

**BETONARME YAPILARDA
DEPREME DAYANIKLILIĞI SAĞLAYAN
MİMARİ TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Tuba Nur HÜNÜK

**Yüksek Lisans Tezi
MİMARLIK ANABİLİM DALI
ISPARTA-2006**

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME YAPILARDA DEPREME DAYANIKLILIĞI
SAĞLAYAN MİMARİ TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Tuba Nur HÜNÜK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
ISPARTA- 2006**

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından MİMARLIK ANABİLİM DALI' nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Rafet KISTIR

Üye : Yrd. Doç. Dr. Saadet TOKER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN

ONAY

Bu tez 09/11/2006 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../ 200

Prof. Dr. Fatma GÖKTEPE

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Kuramsal Temeller.....	2
1.2. Çalışmanın Amacı.....	3
1.3. Çalışmanın Önemi.....	4
2. KAYNAK BİLGİSİ.....	5
2.1. Deprem Tanımı.....	5
2.2. B.A. Yapıların Deprem Davranışı.....	5
2.2.1. B.A. Yapıların Karakteristik Özellikleri.....	6
2.2.2. Deprem B.A. Yapılara Etkisi.....	8
2.2.3. 17 Ağustos Marmara Depremi'nin B.A. Yapılara Etkisi.....	9
2.3. Depreme Dayanıklı Yapının Tanımı.....	26
2.4. Depreme Dayanıklı Yapının Genel Özellikleri.....	27
3. MATERYAL VE METOD.....	31
3.1. Depreme Dayanıklılık Konusunda Mimari Tasarımın Önemi.....	31
3.2. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri.....	32
3.2.1. Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımında Planda Uyulması Gereken Kriterler.....	33
3.2.1.1. Plan Geometrisi Düzensizliği.....	36
3.2.1.2. Burulma Düzensizliği.....	37
3.2.1.3. Döşeme Boşlukları Düzensizliği.....	38
3.2.1.4. Taşıyıcı Elemanların Eksenlerinin Paralel Olması.....	39
3.2.2. Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımında Düşeyde Uyulması Gereken Kriterler.....	40
3.2.2.1. Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği.....	40

3.2.2.2. Yapı Yüksekliği Boyunca Düzensizlik.....	41
3.2.2.3. Kat Yüksekliği Düzensizlikleri.....	43
3.3. B.A. Yapılarda Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım İlkeleri.....	45
3.3.1. Betonarme Perde Duvarlı Yapıların Mimari Tasarımı.....	46
3.3.2. B.A. Perde Duvar ve Çerçevesi Yapıların Mimari Tasarımı.....	52
3.3.3. B.A. Çerçevesi Yapıların Mimari Tasarımı.....	57
3.4. Son Yıllarda Depreme Dayanıklı Tasarlanmış B.A. Binalar	66
3.4.1. Manantiales Binası,Şili.....	66
3.4.2. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi, İspanya.....	74
3.4.3. Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi, California.....	79
3.4.4. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi, Türkiye.....	82
4. BULGULAR.....	85
4.1. Betonarme Yapılarda Depreme Dayanıklılığı Sağlayan Mimari Tasarım Ölçütlerinin Belirlenmesi.....	85
4.2. Depreme Dayanıklı Tasarlanmış B.A. Binaların, Belirlenen Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım Ölçütleriyle Karşılaştırılması.....	88
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	92
6.KAYNAKLAR.....	94
ÖZGEÇMİŞ	97

ÖZET

BETONARME YAPILARDA DEPREME DAYANIKLILIĞI SAĞLAYAN MİMARİ TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN BELİRLENMESİ

Tuba Nur HÜNÜK

“Yerkabuğu içindeki kırılmalar nedeniyle ani olarak ortaya çıkan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yer yüzeyini sarsma olayına “DEPREM” denir” (Konak, 2002). Deprem diğer doğal afetlere göre, ne zaman ve kaç şiddetinde olacağı tam olarak kestirilemeyen jeolojik kökenli bir doğa olayıdır.

Yapı kavramı depremle ilişkilendirildiğinde, yapının tanımı dayanıklı, sağlam, dirençli, yüklere ve dış etkilere karşı mukavim olabilen anlamına gelir. Günümüzde en çok kullanılan betonarme yapılarda kiriş, kolon, perde ve döşeme gibi narin yapı elemanları aynı anda depremden gelebilecek değişik zorlamalarla karşı karşıya kalırlar ve bunların hepsine birden dayanabilmeleri gerekir. Betonarme yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için yönetmeliklerce belirlenmiş kurallara uymaları gerekmektedir.

Son yıllarda sıklıkla yaşadığımız depremler yapılarımıza oldukça zarar vermektedir. Bundan dolayı can kayıpları oldukça büyük rakamlara ulaşmıştır. Depremde hasar gören veya yıkılan binaların birçoğunda kalitesiz yapım ve hatalı detaylandırmanın yanında mimari tasarımdan kaynaklanan sorunlardan ötürü de hasar gördükleri tespit edilmiştir. Deprem bölgelerinde yapılan binalarda artık deprem olgusu önemli bir unsur olmakta ve buna göre uygun mimari tasarım ölçütleri araştırılarak tasarım yapılması sağlanmalıdır.

ANAHTAR KELİMELER: Deprem, Depreme Dayanıklı B.A. Yapılar, Mimari Tasarım

ABSTRACT

DETERMINING ARCHITECTURAL DESIGN CRITERIA OF CONCRETE BUILDINGS FOR EARTHQUAKE RESISTANCE

Tuba Nur HÜNÜK

“The shaking of Earth resulting from the vibrations caused by sudden breakings in the crust of Earth is defined as “EARTHQUAKE” (Konak, 2002). Different from other natural disasters, earthquake is a geological natural phenomena that its time and intensity cannot be predicted precisely.

When connected with earthquake, the concept of construction means construction must be secure, durable and resistant to charges and outer effects. Today used frequently in concrete buildings’ configurations; beam, column, shear wall and floor encounters with various forces so it is necessary that they must be resistant to all these shocks. Concrete buildings ought to be obeyed the regulations of law to be resistant to earthquake.

Earthquakes happened frequently in recent years have damaged fairly all concrete buildings. Therefore the number of dead people have increased too much. Addition to poor quality construction and faulty detailed buildings, important problems caused by faulties in architectural design have been observed in constuctions damaged by eartquake. For construction of buildings in eartquake zones it is a necessity to design constructions by searching suitable architectural design criteria.

KEYWORDS: Earthquake, Concrete Buildings of Earthquake Resistanced, Architectural Design.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Son yıllarda sıklıkla yaşadığımız depremler sayesinde binalarımızda büyük hasarlar meydana gelmiş ve birçok insanımızı kaybetmişizdir. Bunun içindir ki bu çalışmada binalardaki dayanıklılığı artırmak amacıyla içinde yaşadığımız binaları ilk oluşturan mimarlarımızın deprem hakkında bilinçlenmesini sağlamayı ve depreme dayanıklı binalar tasarımları için mimarlara ışık tutacak gerekli bilgiler sunmayı amaçladım.

Çalışma süresince gerekli ilgi ve yardımı gösteren danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Rafet KISTIR' a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarımın başlangıcında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Levin Özgen'e, tezimin oluşmasında katkıda bulunan Yrd. Doç. Dr. Saadet TOKER'e ve katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Mustafa TÜRKMEN hocalarıma teşekkür etmeyi borç bilirim.

Bana her konuda yardımcı olan arkadaşım Feyza SEZGİN'e teşekkür ederim.

Çalışmalarıma katkısı bulunan Mimarlık Bölümü Öğretim üyelerine ve diğer çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) Destekleme Protokolü tarafından 928-YL-04 nolu proje kapsamında almış olduğum her türlü yardımlardan dolayı bu kuruluşa ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 17 ağustos 1999 depreminde yan yatmış 5 katlı bina	12
Şekil 2.2 17 Ağustos 1999 depreminde yan yatmış 5 katlı binanın bodrum katı	12
Şekil 2.3 Zemin katı dükkan olarak tasarlanmış, depremde hasar gören bina..	13
Şekil 2.4 Mimari süs için düşünülen gusenin binaya verdiği zarar.....	14
Şekil 2.5 Hasar gören vergi dairesi binası.....	14
Şekil 2.6 İş merkezi binasının 17 Ağustos depreminden önceki durumu.....	15
Şekil 2.7 İş merkezi binasının depremden sonraki durumu	15
Şekil 2.8 Yıkılan iş merkezinde görülen strüktür tasarımı hatası.....	16
Şekil 2.9 Depremde zemin katından hasar görmüş bina	16
Şekil 2.10 Zemin katından hasar görmüş 5 katlı apartman	17
Şekil 2.11 Komşu binalardan dolayı hasar görmüş yapı	17
Şekil 2.12 Kolon yönleri tek istikamette konulmuş yapıda hasar.....	18
Şekil 2.13 Asmolen döşeme sonucu kat kat üst üste yığılmış konut binası	19
Şekil 2.14 Hasar görmüş kamu binası.....	19
Şekil 2.15 Merdiven kovanından hasar görmüş bina.....	20
Şekil 2.16 Bina köşe noktasından almış olduğu hasar.....	20
Şekil 2.17 Zemin katından almış olduğu hasar sonucu arkaya yatmış yapı.....	21
Şekil 2.18 Yapıda kısa kolon oluşumundan dolayı taşıyıcı elemanda görülen hasarlar.....	21
Şekil 2.19 Görülen iki binanın zemin sıvılaşması sonucu birbirinden ayrılması.....	22
Şekil 2.20 Zemin kattaki kolonların depremde almış oldukları zararlar.....	22
Şekil 2.21 Zemin katından depremden aldığı hasar sonucu yıkılmış apartman	23
Şekil 2.22 Marmara depreminde zemin katı tamamen göçmüş konut binası.....	24
Şekil 2.23 Zemin katın yeterli strüktür desteğinin yapılmaması durumunda oluşan yapıdaki hasar.....	24
Şekil 2.24 Planda çok sayıda köşe ve girinti- çıkıntı oluşması sonucu	

Marmara depreminde hasar görmüş yapı.....	25
Şekil 2.25 Farklı yükseklikteki binaların çarpışması sonucu oluşan hasar.....	25
Şekil 3.1 Deprem açısından sakıncalı ve az sakıncalı yapı konumları.....	35
Şekil 3.2 Deprem, kolları uzun ve kanatlı yapılarda neden olduğu durumlar.....	35
Şekil 3.3 Geometrik Düzensizlik	36
Şekil 3.4 Planda dilatasyon yaparak bloklara ayırma.....	36
Şekil 3.5 Rijitlik Merkezi ile Kütle Merkezinin çakışmamasından kaynaklanan yapı planındaki burulma etkisi.....	37
Şekil 3.6 Planda kütle ve rijitlik düzensizlikleri.....	37
Şekil 3.7 Planda döşemede rijitlik düzensizlikleri.....	38
Şekil 3.8 Döşeme Boşlukları Düzensizliği.....	41
Şekil 3.9 Yapı yüksekliği boyunca düzensizlikler.....	42
Şekil 3.10 Kat döşemeleri aynı düzeyde olmayan komşu yapılarda çarpışma ile kolon kırılmaları.....	43
Şekil 3.11 Kat döşemeleri aynı düzeyde ancak kat sayıları farklı komşu yapıların etkileşmesi.....	43
Şekil 3.12 Dupleks bir yapının orta aksında büyük deprem yükleri oluşur.....	44
Şekil 3.13 Bitişik nizamda dupleks yapıların kat düzeylerindeki ötelemeleri farklı olacağından birbirlerine çarparlar.....	44
Şekil 3.14 Perde duvarların bina içerisinde dizilimi	47
Şekil 3.15 Perde duvarlarda sistem oluşumu	48
Şekil 3.16 Çekirdeğin sistem içindeki yerleşimi	48
Şekil 3.17 Perde duvarların burulma etkisi oluşturması ve bunların önlenmesi	49
Şekil 3.18 Burulma etkisi yaratacak perde duvar konumları ve ek perde duvarlarla burulmanın önlenmesi.....	49
Şekil 3.19 Sakarya hükümet konağında burulma etkisi yaratan eksantrik perde duvarları	50
Şekil 3.20 Perde duvarların yükseklik boyunca dağılımı.....	50
Şekil 3.21 Perde duvarları zemin katta kolonlara dönüştüğü için hasar görmüş Yapılar.....	51

Şekil 3.22 Çok sakıncalı boşluklu perde duvar biçimleri.....	51
Şekil 3.23 Perdeli çerçeveli yapılarda perde duvar yerleştirme biçimleri	52
Şekil 3.24 İki farklı şekilde yerleştirilmiş perde duvarlı yapıların deprem karşısındaki davranışları.....	53
Şekil 3.25 Çerçeveli taşıyıcı sistemle yetersiz biçimde sağlanmış perde duvarlı yapı.....	54
Şekil 3.26 Erzurum öğretmen evi ön cephe taşıyıcı sistemi.....	55
Şekil 3.27 Erzincan vakıf iş hanı	55
Şekil 3.28 Kızılay İşhanı Erzincan.....	56
Şekil 3.29 Süs için yapılmış perde duvarların konulmadığı esnek katlar yapının deprem dayanımını olumsuz etkileyecektir.....	56
Şekil 3.30 Planı ve taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar.....	58
Şekil 3.31 Açıklıkları farklı çerçeveler için değişik çözümler.....	58
Şekil 3.32 Dış cephedeki açıklıkları geniş kolonlarla küçültmeme kaygısı sonucu yapı bir yönde çok rijit diğer yönde çok esnek.....	59
Şekil 3.33 Deprem açısından uygun kolon yerleştirme biçimi.....	59
Şekil 3.34 Kiriş akslarının şaşırtmalı olması sonucu kolonların gereğinden büyük yapılması.....	60
Şekil 3.35 İşaretlenen kolonlar bir yönde kirişlerle bağlanmadıkları için zayıf bir çerçeve oluşturmaktadır.....	61
Şekil 3.36 Salon köşesinde kirişlerle bağlanmamış kolon çıkmalardan gelen burulma momentleri etkisi altında çerçeve sistemine bağlanmamış	61
Şekil 3.37 İyi ve kötü kolon kiriş bağlantıları	61
Şekil 3.38 Kolonların dış yapmak istenmesi sonucu oluşan çerçeve düzensizliği.....	62
Şekil 3.39 Hasar riski yüksek çerçeve dışı duvar.....	62
Şekil 3.40 Çerçevede süreksizlik ve süreklilik durumları.....	63
Şekil 3.41 Düzensiz Çerçeveli Taşıyıcı Sistemler.....	63
Şekil 3.42 Esnek zemin kat durumu.....	64
Şekil 3.43 Konsol çıkmalarının uçlarının kolonlu yapılmasının sonuçları	65
Şekil 3.44 Manantiales Binası genel görünümü, Şili.....	68
Şekil 3.45 Manantiales Binası genel görünümü, Şili.....	68

Şekil 3.46 Manantiales Binası (-2,-3,-4). kat planları.....	69
Şekil 3.47 Manantiales Binası (-1). kat planı.....	69
Şekil 3.48 Manantiales Binası 1. kat planı -giriş katı ve mağaza katı olarak tasarlanan bölüm.....	69
Şekil 3.49 Manantiales Binası İkinci kat planı – bu bölüm yine alışveriş merkezi olarak tasarlanmış zemin katın devamıdır.....	70
Şekil 3.50 Manantiales Binası 4’ten 10 ‘a kadar kat planları	70
Şekil 3.51 Manantiales Binası 11. kat planı.....	71
Şekil 3.52 Manantiales Binası 12’den 15’e kat planları	71
Şekil 3.53 Manantiales Binası Dikey kesit.....	73
Şekil 3.54 Manantiales Binası Boyuna kesit	73
Şekil 3.55 Ofis katlarının içinden bir görünüş	74
Şekil 3.56 Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Genel Görünüm, İspanya	76
Şekil 3.57 Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Zemin Kat Planı.....	76
Şekil 3.58 Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Üçüncü kat	77
Şekil 3.59 Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi En üst kat: Profesör ofisleri ve toplantı odaları	77
Şekil 3.60 Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Alan Boyunca Kesit	78
Şekil 3.61 Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Merdiven Boşluğundan Kesit	78
Şekil 3.62 Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi’nin maketinden genel görünüm, California	80
Şekil 3.63 Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi Genel görünüm	81
Şekil 3.64 Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi Yapı planı	81
Şekil 3.65 Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi Maketinden Görünüm	83
Şekil 3.66 Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi giriş kısmı ve içerde görülen arkatlar	83
Şekil 3.67 Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi Genel Kuzeydoğu-Güneydoğu Dikey Kesiti	84
Şekil 3.68 Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi Yapı planları	84

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Marmara depreminde B.A. binalardaki hasar oranlarının kat adetlerine göre dağılımı (Gülkan, 2000).....	10
Çizelge 2.2 Marmara Depreminde B.A. bina hasarının inşa dönemine göre dağılımı (Gülkan, 2000).....	10
Çizelge 2.3 Üç kata kadar betonarme bina hasarının inşa dönemine göre dağılımı (Gülkan, 2000).....	11
Çizelge 2.4 Üç kattan fazla betonarme bina hasarının inşa dönemine göre dağılımı (Gülkan, 2000)	11

1. GİRİŞ

Afetler en geniş anlamı ile insanlara zarar veren olaylardır. Başka bir ifade ile can ve mal kaybına yol açan doğa olaylarıdır. Afetin ilk özelliği doğal olması, ikincisi can ve mal kaybına neden olması, bir diğeri çok kısa zamanda meydana gelmesi ve sonuncusu da başlangıcı, türü, süresi ve etkileri bakımından kestirililebilir olmayışıyla birlikte başladıktan sonra insanlar tarafından engellenememesidir. Yalnızca afet olabilirlik risk ve potansiyeli ile yeryüzündeki afet bölgesi dağılımı bilinmektedir.

Afetler kökenlerine göre Beşeri ve Doğal Afetler olmak üzere ikiye ayrılırlar: Beşeri afetler; Doğal olmayan, insanlara ve çevreye büyük zarar veren, insanların neden olduğu afetler olarak nitelendirilir. Orman yangınlarının bir kısmı, meskun mahallerde görülen yangınlar, hava ve su kirliliği, toprak erozyonu ve salgın hastalıklar gibi olaylar beşeri afetlere örnektir. Doğal Afetler; Oluşumları doğa olaylarına dayanan afetlerdir (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2005).

Deprem doğal afetler kapsamındaki jeolojik kökenli afetler içerisine girer. Depremler tamamen doğa kökenlidir. Onun için oluşumuna insanların müdahalesi söz konusu değildir. Ayrıca ne zaman olacağının kestirilememesi, sürekli hazır olma gerekliliğini getirir. Bu anlamda depremlere karşı her düzlemde çeşitli bilimsel disiplinler arasında işbirliğinin ve çoğul disiplinli çalışmanın oluşturulması kaçınılmazdır. Bu bağlamda Mimarlık yaşamsal sorumluluk taşıyan alanlardan biridir.

Bu çalışmanın amacı; depreme dayanıklılık konusundan oluşturulan işbirlikleri içerisinden ilk görevin mimara tasarım aşamasında düştüğünün vurgulanarak, dayanıklı binalar için mimari tasarım ölçütlerinin belirlenmesi ve geliştirilmesidir.

1.1 Kuramsal Temeller

Yapılan araştırmalar sonucunda yapıların depremleden büyük ölçüde etkilenme nedenlerinin başında mimari tasarım hatalarından meydana geldiği bilinmektedir. Bu çalışmada deprem etkisine maruz kalmış yapılarda mimari tasarımdan kaynaklanan hasarlar tespit edilecek ve bu hasarların önlenmesine yönelik depreme dayanıklı mimari tasarım ölçütleri ortaya konulmaya çalışılacaktır.

Bu doğrultuda öncelikle deprem ve oluşumu hakkında genel bilgilendirme yapılmıştır. Daha sonra depremin binalara etkileri incelenmekte ve yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için yönetmeliklerce belirlenmiş önemli kıstaslara değinilmiştir.

Günümüzde en yaygın olarak kullanılan strüktür sistemi betonarme olduğundan, depremin betonarme yapılar üzerindeki etkileri incelenecektir. Depreme dayanıklılık konusunda betonarme yapıların karakteristik özelliklerine uygun mimari tasarım ölçütleri belirlenmiştir.

Çalışmada 1999 yılında ülkemizde meydana gelmiş dünya üzerinde en çok hissedilen deprem kuşakları üzerinde yer alan Marmara Depremi'nin betonarme binalara etkileri incelenmiştir. Daha sonra depreme dayanıklı yapı kavramı ve tasarımı hakkında genel bilgilendirme yapılmıştır. Son yıllarda depreme dayanıklı olarak tasarlanmış ve deprem geçirmiş B.A. bina örnekleri incelenerek bu binalarda kullanılan tasarım kriterleri belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak bu kriterlerle depremlerde hasar görmüş betonarme yapılar karşılaştırılarak depreme dayanıklı mimari tasarım ölçütleri ortaya konmuştur.

1.2 Çalışmanın Amacı

Yapılara gelen dış etkiler arasında deprem etkisi önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü depremin ne zaman ve kaç şiddetinde olacağı ve yapılara hangi şiddette etki edeceği kesin değildir. Bunun için yapıların depreme dayanıklı olması başta gelen bir koşuldur. Depreme dayanıklı yapı tasarımı, yalnızca taşıyıcı sistemin deprem etkilerine göre ele alınması ile çözümlenecek bir problem değildir.

Uygun form ve buna bağlı uygun strüktürün oluştuğu mimari tasarımıla sağlanabilecek bir olgudur. Bu yüzden bir yapıda mimari tasarım çalışmaları, problemin deprem açısından bir bütün olarak ele alınması gerektiğini ortaya koyar.

Depremin etkin olduğu mimari tasarımda estetik ve fonksiyonellikten fazla sağlamlık olgusu ön plana çıkmaktadır. Çünkü iyi bir mimari tasarımın oluşabilmesi için o yapının ayakta kalabilmesi ve içindekileri koruyabilmesi gerekir.

Çalışmada, depremde ayakta kalabilecek ve içindekilerin depremi minimum zararlar atlatmasını sağlayabilecek yapıların, uygun form ve buna bağlı uygun strüktür sistemine sahip olduğu mimari tasarım ölçütlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun için deprem geçirmiş ve hasar görmüş B.A. binalar incelenmiş ve hasara neden olan tasarım kriterleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu kriterler, depreme dayanıklı olarak tasarlanmış B.A. binalarda kullanılan tasarım kriterleriyle karşılaştırılarak depreme dayanıklı mimari tasarım ölçütlerinin belirlenmesine çalışılmıştır..

1.3 Çalışmanın Önemi

Türkiye’de ve dünyada depremlerden edinilen deneyimler, depreme dayanıklı yapı tasarımına daha mimari tasarım sırasında başlanması gereğini ortaya koyar. Mimari tasarımda özgürce davranan mimar, yapının strüktürünün ayakta kalabilirliğine ya da sağlam olmasına dikkat etmelidir. Mimar özellikle günümüzde sıklıkla yaşadığımız deprem gibi, yapılara güçlü etki uygulayan önemli doğal afetlere karşı uygun tasarımı bilmek zorundadır.

Her binanın ayakta kalıp dış etkilere maruz kaldığında kendini koruyabilmesi için uygun bir şekle ve strüktüre ihtiyacı vardır. Bundan dolayı özellikle ülkemizde yaygın olarak kullanılan betonarme binaların karakteristik özelliklerine uygun depreme dayanıklı form ve strüktürün belirlenmesi gereklidir.

Binaların formunu ve buna bağlı strüktürü tasarlayan kişi mimardır. Dolayısıyla mimarların depreme dayanıklı bina tasarlayabilmeleri için deprem hakkında bilinçlenmeleri ve yapıya uygun mimari tasarım ölçütlerini bilmeleri gerekir.

2. KAYNAK BİLGİSİ

Bu bölümde çalışmanın konusuna yönelik ilk olarak depremin tanımından oluşumuna ve depremin yapılara olan etkileri hakkında bilgiler aktarılmaktadır. Daha sonra binaların depreme dayanıklılığı ile ilgili kriterlere değinilecektir.

2.1. Deprem Tanımı

Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapıların da hasar görüp, can kaybına uğratabileceğini gösteren bir doğa olayıdır (T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2005).

Deprem yeryüzüne yakın yerlerde biriken mekanik enerjinin aniden serbest kalışıyla meydana gelen, yer kabuğunun sallanma ya da ani hareketidir (Mertol, 2002). Depremler yer kabuğunu oluşturan levhaların birbirini sıkıştırmaları sonucu oluşan fayların kırılmalarından oluşurlar. Depremler şiddetlerine göre yer kabuğuna, her türdeki yapılara ve en kötüsü insanlara zarar verirler.

2.2. B.A. Yapıların Deprem Davranışı

Depremlerde oluşan sismik dalgaların (P, S ve Yüzey) yapısal özelliklerinden dolayı zeminde üç boyutlu bir hareket oluşur. Depremlerin neden olduğu bu yatay ve düşey hareketler binalara zarar verirler.

Yapıların depremler karşısındaki davranışları şu etmenlere bağlıdır (Mertol, 2002) :

1. Depremin enerjisi, manyetüdü, ivmesi,
2. Odak noktasının ya da merkez üssünün yapının bulunduğu yere uzaklığı,

3. Depremın odak noktası ile deprem bölgesi arasındaki yer (zemin) katmanlarının nitelikleri,

4. Depremın şiddeti. Bu kavram depremin belli bir bölgedeki hissedilme biçimi ve yaptığı etki derecesi olup yukarıdaki 3 etmene çok sıkı biçimde bağlıdır.

5. Yapının fay hattına uzaklığı, deprem dalgaları ve yapının üzerine oturduğu zeminin niteliği (kayalık ve sert zeminler, yumuşak zeminlere oranla daha güvenlidir.)

6. Yapının biçimi, statik taşıyıcı sistemi, yapının yüksekliği, kat sayısı, yığma ya da karkas oluşu, betonarme, ahşap ya da çelik yapı oluşu, temellerin ve statik sistemin rijit ya da esnek oluşu, yapısal ayrıntıları (konstrüktif detayları) gibi etmenler yani yapının kendisi üzerine gelecek deprem kuvvetlerinin az veya çok olmasında etkilidir.

Herhangi bir büyüklükteki depremin dünyanın hangi bölgesinde nasıl etki edeceği bilinemez. Aynı büyüklükte ancak farklı bölgelerdeki depremlerin binalara vermiş olduğu hasarlar farklı olmaktadır. Ancak yapıların tasarlanmış oldukları strüktür sistemlerine göre hasar görme derecelerini kestirmek mümkündür. En az hasar derecesinden en çok hasar derecesine göre yapıları hafif çelik, betonarme döşemeli çelik, betonarme, ahşap, kagir ve kerpiç yığma yapılar biçiminde bir sınıflandırmaya sokabiliriz (Tüysüz ve Eyidoğan, 2005).

Ülkemizdeki yapıların en çok betonarme strüktür sistemiyle üretildiği görülmektedir. Bunun için betonarme yapıların deprem karşısındaki davranışlarını bilmek gerekir. Bu bağlamda öncelikle B.A. yapıların karakteristik özelliklerinden bahsedilecektir.

2.2.1. B.A. Yapıların Karakteristik Özellikleri

Ülkemizin büyük bir bölümü, bu arada büyük şehirlerin hemen hemen tümü 1. derece deprem kuşağında yer almakta, sıkça karşılaşılan afetlerde büyük can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Ülkemizde inşa edilen yapıların çoğunluğu betonarme

binalardır. Depremlerde en fazla hasar gören bina tipleri de betonarme yapılar olmaktadır. Bu nedenle yapı güvenliği açısından betonun kalitesi ve betonarme yapı sisteminin karakteristik özelliklerinin, deprem etkilerine karşı gösterdiği davranışın bilinmesi faydalı olur.

01.01.1998 tarihinde yürürlüğe giren 1997 Afet Yönetmeliği yapılarda uyulması gerekli koşulları vermektedir. TS-500 standardına göre betonarme yapıların zorlanmalar karşısında gerekli dayanımı gösterebilmesi için belli kalitede beton kullanılmasını gerekli kılar. Bu yönetmelik ve şartnameler depremde olası can ve mal kaybını en aza indirmeye yöneliktir.

Betonarme, betonun içerisine demir donatılar yerleştirilerek oluşturulan bir strüktür sistemidir. Betonun basınca dayanıklı olması, çeliğin ise çekmeye dayanıklı olması özellikleri sayesinde bu iki malzemenin yükleri karşılamakta birbirlerini tamamladıkları görülmektedir.

Betonarme yapılar, yıkılmadan şekil değiştirebilme özelliğine sahip “karkas” adı verilen iskelet sisteminden oluşan yapılardır. Yapının iskeletini kolon, perde kiriş ve döşeme gibi yapı elemanları oluşturur. Bu elemanların üzerine sonradan bölme duvarları örülür. Bölme duvarları yığma yapılardaki gibi “taşıyan” değil, “taşınan”dır. Bölme duvarların üzerine örüldüğü döşemelerin, yükünü önce kirişler, sonra kolonlar ve daha sonra bina temeli karşılar (Büyükyıldırım, 1999).

Betonarme yapılar çelik ve ahşap yapılara göre çok daha ağırdır ve depremlerde büyük kuvvetle zorlanırlar. Betonarme, çelik gibi iyi bir sünek malzeme değildir. Ancak rijitlik bakımından çelik ve ahşaptan daha üstündür. Yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için sünek olması gerekmektedir. Sünek malzeme kopmadan ezilmeden evvel büyük uzama ve kısalma gösteren malzemedir. Bu bağlamda basınçta betonun sünekliği ile çekmede çeliğin sünekliğine sahip olan strüktür sistemi oluşturularak, B.A. yapılar depreme dayanıklı sünek yapı özelliğine kavuşturulabilir. Betonarme bir yapının boş iskeleti % 3-5 gibi çok

düşük bir söndürmeye sahiptir. Örneğin: Cepheleri cam, iç bölmeleri zayıf ve ince olan betonarme yapılar, bu görüşe göre depreme karşı iyi değildir. Yapıya duvarlar ve ek kısımlar ekleyerek yapının söndürmesi arttırılır. Böylece depreme karşı daha güvenilir bir duruma getirilmiş olunur (Çamlıbel, 1994).

Betonun “dürabilite” denilen yeterli dayanıma kavuşması özelliği sayesinde uzun ömürlü betonarme yapılar oluşturulabilir. Betonun taze haldeyken kolay işlenebilir olması, kalıbının boşluksuz doldurabilmesi özellikleri sayesinde mimar, çıplak düzgün yüzeyli özgün formlu betonarme yapılar tasarlama imkanına kavuşur.

Betonarme karkas yapılarda duvarların taşıyıcılık görevleri ortadan kalktığı için, mimar daha geniş olanaklara kavuşmuştur. Duvarların yerleri, konumları ve kalınlıkları değiştirilebilir; ince duvarlar, geniş salonlar, büyük açıklıklı pencereler, kapılar yapılabilir. Yapılardaki çeşitliliğin artmasında betonarme strüktür sisteminin mimariye kazandırdığı avantajlar fazladır. Ancak yapılardaki bu çeşitliliği, özellikle en büyük dış etkilerden biri olan depremle birlikte yorumlamak gerekir.

2.2.2. Depremin B.A. Yapılara Etkisi

Yapılar depremin neden olduğu en çok yatay yöndeki hareketlerden etkilenirler. Çünkü yatay hareketlerin hareket etme zamanı ile yapının bu harekete verdiği cevap aynı anda gerçekleşemezse yapı depremin etkisinden kurtulmayabilir. Deprem titreşimleri ilk olarak alt katları sarsmaya başlar ve daha sonra üst katlarda devam eder. Sarsıntının en çok hissedildiği yer çok katlı yapıların üst katlarıdır. Ancak depremin yapmış olduğu etki azalır. Depremin, ilk gelen güçlü etkisini yapının yerle birleştiği ilk katlar karşılar.

Betonarme yapılarda deprem hasarları ilk önce sıva çatlaklarıyla başlar. Çatlaklar daha sonra betonarme çerçeve ile bölme duvarı arasında oluşur. Bu oluşum önce bölme duvarı ile kiriş arasında, daha sonra da duvar ile kolonların birleşim hatları boyunca meydana gelir. Bu aşamada kalan hasarlarda,

betonarme çerçeveyi meydana getiren yapı elemanlarında genellikle bir hasar olmamaktadır. Bölme duvarlarının tamamen kırılıp enerji söndüremez duruma gelmeleri, taşıma güçlerinin üstündeki bu yükü artık betonarme çerçeveye devretmeleri anlamına gelmektedir. Betonarme yapılarda deprem kuvvetlerinin neden olduğu hasarlar, genellikle betonarme çerçevelerde, kolonlarda başlamaktadır. Deprem yapıları yüklediği enerji, kolon ve kirişlerin düğüm noktasındaki rijit bağlantının mafsallaşması ile tüketilmektedir (Gökçe,2002).

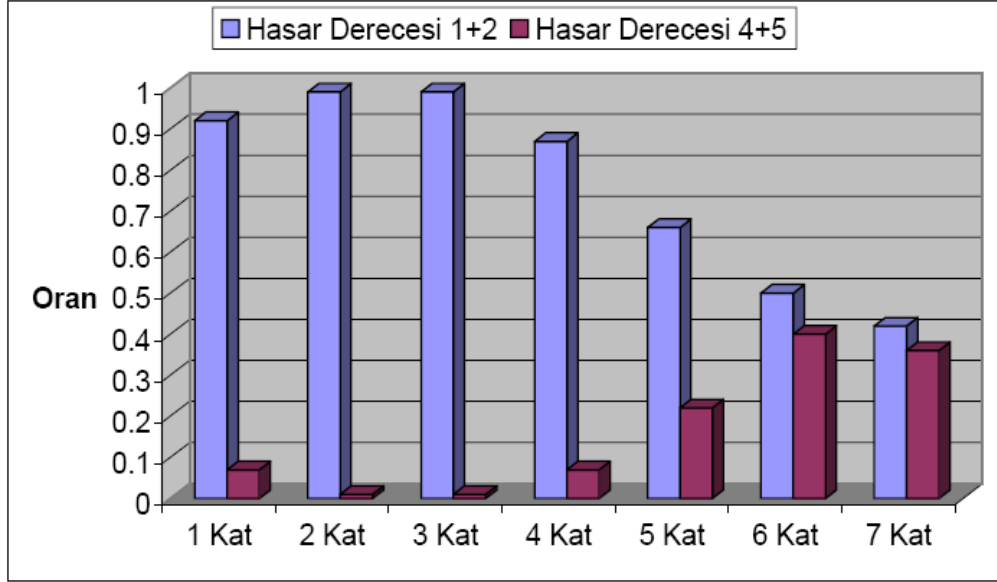
Bina temeli, zemin hareketleri nedeni ile hızla titreşirken bina üst katları bu hızla ayak uyduramaz; bu nedenle özellikle alt kat kolonları bağlantı noktalarında büyük zorlanmalara maruz kalır ve kolonun bir yanı basınca maruz kalarak ezilirken diğer yanı da çekmeye maruz kalarak çatlar. Ardından yapının üst katları bu hasar görmüş kolonların üzerine düşer. Kolon-kiriş ve döşeme birleşimleri kuvvetliyse, beton kaliteliyse, çelik donatı doğru yerleştirilmişse böyle büyük bir harekete karşı 1. kat kolonları dayanabilir. Ancak yapıda ve malzemede hatalar varsa 1. kat kolonları bu yüke direnemez ve ya tamamen parçalanır, ya da ezilme altında dışarıya doğru patlar. Eğer yapının bir üst katındaki kolonlar üzerlerine gelen yükü kaldıracak güçte ise üst katlar hasarsız olarak, sadece 1. kat tamamen çökmüş olarak kalır. Eğer üst kat kolonlarında ve malzemede hata varsa, sırası ile bütün kat kolonları aşağıdan yukarıya domino etkisiyle yıkılır (http://www.benkoltd.com/deprem/hareket_anl.htm).

B.A. yapılarda beton kalitesinin düşük olduğu, donatıların yeterli ölçüde yerleştirilmediği, işçilik kusurlarının bulunduğu yapılarda hasarlar oluşur. Ancak en önemlisi betonarme taşıyıcı sistemin, deprem davranışına uygun mimari tasarımla birlikte ele alınmasıdır.

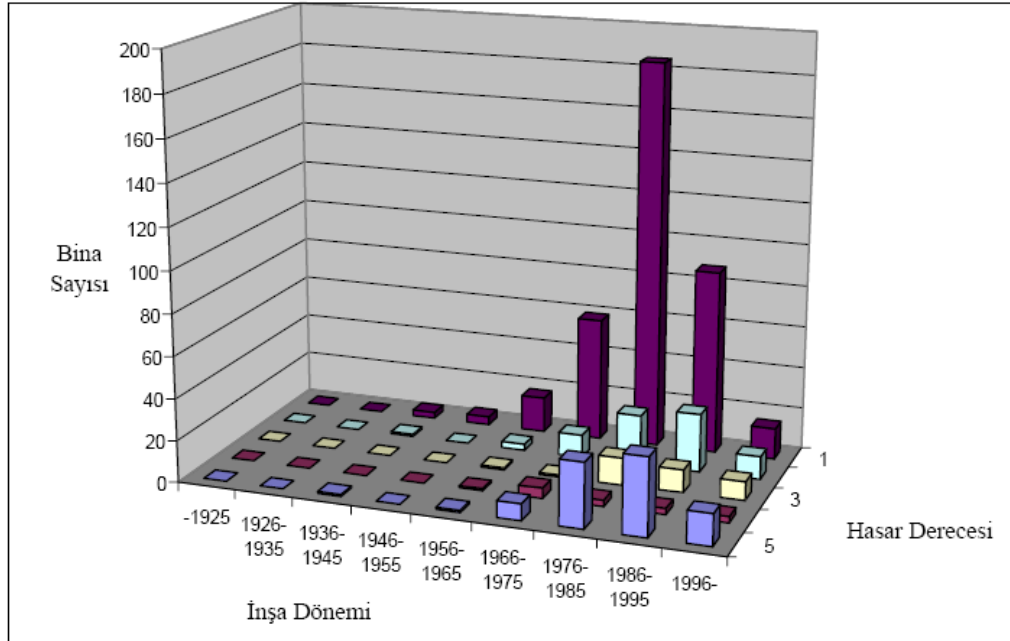
2.2.3. 17 Ağustos Marmara Depremi'nin B.A. Yapılara Etkisi

Bu konuda ülkemizde meydana gelmiş, yapılarımızı büyük ölçüde etkileyen, yapılaşmanın yoğun olduğu Marmara Bölgesi depreminin B.A. binalara etkisi incelenmektedir. Betonarme binaların hasar görme nedenleri içerisinde yer alan kalitesiz beton kullanımı, hatalı detaylandırma ve işçilik kusurlarının da olduğu

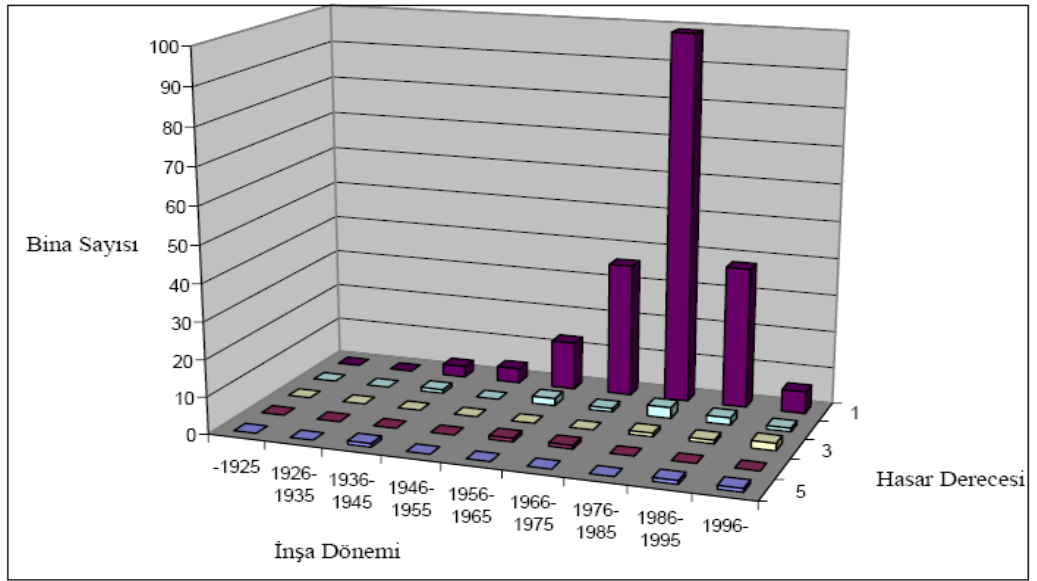
hatalarla birlikte, hasara neden olan etkenlerin içerisinde önemli yere sahip olan mimari tasarım hatalarına da değinilecektir. Bu bağlamda ilk olarak Marmara depreminin B.A. binalara verdiği hasarlar grafiksel olarak anlatılmaktadır:



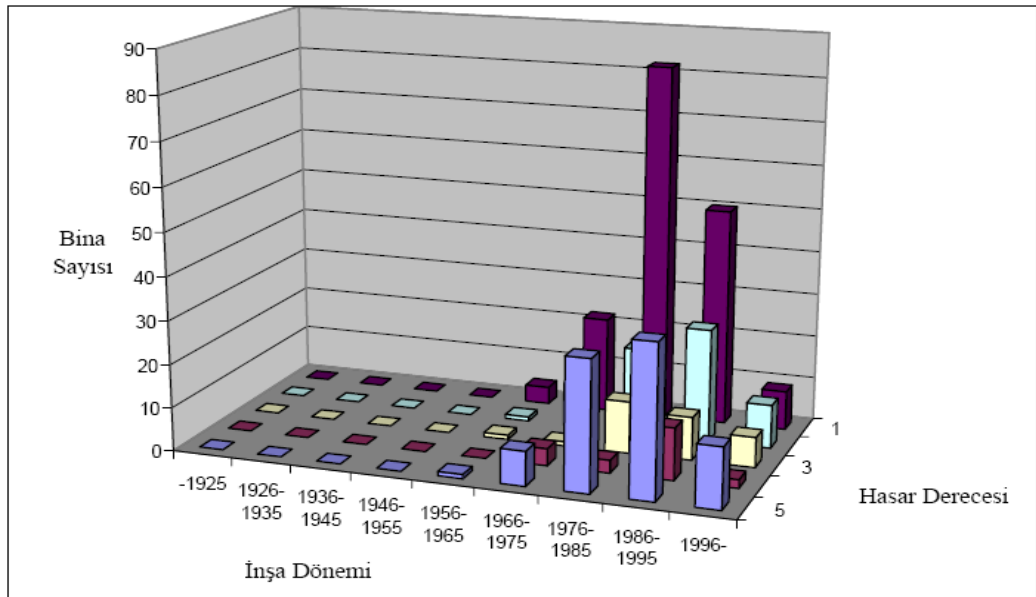
Çizelge 2.1 Marmara depreminde B.A. binalardaki hasar oranlarının kat adetlerine göre dağılımı (Gülkan, 2000)



Çizelge 2.2 Marmara Depreminde B.A. bina hasarının inşa dönemine göre dağılımı (Gülkan, 2000)



Çizelge 2.3 Üç kata kadar betonarme bina hasarının inşa dönemine göre dağılımı (Gülkan, 2000)



Çizelge 2.4 Üç kattan fazla betonarme bina hasarının inşa dönemine göre dağılımı (Gülkan, 2000)

Grafiklerde görüldüğü üzere Marmara depreminde en çok son 20 yıl içerisinde inşa edilmiş orta kat, yani 3 kat ve üzeri binalarda hasarlar görülmüştür. Bu tip binalar mimari tasarımdan kaynaklanan hasarları çerçevesinde incelenmeye çalışılmaktadır.



Şekil 2.1. 17 Ağustos 1999 depreminde yan yatmış 5 katlı bina (Çiftçi, 1999)

17 Ağustos 1999 depremine maruz kalmış blok başında bulunan dar cepheli yapıdaki deprem etkisi yapının tamamının yan yatmasıyla sonuçlanmıştır. Yapıdaki hasarın en önemli sebebi bodrum katının olmamasıdır. Yapı “temel derinliği ile yüksekliğinin arasındaki oranın $1/6$ sı kadar olmalıdır” (Çiftçi, 1999) ilkesine uymamaktadır. Cephe ve yükseklik arasındaki oranın uyumsuzluğu da yapının hasar görmesinde başka bir önemli unsur olmuştur.



Şekil 2.2. 17 Ağustos 1999 depreminde yan yatmış 5 katlı binanın bodrum katı (Çiftçi, 1999)



Şekil 2.3. Zemin katı dükkan olarak tasarlanmış, depremde hasar gören bina (Çiftçi, 1999)

Resimdeki yapı depremde hasar görmüş ancak yıkılmadan depremi atlattır. Zemin katı dükkan olarak tasarlanmış bu yapıda dükkan katının diğer katlardan yüksek olması, kolonlarının da yüksek olması sebebiyle düşey sistemde bir süreksizlik oluşmuştur. İç bölümde yapılan asma kat sonucunda kolonlar orta yerlerinden kirişlerle bağlanarak kısa kolona neden olmuşlardır. Ayrıca üst katlardaki kirişlerin kolona bağlanma şekilleri dikkat çekicidir. Sol taraftaki kirişlerin hiçbirisi kolonlarla birebir bağlanmamaktadır. Aynı zamanda yapının zemin katında hemen hemen hiç duvar bulunmadığı için taşıyıcı sistemi rahatlıkla görülebilmektedir. Kolonlar cephede tek yönde yerleştirilmiştir. Binanın daha inşaat halinde olması, dolgu duvarlarının da örülmemesi sebebiyle binanın hafif kalması sağlanmış ve böylece binanın yıkılması önlenmiştir.



Şekil 2.4. Mimari süs için düşünülen gusenin binaya verdiği zarar (Çiftçi, 1999)

Zemin kat köşe kolonunda mimari süs amaçlı yapılmış guse, kolona bağlandığı noktada hasar meydana getirmiştir.



Şekil 2.5. Hasar gören vergi dairesi binası (Çiftçi, 1999)

Vergi dairesi binasının depremde hasar görmesinin nedeni, bitişigindeki az katlı yapının binaya çarpması sonucu, binanın orta kısmından zarar görmesidir. Aynı

zamanda vergi dairesi binasında mimari ss amaçlı yapılmış cephe boyunca çıkıntılı yerleştirilen kolonlar deprem kuvvetlerine karşı yeterli dayanımı gösterememiş burkularak kırılmalara maruz kalmıştır.

Aşağıda bir iş merkezi görülmektedir. Bu bina Marmara depremine karşı dirençli olamamıştır.

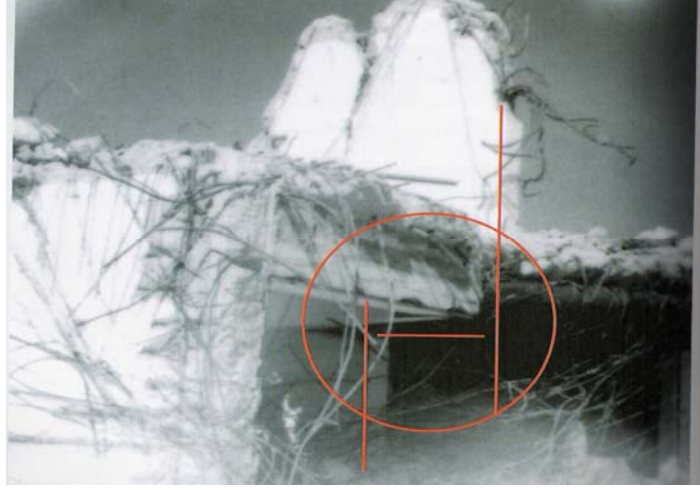


şekil 2.6. İş merkezi binasının 17 Ağustos depreminden önceki durumu (ifti, 1999)



şekil 2.7. İş merkezi binasının depremden sonraki durumu (ifti, 1999)

Yapının depremden sonraki hali gözükmemektedir. Bu yapının yıkılma nedeni düzensiz taşıyıcı sistem seçimidir. Aşağıda yapıdaki bu hata açıkça görülmektedir. Zemin katta başlayan perde kolon bir üst katta yer değiştirerek farklı akstan devam ettirilerek düşeyde düzensizliğe neden olmuştur. Ayrıca beton kalitesinin de düşük olduğu ufalanan betondan ve açığa çıkan donatı aksamından anlaşılmaktadır.



Şekil 2.8. Yıkılan iş merkezinde görülen strüktür tasarımı hatası (Çiftçi, 1999)



Şekil 2.9. Depremde zemin katından hasar görmüş bina (Çiftçi, 1999)



Şekil 2.10. Zemin katından hasar görmüş 5 katlı apartman (Çiftçi, 1999)

Zemin katları iş yeri olarak tasarlanmış yukarıdaki iki yapı da deprem etkilerine dayanamayıp zemin katlarından çökmüştür.



Şekil 2.11. Komşu binalardan dolayı hasar görmüş yapı (Çiftçi, 1999)

Şekil 2.11 de yer alan bitişik nizam yapılarda yeterli derecede bırakılmayan derz boşlukları nedeniyle ortadaki yapı çarpışmanın etkisiyle depremde ağır hasar görmüştür. Zemin kattaki dükkan katı ise zayıf kat etkisiyle tamamen göçmüştür. Deprem anında binaların birbirlerine çarpmalarından kaynaklanan baskı sonucu bina köşe kolonlarının zarar görmesine ve zemin katın orta bölgesinden göçmesine neden olmuştur.



Şekil 2.12. Kolon yönleri tek istikamette konulmuş yapıda hasar (Çiftçi, 1999)

Yukarıdaki binada kolonların tek yön konulduğu açıkça görülmektedir. Aynı zamanda zemin katı dükkan olarak tasarlanmış bir yapıdır. Bina depremde zemin kat seviyesinden önceki bulunduğu istikametten dönerek yıkılmıştır.

Şekil 2.13' teki binada asmolen döşemenin meydana getirdiği hasar tümüyle görülmektedir. Tavandan kirişlerin gözükmemesi ve kat planlarının birbiriyle her katta uymadığı durumlarda mimara kolaylık sağlayan asmolen döşemenin vermiş olduğu zarar resimde bir şekilde görülmektedir.



Şekil 2.13. Asmolen döşeme sonucu kat kat üst üste yığılmış konut binası (Çiftçi, 1999)



Şekil 2.14. Hasar görmüş kamu binası (Çiftçi, 1999)

Kamu binasının en üst katındaki döşeme üzerinde yapılan parapet duvarın yüksekliği çok fazla olduğundan, bu ağır yük en üst kattaki zayıf kolonların göçerek yıkılmasına sebep olmuştur.



Şekil 2.15. Merdiven kovanından hasar görmüş bina (Çiftçi, 1999)

Resimdeki yapı, depremde en çok merdiven bölgesinden hasar görmüştür. Merdivenler yapının acil durumlarda kaçış alanı olarak tasarlanır. Ancak binanın zayıf noktaları olarak bilinen merdiven boşlukları takviye güçlendirmeye gidilmediğinden bina bu noktadan hasar görmüştür. Ayrıca yerleştirilen perdelerin de tek yönlü olduğu görülmektedir. Merdiven donatısının iyi yapılmadığından da hasarın büyük olduğu bilinmektedir.



Şekil 2.16. Bina köşe noktasından almış olduğu hasar (Çiftçi, 1999)

Bu binada kiriş açıklıklarının fazla olduğu kısımda kolon kesiti yetersiz kalmış kirişler, kolonlarla birleştiği düğüm noktalarından kırılarak çökmüştür. Bina köşe kolonun hasar görmesi sonucu yıkılmıştır.



Şekil 2.17. Zemin katından almış olduğu hasar sonucu arkaya yatmış yapı (Darılmaz, 1999)

Marmara Depremi geçirmiş bu yapı zemin kattaki kolon boyutlarının yeterli ölçüde tasarlanmamalarından dolayı binayı taşıyamamış ve sonuçta bina zemin kat seviyesinden kırılıp arkaya doğru yatmıştır.



Şekil 2.18. Yapıda kısa kolon oluşumundan dolayı taşıyıcı elemanda görülen hasarlar (Darılmaz, 1999)

Yapı giriş saçağının kısa kolon oluşumuna sebebiyet verecek şekilde tasarlanması sonucu yapının taşıyıcı sisteminde hasar meydana gelmiştir.



Şekil 2.19. Görülen iki binanın zemin sıvılaşması sonucu birbirinden ayrılması (<http://www.turkforum.net/>)

Zemin sıvılaşması sonucu iki bitişik nizam bina birbirinden ayrılmıştır. Bundan dolayı iki binanın birbirine uyguladıkları çarpma etkisinin azaldığı görülmektedir. Köşe parselde bulunan bina zemin kat köşe noktasından zarar görmüştür. Ancak diğer bitişik nizam binada zemin katı dükkan olarak tasarlanmasına rağmen herhangi bir hasar yoktur.



Şekil 2.20. Zemin kattaki kolonların depremde almış oldukları zararlar (http://www.benkold.com/deprem/hareket_ani.htm)

Şekil 2.20' de birinci kat kolonlarının üst döşemesi ile birleşiminde oluşmuş patlama /ezilme açıkça görülmektedir. Bunun en önemli sebebi zemin katında dolgu duvarlarının bulunmaması sonucu taşıyıcı sistemin zarar görmesidir. Diğer yandan binaların en çok zemin katlarının depremde zorlanmasının yanında donatı yetersizliği ve malzeme kalitesizliği de neden olmuştur. Üst katlardaki yükler 1. kat kolon- kiriş birleşim noktalarında hasarın oluşmasına sebebiyet vermiştir. Benzer hasarlar deprem bölgesindeki binlerce yapıda da gözlenmiştir. Bölgeye özgü 5-8 katlı betonarme yapıların birçoğu bu depremde benzer yapısal davranışlar göstererek, depremi bu tip hasarlarla atlattımlardır. (http://www.benkoltd.com/deprem/hareket_ani.htm)

Aşağıdaki resimlerde zemin kat kolonlarının üst katları taşıyamadığı ve bundan dolayı kolonların zemin kat ile üst kat birleşim noktalarında hasar gördükleri yapılar görülmektedir. Bu kolonların depremde hasar görme nedenleri zemin katların dolgu duvarsız yapılması, gerekli taşıyıcı sistemle desteklenmemesi, beton kalitesizliği, donatı yetersizliği ve işçilik hatalarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2.21. Zemin katından depremde aldığı hasar sonucu yıkılmış apartman



Şekil 2.22. Marmara depreminde zemin katı tamamen göçmüş konut binası



Şekil 2.23. Zemin katın yeterli strüktür desteğinin yapılmaması durumunda oluşan yapıdaki hasar (http://www.benkold.com/deprem/hareket_ani.htm)



Şekil 2.24. Planda çok sayıda köşe ve girinti- çıkıntı oluşması sonucu Marmara depreminde hasar görmüş yapı (Balyemez ve Berköz, 2005)



Şekil 2.25. Farklı yükseklikteki binaların çarpışması sonucu oluşan hasar (Balyemez ve Berköz, 2005)

Binalar farklı yükseklikte olduklarından birbirine uyguladıkları etki daha çok binaların orta katlarında hissedilmiştir.

Marmara depremi geçirmiş yukarıdaki binalarda mimari tasarımdan kaynaklanan deprem etkileri sıralanmak istendiğinde şu sonuçlar karşımıza çıkar:

1. Binaların yüksekliği ile genişliğinin uyumsuz olduğu,
2. Bodrum katının olmadığı,

3. Zemin katları dolgu duvarsız ve diğer katlara göre yüksek tasarlandığı,
4. Mimari süs amaçlı yapılmış kolona bağlanan guselerin olduğu ve kolonların cephede çıkıntılı dış yapması istendiği, yüksek parapet duvarların olduğu,
5. Taşıyıcı sistemi düzensiz yerleştirilen, aksların düzensiz olduğu, kolonların katlarda yerlerinin değiştirildiği, kolonların tek yönde yerleştirildiği,
6. Birbirine bitişik farklı kat yüksekliğinin olduğu,
7. Asmolen döşeme sisteminin kullanıldığı,
8. Planda fazla köşelerin ve girinti çıkıntıların olduğu yapılarla,
9. Son olarak ayırık nizam ve köşe parsellerde bulunan binaların özellikle zemin kat köşe noktalarından almış olduğu hasarlarla depremde zarar gördükleri tespit edilmiştir.

2.3. Depreme Dayanıklı Yapının Tanımı

Kuban sağlam yapıyı, uygulandığı durumlara göre malzemenin, dokunun, iskeletin niteliklerine bağlamaktadır. Yapıyı “İstenen amaca uygun biçimin ve bu biçimi ayakta tutacak strüktürün, uygun malzeme ve yapım tekniğinin olanakları içinde gerçekleştirilmesidir” şeklinde tanımlamaktadır (Kuban, 1992).

Yapı kavramı depremle ilişkilendirildiğinde, yapının tanımı dayanıklı, sağlam, dirençli, yüklere ve dış etkilere karşı mukavim olabilen anlamına gelir. Kavramsal olarak depreme dayanıklı bina tanımı, esnek bir taşıyıcı sistem, uygun bir form ve plastik bir izolasyon sistemiyle birlikte oluşan üçlü bir sistemden meydana gelen bina olarak tanımlanabilir.

Yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için, yapıların deprem sırasında aşağıdaki özelliklere sahip olması istenmektedir (Yorulmaz, 1991):

1. Deprem sırasında dayanıklılık ve sünekliliği sağladığı gibi stabilitesi de bozulmadan, tüm doğrultularda olabilecek deprem zorlarını emniyetle temel

zeminine aktaracak çerçeve ve / veya perde, t p şeklinde düşey elemanları bulunmalıdır.

2. Yapıyı bir arada tutan yatay (döşeme, hatıl, kuşak, gergi) elemanları bulunmalı, yatay deprem zorlarını düşey taşıyıcı elemanlara da ıtacak yatay eleman veya diyaframlar oluşturulmalıdır.

3. Yapı sistemi ve temel, yapı zemin ve bu zeminle karşılıklı etkileşimleri d    n lerek oluşturulmalıdır.

Bu  zellikleri karşılayacak bir yapının mimari tasarımı, zeminin yapısı ile depremin meydana geldiği bölgede bir önceki zamanlarda yapmış olduğu hasarlar göz önüne alarak oluşturulmalı, binanın formu ve taşıyıcı sistem seçimi bu değerler çerçevesinde tasarlanmalıdır.

Yapılar dış yüklere temel, döşeme, duvar, kemer, tonoz, kubbe, kiriş, kolon, perde,  er eve gibi binanın ana iskeletini oluşturan taşıyıcı elemanları ile karşı koyarlar. Bu elemanlar, çekme, basınç, kesme (makaslama) eğilme, burulma gibi dış etkilerle karşı kar ıyadırlar. Yapı elemanları geometrik biçimleri ve üretilmiş oldukları yapı gerecinin (malzeme)  zelliklerine bağlı olarak yukarıdaki sayılan zorlanma biçimlerinden yalnızca birine ya da tümüne birden dayanıklı olabilirler (Çamlıbel, 1994).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan betonarme yapılarda kiriş, kolon, perde ve döşeme gibi narin yapı elemanları deprem anında aynı anda çekme, basınç, kesme (makaslama), eğilme, burulma gibi mekanik zorlamalarla karşı karşıya kalırlar ve depreme dayanıklı olabilmeleri için bunların hepsine birden karşı koyabilmeleri gerekir.

2.4. Depreme Dayanıklı Yapının Genel  zellikleri

Yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için öncelikle genel bazı özelliklere sahip olması gerekir. A a ıda bu özellikler kısaca anlatılmaktadır:

1. Yapı Hafifliği;

Depremden dolayı yapıya gelen yükler yapı ağırlıkları ile orantılıdır. Deprem sarsıntı etkisi kütle büyüdükçe artar. Deprem yükü yapı kütlesi ile direkt bağlantılıdır. Yapının ağırlığını azaltmak için iki yöntem vardır: birincisi yapıda hafif malzemeler kullanmaktır. İkincisi ise tamamen mimari tasarımla ilgilidir. Yapı kütlesinin büyük olduğu, çerçeve alanlarının geniş ve süreksiz olması, iç boşluk alanlarının büyüklüğü sebebiyle ağır kütleler oluşur. Bu tip tasarım detayları sonucunda kiriş ve kolonlarda ağır yüklenmeler meydana geleceğinden bu elemanların boyutları normalden büyük çıkar. Bu sebeple yapıda oluşan ağırlık sebebiyle yapı hasar görür (Mertol v.d., 2002).

2. Dayanım ve Rijitlik;

Depreme dayanıklı yapı, yapıyı oluşturan elemanların belirli bir dayanıma sahip olmaları anlamına gelmektedir. Yapıların depreme karşı dayanıklı olması yanal deprem yüklerine karşı sistemin rijit olarak tasarlanması ile mümkündür. Başka bir deyişle yapının temel ve temel üstü ile rijit bir bütün olarak birleşmesidir. “Rijitlik; bir yapının yanal kuvvetler etkisinde, temel sistemi ve temel üstünü oluşturan taşıyıcı sistemi ve duvarları ile birlikte birbirinden ayrılmadan hareket edebilmesidir. Bu durum bir “kitle”, uygun bir “strüktürle” sağlanır “(Çamlıbel, 1994).

3. Yapılarda Süneklik ve Esneklik;

Süneklik; Yapının taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan yapabileceği en büyük yerdeğiştirmenin elastik yerdeğiştirmeye oranıdır (<http://www.ins.itu.edu.tr/kutlu/kdtr>, 2005). Yani yapının plastik (kalıcı deformasyon) ve elastik (geçici deformasyon) olarak enerji yutma gücü arasındaki orandır (Albay,1994).

Sünek yapılar, yıkılmadan önce çok büyük salınımlar yapan ve hasar görebilen ve kolay kolay yıkılmayan yapılardır. Yapılar rijit yapılmalı, ancak düğüm noktalarında süneklik sağlanmalıdır. Yapı deprem yükleri etkisinde hareket

ederek esnek davranış göstererek salınımlar yapar. Bu şekilde salınımlar, deprem enerjisinin yapıyı yıkmamasını önler (Mertol v.d., 2002).

Fleksibilite (esneklik); deformasyona dayanıklılık gösteren rijit olmayan durumdur. Deprem kuvvetleri yapının üst katlarında daha çok hissedilir. Bu durumda oturanlar rahatsız olduğu gibi, aşırı deformasyonlardan sıva ve cam çatlamaları da görülebilir. Bu gibi durumları önlemek için daha proje safhasında yapı, betonarme perdeler ve diyagonal düşey çerçevelerle rijitlendirilmelidir (Çamlıbel, 1994).

4. Yapılarda Sönüm ve Plastik Deformasyon;

Yapılardaki sönüm olayı deprem süresince yapının titreşimi, yerden yapıya iletilen sismik enerji etkisiyle olmaktadır. Deprem süresince yapı bölümlerinde bu enerji ya depo edilmekte veya açığa çıkarılmaktadır. Bu arada sönüm ve iç sürtünme gibi nedenlerle bir kısım enerji de yutulmaktadır. Enerji ne kadar fazla yutulursa, yapı bölümlerinin hareketleri ve dolaylı olarak deprem kuvvetleri de bir o kadar az olur. Bu nedenle enerji yutulması istenen bir şeydir. Bu ise sönümün fazla olması ve malzemenin plastik deformasyon yapması ile mümkün olur. Plastik deformasyon sonucu her zaman yapıda bir miktar zarar oluşur (Çamlıbel, 1994).

Sönüm yerin ürettiği enerjiyi dağıtma kapasitesi olarak tanımlanabilir. Yapılardaki sönüm özelliği iki şekilde sağlanmaktadır :

- Betonarme iskelet yapılarda, dolgu duvarlarının hesapta yük almadıkları kabul edilse de, kolonlarda oluşan yanal etkilerini azaltırlar. Bu durumda taşıyıcı sistemin sönüm değeri önemli derecede artar.
- Şiddetli depremlerde bu duvarlar elastik sınırı yüksek olan iskelet elemanlarının deformasyonuna uyamayıp çatlar ve kırılırlar. Böylece taşıyıcı sistemde zarar oluşmadan plastik deformasyonlar ve sürtünme kuvvetleri oluşup yapıya iletilmiş olan sismik enerjiyi yutarlar (Çamlıbel, 1994)

Yapılarda gerektiği ölçüde bırakılan boşluk ve derzler, deprem anında sürtünme ile enerji kaybı sağlayarak sönüme yol açarlar. Sönümün, yapıların deprem etkisini karşılamaında önemli katkısı vardır. Sönüm ortamın kütle yoğunluğuna ve yapının rijitliğine de bağlıdır.

Sonuç olarak depreme dayanıklı yapının genel özelliklerinden, yapıların planındaki ve kesitindeki çerçevesel süreklilik ve çerçeve alanlarının birbirine yakın olacak şekilde tasarlanması dayanım ve rijitlikleri için önemlidir (Önel ve Akbulut, 2002). Yapının hafifliği için ise; yapıdaki yük dağılımının yapı formu genelinde üniform olarak dağıtılması ile sağlanır. Buna dolgu duvarlarında kullanılan hafif elemanların ve cephede kullanılan dekoratif amaçlı kaplama malzemelerinin de hafif olması destek verir. Yapının sönümlü, esnek ve sünek hale gelmesi ise yapıda bırakılacak derz boşluklarıyla ve kullanılan malzemenin sünek ve sönümlü olması ile mümkündür. Yapıların sönüm etkisinin artırılmasında dolgu duvarların ve sıva çatlaklarının da etkisi büyüktür.

3. MATERYAL VE METOD

Bu bölümde depreme dayanıklı bina üretimi konusunda mimarın ve mimari tasarımın önemi vurgulanarak, betonarme yapıların taşıyıcı sistemlerinin depreme dayanıklı tasarlanması konusunda mimari kriterlere yer verilecektir.

3.1. Depreme Dayanıklılık Konusunda Mimari Tasarımın Önemi

Günümüz mimarları depreme dayanıklılık konusunda tasarımlarını hep bir önceki depremden ders alarak gerçekleştirmişlerdir. Tasarımlarını, daha çok deney ve gözlemler sonucu dayanırlıklarını ispatlamış binaları gözlemleyerek ortaya koymuşlardır.

Yapılara gelen dış etkiler arasında deprem etkisi önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü depremin yapılara nasıl hasar vereceği ilk etapta kestirilemez. Bundan dolayı yapıların içindekileri koruyabilmesi için depreme dayanıklı olması başta gelen bir koşuldur.

Yapıların depremden zarar görmesinin nedenleri; mimari tasarım hataları, kalitesiz malzeme, yapım aşamasında işçilik hataları, yapıların kullanım aşamasında yapılan hatalar, zemin sorunları ve imar afları ile düzensiz yapılaşmadan kaynaklanmaktadır (Konak, 2002). Bu hataların başında mimari tasarım hataları gelmektedir. Yapının güvenliği açısından işin başından ele alınması gerektiği mimari tasarımın önemini vurgulamaya yeterlidir.

Deprem üzerine mimari tasarıma yönelik Ersoy'un görüşleri şöyledir:

“Yapılan araştırmalar, deprem dayanımının büyük ölçüde mimari tasarım aşamasında oluştuğunu göstermektedir, çünkü bina geometrisi bu aşamada şekillenmektedir. Mimari tasarım aşamasında deprem davranışına ters düşen bir biçimin seçimi büyük bir handikap oluşturmaktadır... Nervi'ye göre bir uçak şekillendirilirken aerodinamiğin temel ilkelerine ters düşen bir geometri söz

konusu olamaz. Örneğin hiçbir tasarımcı uçak gövdesini dikdörtgen prizma şeklinde yapamaz, çünkü bunun aerodinamiğe aykırı olduğunun bilincindedir. Nervi'ye göre deprem bölgelerinde yapılan yapıların tasarımında depreme dayanıklı yapı ilkeleri, uçaklar için aerodinamik ne kadar önemliyse o kadar önemlidir” (Ersoy, 1999).

Yukarıdaki açıklamadan da anlaşıldığı üzere yapının depreme dayanıklı olabilmesi, onun deprem etkilerine karşı gösterdiği dirence ve davranış biçimlerine bağlıdır.

Yapının dayanıklılığını mimari form belirlemektedir. Çünkü statik hesapları bu forma bağlı olmakta, çözümlerin kolaylığı ve basitliği bu formla sağlanabilmektedir. Bir yapının statik çözümü ne kadar zor ve karmaşık olursa o yapı o kadar depremde zorlanmaktadır. Ayrıca mimari form sonucu oluşan taşıyıcı sistemin, deprem sırasında yapının dayanıklılığı ve sünekliğini sağlayarak, tüm etkileri emniyetle diğer yapı elemanlarına ve zemine aktarması istenmektedir. İşte bu noktada depreme dayanıklı yapı üretiminde en önemli iki süreçte, mimari tasarım ve strüktürel çözüm süreçlerinde, mimar ile inşaat mühendisinin birlikte çalışmaları kaçınılmaz olmaktadır.

Yapı tasarımı aşamasında, deprem sırasında yapılarda gözlenen olumlu ya da olumsuz davranış biçimlerinin, edinilen gözlemler ve deneyimlerin disiplinler arası işbirliğinde paylaşılması gerekmektedir. Edinilen deneyimlerin mimari tasarımda sentezlenerek uygulamaya konulması ve depreme dayanıklılık açısından daha güvenilir binalar üretilmesi için, herhangi bir sarsıntıda yapının gösterdiği davranışın bilinerek uygulama yapılması en doğru çözüm olmaktadır.

3.2. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri

Depreme dayanıklı yapı tasarımı; yapının deprem etkilerini karşılayabilecek şekilde uygun form, strüktürle ve doğru malzemeyle tasarlanabilmesi eylemidir.

Depreme dayanıklı mimari tasarım kavramı ise; yapıların yatay ve düşey yükler, dış etkiler karşısında genel yapısını bozmadan ayakta kalarak insanların güvenliğini koruyan yapıların tasarlanması eylemidir.

Yönetmeliklerde hemen her cins yapının şiddetli depremlerde oluşan sarsıntıları hiç çatlamadan ya da elastik gerilme-deformasyon bölgesinde kalarak atlatılmasının ekonomik açıdan çok zor olduğu kabul edilmektedir. Bugün depreme dayanıklı yapı tasarımında istenen yapının ömrü içinde sık olan hafif depremlerde hiçbir hasar görmemesidir. Orta şiddetli depremlerde, yapının taşıyıcı kısmının hasar görmemesi yalnız taşıyıcı olmayan kısmının hasar görmesi istenir. Son olarak, çok şiddetli bir depremde taşıyıcı sistemde hasar olabilir fakat yapının yıkılmaması istenir. Ancak çok şiddetli depremlerde yapının bazı kısımlarında kalıcı deformasyonlar olmasına izin verilirken yapı yine de can kaybına neden olmamalıdır (Çamlıbel, 1994). Depreme dayanıklı mimari tasarımın ana fikri de budur.

Buna bağlı olarak depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkeleri, yapıların deprem karşısındaki davranışlarına yönelik planda ve düşeyde uyulması gereken özelliklere göre belirlenmiştir.

3.2.1. Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımında Planda Uyulması Gereken Kriterler

Mimari de estetik ve özgünlük anlayışı doğrultusunda günümüzde yapı formları çeşitli biçimde olabilmektedir. Ancak depreme dayanıklılık konusunda yapı formlarına belli kısıtlamalar getirilmektedir. Kare, dikdörtgen ve dairesel formlar gibi basit düzgün geometrik şekillerin benimsenerek yapıların mümkün olduğunca simetrik tasarlanmasının hakim olduğu bir düşünce anlayışı yer almaktadır.

Planda simetrinin ön planda olduğu dönemlerde tasarımcılarca bezeme ve süslemeye ağırlık verilerek farklılık arayışı ön planda tutulmaktaydı. Ancak malzeme teknolojisi ve yapım tekniklerinin sunduğu imkanlar arttıkça farklı

olabilmenin ifade tarzı olarak asimetri benimsenmeye başlandı (Gökçe, 2002). Oysa, basit ve simetrik yapıların deprem ve deprem etkisi altındaki davranışları daha iyi analiz edilebilmekte ve yapım aşamasındaki imalatlarda kolaylık sağlanmaktadır (Ersoy,1999).

Depreme dayanıklılık konusunda yapı formunda simetri, hem burulma hem de kolay çözümlenebilmesi açısından inşaat mühendislerince önemli bir tasarım kriteri olarak görülmektedir. Ancak mimaride simetri, çok basit durumlar dışında, işlevsel ya da strüktürel zorunluluklar sonucu değil, fakat biçim kaygısıyla arandığı için, çoğu kez tasarımın diğer koşullarıyla karşıtlaşır. Fazla yinelemenin işlevsel olarak gereksiz olması olasılığı çoktur (Kuban, 1992).

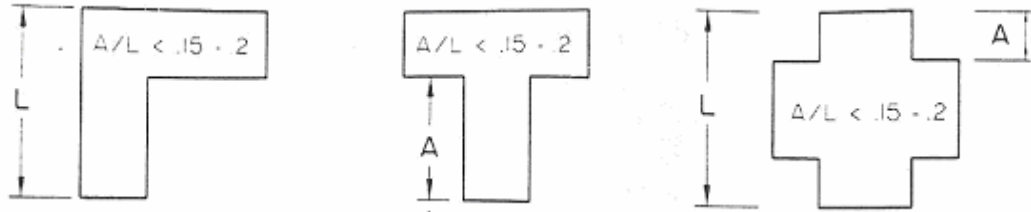
Bu anlamda mekanın strüktürel gerekliliği nedeni ile simetrik ve basit yapılması mimaride çeşitliliği etkileyecektir. Ancak endüstri devrimi öncesine kadar yapılarda simetri, ritim, kapalılık, süreklilik ve basitlik hakimdi. Bu yapıların günümüze kadar gelebilmesinin sebebi ise yukarıda değinildiği üzere ritimdeki denge, simetrik olanın uyumu ve içten dışa formdaki geometrik bütünlüktür. Yapının formuyla birlikte taşıyıcı sistemindeki bütünlük, denge, uyum ve simetrik olma durumları da yapıya ayrı bir sağlamlık kazandırmaktadır.

Yapı planı düzgün ve basit geometrik formlardan oluşmadığı takdirde yapılarda deprem anında aşırı zorlanmalar meydana gelir. Yapı formundan kaynaklanan strüktür sisteminde burulma etkileri oluşur. Plan alanı çok büyük ve karmaşık olan yapılarda, yapı çevresinde büyük yatay kuvvetler oluşacağından ve döşemeleri yeterli derecede rijit olmadığından yatay kuvvetleri kolonlara ve perde duvarlara rijitlikleri ile orantılı olarak aktaramayacakları için sakıncalıdırlar. Uzantıların ana formdan fazla büyük veya orantısız tasarlandığı yapılarda, uzantı boylarının kısa kenarları doğrultusunda salınım yaparken köşelerde deprem anında burulma ve gerilim birikimleri oluşur. Aynı zamanda fazla girintili çıkıntılı olan binalarda da içe dönük köşelerde büyük zararlar görülebilir (Bayülke, 1998).

Deprem mevzuatı depreme dayanıklı yapılarda uyulması gereken kriterleri planda ve düşeyde uyulması gereken kriterler olarak ele almıştır. Yapıların formuyla birlikte taşıyıcı strüktürünün de nasıl olması gerektiği hakkında bilgilendirilme yapılmıştır. Yapılardaki olumsuz durumlar karşısında depremde ne türde zorlanacakları belirtilmiştir. Bu bağlamda yapı planıyla ilgili olumsuz durumlar aşağıda incelenmektedir.

3.2.1.1. Plan Geometrisi Düzensizliği

“Bir yapıda, kat planındaki girinti ve çıkıntının birbirine dik iki yöndeki boyutlarının herbiri, o yöndeki brüt plan boyutunun %20’ sini geçerse “Simetrik Plan Geometrisi Düzensizliği” vardır. Bu durumdaki yapı bölümlerinin dinamik özelliklerinin farklı oluşu nedeniyle birbirlerine çarpma olasılığı yüksek olmaktadır (Konak, 2002).



Şekil 3.3. Geometrik Düzensizlik (Bayülke, 1998)

Yapıları geometrik düzensizlikten kurtarmanın en uygun çözümü yapıyı düzgün geometrik formlardan oluşacak şekilde bloklara ayırarak tasarlamaktır. Aşağıda bu fikre uygun şekil anlatılmaktadır.



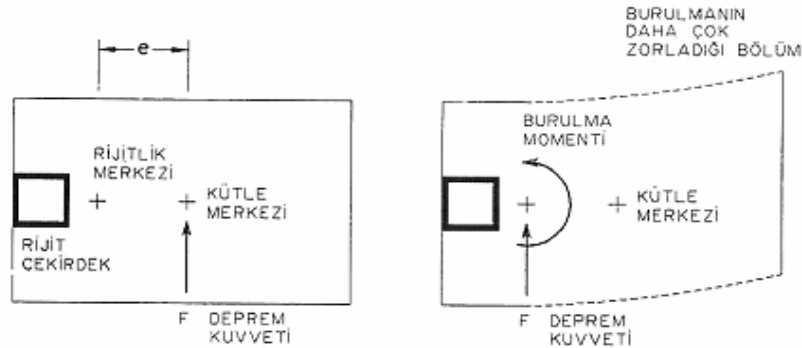
Şekil 3.4. Planda dilatasyon yaparak bloklara ayırma (Albay, 1994)

3.2.1.2. Burulma Düzensizliği

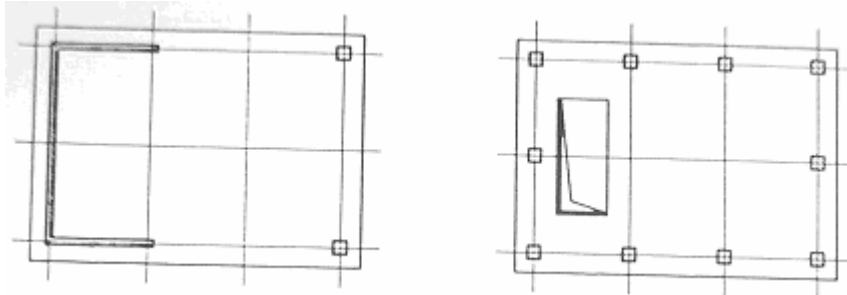
“Burulma düzensizliği yapının rijitlik merkezi ile kütle merkezinin örtüşmemesi sonucu oluşan bir düzensizliktir. Burulma düzensizliğine sahip yapılar, herhangi bir amaçla bulunan perde duvarların- merdiven ve asansör çekirdekleri gibi- yapının kütle merkezinden uzak bir noktaya yığılmasından dolayı olabileceği gibi, yapıda bir kattaki bölme duvarların yine yapı kütle merkezinden uzak noktalara yığılmasından ötürü de oluşur “(Gökçe, 2002).

Yapılarda burulma etkileri yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmaması nedeni ile ortaya çıkar. Kütle merkezi ile rijitlik merkezinin anlamları şunlardır:

- Depremde yapıya gelen kuvvetlerin etkidiği nokta yapının “kütle merkezi”dir.
- Rijitlik merkezi ise yapıdaki taşıyıcı elemanların (kolon ve perde duvarlar) rijitliklerinin “ağırlık merkezi”dir (Bayülke, 1998).



Şekil 3.5. Rijitlik Merkezi ile Kütle Merkezinin çakışmamasından kaynaklanan yapı planındaki burulma etkisi (Bayülke, 1998)



Şekil 3.6. Planda kütle ve rijitlik düzensizlikleri (Albay, 1994)

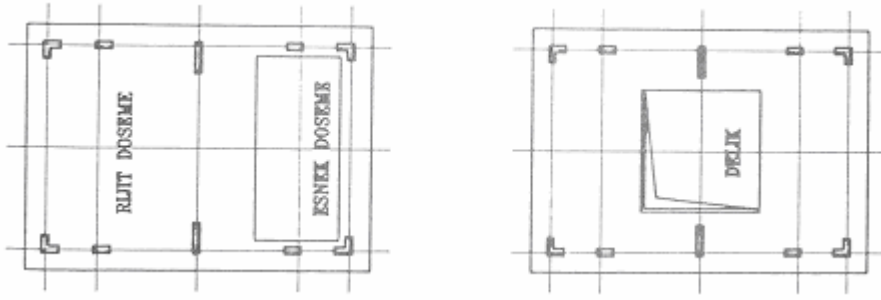
Bazen yapı planı kare veya dikdörtgen olsa bile yapı içindeki plan düzensizlikleri sonucu yine burulma etkileri meydana gelebilir. Düşey taşıyıcılar simetrik olarak yerleştirilmemişse, farklı elemanların boyutları değişik olarak seçilmişse veya ağırlıklar yapının belli bölümlerinde yığılmış ise burulma etkileri meydana gelir (Bayülke, 1998).

Yapılarda burulmayı azaltmak ve kat relatif yer değiştirmelerini sınırlandırmak için kütle merkezi ile rijitlik merkezini birbirine yaklaştırmak uygundur. Perdelerin planda simetrik düzenlenmesi ile rijitlik merkezinin planda simetri merkezine yaklaşması sağlanarak yapılarda burulma etkileri azaltılabilir (Konak,2002).

Burulma etkilerinin oluşmasını engelleyebilmek için yapıyı derzler ile bölümlere ayırmak diğer bir çözüm şeklidir. Ancak bu durumda yapı bölümlerinin birbirine çarpmaları veya derzlerin iyi yapılmaması nedeni ile yapı bölümlerinin birlikte çalışması ve burulma etkilerinin ortaya çıkması söz konusu olabilir (Çiftçi, 1999).

3.2.1.3. Döşeme Boşlukları Düzensizliği

“Bir kat planında merdiven ve asansör boşlukları dahil, döşemelerde çeşitli amaçlar için açılmış boşlukların alanlarının toplamının o katın brüt alanının üçte birini geçmesi durumudur. Döşeme boşlukları düzensizliğine sahip yapılarda yatay deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılması güçleşebilir veya ani rijitlik azalması olabilir “ (Gökçe, 2002).



Şekil 3.7. Planda döşemede rijitlik düzensizlikleri (Albay, 1994)

3.2.1.4. Taşıyıcı Elemanların Eksenlerinin Paralel Olması

Afet yönetmeliğinde taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olması istenir. Bu durum oluşmazsa “Ortogonal Olmama Düzensizliği” ortaya çıkar.

Konak’a göre “Yapılarda depreme dayanıklılık açısından plan geometrisinin yanı sıra özellikle taşıyıcı sistemin de planda basit ve iki yönde simetrik olması gerekmektedir. Aksi takdirde taşıyıcı sistemde yatay düzlemde bulunan elemanların düzgün ve sürekli dağıtılmaması sistemin belirli bölgelerin aşırı zorlanmasına sebep olmaktadır” (Konak, 2002).

Betonarme yapılarda düşey yüklerin yatay elemanlara rijitlikleri ile orantılı olarak dağıtılmasında kiriş ve döşemelerin biçim ve boyutları etkili olmaktadır. Çerçevesiz yapılarda kolon ve kirişlere gelen deprem yükleri çerçeve açıklıklarına bağlı olarak önemli boyutlarda değişebilmektedir. Bu bağlamda betonarme çerçeve bir yapının, planda taşıyıcı sisteminin çerçeve açıklıklarının düzenli olması çoğu zaman üzerinde yapılacağı arsanın konumu ve mimari yaklaşımlar nedeni ile sağlanamamaktadır. Bundan dolayı taşıyıcı elemanların eksenlerinin paralel olması güçleşir. Yapıda taşıyıcı sistemin eksenlerinin paralel olmaması kolon ve kiriş boyutlarının normalden büyük çıkmasına ve bu sebeple yapıların ağırlıklarının artmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda çerçeve açıklıklarının düzensiz ve kolon aksların paralel olmadığı bir yapıda, rijitlik ve kütle merkezinin çakıştırılması da güç olmaktadır. Bu durumlar karşısında da yapı depremde zorlanmaktadır. Diğer bir yandan yapı planının dış akslarına yerleştirilen merdivenler ve asansörler yapının rijitlik merkezini simetri merkezinden kenara çektikleri için ek burulma meydana getirmektedir. Bu durumda burulmayı önlemek için, simetri merkezinin iki tarafından eşit mesafelerde aynı şekil ve boyutta taşıyıcıların kullanılması gerekmektedir. (Konak, 2002).

3.2.2. Yapıların Depreme Dayanıklı Tasarımında Düşeyde Uyulması Gereken Kriterler

Depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda yapıların planda uygunluğunun sağlanması kadar düşeyde de sağlanması önemli bir unsur olarak karşımıza çıkar.

Yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için uyulması gereken en önemli noktalardan biri bodrumsuz yapıların yapılmamasına özen gösterilmesi gerektiğidir. Yapı yüksekliği ile temel derinliği arasında mutlaka uyulması gereken 1/6 oranı korunmalıdır. Dikkat edilmesi gerekecek olan tasarım kriteri ise bu anlamda yapı yüksekliği ile yapı genişliği arasındaki oran olacaktır. Bu oran 3-4 den fazla olması durumunda yapı için taşıyıcı sistem tasarımında güçlükler çıkacaktır (Bayülke, 1998). Yapının narinliği, yani yükseklik/ en, yükseklik/ boy oranlarının büyük olması yapıda büyük devrilme momentleri oluşturulmasına ve dış aks kolonlarına çok büyük eksenel yüklerin gelmesine sebep olurlar.

Bayülke'ye göre yapıda alt kattan başlayarak üst kata doğru ağırlık ve rijitlikte uyumlu bir azalma olmalıdır. Aynı yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması sakıncalıdır. Yapılar üzerinde kule gibi asıl yapıdan daha küçük ve yüksek bölümlerinin, depremde ana yapıdan farklı davranış gösterdikleri ve daha büyük yatay kuvvetler aldıklarını belirtmektedir (Bayülke, 1998).

Aşağıda deprem mevzuatında geçen depremde kaçınılması gereken yapı özelliklerine ait düşeyde uyulması gereken bilgiler verilecektir.

3.2.2.1. Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya gusseli kolonların üzerine veya ucuna oturtulması

durumu Afet yönetmeliğinde “Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği” olarak tanımlanır.

Yapı kitlesi simetrik olsa da taşıyıcı sistemdeki ve kütle dağılımındaki düzensizlikler deprem sırasında hasarın oluşmasını sağlar. Bu hasar, düzensizliğin yer aldığı bölgelerde meydana gelen yığılmalardan kaynaklanır. Düşey taşıyıcılarda süreksizlik genelde betonarme perde sistemlerde görülmektedir. Perde bir katta kesilir veya yapı yüksekliği boyunca perdeleri şaşırtarak yerleştirilebilir. Düşey taşıyıcı elemanlardaki bu süreksizlik deprem hareketinde olumsuz yönde etkilenir (Albay, 1994).

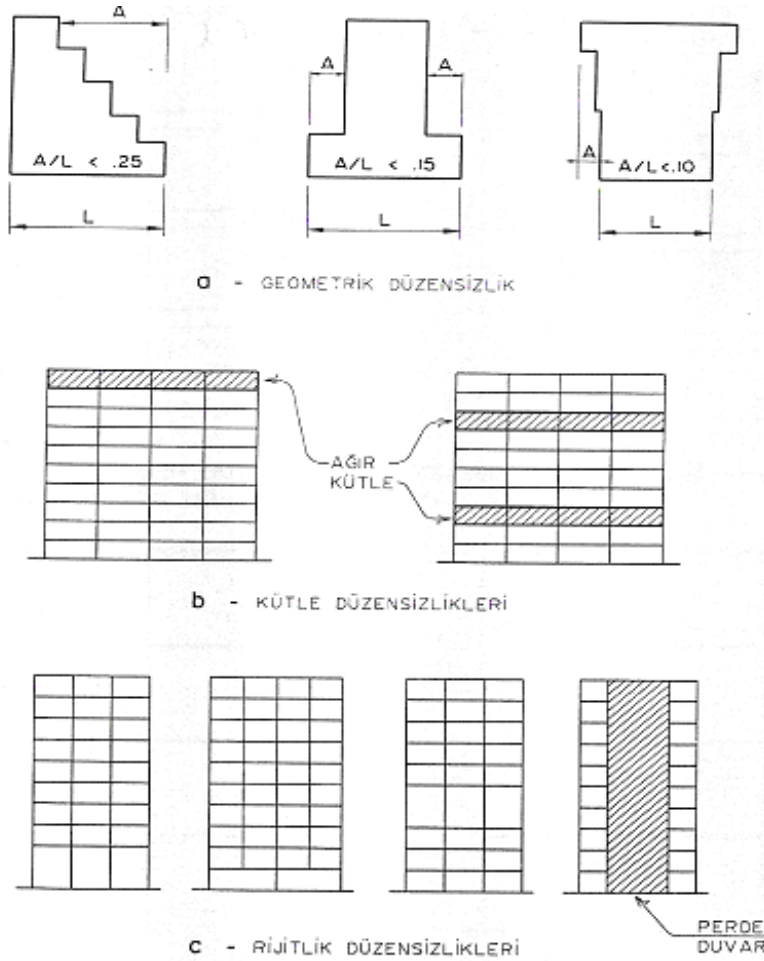


Şekil 3.8. Döşeme Boşlukları Düzensizliği (Bayülke, 1998)

3.2.2.2. Yapı Yüksekliği Boyunca Düzensizlik

“Bu düzensizlik türü, genellikle alt katlarda daha geniş olan bir kütleden, üst katlarda daha dar bir kütleye geçiş olarak tanımlanabilir. Bu tür uygulamadan genellikle kent merkezlerinde ticari alanların değerlendirilmesinde veya otel, kule yapılar gibi yüksek katlı prestij yapılarında yönetim birimlerinin yer aldığı bloğun oluşturulmasında yararlanılmaktadır. Aynı yapı için iki veya daha fazla kütle yan yana tasarlandıklarında kütlelerin yükseklik farkından dolayı kat ötelenmeleri farklı olacaktır. Bu fark da kütlelerin çarpışmalarına neden olacaktır. Bu etkinin engellenmesi için her iki kütlenin birbirlerinden deprem

derzleriyle ayrılmaları ve bu derzlerin, blokların ayrı ayrı salınımlarının toplamı kadar genişlikte bırakılmaları gerekmektedir” (Gökçe, 2002).

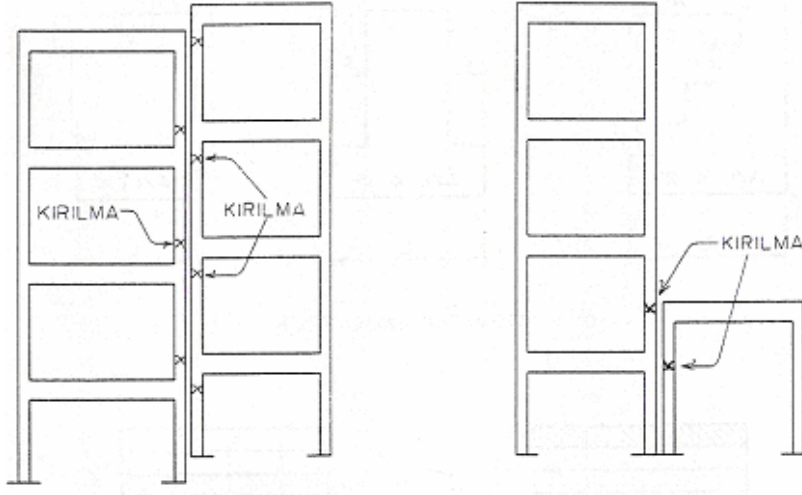


Şekil 3.9. Yapı yüksekliği boyunca düzensizlikler (Bayülke, 1998)

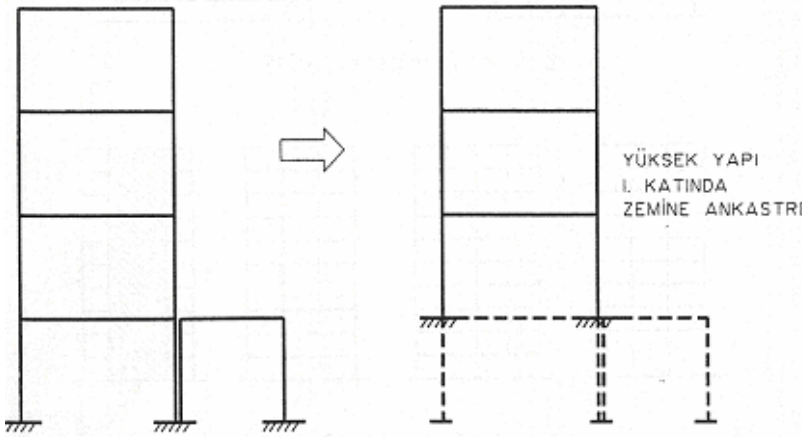
Aynı zamanda bu düzensizlik alt katlarda daha dar olan bir kütleden, üst katlarda daha geniş bir kütleye geçişte de kaynaklanır. Üst katlarda alan büyütmek amaçlı yapılan konsollarda alt kat ile üst katın depreme karşı davranışları farklılaşır.

Birbirinden derzlerle ayrılmış fakat kat düzeyleri farklı olan bitişik nizamlı yapılarda deprem sırasında çarpışma olasılığı yüksektir. Kat düzeylerinin farklı oluşu iki yapının aynı düzeylerde farklı yatay ötelenmelerine neden olur. Eğer bu iki bitişik yapının dinamik özellikleri de farklı ise yapıların birbirine çarparak komşu kolonlarında hasar olması beklenmelidir. Bu tür hasar

çekiçleme ya da darbeleme hasarı olarak belirtilmektedir. Eğer komşu binalarda katlar aynı düzeyde ise darbeleme ya da çekiçleme hasarı önemli düzeyde önlenabilir (Bayülke, 1998).



Şekil 3.10. Kat döşemeleri aynı düzeyde olmayan komşu yapılarda çarpışma ile kolon kırılmaları (Bayülke, 1998)



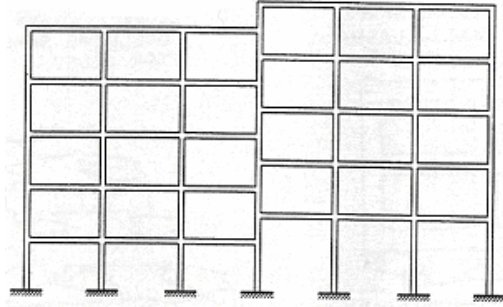
Şekil 3.11. Kat döşemeleri aynı düzeyde ancak kat sayıları farklı komşu yapıların etkileşmesi, tek katlı komşu yapı, yüksek yapının zemin katta yanal ötelenmesini kısıtlamakta (Bayülke, 1998)

3.2.2.3. Kat Yüksekliği Düzensizlikleri

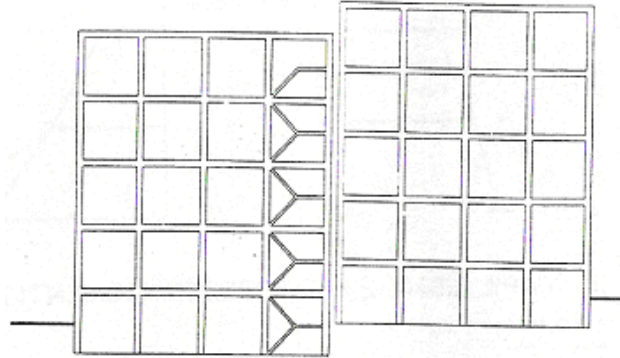
Çok katlı yapı tasarımlarında katlar arasında diğer kat yüksekliğinden düşük tesisat katları ile kat yüksekliği diğerlerine nazaran fazla olan dükkan katları yapılmaktadır. Zemin katları yüksek yapılarda zemin kat kolon kesitlerinin

normal kattaki kolon kesitlerine nazaran daha büyük olması istenir. Bunun aksi durumlarda, yani zemin kat kolon kesitlerinin normal kat kolon kesitleri ile aynı olduğu durumunda, zemin katın rijitliği, normal katlara nazaran daha düşük olacaktır. Bu da yapıda rijitlik düzensizliği yaratmaktadır. Bu düzensizliğe neden olan zemin kat “yumuşak kat” olarak adlandırılır. Ayrıca kat yüksekliklerinin aynı olması halinde bile normal katlarda kullanılan dolgu duvarların katkısı ile artan kat rijitliği nedeniyle zeminde yumuşak kat oluşabilir (Albay, 1994).

Dubleks katları ya da bir bölümünün döşemesi diğerinden farklı bir düzeyde olan yapılarda da rijitlik düzensizliği vardır. Kat döşemelerinin ve kirişlerinin farklı düzeylerde saplandıkları ortak kolonun bulunduğu yapı aksı, yapının diğer kolon akslarına göre çok daha yüksek rijitliktedir. Çünkü bu aksta kolonun boyu diğer akslardaki kolonun boylarının yarısı kadardır. Bu aksdaki kolonların “kısa kolon” davranışı göstermeleri beklenir (Bayülke, 1998).



Şekil 3.12. Dupleks bir yapının orta aksında büyük deprem yükleri oluşur (Bayülke, 1998)



Şekil 3.13. Bitişik nizamda dupleks yapıların kat düzeylerindeki ötelemeleri farklı olacağından birbirlerine çarparlar (Bayülke, 1998)

Tüm bu depreme dayanıklı tasarım ölçütlerini mimar, yapı bütünlüğünü düşünerek tasarımında kullanmalıdır. Yapının bütünlüğünden anlaşılan sadece depreme dayanıklı uygun bir form değildir. Bu formu ayakta tutacak taşıyıcı sistemden de haberdar olması gerekmektedir. Deprem dayanımı için uygun formu ve bu forma uygun taşıyıcı sistem seçimini mimar yukarıda sayılan olumsuzluk durumlarını bilerek oluşturmaktadır.

Konumuz B.A. yapıların depreme dayanıklı mimari tasarımı ile ilgili olduğundan aşağıda B.A. yapıların depreme dayanıklı olabilmesi için strüktürel tasarımının nasıl olması gerektiğine yönelik kriterlere değinilecektir.

3.3. B.A. Yapılarda Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım İlkeleri

Strüktür tasarımına etkiyen faktörler; malzemenin nitelikleri, kullanma amacından doğan yükler, dış kuvvetler ve mimari tasarım biçimidir. Yapı tasarımında mimari tasarım ile taşıyıcı sistem tasarımı arasında karşılıklı bir etkileşim olmaktadır. Yani yapının taşıyıcı sistemi mimari tasarımla birlikte tasarlanır. Yapının kullanma amacı ile mimari sanat anlayışı sonucu ortaya çıkan biçimler taşıyıcı sistemin seçiminde de etkilidir.

Bina kat adetleri ve yükseklikleri arttıkça büyüyen yatay yükleri (deprem ve rüzgâr) taşımakta sade kolon-kirişten oluşan çerçeveler yetersiz kalırlar. Bu durumda yüksek yapılarda kolonların bir boyutunun çok büyütülmesiyle oluşturulan perde olarak adlandırılan yapı elemanlarının kullanılması zorunluluğu ortaya çıkar. Bu durumda betonarme yapıları kullanılan taşıyıcı elemanına göre üç gruba ayırabiliriz:

- A. Perde duvarlı yapılar
- B. Perde duvar ve çerçeveli yapılar
- C. Çerçeveli yapılar olarak üç grupta incelemekteyiz.

3.3.1. Betonarme Perde Duvarlı Yapıların Mimari Tasarımı

Perde duvarlı yapıların rijitliklerinin büyük, yükler etkisindeki düktilitelerinin (süneklikleri) az olması taşıyıcı sistem davranışından kaynaklanmaktadır. Perde duvarlı yapılar deprem gibi büyük yatay kuvvetlere elastik olarak karşı koyabilirler. Ancak bu elastik limitleri aşılnca yıkılmaya doğru giderler (Çamlıbel, 1994).

Yalnız perde duvarlı tasarlanan yapılar hafif ve orta şiddetli depremlerde kendileri zarar görmedikleri gibi içlerindeki eşyaları da korurlar. Bu sebeple içinde değerli eşyaları koruyan müzeler ve önemli hizmetler gören hastane, telefon, santral vb. gibi yapılar yalnız perde duvarlı olarak tasarlanmasında fayda vardır. Yine deprem tehlikesinin orta düzeylerde olduğu bölgelerde 20 katı aşan yapıların perde duvarlı yapılması gerekir (Bayülke, 1998).

Perde duvarlı yapıların plan konumunda iki ana ilkeye uyulması gerektiğini Bayülke kitabında şu şekilde belirtmiştir: Birincisi çok sayıda küçük ve rijitliği az perde duvar olmalı, perdeler yapı içinde dağılmış olmalıdır. İkincisi ise perde duvarların yapı içinde simetrik de olsa belli yerlerde toplanmalarının, yapının kenarlarının yerine yapı içinde dağıtılmaları deprem açısından daha uygun olur (Bayülke, 1998).

Amerikan Deprem Yönetmeliklerinde de yapı içinde her iki asal yönde en az dört adet perde duvar bulunması önerilir. Bunun nedeni yapının kenarında olan iki perde duvarda, herhangi bir nedenle depremde olan hasar, yapıda rijitlik merkezinin büyük miktarda yer değiştirmesine ve burulmaya neden olur. Buna karşılık eğer 4 adet perde duvar varsa, bunlardan birinin hasarı ile yapıdaki rijitlik merkezinin yeri fazla değişmemekte ve büyük burulma etkileri oluşmamaktadır. Aşağıda bu anlatıma uygun şekil görülmektedir:

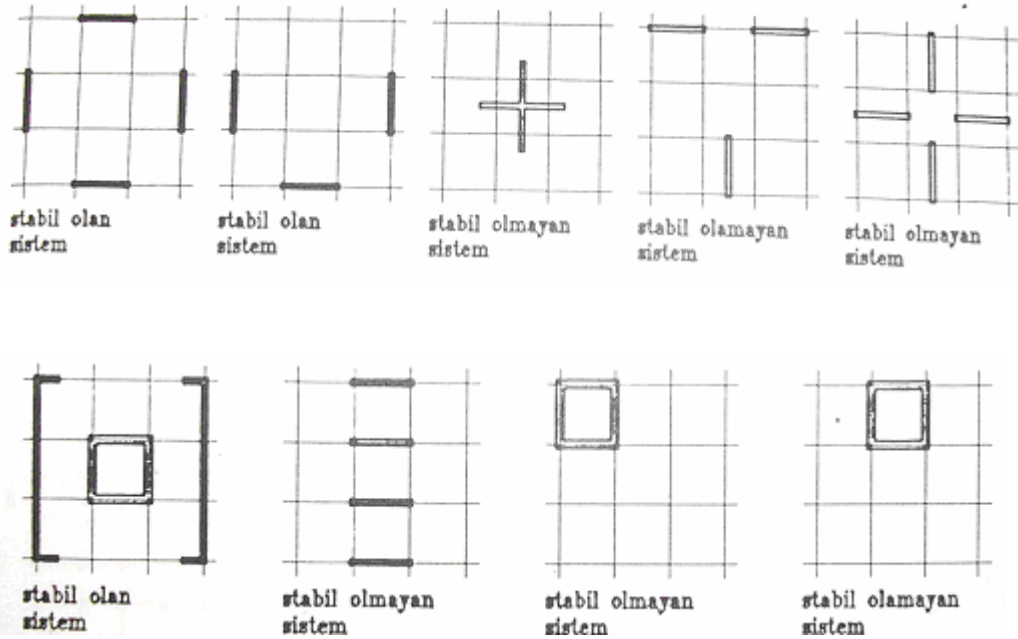


HER İKİ YÖNDEDE PERDE DUVARLARIN BİRİ HASAR GÖRÜRSE YAPIDA BÜYÜK BURULMA OLACAKTIR.



YATAY YÜKLERİ ALAN ÇOK SAYIDA ELEMAN OLMALI
ELEMANLAR YAPI İÇİNDE DAĞILMIŞ OLMALI.

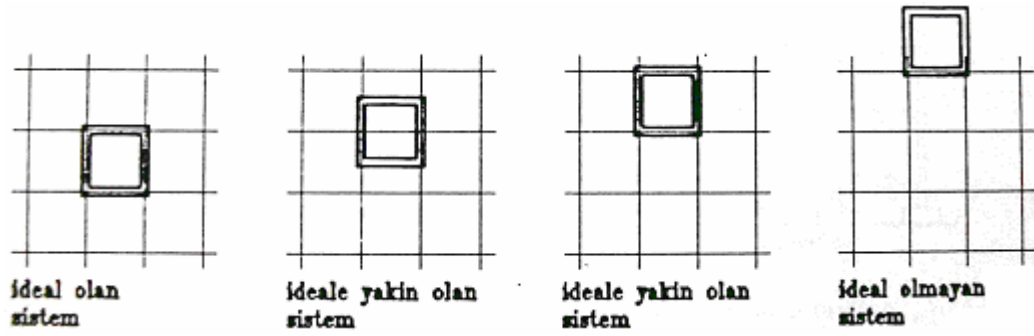
Şekil 3.14. Perde duvarların bina içerisinde dizilimi (Bayülke, 1998)



Şekil 3.15. Perde duvarlarda sistem oluşumu (Albay, 1994)

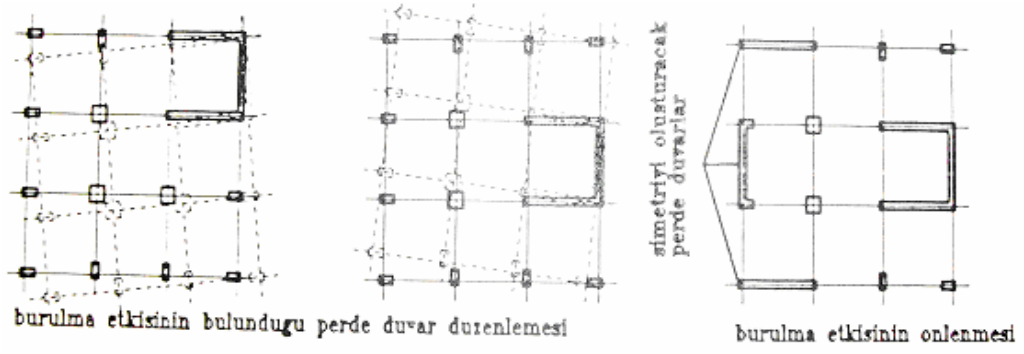
Yapılarda perde duvarlar çoğunlukla asansör ya da merdiven boşlukları çevrelerine yerleştirilir. Eğer bu boşluklar yapının içinde simetrik bir yerde değilse yapıda kütle ve rijitlik merkezleri arasında önemli uzaklıklar olacak ve

de depremde burulma etkileri oluşacaktır. Bundan dolayı yapıdaki burulma etkisini önleyebilmek için perde duvarlar yapının merkezinden uzak olmamalı ve simetrik bir biçimde plana yerleştirilmelidir. Eğer çevresine perde duvar konulacak asansör ya da merdiven boşlukları yapıda simetrik ve kütle merkezine yakın bir yere konulamıyorsa, yapıya kütle ve rijitlik merkezlerini birbirine yaklaştırarak burulmayı önleyecek ek perde duvarlar konulması önerilir (Bayülke, 1998).

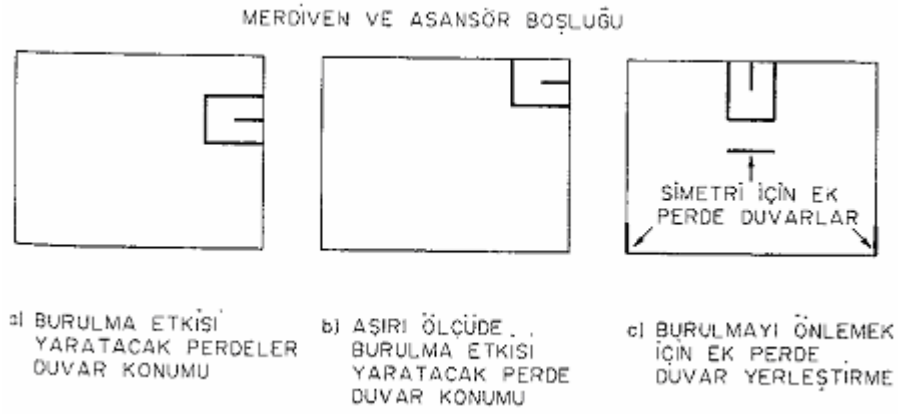


Şekil 3.16. Çekirdeğin sistem içindeki yerleşimi (Albay, 1994)

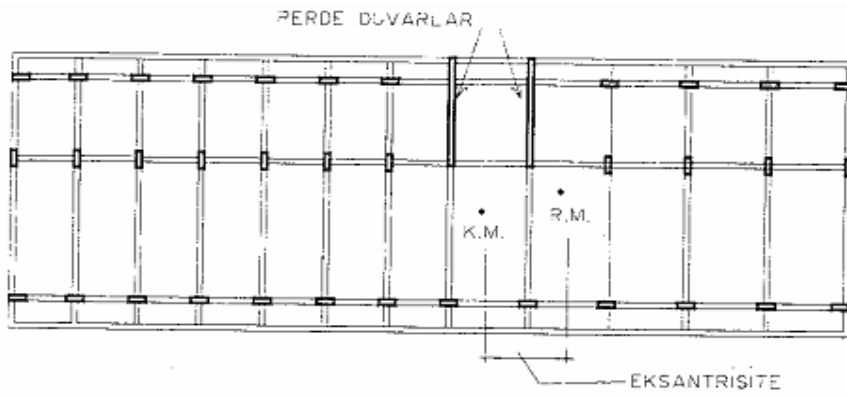
Yapılarda perde duvarların yapının kenarlarına yerleştirildiği durumlar da karşımıza çıkar. Böyle bir uygulama 5-6 kata kadar olan yapılarda uygun olmakla birlikte daha çok katlı yapılarda devrilme momentleri yapının her iki yanında toplanacağı için, yapı kenarındaki perde duvarların temellerinin boyutlandırılması zorlaşır. Yüksek yapıların perde duvarlarının yapı planında dağıtılmış bir biçimde yerleştirilmesi daha uygundur. Çoğunlukla yüksek yapılarda perde duvarlar yapının merkezindeki asansör ve merdiven boşluklarının çevresine yerleştirilir. Deprem açısından yapının dış çevresinde de perde duvar bulunması çekirdek bölgesindeki perdeleri desteklemesi açısından önemli bir taşıyıcı sistem kriteri olmaktadır (Bayülke, 1998).



Şekil 3.17. Perde duvarların burulma etkisi oluşturmaları ve bunların önlenmesi (Albay, 1994)



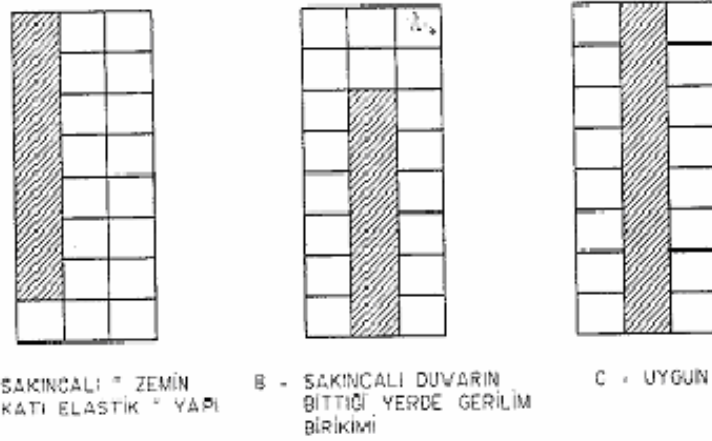
Şekil 3.18. Burulma etkisi yaratacak perde duvar konumları ve ek perde duvarlarla burulmanın önlenmesi (Bayülke, 1998)



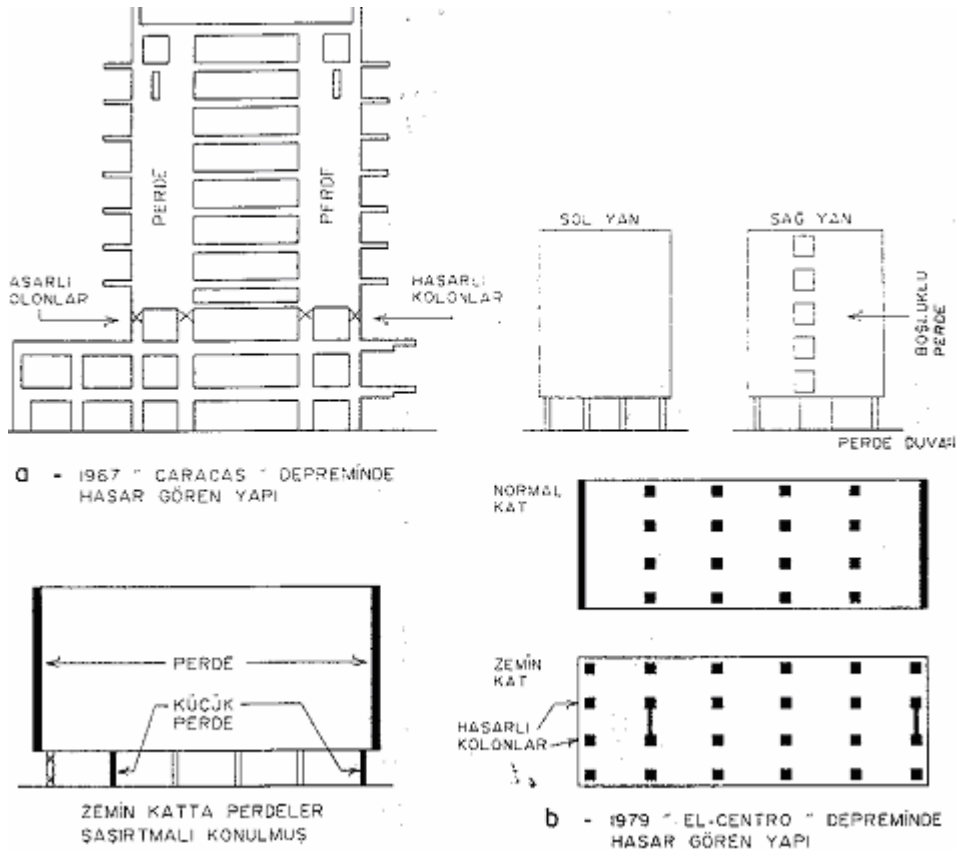
Şekil 3.19. Sakarya hükümet konağında burulma etkisi yaratan eksantrik perde duvarları (Bayülke, 1998)

Sakarya Hükümet Konağı' da görüldüğü üzere perdelerin yapı içerisinde belli bölgelerde yoğunlaşması sonucu binada kütle ve rijitsizlik uyumsuzluğu görülmektedir. Bu durum binanın depremde yıkılmasına neden olmuştur.

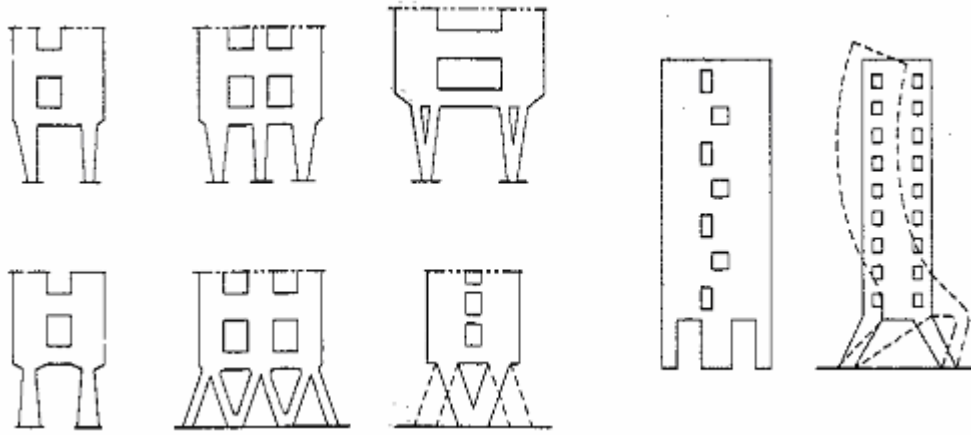
“Perde duvarlar yapının temelinden başlayıp en üst kata kadar sürekli yapılmalıdır. Zemin katta betonarme perde duvar yapılmaması durumunda betonarme çerçeveler arasında tuğla dolgu duvar konulmayıp, dolgu duvarların bir üst kattan yapılması, ki bu zemin katın otopark ya da dükkan olarak kullanılması amacı ile sık yapılan uygulama olmakla birlikte, bu tür taşıyıcı olmayan tuğla yığma duvarların yapı içindeki süreksizliği deprem açısından sakıncalı olur. Zemin katta perde duvarın süreksizliği zemin katı esnek yapı davranışına yol açar” (Bayülke, 1998).



Şekil 3.20. Perde duvarların yükseklik boyunca dağılımı (Bayülke, 1998)



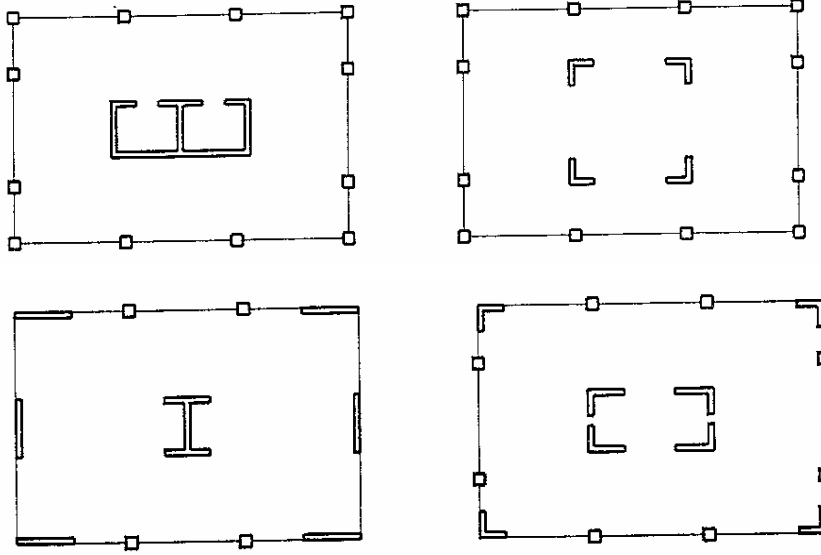
Şekil 3.21. Perde duvarları zemin katta kolonlara dönüştüğü için hasar görmüş yapılar (Bayülke, 1998)



Şekil 3.22. Çok sakıncalı boşluklu perde duvar biçimleri (Bayülke, 1998)

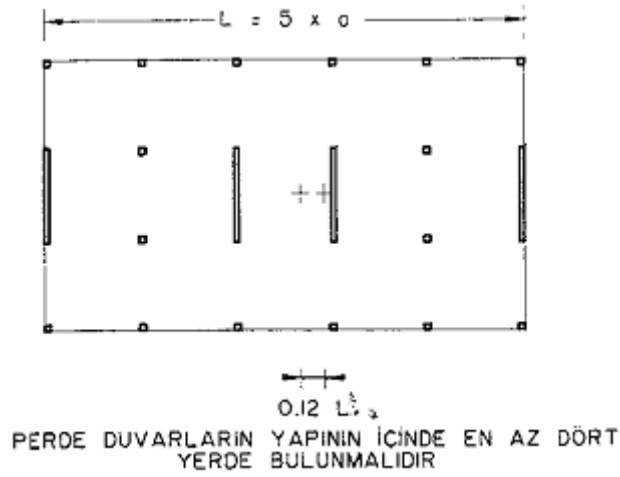
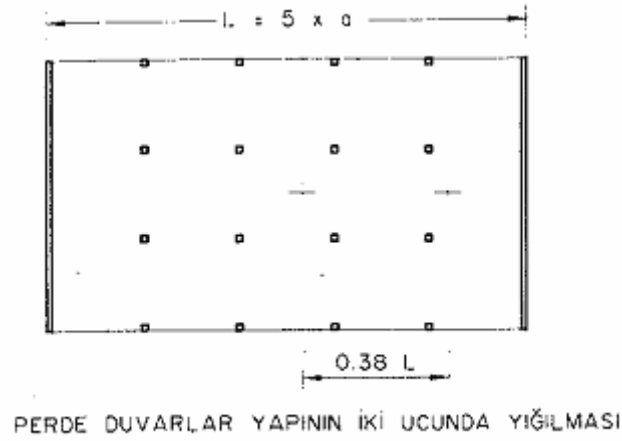
3.3.2. B.A. Perde Duvar ve Çerçevesi Yapıların Mimari Tasarımı

Bu yapılar hem ekonomik hem de ötelemelerin sınırlı olması açısından perde duvarlı yapılara göre çok daha elverişlidir. Ancak perde duvarların simetrik konumda olmaları ve perde çerçeve bağlantısının yeterli olması gerekir. Perde duvar ve çerçevesi yapıların deprem karşısındaki davranışı şu şekilde olur: Önce perde duvar zarar görür, daha sonra perde duvarların zarar görmesi sonucu yapının taşıyıcılığının zayıflamasından sonra mevcut çerçeve sistemi ikinci bir depreme dayanma elemanı olarak devreye girer (Çamlıbel, 1994).



Şekil 3.23. Perdeli çerçevesi yapılarda perde duvar yerleştirme biçimleri (Bayülke, 1998)

Perde duvar ve çerçevesi yapıların tasarımı perde duvarlarla tasarlanan çekirdek bölgesi ve/veya yapı köşelerinin gerisinde kalan diğer alanların kolonlarla desteklenmesiyle oluşan yapıların tasarımıdır. Perde duvarların yapı içerisinde simetrik yerleştirilmesi durumuna karşın kolon- kiriş sisteminin de yapı içerisinde simetrik yerleştirilmesine imkan veren mimari tasarım yapılmalıdır.

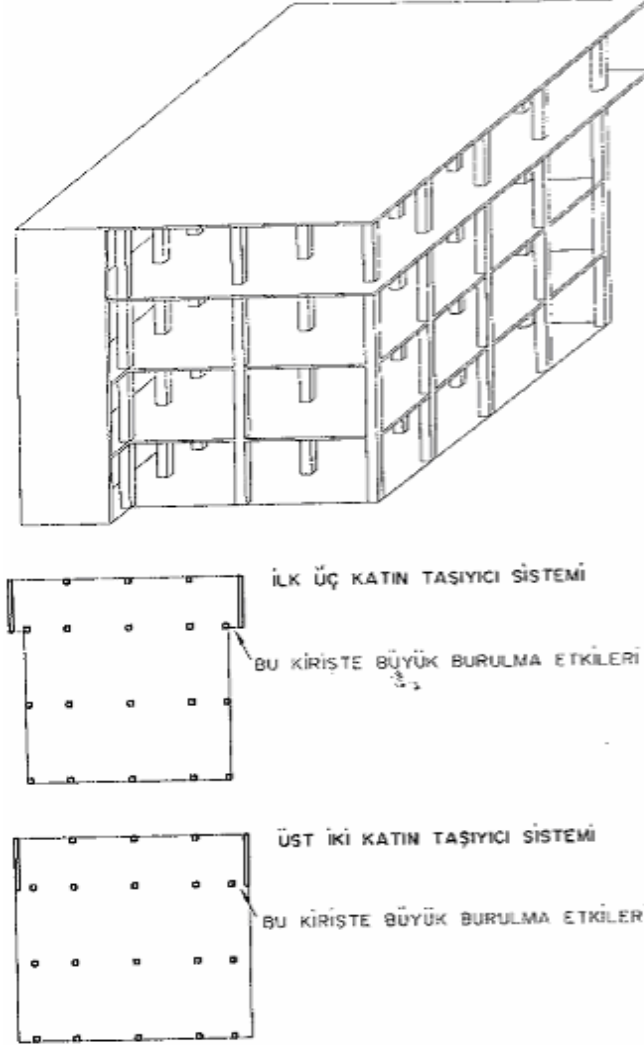


Şekil 3.24. İki farklı şekilde yerleştirilmiş perde duvarlı yapıların deprem karşısındaki davranışları (Bayülke, 1998)

Bu tip yapılarda perde duvarların simetrik yerleştirilmesinin yanında perdelerin yapı içerisinde dağılmış olmasına ve daha küçük ebatlarda seçilmesine dikkat edilmelidir. Yukarıdaki şekil bu anlatıma uygundur: Birinci yapıda perde duvarların yapı içerisinde dağıtılmamasından dolayı hasarı önemli bir eksantrisine yaratabilirken, ikinci yapıda perde duvarların hasarı önemli bir eksantrisine artısına yol açmaz. Çünkü ikinci yapıdaki perde duvarların boyutları daha küçük ve sayıca diğerine göre fazladır.

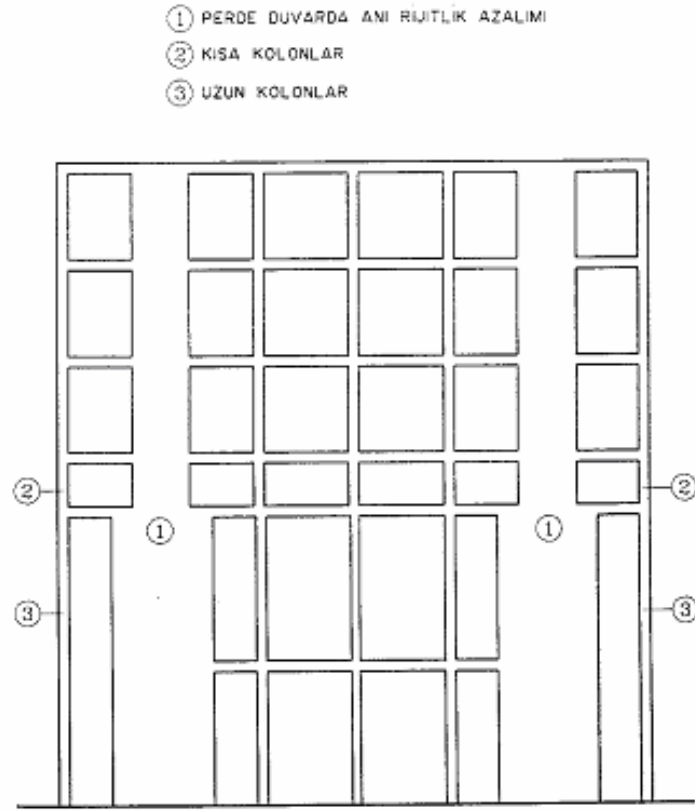
Yapıda kat alanın yüzdesi olarak her iki asal yönde perde duvar bulunur. Genellikle % 0.5 ile 2.5 civarında perde duvar alanı yeterli olur. Bu miktarlar

yapının yüksekliği ile artar. Bayülke'ye göre depreme dayanıklı yapı için en iyi çözüm perde duvarlı çerçeveli yapılardır.

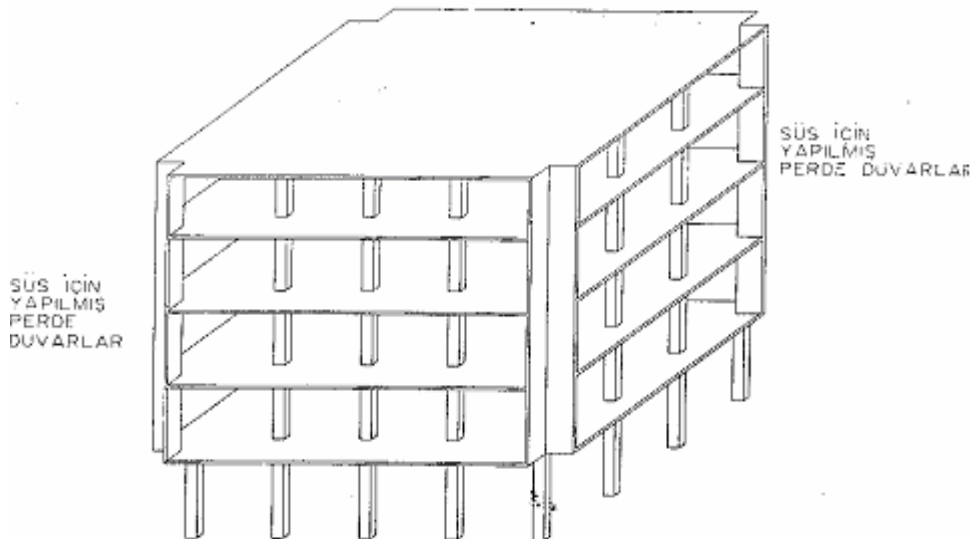


Şekil 3.25. Çerçeveli taşıyıcı sistemle yetersiz biçimde sağlanmış perde duvarlı yapı. Perdeler tek yönde (Bayülke, 1998)

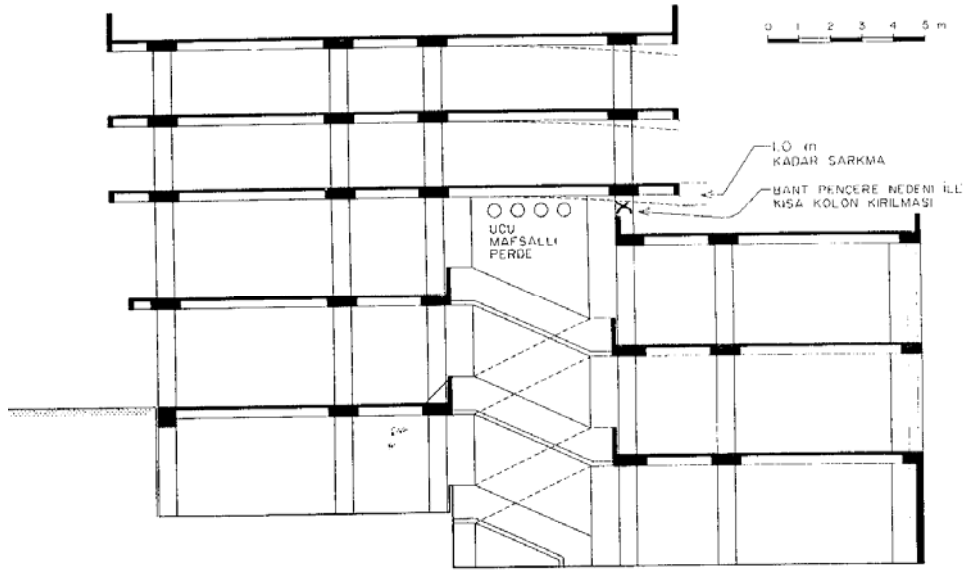
Yapı içinde perdelerin tek yönde olması sakıncalı bir durumdur. Çünkü yapı deprem etkileri karşısında bir yönde güçlü olurken, diğer yönde zayıf kalmaktadır. Aynı zamanda yukarıdaki örnekte perdeler yapının bir kısmında yoğunlaştığı için burulma etkisine sebebiyet verebilir.



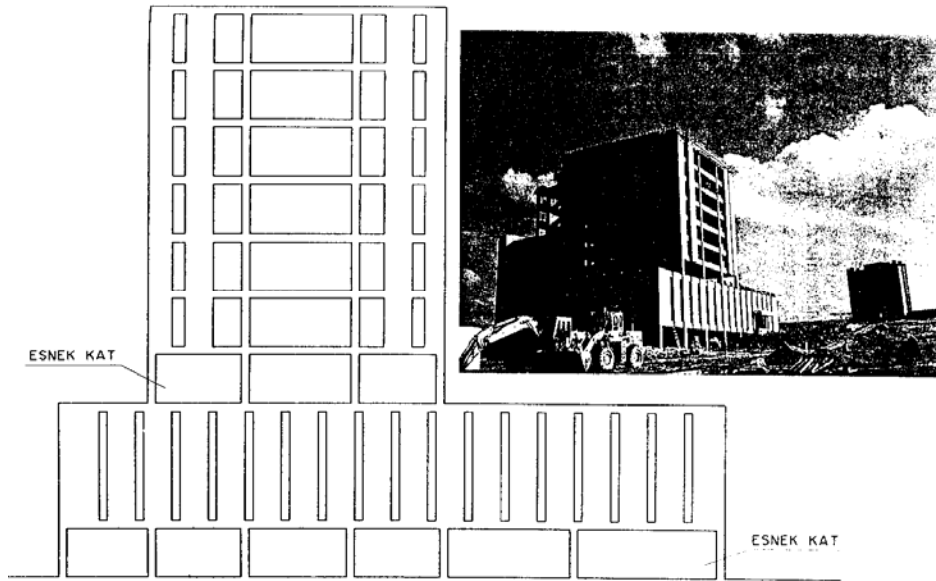
Şekil 3.26. Birbiri ile uyumsuz narin kolonlar, rijit kolonlar, ani rijitliği azalan perdeler gibi elemanların bulunduğu bir taşıyıcı sistem. Erzurum öğretmen evi ön cephe taşıyıcı sistemi (Bayülke, 1998)



Şekil 3.27. Süs olarak yapılmış ve zemin katta kesilmiş perde duvarlar yapının zemin katı esnek yapı olarak davranmasına neden olmuştur. Erzurum vakıf iş hanı 13 mart 1992 depreminde yıkılmıştır. (Bayülke, 1998)



Şekil 3.28. Yapı yüksekliğince devam etmeyen perde duvar, bant pencere nedeniyle kısa kolon depreme karşı sakıncalı taşıyıcı sistem ayrıntılarıdır. Kızılay İşhanı Erzincan (Bayülke, 1998)



Şekil 3.29. Süs için yapılmış perde duvarların konulmadığı esnek katlar yapının deprem dayanımını olumsuz etkileyecektir (Bayülke, 1998)

Bayülke perde duvarlı çerçevesi yapıları bütün deprem bölgeleri için önermektedir. Orta ve daha yüksek düzeyde deprem tehlikesi olan bölgelerde özellikle 5 katı geçen bütün betonarme yapıların perde duvarlı çerçevesi yapı olarak yapılmasının uygun olduğu görüşündedir. Çünkü salt çerçevesi yapılarda

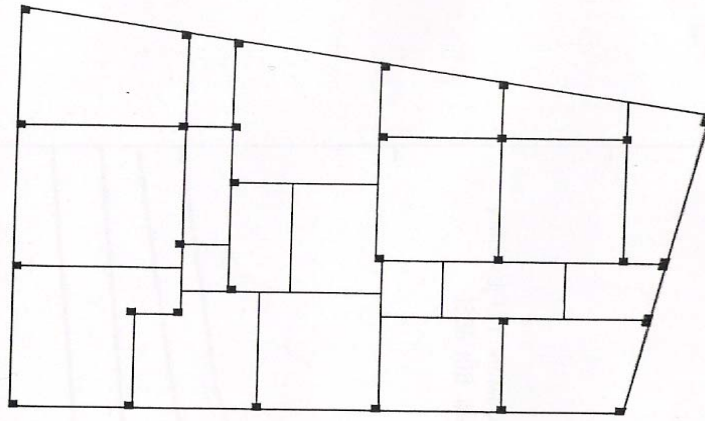
gereken süneklik koşullarını sağlamak için kolon ve kiriş gibi elemanlarda donatı yerleştirme problemleri ortaya çıkmakta, ekonomik ve estetik olmayan kesitler yapılması gerekmektedir. Perde duvarı olan çerçeveli sistemlerde ise hem perdeler duvarlarda gizlenebilmekte hem de kolon kiriş boyutları küçülmektedir.

3.3.3. B.A. Çerçeveli Yapıların Mimari Tasarımı

Yalnız çerçeveli yapılar sünek olup çok daha ekonomik olurlar. Ancak hafif ve orta şiddetli depremlerde, taşıyıcı sistemleri zarar görmese bile, içlerinde bulunan eşyalarda ve taşıyıcı olmayan bölme duvarlarında zararlar meydana gelebilir. Yalnız çerçeveli yapılar şiddetli depremlerde kalıcı deformasyonlar yaparak karşı koyarlar (Bayülke, 1998).

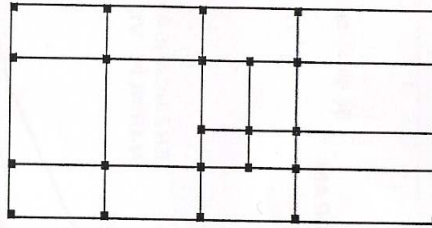
Aşağıda çerçeve sisteminin oluştuğu kolon ve kirişlerin mimari amaçlar doğrultusunda meydana geldiği durumları açıklanmaktadır:

1. Kiriş açıklıklarının etkisi: Betonarme çerçevelerin planda düzenli yerleştirilmeleri, bazen arsa durumlarından dolayı oluşan yapı planı nedeniyle sağlanamaz. Kolon ve kirişlerin dolgu duvarların içinde saklanması yaklaşımı ve de arsa durumu nedeni ile ortaya çıkan bir betonarme yapı taşıyıcı çerçeve planı, hem analizi güçtür hem de depremde burulma etkileri ile zorlanma olasılığı yüksektir. Bazı kolonlar her iki ana yönde kirişlerle bağlanamaz. Çerçeveler kesintilidir. Aralarında açıklığın az olduğu kolonlar, kısa kirişlerle bağlanması sonucu yapı bu bölgelerden zarar görür. Yapıda her iki doğrultuda sürekli çerçevelerin olmaması burulma etkileri oluşturur. Kısa açıklıklardaki kirişler sık yapılarak bu durum biraz önlenabilir. Yüksek yapılarda ve deprem tehlikesinin büyük olduğu yerlerde açıklıklar arasında uyumu bozan kolonlar yapılmayarak elden geldiğince eşit ya da birbirine yakın açıklıklardan oluşan daha basit çerçeve düzenleri seçilmelidir (Bayülke, 1998).

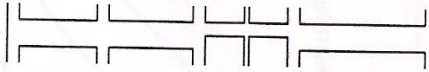


Şekil 3.30. Planı ve taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar (Albay, 1994)

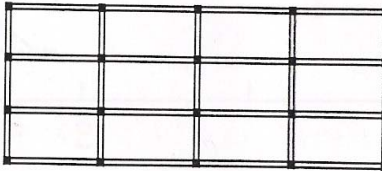
A - DEPREM YÜKÜ VE KAT
SAYISI AZ YAPI İÇİN UYGUN.



B - KISA KİRİŞ DEPREM YÜKÜNÜ
AZALTMAK İÇİN SİĞ YAPILMALI

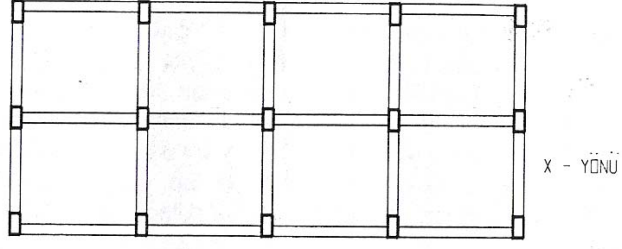


C - DEPREM YÜKÜ BÜYÜK VE KAT
SAYISI ÇOK YAPI İÇİN UYGUN.

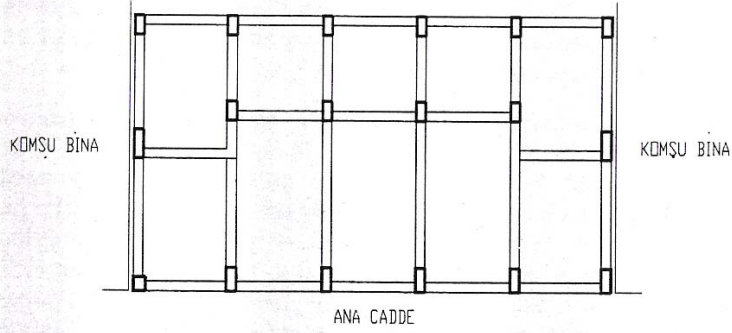


Şekil 3.31. Açıklıkları farklı çerçeveler için değişik çözümler (Bayülke, 1998)

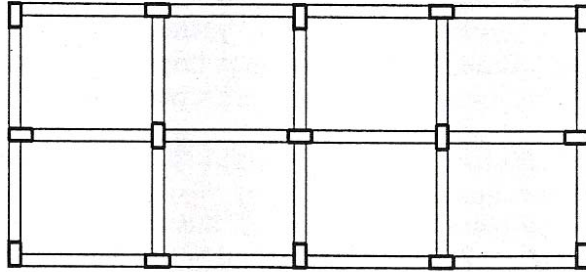
2. Kolonların yerleştirme biçiminin etkisi: Yapılara depremlerde gelen yükler yapı ağırlığı ile orantılıdır. Yapının ağırlığı yapının yönüne göre değişmez. Bu durumda yapının dar kenarına dik yönde gelen deprem yükü diğer yönde gelen deprem yükünden fazla olabilir. Dolayısıyla yapılarda bir yönde çok zayıf diğer yönde güçlü olan yapılar zayıf yönlerinde yıkılır. Bu nedenle yapının her iki yönde birbirine yakın dayanım ve rijitlikte olması için kolonların %50 x doğrultusunda, %50 y doğrultusunda yerleştirilmeleri daha doğrudur. 1967 de Caracas depremindeki yapıların bir çoğunluğunun yıkılma sebebi tek yönde yerleştirilen kolonlardan kaynaklanmıştır (Bayülke, 1989).



Şekil - 3.5 DEPREM AÇISINDAN UYGUN OLMAYAN KOLON YERLEŞTİRME BİÇİMİ

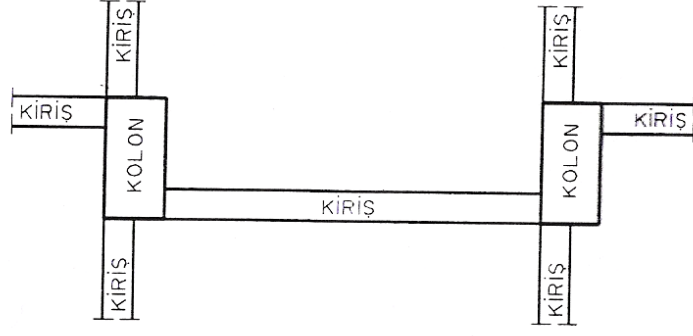


Şekil 3.32. Dış cephedeki açıklıkları geniş kolonlarla küçültmeme kaygısı sonucu yapı bir yönde çok rijit diğer yönde çok esnek (Bayülke, 1998)



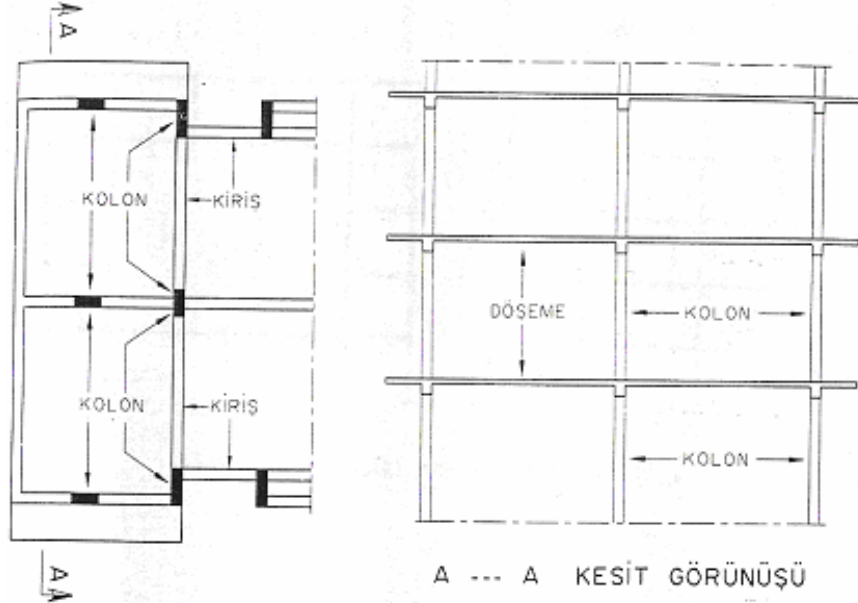
Şekil 3.33. Deprem açısından uygun kolon yerleştirme biçimi (Bayülke, 1998)

3. Şaşırtmalı kolon ve kiriş aksları: Şaşırtmalı kiriş aksları ya birbirine yakın iki küçük kolon ya da iki küçük kolon yerine tek fakat gereğinden büyük kolon yapılıdır (Bayülke, 1998). Bu durum oluştuğunda kolon boyutları normalden büyük çıkacağından mekanların iç kısmında kötü görüntü veren dişler oluşur.

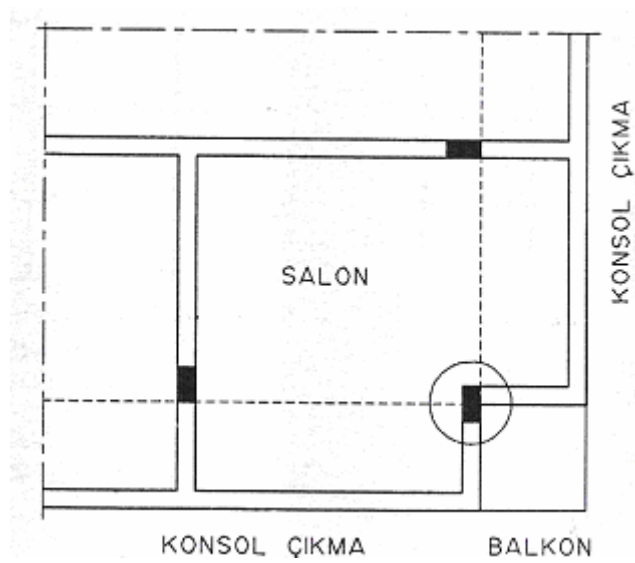


Şekil 3.34. Kiriş akslarının şaşırtmalı olması sonucu kolonların gereğinden büyük yapılması (Bayülke, 1998)

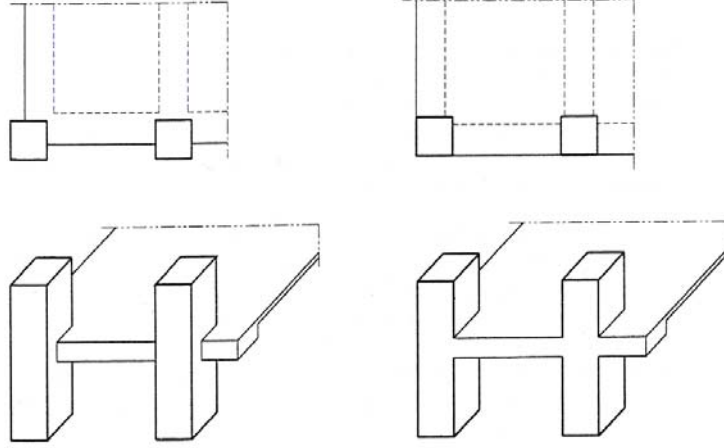
4. Döşeme delikleri ve kirişlerle bağlanmamış kolonlar: Betonarme yapılarda yatay yüklerin düşey elemanlara dağılımı kendi düzlemi içinde son derece rijit olan döşeme plakları ile sağlanır. Döşeme plaklarındaki yükü alan elemanlar ise kirişlerdir. Bütün kolonların kirişlerle birbirine tam olarak bağlandığı durumlarda yatay kuvvet dağılımı rijitlikle orantılı olur (Bayülke, 1998).



Şekil 3.35. İşaretlenen kolonlar bir yönde kirişlerle bağlanmadıkları için zayıf bir çerçeve oluşturmaktadır (Bayülke, 1998)

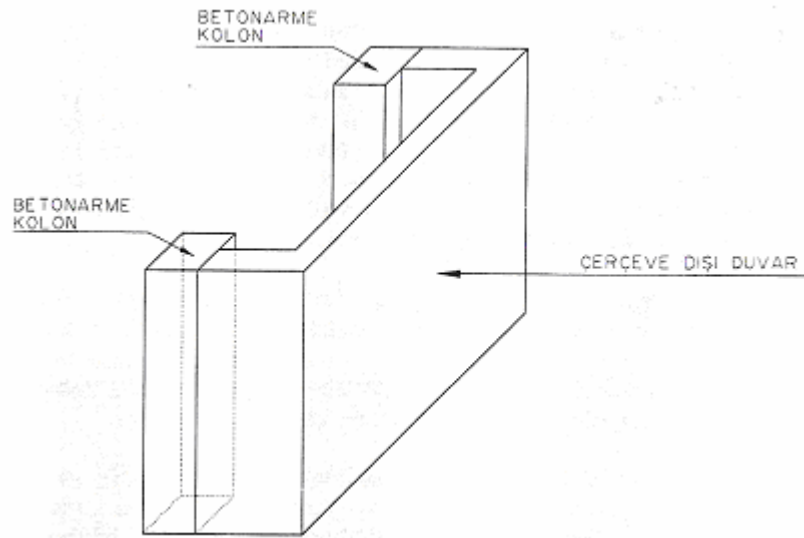


Şekil 3.36. Salon köşesinde kirişlerle bağlanmamış kolon, çıkmalardan gelen burulma kirişler çerçeve sistemine bağlanmamış (Bayülke, 1998)



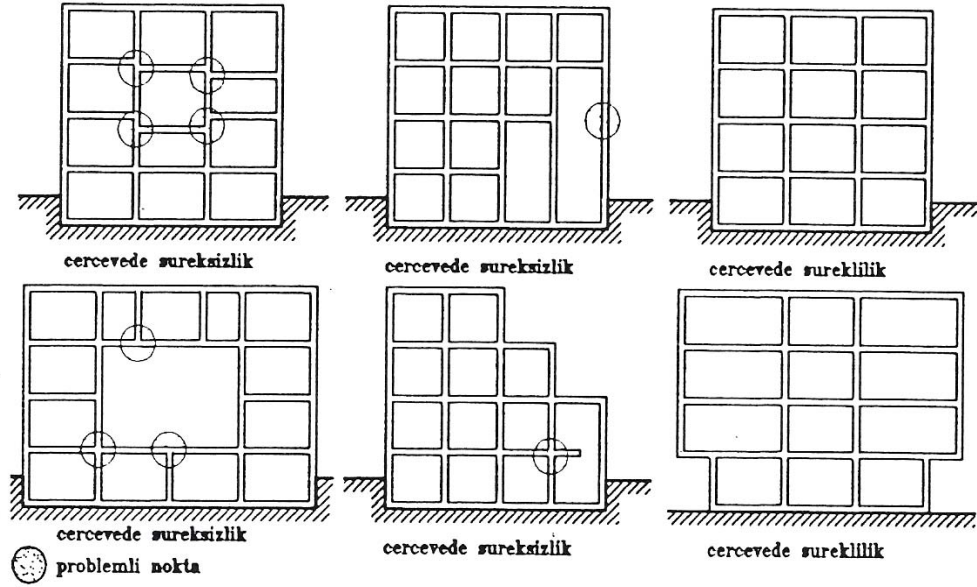
Şekil 3.38. Kolonların dış yapmak istenmesi sonucu oluşan çerçeve düzensizliği (Bayülke, 1998)

Bayülke dış aks kolonlarında dış yapılmasının, kirişten kolona kesme kuvveti aktarma oranının küçülmesi ve kolon kiriş ek yerine yanal kiriş desteğinin az olması nedeni ile sakıncalı bulmaktadır. Aynı zamanda yapılarda konsol çıkmaların olduğu odalarda yukarıdan kiriş sarkmaması için bazı kolonlar arasında kiriş yapılmadığı durumlarda bu bölümdeki döşemenin kiriş gibi çalışmasının sorun olduğunu belirtmektedir. Özellikle köşelerde yapılan konsol çıkmaların, köşe kolonunun dolgu duvarlar gibi düşey yükler altında eğilme ile zorlanmasının yanında yapının diğer kolon ve kirişlerle oluşturduğu çerçeve ile bağlantısının çok zayıf olduğunun dikkatini çekmektedir (Bayülke, 1998).

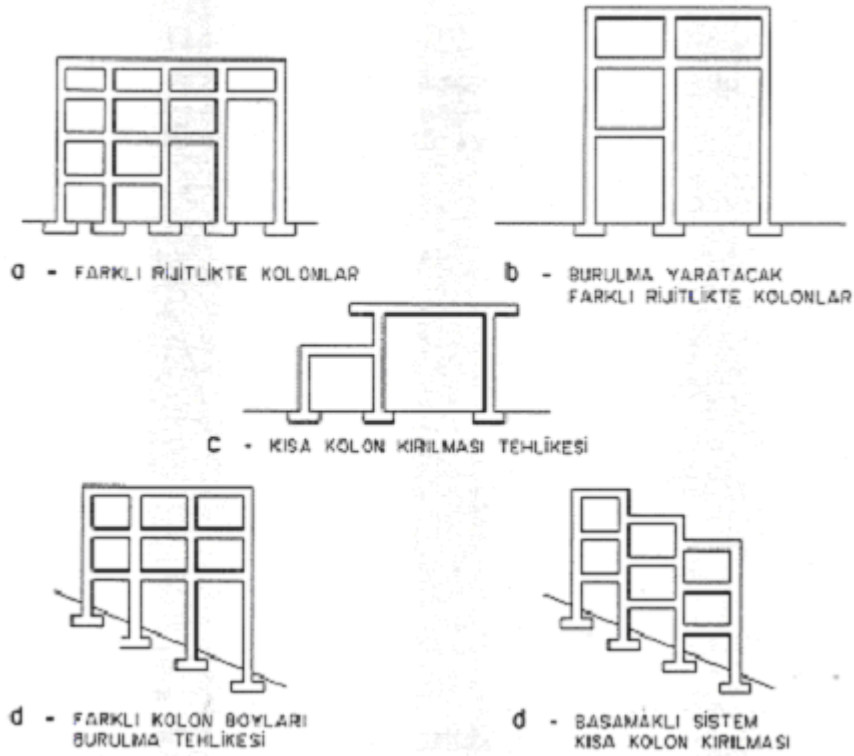


Şekil 3.39. Hasar riski yüksek çerçeve dışı duvar (Bayülke, 1998)

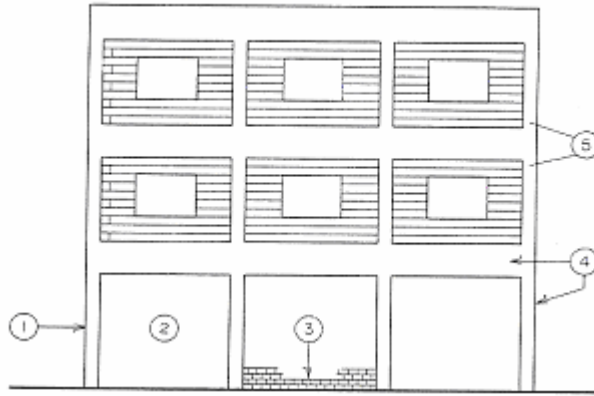
Düşey yönde düzenli bir çerçeve sisteminin ilk koşulu bütün kolon akslarının yapı yüksekliği boyunca sürekli olmasıdır. Alt ve üst katlardaki kolonların kısa ve uzun kenarlarının aynı yönlerde olmamaları da burulmalara neden olur.



Şekil 3.40. Çerçeve süreksizlik ve süreklilik durumları (Albay, 1994)



Şekil 3.41. Düzensiz Çerçevesel Taşıyıcı Sistemler (Bayülke, 1998)

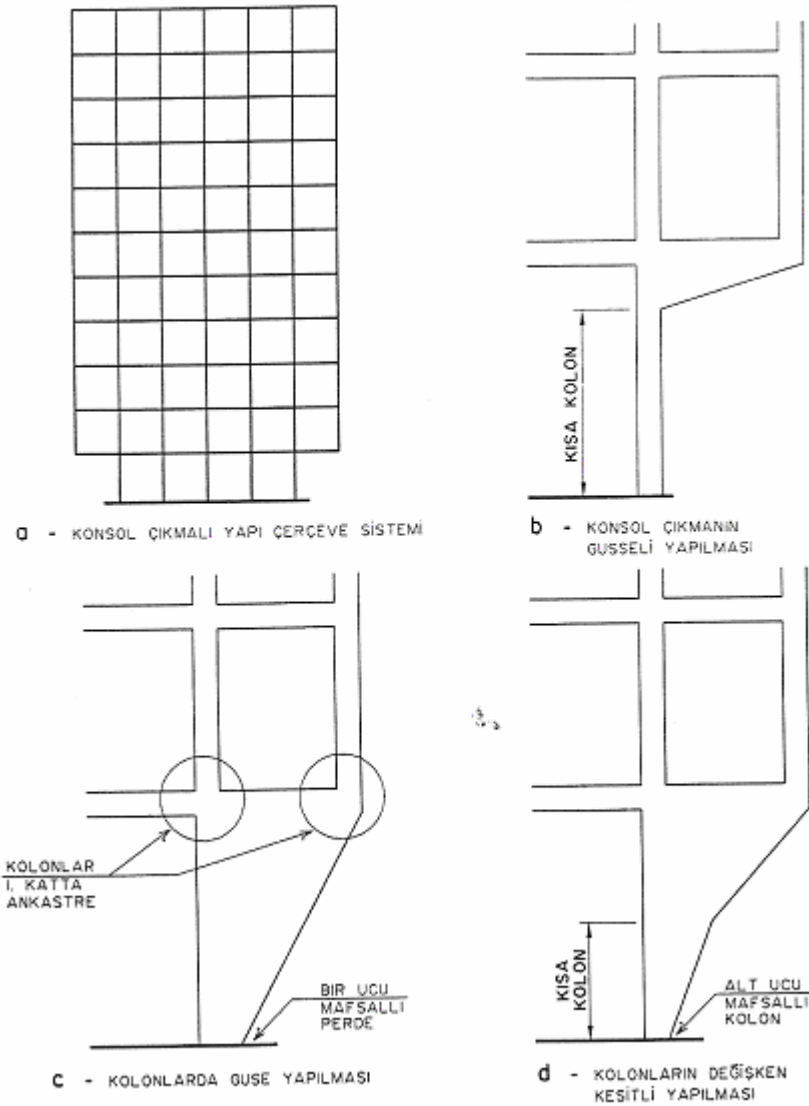


- 1 - ZEMİN KATTA YÜKSEK KOLONLAR
- 2 - ZEMİN KATTA AZ MİKTARDA DOLGU DUVAR
- 3 - ZEMİN KATIN DOLGU DUVARI HENÜZ YAPILMAMIŞ DURUMDA DEPREME YAKALANMA
- 4 - DERİN KİRİŞLER, ÇOK NARİN KOLONLAR
- 5 - KOLONLARIN MOMENT KAPASİTELERİ KİRİŞLERDEN ÇOK ZAYIF

Şekil 3.42. Esnek zemin kat durumu (Bayülke, 1998)

Esnek zemin katın oluşması bu kattaki kolonların diğer kolonlara göre daha yüksek ve narin yapılması sonucu oluşur. Aynı zamanda dolgu duvarsız da tasarlandığı durumlarda bu kolonlar depremde daha çok hasar görürler.

Zemin katı esnek yapı davranışına yol açan bir başka önemli nokta ise konsol çıkmanın uçlarına kolon yapılmasıdır. Bu kolonların varlığı ile en alt kattaki konsolun bağlandığı kirişin ankastre ucunda çok büyük momentler oluşur. Bu momentler yapının kat adedi arttıkça daha da büyür (Bayülke, 1998).



Şekil 3.43. Konsol çıkmalarının uçlarının kolonlu yapılmasının sonuçları (Bayülke, 1998)

Sonuç olarak B.A. yapıların depreme dayanıklı tasarlanmasında bu yapıların taşıyıcı sistem özelliğinin deprem karşısındaki davranışına bağlı yapı formlarının oluşturulması daha uygun olur. Bu bağlamda B.A. yapıların daha ekonomik, uzun ömürlü ve daha estetik olabilmesi için en uygun çözümün betonarme çerçeveli ve perde duvarlı yapılar şeklinde tasarlanması olduğu sonucuna varılmıştır.

3.4. Son Yıllarda Depreme Dayanıklı Tasarlanmış B.A. Bina Örnekleri

İncelenen örnekler depreme dayanıklı olması ana fikri ile tasarlanmış ve geçirdiği son yıllardaki depremler sonucunda hasar görmemiş orta katlı B.A. bina örneklerinden seçilmeye çalışılmıştır.

3.4.1. Manantiales Binası, Şili

Bu ofis binası, yıllar boyunca kentsel formunda önemli değişimlere uğrayan Santiago de Şili kentinin bahçe- kent olarak gelişen bölümünde yer almaktadır. Yapım yılı 1999 olan Manantiales Binası'nın kütle ve şeklinin yakın çevresiyle kaynaşması istenmiştir. Arsa, 10 ve 20 katlı iki bina ile çevrelenmiştir. Mimari düzen, arkada mevcut binalarla uyum içinde L- şekilli 10 katlı bir yapı ile çevrelenen 17 katlı bir bina sunmuştur (Deprem Mimarlığı, 2001).

Bina tasarımıdaki ana amaç tamamen her çeşit ofis ihtiyacına uygun olacak şekilde iç hacimlerde mümkün olduğunca esnek çözümlere olanak sunan fikirle tasarlanmasıdır. Bu tasarımı iki ana faktör etkilemiştir: Metrekare maliyetinin yüksekliği çekirdek alanlarını minimize ederek, katların tek bir birim olarak satışa sunulmasını gerektirmiştir. Diğer faktör strüktürün yer hareketlerine karşı esnek ve dayanıklı davranması gerekliliğidir. Proje bir mülkiyet şirketinin ofislerini ve cadde seviyesinde ise perakende satış dükkanlarını içermektedir.

Bina yapısı hakkında edinilen bilgiler şunlardır (Tasarım 143, 2004):

Zemin katı alışveriş merkezi olarak tasarlanan bina zemin üstünde 9500 m², zemin altında ise 7010 m² lik alan kaplamaktadır. Binanın konumlanacağı bu alana basit ve net bir hacim önerilmiştir. 17 katlı bina düzgün paralelyüz ile şekillenmiştir.

Binanın kule şeklinde yükselen kısmı, kendisini bloktaki diğer binalardan ayıran 10 kat yükseklikteki kapalı ve alçak hacim tarafından sarılmaktadır. Düşey sirkülasyon şaftı geniş katların iç kısmında, gömme çekilmiş bölümün içindeki daha küçük katların doğu kısmını ve üst kesitteki açık servis merdiven kesitini

karşılamaktadır. Asansör grupları direk olarak ofislere doğru açılmakta ve merdivenlerin arkasında konumlanmıştır. Binanın strüktürü betonarmedir, kirişler ve kolonlar açıkta bırakılırken, duvarlar gri granitle ifade edilmiştir.

Strüktürel bileşenler, binayı son derece dayanıklı yapacak şekilde tasarlanmıştır. Son gerilmeleri tamamlanmış beton dilimler, kirişlerin desteğine ihtiyaç duymadan, merkezi shaftın duvarları ve geniş döşemelerde dört, küçük döşemelerde ise bir adet kolon ve çevreleri tarafından desteklenerek geniş alanlarda esnek çözümlere ve serbest strüktür elemanlarına imkan vermektedir.

Kulenin cepheleri üst üste koyulmuş katlar olarak görülmekte sürekli pencereleriyle saydamlık sağlanmıştır. Denizlikler ters kirişlerden meydana gelerek mümkün olan minimum silindirik kolonun kullanılmasını sağlamakta, kesiti ve binanın yüksekliği ile çeşitli yük dağılımlarına imkan vermektedir.

Araba parkı için ayrılmış, bodrum kat alanı, zemin kata benzer şekilde inşa edilmiştir. Binanın kolonlarının yeri, bodrum kattaki beton dilimleri desteklemekte ve 2.5 metrelik park alanları için uygun boşluklara izin vermektedir.

Projenin en zor kısmı ofis kulesinin planlarıyla bodrum kattaki park alanı planlarının çakışmamasıdır. Binanın iki bölümü de kendi kuralları çerçevesinde ölçülendirilmiş ve sadece asansörün konumları çakıştırılarak planlar çözülmüştür.

Binanın asıl karakteristiği strüktürel asimetridir. Duvarları oyulmuş hacmin rijitliğine karşı, cephelerinin esnekliğini kolonlar tarafından desteklenen kirişlerin başarısıyla oluşturmuştur. Bu başarı katların rijitliğine ve yerçekimi merkezi arasındaki boşluğa yansımaktadır. Düşünce olarak, üst katlarda böyle bir asimetrinin salınım ve devir yapacağıdır, fakat yüksek katlar, diagonal ızgaralarla nötralize edilmekte ve kolonlar binanın rijitliğini sağlayabilecek dengeyi kurmaktadır. Böylece, kulenin cephelerinin tasarımı, rijitliği

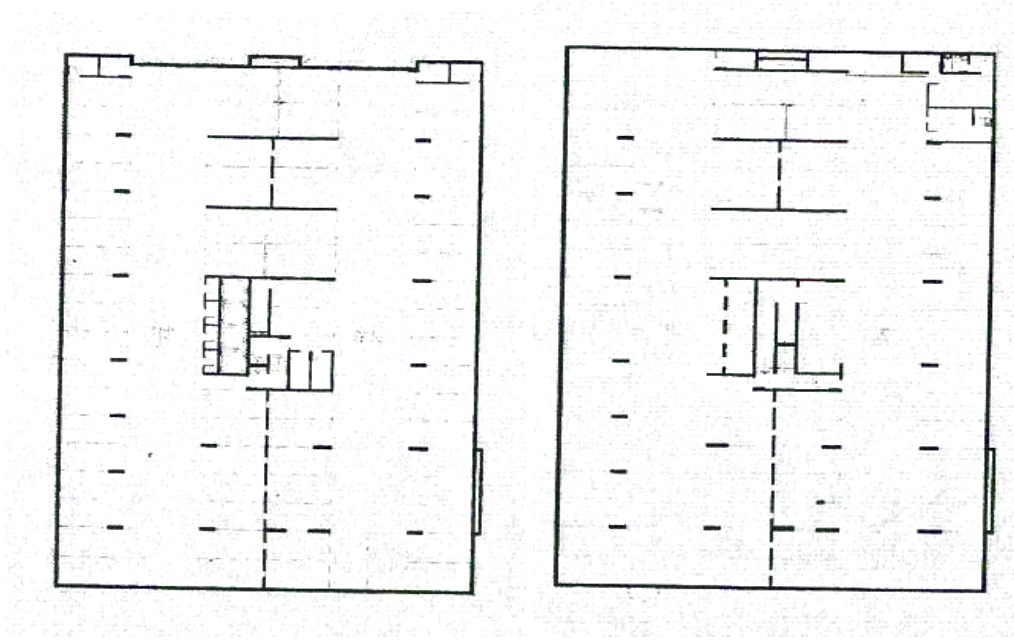
dengeleyen asimetrik bir hacim yoluyla, etkileşim sürecinde gereksiz elemanlardan kaçınarak strüktürel hesaplar doğrultusunda silindirik kolonlar tasarlanmıştır. Bu yüzden cepheler statik ve dinamik yüklerin etkisini azaltan strüktür sistemini göstermekte ve zeminin istikrarsız durumlarında sismiği yansıtmaktadır.

Sonuç olarak, binanın alt katları, servis çekirdeği ve sirkülasyon alanları duvarla rijitleştirilmiştir. Bina yükseldikçe en kesiti küçülen ve sıklığı azalan kolonlar binaya esneklik kazandırmıştır. Özellikle en üst katlarda yer alan cephe çevresindeki çaprazlamalar tüm salınımı kontrol eder. Cephede kolon ve kirişlerin düzeni anlamlı bir cephe karakteri oluşturmuştur.



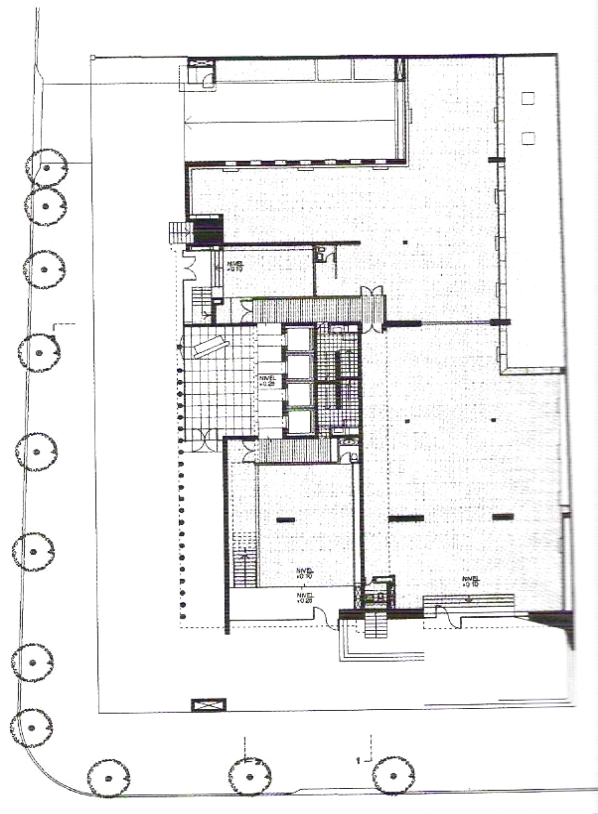
Şekil 3.44. Manantiales Binası genel görünümü, Şili (Tasarım 143, 2004)

Şekil 3.45. Manantiales Binası genel görünümü, Şili (Tasarım 143,2004)

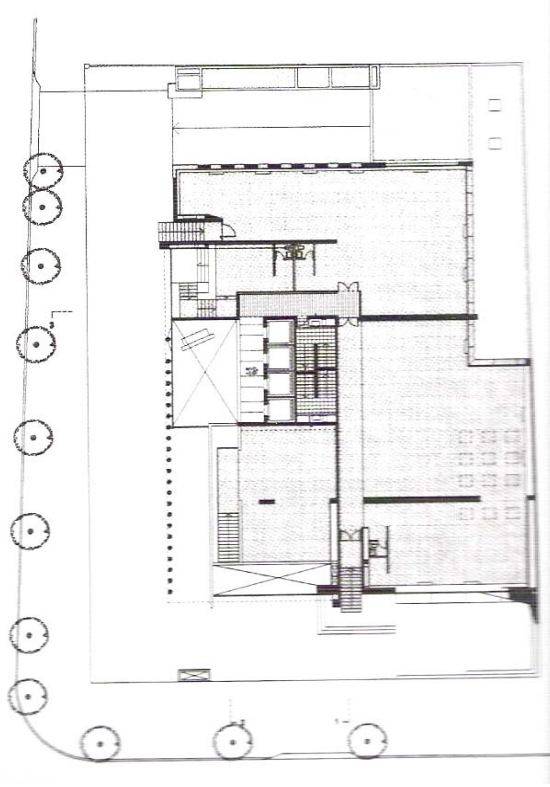


Şekil 3.46. Manantiales Binası (-2,-3,-4). kat planları (Tasarım 143, 2004)

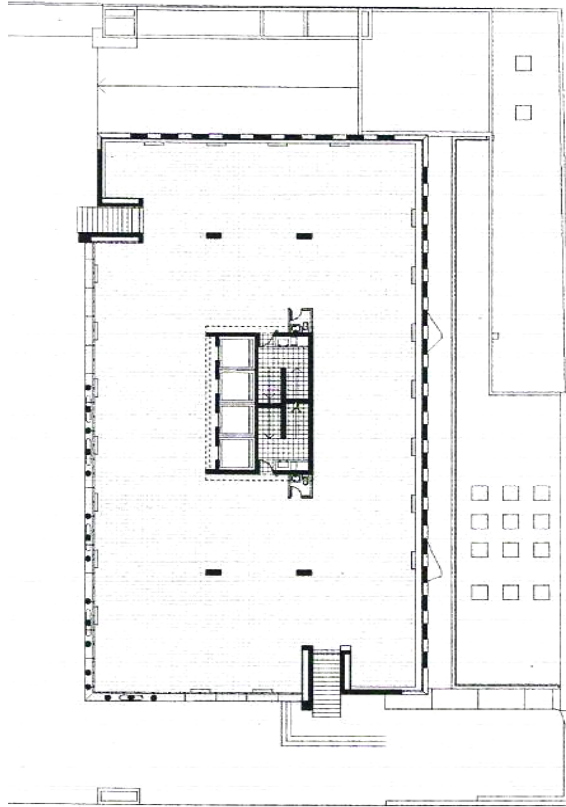
Şekil 3.47. Manantiales Binası (-1). kat planı (Tasarım 143, 2004)



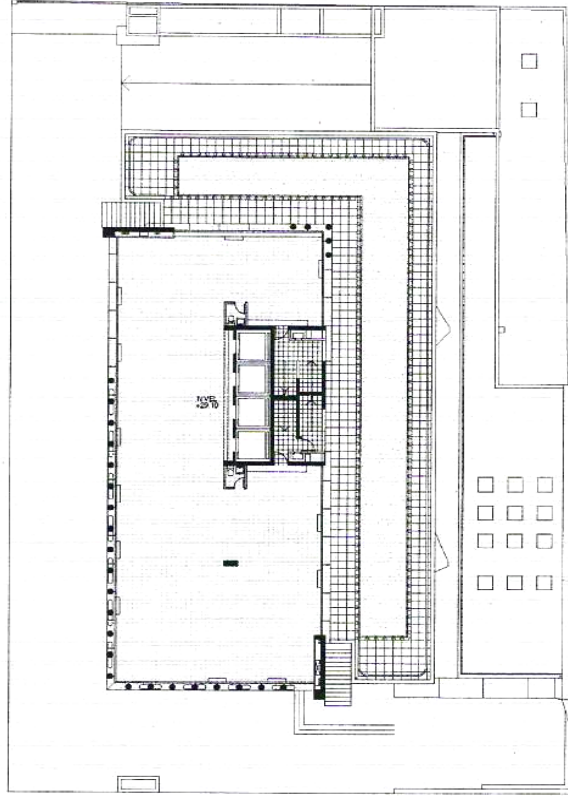
Şekil 3.48. Manantiales Binası 1. kat planı -giriş katı ve mağaza katı olarak tasarlanan bölüm (Tasarım 143, 2004)



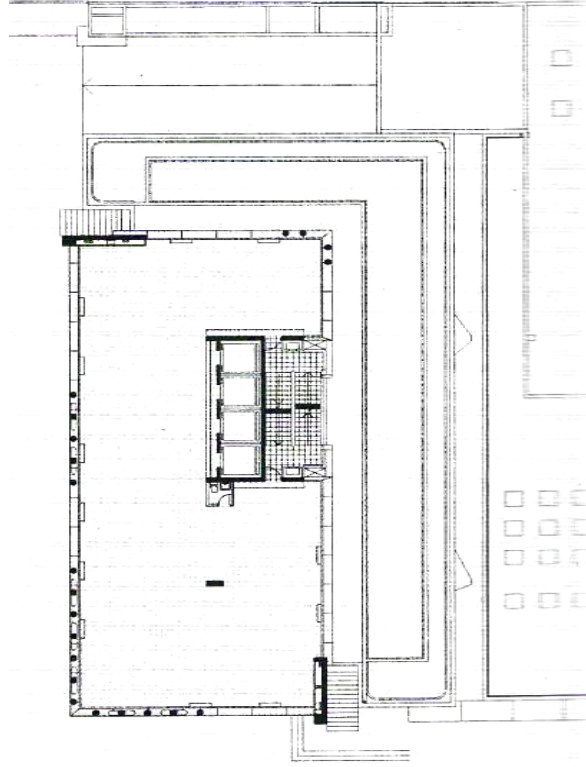
Şekil 3.49. Manantiales Binası İkinci kat planı – bu bölüm yine alışveriş merkezi olarak tasarlanmış zemin katın devamıdır (Tasarım 143, 2004)



Şekil 3.50. Manantiales Binası 4'ten 10 'a kadar kat planları (Tasarım 143, 2004)



Şekil 3.51. Manantiales Binası 11. kat planı (Tasarım 143, 2004)



Şekil 3.52. Manantiales Binası 12'den 15'e kat planları (Tasarım 143, 2004)

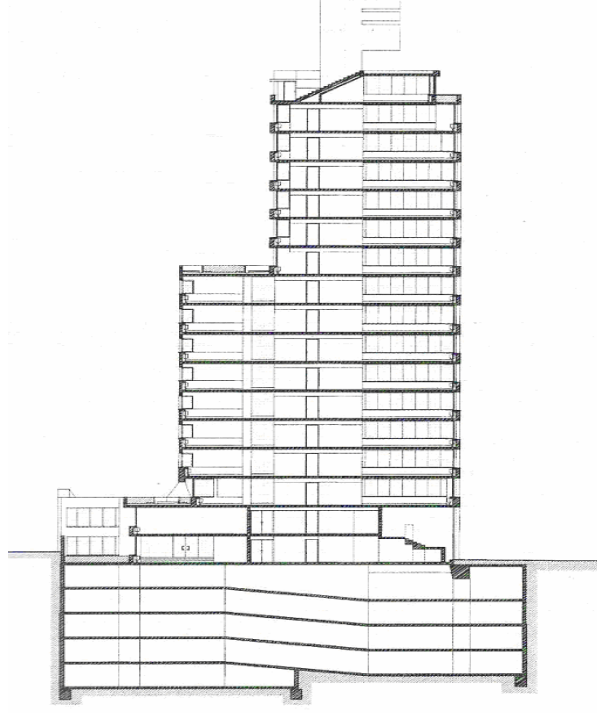
Binanın formu deprem kriterlerine uygun olarak düzgün geometrik şekilden oluşmaktadır. Ancak binanın kat planları incelendiğinde strüktürel süreksizlik göz önüne çarpmaktadır. Bodrum kattan gelen kolonlar üst katlara çıkıldıkça azalmaktadır. Strüktürel süreklilik sadece çekirdek bölgesi dediğimiz merdiven ve asansör bölgesinde perde şeklinde aynen devam etmektedir. Kat yükseldikçe azalan kolonlar cephede diagonal silindirik kolonlarla desteklenerek binanın rijitliği sağlanmıştır. Üst katlarda küçülen bina alanı ile kolonların azlığı taşıyıcı sistemdeki süreksizliğe rağmen binaya esneklik kazandırmıştır. Cephede zorlayıcı çıkmaların olmaması, strüktürel rijitlik kazandırması amacıyla oluşturulmuş elemanların cepheye farklı bir özgünlük vermesi, cephede ağır kaplama malzemeleri kullanılmaması binanın yükünün artmasına engel olmuş ve cephelerdeki saydamlıkla birlikte bina hafiflik kazanmıştır.

Binanın karakteristik özelliği strüktürel asimetri olarak belirtilmektedir. Bu asimetri binanın içindeki sade ve az kolonlara nazaran dış cephede sıklaştırılmış kolonlarla sistemin desteklenmesidir. Ancak binanın planına bakıldığında kolonların yerleşimindeki simetri dikkat çekmektedir. Binanın kütle merkezine, perdelerle desteklenmiş merdiven ve asansörler yerleştirilmiş, diğer kolonlar ise simetrik bir şekilde binanın içine dağıtılmıştır.

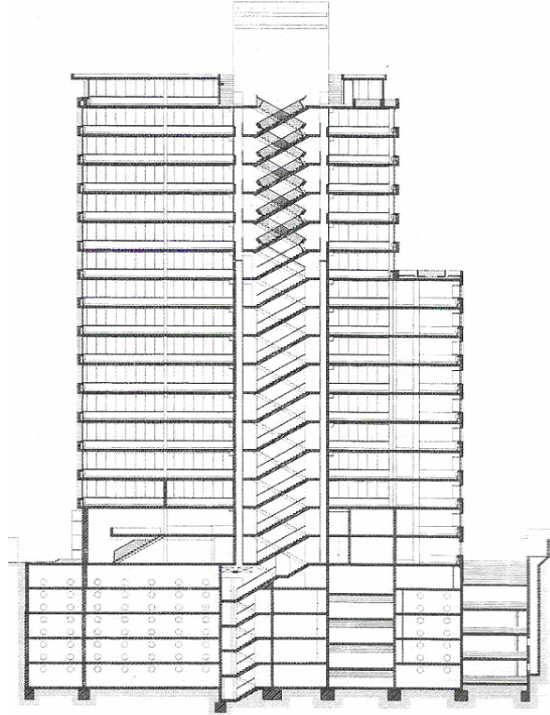
Bodrum katların dış kısmı tamamen bodrum perdesi ile çevrenlenmekte iken, iç hacminde çekirdek bölgesinde x ve y yönlerinde perdeler oluşturulmuş, ancak kolonlar belli bir aksı takip etmesine rağmen tek yönde yerleştirilmişlerdir.

Kesitlere bakıldığında düşeyde taşıyıcı sistemdeki süreksizlik daha belirgin gözükmemektedir. 3. katta görülen kolon sadece bu katta yer almakta aşağıdan gelen kolonlarla desteklenmemektedir. Binayı saran on katlı diğer yapının döşemesi kuleyle birlikte çalışmaktadır. Yani iki bina arasında derz boşluğu bulunmamaktadır. Kulenin kirişlerinin ters kiriş olarak da çalıştırıldığı görülmektedir.

Binanın giriş ve ikinci katı alışveriş mekanı olarak tasarlanmasına rağmen kat yüksekliği diğer katlarla aynı yüksekliktedir. Kat yüksekliği bakımından binada süreklilik bulunmaktadır.



Şekil 3.53. Manantiales Binası Dikey kesit (Tasarım 143, 2004)



Şekil 3.54. Manantiales Binası Boyuna kesit (Tasarım 143, 2004)



Şekil 3.55. Ofis katlarının içinden bir görünüş (Tasarım 143, 2004)

İç mekanda tamamen net hacimler oluşturulması nedeniyle taşıyıcı strüktürü binanın dışında çözümlenmiş iç kısımda görünmesi istenmemiştir. Resimde de görüldüğü üzere cephedeki silindirik kolonlara içten gelen kiriş bağlantısı yoktur. Sistem tamamen kirişsiz döşemeyle taşınmıştır. Kirişler sadece binanın dış kısmında çözümlenmiştir. Bina en son Şubat 2006 gerçekleşen 6.6 şiddetindeki depremi hasarsız olarak atlatmıştır (www.nisee.berkeley.com).

3.4.2. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi, İspanya

Deprem mimarlığı kitabında yayımlananan yapım yılı 2000 olan dayanıklı, beyaz çimentolu betonla kaplanmış prizmatik dış yüzeyli Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi, bir üniversitenin gerekli tüm kompleks fonksiyonlarını içermektedir (Deprem Mimarlığı, 2001).

Bina trapezoid şekilli 10.526 m²'lik bir parselin merkezinde yer almaktadır. Zemin kat, onu çevredeki kampüsten ayıran geniş, dahili bir yol ile çevrelenmiştir. Doğal zemin altında üç kat, üstünde ise altı kat mevcuttur. Ana girişe, doğal zemin üstündeki birinci katı, üniversite caddeleriyle bağlayan iki yaya geçidinden geçerek ulaşılmaktadır. Bu iç alanlar dahili yola bir araç rampası, açık merdivenler ve bir helezonik rampa ile bağlanır.

Bütün programlar ve üniversite aktiviteleri, binadaki 22.806 m²'lik kat alanı içinde gerçekleştirilmektedir. Farklı katlar; program ihtiyaçları ve ilişkilere dayanan değişik fonksiyonları sağlamaktadır. Konferans salonları, sınıflar ve diğer öğretim alanları, piramidal bir tepe ışıklığı ile üstten aydınlatılan silindirik bir mekan çevresinde organize edilmiştir. Bu açık alan, hava ve doğal ışığı baştan başa dağıtarak her bir katı birbirine bağlar. Katlar; kapalı merdivenleri, dört adet yüksek kapasiteli asansörü, dinlenme odalarını ve düşey sistem şaftlarını içeren dört çekirdek çevresinde tasarlanmıştır.

Binaya verilen önem ve deprem şartlarının binanın taşıyıcı sisteminde düşünülmesi nedeniyle, baştan itibaren binanın yapı modeli basit bir morfolojiye dayandırılmıştır. Böylece binanın deprem esnasındaki gerçek hareketi, kuvvet analizlerinde çizilen tahminlere çok yakın olması sağlanmıştır.

Yapı 57.6m x 57.6m tabanlı, yüksekliği zemin kattan kornişin en üst kısmına kadar 32.92 m olarak ölçülen bir prizmadır. Bina zemin kattan 5.5 m aşağıya inmektedir. Bu oranlar burulma ya da kaymaya sebebiyet vermeyecek şekilde benimsenmiştir. Binada stabilite yükseltilmiştir çünkü binanın kısmen toprak altında kalması sağlanmıştır.

Her katın kütlesi birbirinden önemli ölçüde farklı değildir. Ekstra ağırlık, katın merkezi çevresinde eşit şekilde dağıtılmıştır; böylece deprem sarsıntısının neden olduğu potansiyel burulma mümkün olduğunca azaltılmaktadır. Kütlenin bu dağıtımıyla, strüktürel analiz sadece standartlara göre oluşturulan kütle merkezi ve rijitlik merkezi arasındaki minimum dışmerkezliği hesaba katmıştır.

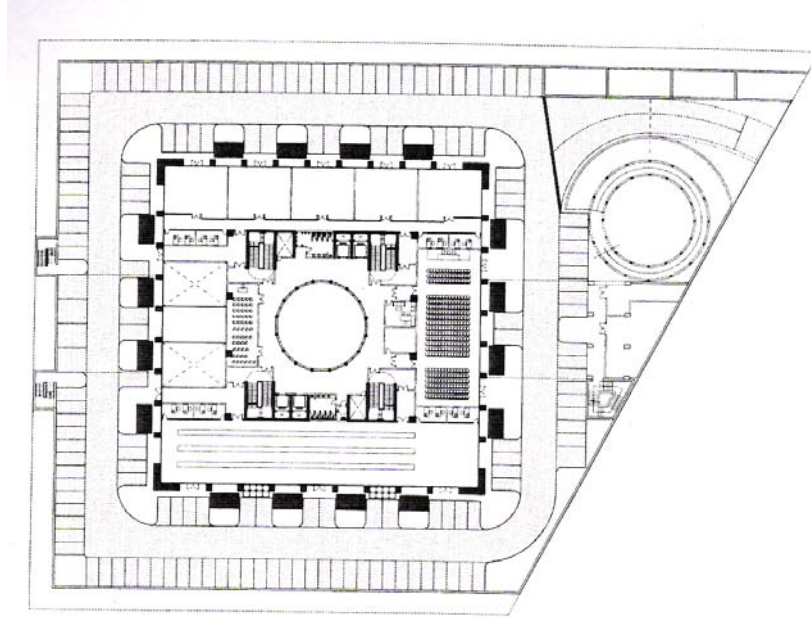
Bina tasarımında simetrinin hakimiyeti göz önüne çarpmaktadır. Bütün düşey şaftın olduğu bölge binanın merkezine yakın yerde konumlandırılarak, diğer alanlar bu merkezin etrafında çevrelenmiştir. Taşıyıcı sistem seçimi ise deprem anında burulmayı önleyecek şekilde tasarlanmıştır. Binanın en çok etkilendiği köşe noktaları "L" tipi perdelerle desteklenmiş, diğer kolonlar ise kareye yakın

ölçülerde ebatlandırılarak binada düzgün akslar ve çerçeveler oluşturacak şekilde taşıyıcı sistem düzeni oluşturulmuştur.

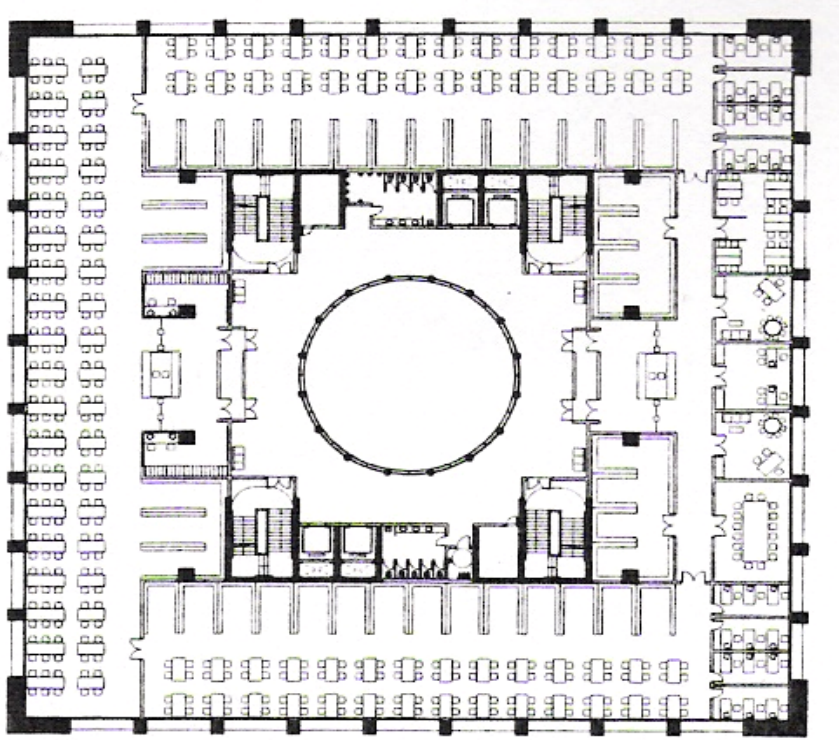
Binanın iç bölme duvarları deprem esnasında strüktürün tavrına rijitlik ve dayanıklılık katacak biçimde tasarlanmışlardır. Amaç rijitlik merkezini değiştirmek değil, strüktüre hemen, normal olarak bağlanan, iç duvarların dayanımını başarmaktır. Buna bağlı olarak iç duvarlar kat iskeletine rijit olarak tespit edilmeyerek esnek bir malzemeyle contalanmışlardır. Böylece deprem anında iç duvarlar taşıyıcı sistemle birlikte hareket ederek bu farklı elemanların birbirlerine minimum zarar vererek depremi atlatması sağlanmıştır.



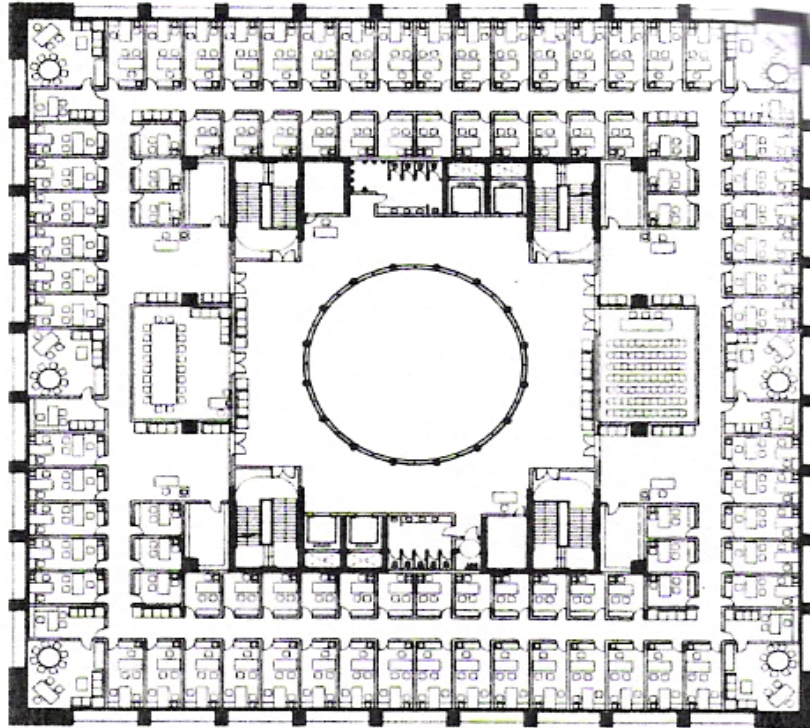
Şekil 3.56. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Genel Görünüm, İspanya (Deprem Mimarlığı, 2001)



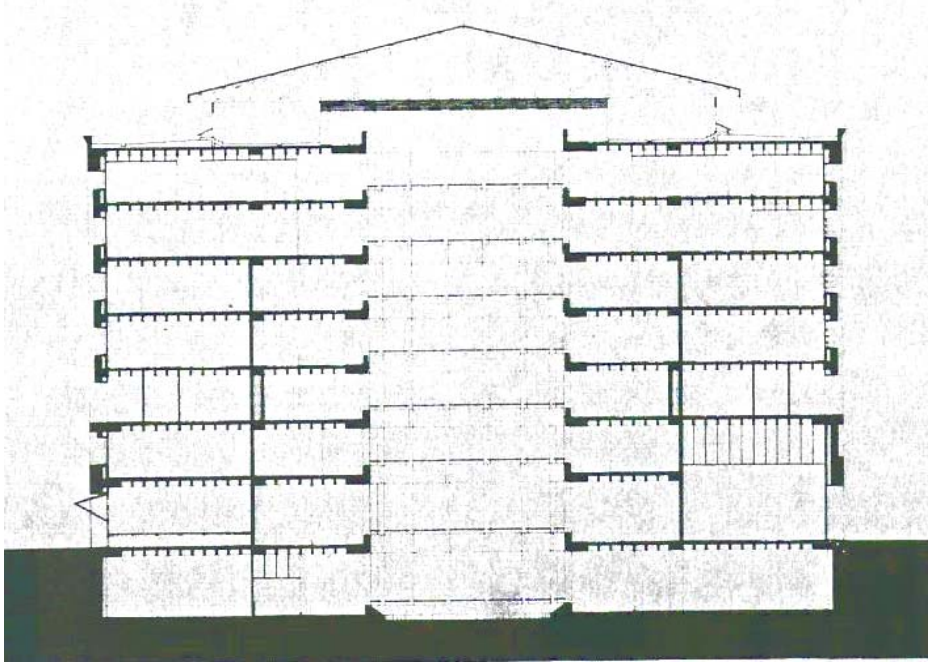
Şekil 3.57. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Zemin Kat Planı: Laboratuvarlar, seminer odaları ve toplantı odaları



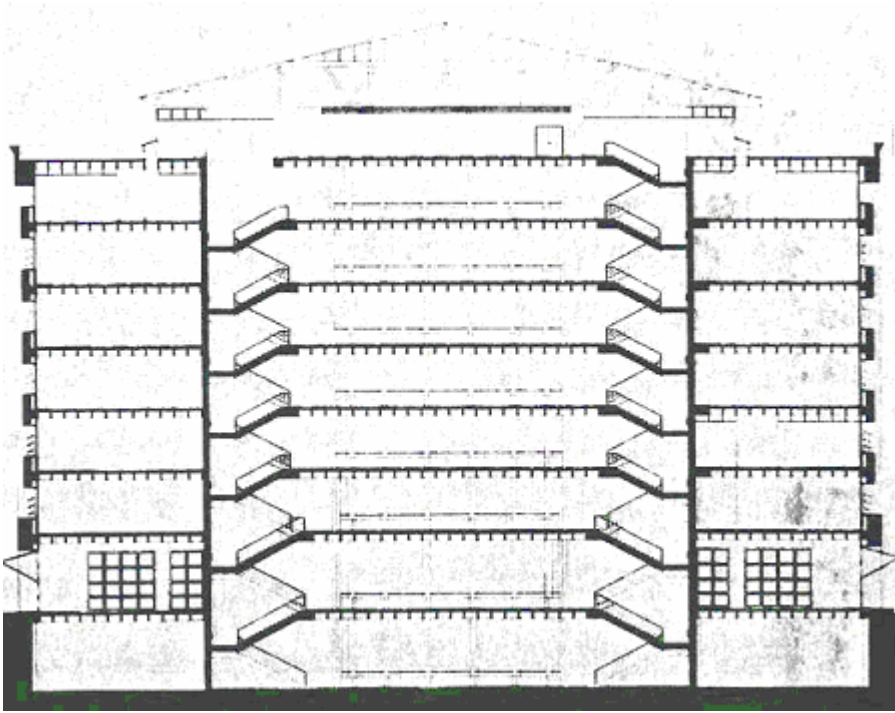
Şekil 3.58. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Üçüncü kat : Kütüphane



Şekil 3.59. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi En üst kat: Profesör ofisleri ve toplantı odaları



Şekil 3.60. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Alan Boyunca Kesit



Şekil 3.61. Granada Üniversitesi Politeknik Merkezi Merdiven Boşluğundan Kesit

3.4.3. Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi, California

Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi, oldukça sık olarak depremlerde hasar gören yoğun nüfuslu Kaliforniya bölgesine hizmet eden eski tıp merkezinin yerini almıştır. Yapı Ocak 1994 tarihinde, Arrowhead'in son tasarım süreci esnasında Kuzeybatı Los Angeles, tahmin edilenden daha fazla hasara neden olan Northridge Depremi ile sarsılmıştır (Deprem Mimarlığı, 2001).

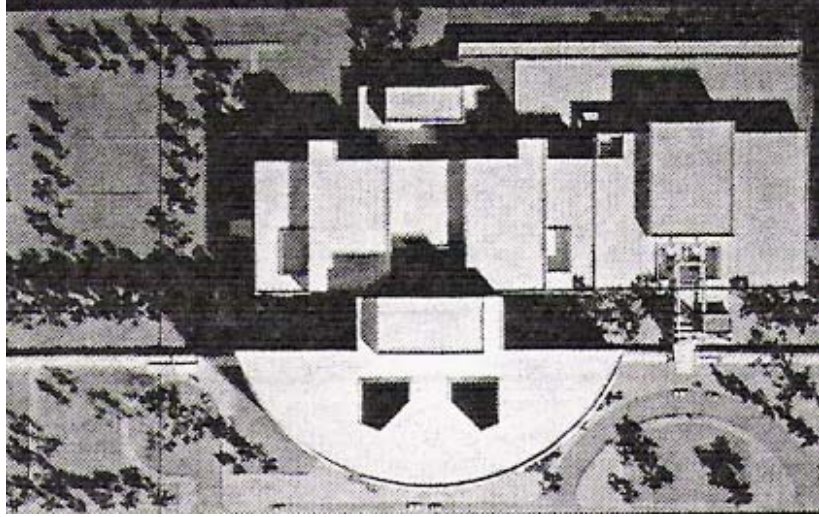
Tasarımdaki ana amaç, yapım esnasında dünyadaki tüm halka mahsus binaların sahip olabileceği en yüksek deprem dayanıklılığının sağlanabilmesidir. San Andreas ve San Jacinto faylarının hemen hemen 9 mil ötede oluşundan dolayı alana yüksek risk verilmesi nedeniyle kompleks Richter ölçeğine göre 8.5 büyüklüğündeki depreme dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Bina aynı zamanda, kendine yetecek düzeyde olup dış stoklara 72 saat süreyle başvurmaksızın tamamen işler durumda olabilmektedir (Deprem Mimarlığı, 2001).

Merkezin fonksiyonları park içinde bir komplekste, kuzey–güney istikametli yaya yolu ile bağlanan 5 bina arasında dağıtılmaktadır. Bu yerleşim, şekillendirmeye yardımcı olmuş ve tıbbi tesisleri diğer servisleri barındıran binalardan ayırmıştır. Bu ayırım başka avantajlar da sunmaktadır: Açık ve net olarak oluşturulmuş iç organizasyon ve plan, değişik hastane birimlerinin kolay ayırt edilebilirliği, uygun deprem performansı gösteren, kompleksle ilişkili her bir bloğun strüktür ayrımı ve son olarak da acil durumda kolay tahliye imkanı sağlamıştır (Deprem Mimarlığı, 2001).

Fonksiyonel olarak bağlanmasına rağmen, farklı binalar strüktürel olarak bağımsızdır. Bunların üçü, 14- foot- uzunluğundaki koridorlarla bağlanır. Deprem esnasında bunlar, binaları 4 inch kadar kısalacak ve 8 feet'e kadar da genişenebilecek şekilde ayıran mekanlara izin vermektedir (Deprem Mimarlığı, 2001).

Tıp merkezinin temeli, diğer yapılardan farklı olarak kauçuk izolatör ve darbe yutuculardan oluşan pasif sönümleme sistemiyle deprem etkilerinden arındırılmaya çalışılmıştır. Her bir kolonun alt kısmı, tüm yer hareketlerini sönümleyici bir sistemden oluşan, tüm strüktürün orijinal pozisyonunun muhafazasına izin veren sönüm cihazlarından oluşmaktadır (Deprem Mimarlığı, 2001).

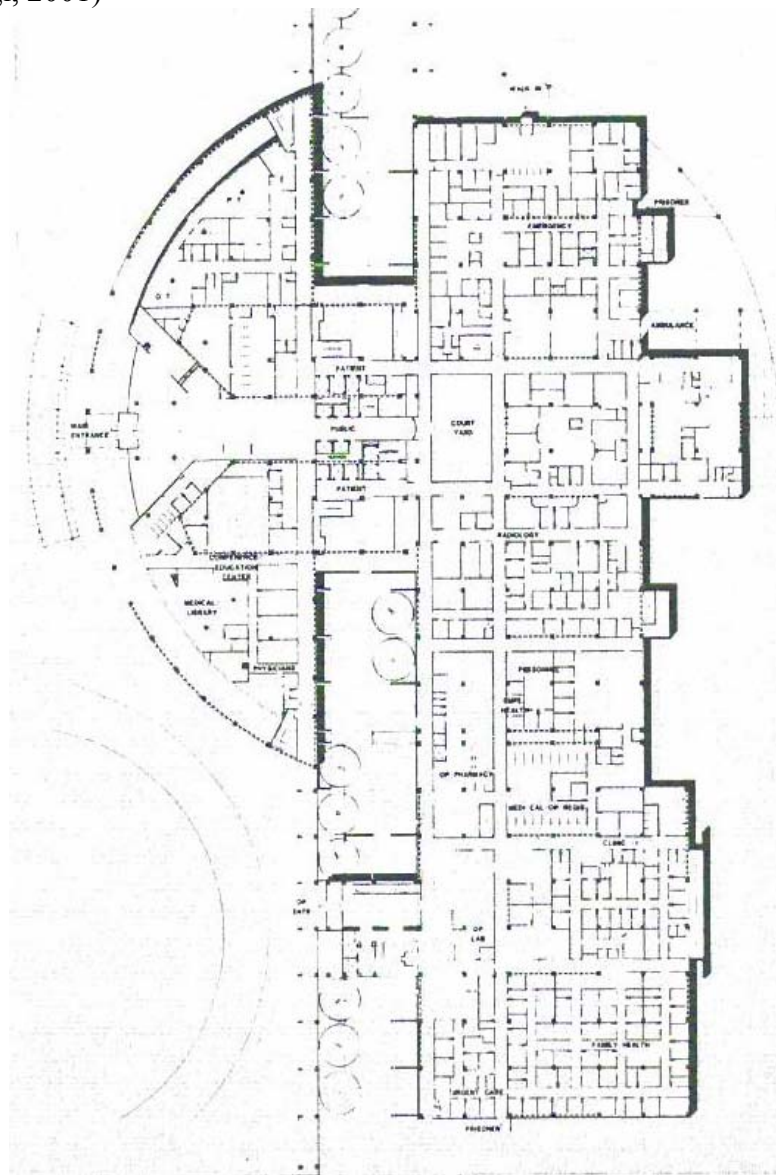
Yapı formu depremde zorlanmayacak şekilde basit geometrik şekillerden oluşmaktadır. Yarı silindirik olan en yüksek yapı, hastane odalarını içerir. Diğer servisler, insanların dinlendiği küçük meydanlardan oluşan, dış gezinti alanlarıyla bağlanan iç avlulu ortagonal yapıların içindedir. Bütün bloklar birbiriyle derzler yardımıyla ayrılarak mümkün olduğunca basit ve strüktür çözümü kolay yapı alanlarına dönüştürülmüştür. Yapıdaki bütün kolonlar bir doğru aks boyunca yerleştirilmiştir. Her ne kadar yapı düzgün geometrik formlar şeklinde derzlerle birbirinden bölünseler de, yapı genelinde yine bütün kolon akslarının birbirini karşılaşması dikkat çekicidir.



Şekil 3.62. Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi'nin maketinden genel görünüm, California (Deprem Mimarlığı,2001)



Şekil 3.63. Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi Genel görünüm (Deprem Mimarlığı, 2001)



Şekil 3.64. Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi Yapı planı (Deprem Mimarlığı, 2001)

3.4.4. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi, Türkiye

Türkiye'nin finanssal gruplarından biri olan Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi, İstanbul kentinin Gebze kasabası civarlarında bir tepe üzerinde inşa edilen iş merkezi; bir bilgisayar merkezi, eğitim departmanı ve diğer ofisleri içermektedir. Bina tasarımı, müşterinin 1. dereceden sismik riskli bir bölgede bulunan binanın, esneklikten ödün vermeksizin emniyetli bir konstrüksiyonu olması isteğini karşılamak üzerinedir (Deprem Mimarlığı, 2001).

Tasarım süreci esnasında yapılmış olan iki ek içeren projenin 10 bileşeni doğal eğimi izleyen 3 katı kapsamaktadır. Bununla birlikte tüm katlar aynı miktarda alana sahiptirler. Strüktürel proje ve detaylı çalışma sonuçları, merkezin sınırsız genişletilebileceğini, uyumluluğun sağlanmasını ve sismik dayanıklılığı artırmayı garanti etmektedir. Çünkü planın işlemesi için her bir birim bağımsız olmalıdır (Deprem Mimarlığı, 2001).

İşlem Merkezi'nin yapısal özelliği, her kısmın titreşimlerini (6 cm'e kadar çıkaran) absorbe eden paralel yüzölçümlü birimler arasında yer alan boşluklar, esnek bir malzeme olan dokuma membran ile kaplanmıştır. Metal kemerler, bu arkatları kaplayan çift mesnet noktasına sahiptir ve binanın değişik hareketlerinde denge sağlamak üzere özel olarak tasarlanmışlardır (Deprem Mimarlığı, 2001).

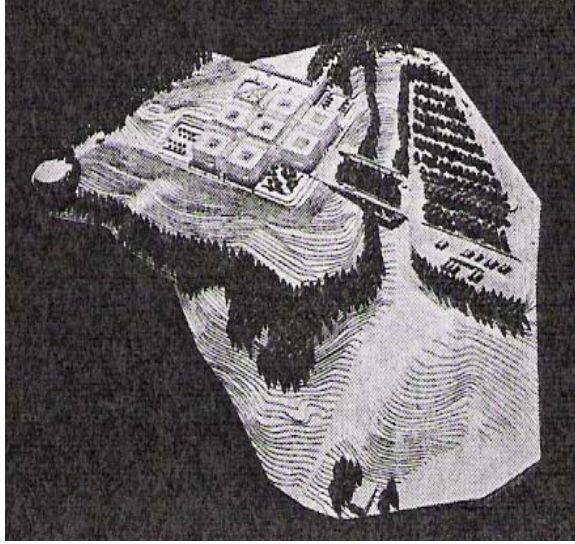
Aynı zamanda bina cephesinde kullanılan alüminyum çerçeveler sismik durumlar esnasında yer hareketini absorbe ederek ana strüktür kapasitesine ve beton üzerinde farklı değişimlere olanak sağlamaktadır. Bina etrafındaki 16 ve iç avludaki 4 kolon, düşey yükleri absorbe etmektedir. Kolonların stabilitesi dıştaki iskelet sisteminden gelmektedir (Deprem Mimarlığı, 2001).

1999 yılında iki deprem geçiren bina sadece iki penceresinin kırılmasıyla hasarı en az şekilde atlatmıştır. Tasarım şirketinin ana teması, her 500 yılda bir olacağı tahmin edilen etkili bir depremde, kirişlerdeki plastik karakterli mafsalların bir sarsıntı esnasında açığa çıkacak enerjiyi absorbe ederek iskelet sisteminin

tamamıyla çökmesini önlenmektir. Küçük bir sarsıntıda, herhangi bir strüktürel hasar olmaması sağlanmıştır (Deprem Mimarlığı, 2001).

Yapının ana tasarımı modülerlikten yola çıkılarak planlanmıştır. Binanın bütün birimleri birbirinin aynısı kare prizmaların eklenmesiyle oluşmuştur. Toplam on birim 46.000 m²'lik alana oturtulmuştur. Bu kare prizmaların arasında bırakılan boşluklar arkat, merdiven, ana ve dağıtım giriş koridorları olarak tasarlanmış ve bu boşluklar prizmaları esnek çelik strüktür sistemiyle birbirine bağlamıştır.

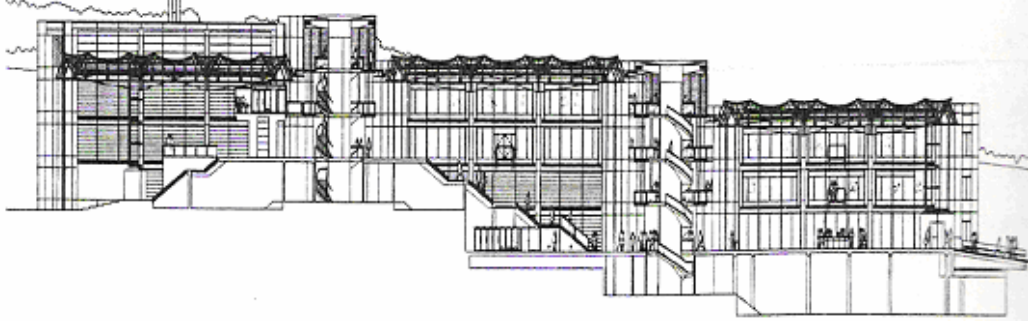
Binanın depreme dayanıklılık kriteri, birbirine benzeyen kat alanları, boyları ve uzunlukları aynı on birimin modüler bir şekilde birbirine belli boşluklarla bağlanarak, kat planının mümkün olduğunca küçük ve basit düzgün geometrik şekillerle tasarlanmış olmasıdır. Aynı zamanda bu modüller arasındaki boşlukların esnek bir strüktür sistemiyle birbirine bağlanması sonucu binaya süneklik ve esneklik kazandırılmıştır.



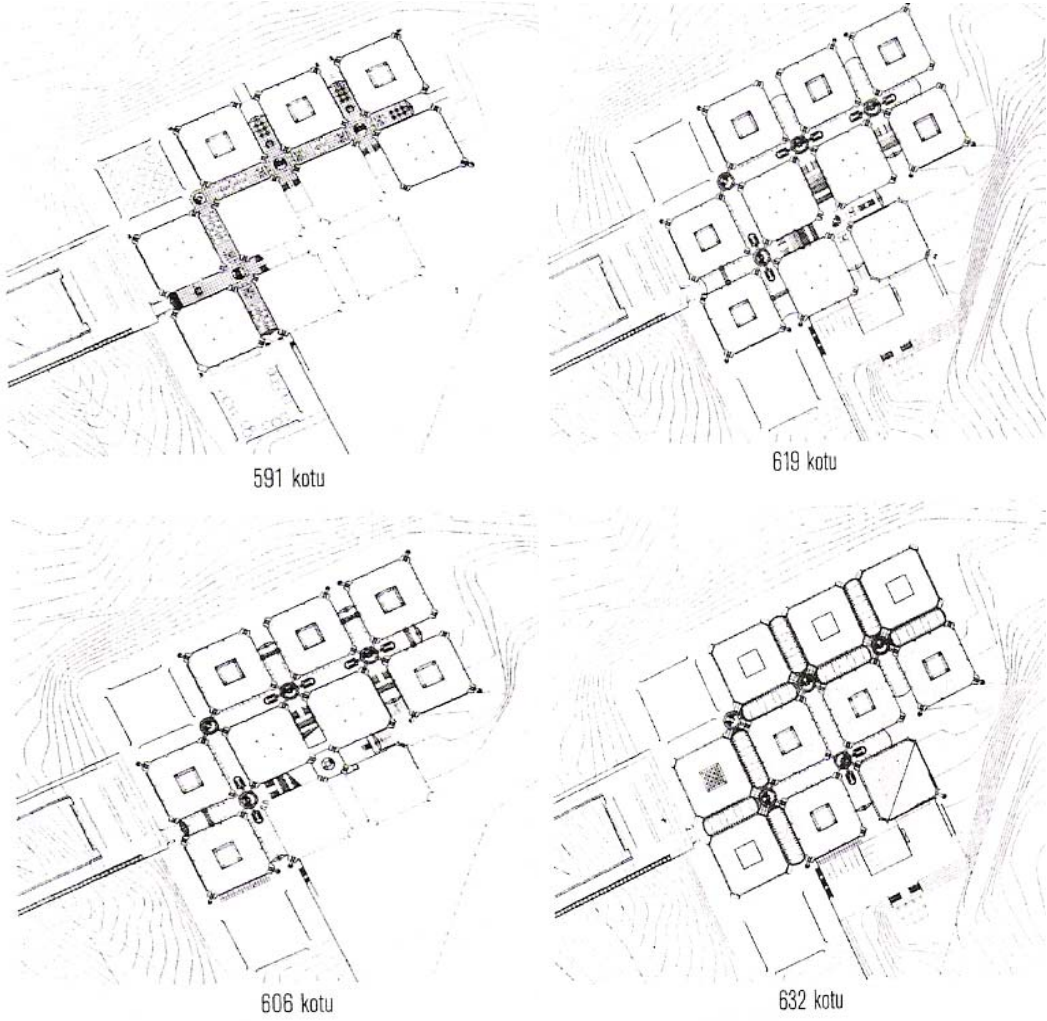
Şekil 3.65. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi Maketinden Görünüm



Şekil 3.66. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi giriş kısmı ve içerde görülen arkatlar (Deprem Mimarlığı, 2001)



Şekil 3.67. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi Genel Kuzeydoğu-Güneydoğu Dikey Kesiti (Deprem Mimarlığı, 2001)



Şekil 3.68. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi Yapı planları

4.BULGULAR

4.1. Betonarme Yapılarda Depreme Dayanıklılığı Sağlayan Mimari Tasarım Ölçütlerinin Belirlenmesi

Betonarme yapıların deprem karşısında dayanıklı olabilmelerini sağlayan mimari tasarım ölçütlerini, edinilen bilgiler doğrultusunda sıralanması istendiğinde şu sonuçlar ortaya çıkmaktadır:

1. Orta kat yüksekliğindeki 5-15 katlı B.A. binaların depremlerde, büyüklüklerine, yüksekliklerine ve ağırlıklarına oranla etkilendikleri belirlenmiştir. Bu duruma karşı yapı formlarının büyüklüklerinin mümkün olduğunca düzgün ve basit geometrik şekillere dönüştürülmesi, yüksekliklerinin birbirine oranla düzenli ve sürekliliğinin olması ve ağırlıklarına oranla mümkün olduğunca hafif kütleler şeklinde tasarlanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

2. Hafif kütleler şeklinde tasarlamak demek, bina kütlelerinin taşıyıcı sisteminin mümkün olduğunca basit ve düzenli akslar şeklinde tasarlanması anlamına gelmektedir. Çünkü binanın formu ne kadar karmaşık olursa taşıyıcı sistem elemanları da ona göre karmaşık çözümlenecek ve bir o kadar da boyutları büyük çıkacaktır. Bu elemanların büyük boyutlarda çözümlenmesi hem binanın mimari kullanım açısından kısıtlanmasına sebep olacak hem de binaya ek yük getireceğinden hafif yapı olgusunun ortadan kalkmasına neden olmaktadır. Yapı ne kadar hafif olursa deprem etkileri karşısında o kadar az zorlanır, binanın sünekliği ve fleksibilitesi artar. Yapı hafifliğine, yapıda kullanılacak olan malzemelerin hafif olması da etki eder.

3. Binaların burulmalarına sebebiyet verecek uzun kollu ve plan alanlarının çok büyük olduğu bina formlarından kaçınmalı, bina eni ile boyu arasında büyük ölçüde farklar olmamalıdır. Yapı planının strüktür çözümüne kolaylık sağlayan dikdörtgen, kare, daire gibi basit geometrik şekillerle tasarlanması sağlanmalıdır. Binanın bir kısmının rijit, bir kısmının dayanıksız olmasına izin veren kütleler oluşturulmamalı ve buna uygun taşıyıcı sistemleri binanın bir tarafında yoğunlaşmamalı, bunların uniform dağıtılmasına özen gösterilmelidir.

4. Yapı yüksekliği boyunca ani rijitlik değişimlerine sebebiyet verecek kat yüksekliği düzensizliğinden kaçınmalı, kat yüksekliğinin farklı yapılması durumunda da ek önlemlere gidilmelidir.

5. Binanın kütleli tasarımında en/ boy oranının 3 ila 4 arasında olmasına dikkat edilmeli bu oranın dışında olduğu durumlarda binanın deprem kuvvetlerinden aşırı derecede etkileneceği unutulmamalıdır.

6. Yapı yüksekliği boyunca kat alanlarının artması deprem açısından sakıncalı görülmektedir. Bina da zorlayıcı çıkmalara sebebiyet verilmemelidir. Ya da yapılan çıkmalara uygun strüktür desteği yapılarak tasarım yapılmalıdır.

7. Bunun tam tersi olarak zemin katları fazla yayılmış ancak üst katlarda kule gibi yükselen binalarda bu iki sistem birbirinden gerekli ölçülerde dilatasyonlarla ayrılmalı, deprem anında birbirine çarparak çekiçleme etkisine sebep olan durumlardan kaçınılmalıdır.

8. Yapı içerisinde bina formuna uygun taşıyıcı sistem seçimi mimarın tasarımı esnasında belirlenmelidir. Çünkü binayı ayakta tutacak strüktürün yerleşiminde oluşabilecek sorunlar binanın tasarımını da etkileyecektir. Binanın ağırlık merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste gelebilmesine özen gösterilmeli ve bu duruma uygun mimari tasarım ve taşıyıcı sistem tasarımı yapılmalıdır. Planda rijitlik merkeziyle kütle merkezini birbirinden uzaklaştıracı farklı kat plan tasarımlarından ve düzensiz kolon-perde yerleşiminden kaçınılmalıdır.

9. Yapılarda çekirdek bölgesi dediğimiz merdiven ve asansörün bina içerisinde tasarlandığı durumlarda bu bölgelerde ek perdeleme ya da kolonlama sistemine gidilmelidir. Ancak merdiven ve asansör etrafına yerleştirilen perdelerin binanın iç bölgesinde güçlü taşıyıcı sistem oluştuğunda bina köşelerinin yelpaze gibi savrulması muhtemel olmaktadır. Bunun önlemek için çekirdeğin perdelerle rijitlenmesine karşı bina köşe noktaları da yine ek perdelerle desteklenmelidir.

10. Yapı içerisinde yapı formuna uygun taşıyıcı sistem seçiminde çok sayıda küçük ve rijitliği az perde duvar olmalı, perdeler yapı içinde uniform dağılmış

olmalıdır. Binanın tamamen büyük perdelerle tasarlandığı durumlarda bu büyük perdelerden birinin zarar görmesi binayı tehlikeye sokacaktır. Perdeler küçük ebatla seçilmeli ve sık yerleştirmeli, aynı zamanda perdeleri destekleyici kolonlar da yapılmalıdır.

11. Perde duvarlar bina boyunca aynı yükseklikte devam edecek şekilde tasarlanmalıdır. Aksi takdirde perdelerin kolonlara dönüştüğü noktalarda zayıf bölgeler oluşmakta ve bina perdenin kolona dönüştüğü noktadan zarar görmektedir.

12. Kısa kolon oluşuma neden olan tasarım detaylarından kaçınılmalıdır. Bu bölgeler; döşemelerin aynı kotta olmaması durumunda iki döşeme arasında kalan kolonlar ya da dükkan katlarında asma kata konulan kirişlerin, kolonlara bağlandıkları yerlerde kısa kolon olarak çalışmasına neden olduğu durumlardır.

13. Yapının mimari formundan kaynaklanan taşıyıcı sistem seçiminde depremden gelebilecek her yönden etki dikkate alınmalıdır. Bina cephesine tek yönde karşılık veren kolonların yerleşimine sebebiyet verilmemeli, kolon sisteminin x-y doğrultusunda simetrik ve birbirine eşit sayıda çözümlenmesine dikkat edilmelidir.

14. Binalarda taşıyıcı sistem akslarının birbirini karşılayabilecek şekilde tasarlanmasına imkan veren mimari tasarıma özen gösterilmelidir. Kiriş akslarının direk olarak kolona bağlanamayıp saplama yöntemlerle çerçeve sistemlerinin oluşması deprem açısından sakıncalı görülmektedir. Bu yüzden kirişlerin direk olarak kolona saplandıkları düzenli akslar ve düzgün çerçeve alanları oluşturulmalıdır.

15. Yapı kütlelerinin, plan alanları birbirine yakın çerçevelerle oluşturulmasına özen gösterilmelidir.

16. 5 kat ve üzeri yapıların zemin bağlantılarının olmasına özen gösterilmelidir. Bodrum katsız ya da binayı zeminle örtüştürecek mekanların yeterli ölçüde ve yükseklikte olmaması durumunda bina zeminden koparak ya da tamamen

ayrılarak yıkılmıştır. “Bodrum kat yüksekliğinin bina boyu ile oranı 1/6 sı kadar olmalıdır” şartı aranmalıdır.

17. Deprem açısından mimari ayrıntılara da dikkat edilmelidir. Bina cephesinde deprem anında çevreye savrulabilecek süs elemanlarına dikkat edilmeli, cephede sağlanan dışların, yüksek parapet duvarlarının ve balkon süslerinin boyutlarının ve ağırlıklarının fazla olmamasına özen gösterilmelidir. Bu gibi elemanların binanın taşıyıcı strüktürüne bağlanmaları durumunda deprem anında taşıyıcı sisteme zarar verdiğinden binayı tehlikeye sokmaktadır.

18. Binanın değişik cephelerinde değişik malzemelerin kullanılmasının da simetriyi bozabileceği ve tehlikeli burulma momentleri oluşturabileceği düşünülerek, özel derzler yardımı ile rijitlik dengelemesi yapılmalıdır ya da binaya sonradan eklenen dekoratif amaçlı elemanlar, deprem sarsıntılarında taşıyıcı strüktürle birlikte mafsallarla hareket edebilecek şekilde detaylandırılmalıdır.

4.2. Depreme Dayanıklı Tasarlanmış B.A. Binaların, Belirlenen Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım Ölçütleriyle Karşılaştırılması

Bu konuda depreme dayanıklı tasarlanmış B.A. binaların mimari tasarım kriterleriyle, yukarda sıraladığımız B.A. binaların depreme dayanıklılığını sağlayan mimari tasarım ölçütleri karşılaştırılarak, çıkarılan ölçütler arasındaki farklar tespit edilmeye çalışılacaktır:

İncelenen dört binanın formları, düzgün geometrik prizmalardan oluşmuş ve böylelikle strüktür tasarımları da buna bağlı olarak sade ve basit çözümlenmiştir. Binalarda cephe tasarımları genelde bina formundan da kaynaklanan sadelik ön plana alınarak yapılmıştır. Binayı depremde etkileyebilecek zorlayıcı çıkmalara ve süslere yer verilmemiştir. Cephelerdeki hareketler strüktürel organizasyonun getirdiği düşünceler doğrultusunda oluşmuştur.

1. Manantiales binasında kolonlar birbirlerine döşemelerle birleştirilmiştir. Ancak cephe dışına gelen kolonlar ters kirişler yardımıyla birbirlerine bağlanmışlardır. Çekirdek kısmı en alt kattan en üst kata kadar aynı strüktürel sistemle birlikte tasarlanmıştır. Ancak bunların dışında yer alan bütün taşıyıcı sistem elemanları her katta değişmektedir. Depreme dayanıklı B.A. bina kriterlerine göre bu sakıncalı bir durumdur.

Manantiales binasında depreme dayanıklı mimari tasarım kriterlerine uymayan bir özellik yapının alt katlarda genişleyip üst katlara çıktıkça kule gibi yükselen bölümünün olmasıdır. Yükselen kule ile alt katta genişleyen yapı kütleleri arasında yeterli derz boşluğu bırakılmadığı durumlarda bu bölgelerin birleşim noktalarında deprem anında büyük zorlanmalar meydana gelir.

Manantiales Binası'nın cephesinde kullanılan çapraz silindirik kolonlar sayesinde strüktürel süreksizlik absorbe edilmeye çalışılmıştır. Ön gerilmeleri tamamlanmış bu silindirik beton dilimler yardımıyla bina içerisinde oldukça geniş alanlara imkan bulunabilmiştir. Bina içerisinde yerleştirilen kolon ve perdeler cephede yerleştirilen bu çapraz kuşaklamalar sayesinde daha esnek bir hal almışlardır. Çapraz kuşaklamaların yapılması sayesinde, depremden gelen etkilerin binanın cephesinde ve köşe noktalarında sönmölendirilerek binanın ayakta tutulması sağlanmıştır.

2. Granada Üniversitesi'nde yapı planında simetri hakim olmuş ve bu sayede oluşturulan taşıyıcı sistem yapı içerisinde uniform olarak dağıtılma imkanı bulmuştur. Yapı içerisinde yerleştirilen çekirdek etrafındaki perdeler bina köşelerindeki "L" tipi kolonlarla desteklenmeye çalışılmıştır. Planda ve düşeyde depremde hasara yol açabilecek düzensizliklerin hiçbiri yapılmamıştır. Bütün kolonların kirişlerle bağlanması sağlanmış ve çerçeve alanları birbirine yakın tutulmaya çalışılmıştır. Bina depreme dayanıklı B.A. bina örnekleri içerisinde, depreme dayanıklı mimari tasarım kriterlerine en uygun yapı olma özelliğindedir.

Binanın taşıyıcı sistemleri dışında kalan duvar, doğrama, cephe kaplamaları, asma tavanlar vs. gibi diğer elemanlar binaların taşıyıcı strüktürüne deprem esnasında beraber hareket edebilme kabiliyetine sahip sistemlerle contalanmışlardır. Amaç sarsıntı anında taşıyıcı sisteme zarar vermeden diğer elemanların kendilerini ve binayı korumasını sağlamaktır.

3. Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi binası 5 farklı binanın birbirine bağlanması sonucunda oluşturulmuştur. Bu ayırım binada planların basit strüktür sistemiyle çözümlenmesine olanak sunmuştur. Binalar birbirleriyle deprem esnasında uzayıp kısalabilecek gerekli derz boşluklarıyla birbirine bağlanmışlardır. Yapı yükseklikleri arasında farklar bulunmasına karşın bırakılan derz boşlukları sayesinde yapıların birbirine zarar vermesi önlenmeye çalışılmıştır.

Aynı zamanda Arrowhead Bölgesel Tıp Merkezi Binası'nda zemin katta ek desteklenmelere gidildiği görülmektedir. Yarı silindirik yapının deprem durumunda strüktürün tavrını artıracak birinci kattaki çapraz kuşaklamalar bütün zemin kat boyunca devam etmektedir. Bu çapraz kuşaklamalar deprem etkisinin en fazla hissedildiği zemin katın sarsıntıya karşı daha dirençli olmasını sağlamıştır.

Son olarak bina temelinde izolatör denilen binayı sarsıntı anında deprem hareketine karşı koruyucu sistemler kullanılmıştır. Her bir izolatör, zemin vasıtasıyla iletilen sismik enerjinin bir kısmını absorbe etmek üzere temel ve bina strüktürü arasında kolonlar altında yerleştirilir. Parçalar yatay sarsıntılara karşı koyduğu ve böylece çökmeyi önlediği için, herhangi bir sarsıntının strüktür üzerindeki etkisini azaltmayı amaçlamıştır.

4. Yapı Kredi Bankası İşlem Merkezi'nde ise yapı modüler sistemden yola çıkarak tasarlanmıştır. Binaların aynı boyutlarda ve formda tasarlanmasından dolayı yapıların deprem karşısındaki davranışları da aynı olmuş ve böylelikle yapıların birbirlerine vermiş oldukları zararlar minimuma indirilmeye

alışılmıştır. Yapılar birbirine, deprem anında binaların enerjisini sönümleyen farklı esnek malzemeyle birbirlerine bağlanmışlardır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnsanoğlu dünyayı ve doğayı kontrol altına almasını bilmiştir. İnsan akli ve gücü doğadaki bütün etkilere karşı koyabilmeyi başarmış ve bu zamana kadar neslini sürdürerek gelmiştir. Ancak deprem insanoğlunun son zamanlarda büyük savaş verdiği önemli bir doğa olayıdır. Depremi diğer doğa olaylarına nazaran önemli bir özelliği vardır. Bu özellik depremin ne zaman, nerede, kaç şiddetinde olacağının tam olarak kestirilememesidir. Ayrıca depremin şiddetinin binalara ne ölçüde zarar vereceği de önceden tahmin edilememektedir. Son yıllarda sıklıkla yaşadığımız şiddetli depremler insanoğluna ve yapmış oldukları binalara oldukça zarar vermiştir.

Bu tezin amacı ne zaman olacağı kestirilemeyen deprem olgusunda, içerisinde yaşamımızı sürdürdüğümüz binalarımızı tasarlayan mimarların bu güçlü doğa olayına karşı yapmış oldukları tasarımlarında depreme dayanıklı mimari tasarım ölçütlerini belirlemek ve bu ölçütlere ek ışık tutacak bilgiler sunmaktır.

Bir binayı oluşturmak çoklu disiplinler arası işbirliği ile meydana gelmektedir. Binanın oturacağı zeminin özelliklerini hesaplayan jeoloji mühendisleri, bunların vermiş oldukları zemin verileriyle ve mimarın tasarlamış olduğu binanın taşıyıcı sistemini hesaplayan inşaat mühendislerinin yer aldığı bir çalışma grubu oluşmuştur. Ancak mimar bu işin başındadır ve binayı asıl şekillendiren mimardır. Bundan dolayı depreme dayanıklı bina üretimi konusunda mimara büyük görev düşmektedir.

Mimar binayı şekillendirirken beğeni ve istekleri değerlendirerek oluşturur. Ancak binaya gelebilecek dış etkileri de göz önünde bulundurmak zorundadır. Bu zamana kadar edinilen deneyimlerden depremlerde hasar gören binaların çoğunda mimari hatalardan kaynaklanan sorunlar olduğu ortaya çıkmıştır. Mimarın estetik ve fonksiyonellik dışında binayı, deprem etkilerine karşı koyabilen form ve tekniğin ölçütlerinden haberdar olması ve binanın depremden

etkilenme durumunu bilerek buna uygun taşıyıcı sistemle tasarlaması gerekmektedir.

Bir uçağın uçabilmesi için belli bir formda tasarlanması ve hesaplanması gerekiyorsa, bina üretiminin başı olan mimar da bir yapıyı depreme karşı koyabilecek formla tasarlamak zorundadır, aksi takdirde bina ayakta kalamayıp yıkıldığında kendinden beklenen, içindekileri koruma işlevini yerine getirmesi mümkün olmaz. Bina ayakta kalamadığı sürece fonksiyonellik ve estetik de artık anlamını yitirir. İşte bu sebeplerden ötürü mimarın depreme dayanabilecek bir yapının tasarım ölçütlerini bilmesi gereklidir.

Bu çalışmada, binanın depreme dayanıklı olabilmesi için strüktür analizinin kolay çözümlenmesine imkan veren düzgün ve basit geometrik formlardan oluşması, binanın alanında ve yüksekliğinde bir uyum olması, bina yükünün mümkün olduğunca uniform olarak bütün binaya dağıtılması gerektiği sonuçları çıkarılmıştır. Taşıyıcı sistem tasarımında da mimarın ve mimari tasarımın büyük rolünün olduğu vurgulanmaya çalışılmıştır.

Tezin içerisinde incelenen, depremlerde hasar görmüş binaların en çok zemin kat köşe noktalarından ve yumuşak kat sebebiyle zarar gördükleri tespit edilmiştir. Son yıllarda depreme dayanıklı olarak tasarlanmış betonarme binalarda yukarıda saydığımız tasarım kriterlerine ek olarak, ilk önlem alınacak bölgelerin zemin katlar oldukları, bu katların çapraz kuşaklamalar ya da ek kolonlar yardımıyla desteklendiğinde depremde gelebilecek etkileri absorbe ederek üst katlara taşınmasının engellenebildiği ve bu kuşaklamalar sayesinde iç mekanlarda tamamen esnek çözümlere imkan bulunabildiği sonuçları çıkarılmıştır.

Bu sonuçlar çerçevesinde yapıların, depreme dayanıklı olması için belirlenen mimari tasarım ölçütleriyle tasarlanmalı ve bu detayların da yapım aşamasında yerinde birebir uygulanmasına özen gösterilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Albay, A. , 1994. Deprem Dayanımında Mimari Tasarımın Önemi ve Erzincan Deprem Konutları. Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi 129 s, İstanbul.
- Balyemez, S., Berköz, L., 2005. Hasar Görebilirlik ve Kentsel Deprem Davranışı. İTÜ Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Taşkışla, İTÜ dergisi mimarlık, planlama, tasarım, Cilt 4, Sayı1, 3-14 s, İstanbul.
- Bayülke, N., 1989. Çok Katlı Yapılar ve Deprem. T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Çok Katlı Yapılar Sempozyumu, İzmir.
- Bayülke, N., 1998. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı. İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 245 s, İzmir.
- Büyükyıldırım, G., 2006. Öldüren deprem mi, yapılar mı? İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi Yönetim Kurulu Üyesi Cumhuriyet Bilim Teknik 02.10.99, < www.angelfire.com/dep2/zelzele>.
- Çamlıbel, N., 1994. Depreme Dayanıklı Yapıların Tasarım İlkeleri. YTÜ Mimarlık Fakültesi, 145 s, İstanbul.
- Çiftçi, H. İ., 1999. 1999 Fotoğraflarla Deprem Kuvvetleri Karşısında Yapıların Gösterdiği Davranışlar. Şan Ofset, 216 s, İstanbul.
- Darılmaz, K., 1999. Betonarme Yapılarda Depremden Dolayı Oluşan Hasarların Nedenleri. <<http://www.ins.itu.edu.tr/EERS/adceyeq.htm>>

Deprem Mimarlığı, 2001. Depremden Korunmak İçin Yeni İnşa Teknikleri. Tasarım Yayın Grubu, 208 s, İstanbul.

Tasarım 143, 2004. Deprem ve Mimarlık, Manantiales Binası, Şili. Tasarım Yayın Grubu, 76-84 s, İstanbul.

Ersoy, U., 1999. Binaların Mimarisinin ve Taşıyıcı Sisteminin Deprem Dayanımına Etkisi. Mesa Mesken Sanayi A.Ş., 65-77 s, Ankara.

Gökçe, M. V., 2002. Yapıların Deprem Etkisi Altında Strüktürel Davranış Biçimleri ve Depreme Dayanıklı Yapılarda Mimari Tasarım İlkeleri Üzerine Bir Araştırma. Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.Lisans Tezi, 168 s, Niğde.

Gülkan, P., 2000. Marmara ve Düzce Depremleri Mühendislik Raporu – Yapılardaki Hasar Sebepleri ve Sonuçları.

<<http://www.metu.edu.tr/home/wwwweerc/reports/marmara.pdf>>

Konak, N., 2002. 17 Ağustos 1999 Depreminde Yıkılan Binaların Mimari Hataları. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans tezi, 108 s, Adapazarı.

Kuban, D., 1992. Mimarlık Kavramları, Tarihsel Perspektif İçinde Mimarlığın Kuramsal Sözlüğüne Giriş. YEM Yayınları, 107 s, İstanbul.

Mertol, A., Mertol, H.C., 2002. Deprem Mühendisliği, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı. Kozan Ofset, 644 s, Ankara.

Önel, H., Akbulut, T., 2002. Deprem Bölgelerinde Güvenli Yapı Tasarımına İlişkin Temel Yaklaşımlar. Deprem Bölgelerinde Yapı Üretimi, Sempozyum, 355 s, İstanbul.

The Earthquake Engineering Online Archive,Izmit Collection: IZT-378, 2006.

<<http://nisee.berkeley.edu>>

Tüysüz, O., Eyidoğan, H., 2005. Deprem ve Levha Tektoniği. İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

<<http://www.istanbuljmo.org/deprem.htm> >

Yorulmaz, M., 1991. Mimari Tasarım ve Deprem Mühendisliği. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul ve Deprem Sempozyumu.

<<http://www.ins.itu.edu.tr/kutlu/kdtr>>, 04.04.2005

<<http://www.turkforum.net/>>, 01.04.2006

<http://www.benkoltd.com/deprem/hareket_anl.htm > 2006

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuba Nur HÜNÜK
Doğum Yeri : Üsküdar
Doğum Yılı : 1981
Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu :
Lise : 1995-1997 Mersin Cemile – Hamdi
Ongun Süper Lisesi, 1997-1999
Isparta Gazi Süper Lisesi
Lisans : 1999- 2003 SDÜ Mühendislik Mimarlık
Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi :
2003 Mimarlar Odası Proje Kontrolörlüğü
2003 Meraş- Mercı İnşaat'ta Mimar
2005 Serbest Meslek Olarak Mimarlık Mesleğine Devam Ediyor