

17 AĞUSTOS 1999 DEPREMİNDE YIKILAN BİNALARIN MİMARİ HATALARI

Adil Altındal, Nesat Konak

Özet - Günümüzde bir deprem meydana geldiğinde ilk suçlanan İnşaat mühendisleri olmaktadır. Malzemedен çaldığı, eksik malzeme kullandığı ve yeterince güvenli hesap yapmadığı için suçlanır. Mimari tasarımın bazı olumsuzluklara yol açmış olabileceği hiç akla gelmez. Bir binanın deprem güvenliğini risk altına sokabilecek ve tehlike oluşturabilecek tasarımlardan kaçınmak ve yönetmelikte belirtilen düzensizliklerin oluşmasına olanak vermemek mimarın sorumluluğudur. Depremden korunmak için malsahibi-mimar- inşaat mühendisi üçgeni iyi bir diyalog kurmalıdır.

Anahtar Kelimeler-Deprem, Düzensiz Yapılar

Abstract - Nowadays, when there's an earthquake, the first incriminated are civil engineers. They are accused of not using enough equipment designs can cause some problems, it's architect's responsibility to avoid the projects which put the building's earthquake security at risk and comprese, danger and not to give permission to occur untidies which are indicated regulations. The civil engineer, architect and awner should have good dialogues so do avoid the earther.

Key Words – Earthquake , Irregular Structure

I. GİRİŞ

Başbakanlık kriz masasının açıklamasına göre, bu depremin neden olduğu ölü sayısı 17479 , yaralı sayısı 43953'dur. Yıkılan veya ağır hasar gören yapı sayısı 77342'dir[1]. Yıkılan veya ağır hasara uğrayan yapıların çoğu genellikle kötü zemin üzerine yapılan 4,5,6 katlı ticari ve mesken amaçlı betonarme yapılardır.

Deprem hasarlarına sebep olan etkenler şöyle sıralanabilir.

- Depreme uygun olmayan mimari ve/veya taşıyıcı sistem
- Yapım (uygulama) hataları
- Kalitesiz ve eksik malzeme kullanımı
- Mevzuat eksikliği ve denetimsizlik

Görüldüğü gibi hasarın fazlası bu basit nedenlerden kaynaklanmaktadır. Buna bir de Adapazarı'nda zemin sorunu eklenmiştir.

1998 Ocak ayında yürürlüğe giren "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmenlik" bina geometrisi ve taşıyıcı sistemle ilgili hükümler içermektedir. Bu yönetmelik binalar, düzenli ve düzensiz olarak iki kategoriye ayrılmakta ve düzensiz binalar çeşitli biçimlerde kısıtlamaktadır. Yapı sistemi ve yapı geometrisi ile ilgili yönetmeliğin getirdiği kısıtlamaların mühendisler kadar mimarlarca da bilinmesi gerekir. Yapılan araştırmalar, deprem dayanımının büyük ölçüde mimari tasarım aşamasında oluştuğu göstermektedir, çünkü bina geometrisi bu aşamada şekillenmektedir. Mimari tasarım aşamasında deprem davranışına aykırı bir biçimin seçimi büyük bir handicap oluşturmaktadır[2].

Bir binanın tasarımında ve konfigürasyonuna karar verilmesinde en çok söz sahibi mimar olduğuna göre, deprem güvencesi doğrudan etkileyen mimari özelliklerin neler olduğu konusu mimarlarımızı çok yakından ilgilendirmektedir. Konfigürasyonun ne kadar önemli olduğu çağdaş Türkiye Deprem Yönetmeliği (1998)'de yer alan çeşitli yönlendirici ve caydırıcı maddelerde ayrıntıları ile vurgulanmıştır. İnşaat mühendisleri için dahi çok karmaşık ve anlaşılması güç bir şekilde kaleme alınmış bu Deprem Yönetmeliği'ni mimarlarımız genelde hiç okumaz. Mimar deprem güvenliği sorumluluğunu, statik hesapları yapan mühendisin üzerinde gördüğü için ön tasarım safhasında mimar-statiker diyalogu yoktur veya mimardan mühendise doğru tek yönlü çalışmaktadır.

Bu diyalog çok önemlidir ve tasarımın daha ilk safhasında, mimarın konfigürasyon hususunda vereceği kararların binanın deprem güvencesi ile uyum içinde olması gerekir. Mimarlarımız bina ön tasarımı yaparken, Türkiye Deprem Yönetmeliği (1998)'de belirtilen sakıncalı ve olumsuz çoğu doğrudan veya dolaylı bir şekilde mimari tasarımda yer alan düzensizliklerle ilgilidir [4].

Bu çalışmada hangi düzensizliklerin deprem hasarlarına davetiye çıkarmada etkili olduğu anlatılmaya çalışılmıştır.

II. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

Dünyada iki türlü yapı vardır. Bir tanesi yalnızca düşey yükler, yapının kendi ağırlığı içindeki insan ve eşyanın yükleri için tasarlanmış yapılardır. Diğeri ise düşey yüklerin yanında deprem yükleri için tasarlanmış yapılardır. Deprem yükleri çok kısa sürede etkirler ve dinamik özellik gösterirler. Daha önce herhangi bir zamanda önemli bir yatay etki ile zorlanır. Taşıyıcı sistemdeki kusurlar çok kısa zamanda ortaya çıktığı için herhangi bir tedbir almak veya yüklemeye etkili olmak mümkün olmaz [5].

Türkiye'nin 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde betonarme taşıyıcılarının boyutlandırılmasında düşey yük ve dayanıklılık gereklilikleri için TS 500'e uyulmalıdır.

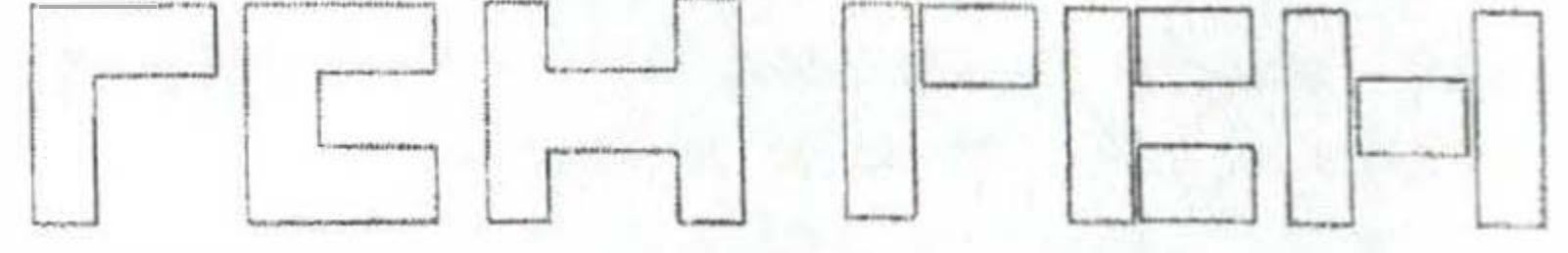
III. BİNA GEOMETRİSİ VE TAŞIYICI SİSTEM DÜZENİNİN DAYANIMINDA ÖNEMİ

Bir binanın deprem dayanımı büyük ölçüde mimari aşamasında oluşur. Taşıyıcı sistem de belirlenince binanın deprem dayanımı şekillenmiş olur. Yeni deprem yönetmeliğinde düzensiz yapılar belirlenmiştir. Bazı düzensiz yapılara izin verilmezken diğerleri getirilen koşullarla cezalandırılmıştır. Yönetmelikte düzensizlikler iki sınıfa ayrılmaktadır; (a) planda düzensizlik, (b) düşey doğrultuda düzensizlik. Planda; burulma, döşeme çıkıntı ve taşıyıcı sistemin paralel olmama düzensizliği ele alınmaktadır. Düşey doğrultuda ise zayıf kat, yumuşak kat ve düşey eleman süreksizlikleri anlatılmıştır.

IV. YAPI PLAN GEOMETRİSİ

Yapı planda ne kadar basit ve simetrik düzenlenmiş ise depreme karşı dayanıklılığı o derece yüksek olur. Yapının planda iki doğrultuda simetriye sahip olması istenmektedir. Deprem açısından en uygun geometrik biçim planı kare ve dairedir. H,T,U,L şeklinde plana sahip olan yapılarda deprem esnasında çoğunlukla burulma etkileri oluşmaktadır. (Şekil 1). Bu yapılarda, basit veya simetrik şekiller olmama nedeniyle rijitlik merkezi ile kütle merkezleri arasında önemli aralıklar oluşmakta ve

bu nedenle düşey taşıyıcı elemanlar burulma ile zorlanmaktadır.

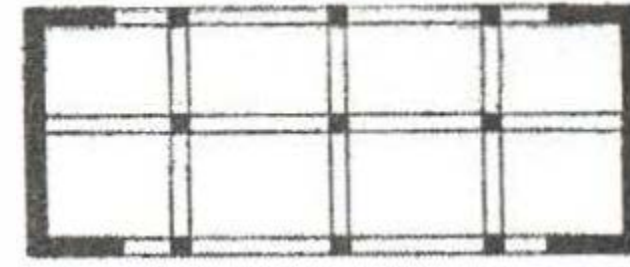


Şekil 1 Planda burulma etkisi zorlama yapan planlar

Şekil 2 Simetrik ve basit plana sahip olmayan planların basit ve simetrik bloklara dönüştürülmesi

V. YAPI PLANINDA KÜTLE VE RİJİTLİK DÜZENSİZLİĞİ

Taşıyıcı sistemde yatay düzlemde bulunan elemanların düzgün ve sürekli olarak düzenlenmesi deprem açısından önemlidir. Taşıyıcı sistemin planda düzgün dağıtılması sistemin belirli bölgelerinin aşırı zorlanmasını önlemektedir (Şekil 3) [5,6].



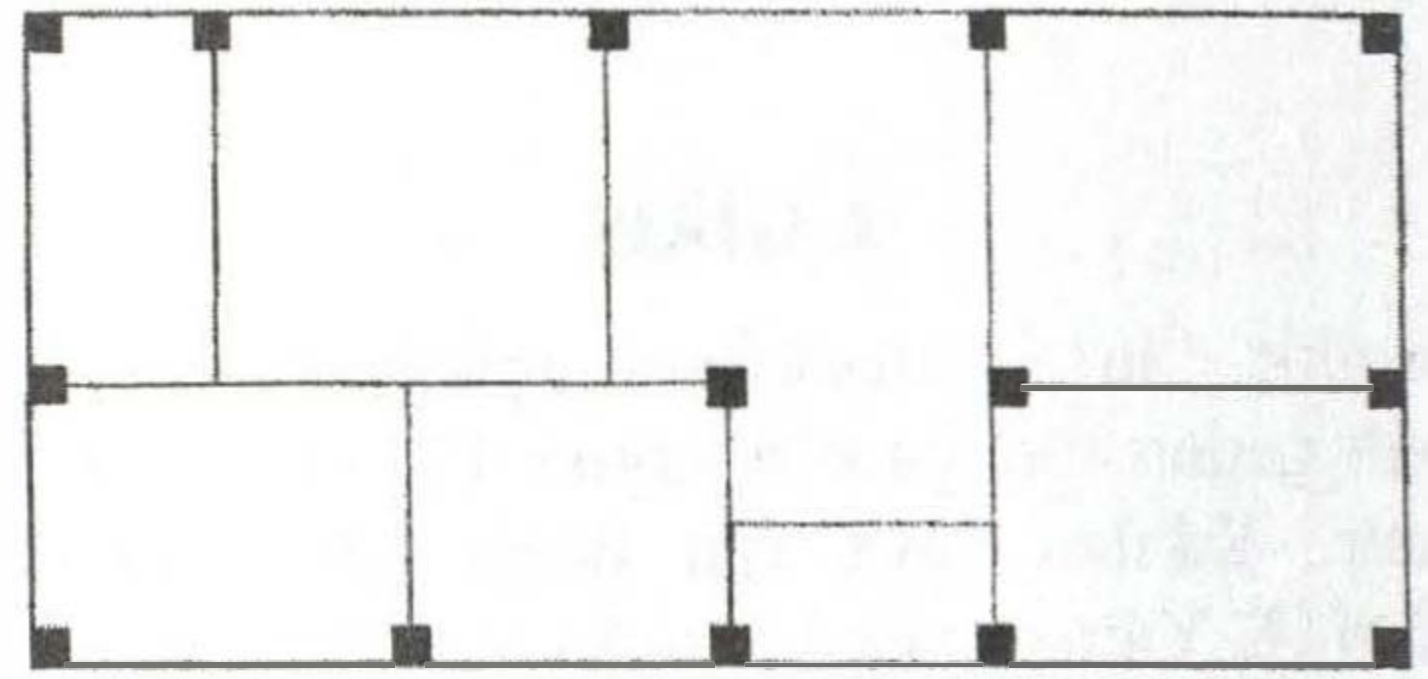
Şekil 3 Taşıyıcı sistemi düzgün dağıtılmış yapı sistemi



Şekil 4 İki doğrultuda farklı rijitlik gösteren yapı sistemi

VI. ÇERÇEVE DÜZENSİZLİĞİ

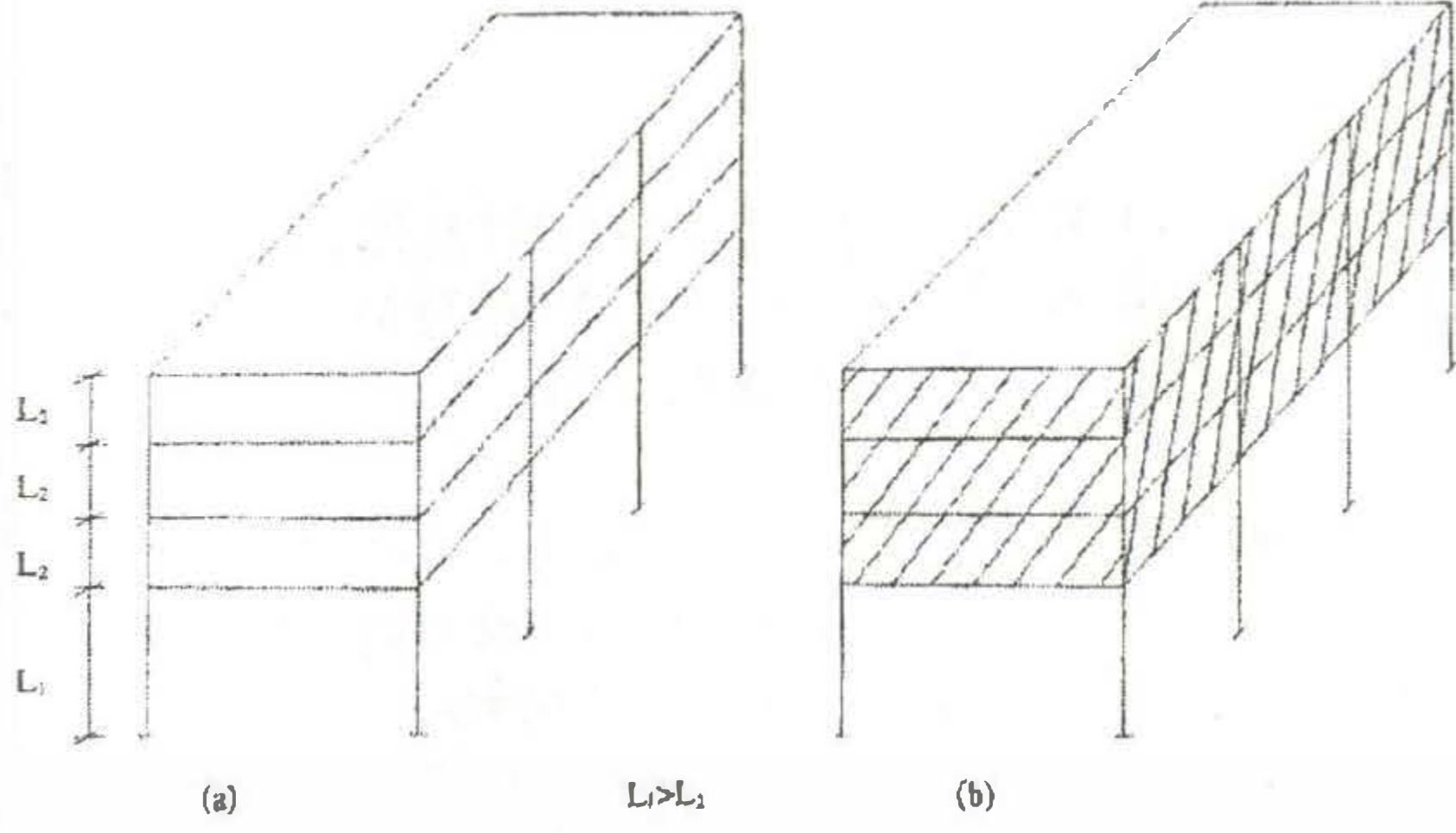
Taşıyıcı sistemde mimari nedenlerle çerçevelerin süreksiz olması (Şekil 5) kolonların birbirine kiriş ile bağlanmadığı durumlarda döşemenin bir bölümü kiriş gibi çalışmakta ve depreme dayanıklılık açısından istenilen, düşey taşıyıcı elemanların kirişlerle birbirine bağlanması sağlanamamaktadır [7].



Şekil 5 Çerçevelerin süreksiz olduğu yapı planı

VII. YUMUŞAK KAT DÜZENSİZLİĞİ

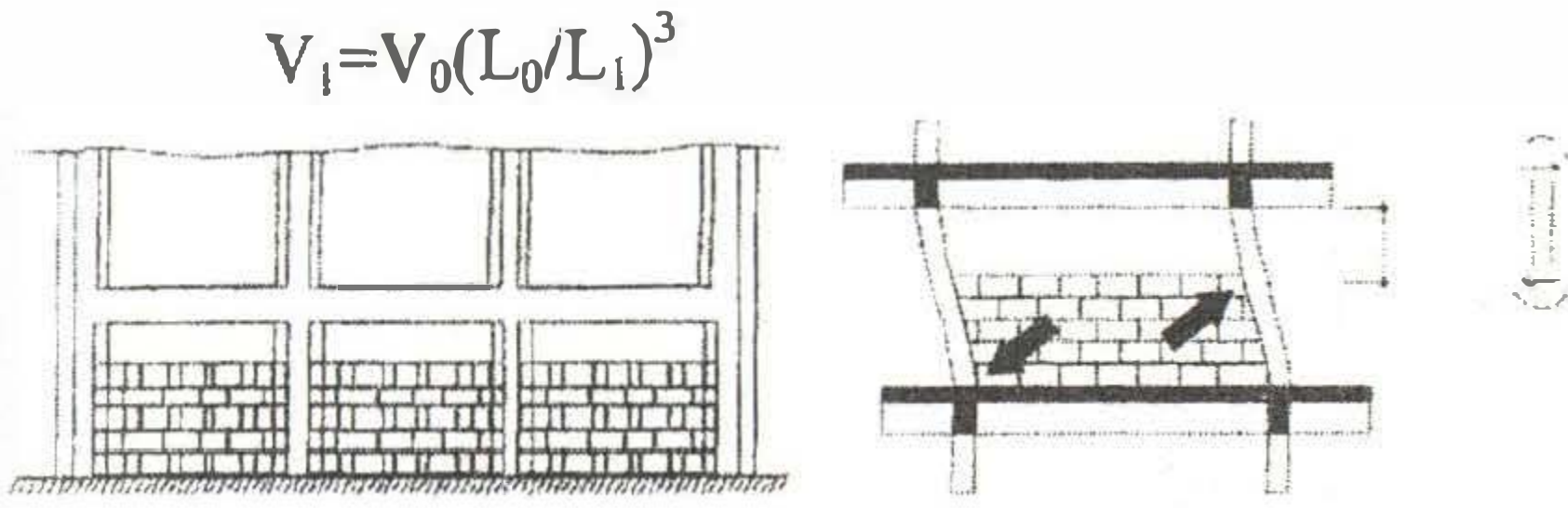
Yumuşak kat; bir katın diğerlerine göre daha az rijit olmasından kaynaklanır. Yumuşak kat oluşumu Şekil'6a ve Şekil'6b de gösterildiği gibi taşıyıcı sistem veya dolgu duvar nedeniyle olabilir [8].



Şekil 6 Yumuşak kat düzensizliği

VIII. KISA KOLON DÜZENSİZLİĞİ

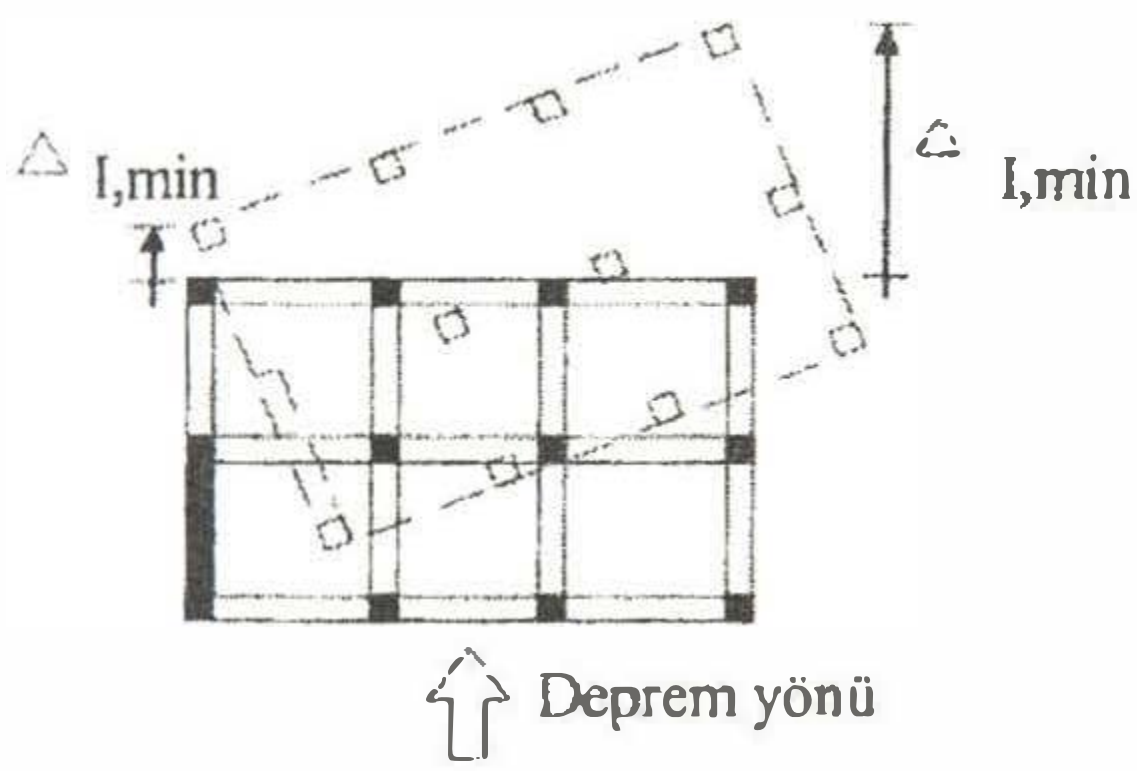
Herhangi bir katın kolonları arasında dolgu duvarları, kat yüksekliği boyunca örülmeyip ışıklık ve benzeri nedenlerle, belirli bir yüksekliğe kadar örülürse Şekil 7'de gösterildiği gibi kısa kolon düzensizliği oluşur. Kolon ne kadar kısa ise üzerine çektiği kesme kuvveti de boyunun üçüncü kuvveti ile doğru orantılı olarak artar.



Şekil 7 Kısa kolon düzensizliği

IX. BURULMA DÜZENSİZLİĞİ

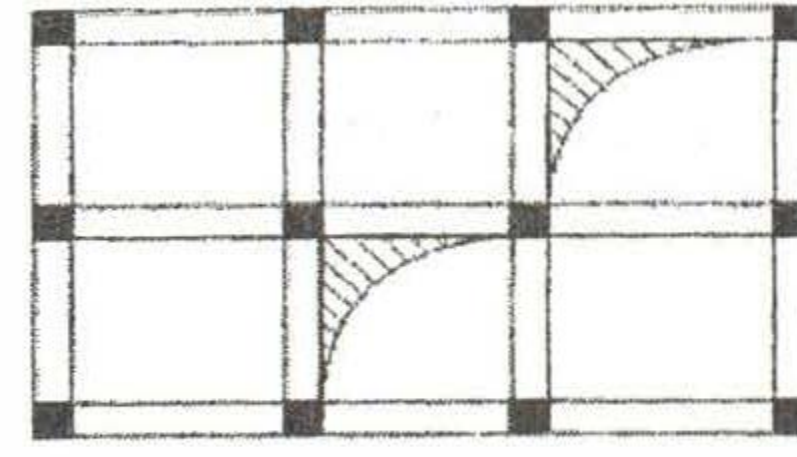
Birbirine dik iki deprem doğrultusunda herhangi biri için herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden η_{bi} nin 1,2 den büyük olması durumuna denir (Şekil 8) [3].



Şekil 8 Burulma düzensizliği (A1 düzensizliği)

X. DÖŞEME BOŞLUKLARI DÜZENSİZLİĞİ

Bir kat planında, merdiven ve asansör boşlukları dahil çeşitli maksatlar için açılmış boşlukların oranının toplamı, o katın brüt alanının üçte birini geçerse Döşeme Boşluğu Düzensizliği vardır denir (Şekil 9) [3].

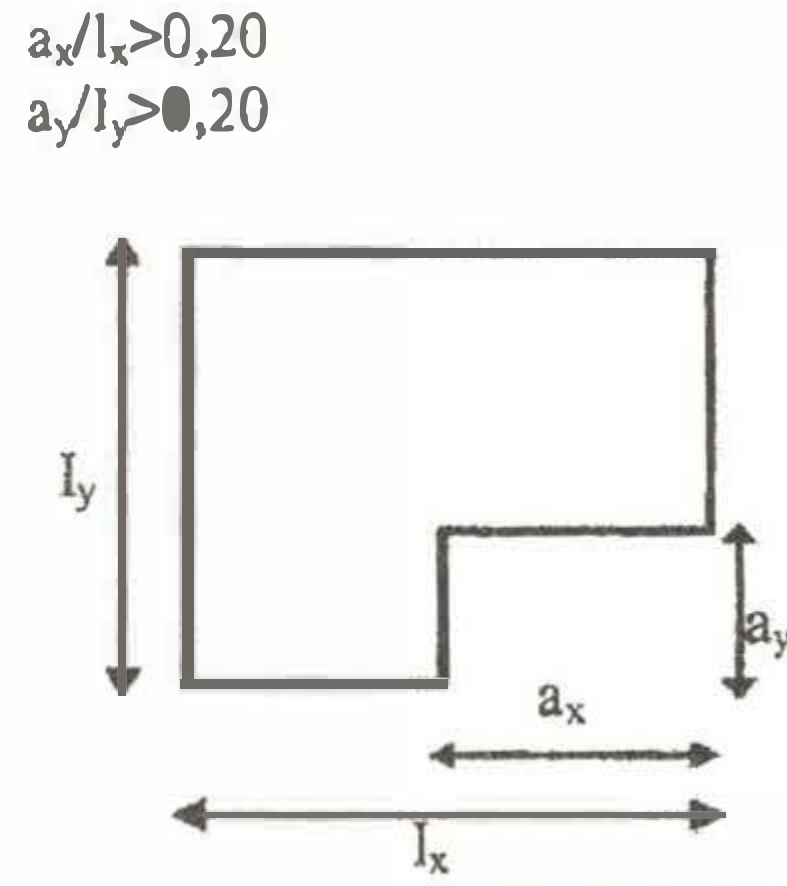


$$\frac{A_b}{A} = \frac{\text{boşluk oranı}}{\text{toplam kat alanı}} > 1/3$$

Şekil 9 Döşeme boşlukları düzensizliği (A2 düzensizliği)

XI. PLAN GEOMETRİ DÜZENSİZLİĞİ

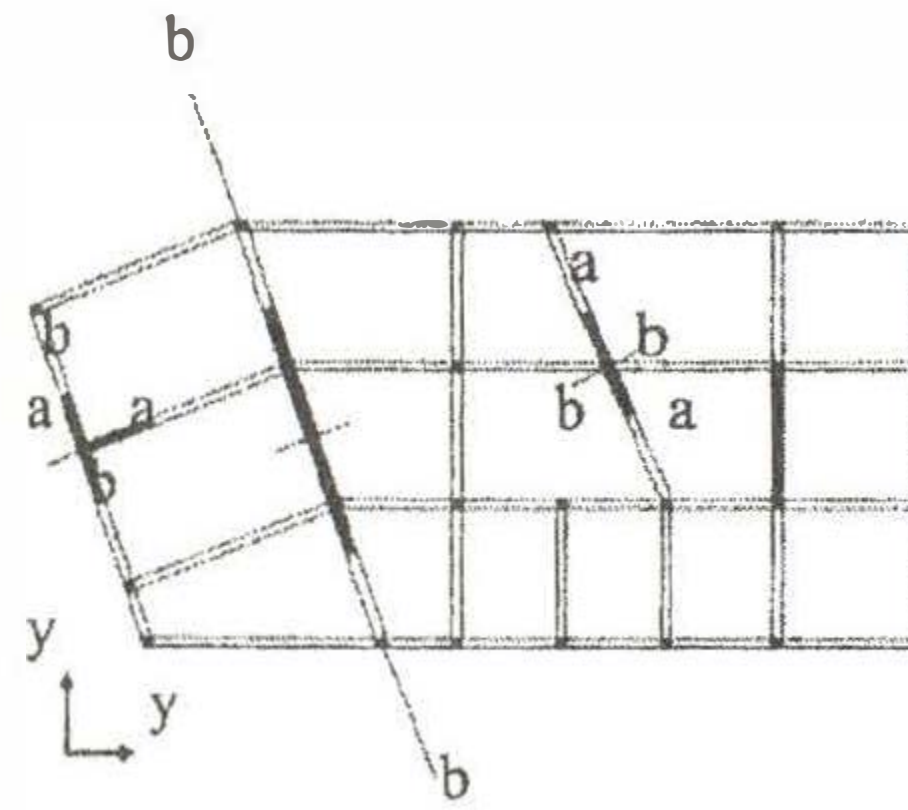
Bir yapıda, bir kat planındaki girinti veya çıkıntının birbirine dik iki yandaki boyutlarının her biri, o yöndeki brüt plan boyutunun %20'sini geçerse Plan Geometri Düzensizliği vardır denir (Şekil 10) [4].



Şekil 10 Plan geometri düzensizliği (A3 düzensizliği)

VII. ORTOGONAL OLMAMA DÜZENSİZLİĞİ

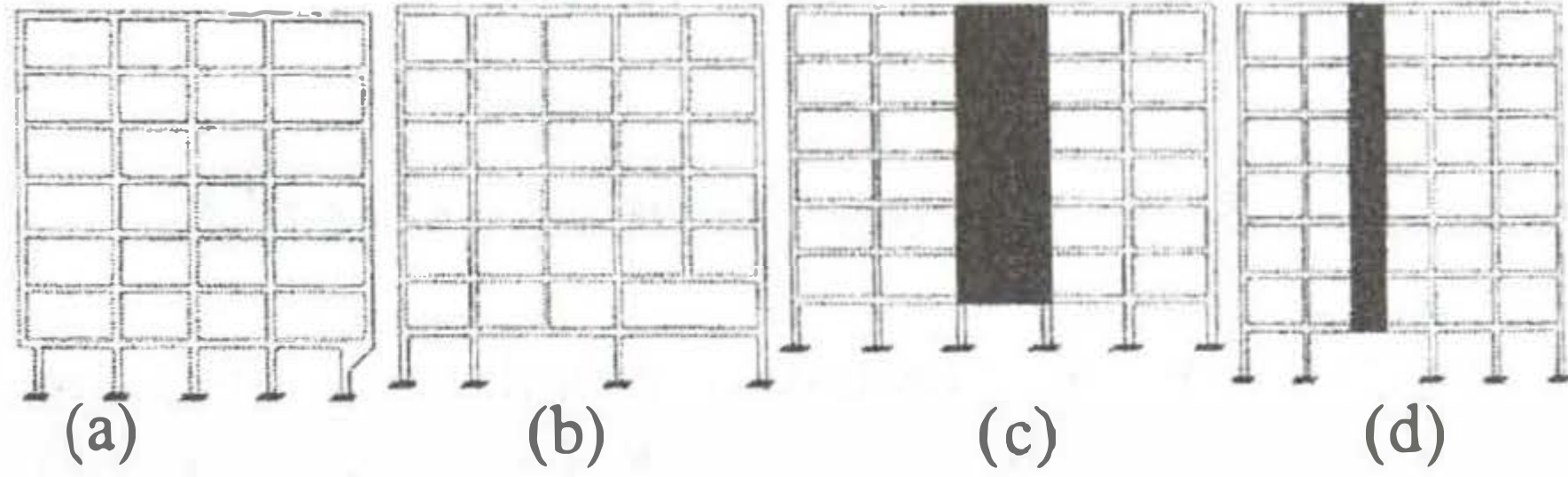
Eğer, kat planlarındaki düşey taşıyıcı elemanların asal eksenleri, yatay deprem doğrultularına göre belli bir eğiklikte ise buna Ortogonal Olmama Düzensizliği vardır denir (Şekil 11) [4].



Şekil 11 Ortogonal olmayan yapı planı

XIII. TAŞIYICI SİSTEMİN DÜŞEY ELEMANLARINDAKİ SÜREKSİZLİK

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik'e göre taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya kirişlere oturtulması Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği olarak ifade edilmektedir (Şekil 12.a,b,c,d) [4].

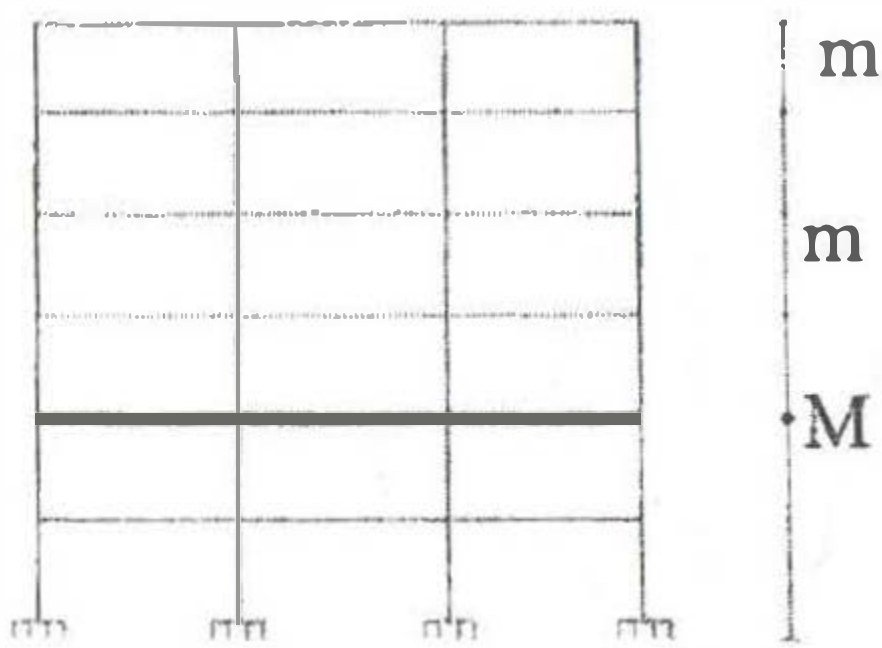


Şekil 12. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

(a) ve (d) tipi düzensizliklere hiçbir zaman izin verilmez. (b) ve (c) tipi düzensizliklerde üst taraftaki kolon ve perdeleri taşıyan kirişlerle, bu kirişlerin uç noktalarındaki düğümlere birleşen diğer tüm kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvetler yüzde 50 oranında artırılacaktır. Ayrıca adı geçen kolonların tüm boyunca sarma işlemi yapılır.

XIV. KÜTLE DÜZENSİZLİĞİ

Yapının bina yüksekliği boyunca depo gibi kullanılan bazı kat döşemelerinde, döşeme kalınlığının diğer döşeme kalınlıklarına göre daha yüksek olması ve aşırı yüklenmesi de yükseklik boyunca bir kütle düzensizliği teşkil eder.



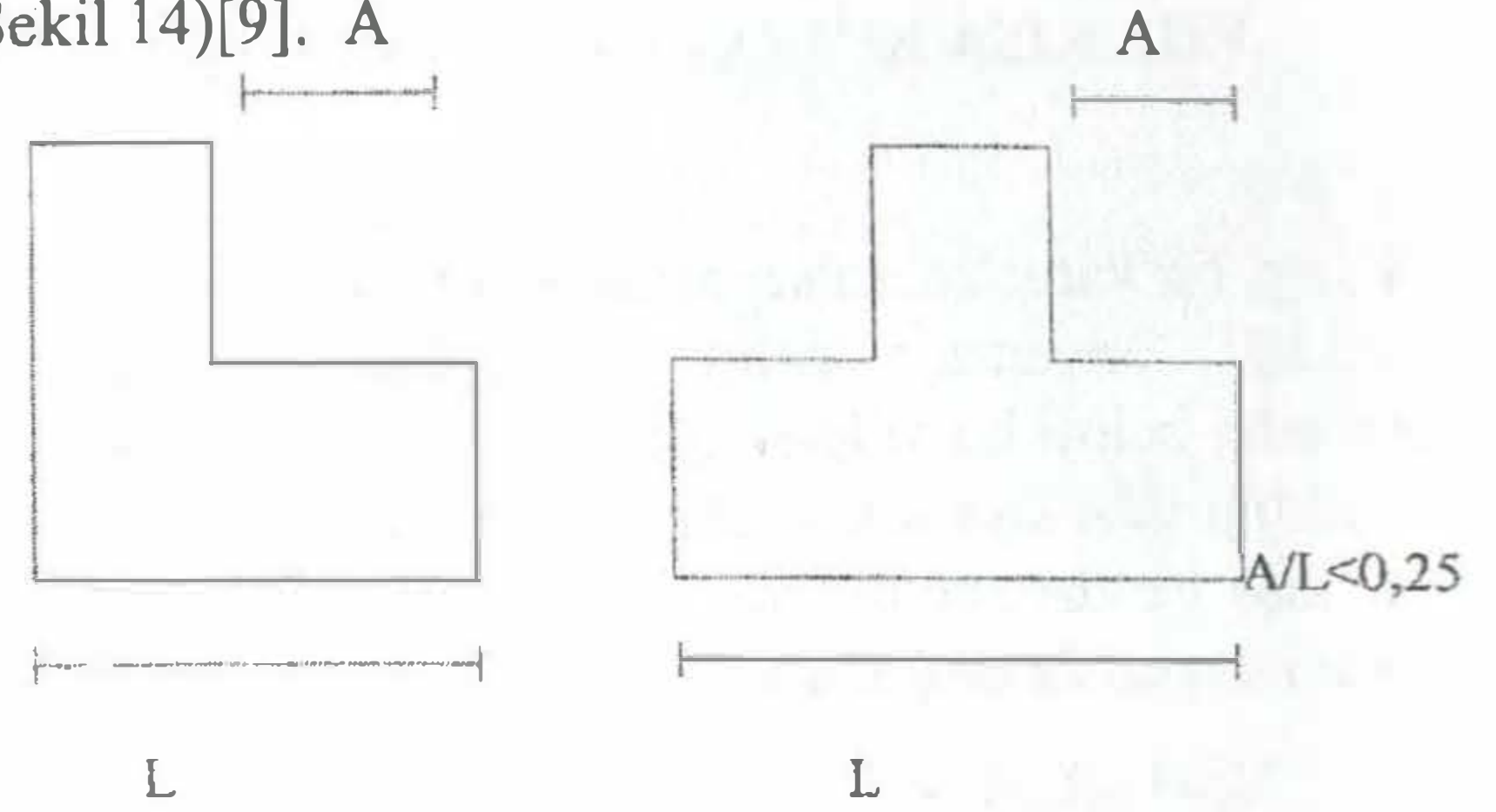
Şekil 13 Kütle düzensizliğine sahip yapı

XV. BİNALARIN BİRBİRLERİYLE ÇARPIŞMASI (DOMİNO ETKİSİ)

Katları farklı yükseklikteki bitişik binaların birbirlerine çarpması çekiçleme etkisi yapmaktadır. Yükseklik farkı nedeniyle titreşim periyotları farklı olan bitişik binalar, salınım sırasında çarpışmakta ve daha sert olan kısa yapılar, uzun yapıları kat hizasından tahrip etmektedir.

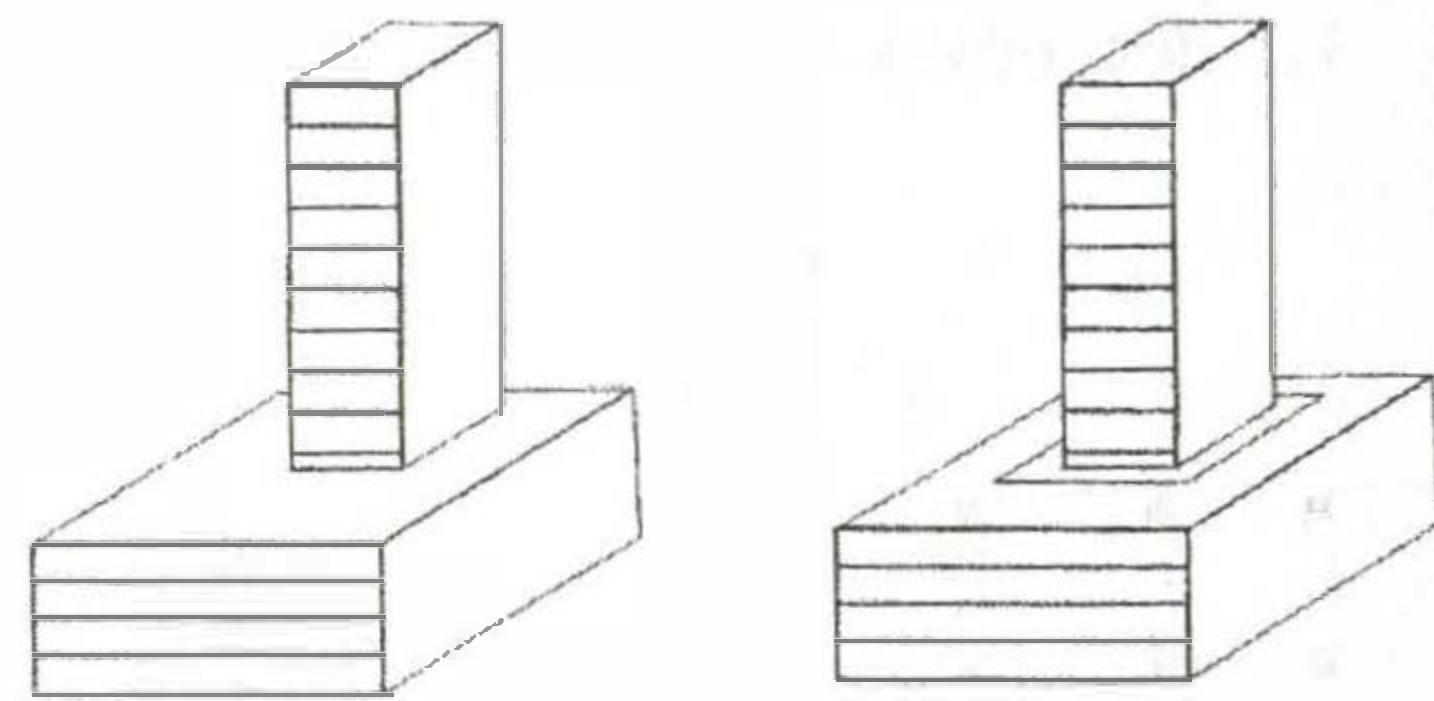
XVI. YÜKSEKLİK GEOMETRİSİ VE YÜKSEKLİK BOYUNCA RİJİTLİK DÜZENSİZLİĞİ

Kat alanları değişmeyen binalarda, her kat döşemesi o kata gelen yatay yükleri aktarırken, kat değişikliği olan noktadaki kat döşemesi o kat üstündeki tüm katların yatay yükünü aktarmak durumundadır. Bu durum statik çözümü zorlar ve geçiş katındaki taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların boyutlarını aşırı büyütür. Kat alanları değişik bir binanın düzensizlik sınıfına girmemesi için A/L oranının 0,25 i geçmemesi gerekir (Şekil 14)[9]. A



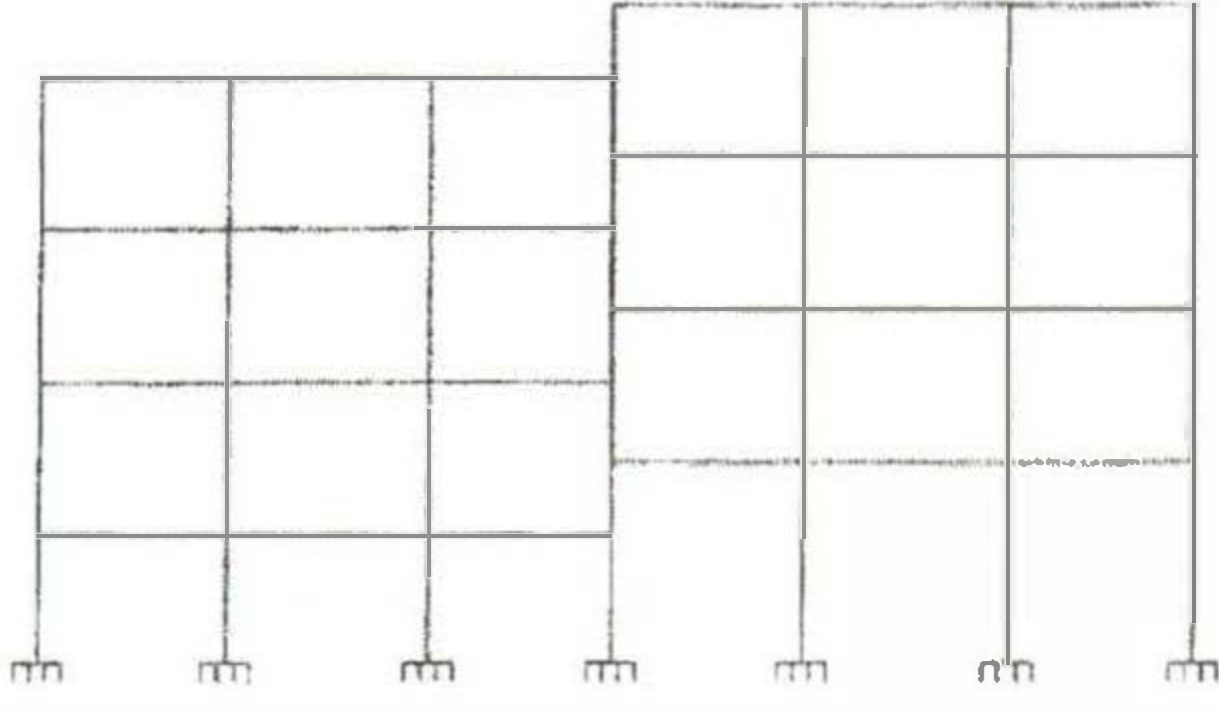
Şekil 14. Yapının yükseklik ile genişlik ilişkisi

Yapılarda alt kattan başlayarak en üst kata doğru ağırlık ve rijitlikte uyumlu bir gidiş olmalıdır. Aynı yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması sakıncalıdır. Ana yapı üzerinde kule ve çekme kat gibi alan olarak asıl yapıdan daha küçük ve yüksek yapı bölümleri deprem esnasında ana yapıdan farklı davranmakta ve daha büyük yatay kuvvetlerle zorlanmaktadır. Bu farklı davranışları önlemek için farklı yükseklikteki bölümleri birbirinden derzle ayırmak gerekmektedir (Şekil 15) [7].



Şekil 15. Yapı boyunca meydana gelen yükseklik farkı düzensizliği

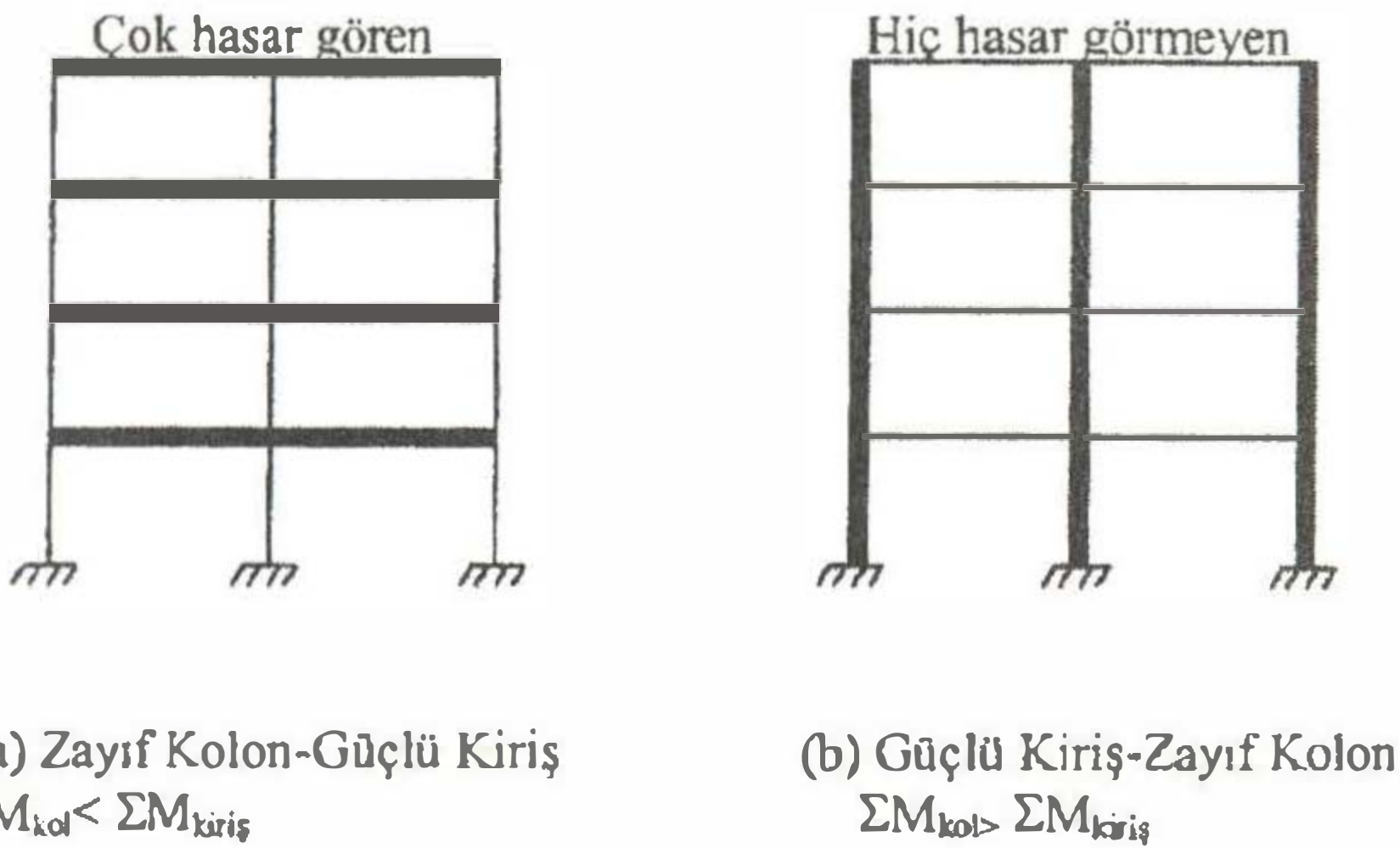
Kat döşemeleri ve kirişlerin farklı katlarda saplandıkları ortak kolonun bulunduğu yapı aksı, yapının diğer kolon akslarına göre çok daha yüksek bir rijitlikte olmaktadır. Çünkü; bu akstaki kolon boyu, diğer akslardakilere göre yarı yarıya daha kısa olmaktadır. Bunun sonucu olarak da bu akstaki kolonların büyük yatay kuvvetlerle zorlanması nedeniyle hasarlar oluşmaktadır (Şekil 16) [7].



Şekil 15 Farklı katlarda kolona sapanan
kirişlerin etkisi

XVII. GÜÇLÜ KOLON-ZAYIF KİRİŞ

Yıkım nedenlerinden biri de kolonların yeteri kadar güçlü olmamasıdır. Kolonların alt veya üst başlarında plastik mafsallar oluşmakta ve yatay yük taşıyabilme gücünü yitiren kolonların yana yatması ile, kirişler ve döşeme plakları birer iskambil kağıdı gibi, kat kat üstüne yıkılmaktadır. "Binanın yıkılmadan ayakta kalabilmesi için plastik mafsallaşmanın kolonların alt veya üst başlarında değil, kiriş mesnetlerinde oluşması için Türkiye Deprem Yönetmeliği (1998)'de belirtilen şartlara uymalıdır (Şekil 17) [4].



Şekil 17- Çerçevesel sistemler için güçlü kolon önerisi

SONUÇ VE ÖNERİLER

17 Ağustos 1999 tarihinde meydana gelen $M_s=7.4$ manyitüdündeki deprem Adapazarı Ovasında büyük yıkıma ve hasara sebep olmuştur. Yapılan saha çalışmalarında hasar nedenleri şu şekilde sıralanabilir.

* Betonarme taşıyıcı sistemin düzensiz olması, arsa veya mimari proje nedeniyle kişilerin dolaylı mesnetlenmeleri ve kolonlarla aksenal birleşmemeleri.

* Giriş katların ticari amaçla kullanılmaları kat yüksekliğinin fazla tutulması ve bölme duvarlarının kullanılması yumuşak kat olarak tanımlanan ve yeterli

rijitliğe sahip olmayan katların ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

* Yeraltı su seviyesinin yüksek olmasına rağmen yeterli gömme derinliği kullanılmamıştır.

* Saplama kirişler çok kullanılıp düzenli çerçeve sisteminin oluşması engellenmiştir.

* Kolonlar simetrik dağıtılmamış, kolonların güçlü yönleri hep aynı doğrultuda yerleştirilmiş ve sistemin yanal ötelemesi engellenememiştir.

* Betonarme perdeler yanal ötelemelere direnen en güçlü elemanlar olduğu bilindiği halde projeler de kullanılmamıştır.

* Kiriş genişliklerinin bazıları yeni deprem yönetmeliğine uyum sağlamıyor. Yer kazanmak için kirişler kolon dışına yerleştiriliyor.

* Çok katlı bitişik nizam binalar deprem sırasında birbirini etkileyerek hasara sebep olmuştur.

Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğu unutulmamalı ve depremlere hazırlıklı olmamız gereklidir. 17 Ağustos sabahı yaşanan felaketin tekrarlanmaması için bazı önlemleri almamız gerekiyor.

* Deprem dayanımını sağlamak sadece mühendisin görevi değildir. Deprem dayanımı mimari tasarımda olduğundan, mimarlarımızın deprem davranışını bilmeleri gerekmektedir.

* Deprem güvenliği açısından ön tasarım aşamasında mimar, statiker diyalogu iyi sağlanmalıdır.

* İhale yasası, imar yasası, mühendislik ve mimarlık hakkında yasa, günün koşullarına göre çağdaş bir anlayışla düzeltilmelidir.

* İmar affı ve benzeri uygulamaların kesinlikle yapılmaması gerekir.

* Tarım alanları kesinlikle imara açılmamalıdır.

* Belirli bir plana göre yapılaşmasını tamamlayan bölgelerde kat ilavesine kesinlikle izin verilmemelidir.

- [1] Özmen, B, 17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depreminin Hasar Durumu, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara, Nisan,2000.
- [2] Mesa Mesken, Deprem Güvenli Konut Sempozyumu, Mesa Mesken A.Ş., Ankara, 1999
- [3] Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İmar ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Enstitüsü, Ocak, 1998.
- [4] Tezcan, S,S, Bir Mimarın Seyir Defteri, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Eylül, 1998
- [5] Celep, Z, Kumbasar, N, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Akademisyen, İstanbul, 1999
- [6] Tuna, M.E, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarım İlkeleri, Tuna Mühendislik Mimarlık, A.Ş. Ankara, 1999
- [7] Bayülke, N, Depremler ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar, Teknik Yayınevi, Ankara, 1991,
- [8] TUBİTAK, Betonarme Binaların Onarımı ve Güçlendirilmesi İMO, 1999
- [9] Ersoy U. Binaların Deprem Dayanımında Mimarinin Etkisi, Derleyen Aktüre, T, Mesa Mesken Sanayii A.Ş. sayfa 39-56, Ankara, Nisan 1994.