek bir örnek sonuçtur. Bir diğer örnekte, şiddetli bir depremin tetiklediğ toprak kayması, su

pompalama istasyonunun toprak altında kalarak devre dışı kalmasına sebep dâbil ecektir. Veya yüzey faylanmasıyla su şebekesi kırılabil ecektir.

Varsayılan hasar dokularının birbirleriyle ilişkilendirilmesi sonucu çalışma alanının bir deprem gerçekleşmesi durumunda beklenen hasar görülebilirlik düzeyi ortaya çıkar. Tanınan sorunların üzerine gitmek ve ortaya atılan riskleri asgariye indirmek için uygun çözümler geliştirmek planlarının ve yerel yönetimin sorunlu olduğunda dâmalıdır. Böylelikle deprem hasar görülebilirlik çalışmaları, topluma dâası afetlere karşı hazırlanması ve burların kentsel merkezlerdeki etkilerini en aza indirmek için yâdlar bulması konusunda yardı medebilir. Mimarların ve planların da bu çalışmaları geniş çâplı kent planları ve tasarımı projelerinin geliştirilmesinde nasıl yorunlayacaklarını ve kullanacaklarını öğrenmeleri gerekmektedir.

4.2.2.3 Depremi n Ardından Büyük Kent Yangını

Büyük bir depremin en çok korkulan kötü yan etkilerinden biri bütün kente yayılan yangın tehdi dâdır. Tarihteki iki çârpıcı dâay sebebiyle bu korku geçen zaman içinde büyü müştür. 1906 San Francisco ve 1923 Tokyo (Büyük Kantô) depremlerinde meydana gelen yangınlara ilişkin Lagorio (1990)'nun verdiği bilgiler aşağıda sunul müştür.

1906 San Francisco Depremi ve Yangın Felaketi

1906 yılındaki şiddetli depremin etkisiyle kentin yaşamsal altyapı sistemleri devre dışı kâlmış, su ve doğâ gaz boruları ile enerji nakil hatlarında çok sayıda kırılma meydana gel müşt i. Bunun sonucu dâarak kentin her yerinden bir anda yükselen dâevler üç gün boyunca şehri yakmış, yer sarsıntısının yâd açtığı hasardan çok daha fazlasına sebep dâ müşt u.

Yangın kendiliğinden söndüğünde şehrin %75'i tahrip dâ müşt u. Sonuçta, yaklaşık 38.000 bina tâamamen yanmış, 300.000 evsizi insan ve o dönemin rakamı yâla 350 ilâ 400 milyon dâar maddî kayıp meydana gel müşt i.

1923 Büyük Kantô (Tokyo) Depremi ve Yangını

Tokyo'nun 90 kilometre güneydoğusunda derinde meydana gelen depremde fay boyunca yatâyda 5 metredik, düşeyde 2 metredik yer değıştirme meydana gel müşt i. Depremin ardından dâuşan 12 metre yüksekliğindeki dâğalar yarı mîlyondan fazla binayı tahrip et müşt i. Yanı sıra Tokyo ve Yokohama kentlerini saran yangınların da katkısıyla Tokyo'nun %70'i, Yokohama'nın ise %80'i yok dâdu. Yangın yine

depremden daha fazla yok edildi d iymişti. Sonuç, 600 milyon dolar maddi hasar ve 140.000 can kaybı idi.

Ahşap esaslı geleneksel Japon evleri yangınları körüklenmiş, su şebekesi nin iflas etmesi ve sıkışık dar sokaklar müdahaleye engel d iymişti.

Kent Yangını Meydana Gelme Oasılıkları

Bir deprem sonrası kent yangını d uşma d asılığı en az dört kritere bağıdır.

1. Deprem veya başka bir felaket gibi tedikeydi bir mekanizma
2. Etkilenen alanda büyük miktarda yanıcı madde bul unması
3. Yangınlara mücadde personeli, araç-gereçleri ve tesislerinin yetkililiği, miktarı ve yeterli su kaynağı nın varlığı
4. O unlu veya d umsuz hava koşulları, rüzgar hızı dahil

Dört kriterin hepsinin aynı anda d umsuz d ması durumunda kent geneline yayılan yangınların patlak vermesi güç ü bir d asılıktır (Lagoriç, 1990).

Plan Tedbirleri

Şehir plarına bakış açısıyla yangının yayılmasına karşı etkili bazı tedbirler vardır. En önemli lerinden biri söz konusu alandaki yanıcı – patlayıcı maddelerin miktarıyla alakalıdır. Yangınlailgili kanunların da öngördüğü gibi, ilke olarak yüksek yoğunluklu kalabalık kent merkezlerinde kolay yanabilen inşaat malzemelerinin kullanılması sınırlanarak zorundadır. 20. yüzyılın erken dönemlerinde ateşediren di mayan malzemeler yaygın olarak kullanılırken, günümüzde bazı gelişmiş ülkelerin metropollerinde ahşap ve diğerkalay tutuşan malzemelerin kullanımına kısıtlama getirilmektedir. Ne var ki, sentetik maddelerin kullanımındaki artış – kiburlar, halıolılıkta, dekorasyonda, banyo ve mutfak araç-gereçlerinde, nimeri detaylarda ve süslemelerde, döşemelik eşyada, v.b. kullanılmaktadır – bugün kritik bir noktaya varmış ve binalarımız çok fazla zehirli kimyasal içerir duruma gelmiştir.

Yangınların yayılmasını önlemeye yardımcı d abilecek bir diğerp lanlama unsuru caddelerin genişliği ile ilgilidir. Bir cadde eğer yeterince genişse doğal bir yangın emiyet şerid görevi yapabilir. 1923 de Tokyo/ Yokohama metropditen d arları dar caddeler ve birbiri ne geçniş dar sokaklardan d uşuyordu. Yangın müdahale araçları caddelerde ilerleyemediği gibi, akarsu yataklarından başka hiçbir doğal yangın emiyet şerid de yoktu. San Francisco da 1906 da meydana gelen felakette, güçlenerek ilerleyen yangını ancak yaklaşık 40 metre genişliğinde bir cadde durdurabilmişti. Kentlerin deprem sonrası plarlama ve yeriden inşasürecinde

yet erince geri ş geçitleri nt asarlanması, yüksek riskli deprembd gel erinin güvenli ğ ne önemli katkı da bul unacaktır (Lagorio, 1990).

4.2.3 Kamu Sağ lı ğ ve Güvenli ğ in Sosyal ve Ekonomik Boyutları

Depremlerin sosyal ve ekonomik etkileri incel endi ğ nde istatistiklerin ilk sıralarında can kayıpları, yaralanmalar ve maddi kayıpların yer aldığı görü lür. Ancak, kent planlama ve kentsel tasarım disiplinlerinin duruş noktasından bakıld ğ nda, depremlerin dikkate alınması gereken bir diğer etkisi de ana şokun verdiğ hasar ve/veya beklenen şiddetli artç şokların yarattığı endişe sonucu binaların boşatılması sebebiyle geçici veya sürekli evsiz kal anı nsarların sayısıdır. İkinci bir sosyal etki ise, okulların öğrenime uzun süre ara verecek kadar hasar görmesi halinde eğit im tesisleri kaybıdır.

4.2.3.1 Depremin Neden Oldu ğ u Evsizlik

Bu sorunun büyükl ü ğ ü karşı konulamaz d abilir. Örne ğ in, 1985 depreminde Mexico City nüfusunun %2'si yani yaklaşık 300.000 ki ş evsiz kalmıştı. 1988'de Er menistan'da bu rakam 500.000 id (Lagorio, 1990). Kar maşa ve şaşkınlığın egemen olduğu bir ortamda, yerel yöneti mkri zin birçok farklı boyutuyla uğraşmakla meşgul iken bu tür bir sorun çok derin sosyal etkilerin ortaya çıkmasına sebep d abil mektedir. Çok sayıda i nsanın evsiz kalması aynı zamanda büyük bir ekonomik sorun da arz eder. Barınacak yer bulmanın yanı sıra gıda temini de önemli bir sorundur.

Depreme maruz kalmış diğer pek çok bđgede olduğu gibi Türkiye'deki depremlerde de çok sayıda depremlerde barınma ve beslenme konusunda komşul arından ve geniş ailelerinin diğer fertlerinden destek almaktadır. Bazıları devletin sağladığı barınaklara yerleşirken diğer bazıları da yıkılan veya hasar gören evlerinin yakınlarındaki boş arsalarda veya parklarda kendi d anakları çerçevesinde yardımlaşarak ve toplumsal dayanışma i ğ nde yaşamalarını sürdür müşlerdir.

Bu tür durumlarda i yileştirme sürecinde, evsizler i ğ in yeterli konut sağlama koşulu, önemli bir planlama ve tasarım sorunu olarak kendini göster mektedir.

4.2.3.2 Eğit im Tesisleri Kaybı

Gel ecek nesilleri yetiştirilmesi i ğ in okullar t ümuygarlıkları n en önemli kaynaklarıdır. Gençler ve çocukları nı de ğ iş nhere uyum sağlama konusunda yeti şkinler kadar becerikli de ğ ildir ve bu yüzden okul binalarının hasar görmesi sebebiyle başka bir yere nakledil me, sınıf arkadaşlarının d i mesi ve yaralanması, öğrenimin sekteye

uğraması ve okul ağıdeme meğbi durumları orları çnsarsı d abılır. Savunması z bir çocuğun güvenliğı ve iyiliğı düşünöldüğünde bu durum duygusal bir toplumsal dudur.

Bu sebeple Californiada 1934de bir yasa çıkartılmıştı. Bu tür afetlerin ve acı kayıplarında bileceğı toplumbiliniinde öyle biriz bırakmıştı ki, okul binalarının diğer yapılara orarı a depreme karşı daha direndi inşa edilmeeri ni zorulu kılan ve özel bir yapı türü darak sınıflandıran bir yasa çıkartılması sağandı. Bu yasanın işdilmesi sayesinde 1934 yılından bu yana Californiada meydana gelen depremlerde okul binaları zarar görmemiştir. Bu yasa diğer ölkelere eğitim tesislerinin tasarım ve inşaları için bir model dışturmaktadır (Lagoriq 1990). Ükemizdeki uygulamada da okul binalarının önem katsayısı daha yüksek belirlenmiştir. Ancak buna rağmen 1999 depremlerinde çok sayıda okul yıkılmış ya da hasar görmüştür. Depremi n merkez üssüne uzak sayılabilecek bir mesafede yer alan İstanbul'da hasar gören okul sayısının çokluğu ilginçtir. Genel darak kamuya ait yapılarda gözlenen hasar yoğunluğu soru işaretleri ne sebep d maktadır. Konuyla ilgili dökümler, 5. bölümde ilgili başlıklarda verilecektir.

4.2.4 Uzun Dönem Ekonomik Etkiler

Hasarın yd açtığı kayıplar depremi n meydana geldiğ dönemi baz darak paraya çevrilir. Ne var ki bu hıkayeni n sadece bir bölümüdür. Ekonomik maliyet uzun bir dönem boyunca sürebilir. Her şeyi n normal e dönüp tam ve doğru bir tespiti n yapılabilceğı ortama ulaşılıncaya kadar toplam ekonomik etkiyi dçmek zordur. Fakat diğer birçok ekonomik kayıp bu toplama yansımaz, ki bunlar ticaretin durgunlaşması sebebiyle üretim gelirleri ve ücretlerdeki kayıpları, turizm gelirlerindeki düşüşleri, endüstriyel üretimi n azalmasına bağı darak ihracat gelirlerindeki kaybı kapsar. Şddetli bir deprem gelişmekte d an bir ölkeni n gayri safi milli hasılasında kayda değer bir düşüşe kdayılıkla sebep d abilir; çünkü hayati önemi d an bir bölgeri n üretim kapasitesi, iyileştirme t amamlanıncaya kadar mevcut durumdan etkilenecektir.

Örnek darak, önemli bir endüstri d an turizmde, tesisleri n yıkılması veya hasar görmesi sebebiyle öncelikle bir maddi hasar ve kayıp söz konusudur. Bu tesisleri n yeriden faaliyete geçebilmesi için geçen süre de bir gelir kaybı anlamına gelmektedir. Üçüncü bir unsur ise, deprem ddayısıyla d uşan dumsuz reklami n potansiyel ziyaretçiler üzerinde yarattığı tedirg rliğı n, depremi n hasar dı madan atlat an tesisleri de gelir kaybına uğratmasıdır.

Yine de büyük bir deprem felaketiinden sonra yaşanan en ciddi ekonomik etki nin iyileştirme ve yeriden yapılanma maliyetlerinden kaynaklandığı bir gerçektir. 1999 da Doğu Marmara da yaşanan kayıplara ilişkin ayrıntılar 5. bölümde verilecektir.

4.3 Jedqik ve Ssnik Risk Etmenleri nin Tanınması

Gerçek bir yerleşim planlaması, gerekse bir bina veya binalar bütününden oluşan bir inşaat faaliyeti öncesindeki ilk ve en önemli adım arazinin ve yakın çevre özelliklerinin değerlendirilip değerlendirilmediğine, bôgerinin bir bütün olarak mevcut depremsiz saptamalarının tamamı nı p tamamlanmadığına ilişkin araştırmaların ortaya konmasıdır. Bu süreç, yapı tasarım ve/veya yerleşim planlaması çalışmaları nın ön hazırlıklarından bile önce yapıl mak zorundadır.

Deprem in binalar üzerindeki etkilerinde arazinin jedqik özelliklerinin doğrudan payı dacağına önceki bölümlerde ayrıntılı olarak değinilmiştir. Eğer risk değerlendirmesi henüz yapılmamışsa hiç vakit kaybedilmeden hemen tanımlanmalı, eğer tanımlanmış ise, bir depremin arazi üzerinde önerilen bir binanın performansına etkileri – eğer varsa – analiz edilmelidir. Her iki durumda da plan/tasarım süreci öncesindeki eylemler, önerilen binanın ömrü içinde bir deprem meydana gelmesi halinde bölgedeki beklentilerin ne dacağı ve böyle bir dayın binanın performansı üzerinde netür etkileri dacağı hususlarına karar vermek için öncelik gereklidir.

Bu noktada, arazinin ve bölgenin genel risk değerlendirmesi yapılırken, potansiyel deprem kaynaklarının ve diğer jedqik tehlikelerin ayrıntılı olarak ortaya çıkartılmasını sağlayacak belli bir sistematik yaklaşım olması gerektiği açıktır. Aksi ni düşünmek ve gerekli düpd madığına yönelik ön bilgilerden bi haber biçiminde yerel düzeyde çok ayrıntılı jedqik, ssnik, v.b. araştırmalara girişmek, kimi durumlarda zaman ve mali kayıptan başka bir şey sağlamayabilecektir.

Söz konusu bölgenin deprem bôgesi derecesi, aktif faylarla dan konum ilişkisi, jedqik katmanların yeraltındaki d zilişeri ve özellikleri, topoğrafya, yeraltı suarı, zeminin depremda davranış na ilişkin genel veriler ve bu gibi pek çok bilgi içeren ü ke, bölge ve kent düzeyinde yapılmış dan veya yapılması gereken çalışmalar plan/tasarım süreci öncesinde başvurulması gereken kaynaklardır. Böylelikle, sağlıklı bir ssnik risk değerlendirme yapılabilcek, daha ayrıntılı incelemlerin gerekliliği bu aşamadan sonra sorgulanabilecektir.

Örnekl emek gerekirse, çalışmaya konudan bölgeden aktif bir fay hattı geçmediği varsayıl s n. En yakın aktif fayın uzaklığı ve d ası depremde bölgede meydana

gelilecek zemin tepeme değerlerinin araştırılmasına yönelik çalışmalar, ancak çalışma alanı depremle ilgili bir bölgede yer alıyorsa gereklidir.

Bu bakış açısıyla depremlerle birlikte yaşayan pek çok ülkede jeodetik ve sismik risklerinin belirlenmesinde kullanılan çeşitli ölçeklerde ve konularda üretilmiş haritalar bulunmaktadır. Türkiye’de kullanılmakta olan ve yaptırılması konuyla ilgili kurumlarca önerilen haritalar irdelenmeden önce, deprem araştırmaları ve deprem bölgeleğinde yapılaşmayla ilgili yasal düzenlemelere ilk başlayan ülkelerden biridir. ABD’deki kademelenme Lagorio (1990) ’nun değerlendirdiği biçimde bölüm 4.3.1.’de yer alan başlıklar altında anlatılacaktır.

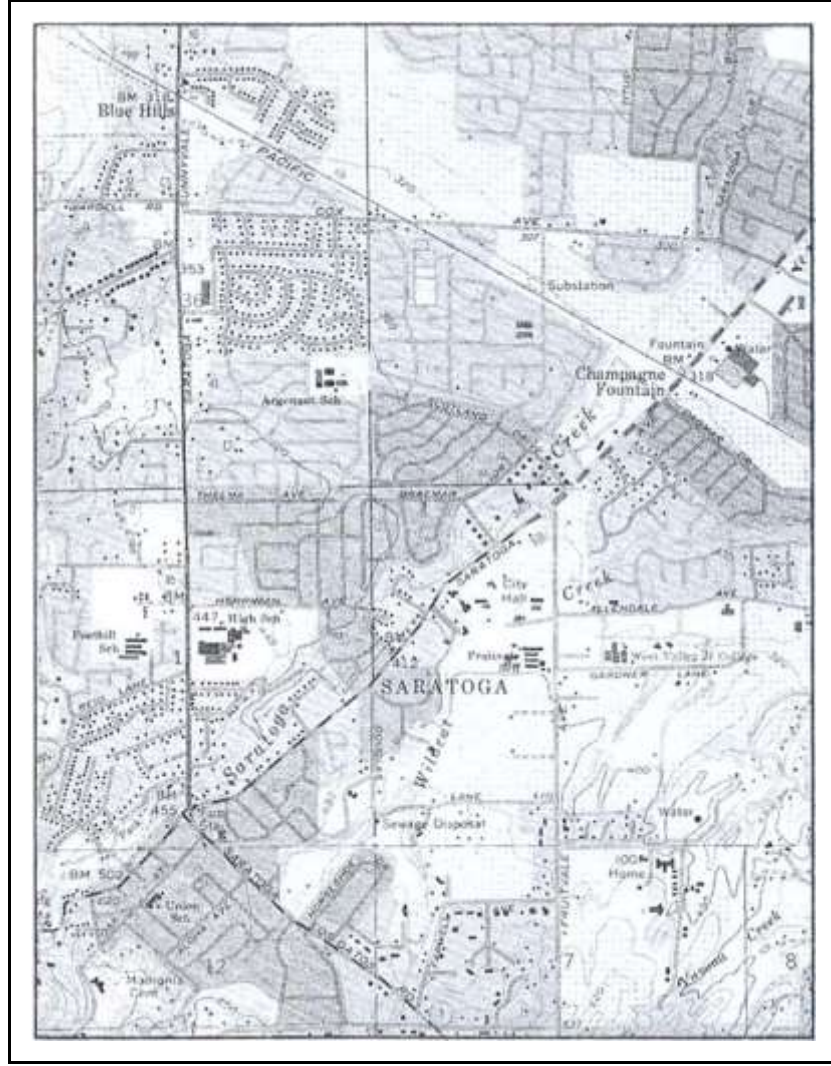
4.3.1 ABD’deki Kademelenme

4.3.1.1 Jeodetik ve Topoğrafya Haritaları

Konuyla ilgili mevcut birçok resmi doküman arasından öncelikle incelenmesi gerekenler bölgesel temelde yaygın jeodetik özellikleri gösteren genel fakat teknik olan haritalardır. Bunlar arasında en yararlı olan iki di, ABD federal hükümetinin bir organı tarafından bütün ülkeyi ve bir eyalet organı tarafından bütün eyaleti kapsayan hazırlanmışlardır. Her ne kadar genel de dalar fay zorlarının ve zemin özelliklerini tanımlama ve değerlendirme için sunan yararlı kaynaklardır.

Federal hükümet düzeyinde, deprem ve jeodetikle ilgili çalışmaların başında Birleşik Devletler Jeodetik Araştırmalar Kurumu (USGS) vardır. Tüm ülkeyi kapsayan topografik haritalar üretmek USGS’in hizmetlerinden biridir. Bu haritalarda belli başlı jeodetik bilgiler, fay zorlarının genel mevkileri ve büyük kentlerin konumları ile caddeleri, binaları, ulaşım sistemleri ve diğer bilgiler uygun ölçeklerde çizilerek gösterilmektedir (şekil 4.2). Bunun yanı sıra USGS özel olarak fay hatlarını konulan daha detaylı deprem haritalarını da çıkarmaktadır. Tüm bu haritalar depreme eğilimin olan alanların tanımlanmasında son derece yardımcı olarak, mimar ve planlara üzerinde çalışılan arazinin genel jeodetik özellikleri ve riskleri hakkında belli bir resim verecektir.

Bir sonraki aşama bir eyalet organının çıkardığı haritalardır. Bu haritalar eyalet hükümeti bünyesinde yer alan jeodetik ve doğal kaynaklarla ilgili bir birim tarafından üretilir. Tıpkı USGS haritalarında olduğu gibi eyalet tarafından hazırlanan haritalarda fay zorlarının konumlarını içeren genel jeodetik bilgiler sunarlar, fakat daha özgül bir yaklaşımla daha ayrıntılı bilgileri içerirler. Eyalet düzeyinde hazırlanan böyle bir yaygın, yoğun jeodetik bilgilerin ayrıntılı olarak haritalandığı bir jeodetik atlas niteliğindedir.



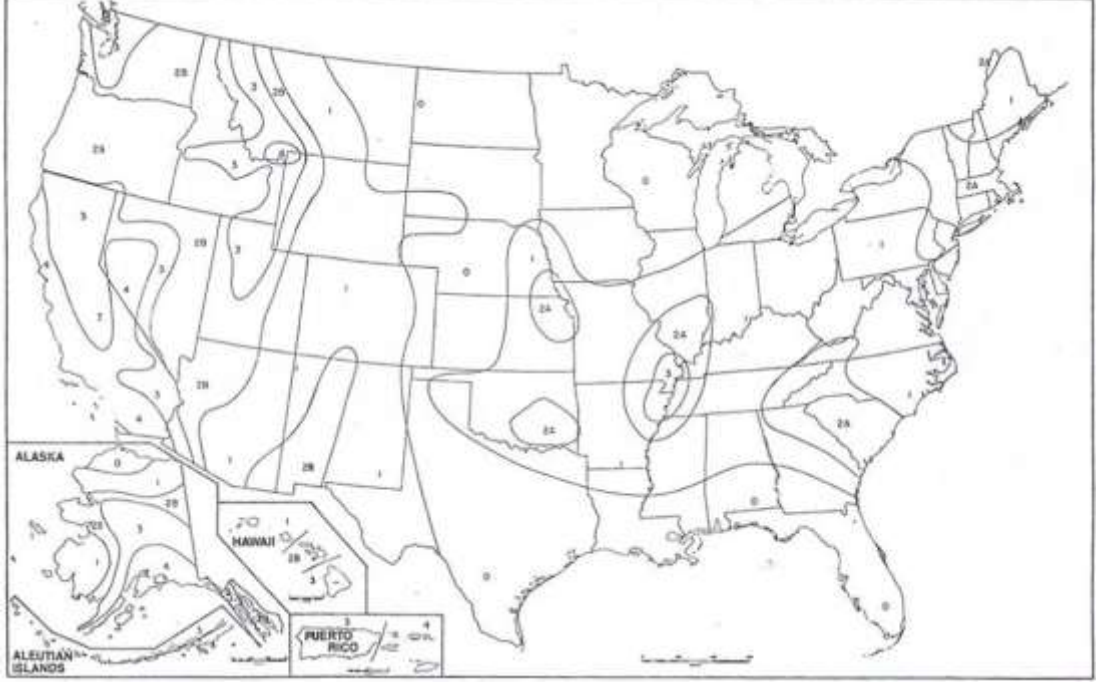
Şekil 4.2 A B D’de deprem riski belirleme amacıyla üretilen jeodjik ve topoğrafya haritası örneği

4.3.1.2 Sismik Risk (Deprem Bölgeleri) Haritaları

Dğer bir harita türü bir bölgenin deprem riskini diğer bölgelerle karşılaştırarak tanımlamaya çalışır. Bu haritalar planıya geniş bir bölgedeki deprem riski kademesinin çabucak ve görsel olarak edilebilirliğini yansıtır. Yukarıda bahsedilen USGS jeodjik haritaları verilen bölgenin jeodjik özellikleri ve fay zordalarının konuları hakkında mükemmel malzemeler sunarken söz konusu bölgenin bağlı risk kademesini ifade etmeyi amaçlamazlar.

Genel bir ifadeyle, en basit ulusal sismik risk haritası, son 200 yıl boyunca meydana gelmiş ve kaydedilmiş depremlerin konum, sayı ve büyüklükleri temelinde dayanır. Tüm bu veriler en büyük magnitüd depremlerinin sayıca en fazla meydana geldiği -ddayısıyla en riskli - yerleri ifade etmek üzere haritalara aktarılır. Geçmişte meydana gelen depremlerin kümelenmiş yerlere bakılarak yüksek ve düşük deprem

risk taşıyan bölgelerin karşılaştırılması olarak tanımlanmasında bu haritalar oldukça etkilidir. Böyle haritalar her yıl, bilhassa sismik aktivitenin yoğun olduğu bir yılın ertesinde sürekli olarak güncellenmektedir.



Şekil 4.3 ABD deprem bölgeleri haritası

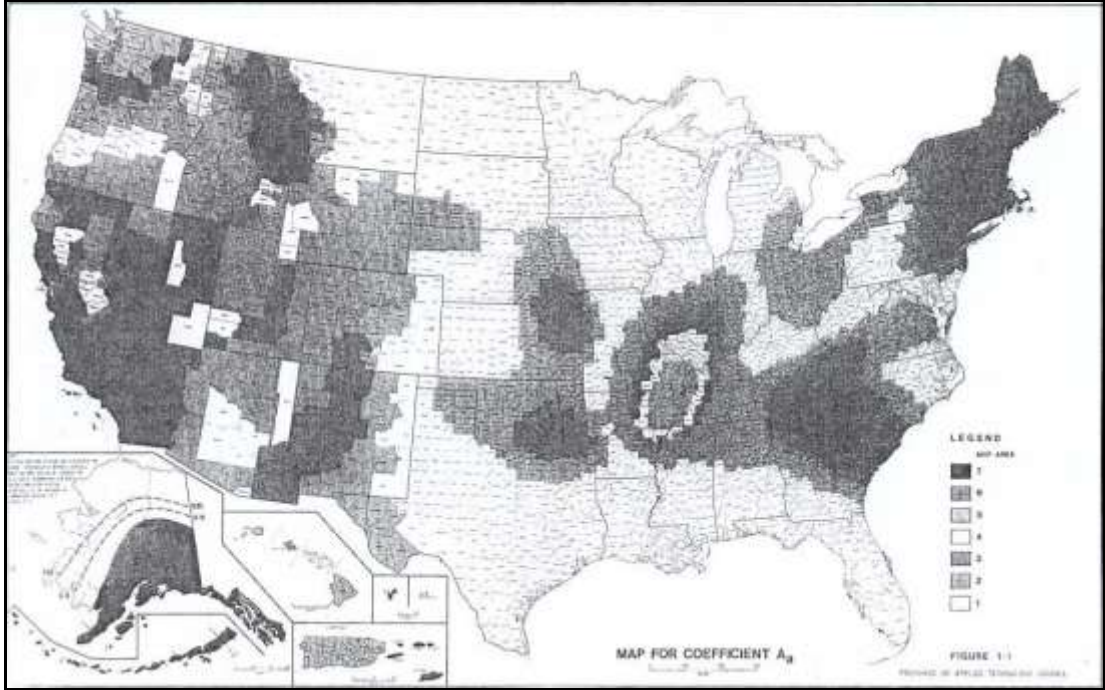
Deprem kayıtlarının gösterildiği haritalardaki veriler, geniş bir alandaki risk kademelerinin rakamlarla ifade edilen bölümlere ayrıldığı bir harita yapısında kullanılmaktadır. Şekil 4.3'te gösterilen ve 1988 Yönetmeliği'nde (UBC- Uniform Building Code) de kullanılmış olan Birleşik Devletler deprembölge haritası 0'dan 4'e kadar sınıflandırılmış beş bölge içermektedir. 4. Bölge deprem riski en yüksek alanları temsil etmektedir.

4.3.1.3 Etkin Yer İvmesi Haritaları

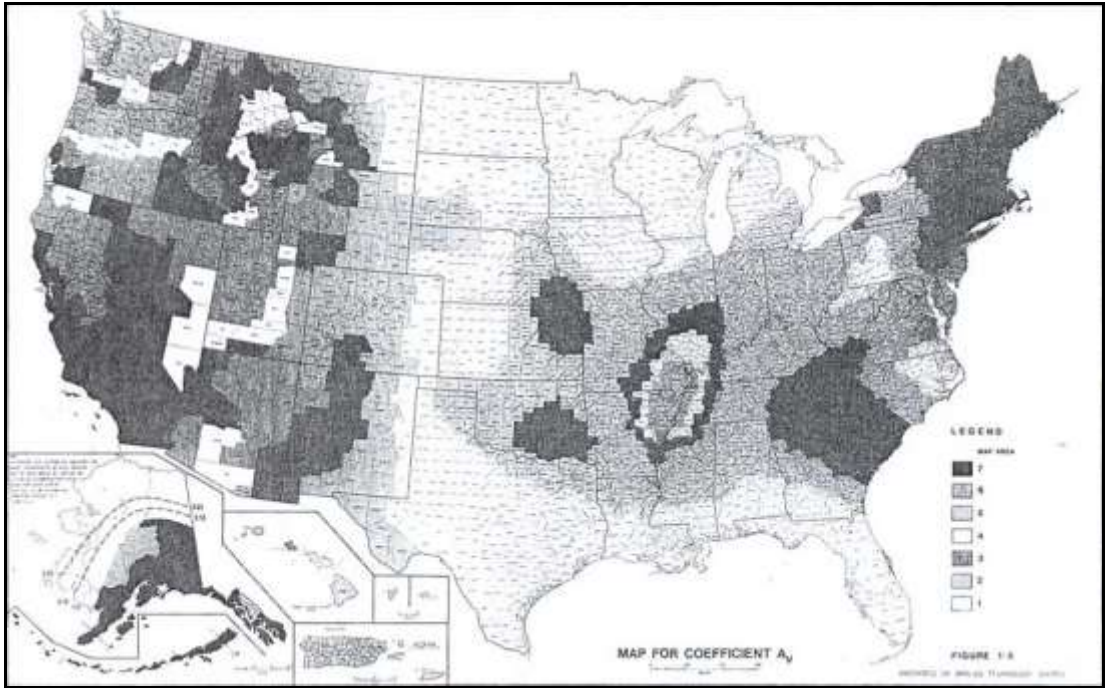
Bir önceki başlıkta anlatılan haritalar yapı tasarım bakımından bir dereceye kadar sınırlıdır. Çünkü, ne bölgedeki depremselliğin diğer bir ölçüsü olan beklenen bir depremin tekrarlanma sıklığı hakkında, ne de çok belirsiz dahi olsa bölgedeki dâsi ivme tepedeğerleri hakkında hiçbir verecek herhangi bir bilgi içermektedirler. 1978'de beklenen yer sarsıntısı şiddetini, etkin zirve ivmesi ve hız bağıntılı etkin zirve ivmesi için katsayılarla tanımlanarak gösteren iki yeri harita hazırlanmıştır (Şekil 4.4 ve 4.5).

Planı, bu haritaların sunduğu tüm bilgiyi kullanarak, verilen bir bölgenin küçük özellikleri, fay zonlarının konumları, deprem riski kademesi ve etkin zirve ivmesi gibi

tüm özelliklerini bir araya getirerek kısa sürede bölgenin genel bir resmini oluşturabilecektir. Açıkçası bu durum en çok bölgedeki zemin yapısının arazi kullanımı ve yapı tasarımına getirdiği sınırlamaların ortaya konmasında yararlı olacaktır.



Şekil 4.4. Etkin zirve ivmeleri ne dayanan deprem bđ gel eri haritası



Şekil 4.5. Hz bağı artılı etkin zirve ivmeleri ne dayanan deprem bđ gel eri haritası

4.3.1.4 Zayıf Zemin Haritaları

Yapısal olarak kusurlu zeminleri gösteren haritalar yerleşim planlamasının diğer bir önemli bileşenidir. Kritik bir etken olarak, birçok deprem keşif raporu kötü zeminli alanlar ve artan bina hasarları arasındaki ilişki den bahsetmektedir. USGS, bu bilgiyi destekleyen haritalar yayınlamıştır, fakat bunlar kullanıcıların biraz kısıtlı klanımlarda geliştirilmiştir. Öte yandan eyalet düzeyi ve yerel düzeydeki kaynaklar tarafından geliştirilen haritalar, tasarımcıların kullanım için daha uygundur. Bu sınıftaki tür harita vardır:

- 1) zayıf zeminler,
- 2) toprak kayması.

Her iki türünde, deprem etkisiyle birleştiğinde yapılaşma için potansiyel sorunlu alanları temsil ettiği söylenmeye gerek yoktur.

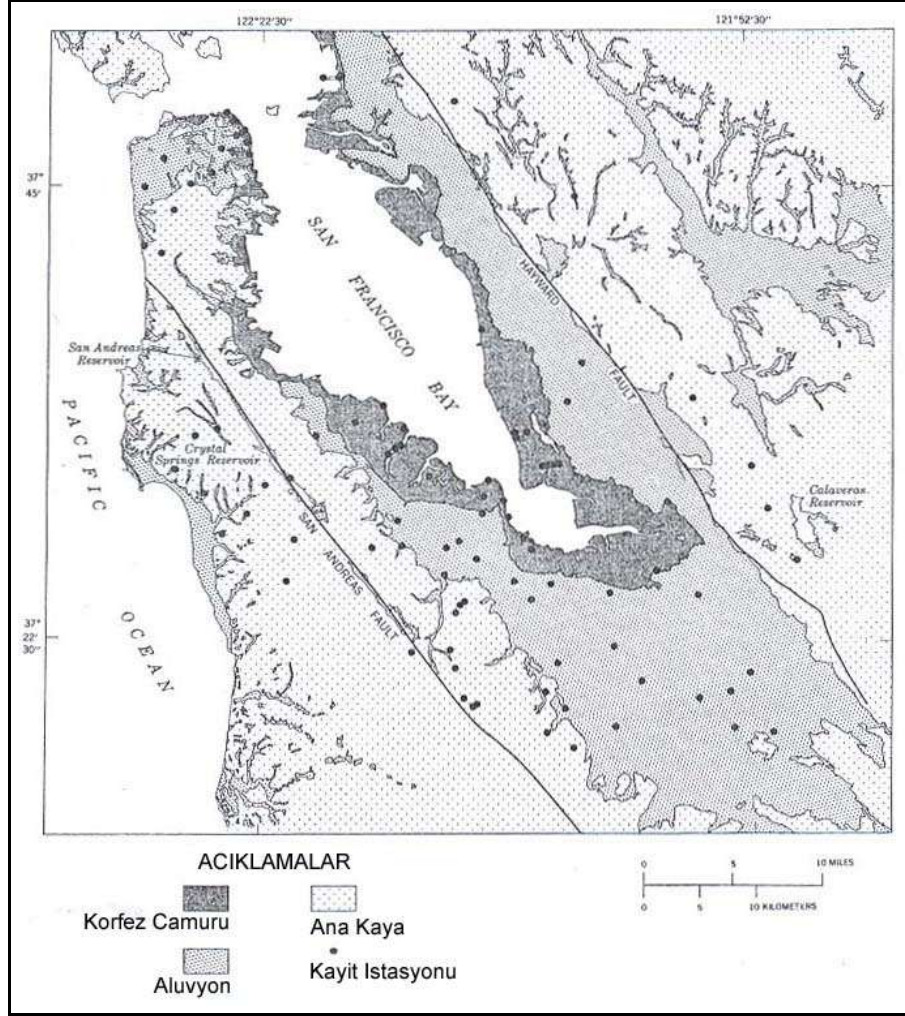
Bu durumda, zayıf zeminler şu şekilde sınıflandırılır. Mühendislik uygulaması yapılmamış, gevşek, yapay dolgu alanları gibi dinamik yükler altında yapısal olarak sıhhiatsız alanlar; ve su yollarının kenarları boyunca uzanan suya doygun ve sıvılaşmaya yatkın alanlar. Bu alanlardaki zemin, sıkı, sağlam ve pekiştirilmiş zeminin tersine gevşek ve istikrarsız olarak kabul edilir. Tipik olarak bataklık alanlarda bulunan yumuşak, yüksek oranda sıkıştırılabilir, suya doymuş ince taneli siltlerden oluşurlar.

Doğal körfez ve limanların eski sınırları çevresinde kentsel gelişme ve büyüme artışıyla kullanılan üzere sonradan dolmuş olarak kazanılan bu türden birçok alan keşfedilmiştir. Birçok örnekte eski körfezin gerçek kıyı hattı kentsel büyüme sonrası silinmiş ve tam konumu unutulmuş olabilir. Hepsi de önemli ölçüde riskli deprem bölgesinde bulunan Boston, Seattle, San Diego, San Francisco, Los Angeles, Long Beach ve Charleston gibi kıyı kentleri tipik örneklerdir. Şekil 4.6 da bir zayıf zeminler haritası gösterilmektedir. Bu tür bir bilgi bir yerleşim planı geliştirilirken oldukça önemlidir.

Zayıf zeminli alanlarda binanın büyük hasara uğraması hususunda iki sebebin altı sıklıkla gözlemlenmektedir:

- 1) yumuşak zeminler geçmekte olan deprem dalgalarını büyütmekte ve periyotlarını uzatmaktadır.
- 2) farklı zemin türleri sebebiyle yapı depremden daha önce zayıflamış olabilir.

Her durumda, ciddi bir deprem sonrası zayıf zeminli alanlar üzerinde ağır hasarlı yoğun bina kümeleri ne rastlamak dışı nadir bir durum değildir.



Şekil 4.6 San Francisco körfez bölgesinde jeolojik birliğin genelleştirilmiş dağılımı

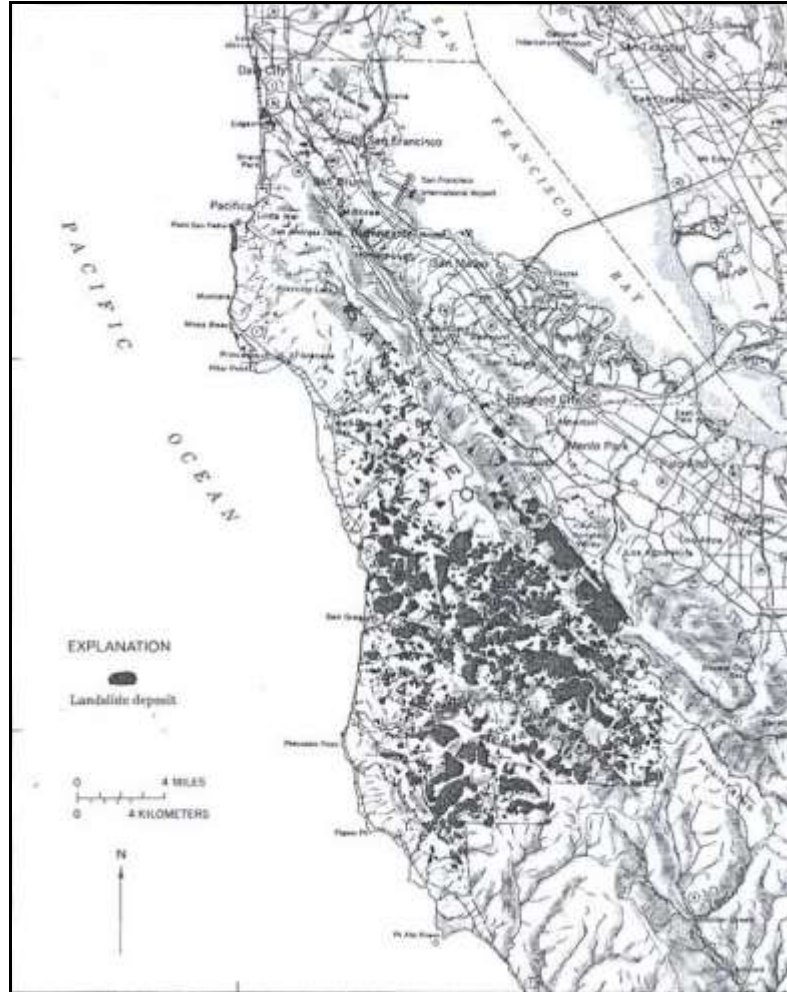
4.3.1.5 Toprak Kayması Haritaları

Bir alanın toprak kaymasına duyarlılığıyla ilgili bilgiler planlama ve tasarım uzmanlarının kullanmak zorunda olduğu bir bilgidir. Gelişmiş arazilerdeki toprak kayması potansiyelini gösteren haritalar, gelişme öncesiindeki mevcut risk durumuna işaret etmelerinden dolayı, büyük ölçekli yapı grupları uygulamalarıyla birlikte çalışan mimar ve planlar için son derece değerlidir. Uygulamadan sonra, gerek uygun yerleşim planlaması sayesinde oldukça azaltılacak şekilde, gerekse temel planlama ilkelerinin önemsenmemesi sonucu artırılmasıyla, bir biçimde risk oranı keskinlikle değişecektir. Özellikle yılın en yağışlı döneminde olmak üzere depreme bağlı toprak kaymalarının oldukça yaygın olması sebebiyle, herhangi bir yerleşim planı geliştirilmeden önce, bölgenin toprak kaymasına duyarlılığıyla ilgili verilerin etkilemek hayati önem taşır. Bu durum sadece plana esas olan arazi için değil, onu çevreleyen ve muhtemel bir toprak kaymasında onu etkileyebilecek komşuları için de vazgeçilmezdir.

USGS bünyesinde, Amerika Birleşik Devletleri'nin toprak kaymasına duyarlı bölgelerine ait bilgiler haritaformatında mevcuttur. 1972'de USGS ve A.B.D. İskan ve Kentsel Gelişme Dairesi arasındaki işbirliğiyle California'da, San Francisco Körfez Bölgesi Çevre ve Kaynak Raralama Çalışması kapsamında iki toprak kayması haritası üretilmiştir. Bunlar:

- 1) San Francisco Körfez Bölgesi'ndeki hasar verici toprak kaymalarının illere göre dağılımını ve maddi zararı gösteren harita
- 2) San Francisco Körfez Bölgesi'nde toprak kaymalarının tahmin edilen bağlı çokluğu

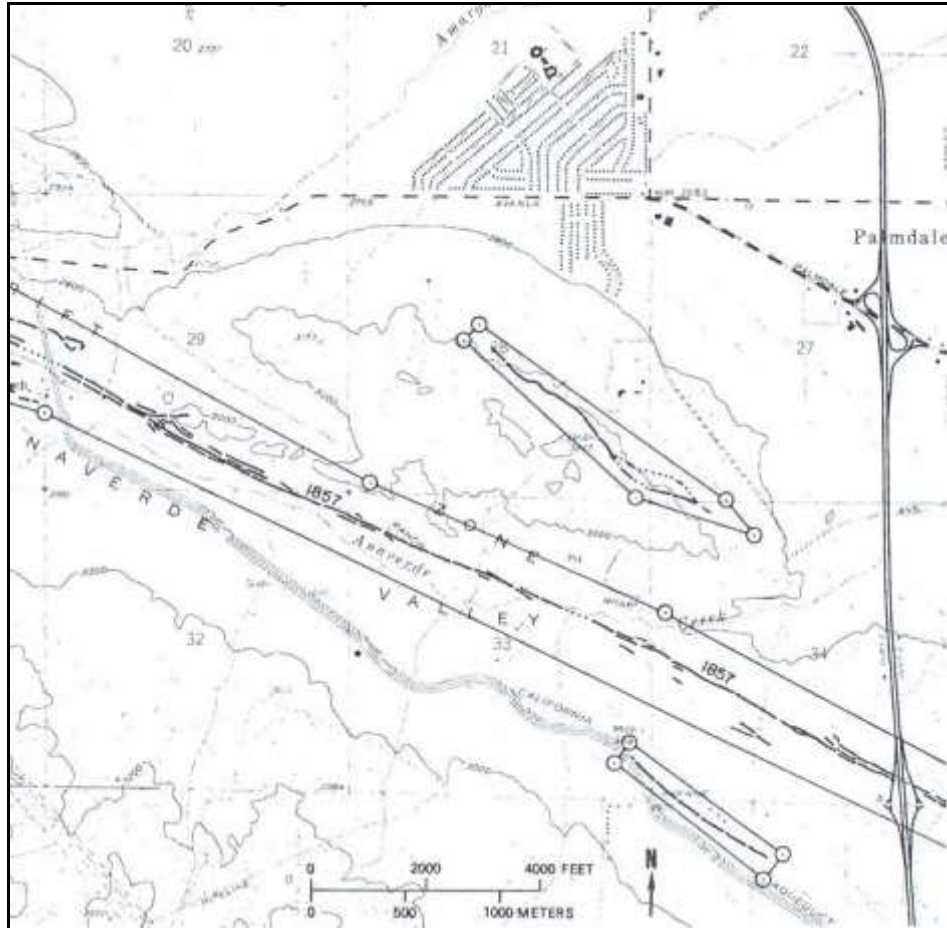
Yerleşim alanı çok genel bir bakış açısıyla geliştirilen bu harita da, her şeye rağmen bir bölgenin toprak kayması eğilimi gösteren alanlarına ilişkin nesnel bilgiler sunmaktadır. Halihazırda mevcut bulunan bilgi, bir yerleşim planı oluşturulması öncesi toprak kayması riski veya toprak kaymasına duyarlılığı tanımlamakta değerlidir. Bu tür haritaların bir örneği Şekil 4.7'de resmedilmiştir.



Şekil 4.7. San Francisco körfez bölgesinde toprak kaymasına duyarlı alanları gösteren harita

4.3.1.6 Özel Çalışma Alanları

Son yıllarda, eyaletlerin arazi kullanımı ve gelişme hedeflerinin bir parçası olarak, fayların konumlarının tanımlanması temel amaç çerçevesinde harita hazırlama eğilimi ortaya çıkmış, bu yolla “özel çalışma alanları” oluşturulmuştur. Bütün konut dışı inşaatlarla büyük ölçekli konut inşaatlarında bu haritaların kullanımı zorunludur. Bu haritalar California Eyaleti’ndeki potansiyel ve halen aktif olan bütün fay hatlarını ayrıntılı bir biçimde göstermektedirler (Şekil 4.8). Sadece aktif fay hatları haritalandığı için bu haritalardaki etkin sözcük “aktif”tir. Aktif fayın jeodetik tanımlama, yakın jeodetik zamanlarda hareketlendiğine dair delil bulunan fay şeklinde yapılmaktadır. 1952 California Kern Country depremiyle herkesi şaşırtan White Wolf fayı gibi, bazı faylar keşfedilmemiş veya aktif olduğu bildirilmiş olabilir. Yine de bu sınırlamalarla bile jeodetik haritalar planı ve tasarımlara son derece yardımcı olmaktadır.



Şekil 4.8 San Andreas fayı boyunca uzanan özel çalışma alanlarını gösteren bir harita örneği

Jeodetik “özel çalışma alanları” yaklaşma koşullarını denetleyen yasal düzenlemelerdir. Özel çalışma alanları, bir arazi kullanımı kontrol mekanizması

darak, bilinen aktif faylarını çerdğ kırıkları bir bölge (zon) olarak kapsar. 1971 San Fernando depremini takiben Alquist – Prieto Özel Çalışma Alanı Yasası'nın geçmesiinden sonra Californi'da fay zonu haritalanması tamamlanmıştır.

Özel çalışma alanları aktif fay zonları ile ilgilidir ve herhangi bir binanın doğrudan fay izi üzerini inşa edilmesiyle sınırlanırlar. Doğrudan fay hattı üzerini inşa edilmesi için, tam bir jeodjik etüd yapılmaksızın hiçbir temel tesise özel çalışma alanı ile anılan bir bölgede plan veya yer seçimi yapılamaz. Özel çalışma alanı içinde kalan bir bölgede, inşaat ruhsatı verilmeden önce kanunun gerektirdiği koşulların karşılanması yasayla sağlanmaktadır. Eğer arazi özel çalışma kuşağı içinde yer alıyorsa fay izinin mülkiyet üzerindeki kesin konumunu saptamak için özgül jeodjik arazi inceleme gereklidir. Bu noktada yerleşim planı bu veriyi göz önüne alarak doğrudan fay izinin üzerinde hiçbir yapılaşmaya izin vermemelidir. Riski girmemek için binaların faydan uygun bir uzaklığa çekilmesi önerilmektedir. Özel çalışma alanı haritalarının yapılmı fay zonu boyunca belirli strüktürlerini inşa edilmesiyle sınırlanmasıyla mikro bölgeleme sürecinin bir bğimidir. Önemli adımların konumu, yeri ve inşası elbette ki, arazi kullanım emekleri için yapılan özel çalışma alanı kanununun hükümlerine uymak zorundadır.

4.3.1.7. Mikro Bölgeleme Haritaları

Sismik mikro bölgeleme metodları, tıpkı deprem riski hakkındaki bilgiler ile arazi kullanım politikaları kararlarını koordine eden araçların geliştirilmesinde olduğu gibi, yüksek veya ortalama risk altındaki bölgede tüm sismik ve jeodjik risklerin tanımlanmasını, sınıflandırılmasını, değerlendirilmesini ve nitelenmesini gerektirir. Normal olarak böyle araştırma arı gerış dıç etoplanan yerleşim verileri üzerine dıstırlan haritalara sonuğanırlar. Bu haritalar beklenen en büyük deprem şiddeti, aktif faylar, jeodjik birimler, özel çalışma alanları, zemin tepkileri, sıvılaşma yatkınlığı, toprak kayması duyarlılığı ve tsunamiye bağılı su baskınına uğraması muhtemel bölge hakkındaki verileri gösterirler. İyi bir mikro bölgeleme haritası potansiyel olarak sismik açıdan sorumlu alanları çizili olarak gösterir, sorunları tanımlar ve muhtemel şiddetlerine (sertliklerine) işaret ederek etkilerini nicel olarak ifade eder.

Bu mikro bölgeleme haritaları kritik adımların yapı ve tesislerini, tehlike arz eden zehirli maddelerin, sanayi gelişme alanlarının, nüfusun yoğunlaştığı merkezlerini, ulaşım güzergahlarının, iletişim sistemlerinin ve açık alanların uygun yer seçiminde bölgesel arazi kullanım planlarında anahtar öneriler olarak kullanılabilirler. Haritaların temel amacı, fonksiyonel kullanımlara karşı risk düzeylerinin çizilerek

yerel düzeyde doğru arazi kullanımları sayesinde depremin sebep olduğu risklerin azaltılmasıdır.

4.3.1.8 Yerleşim Planlaması

Sismik mikro bölgeleme araştırmalarında bu tür planlama öncesi çalışmalar, yapılaşmaya konulan arazinin amaçlanan fonksiyona ve özgül gereksinimlerine bölgeleşmeye uygun olup olmadığı konusunda yapılacak tartışmalarda planıya bir duruş noktası verecektir.

Uygun arazi kullanımı bakış açısı bir keret tamamıyla belirlendikten sonra, eğer inşaat alanı yapının amaçlanan fonksiyonuyla örtüşmediği gerekçesiyle reddedilmediyse araziye özgü planlama başlayabilir. Bu uğraşa gerek duyulan üç adımdır:

- 1) arazi kullanımının bölgeleşmeye uygunluğu bağlamında mikro bölgeleme haritasının değerlendirilmesi,
- 2) arazi özeliinde analizler ve
- 3) söz konusu arazinin uygunluk değerlendirilmesi.

Binanın amaçlanan kullanımı, kullanımı süresi ve fonksiyonuna karşılık tahmini olarak tasarısına dayatılan sismik sınırlayıcıların değerlendirilmesi önemlidir. Alandaki sismik riskleri tanıyan ve karşılık veren bir yerleşim planını yüklenmek için ancak bu yolla akılcı bir yaklaşım sağlanabilir.

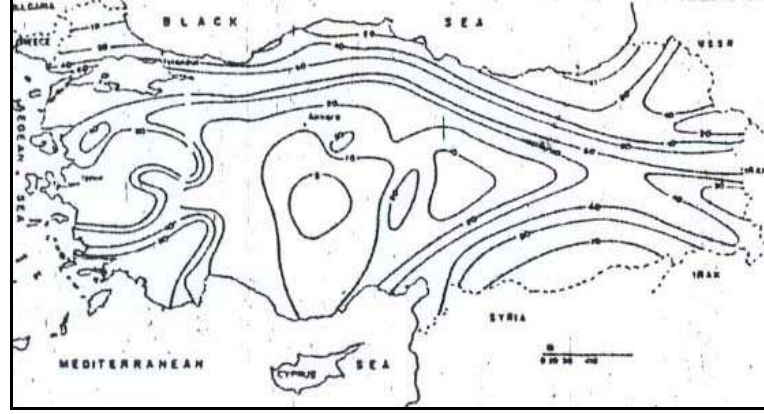
Herhangi bir plan veya mimari tasarım hazırlığına başlamadan önce, sismik mikro bölgeleme verilerini kullanarak arazinin arazi kullanımı tayinini tamamlamak için zaman harcamak konunun uzmanı için bir tedbirdir. En kısa sürede kavramsal ön tasarım yaklaşımlarının gerekli olduğu acil durumlarda bile öncelikle arazinin deprem risk değerlendirmesinin yapılması en doğru yaklaşımdır. Aksi yapılmak ihtimaliyle sarsaklık olacaktır.

4.3.2 Türkiye’de Kullanılan Haritalar

Türkiye’de gerek kamuoyunda gerekse şehir planlama disiplininde en yaygın olarak bilinen ve kullanılan harita türleri deprem bölgeleme haritası, jeolojik haritalar ve yerleşim uygunluk haritalarıdır. Bu haritalar aşağıdaki başlıklarda ele alınmıştır. Bunların yanı sıra etki yer ivmesi haritası (eşivme kontur haritası) ve sismotektirik harita gibi başka kaynaklar da mevcuttur.

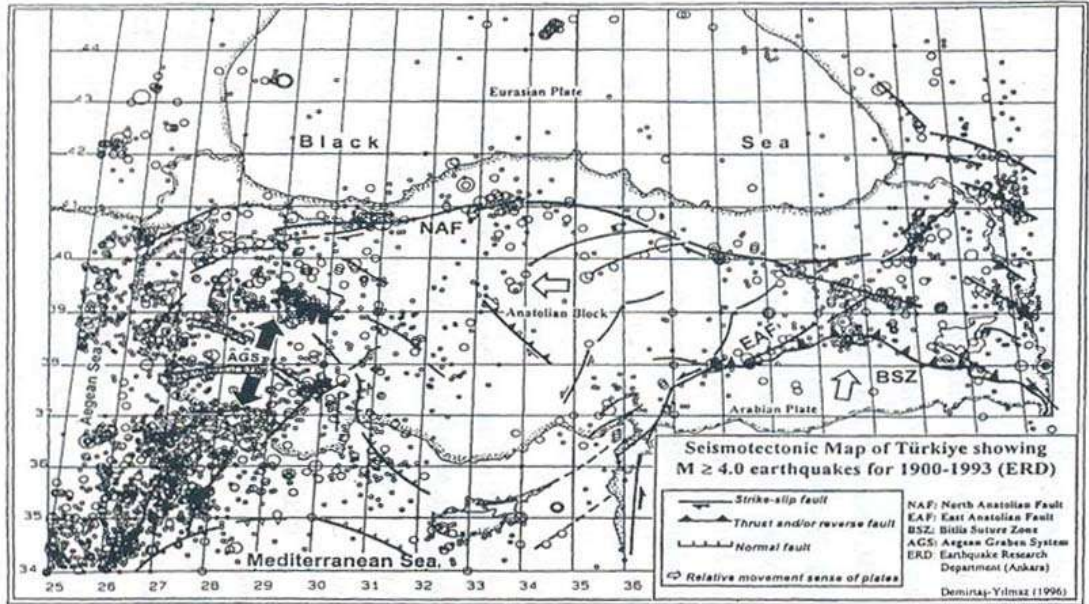
Çok sayıda sismik tehlike kaynağından etkilenen çok sayıda alt bölgenin bulunduğu bir alan için sismik tehlikeri tanımlanmasında uygun olan yaklaşım önce bunu tek bir tehlike kaynağı ve tek bir noktaya indirgemektir. Jeolojik ve istatistik araştırmalarla birleştirilerek, incelenen bir noktada yer hareketi yoğunluğu ihtimal

hesabına dayanan belirlemelerle üretilir. Böyle bir inceleme çok sayıda noktayı içine alır ve enterpolasyonla bu noktalar birleştirilirse, şekil 4.9'da verilen ve Türkiye'de yaklaşık 500 yıllık bir sıklıkla kendini tekrarlaması beklenen maksimum yer ivmesini gösteren harita elde edilir (Gükan ve Ergünay, 2000).



Şekil 4.9. Türkiye'deki yer ivme haritası (eş ivme kontur haritası)

Sismotektonik haritada sefay hatları ve tipleri, tektotik evhalar ile bunların hareket doğrultuları ve meydana gelen depremlerin büyüklükleri ile merkez üsleri ne göre dağılımı gösterilir. Demirtaş ve Yılmaz (1996) tarafından hazırlanan Türkiye Sismotektonik Haritası şekil 4.10'da verilmiştir. Bu haritada 1900-1993 yılları arasında Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelen Richter ölçeğine göre büyüklüğü $M \geq 4.0$ olan depremler gösterilmektedir.



Şekil 4.10. Türkiye sismotektonik haritası

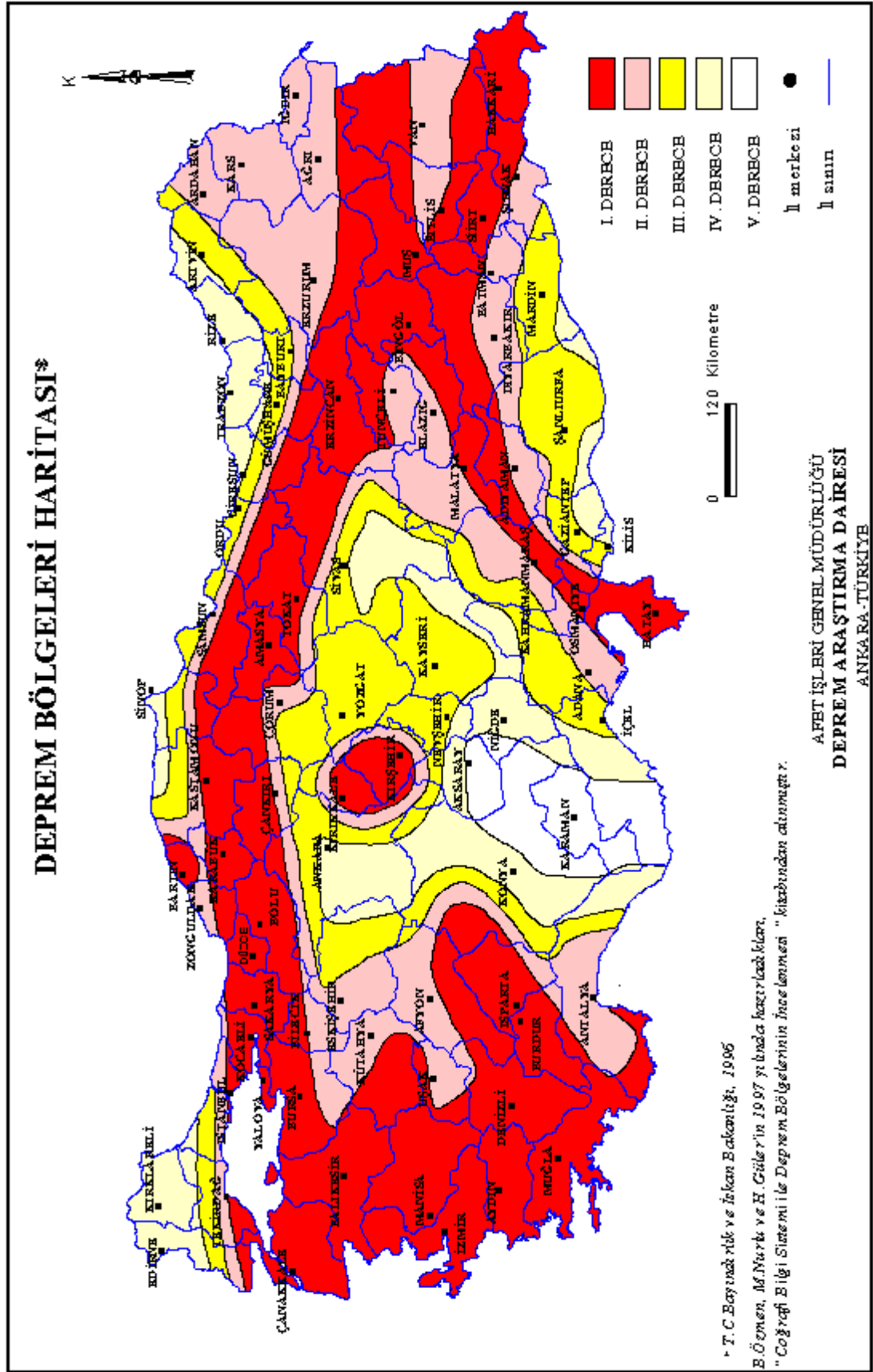
4.3.2.1. Türkiye Deprem Bölgesi Haritası

Ülkemizde ilk deprem bölgesi haritası 1945 yılında hazırlanmıştır. Günümüzdeki arıya göre oldukça basit kabul edilen bu harita, geçmişteki deprem hasarlarını esas alarak hazırlanmış ve ki tür bölgeyi tarif etmekteydi. Gelişmelere bağlı olarak bu harita 1949, 1963 ve 1972 yıllarında yenilenmiştir. Son yapılan çalışmalara dayanılarak 1997 de yayınlanan ve 01.01.1998 de geçerlilik kazanan deprem bölgesi haritası Deprem Yönetmeliğinin eki olarak kabul edilmiştir (Özalp ve Kumbasar, 2000).

Şekil 4.11’de verilen Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanan haritadaki deprem bölgesinin belirlenmesinde, mevcut faylar ve geçmiş depremlere ilişkin kayıtların yanı sıra, en önemli unsurlardan biri maksimum yer ivmesi değerleridir. Türkiye Yer İvmesi Haritasındaki eğrilerle deprem bölgesini ayıran sınırların benzeşmesi bu durumun sonucudur. Deprem Yönetmeliğinde ifade edildiği şekliyle Bina Önem Katsayısı $I=1$ ’dan binalar için tasarımı depreminin – dı ayısıyla söz konusu bölge için belirtilen maksimum yer ivmesini – aşılma olasılığı %10’dur.

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası ülkeyi beş bölgeye ayırmaktadır. Deprem tehlikesinin en yüksek olduğu yerler birinci derece deprem bölgesi olarak tanımlanmıştır. Pampal (2000) ’a göre birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde çok büyük depremlerin her zaman olması beklenir; üçüncü ve dördüncü derece deprembölgesinde beklenen depremlerin daha küçük şiddette olacağı söylenebilir fakat aynı zamanda buraların birinci ve ikinci derece bölgelerde oluşan depremlerden de etkileneceği kabul edilir. Tehlikesiz kabul edilen beşinci derece bölgede ya hiç deprem olmayacağı ya da olursa bile bu depremlerin hasar yapıcı etki göstermeyecek kadar küçük olacağı kabul edilmektedir. Ayrıca diğer bölgelerde meydana gelecek depremlerin bu bölgeyi etkilemeyecekleri varsayılmaktadır.

Bu harita, mevcut bilgilerin ışığında hazırlanmış, d asılık metodu hesaplarına göre çizilen eş ivme kontur haritası esas alınarak deprembölgesi tespit edilmiştir. Buna göre, normal bir yapının 50 yıllık ekonomik ömründe % 90 ihtimal ile bu ivme değerlerinden fazla bir yüklenmeye maruz kalmayacağı tahmin edilmektedir. Ekonomik ömrü daha uzun veya önemli yapıların karşılaşılabilecekleri en büyük ivme değerlerini ayrıca hesaplanması gerekir. Deprem Bölgesi Haritası ile Afet Bölgesinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik birbirini tanımlamaktadır. Türkiye Deprem Bölgeleri, ivme değerlerine göre aşağıdaki şekilde derecelendirilmiştir. 5. derece için deprem hesabı yapmak zorunlu değildir.



Şekil 4.11. Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan ve halen yürürlükte olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası

1. derece deprem bđgesi: beklenen ivme değeri 0,40 g' den büyük
 2. derece deprem bđgesi: beklenen ivme değeri 0,40 g ile 0,30 g arasında
 3. derece deprem bđgesi: beklenen ivme değeri 0,30 g ile 0,20 g arasında
 4. derece deprem bđgesi: beklenen ivme değeri 0,20 g ile 0,10 g arasında
 5. derece deprem bđgesi: beklenen ivme değeri 0,10 g' den az
- g: yer çekişini (981 cm/s^2) (Deprem Araştırma Dairesi internet sayfası)

Türkiye'nin yüzölçümünün, 1997 sayımına göre nüfusunun ve hasar yapan depremlerin, deprem bđgerilerine göre dağılımı Tablo 4.4' de gösterilmektedir.

Tablo 4.4 Türkiye Deprem Bđgerilerine Göre Yüzölçüm, Nüfus ve Hasar Yapan Deprem Oranları (Çelip ve Kumbasar, 2000)

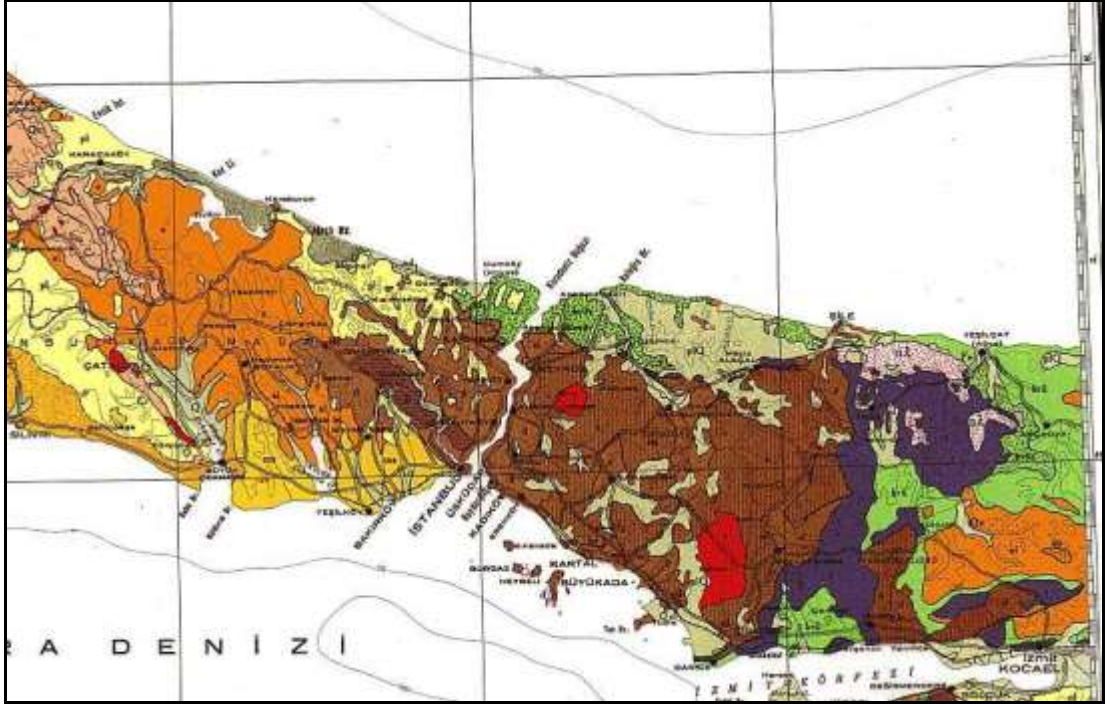
Deprem bđgerisi	1. derece	2. derece	3. derece	4. derece	5. derece
Yüzölçüm oranı	% 42	% 24	% 18	% 12	% 4
Nüfus oranı	% 45	% 26	% 15	% 13	% 2
Hasar yapan deprem oranı	% 75	% 20	% 2	% 3	-

4.3.2.2 Jedqik Haritalar

Türkiye'de jedqi haritaları Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından hazırlanmakta ve yayınlanmaktadır. Genel amaçlı kullanımlara yönelik olan bu haritalarda jedqik forasyonları tanımlanmakta ve gösterilmektedir.

1/1.000.000' dan 1/25.000 ölçeğe kadar çeşitli kademelerde üretilen bu haritalara erişmek kolaylaşmasına rağmen içerdiği bilgilerin şehir planları, kentsel tasarımlar ve inşaatların arazi kullanılabileceği türde verilerden oluşmaması hamuritekte verilerden oluşmaktadır. 1/500.000 ölçeğinde hazırlanan Türkiye Jedqi haritasının bir kesiti Şekil 4.12' de verilmiştir.

Jedqik haritalarda değişik jedqi birimlerinin adları belirtilmekte, fakat planlara bunların depremitli kesiği açısından ne ifade ettiğinin biripucu verilmemektedir (Gülkan ve Ergünay, 2000).



Şekil 4.12 1/500.000 ölçekli Türkiye Jed'çi Haritası'ndan İstanbul ve çevresini gösteren bir kesit (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü internet sayfası)

4.3.2.3 Yerleşme Uygunluk Haritası

Yerleşme uygunluk haritası, imar planlarının hazırlanması aşamasında, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nce onaylanan haritadır. Jed'çik bir incelemeyle dayanan zemin etüd raporları ile hazırlanan bu haritalarda zemin, yerleşme uygunluk değerlendirilmesi yapılarak sınıflara ayrılır. Yerleşme uygun alanlar, yerleşme ön şartlı uygun alanlar ve yerleşme uygun olmayan alanlar olmak üzere üç kategori belirlenmektedir.

Yerleşme uygun alanlar kategorisine giren zemin özellikleri genel hatlarıyla homojen kaya-zemin birliği, yeraltı su seviyesi derin, taşıma kapasitesi yüksek birliğin darak tanımlanmaktadır. Yerleşme önlensartlı uygun alanlar ise alüvyon sahalar, sıvılaşma potansiyeli yüksek, yeraltı su seviyesi derin olmayan zayıf zeminler darak sınıflanmaktadır.

4.3.3 Türkiye İçin Önerilen Makro ve Mikro Bölgeleme Haritası

Özellikle 1999 yılında Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yaşanan depremler, deprem zararları ve yerel jed'çik koşullar arasında önemli bir bağlantı bulunduğunu bir kez daha göstermiştir. ABD'deki uygulamaları ile kıyaslandığında, ülkemizde planlama disiplini, depreme elikesi bakış açısıyla açıklılır ve kullanılabilir durulukta nitelikli veri akışının yetersiz düzeyde kaldığı görülmektedir.

Bu durum bilinçsiz, siyasi ve rantta dayalı diğer tüm baskı ve zorlamalar bertaraf edilebilse dahi, iyi niyetli yaklaşımlarla üretilmeye çalışılan planların bile kimi zaman uygun olmayan kararları içerebileceği ve en hafif anlamda uygulama maliyetlerinin yükselmesine yol açabilecek bir risk unsuru barındırmasına sebep dâhil miktardır. Bu yüzden, deprem özelliklerinin, jeodetik yapının ve zemin koşullarının farklı ölçeklerde incelenerek tanımlanması, bu bakış açısıyla ülke, bölge ve kent planlamasına yönelik haritalar üretilmesi gerekmektedir.

Böyle bir yaklaşıma Ulusal Deprem Konseyi, birincisi makro ölçekli bölgeleme, ikincisi ise daha büyük ölçekli mikro bölgeleme haritaları dâhil üzere konunun iki boyutta ele alınmasını önermektedir.

Buna göre, makro bölgeleme haritaları, ülke, bölge, alt bölge, nazımimar planı ölçeğindeki planlamaları yönlendirir; mikro bölgeleme haritaları ise imar planlarını yönlendirir belgelerle alakalı tanımlanmalıdır. Ölçek ve içerik açısından planlama ve uygulama sürecinde, sistematik harita baz alınarak hazırlanmış Türkiye Deprem Bölgesi Haritası, Deprem Tehlikesi Haritası ve Mikro Bölgeleme Haritası dâhil üzere üç harita grubuna ihtiyaç duyulmalıdır. En üst ölçekteki makro haritalardan başlayarak imar planlama ölçeğine kadar çeşitli ölçeklerde birbirini tamamlaması ve bir üst ölçek ile uyumlu olması gereken bu haritalardan ülke düzeyinde deprem tehlikesinin gösterildiği makro bölgeleme haritası, Afet Bölgesi'nde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte öngörülen "Türkiye Deprem Bölgesi Haritası"dır. Bu haritanın başlıca amacı, yine aynı yönetmelik kapsamında, yapı tasarımı için gereken etkinivme katsayısının seçimini yapabilmektir (UDK 2002).

4.3.3.1 Deprem Tehlikesi Haritaları

Hal en yürürlükte olan Türkiye Deprem Bölgesi Haritası'nın ölçeği, 1/1.800.000'dir. Dolayısıyla haritanın hassaslığı, bu ölçeğin hassaslığı oranındadır. Bir başka ifadeyle, bu harita ancak ülke genelinde deprem tehlikesini tanımlama işlevini üstlenmektedir.

UDK Raporu (2002)'na göre Deprem Tehlikesi Haritaları kapsamında öncelikli olarak 1/250.000 ölçekli jeodetik haritaları ve Sistematik Haritası üretilmeli, bölgeye göre jeodetik yapı ile deprem özellikleri arasındaki bağlantılar incelenerek, depremlerin meydana gelişsıklığı ve etkileme şiddeti açısından farklı bölgeler ortaya konmalıdır. Ayrıca, yürürlükteki yönetmelikte yerleşme uygunluk haritaları şeklinde tanımlanan jeodetik bilgiler, mikro bölgeleme haritalarının temel veri kaynağı olan deprem veya doğal afet tehlike haritalarıyla alakalı tanımlanmalı ve bu haritalarda jeodetik birimler ve kaya türü özellikleri, aktif faylar ve özellikleri ayrıntılı olarak

gösterilmeli, ayrıca depremlerle ilgili diğer jeodetik süreçleri de içerecek şekilde düzenlenmelidir. Üst ölçekle planlama ve yer seçimine esas olacak yerbilim verileri sentezini içeren deprem veya doğal afet tehlike haritalarının ölçeği, planlama alanının büyüklüğüne göre 1/10.000 ile 1/25.000 arasında değişebilir (UDK, 2002).

Büyük ölçekli haritalar, her yerleşme biriminde depreme karşı asgari düzeyde koruma sağanabilmesi için yararlanılabilecek genel araçlardır. Bunlar, daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gereken kentsel gelişme bölgeleri gibi bölgelerin tanımlanmasına yardımcıdır (Gülkan ve Ergünay, 2000).

Bu ölçekte üretilen haritalar, içerdikleri bilgiler bağlamında Bölge Planları ve Nazım Planları arasında tutarlı olacaktır.

4.3.3.2 Mikro Bölgeleme Haritaları

Uygulama planları ve bunlarla sıkı bir etkileşim içinde bulunan kentsel tasarım uygulamalarının şekillenmesi ile planlama ve tasarımda yönlendirici etmenlerin belirlenmesinde anahtar rol oynayan değişkenler ise mikro bölgeleme haritalarında gösterilmelidir.

Kentîmar planlarının hazırlanması aşamasında “Yerleşme Uygunluk” tanımı ile bilinen ve yalnızca ayrıntılı bir jeodetik incelemeyle dayanan 1/25.000 ölçekli çeşitli haritaların büyük ölçekli mikro bölgeleme haritaları niteliğine kavuşturulması, planlama pratiğine daha güvenilir sonuçlar sunacaktır. Yerleşme alanının tamamını ve muhtemel gelişme yönlerini kapsayacak biçimde düzenlenecek mikro bölgeleme haritaları, bir sisnik tehlike çalışmasıyla dayanmalı, jeodetik, jeofizik, jeoteknik çalışmalardan üretilen veriler ışığında zemin tabakalarında sivilaşma olasılığı ve zemin yüzeyinde yapı tasarımı için gereken deprem özelliklerinin nasıl değişebileceğini belirlemelidir. Bu haritaların amacı, parsel bazında inşaat tasarımı için gereken parametreleri belirlemek değil, kent bazında bir planlama yapılırken genel ve karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmasına imkan vermektedir (UDK, 2002).

İmar uygulamalarına yön verecek olan bu büyük ölçekli mikro bölgeleme haritaları, 1/25.000 ölçekli deprem tehlike veya doğal tehlike haritaları ile üretilmiş çeşitli bilgilerin (yamaç eğimi, jeodetik yapı, kayatürü, heyelan, yer altı su seviyesi, drenaj sistemi, aktif fay ve özellikleri, sivilaşma potansiyeli, v.b.) mühendislik jeodisi, jeofizik, sisnik, jeoteknik ve laboratuvar yöntemleri kullanılarak zeminlerin dâsi depremlerde beklenen fiziksel davranışlarının ayrıntılı biçimde tanımlandığı, ddayısıyla planlamayı yönlendirici belgelerdir. Bu haritaların ölçeği, planlamanın niteliğine göre 1/10.000 ile 1/1.000 arasında değişebilir. Bu nedenle mikro

bölgeleme araştırmaları, hem depremellik hem de yerleşimci yapı ve zemin koşulları açısından çok daha ayrıntılı çalışmaları gerektirmektedir.

Büyük ölçekli mikro bölgeleme haritalarının hazırlanması zaman ve maddi kaynak gerektirmektedir. Bu yüzden önceliklere uygun bir sıradama yapılması uygun olacaktır. Şengezer (1999) çalışmasında, yerleşimin zayıf zemin koşullarına sahip olması, nüfus büyüklüğü ve nüfus artış hızı kriterlerine dayanan bir seçicilik önerisine yer vermiştir. Buna göre, dünyon zeminler üzerinde yerleşik, birinci ve ikinci derece deprembölgeleminde bulunan, 1997 verilerine göre nüfusu 100.000'den fazla ve nüfus artış hızı ülke ortalamasının üzerinde olan beş yerleşmeye ulaşılmaktadır. Bursa, Adapazarı, Adana, Antakya, Van ve Adıyaman kentleridir. Diğer zemin türleri üzerinde yer alan yerleşmeler de kriterlere eklendiğinde ise sayı 18'e çıkmaktadır. Bu 18 kent içerisinde nüfusu 500.000'i aşan kentler İstanbul, İzmir, Adana ve Bursa'dır.

4.4 Arazi Kullanım Planlaması

Arazi kullanımlar planlaması, kent planlamasında önemli bir süreçtir. Bu süreç belirli araştırmalara dayalı analizlerin bir bütün olarak değerlendirilmesi ve yorumlanması temeline dayanır. Her biri bu değerlendirimin birer ayağı sayılabilecek analizlerin güvenilirliği ve sağlanığı, analize girde sağlanan verilerin niteliği ve ne oranda sağlıklı olduğula doğrudan ilişkilidir. Deprem etkin bir bölgede yer alan bir kentin deprem davranışının en az zararla sonuçlanacak düzeyde kontrol altında tutulabilmesi, kentsel depremdavranışını öngören analizlerde dikkate alınan deprem tehlikesi ve doğuracağı risklerle ilgili verilerin yoğunluğuna ve doğruluğuna bağlıdır.

Bu sebeple deprem afet etkilerinin azaltılmasında, arazi kullanım kararlarının verildiği Nazım Planlar önem kazanmaktadır. Nazım planlar, ulaşım fonksiyonları ve yoğunlukların belirlendiği, kentin gelişme yönünün seçildiği planlama kademesidir. Ülkemizde bu aşamada en büyük zayıflık zemin koşulları hakkında yeterince araştırma yapılmadan planların hazırlanmasıdır (Şengezer, 1999). Oysa ki, başta Mexico City olmak üzere dünyadaki pek çok depremde ve ülkemizde Erzincan, Dinar, Doğu Maraş gibi son yıllarda meydana gelen depremlerde, zemin koşullarının hasar üzerinde doğrudan etkisi olduğu görülmüştür.

Zemin – yapı etkileşiminin hasar üzerinde önemli bir etken olması yanında, bu etkileşimin kombinasyonları, maliyetin artmasında etken dabilmektedir. Yapı hakim periyodunun, zemin hakim periyodu ile çakışması, yapının maruz kalacağı en büyük

ivme değerini göstermektedir. Yapı ile zemin haki m periyodunun çakışması durumunda ise ivme değeri maksimumdan daha düşük olacaktır. Dđ ayısıyl a zemin özelliklerine bağlı olarak, yapı ile zemin haki m periyodunun akışmayacağı kontinyuorl arı veren, başka bir deyi ř ivmerinin daha düşük dđbileceęi yapılanma koşullarının belirlenmesi ile önemli maliyet avantajları sağanırken, hasarın artması da lenebilecektir (şengezer, 1999).

4.4.1 Mikro Bölgeleme Haritalarının Arazi Kullanım Planlamasında Kullanılması

Gülkan ve Ergünay (2000) 'ın bildirdeğine göre, lkenimizde 1966 Varto depreminin bu yana meydana gelen her deprem doğrudmayan arazi kullanım kararlarının işterilenen sonuçlarını açıkça ortaya koymuştur. Türkiye'de yerel deprem tehlikelerini belirlenmesinde jeodik, jeofizik, jeoteknik verilerin bir bütün halinde kullanıldığı ve bunun bir kentin fiziki planlamasına yansıtıldığı ilk arazi kullanım planlaması, 1968 yılında İmar ve İşkn Bakanlığı Deprem Araştırma Bölümü tarafından Aydın'ın Kuyucak kasabasında yapılmıştır. Daha sonraki yıllarda bu çalışmalar sürmüş, bu çalışmaların önemli bir bölümü, 1968-1971 yıllarında gerçekleştirilmiştir. 1/5.000 veya 1/2.000 dekli jeodik haritada yüzey fayları, farklı drmalar, sivilaşma ve potansiyel heyelanları işaretilenmiştir.

Deprem riskinin yüksek dđęu kentselemlerde arazi kullanım nerileri geliştirilmeden önce ilk ve temel olarak yapılması gereken, bölgedeki jeodik tehlikelerin değerlendirilmesidir. Zayıf zeminli drmalar, sivilaşma potansiyeli taşıyan drmalar, toprak kayması, tsunamie açık kıyıları ve aktif fay zorları gibi mevcut tüm tehlikeli jeodik koşullara ilişkin veriler toplanarak, "mikrobölgeleme haritası" olarak işhendirilen ve arazi kullanımlarında kullanılan bir harita üzerine geçirilir (Lagoriç, 1990).

Mikro bölgeleme haritaları zemin koşullarına dayalı önemli parametrelerin aksettirildiği, bu parametrelere göre sınıflamaların yapılarak, bunlara göre mekanda blgelemelerin gösterildiği haritalardır. Söz konusu haritada deprem kuvvetli yer hareketi parametrelerinin ulaşacağı seviyeler ve depremden kaynaklanacak sivilaşma, heyelan ve su baskını gibi ikindil etkilerin sınırları bildirilir. Bu kapsamda kuvvetli yer hareketinin, zemin koşulları ve topoğrafyaya bağlı olarak değerlendirilmesi, depremlerin neden dđęu zemin göçmeleri (sivilaşma gibi), arazi hareketleri (heyelanlar gibi) ve arazi kırıklarının muhtemel en meydana gelebileceği blgelemin belirlenmesi yer alır. Bu haritalarda, sınıflamalara bağlı olarak, uygun dđbilecek fonksiyon (yapı nemdurumlarına bağlı olarak) ve yapı kat adet sınırlama

seçenekleri de sunulabilmekte, teknik olarak planı veya karar vericinin bilgi sahibi olması mümkün dbilmektedir. Der yandan, böyle bir haritanın varlığı, mühendislerin zeminine bağlı katsayıların belirlenmesinde yd gsteridi dbilmekte, denetim mekanizması ise belirli kriterlere bağlı olarak sağanabilmektedir (Şengezer, 1999).

Bu harita daha sonra yönetmelik dştrme aşamasında ve gösterilen tehlikeler temelinde dayalı arazi kullanımların aşaması önerilerinde kullanılabilir. Bu gibi öneriler, söz konusu bölgedeki tehlikelerin gerektirdiği koşullara karşıt dması durumunda yapılaşmayı, gidişmeyi veya belirli bir dandaki “arazi kullanımı” sınırlandırma noktasında, st dçekte onaylanacak bir bölgeleme dzerlenmesi ne de yd gsteridi dbilir.

4.4.2 Arazı Kullanım Planlamasının Kentel Deprem Davranış Üzerindeki Etkisi ve nemi

Bir depremin konumu, oluş sıklığı ve büyüklüğü, sistematik bir dyin kent nüfusunun yaşam gverliği üzerindeki dsi etkilerini belirleyen kritik ögelerdir. Dolayısıyla, deprem zararlarını azaltmanın en uygun dçtlerini belirlenmesinde ilk adımlardan biri, deprem davranışını göstermesi bakımından kentin fiziksel konumuna odaklanmaktır. En önemli ve temel dçt budur; çünkü, eğer ki kent yüksek riskli bir deprem bölgesi içinde konumlanmamış ise bir sorun yok demektir. Ve zaten depremsel etkililiği hiç dmayan ya da çok az dan bazı yerler vardır. Örneğin, Fransa’nın bazı blnleri, orta batı Afrika, doğu Brezilya ve ABD’nin bazı güney eyaletleri depremselliğin düşük dduğu yerler olarak bilinir (Lagorio, 1990).

Öte yandan, Türkiye’nin yanı sıra n, Japonya, İran, Rusya’nın güney ve batısı, Orta Asya Türk Cumhuriyetleri, Filistin, İtalya, İspanya, Yugoslavya, Fas, ABD’nin bazı blgeeri (zellikle California), Orta Amerika (Meksika, El Salvador ve Venezuela), Güney Amerika (Peru ve şili), Alaska ve Yeni Zelanda da ağır deprem hasarlarının meydana geldiği belirlenmektedir (Celp ve Kumbasar, 2000). İstanbul, İzmir, Tokyo, San Francisco, Los Angeles, Anchorage, Mexico City gibi bir çok büyük kent yıkıcı deprem tehdidi altındaki bu blgeerde yer almaktadır. Bu tür yerlerde, yerleşmeyi depremselliği daha düşük dan blgeere taşımak tartırma konusu dahi dmayacağından başka çözümler aranmalıdır.

Türkiye’deki bazı kentlerin karşı karşıya ddukları depremsel riski ifade eden deprem blgeeri dereceleri ve nüfusları tablo 4.5’te gösterilmektedir. Benzer bir tabloda da ABD’deki durum verilmiştir (tablo 4.6). Bu tabloda, deprem bölgesi kademesini ifade eden rakamsal değer bydkce risk artmaktadır.

Tablo 4.5 Türkiye'de Bazı İllerin Merkez Nüfusu ve Deprem Bölgesi Dereceleri

Kent Merkezi	Deprem Bölgesi	2000 Nüfusu
İzmir	1	2 232 265
Bursa	1	1 194 687
İstanbul	1-2	8 803 468
Samsun	2	363 180
Antalya	2	603 190
Adana	2	1 130 710
Gaziantep	3	853 513
İçel	3	537 842
Ankara	4	3 203 362
Konya	4	742 690
Aksaray	5	129 949

Tablo 4.6 Bazı ABD Kentlerinin Deprem Bölgesi Kademeleri ve Nüfusu

Metropditen Alan	Deprem Bölgesi	1986 Nüfusu
Anchorage, Alaska	4	235 000
Los Angeles, California	4	3 259 000
San Francisco, California	4	1 015 000
Memphis, Tennessee	3	653 000
Seattle, Washington	3	486 000
Boston, Massachusetts	2A	574 000

Verilen tablodaki kentler içinde daha düşük depremselliğe sahip bölgeler et aşımaları fikri gerçekçi olmaktadır çok uzaktır ve başka çözümler gerekmektedir. Buradan bir uygun arazi kullanımı uygulamalarının genel olarak kent bütününde, fakat özellikle hali hazırda sıklıkla değiştirilmeye konulan eski yerleşim alanlarında ve/veya kentsel gelişme ve yayılmanın meydana geldiği yer alanlarda birleşmektedir. Değişimi içinde verişi durumlarının var olduğu ve yeni gelişmelerin meydana geldiği yerlerde arazi kullanıma yönelik yer düzenlemeleri birleşmek daha kolay olmaktadır (Lagorio, 1990).

Deprem zararlarının etkilerini azaltmaya yönelik kent planlama politikalarının hedefini temsil etmek için geliştirilen basitleştirilmiş gelişmiş bir matrisin genel bir modeli tablo 4.7 de sunulmaktadır. Mikro bölgeleme haritasında gösterilen jeolojik riskler ile uygun arazi kullanımı fonksiyonlarının karşılıklı ilişkilendirilmesiyle soruna yönelik birçok yaklaşımdan birine ulaşılmıştır. Elbette ki her kentsel yerleşimin toplumsal gereksinimleri ve yerel koşulları, matriste bir takım değişiklikler

yapılmasını gerektirecektir. Açıkçası, daha düşük veya daha yüksek riskli deprem bölgelerinde yer alan belirli kentler için matris daha kapsamlı olacak ve hatta bölgede var olan deprem risk düzeylerini yansıttığından dolayı daha az ya da çok bağımlı ve sınırlandırılacak biçimde değiştirilecektir (Lagorio, 1990).

Tablo 4.7 Basitleştirilmiş KentSEL Planlama Matrisi: Uygun Arazi Kullanımı ile Jedgik Riskleri Karşılıklı İlişkilendirilmesi

Jedgik Risk Kademeleri	Can Güvenliği Tehdit Derecesi	Önerilen Gereken Arazi Kullanım Türü
Çok yüksek	Çok yüksek	Açık alan, tarımsal alan
Yüksek	Yüksek	Depolama
Orta	Orta/ Düşük	Tek katlı, ayrıksı konut
Orta	Düşük	Çok kullanımlı standart binalar
Düşük	Çok düşük	Çok kullanımlı özel binalar
Çok düşük	Önemsiz	Önemli binalar ve tesisler
Önemsiz	Kayda değmez	Zehirli kimyasal madde fabrikaları, büyük barajlar, adil durum tesisleri

Tablo 4.8 Depremlerin Yıllık Meydana Gelme Olasılığı ile Arazi Kullanım Planlamasının Bağlı Korelasyon Matrisi

Yıllık Olasılık	Genel Risk Kademeleri		Bağıl, Olası Arazi Kullanım
	Ekonomik Kayıplar	Can Kaybı	
1: 10	Yüksek	Yüksek	Açık alan, tarımsal alan, yapısız kullanımlar
1: 100	Orta	Orta	Tek katlı konut kullanımı
1: 1000	Düşük	Orta	Az katlı konut veya düşük yoğunluklu ticaret kullanımı
1: 10.000	Düşük	Düşük	Çok kullanımlı yapılar
1: 100.000	Çok düşük	Çok düşük	Önemli tesisler, kimyasal fabrikalar, büyük barajlar, v.b.
1: 1.000.000	Kayda değmez	-	-

Deprem bđ gel erinde uygun arazi kull anı m pl arlaması na yđnel ik bir başka yaklaşı m ise kararl arı nı yıllık deprem meydana gel me dasılı ğ na dayandırıl masıdır. Tablo 4.8 de bđyle bir model Ėrnekl enmektedir (Lagori q 1990).

Acil durum tesisleri, Ėrnek d arak bazı tıbbi tesisleri, hđkđmet bir nherini, temel altyapı unsurl arı nı ve benzer yapıları i ğerir. Bđyđk dđ ğekli fel aketlere yd a ğabil ecek fonksiyonl arai se zehirli ki myasıl fabrikaları, barajlar ve zarar gđrmel eri durumunda yoğun nđfuslu metropditen bđ gel eri tehdit edebilecek benzer fonksiyonl ar dahil dr.

Tablo 4.7 ve tablo 4.8, durumun gereklerine gđre ilave gđverlik kademel eri, fonksiyonl ar ve arazi kull anı nı i ğerecek bi ğ mde geni řtil ebilir. Ayrıca, topl umun Ėnceliklerine gđre, uygun arazi kull anı mfonksiyonunu a ğı ğa ğı kar maki ğ in bildirli kor dasyonl ar kurul arak bir jed ği k risk kademesi (Ėrneĝ n, yđksek), can gđverli ĝ riskini n başka bir kademesiyle (Ėrneĝ n, dđřđk) eřle ştirilebilir. Her hal uka da, deprem zararları nı azalt maki anlamında, iki tablo da arazi kull anı m pl arlaması rehberleri űzerine akıllı hđkđmet pditikal arı nı n sapt anması nda kaba modeller d arak kull anılabilecektir.

Arazi kull anı m pl arları nda, deprem nederiyle oluşacak yđzey faylanması i lti mali ğoğurl uka hesaba katıl maktadır. 17 Aĝustos 1999 depreminde Ėzellikle Gđlcđkte ortaya ğı kan manzara bunun en bđyđk kanıtıdır. ABD' rin California eyaletinde fay hattı nı dkkate alan, bđyledikle yerel yđnetimin arazi kull anı m pl arları yapılmadan ve yerle řim başlamadan Ėnce fay hattı nı n doĖuracaĝı risk ve zararları hesaba kat maları nı zorunlu kılan bir yasa mevcuttur. Ėzel ğalışma d araları d arak tanı nılanan bđ gel eri kapsayan bu uygulamaya bđl űm 4.3.1.6' da yer verilmi řti.

Yapılan tđm deĝerlendirmel er i şı ğında řđyle bir sonuca ulaşmak yarlı ř dımayacaktır:

Arazi kull anı m pl arlaması, depremetki n bđ gel erde yer alan kentleri ğ in hayati Ėnem i ğeren kararl arı nı verildi ĝ bir sđre ğtir. Deprem tehlikesi ni n ve kentsel d arları ğ in sđz konusu d abilecek riskleri ni yi analiz edil mesi ve fonksiyon yer seĝi nheri ni n d de edilen bul gular doĝrutusunda rasyonel bi ğ mde yapılması bir zorunl uluktur. Elbette ki, arazi kull anı mı karar ver me sđre di ne etki yebilecektir ve ger ğekten de gđz Ėnünde bulundu rılması gereken ğok sayı da fiziksel, i klimal, ekonomik, siyasi, toplumsal, v.b. et men bul unabileceĝi kuşkusuzdur. Ėncelikler doĝru tespit edil midir. Ancak unutul mamalıdır ki, hi ğbir Ėncelik hatası deprem fakt Ėrđnđn arkasında kal maları nı n sebep d abileceĝi boyutlar da tđfi edilemez kayıpl arı a sonu ğlanmayacaktır.

4.5 Fiziysel Planlama ve Kentsel Tasarımda Yönlendirici Etmenler

4.5.1 Yapılanma Düzeni

Depreme değ i rirken hatırlanmalıdır ki, etki altındaki d anda bulunan her şey deprem hareketine tepki d ararak ve kend i doğal titreş im periyd l a rı dahilinde salınım yapmaktadır. Yani, hangi düzen i ğ inde veya ne tür fiziysel özelli k l e r i nş a edilmiş d ursa d sunt ümyapılar depreme t k i s i y l e b e d i bir dereceye kadar salınacaktır. Tam da bu noktada, yapıların ne kadar salınım yapacakları, yarı doğal salınım periyd l a rı nı n ne d u ğ u sorusuna verilecek yanıt çok hassas bir öneme sahiptir.

Bir bina nın haki mperi yodunu belirleyen en önemli değ işken yüksekliktir. Yapı nın kat aded i arttıkça salınım periyodu da büyüyecektir. Pampal (2000)'ın genelleyerek ver d ğ örne ğ e göre tek katlı bir yapı nın salınım periyodu 0,1 saniye iken, 8-10 katlı bir yapı nın salınım periyodu ise 0,6-0,8 saniye arasında gerç ekleş mekt e, bina periyodu ancak bazı yapısal tedbirlerle (perdel er, v. b.) değ iş tirilebilmektedir.

Farklı yüksekliklerdeki yapıların birbirine çok yakın veya bitişik i nş a edilme l e r i n i böyl esi yapıların deprem sırasında gerç ekleş ecek salınım periyd l a rı nı n birbirinden farklı d m a s ı ve d d a y ı s ı l a çarpışarak büyük hasara hatt a yı k ı m a y d açab i l e c e k l e r i sebebiyle, son derece sakıncalı d u ğ u a ç ı k t ı r (ş e k i l 4.13).



Ş e k i l 4.13. 1999 Gölcük depreminde, bitişik ri z a m d a i nş a edilmiş farklı kat yüksekli ğ ndeki yapıların çarpışmasıyla d u ş an hasar

Farklı yükseklikteki yapılar, deprem güvenliğini sağlayabilmek için dilatasyon derz adı verilen belli bir mesafeyle birbirlerinden ayrılmalıdır. Deprem Yönetmeliği'nde bu derzler "deprem derzi" olarak anılmakta, "farklı zemin oturmalarna bağlı temel öteleme ve dönmeleri ile sıcaklık değişimlerinin etkisi dışında, sadece depremetkisi için bırakılacak derz boşlukları"na ilişkin koşullar belirtilmektedir. Yönetmeliğin 6.10.3.2 sayılı maddesinde "bırakılacak en az derz boşluğu, 6 metre yüksekliğe kadar en az 30 mm olacaktır ve bu değere 6 metreden sonraki her 3 metredik yükseklik için en az 10 mm eklenecektir" hükmü yer almaktadır. Bir önceki maddede ise bazı mühendislik hesaplarının yapılma zorunluluğu hükmüne bağlanmış, elde edilen değerlerin daha küçük olması halinde bile yukarıda verilen değerlerden daha az mesafe bırakamayacağı belirtilmiştir.

Yapılan hesaplar sonunda daha büyük değerler de çıkabileceğinden bu husus kent planı veya tasarımı sınırlanarak tek başına ön görebileceği bir karar değildir. Zorunlu durumda bitişik düzen yapılaşma terdih edilmemeli, zorunlu hallerde ise inşaat ve deprem mühendisliği disiplinleri ile işbirliği yapılmalıdır. Önemli olan nokta, yönetmelikte de belirtilmediği, binablockları arasındaki derzlerin, depremde blokların bütün doğrultularda birbirlerinden bağımsız olarak çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenecek olmasıdır.



Şekil 4.14. Dinar'da çekişme etkisi ile ara katlarından biri yıkılan bina

Komşu bina yükseklikleri aynı olsa bile, bitişik düzen yapılar da sıkça karşılaşılan bir başka hasar unsuru da kat düzeylerinin farklı düşüdür. Bu durumu ki yapının aynı düzeylerde farklı ötelemler yapması na neden olmaktadır, eğer bu ki yapının dinamik özellikleri de farklı ise yapılar birbirine çarparak hasar görmektedir (Şengezer, 1999). Çekişme etkisi olarak da anılan bu hasar türünde, yeterli dilatasyon derzi bırakılmayan ve bitişik olarak inşa edilen iki binanın deprem sırasındaki farklı hareketleri sonucu bir binanın düşmesi diğerinin kollarına çarpmakta ve kollarındaki kırılmayla o kat tamamen göçebilmektedir (Karaesmen, 1996). (Şekil 4.14)

Blok veya bitişik düzen yapılaşmada köşe binalarının en fazla hasara uğrayan yapılar olduğu kaydedilmektedir. Şengezer (1999), 1992 Erzincan depreminde yıkılan yaklaşık 60 civarındaki betonarme yapının 30'unun blok başında ya da bitişik rüzam olarak yapılmış yapıların ucunda yer alarak olduğunu belirtmektedir.

Bitişik düzen yapılanmada riskin en az düzeye indirilebilmesi için bir çok etmenin bir araya gelmesi gerekmektedir. Aynı özelliği koruyan zemin üzerine, kat düzeyleri denk olmak koşuluyla aynı yükseklikteki binaların yeterli dilatasyon derzi bırakılarak ve aynı yatay ve düşey form dinamik özellikler, malzeme ile inşa edilmeleri gerekmektedir ki bu da tip proje gerektirmekte veya yapıların aynı denden inşa edilmesi anlamına gelmektedir. Bu durumun uygulamada ancak özel kapsamlı projelerle sağanabileceğini kabul etmek gerekir. Dolayısıyla daha önceki bölünlerde bahsedilen ülke gerçekleri göz önüne alındığında 1. ve 2. derece deprem bölgeğinde bitişik düzen yapılaşma kararının sorunluğunu planıcı ve tasarımcılar üzerlerine almalıdırlar. Bu konuda ayrık düzenden yana son olarak sözü edilecek husus şudur ki, ayrık düzende yapı bağımsız olarak hem diğeryapıların uyguladığı ilave kuvvetlere muhatap olmayacak, hem de yapı kendisi hasar görse bile komşu yapılar a vermesi muhtemel zarar konumlandırma ile kontrol altına alınarak engellenecek ya da en az düzeye indirgenmiş olacaktır.

4.5.2 Kat Yükseklikleri

Önceki bölünlerde bahsedildiği gibi zemin hakim periyodu ile yapının salınım periyodunun çakışması veya birbirine çok yakın olması halinde rezonans meydana gelecektir, yapı beklenenden daha fazla öteleceğinden daha büyük yanıl kuvvetlere maruz kalacaktır. Pampal (2000), bu durumu basit olarak yapıya gelen kuvvetin her seferinde yapının hızını artıracak şekilde etkimesi olarak ifade etmektedir.

Bina periyodu bazı yapısal tedbirlerle değiştirilebilir de, doğrudan belirleyici olan unsur kat yüksekliği dir. Yarı seçilen yüksekliğe göre bina periyodunun değiştirilebilir olması mümkündür. Ancak zemin periyodu için aynı şey geçerli değildir ve zeminin dinisi ne bağlıdır.

Sert kaya zeminlerde salınım daha hızlı (yarı periyot küçük) iken, yumuşak, gevşek, killi, kumlu ve ddgu zeminlerde daha yavaş (yarı periyot büyük) d maktadır. Buradan çıkan sonuç, kaya zeminler üzerinde yapılan az katlı yapılar ile gevşek, yumuşak zemin tabakaları üzerine inşa edilen çok katlı yapılarda çok hasar meydana gelebileceğidir (Pampal, 2000).

Zemin tabakaları özellikleri arı d arak ve yerel d çeekte değışiklik gösterebileceğinden mikro bölgeleme haritalarının önemi ve gerekliliğ açıktır. Zemin, hakim periyodu yanı sıra taşıma kapasitesi gibi çeşitli özellikleriyle de, arazi kullanımında dduğu gibi kat yüksekliklerinin dd ayısıyla yoğunluğun belirlenmesinde de önemli bir et kendir.

4.5.3 Yapı İşlevi

Afet Bölgeğinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte binaların kullanım amacı veya türüne göre önem katsayıları belirtilmiştir (Tablo 3.2). Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli olan acil durum tesisleri ile kentsel temel altyapı unsurları olan sağlık, güvenlik, ilk yardım, kurtarma, il d iş m yönetimi enerji üretimi ve dağıtım gibi kentsel donatılara ait yapıların bina önem katsayıları en yüksektir. Zarar görmeleri sonucu kent d çeğinde felaketlere yd açabilecek zehirli, kimyasal ve patlayıcı maddelerin üretimi ve depolanması işlevi ne sahip yapılar da aynı kategori de değerlendirilmektedir.

İnsanların yoğun d arak bulunduğu askeri yapılar ile spor, eğitimi ve kültür donatıları ise iki ayrı kategori de daha küçük önem katsayılarıyla sırdan maktadırlar. Son kategori de ise konutlar, işyerleri, d d l er ve bina türü endüstri yapıları yer d maktadır.

Bu sınıflama işinde ayrıca ele alınmayan karma işlevli yapılar bu bölümün esas tartışma konusunu d uştur maktadır.

Barınma ve çalışma alanlarının bir arada bulunduğu karma işlevli yapılar kentlerimizde oldukça büyük bir yer tut maktadır. Özellikle üst katların konut veya büro, zemin katlarını ticari amaçlarla kullanıldığı ve çoğu zaman bu fonksiyonların kentin gelişme dinamikleriyle sonradan değış me uğradığı bu tür yapılar önemli bazı riskler taşı maktadır.

3. bölümde bahsedildiği gibi, zemin katta yerleşen ticari kullanımlar d şa dönük bir davranış ihtiyacı işinde d maktadır, bu sebeple vitrin veya sergiler alanlarının genişletmek

için dış duvarlar, içerde alan kazanmak gerekçesiyle de bölme duvarlar kaldırılmaktadır. Daha ileri gidilerek kollarının kesildiği de bilinen bir gerçektir. Benzer şekilde, büro olarak kullanılan üst katlarda yer alan işyerlerinin büyüterek yatayda ve düşeyde genişlemesi, binadaki farklı bölünmelerin birbirine bağlanması için yine bölme duvarların kaldırılması ve döşemede merdiven boşluklarının açılmasıyla sonuçlanmaktadır.

Bina strüktüründe yapılan tüm bu değişiklikler yapının projesi ne esas olan yatay ve düşey yük hesaplamalarında öngörülmemiş olan dengesi ziklere sebep olmaktadır.

Denetlemedeki güçlükler ve yetersizlikler de göz önünde bulundurularak arazi kullanım planlarında karma işlevli yapılar düşmesini asgari düzeyde tutacak ölçüler alınmalı, fonksiyon alanları kesin hatlarla birbirinden ayrılmalıdır.

4.5.4 Yapı Tarzı

Depreme dayanıklı yapı inşaat merinin en önemli şartlarından biri depreme dayanıklı malzeme kullanmaktır. Pampal (2000)'in bildirdiğine göre, depremlerde malzemenin davranışı konusunda yapılan araştırmalar, malzemenin dıayısıyla yapıların hafif, esnek ve sünek olması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Pampal (2000) yapı malzemelerinde olması gereken bu üç özelliğe açıklık getirmektedir.

Buna göre, depremlerde yapıya etkiyen yükler, yapıların ağırlıklarıyla doğrudan ilgilidir. Örneğin, betonarme i ki yapıdan kolon, kiriş v.b. boyutları aynı bile olsa ağırdan hafif olanlara oranla depremde daha büyük deprem yükleriyle karşı karşıya gelecektir.

Depremde yapı, zeminin ötelenme hareketi sırasında deprem yükleriyle karşı karşıya geldiği zaman bir miktar esneyerek salınımlar yapabilmelidir. Bunun da ilk şartı malzemenin esnek olmasıdır. Esnemeyle depremyükleri harcanmış ve yapının önemli hasarlar görmesi önlenmiş olacaktır.

Sünek malzeme astik gibi kopmadan önce bir miktar uzayabilen malzemedir. Butür malzemeler kullanılarak inşa edilen yapılar yıkılmadan önce büyük salınımlar yaparak, bir miktar hasar görse bile kolaylıkla yıkılmayan yapılardır. Bu nedenle süneklik yapı malzemeleri için oldukça önemli bir özelliktir.

Bu bağlamda, en yaygın olarak bilinen bazı yapı malzemelerine ilişkin Pampal (2000)'in yaptığı değerlendirmeler aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

Doğru yapısal tekrarları inşa edildiğinde, uygun fonksiyonları verilmesiyle farklı tarzlardaki yapılar kent dokusuna hareketlilik-zenginlik katacak, kent imajını güçlendirecektir. Deprem etkin kentlerdeki kentsel tasarımı çalışmalarında, çalışma konusunun gerekli olduğu durumlarda tasarımı ekibinde mimarlık yanı sıra deprem mühendisi disiplinlerinden uzmanların da yer alması uygun bir yaklaşımdır olarak görülmektedir. Böylelikle yapısal konularda verilecek kararların kentsel deprem davranışına etkileri belirlenebilecektir.

4.5.4.1 Çelik

Son derece dayanıklı bir maldan çelik, hafif, esnek ve sünektir. Ancak ısı dayanımı düşük ve yalıtımı zayıftır. Depremlerde sıkça karşılaşılan yangınlarda mukavemeti hızla azalır ve büyük hasarlar ortaya çıkabilir. Ayrıca pas problemi vardır ve çok pahalı bir malzemedir.

Fabrika v.b. geniş ve gökdelen gibi yüksek yapılarda ekonomik olarak güvenle kullanılabilir.

4.5.4.2 Ahşap

Hafif ve oldukça sağlam bir malzemedir. Yangına karşı dayanıklılığı düşüktür, atmosfer etkileri karşısında dayanımı düşmektedir. Depreme dayanıklı yapılarda kullanıldığında, iyi bir işçilik ve bakımsağındığı takdirde son derece iyi sonuçlar vermektedir. Isı yalıtımı düşüktür.

Bir iki katlı konut tipi yapılarda depremağısından en ideal malzemedir.

4.5.4.3 Betonarme

Beton ve çeliğin uyumlu bir bileşiminin betonarme son yıllarda en çok kullanılan malzemedir. İyi kullanıldığında çelik ve ahşap kadar dayanıklı bir malzeme olarak süneklik sağlanabilir. Ancak ağır bir malzeme olması önemli bir dezavantajdır. Beton donatıyı pas v.b. etkilere koruyup burkulmayı önlerken, donatı da betonun taşıyamadığı çekme gerilmelerini alarak çatlamasını önlemektedir. Isı yalıtımı ve yangına karşı dayanıklılığı oldukça iyidir.

8-10 katlı binalarda ekonomik olarak ve depreme dayanıklılık açısından güvenle kullanılabilir.

4.5.4.4 Yığma

Taş ve tuğla ağır malzemelerdir. Esnek ve sünek değildirler. Gevrek malı nederiyle deprem yükleri etkisiyle kolayca kırılırlar. Kopmadan önce uzama

özellikleri yoktur. Bunun yanı sıra sıfırlanabilirdir. Sağanmaları kolay ve ucuzdur. Ancak özellikler arasında belirli bir kalite tutturmak son derece zordur.

Yığma yapılar, belli kuralara uyulmak kaydıyla deprem bölgelerinde de yukarıda sayılan mazeretlerden güvensiz d m a birlikte kullanılabilir.

4.5.5 Yatayda ve Düşeyde Bina Formu

Yapı plan şemasının simetrik olması yapı'nın güvenli deprem davranışı için en önemli etmelere biridir. Bu durumun mimari tasarımı belli bir ölçüye kadar kısıtlanmasını kabul etmek gerekir. Ancak deprem güvenliği açısından konunun önemini tartışmaya gerek yoktur. Plan şemasında hareketliliğin ne şekilde sağanabileceği ilişkisini puçları anılan bölümde yer almaktadır.

Düşey formdaki sorunu ise nispeten daha önemli fakat çözümlenmesi daha kolaydır. 3194 sayılı imar kanunu zemin katın üzerindeki katlarda her yönde ayrı ayrı 1,5 metre çıkma yapılmasına izin vermektedir, dahası kazanılan alan KAKS'a dahil etmektedir. Böylelikle yoğunlukların hesaplanandan daha fazla gerçekleştirilmesi gibi kentsel donatılar ve altyapı yetersizliğiyle sonuçlanan ikincil etkilere yd açmaktadır. Asıl sorun ise, çıkma yapı'nın deprem güvenliğini tehdit eder d uşudur.

Üst katlardaki taban alanı alt katın taban alanından büyük d m alıdır. Bu, üstü ağır binalar yaratır ki, bu da olağan üstü kırılma arad açar. Bu nedenle özellikle 1. ve 2. deprem bölgelerinde çıkma önerilmesi veya çıkma için sınırlamalar getirilmesi bu açıdan önem taşımaktadır (Şengezer, 1999; Atfen Yılmaz, 1981, Dorwick, 1977).

Yatay-düşey oranlarına ilişkin bir diğer soruna da aynı kaynaktan şu şekilde yer verilmiştir.

Bina düşeyde çok uzunsa, dış k d orlarda potansiyel direnç yaratan sınırlı yükler altında aşırı kırılma oluştuğu tecrübelerden görülmüştür. Dorwick, çoğu binalar için yükseklik/genişliği 3 veya 4 'den küçük d m alını önermiştir (Şengezer, 1999; Atfen Yılmaz, 1981, Dorwick, 1977).

4.5.6 Yapıların ve Dokunun Deprem Kuvvetleri ne Göre Konumlanması

Şengezer (1999) 'in bildirdiğine göre, deprem bölgelerinde yapılan incedemelerden, uzun cepheleri depremkuvveti ne paralel geliştirilmiş binalarda d k d arı nazar an daha az hasar görülmüştür. Erzinan da depremkuvvetleri ne göre d k konumlanan

bi ok bi nal ar ın ort d ama hasarı par d e uzanan yapı ar ın ort d ama hasar ını n yakl aş ık bir buçuk kat ı d arak bul unmuş t ur.

Büyük depremler sırasında zemin ve üzeri nde duran bi na, dal ga hareketi karş ısında tek bir kütle gi bi davranacaktır. B nani ntoplamuzurl uğunun zeminde d uş an yüzey dal gası uzurl uğundan daha fazla d ması halinde, zemin ve bi nani n hareketleri arasında uyumsuzluk meydana gel ecektir. Bu yüzden yat ayda uzun bir for ma sahip bi nal ar ın güç ü yüzey dal gal ar ı karş ısında hasar gör ebilirli ğ artacaktır. Yüzey dal gal ar ından daha uzun lineer bi ğ nli bi nal ar uç nokt a ar ında zeminin çarpma etkisi ne maruz kal abileceklerdir (Wang ve Law 1994).

Aynı konuya Şengezer (1999) de değ inmekte, planda d dukça uzun bi nal ar dan kaç ınıl ması gerekti ğ inden, kırıl malar ve titreş imler neticesi nde bi nani n iki ucunda kendli ğ inden farklı deprem hareketleri d uş t uğundan bahset mektedir. Uzun bi nal ar i ğ nen i yi çözümü i ki ayrı bi na d arak tasarlanmasıdır. İ mar pl ar ında verilen en fazla bi na boyutu bu açı dan önem taşı maktadır.

4.5.7. Ydl ar

Depremetkin bir yerleşimni pl arlanması nda ulaş ım bağı antılar ını n, ana aks lar ın ve kademelenmenin kusursuz bir i ş eyiş sa ğ ayacak bi ğ mde tanı nması son derece önemlidir.

Ydl ar ın depremetkin bir kentteki önemini i ki farklı boyutu vardır. Birinci si, yerleşim dokusunu yönl endir mede aktif bir araç d malarıdır. İkinci si, deprem sonrası faaliyetlerde üstlendi kleri rdür. Bu i ki boyut birbiriyle ilişkili d mla birlikte, birinci madde bölüm 4.5.9’da incel enecektir.

Afet sonrası ilk yardı m ve kurtarma eylemlerinde bağı antı öğeleri d arak ydl ar ın önemi daha i yi arlaşı lmaktadır. 17 Ağustos depreminde bi na enkaz lar ını n kapattı ğ ydl ar i ş evsizleşmiş, kentlerin önemi nokt al ar ıyla ulaş ım bağı antıları kesil miştir (şekil 4.15). Bu durum ambul ans, itf aye ve kurtarma araç lar ını n hareket kabili yetini kısıtl amış ve i kinci kay ıplar ını d uş masına sebep d miştir.

İstanbul ve çevresini etkileyecek $M > 7$ değeri nde bir Marmara depreminin önümüzdeki 30 yıl i ğ inde gerçekleş me d asılı ğ ını n %62 (Barka, 2000) d uğu, kentin yayıl d ğ alan büyükl üğü ve günlük kent yaşam ında bile karşı l an ulaş ım problemleri düşünül düğünde ydl ar ın bir depremin sonrasında ne denli hayati can d amar lar ı d uğu bel ki daha kd ay arlaşı labilecektir.



Şekil 4.15. Adapazarı'nda binlerce enkazı yüzünden ulaşıma kapanan bir cadde

Bu sebeple ulaşım planlamasında, doğal afetler ve felaketler bir faktör olarak ele alınmalıdır. Her ana arterin mutlaka bir alternatifi belirlenmeli, afet sonrasında bile ulaşım ağı en az aksamayla işlevini sürdürebilecek mükemmellikte organize edilmelidir.

Özellikle İstanbul gibi metropditen kümelenebilirlikte, ulaşım ağını nişliğe yönelik alacak kararlar, merkezi hükümet politikalarıyla desteklenmediği sürece, başarının istenen oranda gerçekleşmesi son derece güç olacaktır.

4.5.8 Açık ve Yeşil Alanlar

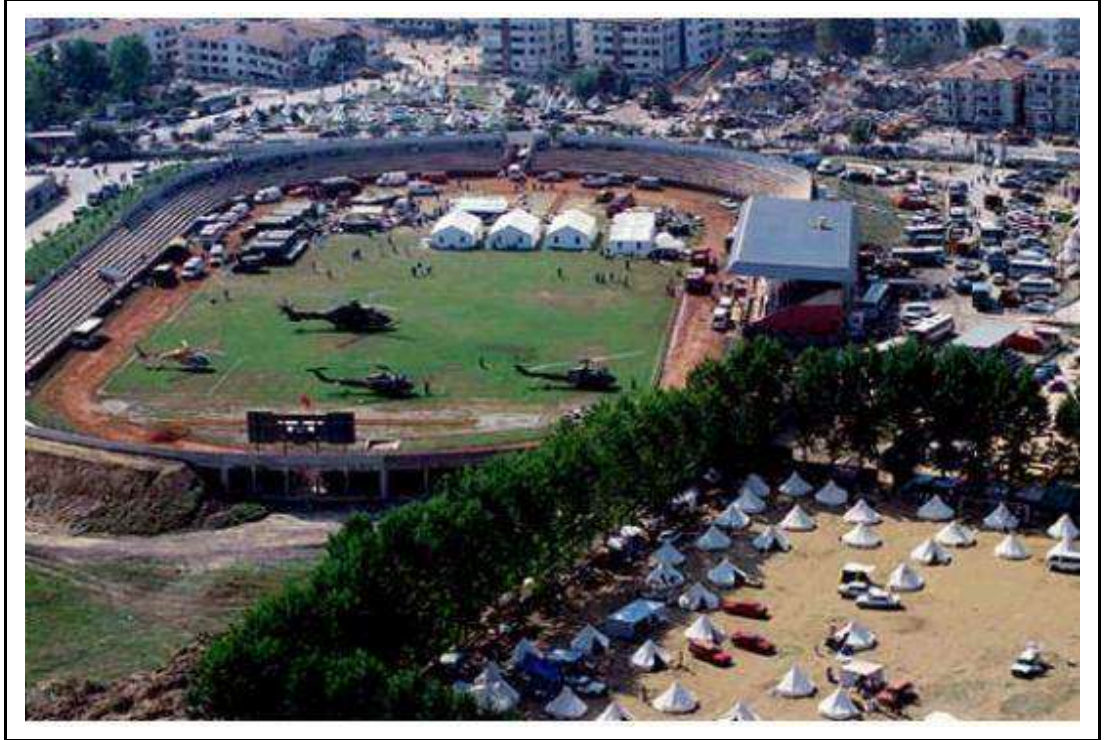
Parklar, spor alanları, ağaçlandırılacak alanlar, rekreasyon alanları, yollar, fuar ve panayır alanları, koruma kuşakları, ormanlar gibi kullanımların hepsi açık ve yeşil alan kapsamında değerlendirilir. Normal koşullarda kentin nefes alması için sağlanan bu kullanımlar, deprem etkin yerleşmelerde ilave fonksiyonlara yüklenmelidir.

Kent içinde fonksiyon alanlarının birbirinden ayrılmasıyla yeşil bantlar en uygun araçtır. Yerleşme dokusu içinde parklar ve rekreasyon alanlarına çeşitli ölçeklerde yer verilmesi, nüfus yoğunluğunun istenen düzeylerde tutulmasını da sağlayacaktır. Ayrıca bu bantlar, uygun düzenlendiğinde tıpkı geniş yollar ve akarsular gibi “yangın emniyet şeridi” görevini de üstlenebilecektir.

Son depremlerden edinilen tecrübeler, parkların ve açık alanların deprem psikolojisiyle evlerine girmek istemeyen insanların toplanma alanı olarak kullanıldığını göstermiştir. Belli büyüklüklerde ve belli sıklıklarla kent dokusu içinde serpiştirilecek böylesi alanlar uygun biçimde tasarlanmalı ve işlevsel biçimde donatılmalıdır. İlk yardım ve kurtarma ekiplerinin bu yerlerde konumlandırılması da şu anki uygulamaya nazaran daha gerçekçi bir tedbir olacaktır.

Kentsel parklar, fuar ve panayır alanları, büyük spor tesisleri gibi yerel düzeyde çok tümkente hitap eden açık alanların sayısı, yer seçimi ve alan büyüklüğü tespitinde tutumlu davranılmalıdır. Bu alanların, erişim olanakları güçlü bölgelerde yerleştirilmesi, işlevlerine uygun donatılar yanı sıra deprem sonrası geçici barınma ihtiyacına cevap verebilecek nitelikte düzenlenmesi önemlidir. Bu sebeple, yönetmelikte öngörülerin çok daha üzerinde açık ve yeşil alan tahsisinden kaçınılmalıdır.

Kent dokusu içinde düzenlenecek parklar ve meydanlar gibi açık alanlar ilk yardım ve kurtarmada hızlı ve etkin bir araç olan hava ulaşımının sağlanabilmesinde, helikopterlerinin iniş ve kalkışı için gerekli alan ihtiyacını karşılayan kentsel öğeler olarak da önem kazanmaktadır. Tasarımda bu konu gözden kaçırılmalıdır. 17 Ağustos depreminde kentsel açık alanlar, ilk yardım ve acil ulaşımın koordine edildiği önemli üsler olarak kullanılmıştır (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Gdük Şehir stadyumunda deprem sonrası faaliyetler

Arazi kullanımı planlaması bağlamında düşünüldüğünde ise, yerleşime uygun olmayan alanların açık ve yeşil alan kullanımına ayrılması uygun bir çözümdür olacaktır.

Şengezer (1999) çalışması nda, açık alanların afet örnelemedeki fonksiyonları nalişkin aşağıdaki tabloya yer vermiştir (tablo 4.9).

Tablo 4.9 Açık Alanların Afet Örnelemedeki Fonksiyonları

Açık Alan Tipi	Afet Örnelemedeki Rolü	Geliştirme Yönü
Büyük ölçekli parklar	Tahliye alanları	Metropditen parkların inşası veya geliştirilmesi
Küçük parklar	Afet drenajı, eğlence, buluşma alanı	Parkların geliştirmek ve emniyet altına almak
Yollar	Yangın kırımları, tahliye aksları	Yüksek riskli alanlardaki yolların iyileştirilmesi

4.5.9 Yerleşim Dokusu

Fiziksel Planlama ve Kentsel Tasarımda Yönlendirici Etkiler başlığı altında incelenen tüm maddeler, yerleşim dokusunu oluşturan bütünün birer parçasıdır. Bu bölümde sadece yollar, yerleşim dokusunu yönlendirici yönüyle incelenecek, daha sonra ise incelenen maddelerin genel bir değerlendirilmesi anlamında bazı çözümler yapılacaktır.

Taşıt ve yaya yollarının genişlikleri, kullanımlarına, önemlerine, bir başka ifadeyle ulaşımında bulundukları kademeye göre boyutlandırılır. Geniş yollar kent içinde bir sınır ögesi olmaları yanı sıra kentsel deprem davranışında da yangın emniyet şeridi olarak görev yaparlar. Önceki bölümlerde, depremin sebep olduğu yaygın kent yangınlarının depremden çok daha fazla kayıplara sebep olduğu örneklerle verilmişti. Ayrıca binilerden dökülen enkazların ulaşımı engellemesi için yoldun her iki cephesindeki binalar arasında güvenli bir mesafe bırakılması da gerçekçi bir güvenlik önlemi olacaktır.

Buraya kadar yapılan tüm değerlendirmeler ışığında aşağıdaki önerilere varmak mümkündür:

- Yapı yoğunluğu TAKS=0,30 'u geçmeyen alanlarda, kurtarma işlemleri daha kolay yapılabilir (Şengezer, 1999)

- Konut yapılarında çıkmalara izin verilmemelidir. Böylelikle hem yapının deprem davranış risk unsurlarından arındırılacak, hem de öngörülmeleyen nüfus yoğunlukları bertaraf edilecektir.
- Brüt 200 kişi/ha üzerindeki yoğunluklarda kitlesel can kaybının arttığı ve kurtarma işlemlerinin zorlaştığı belirtilmektedir (Şengezer, 1999; Atfen Elgüney, 1960 ve Özdeş)
- Yoğunluk nazımlarında belirtilmekle birlikte, planlama planlarında tek bir yoğunluğa karşılık farklı kat yükseklikleri ve yapı düzenleriyle farklı dokular elde etme esnekliğine sahiptir (Şengezer, 1999).
- Kule, minare gibi yüksek yapıların çevresinde, yarıçapı yapı yüksekliğinden az dınamak üzere bina yaklaşma sınırı dıştırulmalıdır.
- Ulaşım ağındaki kademesi düşük olan nispeten dar yollar yeşil bantlarla çevrelenmelidir.
- Yeşil bant dıştırmanın mümkün olmadığı durumlarda, yapı adalarında güvenli yapı yaklaşma sınırları belirlenmelidir.
- Gerekli koşulların sağlanabilmesi konusunda kuşku duyuluyorsa bitişik düzenden kaçınılmalı, ayrık düzende de yapılar arasında yeterince mesafe bırakılmalıdır. Parsel büyüklüklerinin yetersiz kaldığı durumlarda, ardışık parsellerde şaşırtmalı d ziliş bir çözüm d abilir.
- Yapı plan şemaları basit geometrilili ve simetrik d maldır. Fonksiyonun gerektirdiği plan şeması bu koşulu sağlamıyorsa, basit formlu birden çok kütle d arak düşünül m elidir.
- Tıpkı hakim rüzgar yönlerinde d duğu gibi deprem dalgalarının yerleşmedeki hakim yönü bilinmeli, binaların planda uzun cephesi yüzey dalgalarının geliş yönüne paralel yerleştirilm elidir.
- Bina köşelerinin deprem dalgalarının geliş yönünde yerleştirildiği tasarımlardan kaçınılmalıdır.
- Eğri arazilerde yapının uzun kesiti eğme paralel d maldır. Bu yörlenmenin depremkuvvetinin etki me yönüyle uyumlu d ması ön koşuldur.
- Bu koşul sağlamıyorsa kare formlu ve küçük taban alarlı plan şemaları tercih edilm elidir.

5 17 AĞUSTOS 1999 KOCAELİ DEPREMİ ÖZELİNDE KENTSEL DEPREM DAVRAN ŞI

Mar mar a Bölgesi ile Bol u, Eski şehir ve Küt ahya illeri ni kapsayan 27- 32 derece doğu boyl anı, 39- 42 derece kuzey erl enleri arası nda kal an böl gede 1900 yılı ndan 17 Ağ ust os 1999 tari hi ne kadar geçen sürede hasar yapan 21 depre m meydana gel d ğ i belirtil mekt ed r. Öz men (2000) ' den ed il en bil gye göre d uşt ur ul ant ab o 5. 1' de bu depremleri n bil ançosu göst eril mekt ed r.

Tabl o 5.1 Mar mar a Bölgesi ve Çevresi nde 1900 – 17 Ağ ust os 1999 Tari hleri Arası nda Meydana Gel en Hasar Yapı cı Depremler

YER	TARİ H	Derinlik	Ms	Io	Ağ ır hasar	Orta hasar	Az hasar	Ö ü	Yardı
Mür efte	09.08.1912	16	7,3		5540			216	466
Erdek	04.01.1935	30	6,7	IX	600			5	30
Bı gadi ç Sındırg	15.11.1942	10	6,1	VII	1262			7	
Adapazarı- Hendek	20.06.1943	10	6,6	IX	2240			336	
Muduru	05.04.1944	10	5,6		900			30	
Har manlık	05.02.1949	40	5,2		150				
Yeni ce- Gönen	18.02.1953	10	7,4	IX	9670			265	336
Eski şehir	20.02.1956	40	6,4	VII	1219	2281	9862	2	
Bol u- Abant	26.05.1957	10	7,1	IX	4201			52	100
Q ı narak- Yal ova	18.09.1963	40	6,3	VI	230	852	2560	1	26
Manyas	06.10.1964	24	7,0	IX	5398	3280	2200	23	130
Adapazarı	22.07.1967	33	7,2	IX	5569	5110	3210	89	235
Akyazı	30.07.1967	18	6,0					2	40
Gönen	03.03.1969	6	5,7		20			1	
Demirdi	23.03.1969	9	6,1	VI	110				
Demirdi	25.03.1969	37	6,0		1826				
Gediz	28.03.1970	18	7,2	IX	9452	9840	7737	1086	1260
Çavdarhisar	19.04.1970	18	5,9		41				2
Demirdi	23.04.1970	28	5,7		150				43
Bı ga	05.07.1983	7	4,9		85			3	
Kocaeli	17.08.1999	20	7,4	X	66448	66756	79576	17408	42442

Ülkede deprem etkililiğinin en yoğun olduğu bölgelerden biri olan Doğu Mar mara Bölgesi tarihi kayıtlardan da anlaşıldığı üzere bir çok yıkıcı depreme yüzleşmiş, büyük kayıplar ve hasarlar meydana gelmiştir. Bunun yanı sıra Kuzey Anadoluyu 1939 yılında başlıyan büyük depremin batıya doğru göçü sonucunda Kuzey Anadolu Fay Zonunun toplam 900 kilometrelik bir kısmı kırılmış ve kırıklarda 7.5 metreye varan yer değiştirmeler gözlemlenmiştir. Bu depremlerin yakın geçmişte modellenmesi İzmit Körfezi çevresinde bu depremler sebebiyle stresin yükseldiği ortaya koymuştur (İTÜ 1999). 17 Ağustos felaketi bu sebeple, bir sürpriz değildi.

Bu bölümde, öncelikle Doğu Mar mara Bölgesi'nin kentsel ve ekonomik gelişim süreci üzerine yapılmış çalışmalarından faydalanarak felakatin özerkle hazırlanış süreci ortaya konacaktır. Ardından, 17 Ağustos depreminin özellikleri ve deprem sonucu oluşan kayıplar istatistik değerlerle verilecek, son olarak da kent mekânında ortaya çıkan manzara görselliğiyle desteklenerek anlatılmaya çalışılacaktır.

5.1 Doğu Mar mara Bölgesi'nin Gelişim Süreci

İstanbul, Kocaeli ve Sakarya illerinin ülke nüfusu içindeki toplam payı 1940 yılında %7,7'dir. Ülke kentsel nüfusu içindeki payları ise aynı yıl için İstanbul'da %25,1, Kocaeli'de %0,9, Sakarya'da %0,8 olarak gerçekleşmiştir (Şengezer v.d., 2001). 2000 yılı nüfus sayım sonuçlarına bakıldığında ise bu üç il toplamının ülke nüfusunun %17,67'sini oluşturduğu, kentsel nüfus oranlarının ülke kentsel nüfusu içinde İstanbul'un %20,64, Kocaeli'nin %1,64, Sakarya'nın %1,05 paya sahip olduğu görülmektedir.

1950'lerde ülkedeki siyasi değişime paralel olarak cumhuriyetin devletçilik politikaları terk edilmeyle başlanmış, küçük Amerika'da arzusuyla ABD kaynaklı dış yardımlar ülkenin yeri kalkınma politikalarını belirlemeye başlamıştır. Yabancı sermaye girişiyle başta İstanbul olmak üzere Kocaeli ve Sakarya'yı da içine alan bölgede sanayi gelişimi artmış, buna paralel olarak kentleşme hızlanmıştır.

Doğu Mar mara Bölgesi'ne yönelik sanayi gelişimi ile bölgede nüfus artış hızları 1950-1960 döneminde Kocaeli genelinde %3,6, kentsel nüfus artış hızı %6,6, Sakarya il genelinde %3,9, Adapazarı'nın %6,7 ve İstanbul'da %5 olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler hem ülke hem de Mar mara genelinden çok yüksektir (Şengezer v.d., 2001).

Öte yandan karayolu ulaşımının ülke politikası olarak benimsenmesi ile İstanbul, İzmit, Adapazarı hattında kontrolden dışı sanayileşme ve kentleşme lineer olarak günümüze kadar sürmüştür. Özellikle İstanbul – İzmit arasında topografyanın çizdiği

sınırları ile deniz arasında dar bir koridor boyunca yerleşme yoğunluğu çok yüksek boyutlarda gerçekleştirmiştir.

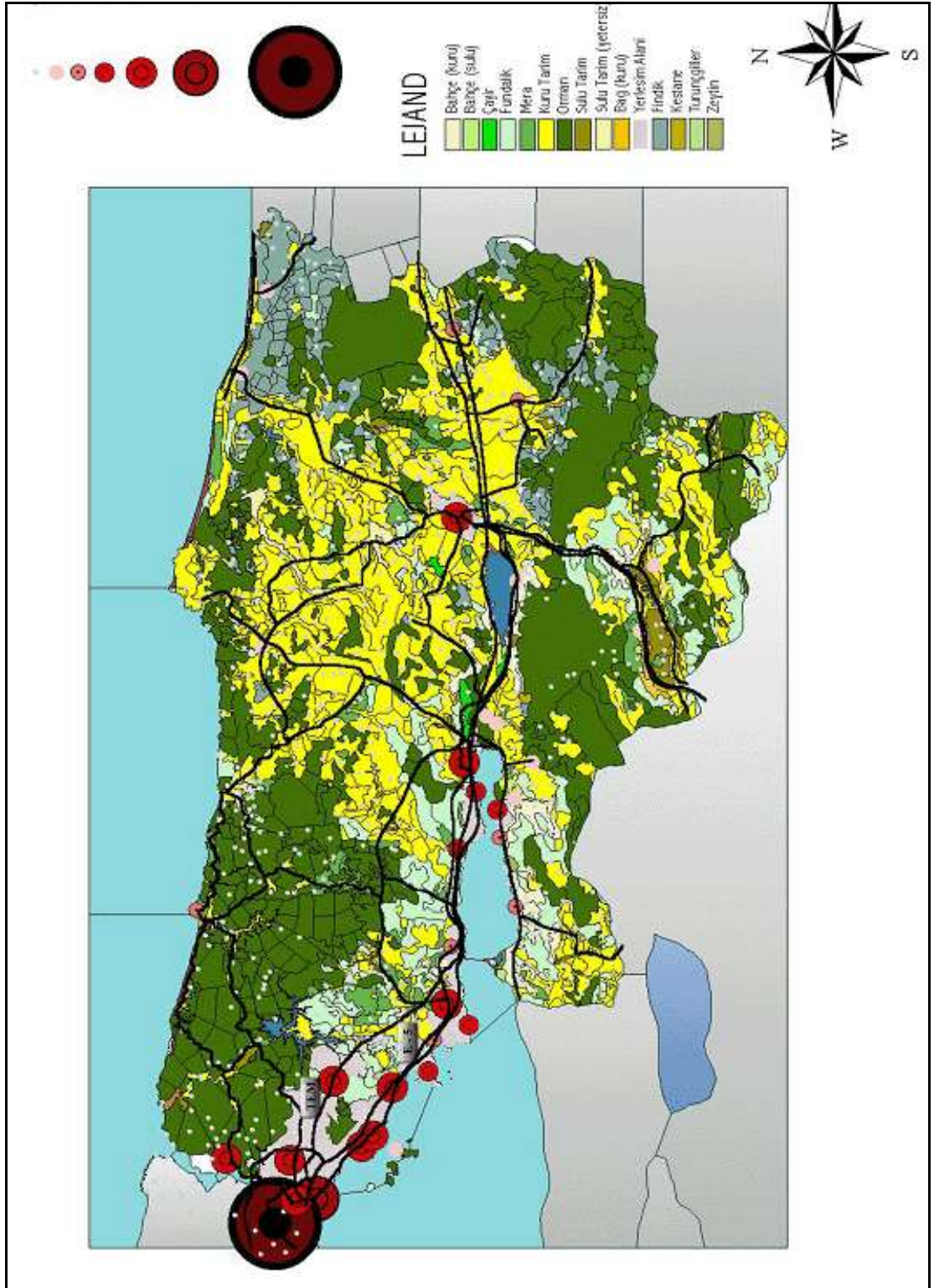
5.1.1 Arazi Kullanım ve Risk Etmenleri

Şekil 5.1’de verilen haritada izlendiği gibi yerleşmeler ağırlıklı olarak Marmara Denizi kıyısında neredeyse bütürlüleşmiş bir kentsel alan şeklinde yer almaktadır, koşutunda da ticaret, sanayi, turizm ulaşım konut alanları gibi tüm kentsel fonksiyonlar bu halde içersinde konumlanmaktadır. Yerleşme sistemi, İstanbul – İzmit – Sakarya aksında bir süreklilik göstermektedir. Sanayi gelişiminin yönlendirdiği bu kentsel gelişim modelinde, enerji, su ve ulaşılabilirlik kaynakları, Pazarıncılık, İstanbul gibi uluslararası ticaret ve finans merkezi ne yakınlık, kalifiye işgücü bulma kaynakları etmen unsurlardır. Konut, sanayi, hizmet ve donatı alanları, ulaşım bağımlı bir gelişim göstermiş ve bu akslar süreci içerisinde yoğunlaşmıştır. Ulaşım maksadının da fay hattı boyunca yer alması riskin artmasında önemli parametreyi oluştururken, depremden sonra ulaşım akslarında oluşan hasarlardan dolayı deprem sonrası kurtarma ve yardımları faaliyetlerinin aksamasına neden olmuştur (Şengezer v.d., 2001).

İzmit Körfezi’nin kuzeyindeki yerleşmeler, İstanbul sanayi sisteminin uzantısı olarak sanayi kenti kimliği taşımaktadır. Körfezin güneyindeki yerleşmelerini ise gelişim kaynakları doğal yapıdan dolayı sınırlı olduğu için konut ve kısmen turizmin bulunduğu, kısmen de sanayinin yer aldığı hizmet kentleri kimliği taşımaktadır. Sakaryailinde ise sanayi ve hizmet sektörlerinde hakim kent niteliğindeki Adapazarı yerleşmesi ve çevresinde tarımsal nitelikte kısmen benzeşen yerleşme yapısıyla karşılaşmaktadır. E5 ve TEM otayları üzerinde yer alan Sapanca, Akyazı ve Hendek ilçeleri diğer ilçe merkezlerine göre farklı kimlikler kazanmıştır. Kocaeli Sakarya illerinin mevcut sanayi yapısına ve gelişim eğilimine karşın, ülkesel bazda önemli tarımsal potansiyelleri de bulunmaktadır. Sanayi alanlarının ulaşılabilir nitelikteki 1. derece tarım alanlarında yer seçtikleri görülmektedir (Şengezer v.d., 2001).

Yalova ili ise diğerlerinden farklı bir yapıya sahiptir. Yakın zamana kadar İstanbul’un bir ilçesi olan Yalova halen büyük oranda bir sayfiye kenti görünümündedir. Yakın geçmişte İstanbul’un meyve bahçesi olarak bilinen il, doğal yapısı, temiz havası, denizi ve İstanbul’a olan yakınlığı ile ikinci konut ağırlıklı bir görünüm sergilenmiştir. 1990’ların sonuna doğru İstanbul’dan ayrılarak il statüsü kazanan Yalova da merkez ilçe konut, ticaret ve hizmet ağırlıklı bir yapıya sahiptir. Altınova, Çiftlikköy ve Çınarcık ilçeleri ikinci konut ve turizm fonksiyonları ile öne çıkan sahil

yerleşmeleri dir. İl leri z kıyısında dı mayan tekil çesi Ter m al i se daha kırsal rit d i k t e bir gör ün ü me sahi p d up doğa ve kap lı cat ur iz m i geli ş m i ş t ir.



Şekil 5.1. Doğu Marmara Bölgesi arazi kullanımı haritası

Topoğrafik özellikleri nedeniyle Yalova ilindeki yerleşimde, tıpkı Kocaeli’de olduğu gibi, derin kıyısındaki dar bir koridor dalineer olarak yayılmıştır. Tarımsal faaliyetler il genelinde önemli bir yer tutmakla beraber özellikle doğusunda yer alan yerleşmelerde sanayi gelişimi de gözlenmektedir. Bunda, bölgenin önemli bir ulaşım bağlantısı olan İstanbul – İzmir karayolu üzerinde bulunması, İstanbul, Kocaeli, Bursa üçgeni içinde kalması, İzmit Körfezi’nin güneyinde arazi kullanımındaki yoğunluk nedeniyle topoğrafik sınırlandırıcılar doğrultusunda sanayi gelişiminin batıya doğru ilerlemesi önemli rol oynamaktadır.

Genel olarak İzmit Körfezi’nin güneyinde kalan yerleşmeler fay hattı ile içiçe ya da 1-2 km uzaklıkta konumlanmıştır. Fay hattının körfezin güney sınırlarına paralel ve yer yer teğet ilerlemesi bu bölgede doğrudan fay üzerinde yapılaşmanın doğurduğu sorunlara yol açmaktadır. Körfezin kuzeyi ise hem fay hattına daha uzak kalmakta hem de jeolojik açıdan daha sağlam niteliklenen zeminler üzerine oturmaktadır. Kuzeyden ve güneyden gelen lineer yerleşme formu İzmit’ten sonra topoğrafik olarak açılma eğilimine kavuşmakta, ancak fay hattı boyunca uzanan TEM ve E5 otoyolları bu bölgede de lineer gelişimin yoğun darak sürmesine sebep olmaktadır.

İzmit, Adapazarı ve Pamukova gibi ovalar ender bulunan tarımsal alanları niteliğinde olmasına rağmen, sanayi amaçlı kullanılmakta, yaygın konut alanları da hızla gelişmektedir. Burada yer alan sanayi tesisleri fay hatları üzerinde ve sivilleşme potansiyeline sahip alüvyon tabanlı ovalarda yer seçmiştir. 17 Ağustos 1999 depreminde gerek İzmit’te gerekse de Adapazarı’nda zemin özelliklerinin deprem faktörü açısından ne kadar önemli bir griddiştirdiği izlenmiştir. İzmit’te var olan yamaç yerleşmelerinde hasar oranları sınırlı kalmış iken zemin özelliklerinin farklılaştığı Bekirpaşa hasarının yoğunlaştığı alan olmuş, Adapazarı’nda da daha sağlam zemin özellikleri gösteren ve fay hatlarına daha yakın konumdaki Maltepe gibi bölgelerde çok az hasar ortaya çıkmışken, zemin suyu seviyesinin de yüksek olduğu alüvyon tabanlı Adapazarı Ovası’nı kullanan ve yoğun yapılaşma talepleri ne sahne olmuş merkez ve çevresi neredeyse yok olmuştur (Şengezer v.d, 2001). Yalova Belediyesi zemin etüd raporu ndan edinilen bilgiye göre, Yalova genelinde de kıyıya yakın düzlük alanlar alüvyal özellikler göstermektedir.

5.2 17 Ağustos Depreminin Genel Bakış

5.2.1 Depremin Özellikleri

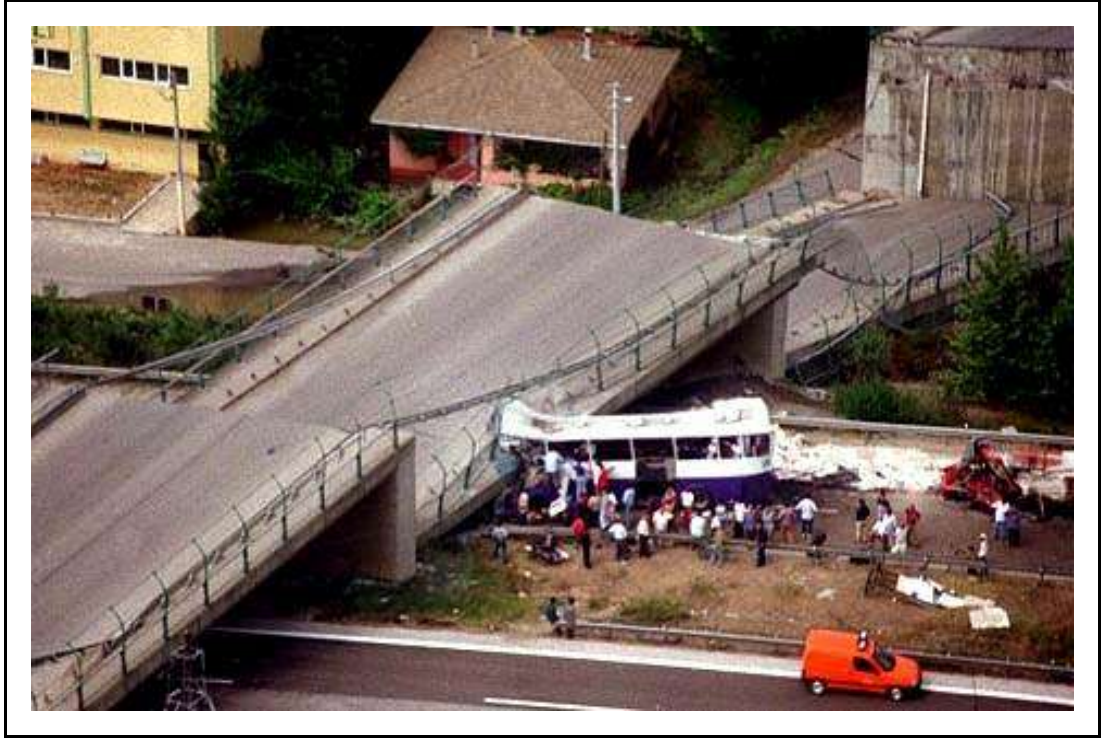
17 Ağustos 1999 tarihinde saat 3.02’de, Kuzey Anadolu Fay Hattının Adapazarı, Kocaeli, Gölcük segmenti üzerinde, Richter ölçeğine göre $M_s=7,4$ magnitüdünde ve

yaklaşık 45-50 saniye süren bir deprem meydana gelmiştir. Deprem, Marmara Bölgesi'ni tamamıyla Kuzey Anadolu Fay Hattı'nın doğu yönündeki uzantısında yer alan Düzce ve Bolu gibi şehirleri etkilemiştir. 17 Ağustos depreminin ülkemizde endüstrinin ve şehirleşmenin en yoğun olduğu Marmara Bölgesi'nde meydana geldiği dır, can ve mal kaybının ve hasarın da çok büyük olmasına sebep olmuştur. 1967 Adapazarı depreminden sonra bölgeyi etkileyen en büyük deprem olan 17 Ağustos 1999 depremi, İstanbul'un Avcılar, Küçükçekmece, Tuzla ilçeleri ile İzmit, Adapazarı, Gölcük, Yalova, Düzce ve Bolu şehirlerinde etkili olmuştur (İTÜ 1999). 17 Ağustos depremi, 1923 Tokyo depreminden sonra modern, sanayileşmiş bir anda etkili olan en büyük deyim olarak değerlendirilmektedir (Erdik, 2000).

Deprem Araştırma Dairesi tarafından depremin merkez üssü İzmit'in 12 km güneydoğusu ve derinliği 15,9 km olarak belirlenmiştir (Özmen, 1999). Bazı raporlarda art arda iki deprem meydana geldiği, ikinci depremin merkez üssünü ise Adapazarı Arifiye'nin 1 km kuzeyinde tespit edildiği belirtilmektedir (Sakarya Üniversitesi, 1999; atfen ODTÜ Jedçik Rapor, 4 Eylül 1999, Ankara). Pampal (2000) da birbiriyle çakışan en az iki deprem kaydedildiğinden söz etmektedir.

Deprem karada İzmit Körfezi ile Düzce güneybatısı arasında yaklaşık 120 km uzunluğunda bir yüzey kırığı meydana getirilmiş olup bu kırık üzerinde 4,2 metreye varan sağ-yanaş yer değiştirmeler meydana gelmiştir. Kırığın üzerinde yer alan TEM otayda en az üç yerde kırık tarafından kesilerek ydun yer yer 200 metre uzunluğundaki bölümünü deforme etmiş, üst geçitlerin yıkılmasına veya kullanılamaz hale gelmesine sebep olmuştur. İzmit – Arifiye denir yda 2,7 metreye varan ötelenmelerle deforme olmuştur (İTÜ 1999). (Şekil 5.2 ve 5.3)

Bu depremsırasında bu kırığın yakınında yer alan ve özellikle suya doymun alüvyon zeminlerde başta Adapazarı, İzmit, Gölcük, Yalova ve Akyazı olmak üzere bir çok yerleşim biriminde aşırı yıkımlara sebep olmuştur. Faylanma dışında Adapazarı ilçesinde sokaklarda meydana gelen deformasyonlar ile Gölcük ve Sapanca Gölü kıyılarında meydana gelen göçmeler kuvvetli yer sarsıntısı ile ilgili olup hasarların yoğunlaşmasına sebep olmuştur. İstanbul'da Avcılar başta olmak üzere Bağcılar ve Sefaköy'de önemli hasarlar meydana gelmiştir. Bu deprem öncesinde İzmit Körfezi ve çevresinde deprem potansiyelinin yüksek olduğu yalnız tarihsel deprem kayıtlarına dayanılarak değil, GPS ölçünleri sonuçlarının değerlendirilmesi ile de farklı grupların yaptığı çalışmalarda ileri sürülmüştür (İTÜ 1999).



Şekil 5.2 TEM otoyolunda yıkılan bir üst geçidin sebep olduğu zınlırlıme kayıplar

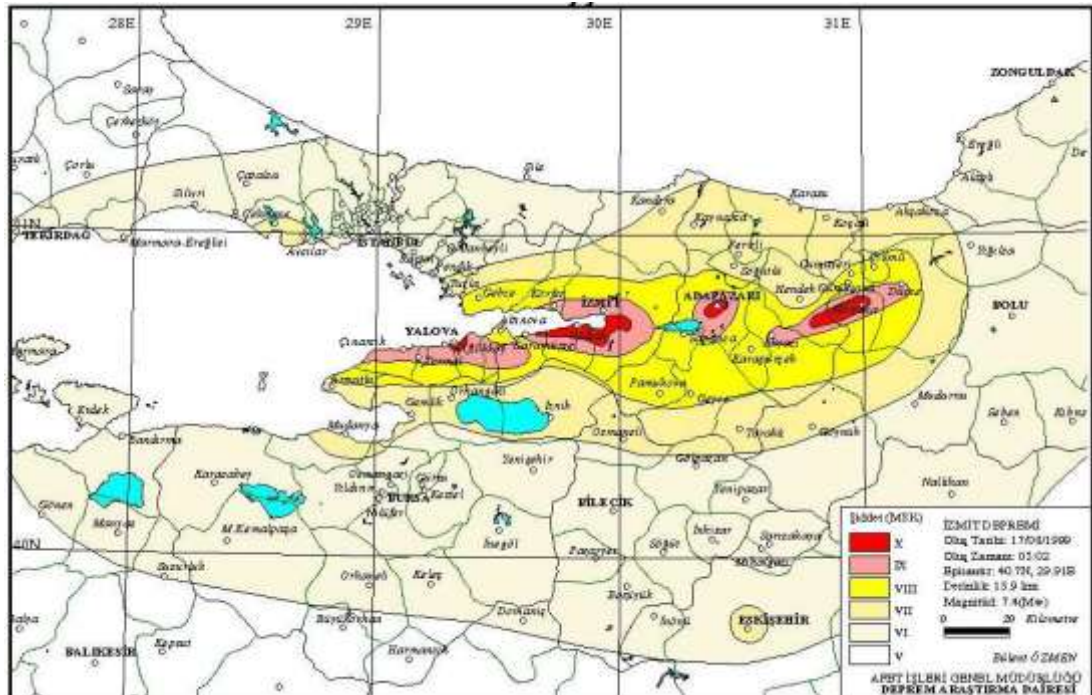


Şekil 5.3 17 Ağustos depreminde oluşan yüzey kırığının demiryoluyla kesiştiği noktada neden olduğu deformasyon

Mar mara Bölgesi'nde çeşitli kurulumların yerleştiği kuvvetli yer hareketi d'çereri bulunmaktadır. Bu al'etlerden alınan kayıtlarla deprem hasarı arasında büyük bir uyum bulunmaktadır. Şöyle ki, İstanbul'da Haliç'in doğusunda bulunan b'dgede haki mfor masyon kumtaşı, kiltası kaya birinheri d up bu b'dgede d'çül en maksi mum yer ivm'eri %5 g - %8 g dd ayındadır. Bli nd ğ ği bi, İstanbul'da kumtaşı, kiltası kaya birinherine d uran geli ş ğüz el in ş a edil mi ş ruhsatsız yapı lar da bile hasar meydana gel me mi ş tir. Buna kar ş ılık, Zeytinburnu'nda %12, Ataköy de %17, Ambarlı'da ise %25 ği bi yer ivm'eri d'çül mü ş tür. İstanbul'daki en büyük hasarın Ataköy ile Ambarlı arasında yer alan Küçükçekmece ve Avcılar b'dge'lerinde d i du ğ u bilinmektedir. Keza Mar mara'nın güneyinde, fay hattı üzerinde %35 - %40 g dd ayında yer ivm'eri d'çül mü ş tür (İTÜ 1999).

Depremden etkilenen illerin il merkezlerinin depremin merkez üssüne uzaklıkları, İzmit 12 km, Adapazarı 39 km, Yalova 59 km, Bilecik 61 km, İstanbul 85 km, Bursa 94 km, Eskişehir 113 km, B'du 142 km, Zonguldak 180 km ve Tekirdağ 210 km d'arak hesap an mı ş tır (Özmen, 1999).

17 Ağustos depreminin eş şiddet haritası şekil 5.4 de veril mektedir. Bu harita, arazi gözlenheri, hasar tespitleri ve ivme kayıtları baz alınarak MSK şiddet cetveli ne göre hazırlan mı ş tır. Aynı şiddet eğri si i ğ inde kalan yerleş melerde farklı hasar da ğ ılı n harına rastlanmas ı, yerleş melerde yer alan yapı tiplerinin nitelik ve niceliklerinden kaynaklanmaktadır (Özmen 1999 ve 2000). Bu haritaya göre d u ş an etkil enme durumuna ili ş ki n say ı sal veril ere bir sonraki ba ş ık ta yer veril mi ş tir.



Şekil 5.4. 17 Ağustos depreminin eş şiddet haritası (Deprem Araştırma Dairesi, irt er net)

5.2.2 Deprem'in Toplumsal ve Ekonomik Boyutları

MSK şiddet cetveline göre çizilen eş şiddet haritasına göre 17.08.1999 tarihinde meydana gelen Kocaeli depreminde hangi sayıda insan ve konutun hangi şiddette etkilendiği ve bu şiddetinin ne büyüklükte danda etkili olduğunu gösteren tablo 5.2 ile depremden değişik şiddetlerde etkilenen konutlardaki hasar dağılımını gösteren tablo 5.3 aşağıda verilmiştir (Özmen, 1999 ve 2000).

Tablo 5.2 Eş Şiddet Haritasına Göre Etkilenme Büyüklükleri

Şiddet	Yüzölçümü(km ²)	Nüfus (1997)	Konut Sayısı
V	35.200	11.807.738	2.762.044
VI	7.955	1.521.558	355.920
VII	4.396	666.936	156.008
IX	1.216	676.122	158.157
X	294	419.699	98.175
Toplam	49.061	15.090.056	3.530.304

Tablo 5.3 Depremden Etkilenme Şiddetlerine Göre Konutlarda Hasar Dağılımı

Şiddet	Ağır Hasar	%	Orta Hasar	%	Az Hasar	%
V	1.111	0,04	6.023	0,22	6.496	0,24
VI	3.241	0,91	9.514	2,67	9.232	2,59
VII	4.398	2,82	6.883	4,41	8.289	5,31
IX	24.824	15,70	28.726	18,16	35.977	22,75
X	32.458	33,06	15.009	15,29	18.786	19,14
Toplam	66.032		66.155		78.780	

Depremden İstanbul, Kocaeli, Sakarya, Bursa, Zonguldak, Eskişehir ve Yalova kentleri önemli derecede etkilennmiştir. Deprem'in Türkiye'nin önemli sanayi merkezlerinin bulunduğu, kentleşme ve nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bir bölgede oluşması can ve mal kaybının artmasına neden olmuştur. En fazla can ve mal kaybı Kocaeli, Sakarya ve Yalova illerinde meydana gelmiştir. Tablo 5.4 incelendiğinde toplam ülke nüfusunun dörtte birinin, ülke kentsel nüfusunun ise yaklaşık üçte birinin bu depremden çeşitli ölçülerde etkilendiği görülecektir. Tablo 5.5 de illere göre hasar durumu verilmiştir.

Tablo 5.4 Depremden Etkilenen İlleri n 2000 Yılı Devlet İstatistik Enstitüsü Verilerine Göre Demografik ve Ekonomik Durumu

İl Adı	Toplam Nüfus	Kentsel Nüfus	Türkiye Kentsel Nüfusuna Oranı	GSYİH İçindeki Payı	Kişi Başı na GSYİH (\$)
Bilecik	194.326	124.380	0,28	0,3	3521
Bolu	270.654	142.685	0,32	0,8	5687
Bursa	2.125.140	1.630.940	3,71	3,7	3491
Düzce	314.266	130.632	0,30	0,3	1639
Eskişehir	706.009	557.028	1,27	1,2	3369
İstanbul	10.018.735	9.085.599	20,64	22,1	4416
Kocaeli	1.206.085	722.905	1,64	4,5	7556
Sakarya	756.168	459.824	1,05	1,1	2953
Tekirdağ	623.591	395.377	0,90	1,1	3412
Yalova	168.593	98.661	0,22	0,4	4665
Zonguldak	615.599	250.282	0,57	1,2	3779
Toplam	16.999.166	13.598.313	30,90	36,7	
Türkiye	67.803.927	44.006.274			2941

Tablo 5.5 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Kriz Yönetim Merkezi Verilerine Göre Konut ve İşyerlerindeki Hasar Durumu (Özmen, 2000)

	Ağır		Orta		Az	
Şehir	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
Bolu (Düzce dahil)	3.095	649	4.180	1.015	3.303	482
Bursa	63	5	434	19	940	68
Eskişehir	80	19	96	8	314	22
İstanbul	3.073	532	13.339	1.999	12.455	1.239
Kocaeli	19.315	3.031	21.287	3.001	22.452	3.227
Gölcük	12.310	1.870	7.789	886	9.299	1.118
Sakarya	19.043	4.068	12.200	1.963	18.712	1.675
Yalova	9.432	727	7.917	1.036	12.685	1.881
Toplam	66.441	10.901	67.242	9.927	80.160	9.712

Başbakanlık kriz merkezi verilerine göre deprem ve yardımların sayıları tablo 5.6 da görülmektedir. Bu tablodaki rakamlardan Bursailinde deprem 258, İstanbul ilinde deprem 527, Eskişehir ilinde deprem 53 kişi yaralı olarak diğer beldelerden gelmiş, tedavi edilirken bu illerde hayatlarını kaybetmiştir. Gerçekten Bursailinde 10, İstanbul ilinde 454, Eskişehir ilinde 33 kişi depremde ölmüştür.

Tablo 5.6 Başbakanlık Kriz Merkezi Verilerine Göre Ölü ve Yaralı Sayılarının illere Dağılımı

İl Adı	Ölü Sayısı	Yaralı Sayısı
Kocaeli	9.476	19.447
Sakarya	3.890	7.284
Yalova	2.504	6.042
İstanbul	981	7.204
Bolu (Düzce dahil)	271	1.165
Bursa	268	2.375
Eskişehir	86	375
Zonguldak	3	26
Tekirdağ	-	35
Toplam	17.479	43.953

Yukarıdaki tabloda verilen rakamlar resmî kaynakların açıkladığı sayılardır. Kamuoyunda ise ölü sayısının 20.000'in üzerinde olduğu yönünde genel bir iddia hakimdir.

Depremden en çok etkilenen yerleşim merkezi doğrudan fay hattı üzerinde yerleşik bulunan ve depremin merkez üssüne en yakın konumdaki kent sel yerleşim olan Gölçük'dür. Özmen (2000)'den alınan verilere göre Gölçük'te merkez nüfusun % 6,84'ü yani 5239 kişi yaşamını yitirmiş, ilçe merkezi nde konutların % 35,7'si ağır hasara uğramış veya yıkılmıştır. Nüfusa oranla ölüm sayısının en yüksek olduğu yerleşim ise Yalova'nın Çiftlikköy ilçesi'dir. İlçe merkezi nde nüfusun % 7,2'sine karşılık gelen 672 kişi hayatını kaybetmiştir.

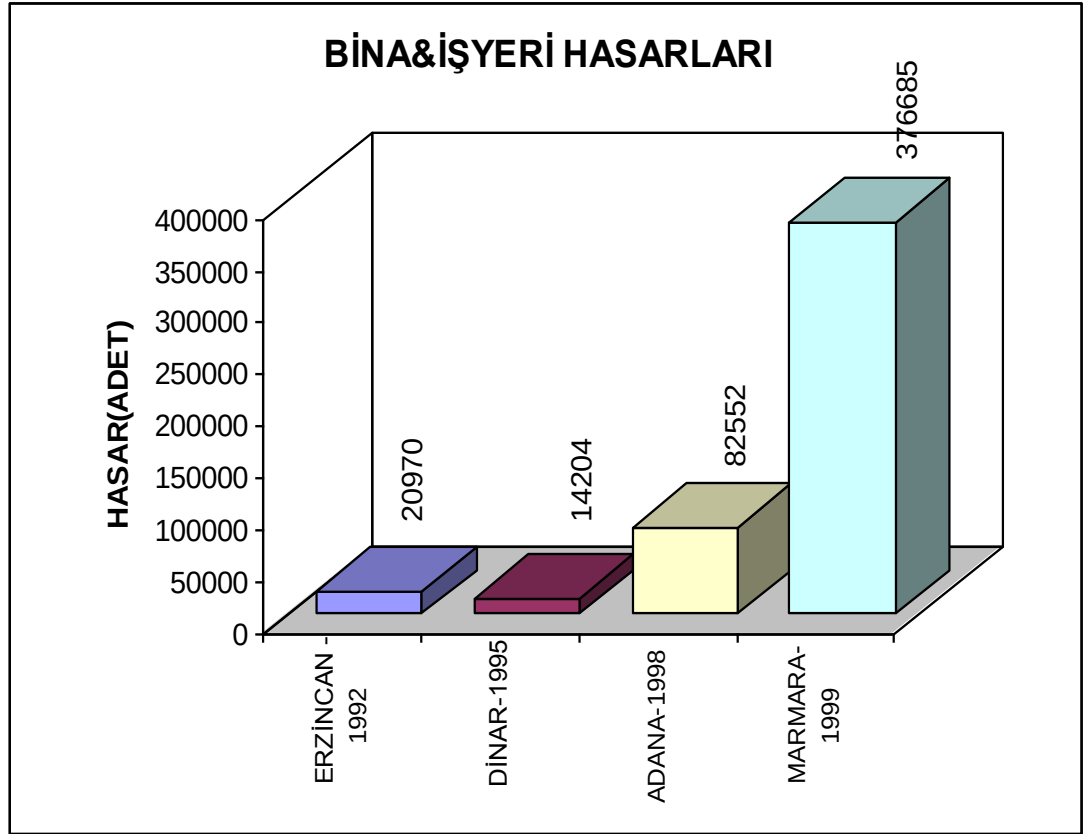
Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nın 17 Ağustos ve 12 Kasım depremlerini birlikte değerlendiren ve değerlendirdiği hasar tespit çalışması icmaline göre toplam hasar tablo 5.7'de görülmektedir. 1992 Erzincan, 1995 Dinar, 1998 Adana ve 1999 depremlerinde meydana gelen hasarların karşılaştırıldığı grafik ise tablo 5.8'den izlenebilmektedir. Bu depremlerin büyüklükleri Erzincan $M_s=6.8$, Dinar $M_s=6.0$, Adana-Ceyhan $M_s=5.9$, Gölçük $M_s=7.4$, Düzce $M_s=7.2$ olarak gerçekleşmiştir (Çelip ve Kumbasar, 2000). Tablo 5.8'deki grafik, bu değerler eşliğinde incelendiğinde Adana depreminde, Erzincan ve Dinar'dan daha hafif olması na rağmen, hasarın 4 ila 6 kat daha fazla olduğu görülecektir. Hasarı etkileyen bir çok parametre olduğu kuşkusuzdur. Ancak Adana'daki kent sel yoğunluğun diğer iki'sinden çok daha yüksek olması, bu durumun ortaya çıkan sonuçta önemli bir etken olduğunu düşündürmektedir. Doğu Marmara Bölgesi'ndeki kent sel kümelenmeler ve burların ülkenin en yoğun yerleşimleri olduğu düşünüldüğünde, depremin büyüklüğü paradedinde, oluşan hasar diğerleriyle karşılaştırılacak boyutlara ulaşmaktadır.

Bu durum 4. bölümde bahsedilen yoğunluk – hasar ve can kaybı ilişkisini doğrulamaktadır.

Tablo 5.7 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Hasar Tespit Çalışması İcmaline Göre 1999 Depremlerinde Meydana Gelen Toplam Hasar (T.C. Başbakanlık İnternet sayfası)

Yıkık-Ağır Hasar		Orta Hasar		Az Hasar		Toplam
Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	
96.808	15.944	107.331	16.815	124.033	15.754	376.685

Tablo 5.8 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Verilerine Göre Son 10 Yılın En Büyük Depremlerinde Ortaya Çıkan Hasarın Karşılaştırılması (T.C. Başbakanlık İnternet sayfası)



Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE, 1999) 10 ve daha fazla kişi çalışan imalat sanayi işyerlerinde 17 Ağustos depreminin sonrakı durumu saptamak üzere Bdu, Sakarya, Kocaeli ve Yalova illerinde bir çalışma yapmıştır. Çalışmada 1186 işyeri ile yüz yüze görüşülmüştür. Bu kapsama depremden sonra yıkılan işyerleri dahil edilmemiştir. Sonuçlar tablo 5.9 da verilmiştir. Deprem nederiyle 1186 işyerinden 1025'inde üretimin durduğu bildirilmiştir.

Tablo 5.9 On ve daha fazla kişi çalışan işletmelerin deprem sonrası durumu

İller	Toplam İşyeri Sayısı	Üretimin Etkilenen İşyeri Sayısı	Tahmini Fiziki Hasar Tutarı (milyar TL)	Toplam Üretim Kaybı (milyar TL)	Toplam Zarar (milyar TL)
Toplam	1.186	1.025	295.952,6	355.446,2	651.398,8
Bolu (Düzce dahil)	233	185	18.754,6	18.372,5	37.127,1
Kocaeli	690	590	167.453,5	234.959,8	402.413,3
Sakarya	218	208	97.031,7	84.959,8	181.618,6
Yalova	45	42	12.712,8	17.527,0	30.239,8

Çalışmada 1-9 kişi çalışan işletmelerin deprem sonrası üretim kaybı 6,5 trilyon TL olarak tahmin edilmiştir. Bu durumda genel toplam zarar (fiziki hasar + toplam üretim kaybı) 657,9 trilyon TL'dir. Toplam üretim kaybı, Türkiye işletmelerinde %0,95, deprem öncesi işletmelerinde ise %5,81 olarak hesaplanmıştır (DİE, 1999).

Bölgede deprem öncesi işletmelerin üretim kapasitesi %87'ken deprem sonrası %51 seviyesine gerilemiştir. Bu oranlar Bolu'da %0'dan %5'e, Kocaeli'de %87'den %50'ye, Sakarya'da %77'den %44'e ve Yalova'da %98'den %68'e şeklinde gerçekteleşmiştir (DİE, 1999).

Erdik (2000)'in belirttiğine göre, 1999 yılında Doğu Marmara Bölgesi'ni sarsan büyük depremin yarattığı maddi kayıp, doğrudan ve dolaylı olarak gerçekleşen fiziki ve sosyo-ekonomik kayıplarla birlikte 16-20 milyar dolar olarak tahmin edilmektedir, ki bu da ülkenin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası'nın %7-9'una denk düşmektedir.

Deprem nedeniyle sanayi tesislerinde meydana gelen hasarlar yüzünden çevre kirliliği riskiyle de karşılaşmıştır. Yalova'da bir kimyasal tesisin hasar gören tanklarından 6400 ton Akril nitril (ACN) maddesinin sızarak hava, deniz ve toprağa yayıldığı tespit edilmiştir. Toprakta meydana gelen yangın ve hasarlar nedeniyle de (Şekil 5.5) dikey olarak hava ve deniz kirliliği riski yaşanmıştır. Denizden 825 ton petrol ve türevleri ile 10 ton kâğıt, tahta, poşet ve ambalaj malzemeleri gibi atıklar toplanmış ve bertaraf edilmiştir (T.C. Başbakanlık internet sitesi). Ayrıca DİE (1999) raporunda çeşitli sanayi kuruluşlarının depo ve tanklarında meydana gelen sızıntıların %75 oranında deriye, %25 oranında akarsulara karıştığı belirtilmiştir.



Şekil 5.5 Tüpraş yangını

5.2.2.1. Altyapı Kayıpları

Enerji nakil hatları ve trafelerde önemli hasarlar meydana gelmiş, bazı bölgelere uzun süre elektrik sağlanamıştır.

Deprem neticesinde, bölgeden geçmekte olan Anadolu Otodolunun İzmit - Doğu Kavşağı - Akyazı bölümünü kapsayan yaklaşık 60 km'lik kesiminde otodol gövdesinde çatlaklar, çökmeler, kabarmalar ve derin yarıklar oluşmuş, otodol üzerindeki sanat yapıları da büyük hasar görmüştür. Haydarpaşa - Arifiye arasında yer alan çift hatlı demiryolunun Gebze - Körfez arasındaki 29 km'lik kesim orta, Körfez - Arifiye arasındaki 61 km'lik kesim ise ağır hasar görmüştür. Güzergâhtaki elektrifikasyon, sinyalizasyon ve telekomünikasyon tesislerinde hasarlar mevcuttur. Türkiye Vagon Sanayi'ne ait tesiste bulunan 43 vagon da enkaz altında kalmıştır (Özmen, 2000). (Şekil 5.6)

Deprem sonrası bazı yerleşim yerlerine hizmet veren telefon santralleri, enerji ve transmisyon sistemleri ile binalar zarar görmeleri birlikte esas hasar aboneye ulaşan erişim sistemlerinde olmuştur. Ayrıca bu düzensizliklere ek olarak yakınlara ulaşmak isteyenlerin ve kurtarma/organizasyon ekiplerinin düşürdüğü yüksek hacimli telefon trafiği, transmisyon sistemleri düşük trafik hesabına göre tesis edildiğinden tüm telekomünikasyon sistemini felç etmiştir. Deprem nedeniyle hasar

gören Bd u – Göl yaka, Bd u – Hacı sül eymanlı, Bd u – Düzce, Adapazarı – Merkez ve Kocaeli – Ulaş santralleri devre dışı kalmıştır (Öz men, 2000).



Şekil 5.6 Fabrika yapı sıyl a lirlkte hasar gören vagonlar

5.2.2.2 Eğiti mTesi sleri Kaybı

Depremde hasar gören ve yı kılan il k ve orta derecdi okull arı n durumunu göst eren tabl o aşağı dadır (tabl o 5.10).

Tabl o 5.10 Deprem Bđ gesi nde Hasar Gören Okull ar

	Topl am Okul Sayısı		Yı kılan Okul Sayısı		Hasarlı Okul Sayısı	
	İlk öğreti m	Orta öğreti m	İlk öğreti m	Orta öğreti m	İlk öğreti m	Orta öğreti m
Bd u	466	64	0	1	29	7
Bur sa	731	160	1	0	24	8
Eski şehir	536	76	0	0	28	15
İ stanbu	2 270	602	3	1	52	26
Kocaeli	472	109	9	9	72	28
Sakarya	500	64	7	9	33	16
Yal ova	94	23	2	1	29	10
Topl am	5. 069	1 098	22	21	267	110

Bunun yanı sıra Abant İzzet Baysal, İstanbul, Kocaeli ve Sakarya üni versite leri ile Gebze Yüksek Teknd ği Enstitüsü nde çeşitli derecel erde hasar ve kayı pl ar söz konusudur. Bunlardan Kocaeli ve Sakarya üni versite leri ni n bazı bđ ün leri nde

öğreniminde aksamalar gerçekleşmiştir. Ayrıca İstanbul'daki bazı üniversitelere ait yapıların bir kısmında da öğrenim yılı boyunca süren onarımlara gerek duyulmuştur.

Bunun yanı sıra Kredi Yurtlar Kurumu'na bağlı Kocaeli ve Sakarya'da bulunan bazı yurt binalarının tamamen çöktüğü bildirilmiştir (Özmen, 2000).

5.2.2.3 Sağlık Tesisleri Kaybı

Özmen (2000) 'in çalışması na göre kamu hastaneleri, sağlık ocakları ve Sosyal Hizmetler Çocuk Esirgeme Kurumu'na ait tesislerin hasar durumları sırasıyla tablo 5.11, tablo 5.12 ve tablo 5.13'te verilmiştir.

Tablo 5.11 Hastanelerin Hasar Durumu

Hastane Adı	Yatak Sayısı	Hasar Durumu
Yalova Devlet Hastanesi	125	Hafif
İstanbul Balıkdüzü Kenik Hastahaneleri Hastanesi	151	Hafif
Sakarya Devlet Hastanesi	275	Orta
Sakarya Doğum ve Çocuk Hastanesi	150	Hasarsız
Kocaeli Adil Yardım Hastanesi	50	Hafif
Düzce Devlet Hastanesi	350	Kısmen Ağır
Akçakoca Devlet Hastanesi	30	Ameliyathane- Ağır
Gölyaka Sağlık Merkezi	30	Ağır
Gebze Devlet Hastanesi	100	Ağır
Kocaeli Devlet Hastanesi	300	Ağır
Gölcük Devlet Hastanesi	100	Acil Servis- Orta
Karamürsel Devlet Hastanesi	50	Hafif
Adapazarı SSK Hastanesi	305	Ağır
Karamürsel SSK Hastanesi	154	Ağır
Bozüyük SSK Hastanesi	28	Ağır

Tablo 5.12 Sağlık Ocaklarının Hasar Durumu

İller	Özelliğ	Hasar Durumu	Adedi
Kocaeli	Sağlık Ocağı	Ağır	6
Kocaeli	Sağlık Ocağı	Orta	7
Sakarya	Sağlık Ocağı	Ağır	5
Sakarya	Sağlık Ocağı	Orta	8
Bolu	Sağlık Ocağı	Orta	2
Yalova	Sağlık Ocağı	Ağır	1
Yalova	Sağlık Ocağı	Orta	3
Toplam			32

Tablo 5.13 SHÇEK Genel Müdürlüğüne Ait Tesislerin Hasar Durumu

İller	Özellik	Hasar Durumu	Aded
Bolu	Yetiştirme Yurdu	Orta	2
Bolu	Huzurevi	Orta	1
Sakarya	Yetiştirme Yurdu	Orta	2
Sakarya	Huzurevi	Ağır	1
Sakarya	Çocuk Yuvası	Ağır	1
Sakarya	Rehabilitasyon Merkezi	Ağır	1
Kocaeli	Huzurevi	Ağır	1
Kocaeli	Yetiştirme Yurdu	Ağır	1
Kocaeli	Çocuk Yuvası	Ağır	1
Yalova	Rehabilitasyon Merkezi	Hafif	1

Ayrıca, Kocaeli Üniversitesi'ne ait hastanelerin yataklı servisleri ile acil serviste önemli ölçüde, Bolu-Abant İzzet Baysal Üniversite hastanesinde ise kısmen hasar görülmüştür (Özmen, 2000).

5.3 Yalova'da Zemin Yapısı ve Kent Sel Deprem Davranışı

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'na göre deprem bölgesinde tespit edilen yanlış uygulamalar;

- Afet bölgelerinde yapılacak yapı yönetmeliğine uyulmaması,
- Zemin koşulları dikkate alınmadan yüksek katlı binalara yapı izni verilmesi,
- Yerleşim yerlerinde afet riskinin göz ardı edilmesi,
- Farklı amaçları taşıyan yapıların kesilmesi,
- Afet acil yardımları na gerekli önemin verilmemesi,
- Rastlantıya uygun eğitimsel faaliyetlerin yapılması

olarak sıralanmaktadır.

Ülkemizdeki bir çok depremde yıkımların en önemli sorununun zeminine bağlı etkenler ve zemin koşullarına uygun olmayan yapısal özellikler olduğu görülmüştür.

Nitekim Erzinan, Dinar, Adapazarı, Gökçük, Yalova gibi büyük hasarlı alanlara karşılık aşan yerleşmelerin en başta gelen sorunu alüvyon zeminleri üzerinde kurulmuş olması fakat bunun gerektirdiği forma aykırı gelişmişliktir.

Adapazarı'nda elverişsiz zeminler, gelen deprem dalgalarının periyodunu büyütmüş ayrıca meydana gelen sıvılaşma ile birlikte altyapı ve binalarda büyük tahribat meydana getirmiştir. Çoğunluğu bu bölgede yer alan ve son yıllarda yapılan 4-5 katlı binaların %80'i oturulamaz durumdadır. Sakarya kent bütünündeki hasar dağılımına bakıldığında zemin durumunun etkisi açıkça görülmektedir. Aynı teknik özelliklere sahip yapılarda nispeten iyi zemine sahip bölgelerde bu oran tersine dönmektedir (Sakarya Üniversitesi, 1999).

Bu bağlamda, Yalova kent merkezi örneğinde zemin yapısı ve kentsel gelişme yönlere haritalarla gösterilecek, yıkımın en ağır yaşandığı bölgelerle zemin yapısı arasındaki ilişki ortaya konacaktır.

5.3.1 Yalova Belediyesi Zemin Etüd Raporunun İncelenmesi

17 Ağustos depreminin ardından Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan 17 Ağustos 1999 Mar mara Depremi Sonrasında Planlama ve Yapılaşmalarla İlgili İşlemler konulu genelgeçer doğrultusunda Yalova merkez yerleşiminin Zemin Etüd Raporu yapılmıştır.

Yalova'nın genel topografik yapısı Güney-Kuzey yönünde uzanan sırtlar ve burunları arasında kalan alüvyon tabanlı vadilerden oluşmaktadır. Bu vadilerde, kenti içinden geçen akarsular şekillenmiştir. Rapor da (Yalova Belediyesi, 2000) Safran ve Balaban Deresi alüvyonlarının, sırtların burun hizalarından itibaren açılım yaptığı kesimlere kadar killeri, açılımın gerçekleştiği kesimden derize kadar kumların daha geniş yayılımı gösterdiği belirtilmektedir. Kentin jeodetik haritası Şekil 5.7 de verilmiştir.

Şekil 5.8 de verilen uydu fotoğrafında, kentin deriz kıyısında ve dere yataklarını nikeyanında vadi içlerine sokulan düzlükler boyunca yoğun bir yapılaşmayla gelişim gösterdiği izlenebilmektedir.

Yalova imar planı sınırları içinde düzlük alanları imara açıktır. Ancak derelerin ardında kalan sırtlarda kısmen imara açık sahalarda bulunur. Bunun yanında, yeni yapılan lokal jeodetik-jeoteknik çalışmalarla mevcut sakinli sahalarda mevzi planlarına mevcut imar eklentileri de yapılmaktadır (Yalova Belediyesi, 2000).



Şekil 5.8 Yalova kentsel alanının uydu görüntüsü (Yalova valiliği internet sayfası)

17 Ağustos Marmara depreminde özellikle Sakarya'da görülen zemin sıvılaşmasının yapı hasarlarına, daha çok binaların zeminine gömülmesi ne veya düşeyle aç yapacak şekilde yatmalarına neden olarak kullanılmaz hale getirdiği görülmüştür. Yüksek yer ivmesinin suya doymuş granüler zeminlerde meydana getirdiği bu sıvılaşma problemi Yalova için de incelenmiştir. Bu amaçla yapılan sıvılaşma riski yüksek sahalar değerlendirilerek sıvılaşma haritası hazırlanmıştır (Şekil 5.9). Sıvılaşma için 7,5 magnitudünde ve 0,4 g yatay yer ivmesinde deprem senaryosu esas alınmıştır. Sıvılaşmanın gerçekleşebilmesi için zeminde kum, silt, siltli kum, kumlu silt, killi kum gibi litolojilerin suya doymuş olması, yarı yer altı suyu taşımaları gerekir. Aynı zamanda bu tür zeminlerin gevşek olması da sıvılaşma faktörüdür. Sıvılaşma potansiyeli gösteren bölgelerde imar planına göre genellikle 3-5 katlı yapılaşmalar hakimdir; seyrek de olsa 10 katı bulan binalar vardır (Yalova Belediyesi, 2000).

Son depremlerden sonra Adapazarı'nda 0,40 g ve Bolu'da 0,63 g yatay yer ivmelerine neden olan hareketler meydana gelmiştir. 17 Ağustos Marmara depreminde sıvılaşma etkileri Yalova'nın doğusundaki Subaşı Belediyesi arazileri içinde görülmüştür. Etüd sahası içinde sıvılaşma probleminin görülmesi yer ivmesinin 0,23 g civarında kalması, bir başka deyişle Yalova'da ölçülen yatay yer ivmesinin Sakarya'yı etkileyen ivmenin yarısı mertebesinde olmasıdır. Burada meydana gelebilecek büyük bir deprem senaryosuna göre hareket etmek zorunluluğu vardır. Hazırlanan sıvılaşma potansiyeli haritası da bu kabule dayandırılmıştır (Yalova Belediyesi, 2000).

Jedfizik çalışmalarından elde edilen veriler değerlendirildiğinde zemin hakim titreşim periyotlarının alüvyonda 0,40 – 0,86 saniye aralığında olduğu belirlenmiştir. Zeminin

büyütme değerleri ise 5'ten büyük olup 9,5'e kadar ulaşmaktadır. Zemin hakim titreşim periyotlarının yüksek olması, yer altı su seviyesinin yüksek, alüvyonun kalın, kesme dalgası (S) hızlarının düşük olmasına bağlanmıştır (Yalova Belediyesi, 2000).

5.3.2 Yalova Belediyesi Zemin Etüd Raporuna Göre Yerleşme Uygunluk Değerlendirmesi

Yalova Belediyesi Zemin Etüd projesinde yapılan incelemeler sonucunda hazırlanan yerleşme uygunluk haritası şekil 5.10'da görülmektedir. Buna göre proje alanında yerleşme uygunluğuna uyan alanlara rastlanmamıştır. Keza, projeye konulan saha alan üzerinde yerleşme uygun olmayan alanlar da görülmüştür. İnceleme alanının tamamı yerleşme önl em şartlı uygun alanlar olarak tanımlanmış, Önl em Şartlı Alanlar –1 (ÖŞA1) ve Önl em Şartlı Alanlar – 2 (ÖŞA2) olarak sınıflandırılmıştır. Önl em şartlı alan sınırlarının, sınıflama potansiyelini gösterir harita (şekil 5.9) ile arasındaki uyumluluk dikkat çekmektedir.

Aşağıda verilen değerlendirmeler, anılan raporda (Yalova Belediyesi, 2000) önl em şartlı alanları tanımlayan ve yapılaşmayla ilgili sınırlandırıcıları ve önerileri içeren bölünmelerden alınmıştır.

5.3.2.1 Önl em Şartlı Alanlar – 1 (ÖŞA1)

Önl em Şartlı Alanlar – 1 (ÖŞA1) taşıyıcı zeminin çok zayıf olması yanında, daşı bir büyük depremde sınıflama potansiyelinin yüksek görüldüğü alanlardır. Yerleşim haritasında ayrılan bu bölgede bina temellerinde mutlaka iyileştirme gerekmektedir. Bu maksatla parsel bazında yapılacak zemin etüdlerinde taşıyıcı zeminin belirlenmesi, taşıyıcı zemin ve temel arasında iyileştirme projesinin üretilmesinden sonra inşaatla geçilmelidir. Yapı temellerinin iyileştirilmesi için zemin değiştirilmesi, kazık, enjeksiyon, v.b. projeler yapılabilir.

Bölgenin önemli bir kırık zonu üzerinde bulunması ve yerleşim zemininin alüvyon çökelti letimsel edilmesi, yer altı suyu seviyesinin yüksek olması gibi nedenlerden yapılaşmanın yüksek katlı olması risk taşımaktadır. Bu nedenle yapılar mutlaka bodrum ilaveli 2 kat (zemin + 1) olarak projelendirilmelidir. Kat sınırlandırması gereği jeofizik araştırma rını ilk sonuçları üzerinde değerlendirme yapıldığında da ortaya çıkmaktadır. Bölgede zemin hakim titreşim periyodu 0,4 – 0,9 saniye arası bulunmuştur. Bu değerleri ise 4 – 9 kat arası yapıların daşı deprem hareketlerinden maksimum etkilenecek yapılar olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bölgede zemin büyümesi değerlerinin yüksek olması çok katlı yapılaşmanın risk

değerini artırmaktadır. Ayrıca bilindiği üzere 17 Ağustos Marmara depremi Gölçük merkezli dir. Böyle bir depremin yarattığı yıkım hasar ve kayıpların büyük boyutta olması nın yanı sıra Yalovailirinin 1-2 km kadar açıklarından geçen fayın yaratacağı dumsuz etkilerinin çok daha fazla olacağı da bir gerçektir.

Önem Şartlı A lar ar – 1 (ÖŞA1) de yapılması istenilen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

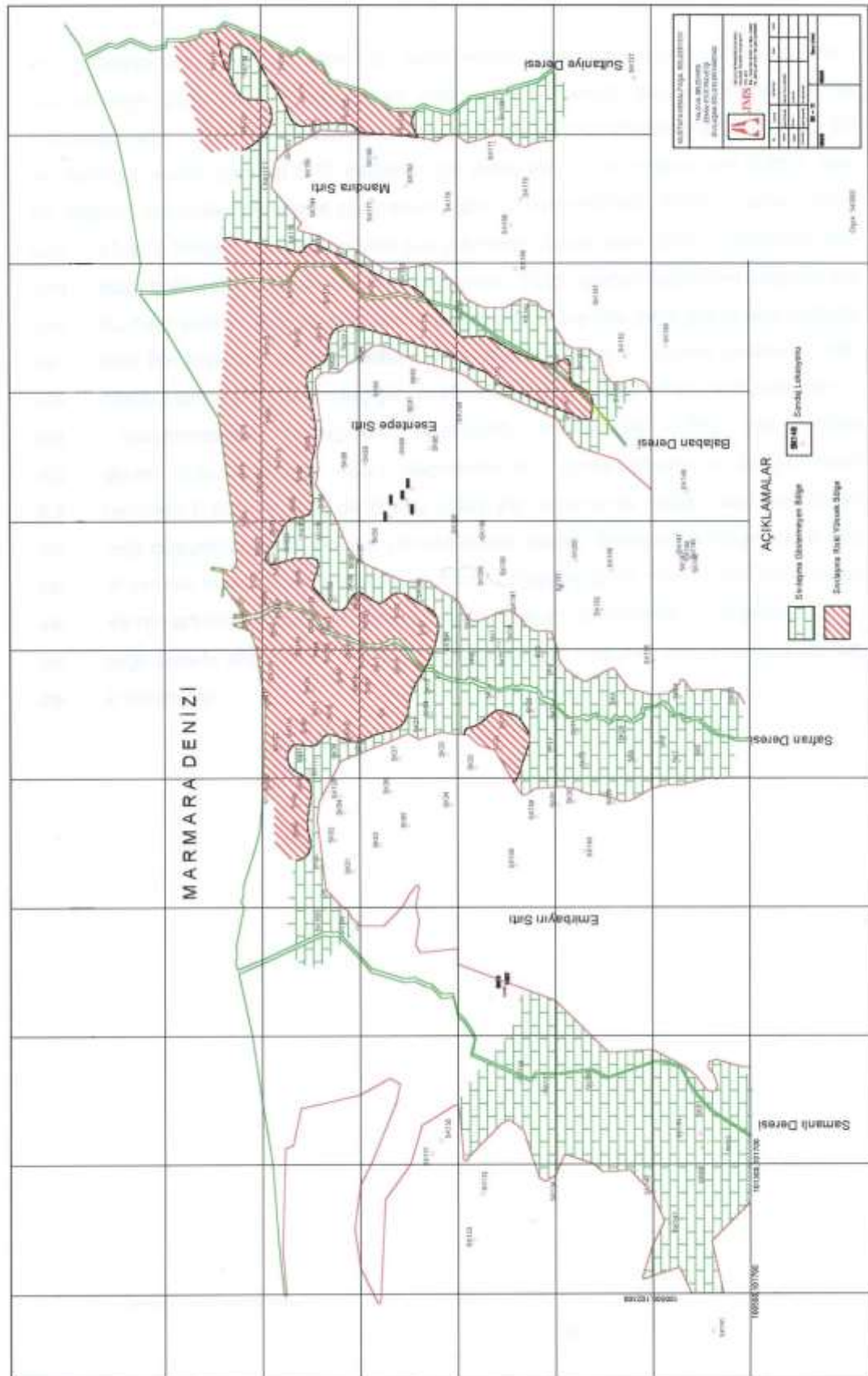
- Bu bölgede sondajlı zemin araştırmalarının sonucu sıvılaşma riski d mayan sağ amzeminin derinliği saptanmalı ve buna göre temel derinliği tespit edilmelidir. Bu amaçla yapılacak sondaj derinliği 15.00 metreden az d mamalıdır.
- Okul, hastane, PTT, v.b. toplu kullanıma amaçlı resmî yapılar ile sinema, tiyatro, alışveriş merkezleri gibi kitlesel kullanıma açık yapılar için düzenlenecek zemin etüdlerinde en az yapılarının 1,5 katı derinliğe kadar (yapı yüksekliğinden az d mamak şartıyla) detaylı bir şekilde incel enmeli, raporda önerilen kat adetlerine uyulmalı, belirli bir alanda bu kat adedi (okul, hastane, gibi resmî binalar ile alışveriş merkezi v.b.) yeterli d madiğı durumlarda al an geneli nde detaylı etüdler düzenlenerek, özel temel ve yapı sistemleri geliştirilerek hazırlanacak raporların Afet İşleri Genel Müdürlüğü ne onaylatılması koşuluyla plan değişikliğine gidilebilmelidir.
- Bu bölgede zayıf ve sıvılaşma riski taşıyabilecek zeminlerin bulunduğu gerçeğ d kkat e alındığında büyük blokların ve ağır yapıların projelendirilmesi ne izin veril me meli dir.

5.3.2.2 Önem Şartlı A lar ar – 2 (ÖŞA2)

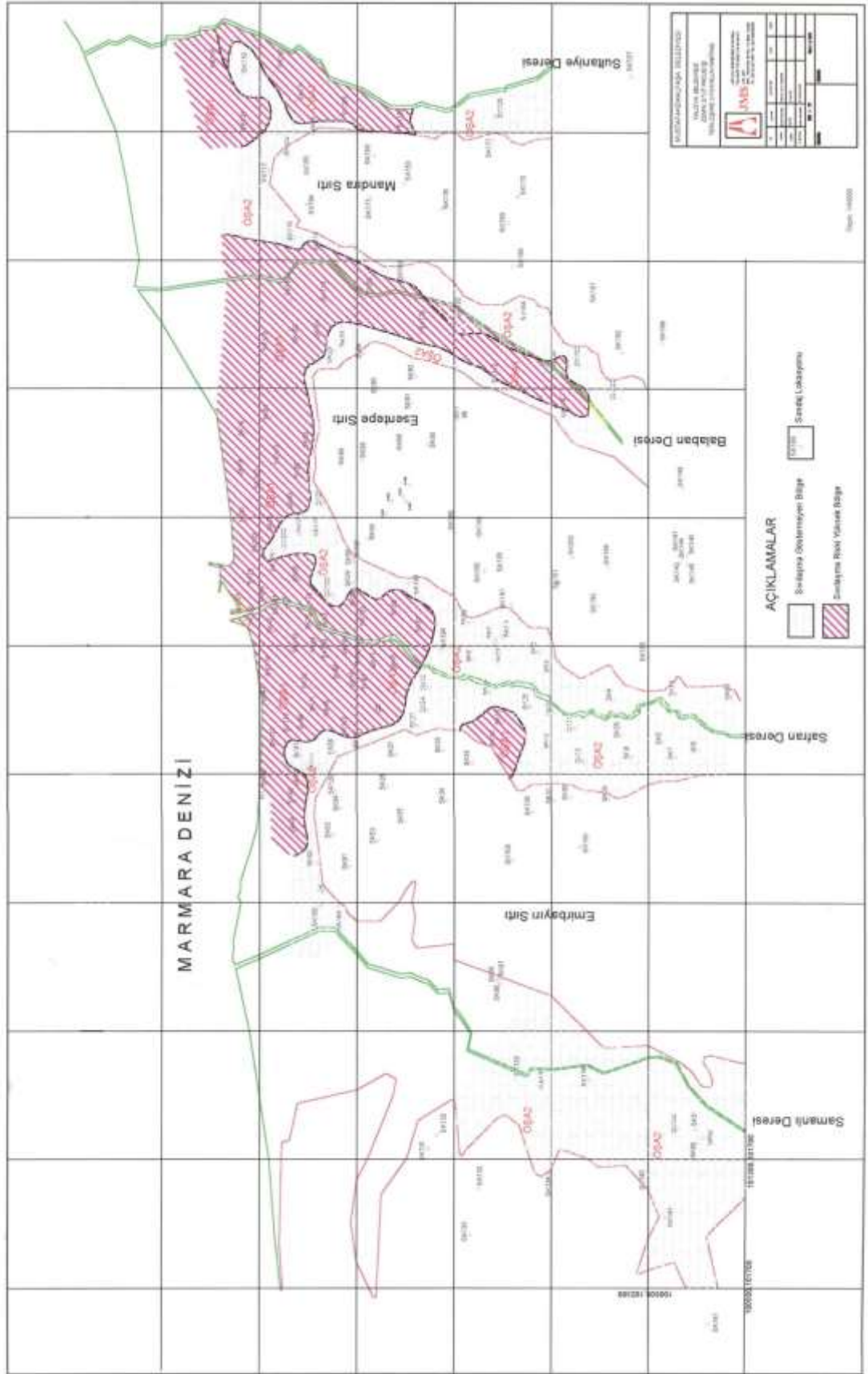
Yapılan sondaj çalışmalarında sıvılaşma riski görülmeyen alüvyon sahalar **Önem Şartlı A lar ar – 2 (ÖŞA2)** olarak belirtilmiştir. Ancak, bu al ar ar i ğ inde de sıvılaşma gösteren bölgelerin d abileceğ d kkat e alınmalıdır. Bu bölgelerin alüvyon çökelleri temsil edilmesi, farklı litolojilerinin yanlı ve düşey yönde birbirine geçiş göstermesi ve yer altı suyunun varlığı önlemlerinin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Yapılacak jeoteknik etüdlerle sıvılaşma riski taşıyan lokal al ar ar ın d abileceğ düşünülerek bu bölgede de yapı izni verilmeden sondajlı jeoteknik etüdin yapılması zorunluğ u getirilmelidir.

Önem Şartlı A lar ar – 2 (ÖŞA2) de yapılması istenilen çalışmalar aşağıda verilmiştir:

- Sıvılaşma gösteren lokal alanların dâbileceği düşünülerek zemin araştırma arının sondajlı etüdlerle gerçekleştirelmesi gerekli görülmüştür. Bu nedenle ÖŞA – 1 olarak belirlenen bölgede yapılacak parsel bazındaki çalışmalarda istenilen zemin etüd kriterleri aynen uygulanmalıdır.
- Tüm bölgede temel kazı derinliği 2.00 metreden aşağıda olmamalı, bodrum yapısı projelerde yer almalıdır.
- Yapılaşma bu bölgede de bodrum ilaveli 2 kat (zemin + 1) olarak düzenlenmelidir.
- Yeni yapılacak yapılar deprem şartnamesine uygun olarak projelendirilmeli, statik projelerde donatılı perde duvarlar kullanılması da kâat edilmelidir.



Şekil 5.9. Yalova kenti ne â t s ı v l a ş m a p o t a n s i y e l i n i g ö ş t e r i r h a r i t a



Şekil 5.10. Yalova kenti yerleşme uygunluk haritası

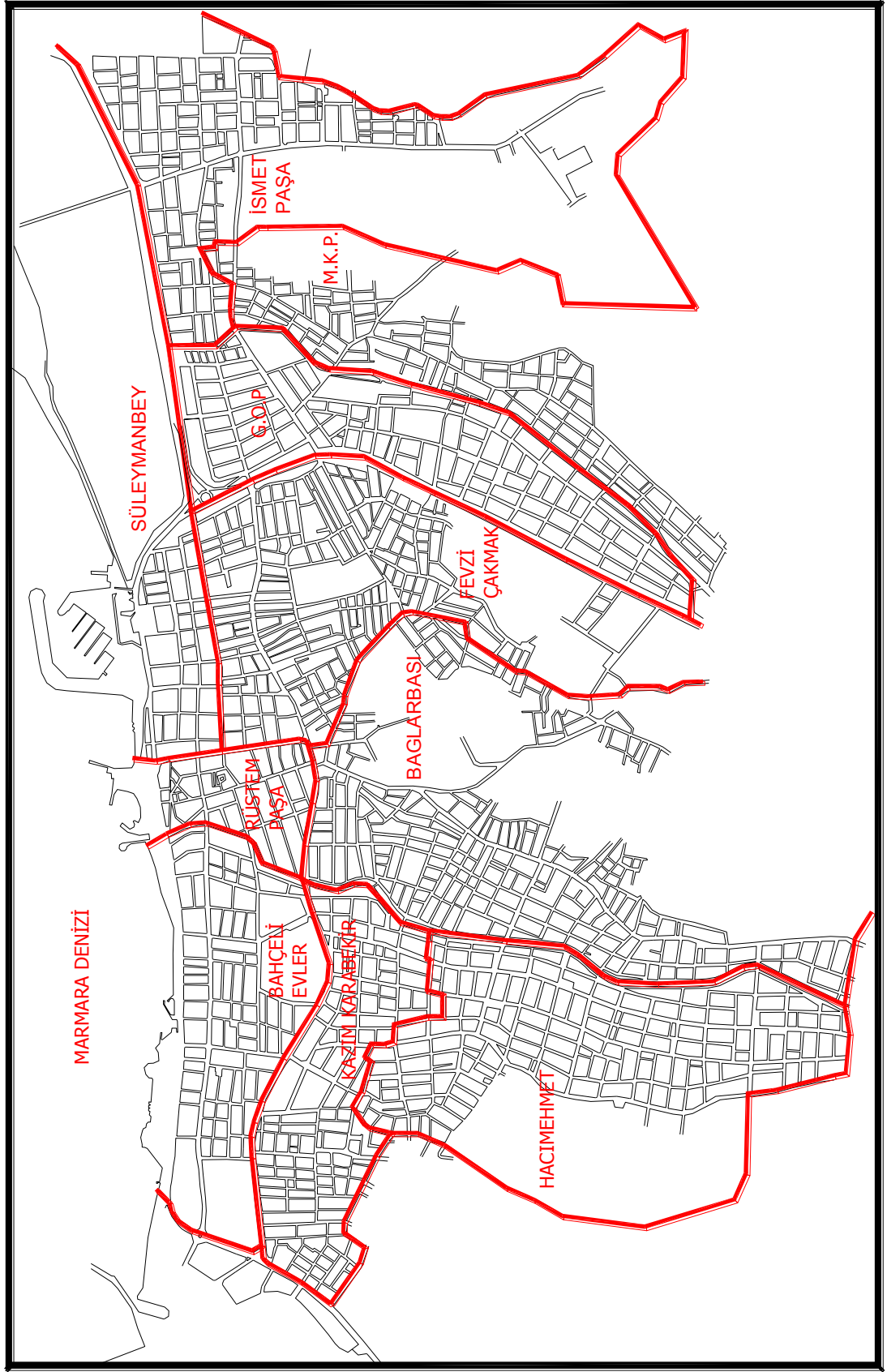
5.3.3 Yalova Kent Merkezi'nde Hasar Dağılımı

Yalova Belediyesi Planlama Müdürlüğü ile yapılan görüşmede (2003) kent merkez yerleşmesinde en büyük hasarın Hacı Mehmet Ovası olarak bilinen bölge ile Safran Deresi'nin batısındaki kıyı bölgesinde gerçekleştiği, bu bölgedeki egemen dokunun 4-5 katlı betonarme binalardan oluştuğu bildirilmiştir. Marmara Deprem Bölgesi Afet İnşaat Genel Koordinatörlüğü'nün hasar tespit tablosunda da görülebileceği gibi (tablo 5.14), en büyük hasarlar Bahçelievler ve Kâzım Karabekir mahallelerinde meydana gelmiş, bunları Bağarbaşı mahallesi izlemiştir.

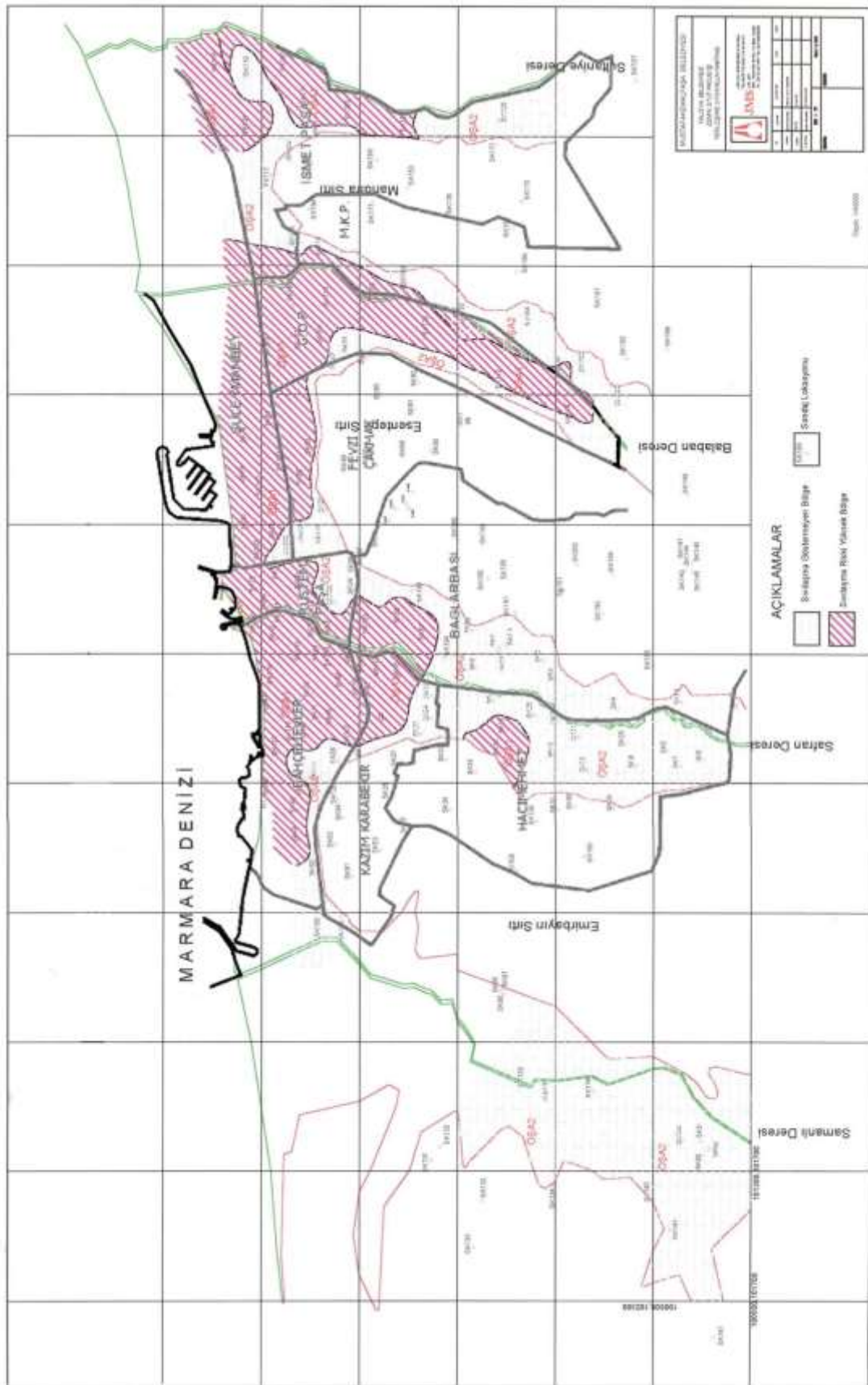
Tablo 5.14 Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Marmara Deprem Bölgesi Afet İnşaat Genel Koordinatörlüğü 17.08.1999 ve 12.11.1999 Depremi Yalova İli Merkez Mahallelere Ait Kat'i Hasar Tespit İçin Tablosu (Yalova Bayındırlık İl Müdürlüğü, 2001)

İlçesi	Mahalleler	Yıkık-Ağır		Orta		Az		Hasarsız	
		Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri	Konut	İşyeri
merkez	Bahçelievler	1.789	80	3.143	138	1.068	208	2.271	122
merkez	Kâzım Karabekir	2.712	90	696	11	399	2	800	39
merkez	Rüstempaşa	390	85	288	55	149	184	1.347	642
merkez	Bağarbaşı	903	72	622	41	1.081	49	2.307	88
merkez	Fevzi Çakmak	519	70	946	133	925	269	1.535	275
merkez	Süleymanbey	100	38	777	245	1.428	598	1.092	697
merkez	Gazi Osman Paşa	244	28	848	110	850	102	1.031	75
merkez	İsmetpaşa	97	7	119	13	238	26	1.918	77
merkez	Mustafa Kemalpaşa	39	6	11	9	191	13	1.117	60
Toplam		6.793	476	7.550	755	6.329	1.451	13.418	2.075

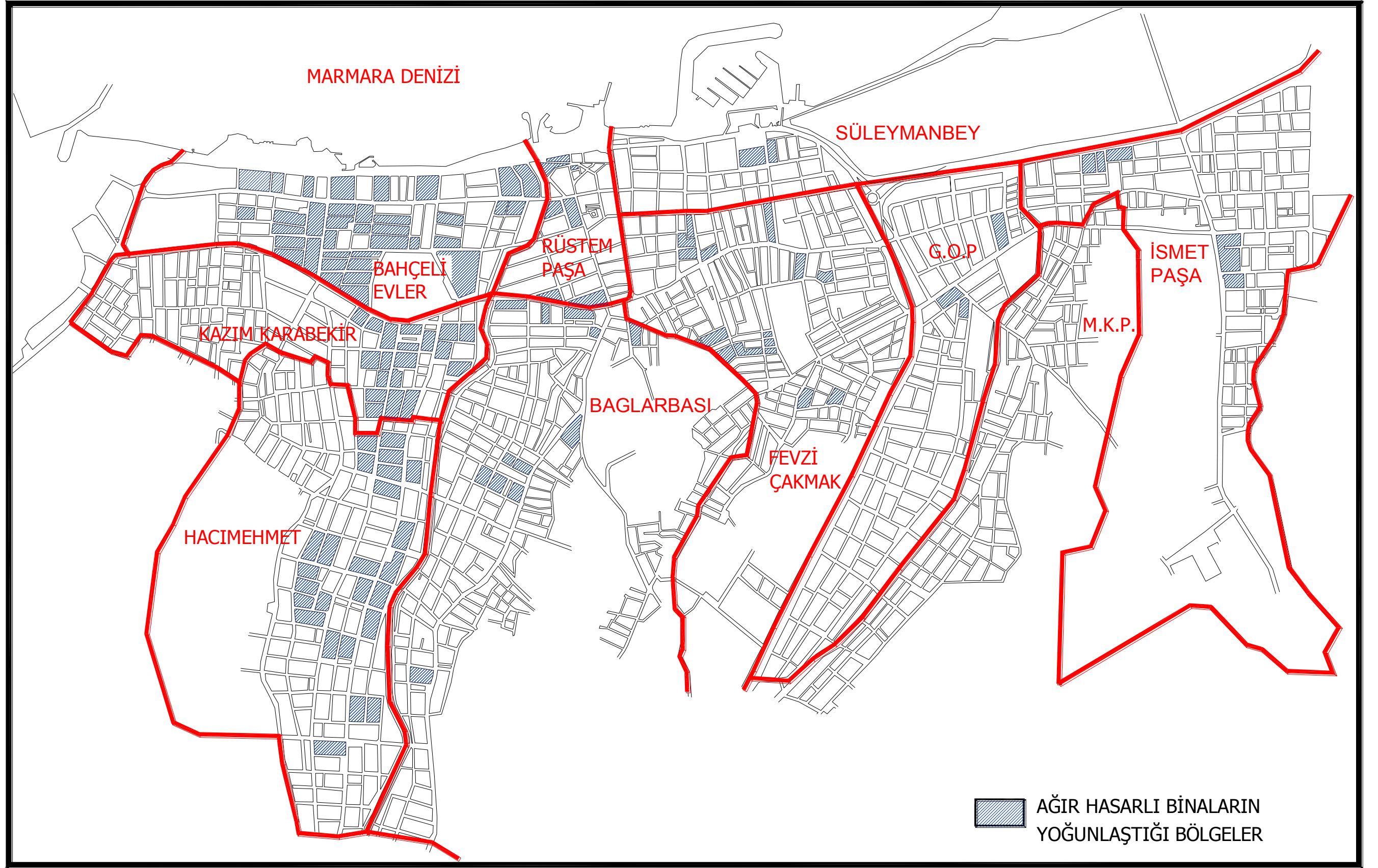
Bundan Bahçelievler Mahallesi, Safran Deresi'nin derinze döküldüğü bölgenin hemen batısında deniz kıyısında uzanmaktadır. Kâzım Karabekir Mahallesi ise bunun güneyinde Hacı Mehmet Ovası üzerinde yer almaktadır. Hacı Mehmet Ovası, Enirbayırı ve Esentepe sırtları arasında kalan vadinin kuzeyinde, Safran Deresi yatağı çevresindeki düzlüktedir. Bağarbaşı Mahallesi, Safran Deresi'nin doğusundan başlayarak Esentepe Sırtı'nın üzerine doğru yayılmıştır. Mahalle sınırlarını gösteren harita Şekil 5.11'de verilmiştir.



Şekil 5 11 Yalova merkez yerleşimi ve mahallelerini gösterir harita



Şekil 5.12 Mahallelerin Yerleşme Uygunluk Haritasındaki konumları



Şekil 5.13. Yalova Kent Merkezi'nde Ağır Hasarlı Yapıların Yoğun Olduğu Alanların Dağılımı

Yerleşme uygunluk haritası üzerine mahalle sınırları getirildiğinde (Şekil 5.12), hasar tablosundaki durum açıklık kazanmaktadır. Görüldüğü gibi konut stokunun neredeyse % 70'i yıkılan ya da ağır hasar alan Kâzım Karabekir Mahallesi ile Bahçelievler Mahallesi'nin önemli bir bölümü sıvılaşma potansiyelinin yüksek olduğu Önemli Şartlı Alan – 1 (ÖŞA1) üzerinde yer almıştır.

Şekil 5.13'deki haritada hasarın en yoğun olduğu daireler halinde gösterilmektedir. Bu daireler binaların çoğunun yıkık ya da ağır hasarlı olduğu daireleri ifade etmektedir. Bu haritanın daha önce verilen jeoteknik harita, sıvılaşma potansiyeli ve yerleşme uygunluk haritaları ile birlikte incelenmesi, zemin koşullarının deprem etkisi altındaki davranışını ve bu tür bir davranış karşısında zemin – yapı etkileşiminin sonuçlarını Yalova örneğinde açık bir biçimde gözler önüne sermektedir.

5.4 Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları

Zeminin deprem etkisi altındaki davranış, zemin – yapı etkileşimi ve bina davranış, yapısal hatalar ile planlama ve tasarım etmenlerinin kent sel deprem davranışına olan etkileri önceki bölümlerde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Bu bölümde ise, başta 17 Ağustos deprem üzere ülkemizde son dönemlerde yaşanan belli başlı depremlerde zemin, yapı, planlama ve tasarım kusurlarının sebep olduğu hasarlar ve dumsuzluklar fotoğrafları eşliğinde ve kısa açıklamalarla tabii halinde örneklenmektedir.

Tablo 5.15. Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-1



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Zemin Çökmesi
Yer	Gölcük
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Dolgu alanları üzerinde yerleşmek, süreden daha en başında verilen ve her anlamda en pahalıya mal olan bir seçim kararı olarak kendini göstermiştir. Arazi kullanım planlamasında zemin özelliklerini ne denli etkin unsurlar olduğu teorisine geçerek pratikle öğrenilmiştir. Fotoğrafta zayıf ve dolgu zeminlerin deprem hareketinin etkisiyle çökmesi sonucu kıyı kesimlerinin büyük oranda su altında kaldığı Gölcükten bir kesit görülmektedir. Benzer bir durum Değirmenderé'de de yaşanmıştır.

Tablo 5.16. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-2



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Toprak Kayması
Yer	E-5 Karayolu Bıdıklı Dağı Geçişi
Deprem Adı ve Tarihi	12 Kasım 1999 Düzce Depremi
Açıklama	Yamaçlarda, özellikle yağışlı mevsimlerde deprem etkisiyle katabolizme toprak kayması gerçekleşebilmektedir. Kasım ayında yaşanan Düzce depreminde de ülkenin en önemli ulaşım bağlantısı olan İstanbul-Ankara karayolunda meydana gelen toprak kayması, uluslararası nitelikli karayolunda ulaşımın sekteye uğramasına sebep olmuştur. Buna bağlı olarak ilkyardımlar ve kurtarma ekiplerinin deprem bölgesine erişimlerinin aksaması gibi olumsuz etkiler ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.17. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-3



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Zemin Sıvılaşması
Yer	Adapazarı
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Öldürülen yapısal bir hasarı bulunmamasına rağmen bodrum katı veya doğru bir mühendislikle projelendirilmiş uygun temel sistemi olmayan bir yapının devrilerek yan yattığı görülmektedir. Bina nitemelsiz düşüklüğe çekilmiştir.

Tablo 5.18. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-4



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Zemin Sıvılaşması
Yer	Adapazarı
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Zemin koşullarının yeterince ve gereğince araştırılmaması, zeminin gerektirdiği yapılaşma koşullarının sağlanmaması sonucunu doğurmuştur. Adapazarı ve Gölçük'teki hasarların büyük bir oranını zemin sıvılaşmasına bağlı davranış biçimleri oluşturmaktadır. Doğru biçimde temellendirilmeyen ağır yapılar ya zemine batmış ya da devrilmiştir.

Tablo 5.19. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-5



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Yüzey Faylanması
Yer	Gölcük
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Zemin davranışına bağlı hasarların en tehlikelisi yüzey faylanması faktörüdür. Fay hattının yeri bir zon olarak tespit edilmeli ve bu bölgede hiçbir yapılaşmaya gidilmemelidir.

Tablo 5.20. Kent söl Deprem Davranış ının Kent Mekanındaki Yansıması-6



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Yüzey Faylanması
Yer	İznit – Arifiye demiryolu
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	İznit Körfezi ile Düzce güneybatısı arasında d uşan yaklaşık 120 km uzunluğundaki yüzey kırığı demiryolu ulaşımının da kesilmesi ne sebep olmuştur. 2,7 metreye varan ötelenmelerle deforme olan demiryolunun deprem sonrasında ortaya çıkan görüntüsü yüzey faylanmasının ne derli büyük riskler taşıdığı na delil teşkil etmektedir.

Tablo 5.21. Kent söl Deprem Davranışının Kent Mekânındaki Yansımaları-7



Hasar Kaynağı	Zemin Davranışı
Hasar Türü	Yüzey Faylanması
Yer	Gölcük – Donanma Komutanlığı
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Diğer tüm zemin koşulları dâhil, binanın tasarımı ve yapısal özellikleri kusursuz olsa bile 17 Ağustos depreminde olduğu gibi 4,5 metreye varan yanal yer değiştirmelerin söz konusu olduğu bir yüzey faylanması meydana gelmesi halinde, bu kırık üzerinde bulunan her nesnenin bıçakla kesilmesine bîdünmesi kaçınılmazdır. Resimlerde, yüzey kırıklarının doğal ve insan ürünü yapılar üzerindeki etkisi görülmektedir.

Tablo 5.22 Kent sel Deprem Davranış ının Kent Mekanındaki Yansı maları-8



Hasar Kaynağı	Bina Davranış ı
Hasar Tür ü	Yapı Plan Şemas ı Düzensizli ğ: Plan Şemas ında 5 metri den Uzak aşıl ması, Plan da Çok Sayı da Köşe D uş ması na Sebep Olan Hareketlilik
Yer	İ zmit
Deprem Adı ve Tari hi	17 Ağ ust os 1999 Kocaeli Depremi
Aç ıkl ama	Plan şemas ı düzensiz binalar da deprem hesap lar ının yapıl ması d dukça güç tür ve yakl aş ık de ğerler le yapılır. Dd ay ısıyla yapısal de m anlar üzeri nde mukavemet edebil ecekleri nin üzeri nde bur ul ma kuvvetleri d uş ması i hti m ali yüksektir.

Tablo 5.23. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-9



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Yapı Plan Şeması Düzensizliği: Plan Şemasında 5 metri den Uzaklaşması, Planda Çok Sayıda Köşe Düşmesine Sebep Olan Hareketlilik
Yer	Gölcük
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Plan şeması düzensiz binalarda deprem hesaplarının yapılması oldukça güçtür ve yaklaşıklık değerlerle yapılır. Dolayısıyla yapısal elemanlar üzerinde mukavemet edebileceklerinin üzerinde burulma kuvvetleri düşmesi ihtimali yüksektir.

Tablo 5.24. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansıması-10



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Yapı Plan Şeması Düzensizliği: Plan Şemasında Smetri den Uzaklaşması, Planda Çok Sayıda Köşe Oluşmasına Sebep Olan Hareketlilik
Yer	Yalova (Fotoğraf: Yalova Belediyesi Fotoğraf Arşivi)
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Plan şeması düzensiz binalarda deprem hesaplarının yapılması oldukça güçtür ve yaklaşıklık değerlerle yapılır. Dolayısıyla yapısal elemanlar üzerinde mukavemet edebileceklerinin üzerinde burulma kuvvetleri oluşması ihtimali yüksektir.

Tablo 5.25. Kent söl Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansıması-11



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Kütle Merkezi - Rijitlik Merkezi Uyuşmazlığı
Yer	Erzincan
Deprem Adı ve Tarihi	13 Mart 1992 Erzincan Depremi
Açıklama	Taşıyıcı sistemde yer alan perdelerin simetrik yerleştirilmemesi sonucunda kütle ve rijitlik merkezleri farklı noktalarda oluşur. Bu durumda taşıyıcı sistemin belli bölgelerinde çok büyük burulma kuvvetleri meydana gelir ve kat düzlemlerinde eğilme etkisiyle büyük hasarlar oluşur.

Tablo 5.26. Kent söl Deprem Davranış ının Kent Mekanındaki Yansıması-12



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Bitişik Düzende Kat Düzeylerinin Farklılaşması
Yer	Dinar
Deprem Adı ve Tarihi	1 Ekim 1995 Dinar Depremi
Açıklama	Komşu bina yükseklikleri aynı olsa bile, kat düzeylerinin farklı olması durumunda, iki yapının aynı düzeyde yaptığı ötelenmeler farklı olmakta, yeterli dilatasyon derzi bırakılmamış ise yapılar çarpışmaktadır. Bu çarpışma, bir binanın döşemesinin diğerinin kolonlarına çarpması şeklinde meydana gelmektedir. “Çekişme Etkisi” olarak adlandırılan bu olayda, kolonların kırılması halinde o kat tamamen göçebilir.

Tablo 5.27. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansıması-13



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Düşey Düzlem Düzensizliği: Yumuşak Kat Öuşumu
Yer	
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Düşey düzlem düzensizliği dan yumuşak kat duşumu da kentlerimizdeki deprem zararlarının artmasında önemli bir paya sahiptir. Fotoğrafta zemin kat kullanımı ticaret dan geniş açıklıklı bir binada zemin kat taşıyıcılarının iflas etmesiyle meydana gelen göçme görülmektedir.

Tablo 5.28. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-14



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Düşey Düzlem Düzensizliği: Yumuşak Kat Ölüşümü
Yer	Yalova (Fotoğraf: Yalova Belediyesi Fotoğraf Arşivi)
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Düşey düzlem düzensizliği den yumuşak kat düşümü da kentlerindeki deprem zararlarının artmasında önemli bir paya sahiptir. Fotoğrafta rijit ve ağır üstyapı taşıyamayan esnek ve narin zemin kat görülmektedir.

Tablo 5.29. Kent söl Deprem Davranış ının Kent Mekanındaki Yansıması-15



Hasar Kaynağı	Bina Davranışı
Hasar Türü	Düşey Düzlem Düzensizliği: Kısa KOLON Öuşumu
Yer	Đinar
Deprem Adı ve Tarihi	1 Ekim 1995 Đinar Depremi
Açıklama	Dış dđgu davarların yarattığı ek rijitliğin bant pencere ile bozulması sonucu, bazı kOLON parçaları kısa kOLON gibi davranarak yapının hasar görmesine sebep olmuştur.

Tablo 5.30. Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-16



Hasar Kaynağı	Planlama- Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Arazi Kullanımında Yanlış Yer Seçimi: Tehlikeli Kimyasal Madde Tesislerinin Yerleşim Alanlarına Yakınlığı
Yer	İzmit
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Tehlikeli kimyasal maddelerin ürettiği ve deprem sonrası bir deprem sonrasında zıncırlama felaketlere yol açmaması için, arazi kullanım planlamasında verilecek yer seçimi kararlarının önemlidir. Tüpraş rafinelerinde çıkan ve günlükte korkutucu bir biçimde yanan tanklar kenti tehdit etmiş, depremin yarattığı korku, endişe, şaşkınlık, çaresizlik ve depresyon psikolojisinin egemen olduğu bir ortamda kurtarma ve yaşamı idame çalışmalarına harcanan çabaları sekteye uğratmıştı.

Tablo 5.31. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-17



Hasar Kaynağı	Planlama-Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Enkazlar Yüzünden Ulaşım Bağlantılarının Kesilmesi
Yer	Adapazarı –İzmit Caddesi (Fotoğraf: Adapazarı Büyükşehir Belediyesi Fotoğraf Arşivi)
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Gerek kent planlaması, gerekse kent sel tasarım bakış açısıyla ele alındığında ydlar, çok sayıda işlev üstlenebilen, insanların zihinde imgeler oluşmasını sağlayan, kente dokusunu veren, bir yerleşmenin belki de en önemli sayılabilecek öğeleridir. Bunda, yd u sınırlandıran elemanların da etkin bir rolü vardır. Resimlerde bir ulaşım bağlantısı dmanın yanı sıra bir yaşam alanı, kent mekânı olarak Adapazarı'ndaki İzmit Caddesi'nin deprem öncesi ve sonrası durumu görülmektedir.

Tablo 5.32 Kentsel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-18



Hasar Kaynağı	Planlama- Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Yapılanma Düzeni: Bitişik Düzende Kat Yüksekliği Farklılaşması
Yer	Gölcük
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Farklı yüksekliklerde inşa edilen yapıların sınırlı periyotları da farklılaşır. Böyle yapılar, birbirine çok yakın veya bitişik inşa edildiklerinde çarpışarak büyük hasara hatta yıkıma uğrayabilirler.

Tablo 5.33. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-19



Hasar Kaynağı	Planlama- Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Yapılanma Düzeni: Bitişik Düzendeki Köşe Bina Hasarı
Yer	
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Bitişik düzen yapılanmalarda bölgenin ucunda veya yapı adasının köşesinde yer alan binalar deprem sırasında diğer yapıların uyguladığı ilave kuvvetlere ve ötelenmelere karşı koymak zorunda kalmakta, bu tür binalarda hasar oranı açık bir biçimde yükselmektedir.

Tablo 5.34. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansıması-20



Hasar Kaynağı	Planlama- Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Yapılanma Düzeni: Bitişik Düzende Köşe Bina Hasarı
Yer	Yalova (Fotoğraf: Yalova Belediyesi Fotoğraf Arşivi)
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Bitişik düzen yapılanmalarda bloğun ucunda veya yapı adasının köşesinde yer alan binalar deprem sırasında diğer yapıların uyguladığı ilave kuvvetlere ve ötelenmelere de karşı koymak zorunda kalmakta, bu tür binalarda hasar oranı açık bir biçimde yükselmektedir.

Tablo 5.35. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansıması-21



Hasar Kaynağı	Planlama- Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Yüksek ve Narin Yapılarla Olan Konum ve Uzaklık İlişkisi
Yer	
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Yüksek yapıların, en kötü olasılık göz önünde bulundurularak, deprem güvenliği açısından çevredeki yapılardan belli bir uzaklıkta konumlandırılması akılcı bir çözümdür. Gözle görülen yapısal bir hasar olmadığı halde üzerine devrilen minare binayı adeta biçmiştir.

Tablo 5.36. Kent sel Deprem Davranışının Kent Mekanındaki Yansımaları-22



Hasar Kaynağı	Planlama- Tasarım Karar Hatası
Hasar Türü	Yüksek ve Narin Yapılarla Olan Konum ve Uzaklık İlişkisi
Yer	Yalova (Fotograf: Yalova Belediyesi Fotograf Arşivi)
Deprem Adı ve Tarihi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Tıpkı iklim ve topoğrafya koşulları gibi deprem dalgusu da yerleşim dokusunun şekillenmesinde belirleyicidir. Depremde galatın geliş yönü yapıların sınımdoğrultusuyla doğrudan ilişkili bir değışkendir.

Tablo 5.37. Kent sel Deprem Davranış ının Kent Mekanındaki Yansıması-23



Hasar Kaynağı	Deprem ın Sebep Oduğu Yangın
Hasar Türü	Yangın Emi yeti ne Yönelik Atıyapı Yet ersizliğ
Yer	Yal ova (Fotoğraf: Yal ova Belediyesi Fotoğraf Arşivi)
Deprem Adı ve Tari hi	17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi
Açıklama	Yangın riskini en aza indirmek için, tetikleyici unsurlar dan gaz, elektrik gibi şebeke akı nlarının deprem anında kesilmesi sağ ayacak teknd çik atıyapı kent ölçeğ nde kurulmalıdır. Burada, ısı ve ateşe dayanıklı yapı malzemelerinin kullanımı da yangın emi yeti açısından önemli bir tedbirdir.

6 SONUÇ

Kentsel deprem davranışını belirleyen ilk ve en önemli etmen arazi kullanımıdır. Kenti niş ev alanlarının yer seçiminin yapıldığı arazi kullanımlarının geliştirilmesi sürecinde, bölgenin yerel jeolojik ve sismik özelliklerinin ayrıntılı olarak bilinmesi gerekir. Bu anlamda, ülke ve bölge ölçeğinden başlayarak yerel ölçeklere kadar inen sistematik bir kademelenme içinde yer biliminin planlamaya sunduğu çeşitli harita ve belgelerin varlığı bir gerekliliktir. Bu kademelenmenin son halinde yer alan mikrobölgeleme haritaları ise, arazi kullanımlarından başlayarak, yapının projelendirilmesine kadar izlenen yapılaşma sürecinin her aşamasında, içerdği bilgiler sebebiyle kullanım zorunluluğu gereken kaynaklardır. Ancak bu noktada önemli olan, söz konusu harita ve belgelerde sunulan bilgilerin yapılaşma sürecinde rd alan şehir planlama, kentsel tasarım mimarlık ve inşaat mühendisliği disiplinlerine mensup meslek insanlarının anlayıp yorumlayabileceği biçime dönüştürülerek yayımlanmasıdır. Elbette ki söz konusu edilen meslek insanlarının da bu konuda belli bir bilgi birikimine ulaşmış olmaları beklenmelidir.

Kentsel tasarımın, şehir planlamadan ve kent gelişme planlarından bağımsız kararlar üretmesi söz konusu değildir. Bu sebeple arazi kullanımlarının verildiği nazımlardan başlayarak planlama süreci içerisinde planlama ve kentsel tasarım disiplinleri birlikte çalışmalıdır. Zira plan kararları kentsel tasarımda önemli ölçüde yönlendirdiği sahibi dabilirdiği gibi, bilinçsizce geliştirilecek tasarımlar da kentin yerel veya bölgesel deprem davranışına olumsuz etkileyebilir. Bu sebeple kentsel tasarım disiplininin asli unsurları aynı zamanda planlama disiplini mensubu dmalıdır.

İş ev alanlarının yer seçimiinde zeminin jeolojik özelliklerinin gereklerine uyulmalıdır. Ülkemizin siyasi ve sosyo-ekonomik yapısı gözönüne alınarak, özel yapılaşma önlemleri alınmasını gerektiren alanların fonksiyon tayininde risk unsurlarının düşünülmesine sebep dabilecek kararlardan kaçınmak gerçekçi bir tedbir olacaktır. Yer seçimi sonrasında, yapılaşma koşullarının belirlenmesi aşamasında da aynı yaklaşım benimsenmelidir. Sözgelimi, barınma işlevi verilmiş bir alanda kat yükseklikleri belirlerken zeminin doğal yapısının sunduğu sınırlara uyulmalı, özel temel

sistemleriyle bu sınırların aşılması mümkün olsa bile böyle bir terditten kaçınılmalıdır.

Zemin – yapı etkileşiminin arasındaki en önemli konu, zeminin ve binanın doğal titreşim periyotlarıdır. Zemin hakim periyodu sabit, bina salınım periyodu ise değişken elemanlardır. Bundan hareketle, kentsel tasarımda yönlendirici bir etmen olan yapılanma düzeninin belirlenmesi ile ilgili disiplinlerle ortak çalışma yürütülmelidir.

Yeşil alan kullanımı, uygun bir kademelenme içinde, afet sırası ve sonrası gereksinimleri de karşılayabilecek nitelik ve işlevselliğe düzenlenmeli, teknik ve sosyal yapı bu çerçevede organize edilmelidir.

Yollar, kullanıcılar için inşeesel değerler taşıyan kentsel imaj öğeleridir. Ancak deprem sonrasında üstlendikleri en önemli işlev kentin bağlantı elemanlarıdır. Süreklilik arz eden karmaşık bir ulaşım ağının bir parçası olan her bir cadde veya sokak, ilkyardıma ve kurtarma faaliyetleriyle, damar ve kan arasındaki ne benzer bir ilişkiye girer. Bu sebeple, deprem etkin plan ve tasarımlarda en önemli hedeflerden birisi, deprem sonrasında ulaşım ağındaki sirkülasyonun sekteye uğramamasıdır.

Yollarla ilgili söylenebilecek bir başka önemli özellik de “ayraç” dır. Geniş caddeler hem yangın emiyet şeridi görevini üstlenebilmekte, hem de sarsıntı anında risk arz eden minare, kulübe gibi yüksek ve narin yapıların çevresinde güvenli kuşak oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

Kentsel tasarımda önemli bir karar verme mekanizması olan yapılanma düzeni ve kapsadığı etmenler depremdavranışında oldukça belirleyici olan değişkenlerdir. Kat yükseklikleri, komşu binalar arasındaki mesafeler, yapı tarzı gibi değişkenler her bir binanın tekil depremdavranışını belirlerken, bu binalar arasındaki fiziksel ve konum ilişkileri çerçevesinde belli bir alanın toplam deprem davranışının da belirleyicilerdir.

Benzer şekilde, yapı plan şemasında öngörülen bazı mimari öğelerin de binaların deprem davranışları üzerinde sanılandan çok daha fazla etkili oldukları göz ardı edilmelidir. Kentsel tasarımda uyulaştırılacak istenen imgelelerde oldukça önemli bir yer alan plan şemaları ve mimari yapı öğelerinin, deprem etkin bölgelerde geliştirilecek olan projelerde çok disiplinli uzman bir ekip tarafından dikeylikle ele alınarak çözümlenmesinin gerçekçi bir yaklaşım olacağı düşünülmektedir.

Fonksiyon alanları net çizgilerle ayrılmalı, yapıların projelendirilmesi sırasında esas alınan fonksiyonun, inşaa süreci tamamlandıktan sonra değişmesine olanak tanımayacak plantedbirleri alınmalıdır. Sadece, günlük yaşamını idaresi için gerekli

servisler bir istisna dâhil mîlî, ancak dönüşüm süreci yerel yönetimin denetiminde, yapı sisteminde değişikliğe gidilemek koşuluyla gerçekleştirilmelidir.

İklim koşulları nasıl ki yapıların yönlendirilmesinde ve birbirleriyle olan konum ilişkilerinde önemli bir etken olarak ediliyororsa, depremkavramı da içerdği tehdit unsurlarıyla çok daha fazla dikkate alınması gereken bir etken olarak değerlendirilmelidir. Deprem dalgalarının geliş yönüyle yapıların salınım yaptıkları doğrultu arasında organik bir bağ vardır. Dolayısıyla yapı cephelerinin boyut oranları, burların yönlendirilmesi ve strüktürel detayların plan şemasındaki konum ve boyutları yapısal hasarlarda oldukça önemli değişkenlerdir.

İncelenen hasar örnekleri ulaşılan sonuçları doğrular niteliktedir. Zemin davranışına bağlı zararların azaltılmasında en önemli etmenin arazi kullanım olduğu ortaya çıkmıştır. Zemin – yapı arasındaki etkileşime ortaya çıkan uyumsuzluğun da önemli bir hasar kaynağı olduğu saptanmıştır. Zemin ve bina hakim periyotlarının çakışması, yapıların direnç gösteremeyecekleri oranlarda ötelenmeye zorlanmaları sonucunu doğurmaktadır. Bu noktada kentsel tasarım etmenlerinin deprem davranışında ne derece önemli belirleyiciler oldukları araştırılmaktadır. Kat yükseklikleri, yapılanma düzeni, binaların birbirlerine göre konumları gibi değişkenler kent imajının oluşması yanında, deprem zararlarının azaltılmasında da çok önemli bir rol üstlenmektedir. Btişk düzen yapılanmada farklı kat yüksekliğine sahip komşu binalar ile köşe binalarda oluşan hasarları inceleyen örnekler bu etmenlerin risk azaltımındaki önemini ortaya koymaktadır. Burların yanı sıra incelenen tüm örnekler, çalışma boyunca üzerinde durulan sivil savunma destekleyici sonuçlar ortaya çıkarmıştır.

Son söz olarak şu görüşü dile getirmenin gerekliliği inanılmaktadır:

Tüm çalışma boyunca anlatılan süreç çok disiplinli ekiplerin birbirleriyle uyumlu organizasyonunu gerektirmektedir. Bunun için ortak bir dil geliştirmek ihtiyacı vardır. Bu da ancak meslek öğretimin sırasında kazandırılabilir. Daha önemli bir sorunsaldir. Sözü edilen süreçte oluşturulması gereken bilgi bankası ve veri altyapısı büyük oranda kamu eliyle yürütülmesi gereken veya en azından yasal düzenlemelere gereksinim duyulan geniş çaplı projelerdir. Bu sebeple “toplumcu, aydın ve entelektüel siyasi erk” egemen ortam söz konusu sürecin hayata geçirilmesi için sağlanması gereken ilk koşuldur.

KAYNAKLAR

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, 1997. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Yayına Hazırlayan Prof. Dr. Mehmet Nuray Aydınoglu
- Barka, A.**, 2000. Mar mar'da Deprem Riski, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi II. İstanbul ve Deprem Sempozyumu, İTÜ Maçka G Anfi si, 27 Mayıs, s. 5-15.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Demirtaş, R. ve Yılmaz, R.**, 1996. Depremler ve Türkiye'nin Depremelliği, Deprem ve Sonrası, s. 12-25, Türkiye Mühendisler Birliği, Ankara
- Deprem Araştırma Dairesi**, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi internet sayfası, www.deprem.gov.tr
- Devlet İstatistik Enstitüsü**, internet sayfası, www.de.gov.tr
- DİE**, 1999. 17 Ağustos 1999 Tarihinde Deprem'in Olduğu Bölgede 4-11 Ekim 1999 Tarihleri Arasında Yapılan Deprem'in İmalat Sanayiine Etkisini Belirleme Araştırması Raporu, Ankara
- Erdoğan, M.**, 2000. Report on Kocaeli And Düzce (Turkey) Earthquakes
- Ergünay, O.**, 2000, Türkiye'nin Afet Yönetim Sistemi'ne Genel Bir Bakış: Sorunlar ve Çözümler, Kentsel Yerleşmeler ve Doğal Afetler II. Bölge Çalışma Programı Adıyale Çalışması, s. 1-9, Mimarlar Odası, Ankara
- Gülkan, P. ve Ergünay, O.**, 2000. Deprem Zararlarının Azaltılmasında Alan Kullanımı, Kentsel Yerleşmeler ve Doğal Afetler II. Bölge Çalışma Programı Adıyale Çalışması, s. 51-74, Mimarlar Odası, Ankara
- İTÜ**, 1999. 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi İstanbul Teknik Üniversitesi Ön Değerlendirme Raporu, İstanbul.
- Karaesmen, E.**, 1996. Tipik Hasar Gözdenheri, Deprem ve Sonrası, s. 69-96, Türkiye Mühendisler Birliği, Ankara
- Lagoriq, H.J.**, 1990. Earthquakes An Architect's Guide to Nonstructural Seismic Hazards, Wiley Interscience Publications, New York
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü**, internet sayfası, www.mta.gov.tr
- Özmen, B.**, 1999. İzmit Depremi'nin Eş Şiddet Haritası, Deprem Araştırma Dairesi İnternet Sayfası, www.deprem.gov.tr

- Özmen B.**, 2000. İzmit Körfezi Depremi'nin Hasar Durumu (Rakamsal Verilerle), Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul.
- Pampal, S.**, 2000. Depremler, Alfa Basım Yayımları Dağıtım, İstanbul.
- Sakarya Üniversitesi**, 1999. 17 Ağustos 1999 Gökçü- Arifiye Depremi Değerlendirme Raporu, Adapazarı.
- Sucuoğlu H.**, 1996. Yapılarda Deprem Kuvvetlerinin Oluşması, Deprem ve Sonrası, s. 26-41, Türkiye Mühendisler Birliği, Ankara.
- Şengezer, B S.**, 1999. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Hasar Analizi ve Türkiye'de Deprem Sorunu, Yıldız Teknik Üniversitesi Basım Yayımlar Merkezi Matbaası, İstanbul.
- Şengezer, B, Koç, E ve Kılıç, A.**, 2001. Doğu Marmara Bölgesinde Kentler: Deprem Öncesi ve Sonrası, Başbakanlık İnternet Sayfası, www.basbakanlik.gov.tr
- T. C. Başbakanlık** internet sayfası, www.basbakanlik.gov.tr
- T. C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Faaliyetleri**, www.basbakanlik.gov.tr
- UDK**, 2002. Deprem Zararlarının Azaltılmasına Ulusal Stratejisi, Ulusal Deprem Konseyi, Ankara.
- UN-HABITAT**, Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşmeleri Örgütü, internet sayfası, www.unhabitat.org
- Wang, J. G Z Q ve Law, K T.**, 1994. Stinging in Earthquake Zones, Balkema, Rotterdam.
- Yalova Bayındırlık İl Müdürlüğü**, 2001. T. C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Marmara Deprem Bölgesi Afet İnşaat Genel Koordinatörlüğü 17.08.1999 ve 12.11.1999 Depremi Yalova İli ve Köyllerine Ait Kat'i Hasar Tespit Genel İcmal Tablosu.
- Yalova Belediyesi**, 2000. Yalova Belediyesi Zemin Etüt Projesi Jedçik-Jedtekrik Etüt Raporu-I, Glt-I.
- Yalova Belediyesi Planlama Müdürlüğü**, 2003. Kişisel Görüşme.
- Yalova Valiliği**, internet sayfası, www.yalova.gov.tr

EK A

Tabl o A 1 1902- 1999 ARASI NDA TÜRKİ YE DE HASARA YOL AÇAN DEPREMLER

Tari h	Büyük lük (Ms)	Yer	Ö ü	Yar dı	Ağı r hasarlı bi na	Deri rlik (km)	Ş ddet (MSK)
09. 03. 1902	5. 6	Çankırı	4	-	3000	-	-
28. 04. 1903	6. 7	Mal azğı rt	2626	-	4500	-	IX
10. 02. 1903	5. 8	Zar a	-	-	1500	-	-
04. 12. 1905	6. 8	Çe ni sgez ek	-	-	15	30	-
09. 08. 1912	7. 3	Mür e fte	216	466	5540	16	-
04. 10. 1914	5. 1	Af yon- Bd vad n	400	-	1700	15	-
13. 05. 1924	5. 3	Çaykar a	50	-	700	30	-
13. 09. 1924	6. 9	Pasi rler	310	-	4300	10	-
07. 08. 1925	5. 9	Af yon- D nar	3	-	2043	20	IX
08. 02. 1926	4. 7	MI as	2	-	598	30	-
18. 03. 1926	6. 9	Fi ri ke	27	-	190	10	-
22. 10. 1926	5. 7	Kar s	355	-	1100	10	MII
31. 03. 1928	7. 0	İ zni r- Tor balı	50	-	2100	10	IX
18. 05. 1929	6. 1	S vas- Suş ehri	64	-	1357	10	MII
06. 05. 1930	7. 2	Hakkari S n rı	2514	-	3000	70	X
19. 07. 1933	5. 7	Deri zli- Ç vril	20	-	200	40	MII
15. 12. 1934	4. 9	B ng d	12	-	200	-	-
04. 01. 1935	6. 7	Er dek	5	30	600	30	IX
01. 05. 1935	6. 2	D ğ or	200	-	1300	60	-
23. 03. 1936	4. 5	Kar s- K t ek	-	-	100	30	-
19. 04. 1938	6. 6	Kır ş ehir	149	-	3860	10	IX
16. 12. 1938	4. 8	Kır ş ehir	-	-	300	10	-
22. 09. 1939	7. 1	İ zni r- D kili	60	-	1235	10	IX
21. 11. 1939	5. 9	Ter can	43	-	500	80	-
26. 12. 1939	7. 9	Er zi ncan	32962	-	116720	20	X- X
20. 02. 1940	6. 7	Kayseri- Dev di	37	20	530	30	MII
13. 04. 1940	5. 6	Yozğ at	20	-	1250	30	-
10. 01. 1940	5. 0	N ğ de	58	-	586	-	-
10. 09. 1941	5. 9	Van- Er di ş	194	-	600	20	MII
12. 11. 1941	5. 9	Er zi ncan	15	-	500	70	-
13. 12. 1941	5. 7	Muğ la	-	-	400	30	-
23. 05. 1941	6. 0	Muğ la	2	-	500	40	-

15. 11. 1942	6. 1	Bıgadıç-Sındırgı	7	-	1262	10	MII
21. 11. 1942	5. 5	Osmançık	7	-	448	80	-
20. 12. 1942	7. 0	Niksar-Erbaa	3000	6300	32000	10	IX
11. 12. 1942	5. 9	Çorum	25	-	816	40	-
20. 06. 1943	6. 6	Adapazarı-Hendek	336	-	2240	10	IX
26. 11. 1943	7. 2	Tosya-Ladik	2824	-	25000	10	IX X
01. 02. 1944	7. 2	Bolu-Gerede	3959	-	20865	10	IX X
06. 10. 1944	7. 0	Ayvalık-Edrenit	27	-	1158	40	IX
10. 02. 1944	5. 4	Düzce	-	-	900	10	-
05. 04. 1944	5. 6	Muduru	30	-	900	10	-
25. 06. 1944	6. 2	Gediz-Uşak	21	-	3476	40	MII
20. 03. 1945	6. 0	Adana-Ceyhan	10	-	650	60	MII
20. 11. 1945	5. 8	Van	-	-	1000	10	-
21. 02. 1946	5. 6	Kadınhan-İlgün	2	-	509	60	MII
31. 05. 1946	5. 7	Varto-Hınıs	839	349	1986	60	MII
23. 07. 1949	7. 0	İznir-Karaburun	1	7	824	10	IX
17. 08. 1949	7. 0	Karlıova	450	-	3000	40	IX
05. 02. 1949	5. 2	Harmançık	-	-	150	40	-
04. 02. 1950	4. 6	Kığı	20	-	100	30	-
08. 04. 1951	5. 7	İskenderun	6	10	13	50	-
13. 08. 1951	6. 9	Kurşunlu	52	208	3354	10	IX
03. 01. 1952	5. 8	Hasankale	133	-	701	40	MII
22. 10. 1952	5. 5	Misis	10	-	511	70	-
18. 03. 1953	7. 4	Yeniçe-Gönen	265	336	9670	10	IX
02. 05. 1953	5. 1	Karaburun	-	-	73	60	-
07. 09. 1953	6. 4	Kurşunlu	2	-	230	40	MII
18. 06. 1953	5. 1	Edirne	-	-	323	30	-
16. 07. 1955	7. 0	Aydın-Söke	23	-	470	40	IX
20. 02. 1956	6. 4	Eskişehir	2	-	1219	40	MII
25. 04. 1957	7. 1	Fethiye	67	-	3100	80	IX
26. 05. 1957	7. 1	Bolu-Abant	52	100	4201	10	IX
07. 07. 1957	5. 1	Başköy	-	-	300	60	-
25. 04. 1959	5. 7	Köyceğiz	-	-	59	30	MII
25. 10. 1959	5. 0	Hınıs	18	-	300	50	-
26. 02. 1960	4. 0	Bitlis	-	-	80	40	-
10. 04. 1960	4. 4	Germeçik	-	-	100	40	-
26. 07. 1960	4. 6	Tokat	-	-	22	40	-
23. 05. 1961	6. 5	Marşantis	-	9	61	70	-
10. 02. 1962	4. 0	Muş	-	-	97	-	-
04. 09. 1962	5. 3	İğdır	1	22	-	40	-
11. 03. 1963	5. 5	Deriçi	-	-	54	40	-
18. 09. 1963	6. 3	Çarşamba-Yalova	1	26	230	40	VI
22. 11. 1963	5. 1	Deriçi	-	-	298	60	-

24.03.1964	4.0	Sirt	1	-	100	-	-
14.06.1964	6.0	Malatya	8	36	678	3	MII
06.10.1964	7.0	Manyas	23	130	5398	24	IX
13.06.1965	5.7	Deri zi- Honaz	14	217	488	33	MII
31.08.1965	5.6	Karlıova	-	-	1500	33	-
07.03.1966	5.6	Varto	14	75	1100	26	MII
12.07.1966	4.0	Varto	12	-	90	-	-
19.08.1966	6.9	Varto	2394	1489	20007	26	IX
07.04.1966	4.8	Adana- Bahçe	-	-	100	-	-
22.07.1967	7.2	Adapazarı	89	235	5569	33	IX
26.07.1967	6.2	Pülümür	97	268	1282	30	MII
30.07.1967	6.0	Akyazı	2	40	-	18	-
07.04.1967	5.3	Adana- Bahçe	-	-	91	32	-
24.09.1968	5.1	Bingöl- Elazığ	2	40	-	8	-
03.09.1968	6.5	Amasya- Bartın	29	231	2073	5	MII
14.01.1969	6.2	Fethiye	-	-	42	22	-
03.03.1969	5.7	Gönen	1	-	20	6	-
23.03.1969	6.1	Denizli	-	-	1100	9	VI
25.03.1969	6.0	Denizli	-	-	1826	37	-
28.03.1969	6.6	Ağşehir	41	186	4372	4	MII
06.04.1969	5.6	Karaburun	-	3	443	16	-
28.03.1970	7.2	Gediz	1086	1260	9452	18	IX
19.04.1970	5.9	Çavdarhisar- Kütahya	-	2	41	18	-
23.04.1970	5.7	Denizli	-	43	150	28	-
02.07.1970	4.8	Gürün	1	-	150	19	MII
12.05.1971	6.2	Burdur	57	150	1389	30	MII
22.05.1971	6.7	Bingöl	878	700	5617	3	MII
26.04.1972	5.0	Ezine	-	-	400	25	-
22.03.1972	4.7	Sarıkamış	-	4	100	2	-
16.07.1972	5.2	Van	1	-	400	46	-
01.02.1974	5.2	İzmir	2	20	47	31	V
06.09.1975	6.9	Lice	2385	3339	8149	32	MII
25.03.1975	5.1	Kars- Susuz	2	26	762	25	V
19.08.1976	4.9	Deri zi	4	28	887	-	VI
24.11.1976	7.2	Çaldıran- Muradiye	3840	497	9552	10	IX
02.04.1976	4.8	Doğu Beyazıt	5	13	236	14	V
30.04.1976	5.0	Ardahan	4	-	300	-	-
25.03.1977	4.8	Lice	8	17	210	29	-
26.03.1977	5.2	Palu	8	26	842	25	-
09.12.1977	4.8	İzmir	-	-	11	-	-
16.12.1977	5.3	İzmir	-	-	40	24	-
14.06.1979	5.9	Foça	-	-	22	-	-
30.06.1981	4.4	Antakya	-	-	2	63	-

27. 03. 1982	5. 2	Muş- Bul anı k	-	-	424	38	-
05. 07. 1983	4. 9	Bı ga	3	-	85	7	-
30. 10. 1983	6. 8	Er zur um Kars	1155	1142	3241	16	MII
18. 09. 1984	5. 9	Er zur um Bal kaya	3	35	187	10	-
05. 05. 1986	5. 8	Mal atı ya- Sür gü	8	24	824	10	VI
06. 06. 1986	5. 6	Mal atı ya- Sür gü	1	20	1174	11	-
07. 12. 1988	6. 9	Kars- Akyaka	4	11	546	5	-
13. 03. 1992	6. 8	Er zi ncan- Tuncdı	653	3850	6702	27	MII
01. 10. 1995	5. 9	Dı nar	94	240	4909	24	MII
14. 08. 1996	5. 4	Çor um Amasya	-	6	707	12	VI
27. 06. 1998	5. 9	Adana- Ceyhan	146	940	4000	23	-
17. 08. 1999	7. 4	Kocaeli	17479	43953	50000	20	IX
12. 11. 1999	7. 2	Bol u- Düzce	1052	5000	5883	14	X

Kaynaklar: Pampal, 2000; Başbakanlık Kri z Merkezi; Düzce Valili ğ i r ternet sayfası (www.duzce.gov.tr)

EK B**Tablo B 1 1902-1999 ARASI NDA DÜNYADA MEYDANA GELEN ÖNEMLİ DEPREMLER**

Tari h	Yer	Can Kaybı	Büyük ük
16. 12. 1902	Türki stan	4. 500	6. 4
04. 04. 1905	H ndi stan	19. 000	8. 6
08. 09. 1905	İt d ya	2. 500	7. 9
31. 01. 1906	Kd ombi ya	1. 000	8. 9
17. 03. 1906	For mosa, Kag	1. 300	7. 1
17. 08. 1906	Şli, Santi ago	20. 000	8. 6
14. 01. 1907	Jam i ka, Kingston	1. 600	6. 5
21. 10. 1907	Ort a Asya	12. 000	8. 1
28. 12. 1908	İt d ya, Messi na	70. 000- 100. 000	7. 5
09. 08. 1912	Mar m a Deri zi	1. 950	7. 8
13. 01. 1915	İt d ya, Avezzano	29. 980	7. 5
16. 12. 1920	Ç n, Gansu	200. 000	8. 6
01. 02. 1923	Japonya, Kwart o Tokyo-Yokohama	143. 000	8. 3
16. 03. 1925	Ç n, Yunnan	5. 000	7. 1
07. 03. 1927	Japonya, Tango	3. 020	7. 9
22. 05. 1927	Ç n, Xing dı varı	200. 000	8. 3
01. 05. 1929	İran	3. 300	7. 4
23. 07. 1930	İt d ya	1. 430	6. 5
25. 12. 1932	Ç n, Gansu	70. 000	7. 6
02. 03. 1933	Japonya, Sanri ku	2. 990	8. 9
15. 01. 1934	H ndi stan, B har- Nepal	10. 700	8. 4
20. 04. 1935	For mosa	3. 280	7. 1
30. 05. 1935	Paki stan, Quetta	30. 000- 60. 000	7. 5
25. 01. 1939	Şli, Chill an	28. 000	8. 3
26. 12. 1939	Türki ye, Erz ncan	39. 000	8. 0
10. 02. 1943	Japonya, Tott ori	1. 190	7. 4
07. 12. 1944	Japonya, Tonank i	1. 000	8. 3
12. 01. 1945	Japonya, Mikawa	1. 900	7. 1
31. 05. 1946	Türki ye, Varto	1. 300	5. 7
10. 10. 1946	Per u, Ancash	1. 400	7. 3
20. 12. 1946	Japonya, Tonank i	1. 330	8. 4
28. 06. 1948	Japonya, Fuku	5. 390	7. 3

05. 08. 1949	Ekvator, Ambato	6. 000	6. 8
15. 08. 1950	Hindistan, Assam, Tibet	1. 530	8. 7
09. 02. 1954	Cezayir, Orleansville	1. 250	6. 8
02. 07. 1957	İran	1. 200	7. 4
13. 12. 1957	İran	1. 130	7. 3
29. 02. 1960	Fas, Agadir	10. 000- 15. 000	5. 9
22. 05. 1960	Şili	4. 000- 5. 000	9. 5
01. 02. 1962	İran, Qazvin	12. 230	7. 3
26. 07. 1963	Yugoslavya, Üsküp	1. 100	6. 0
19. 08. 1966	Türkiye, Varto	2. 250	7. 1
31. 08. 1968	İran	12. 000- 20. 000	7. 3
25. 07. 1969	Doğu Çin	3. 000	5. 9
04. 01. 1970	Çin, Yunnan Eyaleti	10. 000	7. 5
28. 03. 1970	Türkiye, Gediz	1. 100	7. 3
31. 05. 1970	Peru	66. 000	7. 8
10. 03. 1972	İran güneyi	5. 054	7. 1
23. 12. 1972	Nicaragua, Managua	5. 000	6. 2
06. 09. 1975	Türkiye, Lice	2. 300	6. 7
04. 02. 1976	Guatemala	23. 000	7. 5
06. 05. 1976	İtalya kuzeyi	1. 000	6. 5
25. 06. 1976	Batı İrlanda	422	7. 1
27. 07. 1976	Çin, Tangshan	(resmî) 255. 000	8. 0
16. 08. 1976	Filipinler, Mindanao	8. 000	7. 9
24. 11. 1976	Kuzeybatı İran- SSCB sınırı	5. 000	7. 3
04. 03. 1977	Romanya	1. 500	7. 2
16. 09. 1978	İran	15. 000	7. 8
10. 10. 1980	Cezayir, El Asnam	3. 500	7. 7
23. 11. 1980	İtalya güneyi	3. 000	7. 2
11. 06. 1981	İran güneyi	3. 000	6. 9
13. 12. 1982	Batı Arabistan	2. 800	6. 0
30. 10. 1983	Türkiye, Horasan	1. 342	6. 9
19. 09. 1985	Meksika, Michoacan	(resmî) 9. 500	8. 1
10. 10. 1986	El Salvador	1. 000	5. 5
06. 03. 1987	Kolombiya- Ekvator	1. 000	7. 0
20. 08. 1988	Nepal- Hindistan sınır bölgesi	1. 450	6. 6
07. 12. 1988	Türkiye- SSCB sınır bölgesi	25. 000	7. 0
20. 06. 1990	Batı İran	40. 000	7. 7
27. 06. 1998	Türkiye, Adana	146	5. 9
17. 08. 1999	Türkiye, Kocaeli	17. 479	7. 4
20. 09. 1999	Taiwan	(yaklaşık) 2. 500	7. 6
12. 11. 1999	Türkiye, Bolu- Düzce	1. 052	7. 2

Kaynak: Pampal, 2000; Başbakanlık Kriz Merkezi; Düzce Valiliği internet sayfası (www.duzce.gov.tr)

EK C

DEĞİŞTİRİLMİŞ MERCALLI ŞİDDET CETVELİ

Avrupa Sismoloji Komisyonu hasar tespitlerinin sağlıklı yapılabilmesi amacıyla yapıları ve hasar noktalarını sınıflandırmıştır. Buna göre yapılar:

A Tipi: Kırsal konutlar, kerpiç yapılar, kireç ya da çamur harçlı moloz taş yapılar.

B Tipi: Tuğla yapılar, yarımkagir yapılar, kesme taş yapılar, beton briket ve hafif prefabrike yapılar.

C Tipi: Betonarme yapılar, iyi yapılmış ahşap yapılar.

Depremlerden sonra tüm binalar için hasar tespitleri aşağıda verilen hasar oranına bakılarak yapılmaktadır. Buna göre herhangi bir yerleşim birimindeki tüm binaların

%5'i hasar görmüşse, az hasarlı

%50'si hasar görmüşse, çok hasarlı

%75'i hasar görmüşse, pek çok hasarlı

şeklinde bölge ayrılmaktadır.

Yapıardaki 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 tümü olarak yıkılmasıyla tanımlanır.

Şiddet çizelgelerini açıklamalarında her şiddet derecesi üç bölüme ayrılmıştır.

Bu bölümler:

- Bölümünde depremin kişi ve çevre
- Bölümünde depremin her tipteki yapılar
- Bölümünde depremin arazi üzerindeki etkileri belirtilmiştir.

I – Duyulmayan ($i v m \leq 0,010 \text{ m/s}^2$)

a) Titreşimler insanlar tarafından hissedilmiyor, yalnız sismografilerle kaydedilir.

II – Çok Hafif ($i v m: 0,010-0,025 \text{ m/s}^2$)

a) Sarsıntılar yapıların en üst katlarında dâirenmekte bulunan az kişi tarafından hissedilir.

III – Hafif

(ivme: 0,025-0,050 m/s²)

a) Deprem ev içeri sinde az kişi, dışarı da ise sadece uygun şartları altındaki kişiler tarafından hissedilir. Sarsıntı, yd dan geçen hafif bir kamyonetin meydana getirdiğ salırtı gı bı dr. Dikkatli kişiler, üst katlarda daha belirli d an asıl mış eşyalar daki hafif salırtıyı izleyebilirler.

IV – Orta şiddetli

(ivme: 0,050-0,10 m/s²)

a) Deprem ev içeri sinde çok, dışarı da ise az kişi tarafından hissedilir. Sarsıntı, yd dan geçen ağır yüklü bir kamyonun d uşturduğu salırtı gı bı dr. Kapı, pencere ve mutfak eşyaları v.s. tıkkırdar, döşeme ve duvarları çatlama sesleri çıkılır. Mobilya v.s. titrer, asılı eşyalar biraz salır. Ağı açık kapılarda d an sıvılar biraz dökülür. Araç içeri sindeki kişiler sarsıntıyı hissetmezler.

V – şiddetli

(ivme: 0,10-0,25 m/s²)

a) Deprem yapı içeri sinde herkes, dışarı da ise çok kişi tarafından hissedilir. Uyumakta d an çok kişi uyanır, az sayıda dışarı kaçan d ur. Hayvanlar huysuzlanmaya başlar. Yapılar baştan aşağıya titrerler, asıl mış eşyalar ve duvarlara asıl mış resimleri nenhi derecede sarsılır. Sarkadı saatler durur. Az miktarda sabit d mayan eşyalar yerlerini değ ştirebilir ya da devrilabilirler. Açık kapı ve pencereler şiddetle itilip kapanır, iyi kilitlenmiş kapalı kapılar açılabilir. İyice dd u, ağı açık kapılardaki sıvılar dökülür. Sarsıntı, yapı içeri sine ağır bir eşyanın düşmesi gı bı hissedilir.

b) Atipi yapılarda hafif hasar d abilir.

c) Bazen kaynak sularının debisi değ şebilir.

VI – ok şiddetli

(ivme: 0,25-0,50 m/s²)

a) Deprem ev içeri sinde ve dışarı da hemen hemen herkes tarafından hissedilir. Ev içeri sindeki bir çok kişi korkar ve dışarı kaçarlar, bazı kişiler dengeğini kaybederler. Evdi hayvanlar ağıllarından dışarı kaçarlar. Bazı hallerde tabak, bardak v.s. gı bı cam eşyalar kırılabilir, kitaplar raflardan aşağıya dşerler. Ağır mobilyalar yerlerini değ ştirirler.

b) Atipi çok ve Btipi az yapılarda hafif hasar ve Atipi az yapıda orta hasar görülür.

c) Bazı durumlarda nenhi zeminlerde 1 cm geri şliğinde çatlaklar d abilir. Dağlarda rasgele yer kaymaları, pınar sularında ve yeraltı su düzeylerinde değ şiklikler grlbilir.

VII – Hasar Yapı

(ivme: 0,50-1,0 m/s²)

a) Herkes korkar ve dışarı kaçar, pek çok kişi d urdukları yerden kalkmakt a glk ekerler. Sarsıntı, araç kullanan kişiler tarafından nenhi d arak hissedilir.

b) Ctipi çok bınada hafif hasar, Btipi çok bınada orta hasar, Atipi çok bınada ağır hasar, Atipi az bınada yıkıntı görülür.

c) Sular alkalır ve bulur. Kaynak suyu debisi ve yeraltı su düzeyi değ şebilir. Bazı durumlarda kaynak suları kesilir ya da kuru kaynaklar yeriden akmaya başlar. Bir kısım kum çakıl biriktirilerinde kaymalar d ur. Ydlarda heyelan ve çatlama d abilir. Yeraltı boruları ek yerlerinden hasara uğrayabilir. Taş duvarlarda çatlak ve yarıklar d uşur.

VII – Yıkıcı

(ivme: 1,0-2,5 m/s²)

- a) Korku ve panik meydana gelir. Araç kullanan kişiler rahatsızdır. Ağaç dalları kırılıp düşer. En ağır mobilyalar bile hareket eder ya da yer değiştirerek devrilir. Asılı lambalar zarar görür.
- b) C tipi çok yapıda orta hasar, C tipi az yapıda ağır hasar, B tipi çok yapıda ağır hasar, A tipi çok yapıda yıkıntı görülür. Boruların ek yerleri kırılır. Abide ve heykeller hareket eder ya da burkulur. Mezar taşları devrilir. Taş duvarlar yıkılır.
- c) Dik şevli yd kenarlarında ve vadide küçük yer kaymaları dâhil. Zeminde farklı genişliklerde cm ölçüsünde çatlaklar oluşabilir. Göl suları bulanır, yeni kaynaklar meydana çıkabilir. Kuru kuyular su anabilir ve su kuyuları kuruyabilir. Pek çok durumlarda kaynak sularının akıtılması ve yeraltı su düzeyleri değişir.

IX – Çok Yıkıcı

(ivme: 2,5-5,0 m/s²)

- a) Genel panik. Mobilyalarda önemli hasarlar olur. Hayvanlar rasgele öte beriye kaçar ve bağırır.
- b) C tipi çok yapıda ağır hasar, C tipi az yapıda yıkıntı, B tipi çok yapıda yıkıntı, B tipi az yapıda fazla yıkıntı ve A tipi çok yapıda fazla yıkıntı görülür. Heykel ve sütunlar düşer. Bertlerde önemli hasarlar olur. Toprak altındaki borular kırılır. Demiryd rayları eğilip bükülür. Ydılar bükülür. Ydılar bozulur.
- c) Düzük yerlerde çokça su, kum ve çamur taşmaları görülür. Zeminde 10 cm genişliğine dek çatlaklar dâşur. Eğimli yerlerde ve nehir teraslarında bu çatlaklar 10 cm den daha büyüktür. Boruların dışında, çok sayıda hafif çatlaklar görülür. Kaya düşmeleri, bir çok yer kaymaları ve dağ kaymaları, sularda büyük dalgalanmalar meydana gelebilir. Kuru kuyular yeriden su anır, su yolları kurur.

X – Ağır Yıkıcı

(ivme: 5,0-7,5 m/s²)

- b) C tipi çok yapıda yıkıntı, C tipi az yapıda fazla yıkıntı, B tipi çok yapıda fazla yıkıntı, A tipi pek çok yapıda fazla yıkıntı görülür. Baraj, bert ve köprülerde önemli hasarlar olur. Tren yd u rayları eğilir. Yeraltındaki borular kırılır ya da eğilir. Asfalt ve parke ydılar da kaskatı dâşur.
- c) Zeminde birkaç desimetre ölçüsünde çatlaklar dâşabilir. Bazen 1 m genişliğinde çatlaklarda dâhil. Nehir teraslarında ve dik meyilli yerlerde büyük heykeller dâşur. Büyük kaya düşmeleri meydana gelir. Yeraltı su seviyesi değişir. Kanal, göl ve nehir suları karalar üzerine taşar. Yeni göller dâşabilir.

XI – Çok Ağır Yıkıcı

(ivme: 7,5-9,8 m/s²)

- b) İyi yapılmış yapılarda, köprülerde, su bertleri, barajlar ve tren yd u raylarında tehlikeli hasarlar olur. Yd ve caddeler kullanılmaz hale gelir. Yeraltındaki borular kırılır.
- c) Yer, yatay ve düşey doğrultudaki hareketler nedeniyle geniş yarıklar ve çatlaklar tarafından önemli biçimde bozulur. Çok sayıda yer kayması ve kaya düşmesi meydana gelir. Kum ve çamur fışkırmaları görülür.

XII – Yok Edici (Manzara değişir)

(ivme>9,8 m/s²)

- b) Pratik olarak toprağın altında ve üstündeki tüm yapılar baştan başa yıkıntıya uğrar.
- c) Yer düzeyi büsbütün değişir. Geniş ölçüdeki çatlak ve yarıklarda yatay ve düşey hareketlerin yön noktaları izlenebilir. Kaya düşmeleri ve nehir versanlarındaki göçmeler çok geniş bir bölgeyi kaplar. Yeni göller ve çağayalar dâşur.

ÖZGEÇMİŞ

1974 İstanbul doğumlu. İlköğreni nini İstanbul'da, orta öğreni nini Çanakkale Anadol u Lisesi'nde tamamladı. 1998 de İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Şehir ve Bölge Planlaması Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi'nde Şehirci Tasarım Programı Yüksek Lisans öğreni nine başladı. Askerlik görevi ni tamamladıktan sonra öğreni nine devam etti. 1997 yılından bu yana farklı firmalarda Şehir Plancısı sıfatıyla çalışıyor.