



**TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI**  
**İSTANBUL ŞUBESİ**  
Yapı Tasarımı Kursu

**BETONARME YAPILARDA**  
**TASIYICI SİSTEM DÜZENLENMESİ**



Prof. Dr. Melike ALTAN  
maltan@ins.itu.edu.tr

Prof. Dr. Kadir GÜLER  
kguler@itu.edu.tr

Istanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,  
Yapı Anabilim Dalı

30 Haziran, 5 Temmuz 2008, Harbiye, İstanbul

1

## İÇİNDEKİLER

1. Yapı Güvenliği
2. Yükler
3. Tasiyıcı Sistemler
  - 3.1. Çubuklar ve Çubuk Tasiyıcı Sistemler
  - 3.2. Yüzeysel Tasiyıcılar
4. Yüksek Yapı Projelendirilmesi
5. Tasiyıcı Sistem Düzenleme İlkeleri
  - 5.1. Tasiyıcı Sistem Planlaması ve Teskiline Etki Eden Parametreler
  - 5.2. Malzeme
  - 5.3. Malzemenin Standartta Uygunluğu
6. Tasarım Aşamaları
  - 6.1. Fikir Projesi
  - 6.2. Avan Proje
  - 6.3. Kesin Proje
  - 6.4. Uygulama Projesi
  - 6.5. Betonarmede Standart Hesap
7. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Felsefesi
  - 7.1. 1998 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde Öne Çıkan Hususlar
  - 7.2. Betonarme Yapıların Deprem Güvenliği
8. Süneklilik
  - 8.1. Süneklilik Düzeyine İlişkin Kurallar
  - 8.2. Karma Tasiyıcı Sistem Kullanılma Sınırları
9. Tasiyıcı Sistemler
  - 9.1. Tasiyıcı Sistem Olusturulması
  - 9.2. Düzensizlikler

2

## İÇİNDEKİLER

10. Plaklar
  - 10.1. Dösemeler
    - 10.1.1. Kırışlı Plak Dösemeler
    - 10.1.2. Disli Dösemeler
    - 10.1.3. Kırışsız Dösemeler
11. Kırışlar
  - 11.1. Bazı Yönetmeliklerde Kırış Boyutları
  - 11.2. Kırışların Kesme Güvenliği
12. Kolonlar
  - 12.1. Bazı Yönetmeliklerde Kolon Boyutları
  - 12.2. Kuvvetli kolon-Zayıf Kırış İlkesi
  - 12.3. Kolonların Kesme Güvenliği
13. Perdeler
  - 13.1. Perde Tasarım Momentleri
  - 13.2. Perdelerde Geçme Durumları
  - 13.3. Perde Bağ Kırışları
14. Temeller
15. Derzler
  - 15.1. Sebeplerine Göre Derzler
  - 15.2. Deprem Derzleri
16. Depremlerde Hasar Gören Bazı Binalar
17. Uygun Olmayan Tasiyıcı Sistem Örnekleri
18. Öneriler
19. Başlıca Kaynaklar

3

## 1. YAPI GÜVENLİĞİ

- Geçme durumunda yeterli güvenliğin sağlanması
- Kullanım durumunda kararlılık, çatlama ve yerdegistirmeler için öngörülen koşulların sağlanması

Yapı güvenliği bakımından

- $KAPASİTE \geq ZORLAMA$  ( $R_k \geq F_k$ )

- Yükler kesin değil
- Dayanım kesin değil

- Yük → tasiyıcı sistem idealleştirmesi → çözüm → kesit zorları
- Eleman → dayanım → kapasite

4

## 1. YAPI GÜVENLİĞİ (devam)

- Yıkılma olasılığını azaltmak için  $R_k$  yi küçültmek,  $F_k$  yi ise büyütme gerekir
- $R_k/g_m^3 g_f F_k$
- $g_m$ : malzeme katsayısı,  $g_m^3 1.0$ ,
- $g_f$ : yük katsayısı,  $g_f^3 1.0$ .
- Karakteristik değer, yönetmeligimizde söz konusu yükün altında kalma olasılığının %90 ve üstünde bulunma olasılığının ise %10 olduğu değer olarak öngörülmüştür.

5

## 2. YÜKLER

- Düşey yükler
  - Sabit yükler  $g$
  - Hareketli yükler  $q$
- Yatay yükler
  - Rüzgar  $w$
  - Deprem  $e$
  - Fren, çarpma etkileri
  - Dalga etkisi
- Sıcaklık değişimi, rötre, farklı oturma
- Sabit yükler (yapı ağırlıkları)
- Hareketli yükler (TS 498)
- Rüzgar yükleri (TS 498)
  - Toplam rüzgar yükü
  - Elemanlara etkiyen rüzgar yükü
- Deprem Yükleri (DBYBHY 2007)

6

## 3. TASIYICI SİSTEMLER

### 3.1. ÇUBUKLAR ve ÇUBUK TASIYICI SİSTEMLER

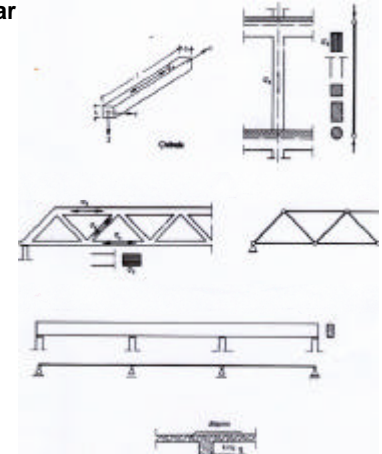
- Normal kuvvetle zorlanan çubuklar (kafes kiris çubukları, orta kolonlar)
- Eğilme ile zorlanan çubuklar (kiris, tablali kiris, boşluklu kiris)
- Eğilme momenti + normal kuvvetle zorlanan taşıyıcılar (kemerler, çerçeveler, kuleler)

### 3.2. YÜZEYSEL TASIYICILAR

- Ortalama yüzeyleri düzlem taşıyıcılar
  - Levhalar
  - Plaklar
  - Katlanmış kabuklar
- Kabuklar

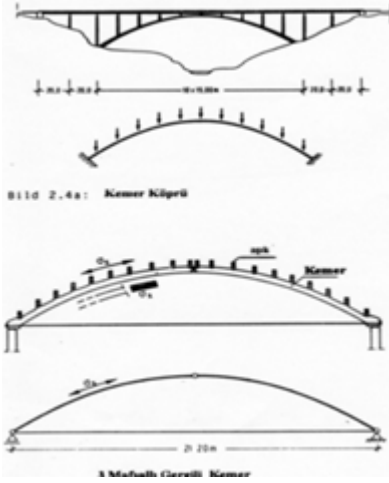
7

### Çubuk taşıyıcılar



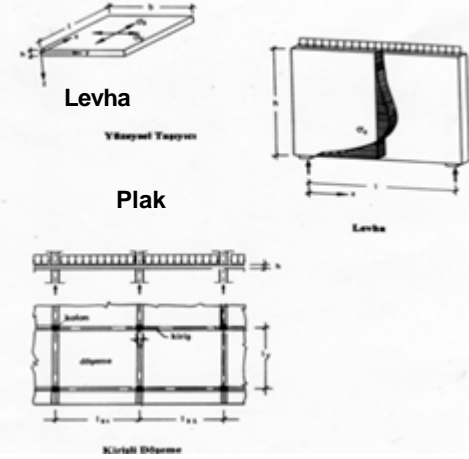
8

## Çubuk taşıyıcılar



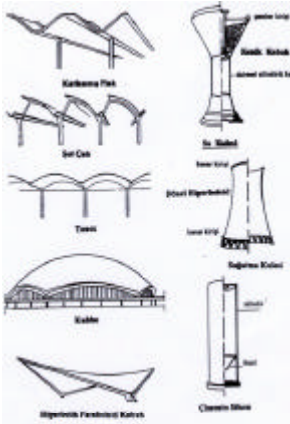
9

## Yüzeysel taşıyıcılar



10

## Yüzeysel taşıyıcılar



Kabuklar

11

## 4. YÜKSEK YAPI PROJELENDİRİLMESİ

- TASIYICI SİSTEM SEÇİMİ
- MALZEME SEÇİMİ
- KRİTERLER:
  - Ekonomi (alan ekonomisi, imalat, işletme ve bakım)
  - Taşıyıcı sistem-mimari uyumu
  - Yapım süresi
  - Kullanımda esneklik
  - Mevcut malzeme ve deneyim

12

## 5. TASIYICI SİSTEM DÜZENLEME İLKELERİ

- Tasiyıcı sistem elemanları planda serbestlik sağlamalı (az yer kaplama konusu)
- Her türlü tesisatın uygun yerleştirilmesi ve onarımına imkan vermeli
- Yangına dayanıklı olmalı
- Tasiyıcı sistem ses ve titreşimi bir bölümden diğerine geçirmemeli, nem, su, ısı yalıtımı yapılabilmeli
- Kullanma yükleri altında eleman ve tasiyıcı sistemin tümünde çatlama, asiri şekildegistirme v.b. kusurlar görülmemeli

13

## 5.1. Tasiyıcı Sistem Planlaması ve Teskiline Etki Eden Parametreler

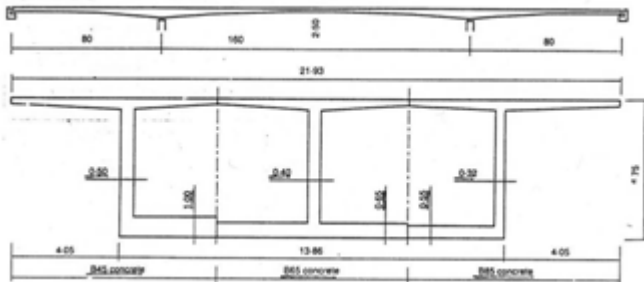
- Yatay yükler
- Yapı narınlığı (rijitlik elemanlarının seçimi)
- Yatay rijitlik
- Kullanım amacı (döşeme tipinin seçimi, kat ve yapı yüksekliği)
- Tesisat elemanları
- Zemin durumu (farklı oturmalar)
- Yangın güvenliği (malzeme seçimi, tasiyıcı sistem seçimini değiştirme)
- Temel yapı malzemelerinin mevcudiyeti (malzeme seçimi)

14

## 5.2. Malzeme

- Yüksek süneklikli
- Dayanım / ağırlık oranı yüksek
- Homojen
- Tam dayanımda birleşim yapabilme

Beton dayanımına bağlı olarak bir köprü kesitinde boyutların değişimi



15

## 5.3. Malzemenin Standarda Uygunluğu

- BETON
  - Minimum dayanım C 20
  - Mevcut yapılarda ortalama ~ C 10
  - C 6 ~ C 10 gibi betonları olan yapılar betonarme yapı?  
Bu tür yapıları betonarme yapı gibi güçlendirmek?
  - (Dayanım yanında durabilite konusu !, C 30 kullanımı)
  - C 70 Norveç'te normal dayanımlı beton,
  - C 140 Petrol platformlarında
  - C 35 USA
  - C 80 Almanya'da bazı yüksek yapılarda,
  - C 50-C 55 Almanya'da köprülerde
- DONATI
  - Deneyler ile öngörülen özelliklerin kontrol edilmesi (TS 708)

16

## BETONARME YAPI

- Agir olmasi
- Yangin güvenligi
- Insaat süresi
- Düşey tasiyici boyutlari
- Kullanim esnekligi

## ÇELİK YAPI

- Yapim hizi
- Bina agirliigi
- Kullanim esnekligi
- Yangin güvenligi (Ek önlem)
- Kütle
- Döseme kalinligi
- Bina yüksekligi
- Deneyimli yapimci !...

## KOMPOZIT YAPI

17

## 6. TASARIM ASAMALARI

1. 1/500 ölçekli fikir projesi
2. 1/200 ölçekli avan proje
3. 1/100 ölçekli kesin proje
4. 1/50, 1/20 ölçekli uygulama projesi

### 6.1. 1/500 ölçekli fikir projesi

Tasiyici sistem malzemesi, yükler, tasiyici sistem tipleri, derzler, rapor

### 6.2. 1/200 ölçekli avan proje

Tasiyici sistem tipi, malzemesi, eksenler, derz yerleri, döseme türleri, tesisat iliskileri, temel sistemi, bazi eleman boyutlari

18

### 6.3. 1/100 ölçekli kesin proje

Tasiyici sistem tipi kesinlesmis, tasiyici sistem eleman boyutlari belirli kalip planlari, hesap.

### 6.4. 1/50, 1/20 ölçekli uygulama projesi

Idealizasyon ? Statik ve betonarme hesapları ? Betonarme çizimleri

- Deprem bölgesi
- Zemin durumu
- Minimum boyutlar (plak kalinligi, kiris, kolon, perde boyutlari, açıklıklar)
- Minimum ve maksimum donati oranlari
- Sehim kontrolu
- Çatlak kontrolu
- Yerdegistirme kontrolu
- Kenetlenme
- Pas payi
- Donati araliklari
- Donati ekleri
- Derz detaylari

19

### 6.4. 1/50, 1/20 ölçekli uygulama projesi

- Kat kalip planlari 1/50 ölçekli
- Kolon aplikasyon planlari 1/50 (Detay 1/20)
- Temel kalip planlari 1/50 ölçekli
- Kiris detaylari 1/20 ölçekli
- Temel detaylari 1/20 ölçekli

20

## 6.5. Betonarmede Standart Hesap

- 1. ÖN BOYUTLANDIRMA →YÜKLER
- 2. STATİK SİSTEMİN TESKİLİ
- 3. STATİK HESAP →KESİT TESİRLERİ; M, N, T, V
- 4. İÇ KUVVETLERİN HESABI
  - DONATI HESABI
  - SEKİLDEĞİSTİRME KONTROLÜ
- 5. KONSTRÜKTİF KURALLAR
  - STANDART ve YÖNETMELİKLERDEKİ KURALLAR
- 6. ÇİZİMLER
  - BETONARME PROJE
  - KALIP PLANLARI (TEMEL ve KAT KALIP PLANLARI)
  - KOLON – PERDE APLİKASYONLARI
  - KİRİS DETAYLARI
  - TEMEL DETAYLARI

21

## 7. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI FELSEFESİ

- a) Düşük siddette, sık olarak meydana gelen depremlerde yapı dogrusal davranis gösterebilir.
- $M < 5$
- b) Orta siddette olacak depremlerde, tasiyici sistem hasarlari sinirli kalsin veya kolay onarilabilecek ölçüde olsun.
- $5 < M < 7$
- c) Yapinin ömrü içerisinde seyrek fakat çok siddetli depremlerde, yapı önemli ölçüde yapısal hasar görebilir, ancak yapı yıkilmasin can kaybi olmasin.
- $M > 7$

22

## 7.1. 1998 ve 2007 Deprem Yönetmeliklerinde Öne Çıkan Hususlar

- Yapısal düzensizliklerin tanımı,
- Süneklik ve tasiyici sistem davranis katsayisi,
- Elastik tasarim ivme spektrumu,
- Modların süperpozisyonu (mod birlestirme) yöntemi zaman tanım alanında hesap,
- İkinci mertebeye etkilerin gözönüne alınması,
- Yerdegistirmeler için gerçekçi sinirlamalar getirmesi,
- Kapasite tasarimi,
- Kuvvetli kolon-zayıf kiris kavrami
- Sünek davranisin saglanması dogrultusunda, ayrıntili donati detaylarının verilmiş olması
- Mevcut yapıların değerlendirilmesi (Bölüm 7) (2007)

23

## 7.2. Betonarme Yapılarda Deprem Güvenliği

- Yeterli Dayanım  
(boyutlamada kapasite ilkesi)
- Yeterli Süneklik  
(deprem enerjisinin sönümlenmesi, elemanlar arası yardımlasma)
- Yeterli Rijitlik  
(katlar arası relatif yerdegistirmelerin sinirlendirilmesi, tasiyici olmayan elemanlarda hasarın ve ikinci mertebeye etkilerin sinirlendirilmesi)

24

## 8. Süneklik

### 8.1. Süneklik Düzeyine İlişkin Kurallar

- Süneklik düzeyi her iki doğrultuda yüksek olmalı
- Süneklik düzeyi bir doğrultuda yüksek veya karma, diğer doğrultuda normal ise, süneklik düzeyi normal kabul dileycek
- Süneklik düzeyi bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde iki farklı R katsayısı kullanılabilir
- Perde içermeyen kırissiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirisleri 3.3, 3.4 ve 3.5'te verilen koşullardan birini sağlamayan dolgu veya dolgusuz disli ve kaset döşemeli betonarme sistemler süneklik düzeyi normal sistem olarak gözönüne alınacaktır.

25

### 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde;

- tasiyici sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalarda süneklik düzeyi yüksek tasiyici sistem teskili zorunludur.
- Bina önem katsayısı  $I=1.4$  ve  $1.5$  olan tüm binalarda süneklik düzeyi yüksek tasiyici sistemler veya karma tasiyici sistemler kullanılacaktır.

### Perde içermeyen süneklik düzeyi normal tasiyici sistemlere sadece 3. ve 4. derece deprem bölgelerinde

- $H_N=13m$ ,
- Süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan betonarme ve çelik binalara  $H_N=25m$  kosulu ile izin verilebilir.

26

### 8.2. Karma tasiyici sistemlerin kullanılma sınırları

Süneklik düzeyi normal çerçeve, süneklik düzeyi yüksek perde: karma sistem

Süneklik düzeyi yüksek bostluksuz, bağ kirisli (bostluklu) betonarme perdeler veya çelik binalar için merkezi veya dimerkez çaprazlı çelik perdeler kullanılabilir:

- $a_s \geq 0.40$  olmalıdır.
- Her iki deprem doğrultusunda da  $a_s \geq 2/3$  ise  $R=R_{YP}$  tüm tasiyici sistem için kullanılır.
- $0.40 \leq a_s < 2/3$  ise her iki doğrultuda da tasiyici sistemin tümü için  $R=R_{NC} + 1.5 a_s (R_{YP} - R_{NC})$  kullanılmalıdır.

#### Perde Kullanım zorunluluğu

Tasiyici sistemde süneklik düzeyi normal perdeler kullanılırsa her bir deprem doğrultusunda deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamı deprem yükleri etkisinde binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olmalıdır.

Tasiyici sistemde süneklik düzeyi yüksek perdelerin kullanılması durumunda karma sistem kuralları uygulanacaktır.

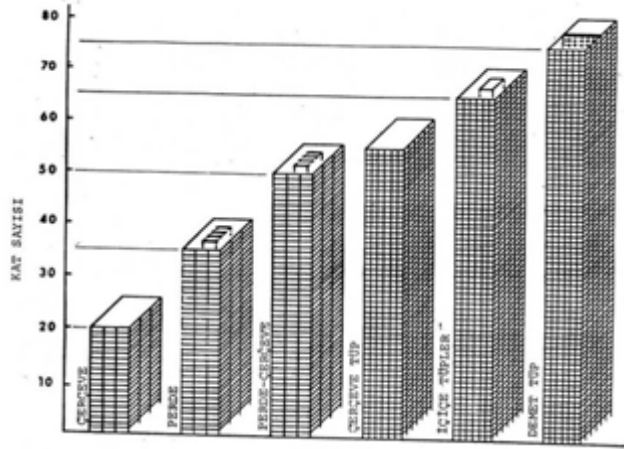
27

## 9. TASIYICI SİSTEMLER

- Çerçeve
- Perde-çerçeve (bostluklu perde)
- Perde (bostluksuz perde)
- Tüp
- İç içe tüp
- Kafes tüp
- Modüler tüp

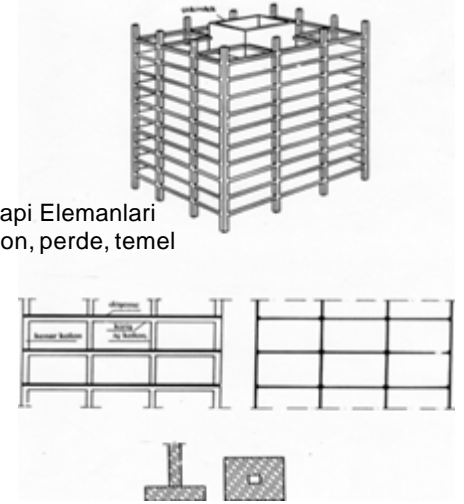
28

## Tasiyici sistem türüne bagli olarak yaklasik kat adetleri



29

Baslica Tasiyici Yapı Elemanlari  
Dösemeler, kiris, kolon, perde, temel



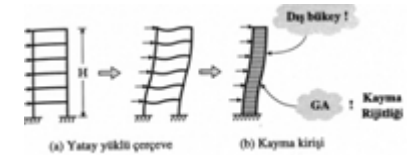
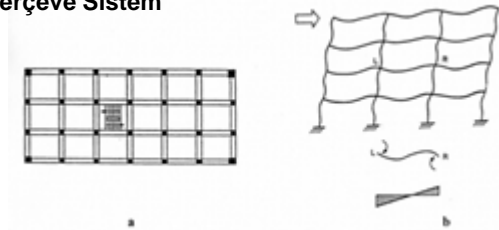
30

## 9.1. Tasiyici Sistem Olusturulmasi

- Çerçeve Sistemler
- Perde ve Perde-Çerçeve Sistemler
- Tüp Sistemler
- Plaklar (Dösemeler)
- Kirisler
- Kolonlar, Perdeler
- Temeller
- Derzler

31

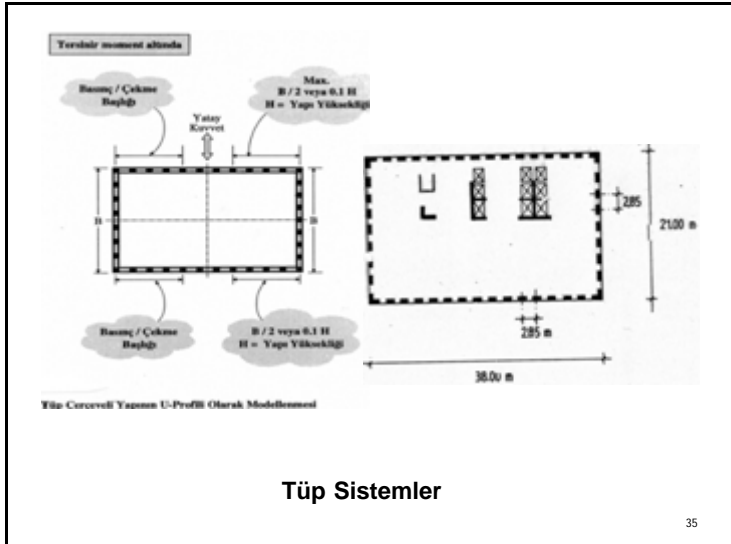
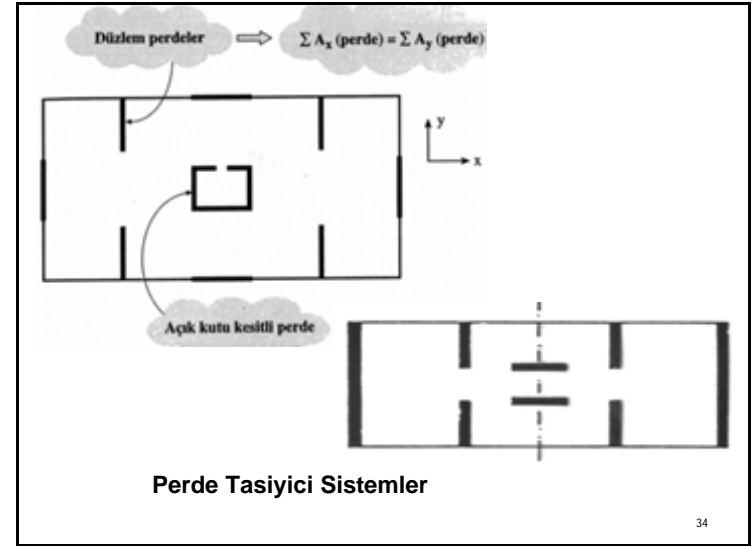
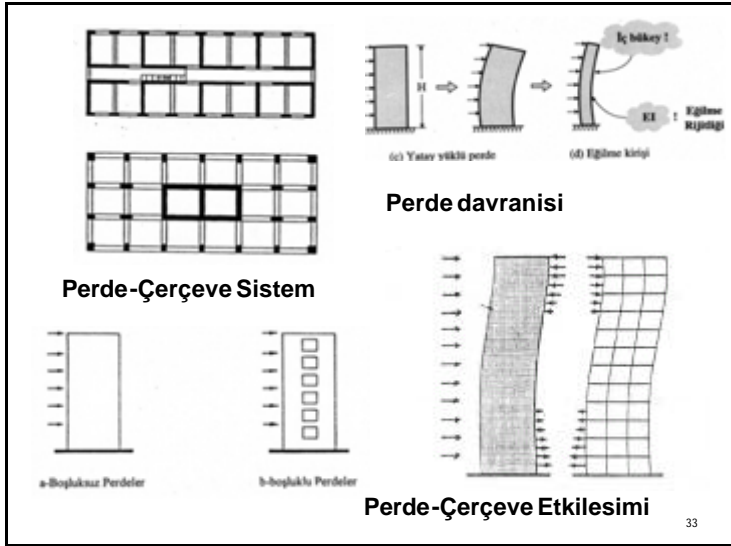
## Çerçeve Sistem



## Çerçeve Davranisi

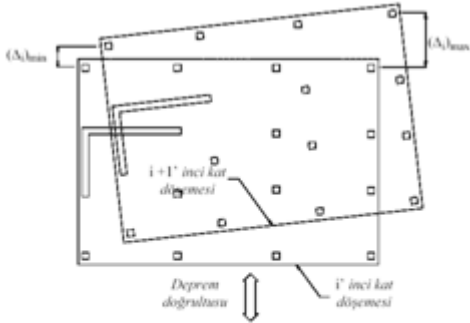
32





- ## 9.2. Düzensizlikler
1. PLANDA
  2. DÜSEYDE
1. PLANDA:
    - A1 Burulma Düzensizligi
    - A2 Döşeme Süreksizlikleri
    - A3 Planda Çikintilar Bulunmasi
    - A4 Tasiyici Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (2007 Deprem Yönetmeliği'nde kaldırıldı)
  2. DÜSEYDE:
    - B1 Komsu Katlar Arasi Dayanım Düzensizligi (Zayıf Kat)
    - B2 Komsu Katlar Arasi Rijitlik Düzensizligi (Yumuşak Kat)
    - B3 Tasiyici Sistemin Düsey Elemanlarının Süreksizligi
- 36

## A1 Burulma Düzensizliği



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

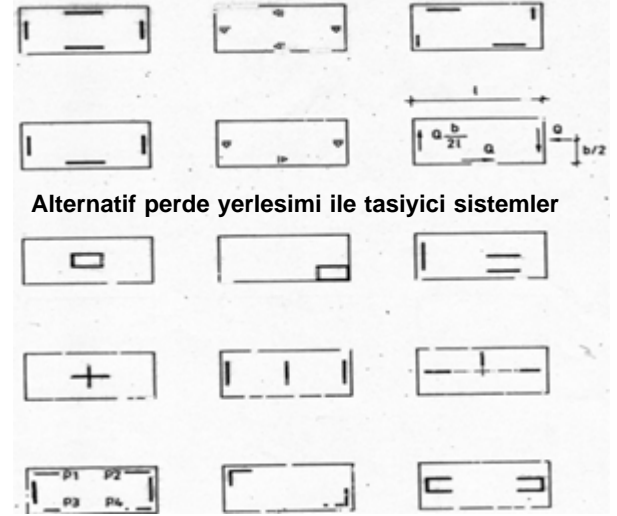
$$\Delta_{\text{ort}} = 1/2 [\Delta_{\text{bas}} + \Delta_{\text{alt}}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{\text{ts}} = \Delta_{\text{bas}} / \Delta_{\text{ort}}$$

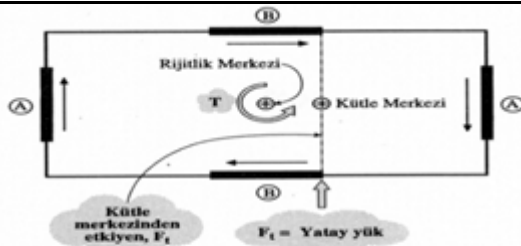
Burulma düzensizliği durumu :  $\eta_{\text{ts}} > 1.2$

37

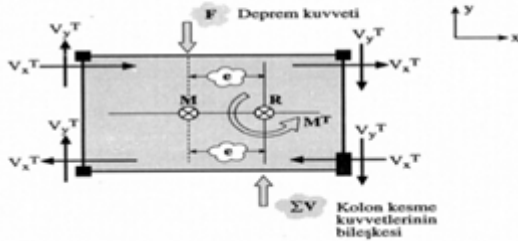


Alternatif perde yerlesimi ile tasiyici sistemler

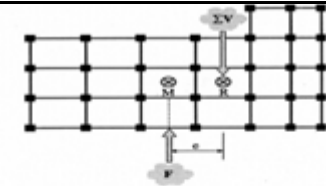
38



## Dismerkezlik ve oluşan etkiler

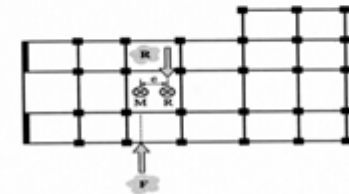


39



Kütle Merkezi ile Rijitlik Merkezi Çakışmayan ve Burulma Momentine Maruz Kat Planı

## Tasiyici sisteme perde ilave edilerek dismerkezligin azaltılması



Perde Kullanarak Kat Eksantritesinin Minimuma İndirilmesi

40



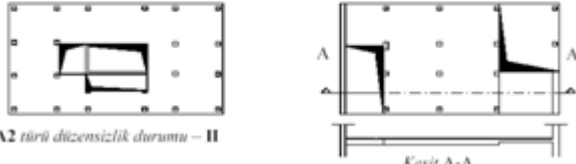
### A2 Düzensizligi

A2 türü düzensizlik durumu - I

$$A_b/A > 1/3$$

$A_b$  : Boşluk alanları toplamı

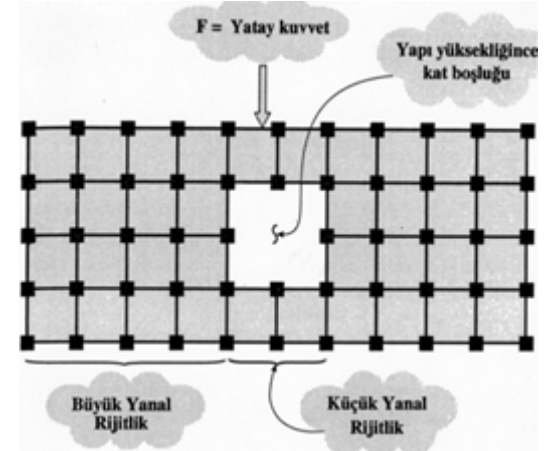
$A$  : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu - II

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

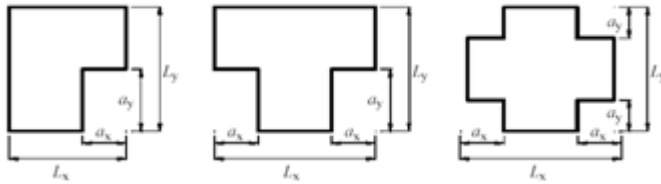
41



Döşeme bosluğu ve rijitlikte deşisim

42

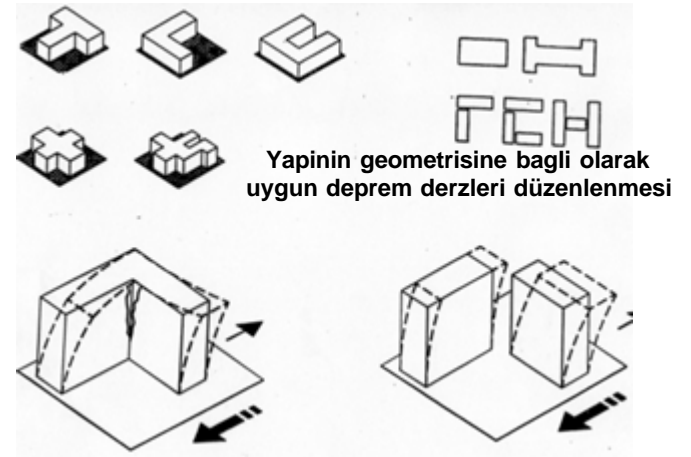
### A3 Düzensizligi Planda çıkıntılar bulunması



A3 türü düzensizlik durumu:

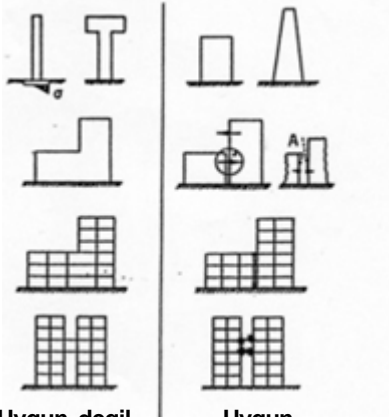
$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

43

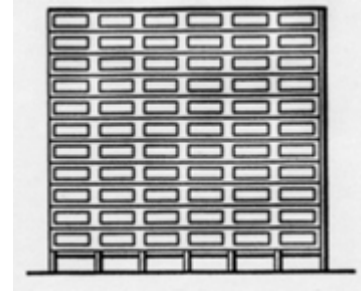


Yapinin geometrisine bagli olarak uygun deprem derzleri düzenlenmesi

44



Uygun degil | Uygun  
Yapilarin düseyde düzensizlikleri

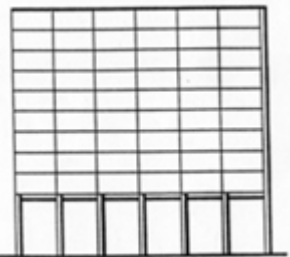


Zayıf Kat (B1) Düzensizligi  
(Dayanım düzensizligi)

$$|\eta_{G_i} - (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i-1}| < 0.80$$

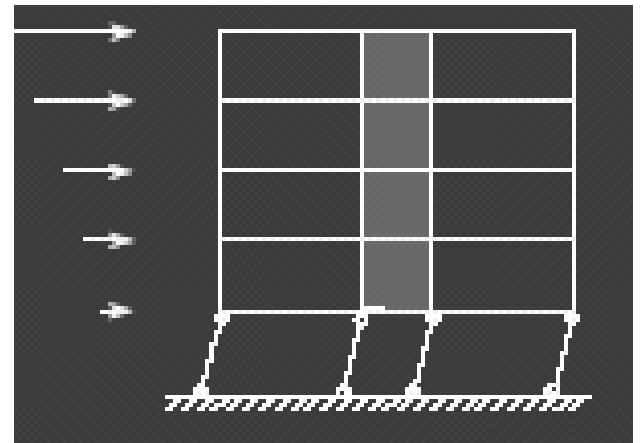
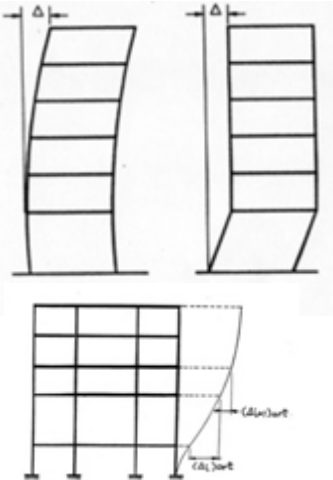
$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$$

Yumusak Kat (B2) Düzensizligi  
(Rijitlik düzensizligi)

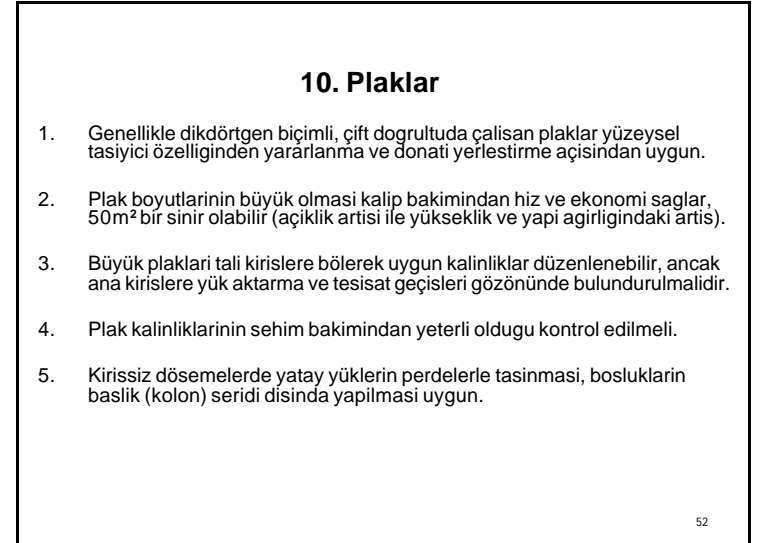
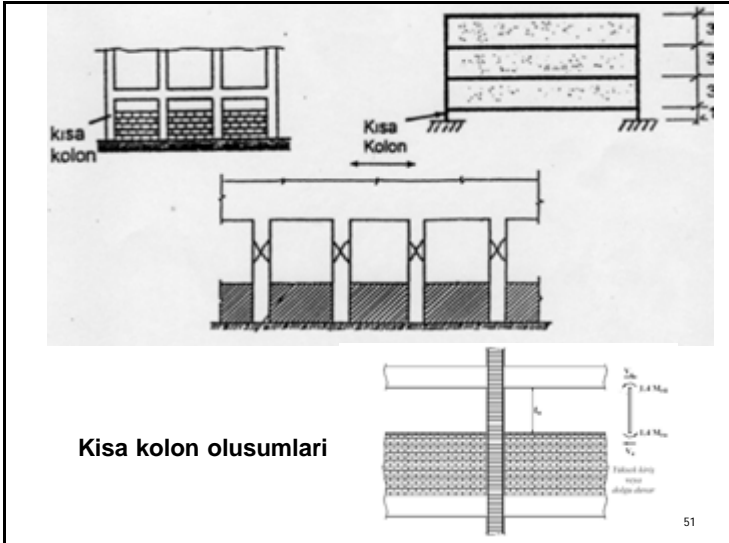
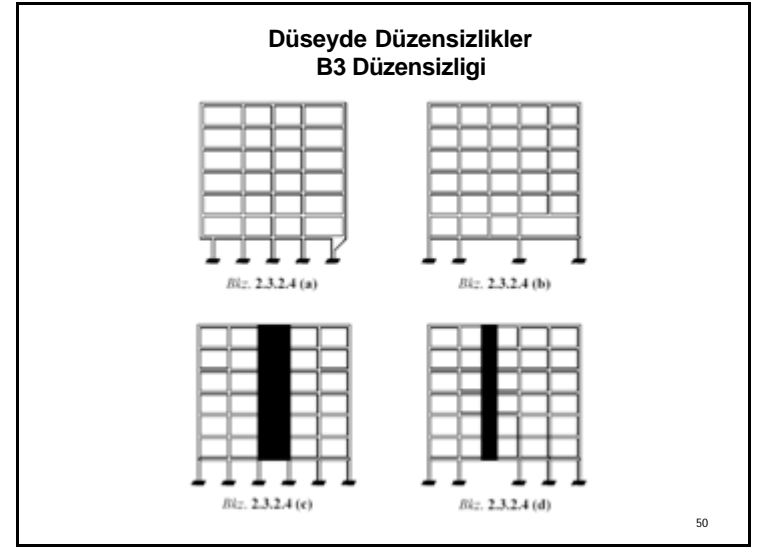
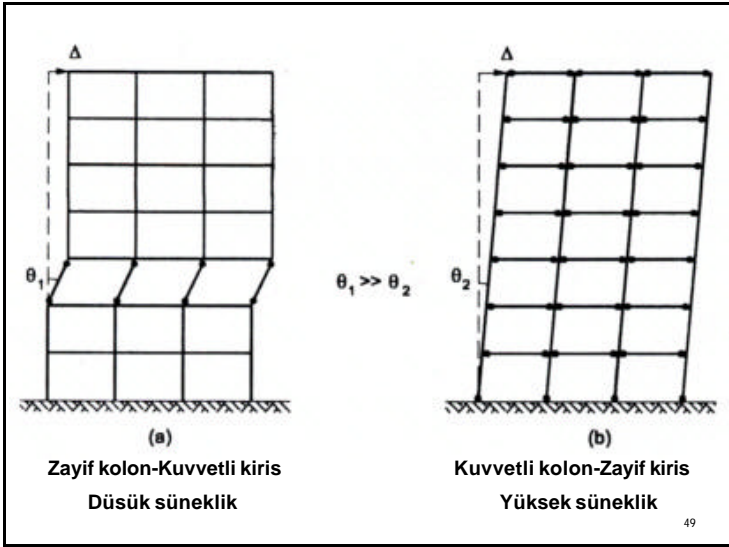


$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0$$

$$\eta_{ri} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0$$



Yumusak kat olusumu



## 10.1. Dösemeler

- 1. KIRISLI PLAK DÖSEME
  - Bir doğrultuda çalışan
  - İki doğrultuda çalışan
- 2. DISLI (NERVÜRLÜ) DÖSEME
  - Bir doğrultuda disli döşeme (dolgu bloklü; asmolen döşeme)
  - İki doğrultuda disli döşeme (kaset döşeme)
- 3. KIRISSIZ DÖSEME (Mantar döşeme)

53

## 10.1.1. Kirisli Plak Dösemeler

Bir Doğrultuda Çalışan Kirisli Döşeme

$$h = l_r / 25 \text{ Tek açıklıklı}$$

30 Sürekli plak

12 Konsol plak

$$h = 80 \text{ mm}$$

$$120 \text{ mm}$$

(üzerinden tasit geçen döşeme)

İki Doğrultuda Çalışan Kirisli Döşeme

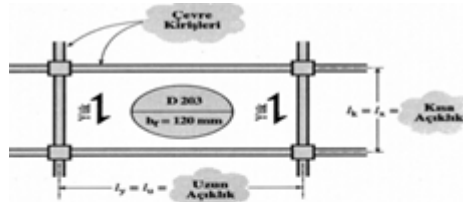
$$h = l_{sn} (1 - a_s / 4) / (15 + 20 / m)$$

$$h = 80 \text{ mm}$$

Net beton örtüsü = 15 mm

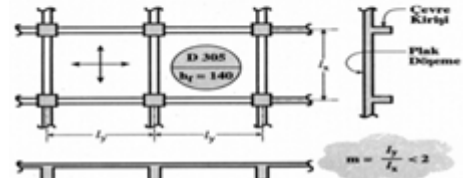
54

### Tek doğrultuda çalışan kirisli plak döşeme

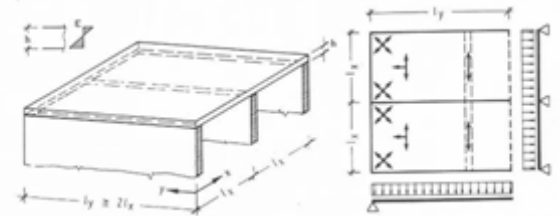


$$m = \frac{l_y}{l_x} \geq 2.0$$

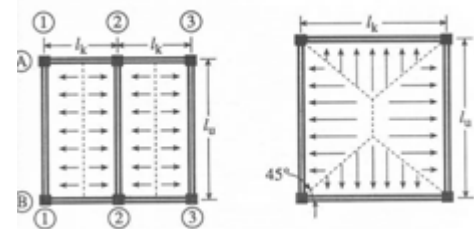
### İki doğrultuda çalışan kirisli plak döşeme



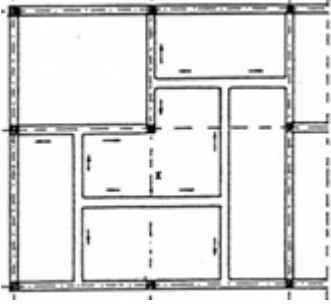
55



### Dösemelerden kirislere yük aktarılması

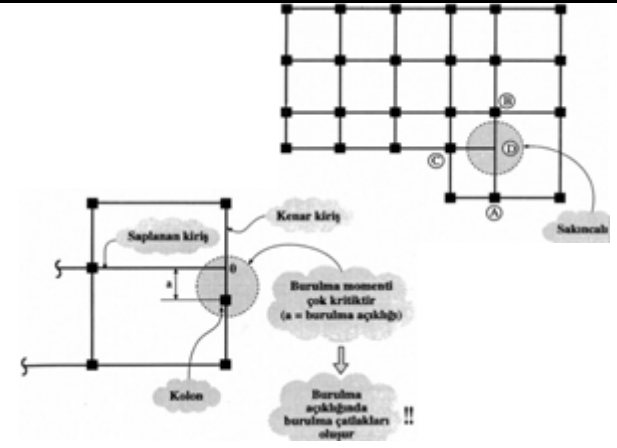


56



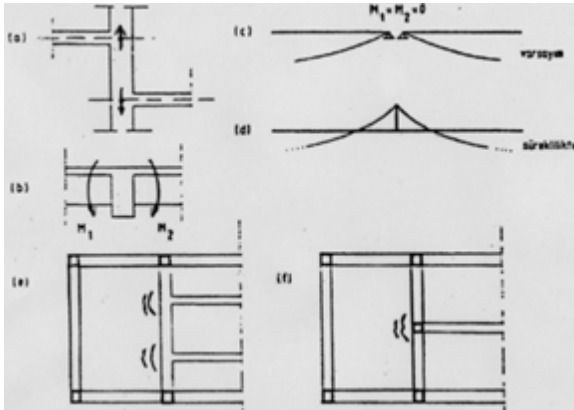
Dolayli mesnetlenme durumunda  
kirislere yük aktarılması !...

57



Dolayli mesnetlenme nedeniyle oluşan düzensizlik

58

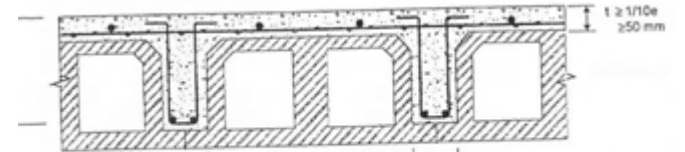


Uygunluk burulması nedeniyle dösemelerde çatlak oluşması

59

### 10.1.2. Disli Dösemeler

- Bir doğrultuda disli döşeme
- Dolgu bloklu disli döşeme: asmolen döşeme

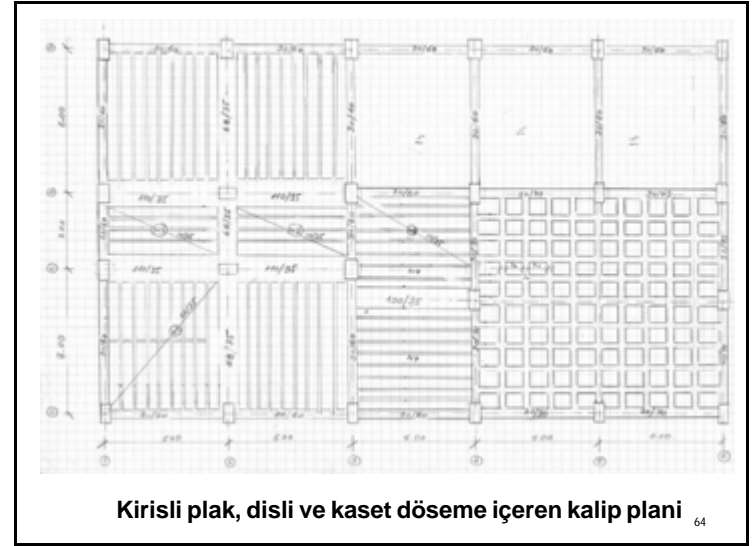
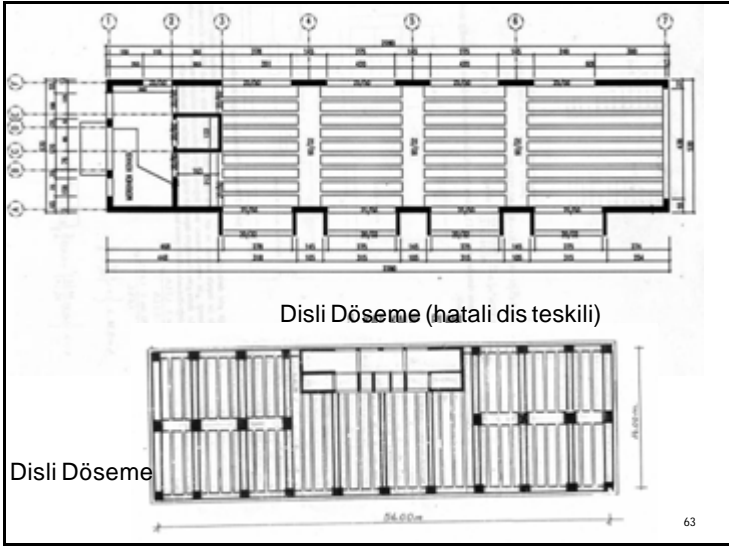
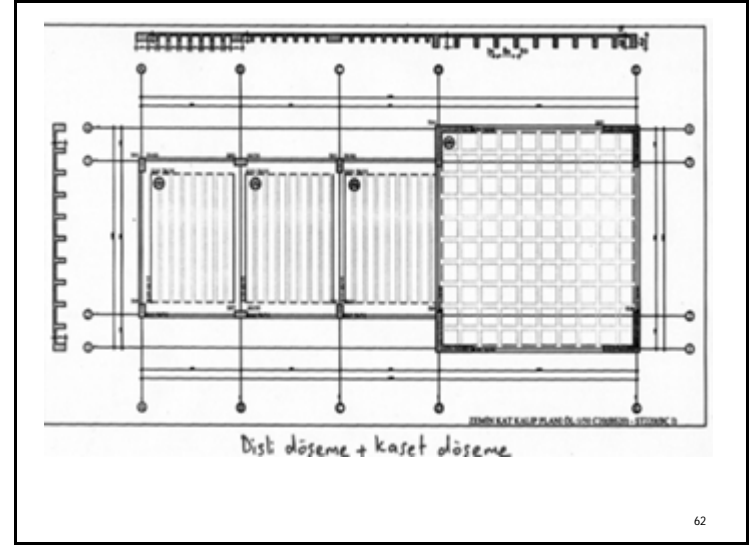
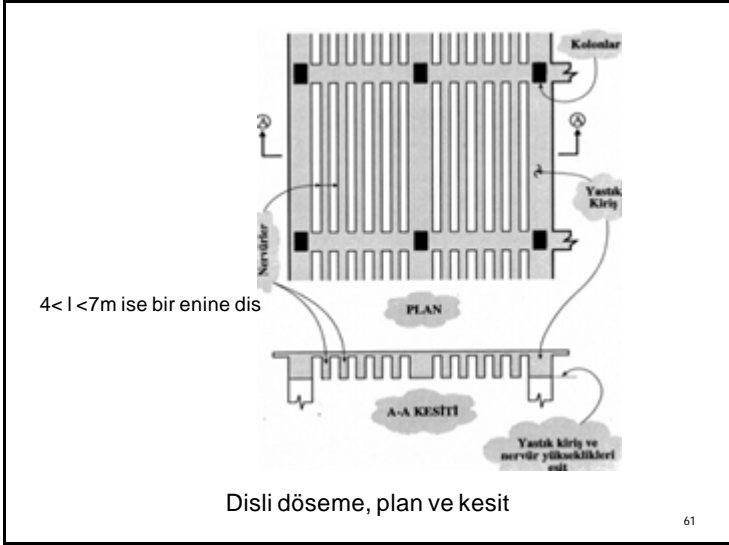


$h = l/20$  (tek açıklık)  
 $l/25$  (sürekli döşeme)  
 $l/10$  (konsol)

İki doğrultuda disli döşeme  
Kaset döşeme

Kirislerdeki kurallar geçerli. İki doğrultuda dağıtma donatısı  
Basınç donatısı gerekmeyecek şekilde eğilme donatısı  
Minimum kayma donatısı olacak şekilde kesit boyutu

60







**Kaset Döşeme**



65

### 10.1.3. Kirissiz Döşemeler

Tablasız Kirissiz Döşeme

$$h = l_r / 30 \text{ ve } h = 180 \text{ mm}$$

Tablali Kirissiz Döşeme

$$h = l_r / 35 \text{ ve } h = 140 \text{ mm}$$

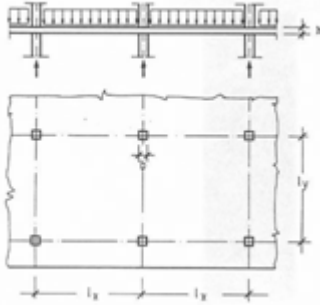
$$h = l_r / 30 \text{ ve } h = 200 \text{ mm}$$

(TS 500'de verilen Yaklaşık Hesap Yöntemi ile Hesap yapılıyorsa)

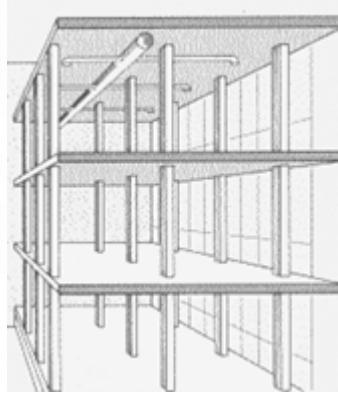
$$\text{Kolon Boyutu} = l / 20, 30 \text{ cm}$$

$$\text{Net beton örtüsü} = 15 \text{ mm}$$

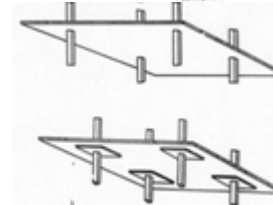
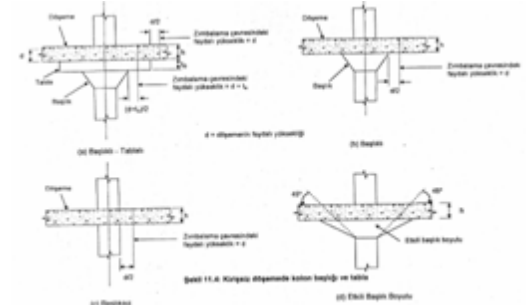
66



**Kirissiz Döşeme**



67



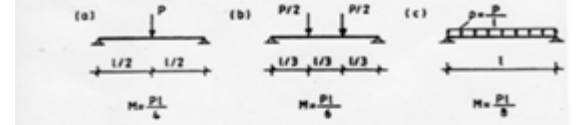
**Kirisiz Döşemelerde zımbalama güvenliği amacıyla başlık ve tabla düzenlenmesi**

68

## 11. KIRISLER

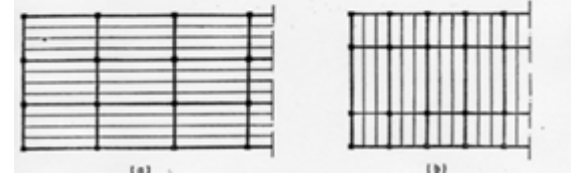
1. Birbirini izleyen açıklıklar çok farklı olmamalı, kirislerin moment diyagramlarının dengeli olması sağlanmalıdır.
2. Eksenler arası çok farklı olmamalıdır.
3. Kenar açıklığının daha küçük seçilmesiyle ( $l_1 \sim 0.8 l_2$ )
4. Büyük yükleri taşıyan, mesnet tepkileri büyük olan kirislerin birbirine tasitilmaması, bunların kolonlara oturtularak yüklerin en kısa yoldan zemine aktarılması ilkesine uygun düzenleme yapılması.
5. Süreklilikten yararlanmak için bir doğrultuda en az 3 açıklık olması iyi bir çözümdür.
6. Eksen aralıklarının seçiminde serbest olunursa ekonomik olan açıklık araştırılmalıdır. Sıradan bina inşaatında bunun bu günkü şartlarda 6m ~ 8m arasında olduğu söylenebilir.

69



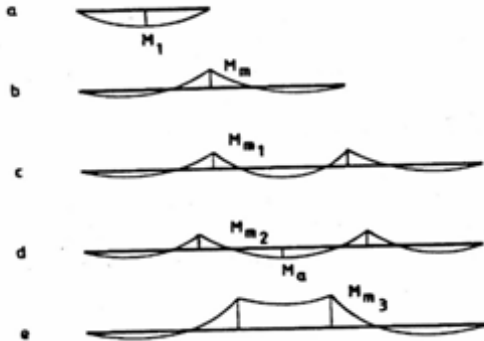
Şek. 21

### Kirislerde yüke bağlı olarak momentin değişimi



70

### Kirislerde süreklilikten faydalanma



71

### 11.1. Bazı yönetmeliklerde kiris boyutları

Yönetmelik	Kiris ( $b_w / h$ ) (cm)
ABYYHY (1975)	$b_w \geq 20$ ; $h \geq 30$
ABYYHY (2007)	$b_w \geq 25$ , $h \geq 3 h_f$ , 30
EC 8	$b_w \geq 20$
Yunanistan Yönetmeliği	$b_w \geq 20$ ; $h/4$
UBC 1997	$b_w \geq 25$
ACI 318-99	$b_w \geq 25$ ; $b_w / h \geq 0.30$
TS 500 (2000)	$b_w \geq 20$ , $h \geq 3 h_f$ , 30

72

## 11.2. Kirislerin Kesme Güvenligi

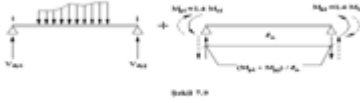
$$V_e = V_{dy} + (M_{pi} + M_{pj}) / \ell_n$$

$M_{pi} @ 1.4 M_{ri}$  ve  $M_{pj} @ 1.4 M_{rj}$

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.22 b_w d f_{cd}$$

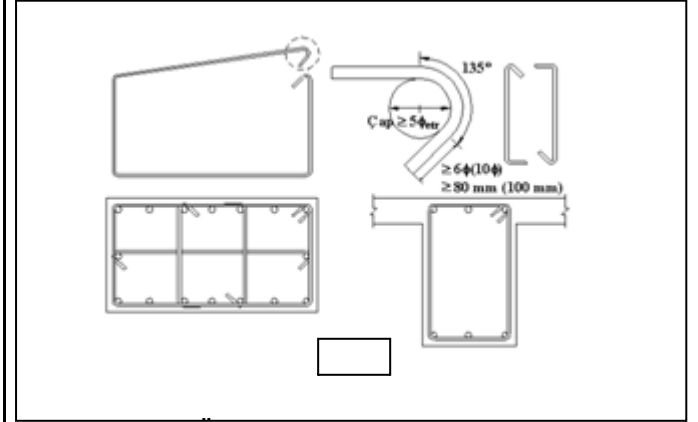
$V_e - V_{dy} \leq 0.5 V_d$  ise  $V_c = 0$



Süneklik düzeyi normal ise;  $V_d \leq V_r$ ;  $V_d \leq 0.22 b_w d f_{cd}$

73

## Enine Donati:



Sekil 7 Özel deprem etriyeleri ve deprem çirozları

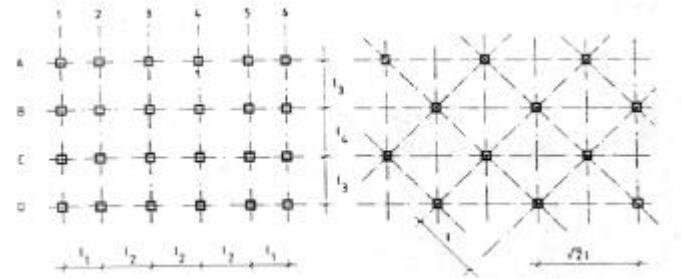
74

## 12. KOLONLAR

1. Eksenlerin kesime noktalarına taşıyıcı yerleştirilmelidir.
2. Düşey taşıyıcılar temele kadar devam etmelidir.
3. Her kolon iki doğrultuda kirislerle bağlanmalıdır.
4. Rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi birbirine yakın olacak şekilde dengeli yerleştirilmelidir.
5. Her iki doğrultuda rijitlikler uygun olmalıdır.

75

## Kolonların ortogonal yerleşimi



76

## 12.1. Bazı yönetmeliklerde kolon boyutları

- | Yönetmelik     | Kolon ( $b \times h$ ) (cm $\times$ cm)   |
|----------------|---|
| ABYYHY (1975)  | $b, h \geq 25; h/b \leq 3$  |
| ABYYHY (2007)  | $b \geq 25; h \geq 30 (25 \times 30)$   |
| EC8            | $b \geq 30, 25, 20$ (Yüksek, orta, düşük süneklik)  |
| YunanistanYön. | $30 \leq 30; h \geq 35;$<br>$b \geq 20 \text{ } h_s < 3.5m,$<br>$b \geq 25 (h_s > 3.5m)$<br><i>(L ve benzeri kesitli köse kolon, N <math>\leq 3</math>)</i><br>$35 \leq 35; \text{zemin kat, köse kolon, 4 katlı yapı}$ |

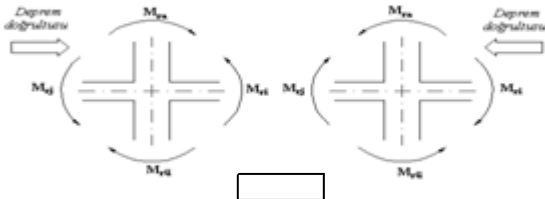
77

## 12.1. Bazı yönetmeliklerde kolon boyutları

- | Yönetmelik    | Kolon ( $b \times h$ ) (cm $\times$ cm)   |
|---------------|---|
| UBC 1997      | $b, h \geq 30, b/h \geq 0.40$   |
| ACI 318-99    | $30 \leq 30$  |
| TS 500 (2000) | $b, h \geq 25$ (dikdörtgen), $b \geq 20$<br><i>(I, T, L kesit), <math>b \geq 12</math> (kutu kesit)</i> |

78

## 12.2. Kuvvetli kolon-zayıf kiris kosulu



$$(M_{ra} + M_{r\ddot{u}}) = 1.2 (M_{rl} + M_{rj})$$

79

## Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeve Sistemlerinde Kolon-Kiris Birlesim Bölgelerinin Teskili

Kusatılmış Birlesimler

Kusatılmamış Birlesimler

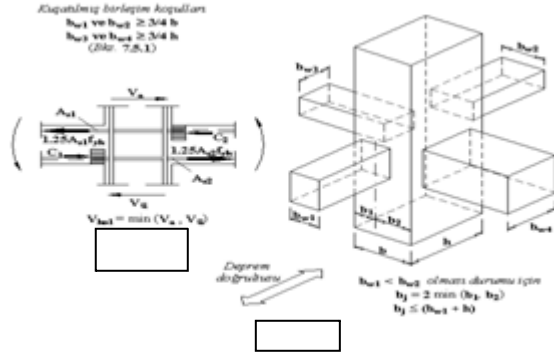
Kolon-Kiris Birlesim Bölgelerinin Kesme Güvenligi :

$$V_e = 1.25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol}$$

Kusatılmış birlesimlerde:  $V_e \leq 0.60 b_j h f_{cd}$

Kusatılmamış birlesimlerde:  $V_e \leq 0.45 b_j h f_{cd}$

80



Kolon-kiris birleşim bölgeleri

### 12.3. Kolonların Kesme Güvenliği

$$V_e = (M_a + M_{ii}) / l_n$$

$$M_{pi} @ 1.4 M_{ri}$$

$$M_{pj} @ 1.4 M_{rj}$$

$$M_{pa} @ 1.4 M_{ra}$$

$$M_{piü} @ 1.4 M_{riü}$$

$$M_p = M_{pi} + M_{pj}$$

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.22 A_w f_{cd}$$

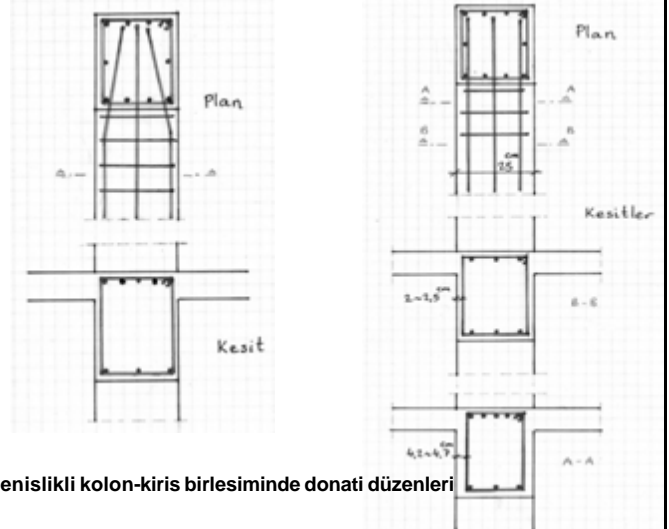
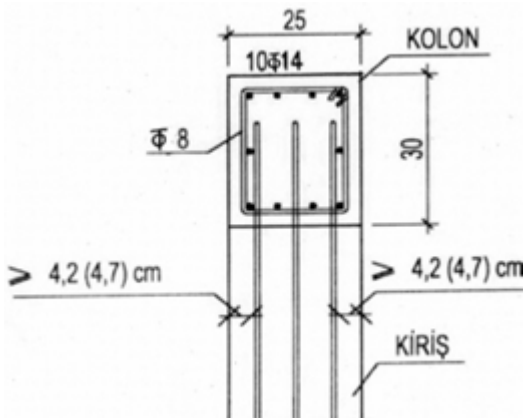
- Kolon sarılma bölgelerinde;

$$V_e \leq 0.5 V_d$$

$$N_d \leq 0.05 A_c f_{ck}$$

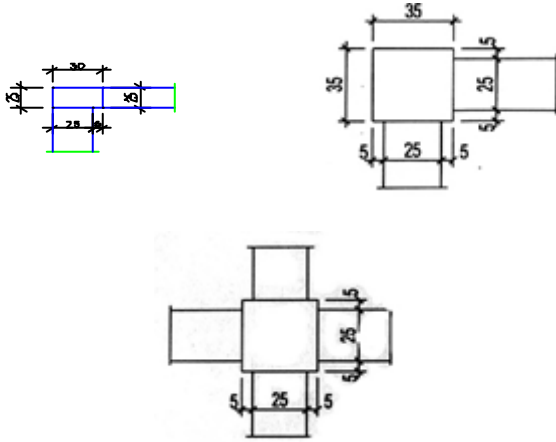
sartlarının aynı zamanda sağlanması durumunda betonun kesme kuvvetine katkısı gözönüne alınmayacaktır ( $V_c=0$ ).

Aynı genişlikli kolon-kiris birleşimi



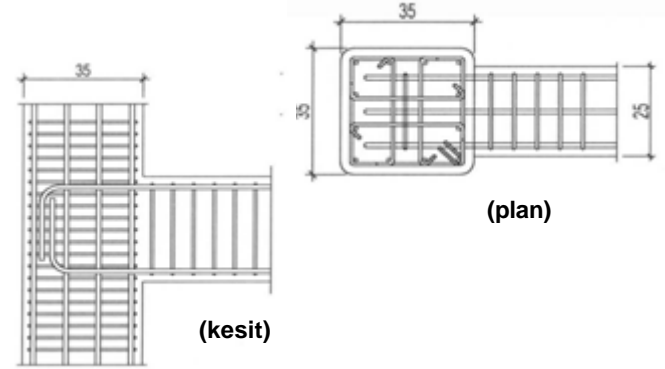
Aynı genişlikli kolon-kiris birleşiminde donatı düzenleri

### Kolon kiris birlesimleri



85

### Kirisin kolondan daha dar olmasi



86

## 13. PERDELER

### DBYBHY 2007'ye göre perde kalinaligi

$h/b \geq 7; b \geq h_s/20, 20cm;$

$b \geq h_s/15, 20cm (H_w/l_w > 2.0)$

(kritik perde yüksekligince)

Boslaksuz perdeler ile ilgili kosullar

#### • Enkesit Kosullari

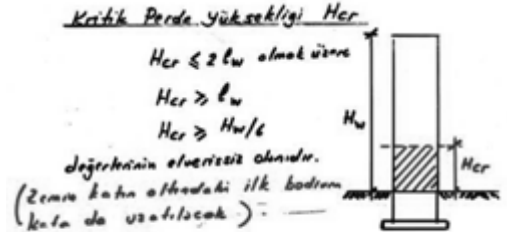
$$\dot{a} A_g / \dot{a} A_p \geq 0.002 \quad V_t / \dot{a} A_g \leq 0.5 f_{ctd}$$

#### • Kritik Perde Yükseklikleri ve Perde Uç Bölgeleri

$$H_{cr} \leq 2 l_w \quad H_{cr} \geq l_w \quad H_{cr} \geq H_w / 6$$

$$H_w / l_w > 2$$

87

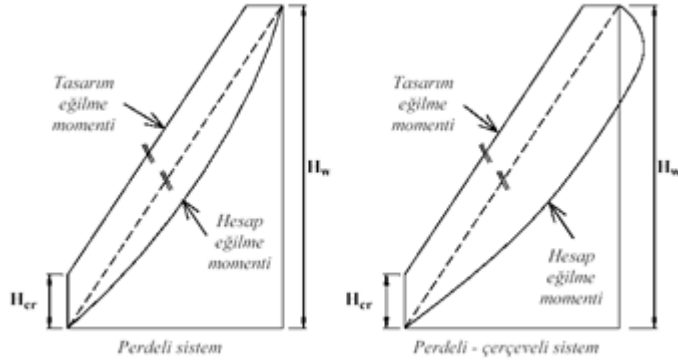


Perde Uç Bölgesi ( $H_w/l_w > 2$  olan perdelerde)

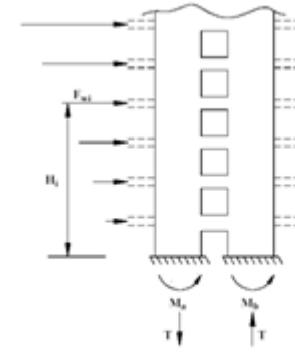


88

### 13.1. Perde tasarım momentleri



89

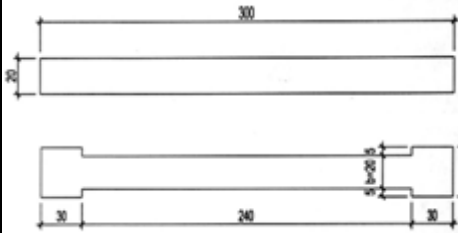


$$(M_n + M_p) \leq 2.0 \sum F_{ni} H_i \quad F_{ni} : i'inci kattan başlı kırıyıl perde sistemine etkiyen deprem yükü$$

Kosulun sağlanmaması durumunda, perdelerin bostuksuz perde olarak değerlendirilmesi ve R'nin değiştirilmesi

90

### Klasik perde ve genişletilmiş uçlu perde



- A1, I1
- A2, I2

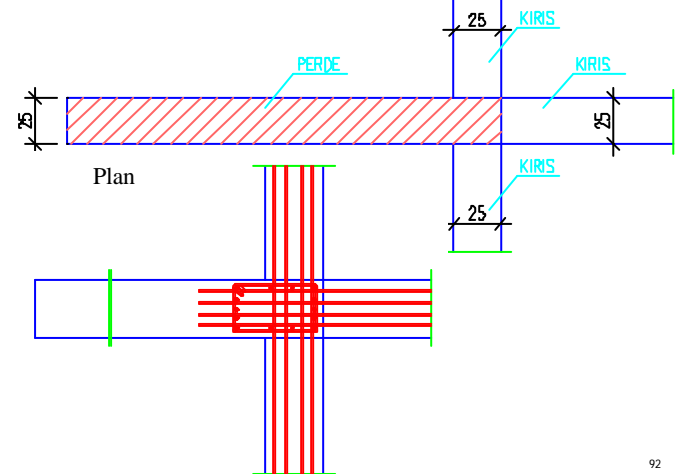
• Aynı gövde kalınlığı, dikdörtgen ve genişletilmiş uçlu perde alanda %10 artış (A2~1.10 A1)

• Eylemsizlik momentinde %25 artış (I2~1.25 I1)

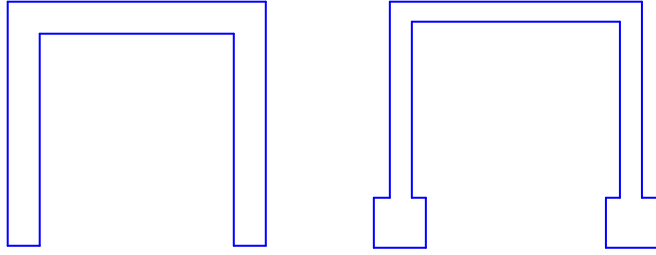
• Gövde kalınlığı azaltılırsa alanda azalma, rijitlikte önemli artış, toplam perde sayısında azalma

91

### Perde uç bölgesinde donatı yoğunlaşması



92



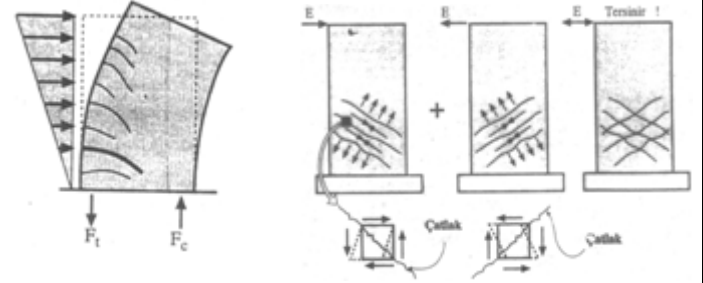
Perde uçlarında genişletilmiş uç (kolon) teskili

93

## 13.2. PERDELERDE GÖÇME DURUMLARI

1. Eğilme Güç Tükenmesi

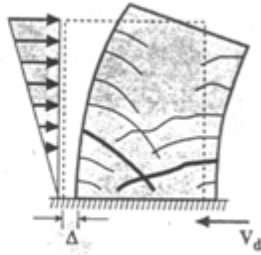
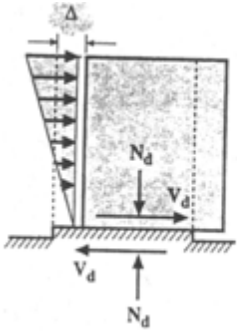
2. Kayma Güç Tükenmesi



94

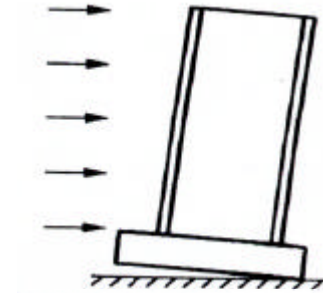
3. Perde Temel Birlesiminde Toptan Kayma

4. Eğilme ve Taban Kaymasının Birlikte Olusmasi



95

5. Devrilme



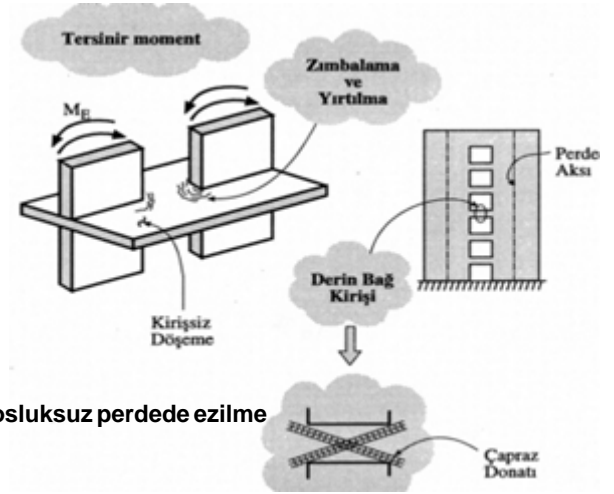
96



Hasarli perde



97



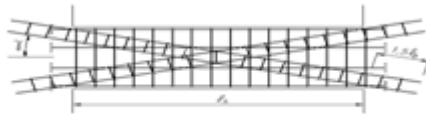
Boslusuz perdede ezilme

98

### 13.3. Perde bag kirisleri

$$l_n > 3h_k$$

$V_d \leq 1.5 b_w d f_{ctd}$  ise normal bag kiris donatisi



$$A_{sd} = V_d / (2f_{yd} \sin \alpha)$$

99

## 14. TEMELLER

- Yüzeysel Temeller
- Derin Temeller

- Duvaraltı Temelleri

- Tekil Temeller

- Sürekli Temeller

-Bir Dogrultuda Sürekli

-İki Dogrultuda Sürekli (Izgara Temeller)

- Radye Temeller

100

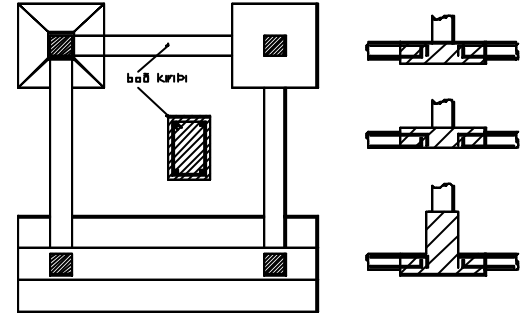
Duvaralti Temelleri  
h=20cm, 4  $\varnothing$ 10 boyuna donati,  $\varnothing$ 8/30 etriye

Tekil Temeller  
En küçük boyut 0.7m, alan en az 1.00m<sup>2</sup>,  
h=25cm, minimum donati oranı 0.002  
Zimbalama güvenliği önemli

Sürekli Temeller  
h= serbest açıklık / 10, ampırtman kalınlığı= 20cm  
Kiris kuralları geçerli

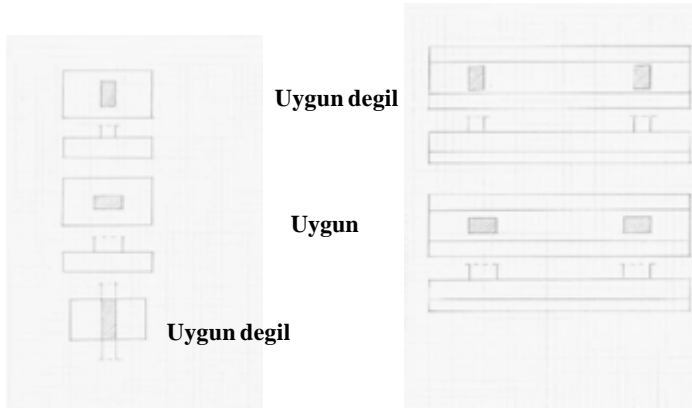
Radye Temeller  
h=30cm

101



Tekil ve sürekli temel, bağ kirisleri

102



Uygun değil

Uygun

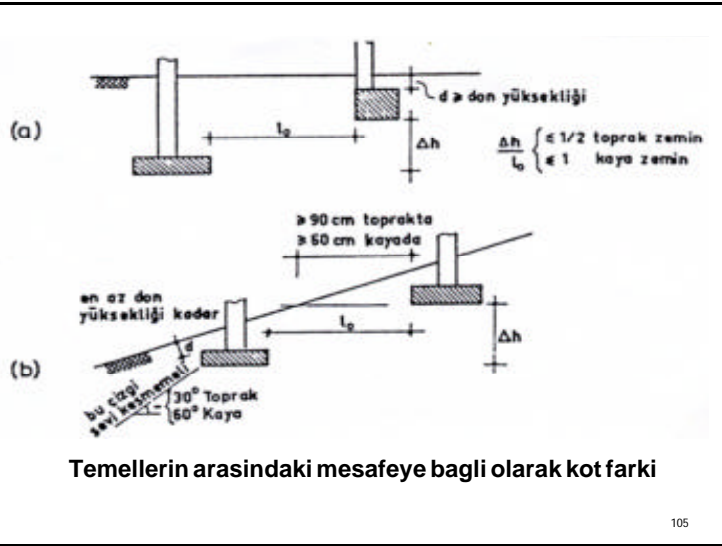
Uygun değil

103



Temellerin aynı seviyede teskil edilmesi

104



## 15. DERZLER

1. Sıcaklık değişmesi ve büzülmeden oluşan etkiler
2. Yangın tehlikesi bulunan binalar
3. Temel türü veya zemin koşullarının değişmesi dolayısıyla beklenen farklı oturmalar
4. Maden bölgelerindeki oturmalar
5. Makinalardan veya başka nedenlerle oluşan titreşimlerin bölgesel kalmasını sağlamak
6. Yapıyı deprem sırasında kendi içinde az zararlı titreşim yapabilecek bölümlere ayırmak

106

### 15.1. Sebeplerine Göre Derzler

- Genleşme (Dilatasyon) Derzleri
- Oturma Derzleri
- Deprem Derzleri
- Yapısal Derzler

107

### Genleşme Etkileri

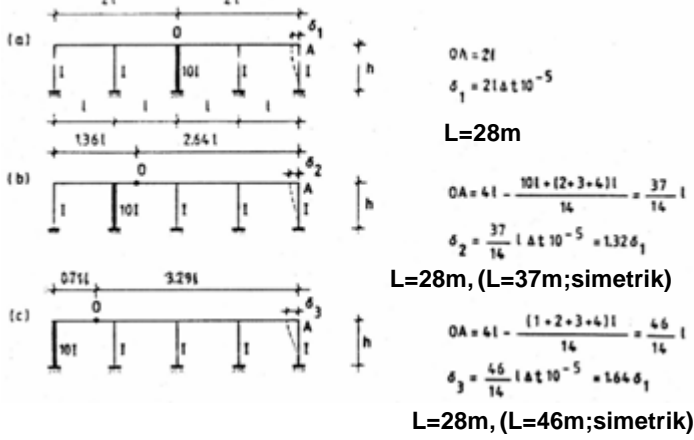
(a) Manyetik çatlama, Yapıda cakma çatlakları, Eğilme çatlakları  
 Bölümlerde eğilme çatlakları

(b)  $l_0 = 60$ ,  $1/3 \Delta$ ,  $2/3 \Delta$ ,  $\Delta$ ,  $l$ ,  $l/2$ ,  $l$ ,  $h$ ,  $h/2$ ,  $M$

Yapıda genleşme etkileri  
 (a) Genleşme yüzünden arızalar  
 (b) Genleşmeden meydana gelen momentler

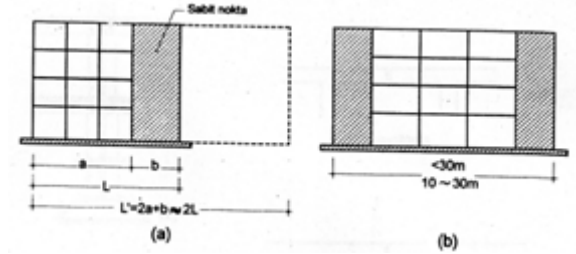
108

### Rijitligi simetrik olmayan yapıda blok boylarının değişimi



109

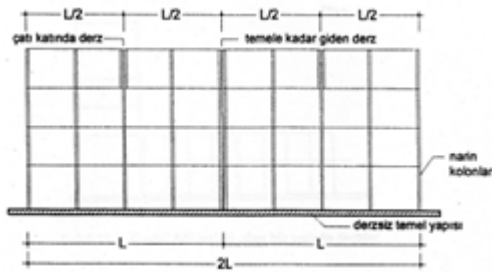
### Genleşme (Dilatasyon) Derzleri



Rijit elemanlı sistemlerde blok boyu  
 (a) Rijit elemanı kenarda olan çerçeve  
 (b) İki başta sabit kalabilecek elemanları olan yapı

110

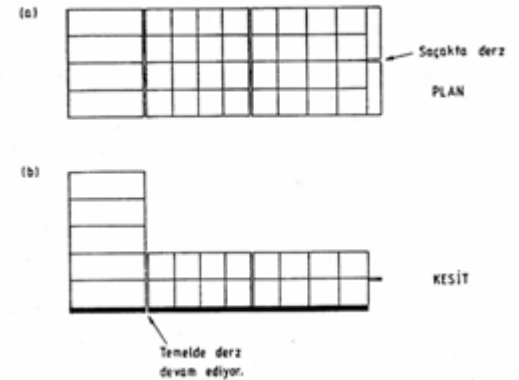
### Genleşme (Dilatasyon) Derzleri



Bir betonarme iskelette derzlerin kademeliendirilmesi

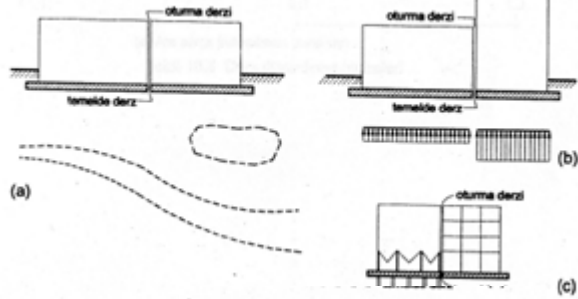
111

### Yapılarda derz düzenlenmesi örnekleri



112

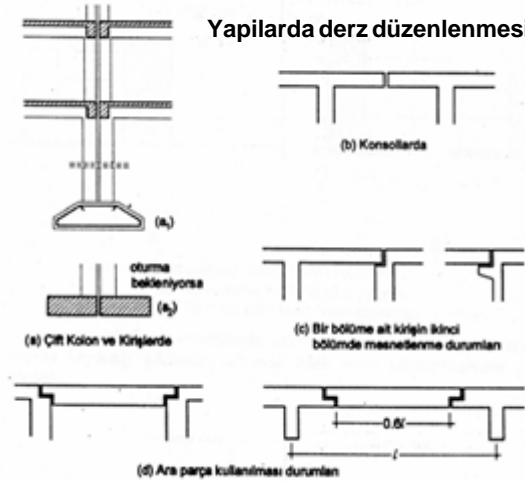
## Oturma Derzleri



Oturma derzleri  
(a) Farklı zemin şartları  
(b) Farklı yükler  
(c) Farklı temel ve üst yapı

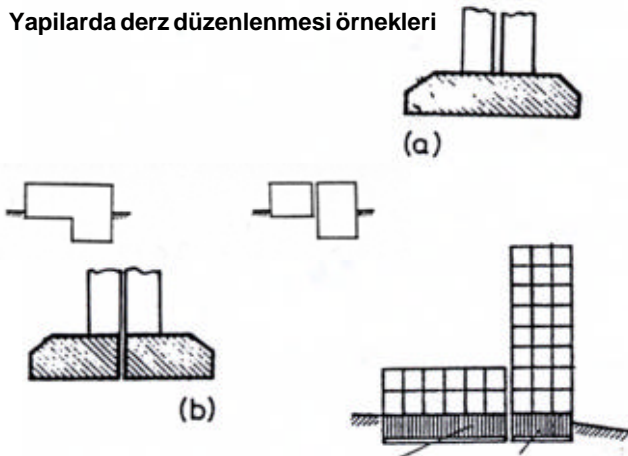
113

## Yapılarda derz düzenlenmesi örnekleri



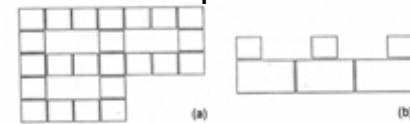
114

## Yapılarda derz düzenlenmesi örnekleri

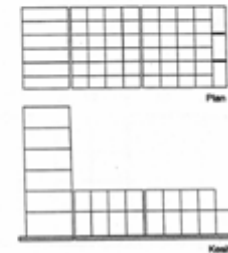


115

## Deprem Derzleri



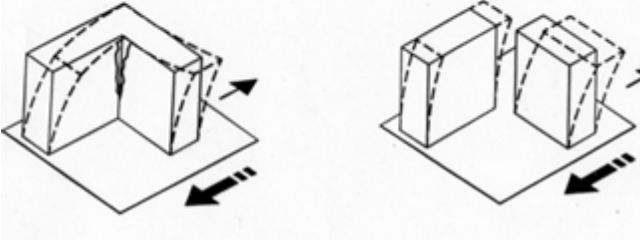
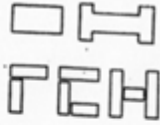
Şekil 10.6 Büyük bir yapının derzlerle ayrılması



116



Deprem Derzleri



## 15.2. Deprem Derzleri

DBYBHY, 2007 (2.10.3)

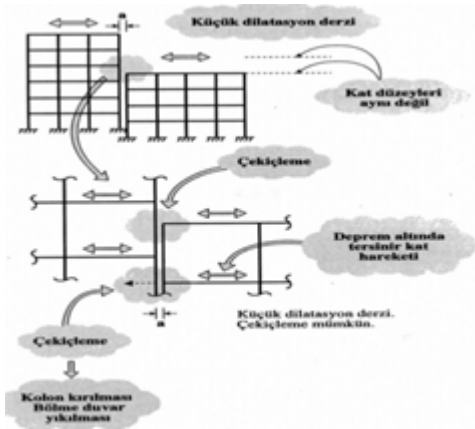
$h=6m$  için 30mm

$h=6m$  için 6.0m den sonra her 3m için ilave 10mm

$a \hat{=} \sqrt{d_1^2 + d_2^2}$

- $d_1; d_2$  : bitisik binaların yerdegistirmeleri
- Komsu binaların veya bina bloklarının kat dösemelerinin bütün katlarda aynı seviyede olmaları durumunda  $a = R/4$  alınacaktır.
- Komsu binaların veya bina bloklarının kat dösemelerinin, bazı katlarda olsa bile, farklı seviyede olmaları durumunda, tüm bina için  $a = R/2$  alınacaktır.

## Yeterli deprem derzi bulunmayan bitisik binalarda çekiçleme etkisi



## Bitisik binalarda çekiçleme etkisi



### Bitisik binalarda çekilme etkisi

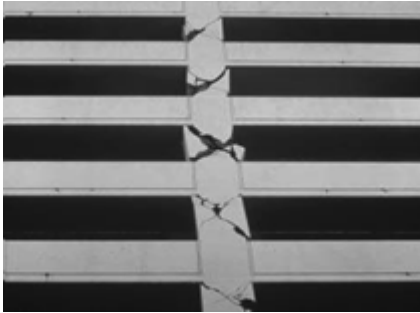


121

## 16. DEPREMLERDE HASAR GÖREN BAZI BINALAR

122

### Kısa kolon hasarları



123



### Kısa kolon hasarları



124

**Kısa kolon hasari, enine donatılar sargi etkisi gösteremeyerek açılmış ve boyuna donatılar burkulmuş**



125

**Kısa kolon hasarının önlenmesi için bir alternatif**



126

**Yumuşak kat ve zayıf kat oluşumu, zemin kat kolonlarının mekanizma durumuna gelmesi**



127

**Normal katta yumuşak kat oluşması**



128



**Betonarme çerçeve sistemde kolon ve kiris uçlarında  
olusan önemli hasarlar, boyuna donatılar siyirilmis:  
Yatay ve düşey hatil? Çerçeve sistem?**



129



**Kolon ucunda etriyelerin  
açılması, kopması,  
boyuna donatı burkulması**



130

**Kısa konsol ucuna kolon  
ötelemesi yapılarak oluşturulan  
düşeyde düzensiz bina**



**Köşe kolon hasari**



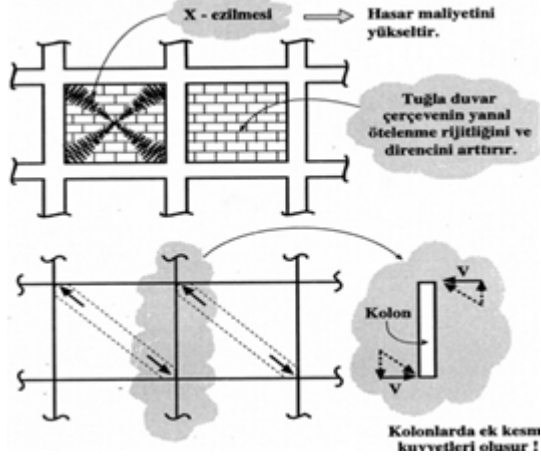
131



**Kolonları zayıf binanın deprem sonrası durumu**

132

## Bölme duvarlarının yapının yanar rijitliğini arttırması



133

## Bölme duvarlarının yapı davranışına olumlu etkisi



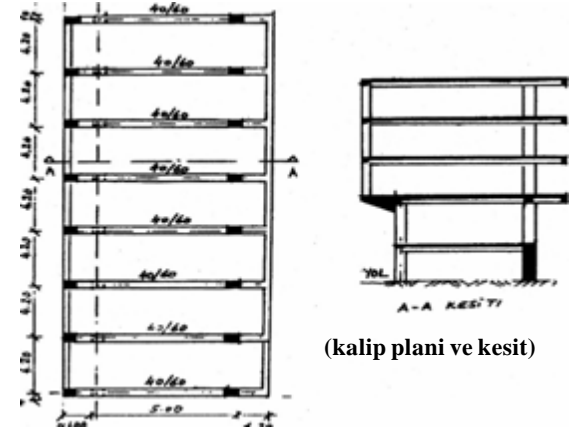
34



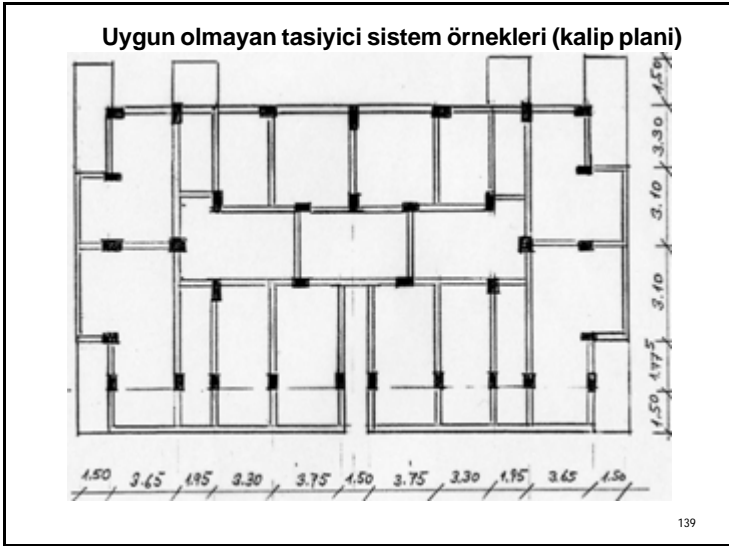
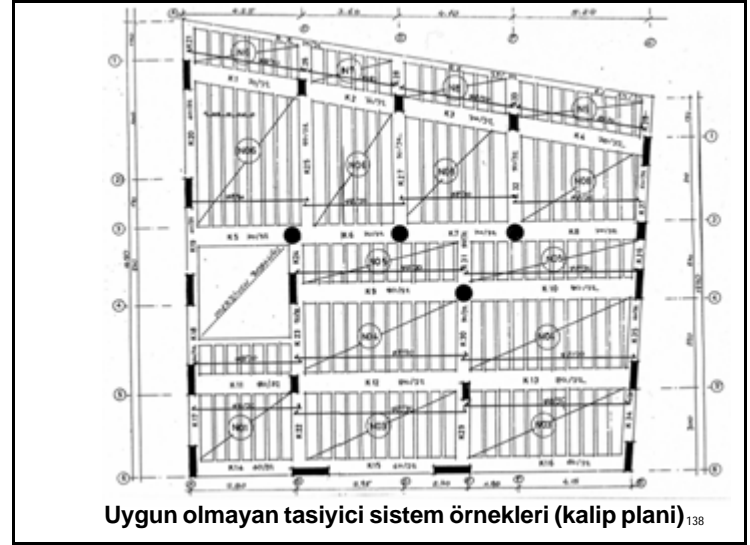
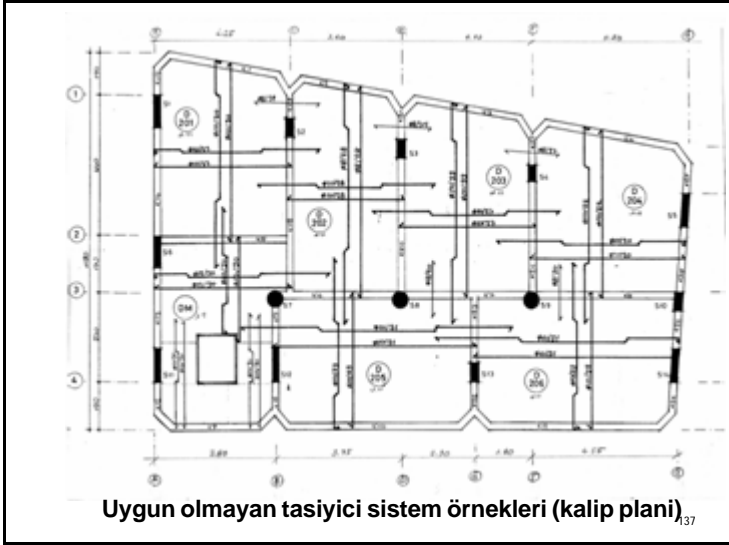
Korozyon problemi

135

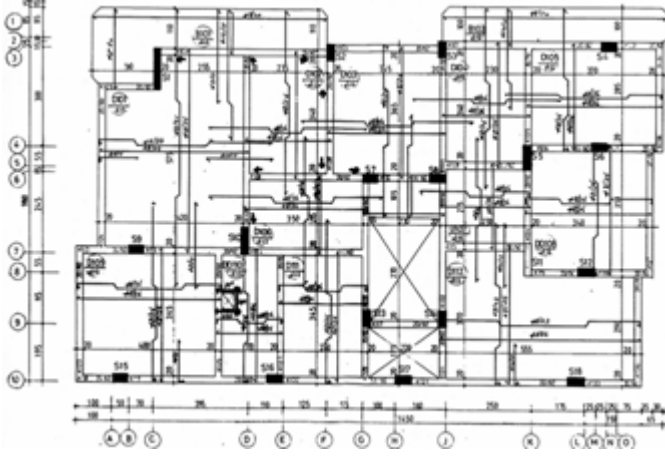
## 17. UYGUN OLMAYAN TASIYICI SİSTEM ÖRNEKLERİ



136

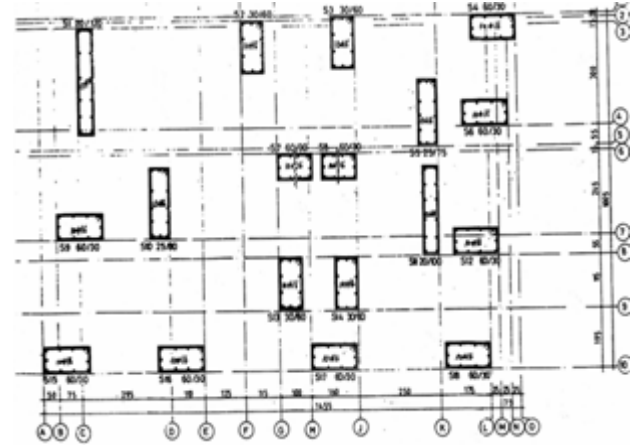


17 Agustos 1999 Marmara Depreminde yikilan bir binanın kalip plani



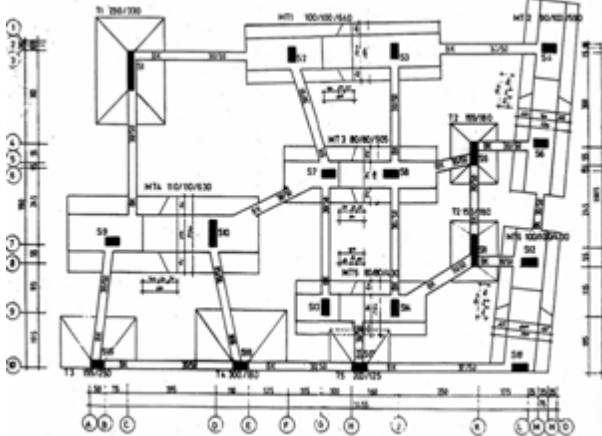
141

17 Agustos 1999 Marmara Depreminde yikilan binanın kolon aplikasyonu



142

17 Agustos 1999 Marmara Depreminde yikilan binanın temel kalip plani



143

17 Agustos 1999 Marmara Depreminde yikilan binadan bir görünüş



144

17 Agustos 1999 Marmara Depreminde yikilan binadan bir görünüs



145

## 18. ÖNERILER

- Onay projesi-uygulama projesi aliskanliginin terkedilmesi
- Projelerde beklenen iyilesmenin saglanmasi için gerekli düzenlemelerin yapilmasi (çalışan bir denetim sistemi olusturulmasi)
- Genel olarak yönetmeliklerde verilen minimum boyutlara daima bagli kalinmaması, boyutlandirmada minimum degerlerin üzerine çikilabilmesi
- Kolon boyutlarinin minimum 30cm ´ 30cm ve daha büyük tutulmasi (köse kolon boyutlarinin daha da büyük tutulmasi)
- Kapali çikma yapilmasi durumunda, bina çevresinde çerçeve teskilinin ihmal edilmemesi

146

## 18. ÖNERILER (Devam..)

- Özellikle donati yigilmasini da düşünerek, betonarme eleman teskilinde konstrüksiyon sorunlarini en aza indirmek amaciyla, minimum boyutlardan daha büyük boyutlar seçilmesi
- Kiris genisliklerinin birlestigi perde ya da kolon genisliginden en az 5cm daha dar olmasi ve olabildigince simetrik birlesiminin saglanmasi
- Perde uçlarında genisletilmis uç (kolon) teskili ile perde kalinliginin azaltilabilmesi
- Kirisli plak döseme tasarimi durumunda, ses yalitimi yapilmasinin öngörülmesi

147

## 18. ÖNERILER (Devam..)

- Betonarme projesinde tasiyici sistem elemanlari için verilen donatilarin, yerinde betonlamaya engel olmayacak sekilde düzenlenmis olup olmadiginin kontrolü
- Beton dayaniminin proje dayanimindan az olmaması (hazir beton kullanimi, betonun yerine yerlestirilmesi ve kürüne dikkat edilmesi)
- Yeterli paspaylarinin saglanması için, fabrikasyon etriye üretimi kosulunun getirilmesi (kancalarin 135 derece bükülmesi sorununun da çözülmesi)
- Yapi inşaat tekniklerinin, kolon boyuna donati eklerini kat ortalarında yapilabilmesini temin edecek sekilde gelistirilmesi
- Birlesim bölgelerinde inşaat derzi yapilmasi durumunda, eski beton ile yeni betonun birlikte çalışmasına özen gösterilmesi

148

## 19. BASLICA KAYNAKLAR

1. TS 500 Betonarme Yapilarin Hesap ve Yapim Kurallari, 2000.
2. Afet Bölgelerinde Yapilacak Yapilar Hakkinda Yönetmelik, 2007.
3. Betonarme Tasiyici Sistemler, 1992, I.Aka, M. Altan.
4. Betonarme Sistemlerin Tasarimi, 2000, E. Atımtay.
5. Deprem Mühendisligine Giris ve Depreme Dayanikli Yapi Tasarimi, 2004, Z. Celep, N. Kumbasar.
6. 1997 Deprem Yönetmeligi'nde betonarme perde, kolon ve kiris boyutlari üzerine bir degerlendirme, IMO Istanbul Bülten, 2004, K. Güler, M. Altan.