

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ \* FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Avrupa Uluslararası Beton Komitesi

Feridun Efendioğlu

Yüksek Lisans Tezi

150  
67

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

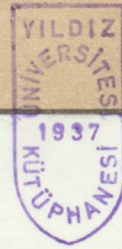
AVRUPA ULUSLARARASI BETON KOMİTESİ (CEB)  
TARAFINDAN DÜZENLENEN DEPREM YÖNETMELİĞİ  
MODELİNİN (Prag-1983) TÜRKİYE DEPREM  
YÖNETMELİĞİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞ. MÜH. FERİDUN EFENDİOĞLU

İSTANBUL 1986

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : ..... R 150  
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 67  
Tarih : 8.12.1986  
Fatura : .....  
Fiatı : 1000 TL  
Ayniyat No : 1/32  
Kayıt No : 44618  
UDC : .....  
Ek : .....



Comp.

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU



AVRUPA ULUSLARARASI BETON KOMİTESİ (CEB)  
TARAFINDAN DÜZENLENEN DEPREM YÖNETMELİĞİ  
MODELİNİN (Prag-1983) TÜRKİYE DEPREM  
YÖNETMELİĞİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
İNŞ. MÜH. FERİDUN EFENDİOĞLU

YÖNETEN  
Prof. ALTAY GÜNDÜZ

İSTANBUL 1986

Bu çalışma, Avrupa Uluslararası Beton Komitesi (C.E.B) tarafından düzenlenen deprem yönetmeliği modeli ile Türkiye Deprem Yönetmeliğinin karşılaştırılması olarak incelenmiş ve tartışılmıştır. Karşılaştırılmasında önerilen model yönetmeliğe göre ülkemizde geçerli yönetmelikteki ayrıntılıkların ve doğrulukların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Tasarım, boyutlandırma ve detaylandırma konusunda model yönetmeliğinin, Türkiye Deprem Yönetmeliğinden daha kapsamlı olduğunu görülmüştür.

## İÇİNDEKİLER

- ÖZET
- I GİRİŞ
- 2 AVRUPA ULUSLARARASI BETON KOMİTESİ (CEB) TARAFINDAN DÜZENLENEN "BETONARME YAPILARIN DEPREME GÖRE TASARIMIYLA İLGİLİ MODEL YÖNETMELİK (Prag-Ocak 1983)
- 3 KARŞILAŞTIRMA
- 3.1 KAPSAM
- 3.2 DÜKTİLİTE DÜZEYLERİ
- 3.3 TAŞIYICI SİSTEMİ DÜZENLİ YAPI TANIMI
- 3.4 MALZEME
- 3.5 YATAY YÜK HESABI
- 3.6 BURULMA ETKİLERİ
- 3.7 İKİNCİ MERTEBE ETKİLER
- 3.8 MODAL ÇÖZÜMLEME YÖNTEMİ
- 3.9 EĞİLME ETKİSİNDE KALAN ELEMANLAR
- 3.10 EĞİLME VE EKSENEL KUVVET ETKİSİNDEKİ ELEMANLAR
- 3.11 KOLON KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİ
- 3.12 PERDELER VE BAĞ KİRİŞLERİ
- 4 SONUÇ

## ÖZET

Bu çalışma, Avrupa Uluslararası Beton Komitesi (C.E.B) tarafından düzenlenen deprem yönetmeliği modeli ile Türkiye Deprem Yönetmeliğinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi ve tartışılmasıdır. Karşılaştırmada önerilen model yönetmeliğe göre ülkemizde geçerli yönetmelikteki aykırılıkların ve boşlukların belirtilmesine çalışılmıştır.

Tasarım, boyutlandırma ve detaylandırma konusunda model yönetmeliğin, Türkiye Deprem Yönetmeliğinden daha kapsamlı ve ağır sınırlamalar getirdiği görülmekle beraber, temel farklılık soruna yaklaşım felsefesinden kaynaklanmaktadır. Yapıların deprem etkisi altında düktil davranış göstereceği kabülü, Türkiye Deprem Yönetmeliğinin de temelini oluşturmaktadır. Ancak, yapıların elastik sınırlar ötesindeki düktil davranışı üzerine, herhangi bir yaklaşım getirilmemiştir. Bunun nedeni, deprem yönetmeliği hazırlandığı sırada ülkemizde, betonarme yapıların tasarımı ile ilgili geçerli yöntemin yalnızca emniyet gerilmeleri yöntemi olduğunun kabul edilmesidir. Daha sonra, betonarme yapıların limit durumlara göre tasarımı ile ilgili T.S.500-1981/1985 yönetmelikleri yayımlanmıştır. Böylece limit durumlara göre tasarım ülkemizde de resmen kabul edilmiş ve gittikçe yaygınlaşarak kullanılmaya başlanmıştır.

Bu bakımdan, çağdaş limit durumlara göre tasarım felsefesini temel alan Avrupa Uluslararası Beton Komitesinin önerdiği deprem yönetmeliği modelinin örnek alınması ve bu modelle uyum sağlayan yeni bir deprem yönetmeliğinin ülkemiz için acilen düzenlenmesi gerektiği görüşündeyiz.

Bu çalışma, yeniden hazırlanacak deprem yönetmeliğinde gözönüne alınması gerekli önemli noktaları açıklamak amacıyla yapılmıştır.

## THE SUMMARY

This study is the discussion and searching of the earthquake code which prepared by Euro-international committee of concrete by its comparison between Turkish Earthquake code.

According to the suggested model code that, is tried to define the differences and spaces of the code, which is reliable in our country on the base of designing dimensioning and detailing the model code relies the largest consists and the serious limits than Turkish Earthquake code. However the main difference is sourced from the ductility of the structures under the earthquake affects, is also founded the base of Turkish code. But, it's not able to state any solution about the ductility of structures over of the elastic limits.

The reason is to accept only the (safety stresses) method as the reliable method for the designing of reinforced structures, while the code has been preparing in our country. Later on the code is 500 was printed in 1981 and 1985 which includes the designing of structures up to ultimate states. Therefore to design the structures up to ultimate states limit positions principle has also accepted officially in our country and it's gradually spreaded for using.

In this case to get as the example of Euro-International committee of concrete (CEB's) "Model code for seismic design of concrete structures" which based on the views to design the buildings up to limit states and the arrange immediately a new earthquake code for our country which based on from this model, is our ideal.

This study is aiming that to explain the most important points in the new earthquake code, which will be arranged again.

## I- GİRİŞ

Ülkemiz topraklarının %92'si deprem bölgesi içinde, nüfusumuzun %95'i ise bu bölgelerde yaşamaktadır. Bu gerçek ülkemizde depreme dayanıklı yapı tasarımını çok önemli kılmaktadır.

Ülkemizde depreme dayanıklı yapı konusundaki çalışmalar 1940'da başlamış, 1975 yılında yayımlanan deprem yönetmeliği\* ile son şeklini almıştır. Böylece, yapıların deprem etkisine karşı güvenliği sağlanacak şekilde tasarımı ile ilgili kurallar, yayımlanan deprem yönetmeliği ile belirlenmiş olmaktadır.

Ülkemizde üyesi bulunduğu Avrupa Uluslararası Beton Komitesi, deprem etkisi altında betonarme yapıların tasarımı ile ilgili bir model yönetmelik\* yayımlamıştır.

Bu çalışmada, model yönetmelik ile Türkiye Deprem Yönetmeliği karşılaştırılarak aralarındaki önemli farklılıklar tartışılmıştır. Karşılaştırmada Avrupa Uluslararası Beton Komitesi tarafından önerilen model yönetmelik esas alınarak, bu yönetmelik karşısında Türkiye Deprem Yönetmeliğindeki boşluklara işaret edilmeye çalışılmıştır.

\* Bu çalışmada 1975 yılında yayımlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik kısaca "Türkiye Deprem Yönetmeliği" şeklinde ifade edilmiştir.

\* Bu çalışmada Avrupa Uluslararası Beton Komitesi(C.E.B) tarafından yayımlanan betonarme yapıların sismik tasarımı için model yönetmelik, kısaca "Model yönetmelik" şeklinde ifade edilmiştir.

- 2- AVRUPA ULUSLARARASI BETON KOMİTESİ (CEB) TARAFINDAN DÜZENLENEN "BETONARME YAPILARIN DEPREME GÖRE TASARIMIYLA İLGİLİ MODEL YÖNETMELİK (Prag-Ocak 1983))

#### KAYNAKLAR

- Kay- 1- Beton Yapılar için CEB-FIB Model Yönetmeliği 3. baskı 1978
- Kay- 2- Uygulamalı Teknoloji Komisyonu "Yapıların depreme göre tasarımıyla ilgili konuların geliştirilmesi" -Publ.ATC 3-06 Haziran 1978

#### NOTLAR

Ayrıca bu yönetmeliğin hazırlanmasında:  
Amerikan Beton Enstitüsü (ACI)  
Uygulamalı Teknoloji Komisyonu (ATC)  
Yeni Zelanda Standart Kurumu (NZS)  
Yeni Zelanda Ulusal Deprem Müdürlüğü Kurumu (NZD)  
Yönetmelik belgeleri ile verilen belgeleri kullanılarak yararlanılmaktadır.

Not: Model yönetmelik orjinal metindeki bölüm numaralarına sadık kalınarak sunulmuştur.

1 UYGULAMA ALANI VE KAPSAMI

2 KAPSAMI

### KAYNAKLAR

2.2 İletilebilir

Kay- 1- Beton Yapılar için CEB-FIB Model Yönetmeliği 3.  
baskı 1978

Kay- 2- Uygulamalı Teknoloji Konseyi " Yapıların depreme  
göre tasarımıyla ilgili kuralların geliştirilmesi"  
Publ.ATC 3-06 Haziran 1978

4 DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

4.1 Genel Yöntemler

4.1.1 Malzeme Özellikleri

4.1.1.1 Beton

4.1.1.2 Çelik

4.1.2 Malzeme güvenlik katsayıları

4.1.3 Yapısal güvenlik katsayıları

4.1.4 Tasarım yükü düşmeleri

### AÇIKLAMA

Ayrıca bu yönetmeliğin hazırlanmasında:

Amerikan Beton Enstitüsü (USA)

Uygulamalı Teknoloji Konseyi (USA)

Yeni Zelanda Standart Birliği (YZ)

Yeni Zelanda Ulusal Deprem Mühendisliği kurumu (YZ)

Yönetmelik belgeleri ile varolan belgesel malzemelerden yararlanılmıştır.

4.2.4.3 İkinci maddede etkiler

4.2.5 Model çökme sistemi

4.2.5.1 Model yapıları

- 1 UYGULAMA ALANI VE KAPSAMI
- 2 KAPSAMI
- 2.1 Yapısal Güvenlik
- 2.2 İşletilebilme
- 3 TASARIM KRİTERİ
- 3.1 Tanımlar
- 3.2 Güvenilirliğin Sınıflandırılması
- 3.3 Düktilite Düzeyleri
- 4 DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ
- 4.1 Temel Veriler
- 4.1.1 Malzeme özellikleri
- 4.1.1.1 Beton
- 4.1.1.2 Çelik
- 4.1.2 Malzeme güvenlik katsayıları
- 4.1.3 Yapısal güvenlik katsayıları
- 4.1.4 Tasarım yükü düzenleri
- 4.2 Yapısal Çözümleme
- 4.2.1 Yapısal Çözümleme
- 4.2.1.1 Planda düzenleme
- 4.2.1.2 Düşeyde düzenleme
- 4.2.2 Depresmel etkilerin uygulanması
- 4.2.3 Çözümsel Model
- 4.2.4 Eşdeğer Statik çözümleme
- 4.2.4.1 Yatay tasarım kuvvetleri
- 4.2.4.2 Burulma etkileri
- 4.2.4.3 İkinci merteye etkiler
- 4.2.5 Model çözümleme yöntemi
- 4.2.5.1 Model oluşturma

- 4.2.5.2 Modlar
- 4.3.5.3 Modal tepkilerin düzeni
- 4.2.5.4 Burulma etkileri
- 4.2.5.5 İkinci mertebe etkiler
- 4.3 Tasarım etkileri (kuvvetleri)
- 4.3.1 Düktilite düzeyi II : DL II
- 4.3.1.1 Eğilme etkisinde kalan elemanlar  
( Nd 0,1.Ag.fcd )
- 4.3.1.2 Normal kuvvet ve eğilme etkisinde ka-  
lan elemanlar (Nd 0,1,Ag.fcd)
- 4.3.1.3 Kiriş kolon birleşimleri
- 4.3.1.4 Perde duvarlar
- 4.3.1.4.1 Yeniden dağılım
- 4.3.1.4.2 Eğilme momenti tasarım zarfı
- 4.3.1.4.3 Bağ kirişleriyle birleştirilmiş perde  
duvarlarda depremden oluşan aksenal yük
- 4.3.1.4.4 Dinamik büyütme katsayıları
- 4.3.2 Düktilite düzeyi III : III
- 4.3.2.1 Eğilme etkisinde kalan elemanlar  
( Nd 0,1.Ag.fcd )
- 4.3.2.2 Normal kuvvet ve eğilme etkisinde kalan  
elemanlar ( Nd 0, 1.Ag.fcd )
- 4.3.2.3 Kiriş kolon birleşimleri
- 4.3.2.4 Perde duvarlar
- 4.3.2.4.1 Yeniden dağılım
- 4.3.2.4.2 Eğilme momenti tasarım zarfı
- 4.3.2.4.3 Bağ kirişleriyle birleştirilmiş perde  
duvarlarda depremden oluşan aksenal yük
- 4.3.2.4.4 Dinamik büyütme katsayıları
- 4.3.2.4.5 Kesme kuvvetleri
- 4.4 Boyutlandırma ve tahkik
- 4.4.1 Lineer elemanlar
- 4.4.1.1 Genel

- 4.4.1.2 Eksenel yükün sınırlandırılması
- 4.4.1.3 Kiriş kolon mukavemet oranı
- 4.4.1.4 Kesme mukavemeti
- 5.3 4.4.1.4.1 Betonun katkısı
- 4.4.1.4.2 Enine donatı
- 5.4 4.4.2 Kiriş kolon birleşimleri (Yalnız DL III için)
- 4.4.2.1 Düğüm noktasındaki yatay kesme kuvveti
- 4.4.2.1.1 Nominal yatay kesme gerilmesi
- 4.4.2.1.2 Düğüm çekirdeği kesme mukavemeti mekanizmaları
- 4.4.2.1.3 Betonun karşıladığı kesme kuvveti
- 5.5 4.4.2.1.4 Yatay kesme donatısı
- 4.4.2.2 Düğüm noktasındaki düşey kesme kuvveti
- 4.4.2.2.1 Düğüm noktasındaki düşey donatı
- 4.4.2.3 Eksantrik giriş kolon birleşimleri
- 4.4.3 Perde duvarlar
- 4.4.3.1 Genel
- 4.4.3.2 Kesmeye karşı mukavemet
- 4.4.3.2.1 İzin verilen maksimum kesme gerilmesi
- 4.4.3.2.2 Betonun kesme mukavemetine katkısı
- 6 4.4.3.2.3 Gövde donatısı
- 6.1 4.4.3.3 Bağlantı girişleri
- 6.2 4.4.4 Diyaframlar ve merdiven plakları
- 5 5 DETAYLANTIRMA, YAPIM, KULLANIM
- 5.1 Eğilme etkisinde kalan elemanlar (Nd 0,1.Ag.fcd)
  - 5.1.1 Geometrik sınırlamalar
  - 5.1.2 Boyuna donatı
  - 5.1.3 Minimum enine donatı
- 5.2 Normal kuvvet ve eğilme etkisinde kalan elemanlar (Nd 0,1.Ag.fcd)
  - 5.2.1 Geometrik sınırlamalar
  - 5.2.2 Boyuna donatı
  - 5.2.3 Enine donatı

- 5.2.3.1 Kolonlarda kritik bölgeler
- 5.2.3.2 DD II Yapılar
- 5.2.3.3 DD III Yapılar
- 5.3 Kiriş - Kolon birleşimleri
  - 5.3.1 Kuşatılma
- 5.4 Perde duvarlar
  - 5.4.1 Geometrik sınırlamalar
  - 5.4.2 Boyuna donatı
  - 5.4.3 Enine donatı
  - 5.4.3.1 Özel enine donatılı bölgeler
  - 5.4.4 Bağ kirişleri
- 5.5 Donatının ankraji ve eklenmesi
  - 5.5.1 Genel
  - 5.5.2 Eğilme elemanları: Boyuna donatının ankraji
  - 5.5.3 Kolonlar: Boyuna donatının ankraji
  - 5.5.4 Boyuna donatının eklenmesi
  - 5.5.5 Enine donatının kenetlenmesi ve eklenmesi
- 6 DEPREMSEL ETKİ
  - 6.1 Bölgesel sismiklik
  - 6.2 Deprem bölgeleri
  - 6.3 Deprem etkilerinin özellikleri
  - 6.4 Tasarım deprem etkisi
    - 6.4.1 Normalleştirilmiş elastik tepki spektrumu
    - 6.4.2 İnşaat alanı ile ilgili etkiler
      - 6.4.2.1 Zemin profili tipleri
      - 6.4.2.2 Yöre katsayısı
    - 6.4.3 Yöreye bağlı normalleştirilmiş elastik tepki spektrumları
    - 6.4.4 Tasarım tepki spektrumları

**TANIMLAR ve İŞARETLER**

## I UYGULAMA ALANI VE KAPSAMI

Bu yönetmelik sismik konularla ilgili minimum tasarım istemlerinin karşılanmasını sağlar. Bunlar, diğer sabit ya da değişen etkilerle bağlantılı olarak deprem etkisinin bir kritik etki olarak düşünülmesinden ileri gelen konulardır.

Güncel yönetmelik, bilinen kullanımlar için, betonarme ve öngerilmeli beton yapılara uygulanır. Bunlarsahip oldukları yapısal mukavemet sistemleri yönünden aşağıda tanımlanan gruplardan birine aittirler:

- Çerçeve sistem: Düşey yükler ve yatay kuvvetlerin her ikisinde uzay çerçeveler tarafından karşılandığı sistemdir.

-Perde duyarlı sistem: Düşey yükler ve yatay kuvvetlerin her ikisinde tek veya bağ kirişleriyle birleştirilmiş perde duvarlar tarafından karşılandığı sistemdir. Bağ kirişleriyle birleştirilmiş perde duvar iki veya daha fazla tekil perde duvarın birleşimidir. Bunlar uygun şekilde donatılmış düktül kirişler (bağ kirişleri) tarafından birleştirilirler.

-İkili sistem : Düşey yüklerin bir uzay çerçeve tarafından alındığı, yatay etkiye karşı mukavemetin ise, izole edilmiş veya bağ kirişleriyle birleştirilmiş perdeler ile çerçeve sistem tarafından birlikte karşılandığı sistemdir.

Yukarıdaki sınıflandırmaya dahil edilmemiş diğer yapısal sistemler (kirişsiz döşeme sistemleri, tersine çevrilmiş pandül yapılar) hiç değilse aynı ölçüde güvenilirlikle bu yönetmeliğin istemlerine uygun bir belgesel kanıtla projelendirilebilirler. Özel karaktere sahip yapılar, örneğin tahlisiye hattı sistemlerinin elemanları yada, yüksek riske sebep olabilecek yapılar bu yönetmeliğin amacı dışındadır.

## 2. İSTEMLER

### 2.1 Yapısal Güvenlik

Şuna gereksinim duyulmuşturki, tüm yapı ve onun bütün elemanları, (toplam sismik etkiye dayanmak için tasarlanan esas yapı sistemi ve aynı zamanda, kendi kendine bir sismik mukavemet oluşturmayan herhangi bir ikinci dereceden bağlı sistemleri içerir) sismik etki bittikten sonra onların bir kalıcı kapasite ve bütünlüğünü uygun güvenilirlikle sağlar.

### 2.2 İŞLETİLEBİLME

Yapı, bir bütün olarak, (tabii ki, yapısal ve yapısal olmayan elemanları da içererek) deprem etkisi nedeni ile kullanım sınırlamaları ve hasarların oluşumuna karşı uygun bir güvenilirlikle korunmalıdır.

## 3. TASARIM ÖLÇÜTÜ

### 3.1 Tanımlar

Tasarım ölçütü, 2.bölümde ortaya konulan genel istemlerin sağlanması için oluşturulması gerekli birtakım işlemler gerektirir. Bu işlemler şunları içerir.

- Yapısal davranışla ilgili sınır-durumlarının göz önüne alınması ve uygun modellere, etki değerlerine ve mukavemetlerine dayanan çözümsel yöntemlerin aracılığıyla bu sınır-durumların incelenmesi
- Bu yönetmeliğin kapsadığı koşullara göre yapısal elemanların boyutlandırılması.
- Tasarım ve yapım sırasında kalite güvenliğinin sağlandığının kabul edilmesi.

CEB-FIP mode yönetmeliğinde ortaya konan ilkelere göre; belirli bir projenin güvenilirliği ve işletilebilmesi "hedef" değerlerle ilgili "işlemsel" göçme olasılığı ile ölçülür.

Üniformluğu sağlamak için işlemsel olasılıklar, elemanların mukavemetine ve malzemelere, yapısal tepkiye ve önceden tanımlanmış etki modellerine göre çözümlenmelidir. Modeller bu metinde verilmiştir.

Düzen I, kısmi güvenlik katsayıları, güvenlik ve işletilebilirlik istemlerini karşılamak üzere bu yönetmelikte kullanılmıştır: Güvenlik elemanlarının sayısal değerlerinin bu yönetmelik tarafından izin verilen çözümsel algoritmalar için ve özel yapılara başvurularak ayarlanması yapılmaktadır.

### 3.2 Güvenilirliğin Sınıflandırılması

Hedef güvenilirlikler, güvenliğin ve işletilebilirliğin her ikisinde gözönüne alınarak göçme sonuçlarının temeli üzerine kurulmuş olacaklardır.

Göçme sonuçları, ki bunda parasal ve parasal olmayan kayıplar hesaba katılmıştır, yapıların istenilen kullanım biçimine, onların içeriklerine ve fonksiyonlarının önemi üzerine ilke edinir.

Bu yönetmeliğin kapsadığı yapılar için en az iki farklı güvenilirlik düzeyi kabul edilecektir. Bununla birlikte gerektiği zaman birbirleriyle bağlantılı alt bölümler kabul edilebilir.

İstenilen korumaya göre yapılar aşağıdaki şekilde sınıflandırılacaktır.

I- Kuvvetli bir deprem atağından sonra fonksiyonunu yerine getirmesi ve az hasar görmesi istenilen binalar.(L:1.40)

2- Yukarıdaki sınıfa dahil edilmemiş binalar(1:100)

Her sınıfa uygun farklı güvenilirlik seviyeleri, "önem faktörü" diye adlandırılan katsayı(1) ile tasarımda kabul edilen etkiler büyütülerek elde edilecektir.

Bazı yapı tipleri için, fonksiyon kaybı yada hasarla ilgili özel limit durumların tahkik edilmesinde, katsayı 1, ek olarak yada seçenek olarak kullanılır.

### 3.3 Düktilite düzeyleri

Bu yönetmeliğin kapsadığı yapısal sistemler aşağıdaki sınıflamaya göre farklı düktilite düzeylerini elde tutmak için projelendirilebilirler.

Düktilite düzeyi I (DD I) Bu düzey bölüm 5 içinde kapsanılan detaylama üzerine bazı ek istekler ile kaynak I'e göre projelendirilen yapılara uygun olmasıyla tanımlanır.

Düktilite düzeyi II (DD II) Bu düzey için özel sismik öngörmeler kabul edilir; yapı mukabelesinin, tekrarlanan tersinir yükler altında, elastik olmayan aşamaya girmesi sağlanır, gevrek-tip erken kırılmadan kaçınılır.

Düktilite düzeyi III (DD III) Bu düzey için tasarım etkilerinin hesaplanması için özel yöntemler kullanılır. Yapı elemanlarının boyutlandırılması ve detaylandırılması büyük enerji yutma kapasitesiyle ilgili, seçilen denge mekanizması gelişecek şekilde yapılır.

"Davranış Katsayısının K (böl.4.1.3)'nin değeriyle ölçüldüğü, bir yapının düktilite düzeyinin büyük olması tasarım için düşünülen sismik etkinin düşük olması demektir.

## 4. DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

### 4.I Temel Bilgiler

#### 4.I.I Malzeme Özellikleri

##### 4.I.I.I Beton

-Normal beton veya hafif agregalı beton türleri için aşağıda belirtilen minimum istemler yeterli olur.

Düktilite düzeyi II	C 20	LC 20
" "	III	C 20 LC 25

Uygun düktilite özelliklerine sahip olduğu özel şekilde kanıtlanmamışsa LC 30'dan yüksek hafif agregalı beton kullanılmalıdır.

#### 4.I.1.2 Çelik

##### DD I ve DD II düzeyinde bulunan yapılar

Çelik özellikleri kaynak I.Böl.3'deki istemlere uymalıdır.

##### DD III Düzeyinde bulunan yapılar

Aşağıda belirtilen ek istemler karşılanmalıdır.

- a) Tekrarlanan tersinir deformasyonlar etkisi altında elverişli düktiliteye sahip çelik kullanıldığı kanıtlanmalıdır.
- b) Çelik sınıfı S400'den büyük olmamalıdır. Ancak daha yüksek sınıfta özel çelik kullanılacaksa, bu çeliğin kullanıldığı özel kesitsel düzenlemelerin düktiliteyi olumsuz yönde etkilemediği kanıtlanmalıdır.
- c) Aktüel akma gerilmesi nominal değerinin %5'ini aşmamalıdır.
- d) Nihayi ortalama mukavemet değeri ile aktüel akma gerilmesi arasındaki oran S220 için I.25'den ,S400 için I.15 den az olmamalıdır.
- e) Yüksek aderanslı çelik, ancak elverişli aderans ve ankraj güvenliği sağlandığı zaman eğilme donatısı olarak kullanılmalıdır.

#### 4.I.2 Malzeme Güvenlik Katsayısı (Ym)

Beton ve çelik mukavemeti tasarım değerleri, ilgili karakteristik değerler ve aşağıdaki katsayılar kullanılarak elde edilir.

Beton  $Y_c : 1.5$

Çelik  $Y_s : 1.15$

#### 4.I.3 Yapı Davranış Katsayısı

Tasarım etkisinin (böl: 6.4.4) şiddetini tanımlayan davra-

nis katsayısı, 'K', değerleri; yapı tipinin ve seçilen düktilite düzeyinin fonksiyonu olarak tablo 4.I.3'de verilmiştir.

Yapı sistemi	DD I	DD II	DD III
Çerçeve sistemi	2	3.5	5
İkili sistem	2	3	4

Perde duvarlı ve bağ kirişleriyle bağlantılı perde duvarlı yapılarda, her iki doğrultudaki yatay kuvvetin en az %50'si bağ kirişleriyle birleştirilmiş perde duvarlar tarafından karşılanıyorsa tablo 4.I.3'deki (K) değerleri kullanılabilir. Bu koşul gerçekleşmiyorsa (K) değerleri 0,7 katsayısıyla azaltılmalıdır.

Düktilite düzeyi I.'e sadece sismisitesi az olan bölgelerdeki ikinci sınıf yapılar için izin verilir.

Sismisitesi yüksek olan bölgelerdeki birinci sınıf yapılar özellikle III. düktilite düzeyine göre projelendirilir. Şayet uygunsa DL II ile ilgili (K) değerleride bu durumda kullanılabilir.

#### 4.I.4 Tasarım yük düzenleri

Bütün limit-durumlara göre yapılacak tahkikler için temel yük etkileri bağıntısı (böl.4.4.6)

$$S_d : S(G+P+E+\sum \psi_i \cdot Q_{ik}) \quad (4.I.4.I)$$

Bu bağıntıda:

- G: Nominal değerli bütün hareketsiz yükleri içerir.
- P: Uzun süreli öngerme kuvveti
- E: Böl.6.4.4.'de açıklanan deprem tasarım değeri.
- Q<sub>ik</sub>: Deprem etkisiyle birlikte oluşmaları ihmal edilmeyecek olan ve uygulanma süresi yeteri ölçüde uzun, bütün hareketli yük ekstrem dağılımlarının bölümsel değerleri.

$\psi_i$  : Kısmi Qik değerlerinden ani dağılımlardaki ortalama Qi değerlerini elde etmek için gereken katsayı.

Deprem etkisi E, 4.I.4.I bağıntısındaki bütün yerçekimi yüklerinin uygun  $\psi$  değerleriyle çarpılmasıyla belirlenir.

## 4.2 Yapısal Çözümleme

### 4.2.I Yapısal Düzenleme

Yapısal çözümlemeyle ilgili geçerli yöntemler, bu bölümde verilen tanıma göre düzgün veya düzgün olmayan olarak sınırlanmış yapılar için farklı olacaktır.

Düzgün yapılar yükseklikleri 80m'yi aşmadığı ve temel periyodları 2 saniyeyi geçmediği zaman, böl.4.2.4' te açıklandığı gibi basitleştirilmiş çözümleme yöntemleriyle (eşdeğer statik çözümleme gibi) hesaplanabilir.

Plandaki ve düşeydeki düzenlemeleri aşağıdaki koşullara uygun bir yapı düzgün yapı olarak sınıflandırılır.

#### 4.2.I.I Planda düzenleme

- Yapı, depreme mukavemet eden elemanların yönlendirildiği en az iki ortogonal doğrultuya göre yaklaşık olarak simetrik plan düzenine sahip olmalıdır. Giriş köşeleri varsa bunlar yapı dış boyutlarınınin %25'ni aşmamalıdır.

- Herhangi bir katta deprem etkisine ortogonal doğrultuda ölçülen kütle merkeziyle rijitlik merkezi arasındaki uzaklık, kat burulma ve öteleme rijitlikleri oranınınin kare köküyle tanımlanan birim deformasyon enerjisi yarıçapınınin %15'ni aşmamalıdır.

4.2.1.2 Düşey düzenleme (Bu bölüm sayfa 57'da verilmiştir.)

#### 4.2.2 Deprem etkisinin uygulanması

##### Yatay etki

Deprem kuvveti, her elemanda en olumsuz etki oluştu-

racak doğrultuda uygulanacaktır.

Bir yapısal simetriye sahip yapılarda, deprem kuvveti bu eksen doğrultusuyla ona ortogonal doğrultuda ayrı ayrı etkidiği kabul edilecektir.

#### Düşey etki

Deprem etkisinin düşey bölümü öngerilmeli kirişlerde ve zplanda düşey olmayan konsollarda hesaba alınır.

#### 4.2.3 Çözümsel Model

Yapı üzerinde deprem etkilerinin belirlenmesinde temel alınacak matematiksel model, gerçek davranışı yansıtmaya elverişli olacaktır. Ayrıca modelde, tepkiyi oluşturan esas mukavemet edici sisteme, yapısal olmayan elemanların etkiside göz önüne alınmış olmalıdır.

Bu yönetmelik modeli için, tasarım yüklerinden oluşan yük etkilerinin belirlenmesinde, yapısal sistem için bir doğrusal elastik model esas alınabilir.

#### 4.2.4 Eşdeğer statik çözümleme

Eşdeğer statik çözümlemenin 4.2.I'de sınıflandırılan düzgün kabul edilen yapılara uygulanabilmesi için yapı yüksekliğinin 80 m.'yi geçmemesi ve temel periyodunun 2 saniyeden yüksek olmaması gerekmektedir.

#### 4.2.4.I Yatay tasarım kuvvetleri

Çözümlemenin yapıldığı doğrultuda her kat döşemesi düzeyinde uygulanacak olan yanal tasarım kuvveti aşağıdaki bağıntıyla belirlenecektir.

$$F : C_d \cdot Y_i \cdot W_i \quad (4.2.4.I.I)$$

Bu bağıntıda:

Cd: Tasarım deprem katsayısı, değer olarak 6.4.4 bölümünde verilen tasarım tepki spektrumuna eşittir.

$Y_i$ : Dağılım katsayısı, kat yüksekliğine bağlıdır.

Yapı zeminden başlayarak ölçülür.

$W_i$ : "i" katındaki toplam yerçekimi yükleri.

$C_d$  değerinin hesaplanması için yapı temel periyodunun belirlenmesi gerekir. Temel periyot yapının elastik özellikleri kullanılarak bilinen mekanik yöntemlerle hesaplanır. Hesaplama yapı rijitliğine katkıda bulunan tüm elemanlar göz önüne alınır. Alternatif olarak, uygun bir şekilde kanıtlanmış deneysel veriler yada basitleştirilmiş bağıntılar kullanılabilir. Periyodun hesaplanmadığı durumlarda  $C_d$  değeri:

$$C_d: I.A.S. \alpha \cdot \frac{1}{K} \quad \text{Bağıntısıyla elde edilecektir.}$$

Dağılım katsayısı  $Y_i$  ise aşağıdaki şekilde ifade edilecektir.

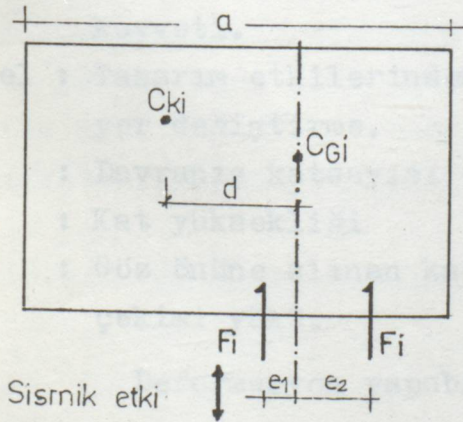
$$Y_i : h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i \cdot h_i}$$

Buradaki  $h_i$  ifadesi "i" katının temel düzeyinden olan yüksekliğidir.

#### 4.2.4.2 Burulma etkileri

Yapının her katındaki yanal tasarım kuvvetlerinin nominal yerinden, şekilde görüldüğü gibi  $e_1$  ve  $e_2$  kadar yer değiştirdiği kabul edilecek, her eleman için hangisinin olumsuz etkide bulunduğu tahkik edilecektir.

$e_1$  ve  $e_2$  'yi veren ifadeler şöyledir:



$$e_1 = 0,5d + 0,05a$$

$$e_2 = 0,05a$$

$C_{ki}$  = Rijitlik merkezi.

$C_{Gi}$  = Kütle "

Bir kattaki toplam kesme kuvveti ve burulma momenti o katın altındaki çeşitli mukavemet elemanlarına, hem diyafram rijitliği hemde elemanların izafi rijitlikleri de göz önüne alınarak dağıtılacaktır.

#### Simetrik durumlar

Deprem uyarısı doğrultusuna paralel bir eksene göre rijitlik ve kütle simetrisi tam olarak sağlanıyorsa burulma etkileri aşağıda açıklanan basitleştirilmiş yöntemle göre göz önüne alınabilir.

- Yanal tasarım kuvveti, yukarıda belirtilen muhtelif mukavemet elemanlarına dağıtılmak üzere katın ağırlık merkezinde uygulanacaktır.
- Her elemandaki etki ayrıca  $\xi$  katsayısı ile çarpılacaktır. ( $\xi : 1 + 0.6 \frac{x}{o}$ ), bu bağıntıdaki "x" elemanının deprem etkisi doğrultusuna dikey olarak ölçülen kat ağırlık merkezinden olan uzaklığını ifade eder.

#### 4.2.4.3 İkinci mertebeye etkiler

Her katta aşağıda belirtilen koşul yerine getirildiği takdirde, kat kesme kuvvetleri ve momentleri üzerindeki ikinci-mertebeye etkenlerinin gözönüne alınmasına gerek yoktur:

$$\theta = \frac{W \cdot \Delta_{el} \cdot K}{V \cdot h} \leq 0.10 \quad (4.2.4.3.I)$$

Bu bağıntıda:

- $\theta$  : Deformasyon yapabilme indeksi
- V : Göz önüne alınan kat için deprem tasarım kesme kuvveti.
- $\Delta_{el}$  : Tasarım etkilerinden oluşan katlararası elastik yer değiştirme.
- K : Davranış katsayısı (böl.4.I.3)
- h : Kat yüksekliği
- W : Göz önüne alınan katın üzerinde kalan toplam yerçekimi yükü.

Deformasyon yapabilme indeksi  $\theta$ , hiçbir şekilde

0,20 değerini aşamaz.

$$0.10 \leq \theta \leq 0.20$$

değeri için kay.1. böl.4'te belirtilen statik yöntemlerden biri kullanılacak ikinci mertebe etkiler hesaba katılacaktır.

#### 4.2.5 Modal Çözümleme Yöntemi

##### 4.2.5.I Model oluşturma

Yapı iki ortogonal doğrultuda önemli bir çiftleme göstermeden titreşim yapabiliyorsa, her bir ortogonal doğrultu için iki ayrı düzlemsel modele göre çözümlenebilir.

Yukarıda belirtilen koşulun bölüm 1.4.2'deki ikinci paragrafı sağlandığı zaman oluşturduğu kabul edilir.

Yukarıda belirtilen gereksinim karşılanmadığı zaman, modelde, yapının düzlemsel olmayan hareketi hesaba katılmıdır.

##### 4.2.5.2 Modlar

Düzlemsel modellerde iki ortogonal eksenin herbiri için çözümleme, titreşimin en az üç adet düşük modunu ya da hangisi daha büyükse periyodları 0.4 saniyeden yüksek tüm titreşim modlarını içerecektir.

Düzlemsel olmayan çözümleme modellerinde, çözümleme sismik etkinin uygulandığı her doğrultu için en az dört modu içerecektir. Bunların iki tanesi hakim öteleme ve iki tanesinde hakim dönme olacak şekilde, yada periyodları 0.4 saniyeden yüksek olan bütün titreşim modlarını kapsayacaktır. Hesaba katılan modlar gözönüne alınan doğrultuda en büyük katkı katsayılarına sahip olanlar olacaktır.

##### 4.2.5.3 Modal tepkimelerin kombinasyonu

Ayrı ayrı, her mod için elde edilen tepkime miktarları (kuvvet, deplasman vb) karşılıkları olan tasarım değerlerini bulmak için modal değerlerin karelerinin toplama-

minin kare kökü alınarak birleştirileceklerdir.

#### 4.2.5.4 Burulma etkileri

Yapının her katında eylemsizlik kuvvetlerine katkıda bulunan kütlelerin nominal konumundan  $\pm 0.05a$  kadar yer değiştirdiği kabul edilecek, eleman için hangisinin olumsuz olduğu tahkik edilecektir.  $a$ , deprem etkisine ortogonaldogrultudaki yapı boyutudur. Yapı düzlemsel modeller ile (böl.4.2.5.1) çözümleniyorsa burulma etkileri, yapının öteleme titreşimlerinden doğan yük etkileri  $\xi$  katsayısıyla arttırılacaktır.

$$\xi : 1 + 0,6 \frac{x}{o}$$

Bu bağıntıdaki "x" deprem etkisi doğrultusuna dik olarak ölçülen, göz önüne alınan düzlemsel elemanın kat ağırlık merkezinden uzaklığıdır.

#### 4.2.5.5. İkinci mertebe etkiler

4.2.4.3 no'lu madde uygulanır.

### 4.3 Tasarım Etkileri

Yapısal elemanlar bu bölümde tanımlanan tasarım etkileri için boyutlandırılacak ve tahkik edilecektir. (böl. 4.4'e bak)

4.2 bölümündeki yapısal çözümlerden elde edilen etkilerden türetilen tasarım yük etkileri, seçilen düktilite düzeyinin fonksiyonu olarak uygun şekilde değiştirilecektir.

Düktilite düzeyi 1. yapılar, kay.1. böl.8'de izin verilen mümkün olabilen yük etkileri yeniden dağılımı ile yapısal çözümlere sonuçları esas alınarak doğrudan boyutlandırılacaktır.

#### 4.3.I Düktilite düzeyi II

4.3.I.I Eğilme etkisinde kalan elemanlar ( $N_d \leq 0,1.A_g.fcd$ )

### Eğilme Momentleri

Tasarım eğilme momentleri (4.1.4.1) bağıntısıyla verilen yük kombinezonu için yapılan doğrusal çözümlemeden elde edilecektir. Kay. 1. Böl.8.3'e göre yeniden dağılım yapılabilir.

### Kesme kuvvetleri

Tasarım kesme kuvvetleri elemanla ilgili enine yükün statik denge koşulundan ve varsa bunlarla uç momentlerin gerçekçi kombinezonundan belirlenecektir. Bu son durum için uç kesitlerinin tasarım eğilme mukavemetleri, sağlanan aktüel donatı temel alınacaktır.

Her uç kesitinde, kesme kuvvetinin iki değeri hesaplanacaktır. Yani pozitif ve negatif akma momentlerinin karşılığı olan maksimum ve minimum değerler bir kesitteki kesme kuvvetinin minimum ve maksimum değerleri arasındaki çebirsel oran " $\zeta$ " ile gösterilecektir.

Hesabın devamının sağlaması amacıyla  $\zeta$  değeri (-1) den küçük olmamalıdır.

### 4.3.1.2 Eğilme ve aksenal kuvvet etkisinde kalan elemanlar ( $N_d > 0.1 A_g f_{cd}$ ) aksenal kuvvetler ve eğilme momentleri

Kolon tasarımında kullanılan aksenal kuvvetler ve eğilme momentleri (4.1.4.1)' belirtilen bağıntıdanda anlaşıldığı gibi tüm mümkün olabilecek elverişsiz yük kombinezonlarının statik doğrusal çözümlemesiyle elde edilir. Kay. 1 böl.8,3'e göre yeniden dağılım yapılabilir.

Böylece elde edilen eğilme momentleri eğer gerekirse aşağıda belirtildiği gibi düzeltilecektir.

Üç veya daha çok katlı eşdeğer statik çözümleme uygulanan düzgün yapılarda, yalnız yanal yüklerden dolayı meydana gelen kolon momenti, aşağıda ifade edilen (W) dinamik büyütme faktörü ile çarpılacaktır.

Düzlem çerçevede:

$$w : 0,6 T_1 + 0,85 \quad (1,3 \leq w \leq 1,8)$$

Uzay Çerçeve :

$$w : 0,5 T_1 + 1,10 \quad (1,5 \leq w \leq 1,9)$$

Burada  $T_1$  yapı temel periyodunu ifade etmektedir.

Yukardaki bağıntılarda ifade edilen "w" dinamik katsayısı binaların 2/3 oranındaki yüksekliğinden yukarıya tatbik edilir. Bu seviyenin altında w'nin lineer değişimi I.kat yüksekliği için 1.3 ve 1.5 olarak, sırasıyla düzlem ve uzay çerçeve sistemine uygun olarak seçilir.

Bunun yanısıra kolon momentleri, köşelerdeki birbirine bağlı kiriş ve kolon mukavemetleri şartına bağlı kalınmalıdır. (4.4.1.3'e bak.)

### Kesme Kuvvetleri

Statik denge şartından elde edilen tasarım kesme kuvveti değerlendirilirken uç tasarım momentlerinin en zıt (yani maksimum kesme kuvveti oluşturan momentler gibi) olması gerekir. Bu da 4.1.4.1 bağıntısıyla verilen yapıların gerçekçi yük kombinasyonu altında statik çözümlemesi ile elde edilecektir. Bu değer eğer uygunsa dinamik büyütme katsayısı ile düzeltilir.

### 4.3.1.3 Kolon -kiriş birleşimleri

Düktilite düzeyi II yapılarda birleşim yerlerinde iç kuvvetlerin kesin şekilde tayinine gerek yoktur.

### 4.3.1.4 Yapısal Perdeler (Perde duvarlar)

Tasarım çalışmaları daha önce elde edilen 4.1.4.1 bağıntısındaki yük kodu kombinasyonu doğrusal çözümlemesine uygun olmasının yanısıra aşağıdaki 4.3.1.4 I/2/3/4/ bölümlerinde uygun olmalıdır.

### 4.3.1.4.I Yeniden Dağılım

Toplam yükün, elastik analiz metoduyla çeşitli perdelerle dağılımı, ortalama dengenin korunması ve herhangi bir perdedeki etkinin maksimum değerinin %30'dan daha fazla azaltılamıyacağı görüşü korunarak düzeltilir.

Bağ kirişiyle birleştirilmiş perdelerde bağ kirişlerindeki elastik kesme kuvveti max. azaltma %20 olmak kaydıyla düzeltilirler. Bunun için diğer katlardaki kiriş kayma kapasitelerini de aynı oranda arttırmak gerekir.

#### 4.3.I.4.2 Eğilme momenti tasarım örtüsü (Zarfı)

Perde yüksekliği boyunca oluşan tasarım momenti hesaplanan moment diyagramı lineer zarfı içindedir. Buradaki düşey doğrultudaki ötelenme miktarı perde yatay uzunluğuna eşittir.

#### 4.3.I.4.3 Bağ kirişleriyle birleştirilmiş perdelerde depremden dolayı oluşan aksenal yük

Yanal etkilere maruz kalan perdelerdeki tasarım aksenal yükü yukarıda açıklanan bağ kirişindeki kayma mukavemeti kullanılarak hesaplanır. Bunun için beton ve donatı çeliğinin karakteristik değerleri kullanılır.

Bu şekilde hesaplanan kiriş kesme mukavemeti 1.25 oranında arttırılır.

#### 4.3.I.4.4 Dinamik büyütme faktörü

Eşdeğer statik çözümleme uygulandığı durumda perdelerdeki kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı "w" ile arttırılır. "w" faktörü aşağıda ifade edilmiş olup 5 katlı binalara kadar kullanılır.

$$w : 0.1 N + 0,9$$

Burada N : yapıdaki kat sayısıdır.

5 kattan daha yüksek olan binalarda ise "w" değeri lineer olarak arttırılır. Öyleki ; N:15 için w:1.8'dir.

#### 4.3.2 - Düktilite düzeyi III DD.III

##### 4.3.2.1 Eğilme etkisinde kalan elemanlar ( $N_d \leq 0.1 A_g \cdot f_{cd}$ )

###### Eğilme momentleri

Tasarım eğilme momentleri (4.I.4.I) bağıntısıyla verilen yük kombinezonu için yapılan doğrusal çözümlerden elde edilecektir. Kaynak I. 8.3'e göre yeniden dağılım yapılabilir.

###### Kesme kuvvetleri

Tasarım kesme kuvvetleri, varsa, ilgili enine yüklere maruz kalan elemanların statik denge şartlarıyla ve aşağıda belirtilen uç momentlerinin gerçekçi ve olumsuz kombinasyonlarıyla hesaplanır.

Uç momentleri uç kesitlerde sağlanan aktüel donatı esas alınarak hesaplanacak ve  $\gamma_n:1.25$  katsayısı ile büyütülecektir. ( $\gamma_n$ : kapasite arttırma katsayısı)

Mesnetlerdeki pozitif ve negatif momentlere tekbül eden maksimum ve minimum olmak üzere her bir uç kesitte iki farklı kesme kuvveti hesaplanır.

Herbir kesitteki kesme kuvvetlerinin maksimum ve minimum değerler arasındaki cebirsel oran ( $\zeta$ ) şeklinde ifade edilir.

Hesabın devamını sağlamak amacıyla ( $\zeta$ ) değeri (-1) den küçük olmamalıdır.

##### 4.3.2.2 Eğilme ve eksenel kuvvet etkisinde kalan elemanlar ( $N_d > 0.1 A_g \cdot f_{cd}$ )

###### Eksenel kuvvetler ve eğilme momentleri

Kolon tasarımında kullanılan eksenel kuvvetler ve eğilme momentleri (4.I.4.I) 'de verilen bağıntılarda görüleceği gibi mümkün olabilecek bütün olumsuz kombinasyonlara göre yapının doğrusal elastik çözümlenmesinden

elde edilir. Kay.1.Böl. 8.3'e göre yeniden dağılım yapılabilir.

Böylece elde edilen eğilme momentleri gerekirse aşağıda belirtildiği gibi düzeltiler.

Üç veya daha çok katlı eşdeğer statik analiz uygulanan olağan yapılarda yalnız yanal yüklerden dolayı meydana gelen kolon momenti, aşağıda ifade edilen (w) dinamik büyültme katsayısıyla çarpılacaktır.

Düzlem çerçeveler için:

$$w: 0,6 T_1 + 0,85 \quad (1,3 \leq w \leq 1,8)$$

$$w: 0,5 T_1 + 1,10 \quad (1,5 \leq w \leq 1,9)$$

Burada  $T_1$  yapıların temel periyodunu gösterir.

Yukardaki bağıntılarda verilen (w) dinamik katsayısı binaların 2/3 arasındaki yüksekliğinden yukarıya uygulanır. Bu düzeyin altında w'nin doğrusal değiştiği kabul edilecektir. I.kat döşeme düzeyi için, düzlem ve uzay çerçevelerde sırayla 1.3 ve 1.5 alınabilir.

Bunun yanısıra kolon momentleri, köşelerdeki birbirine bağlı kiriş ve kolon mukavemetleri şartına bağlı kalmalıdır. (bakınız bölüm 4.4.I.3)

### Kesme kuvvetleri

Statik denge şartından elde edilen tasarım kesme kuvveti değerlendirilirken tasarım uç momentlerinin mümkün olduğu kadar zıt, karmaşık (maksimum kesme kuvveti meydana getiren momentler gibi) olması gerekir. Bu da 4.I.4.I bağıntısında görüldüğü gibi yapıların yük kombinasyonları altında statik çözümü ile belirtildiği gibidir.

Yukardaki şekilde elde edilen moment eğer uygunsa önce dinamik büyültme katsayısıyla daha sonra da " $\gamma_n$ " katsayısıyla büyültülecektir.

$$\gamma_n : 1.10$$

elde edilir. Kay.1.Böl. 8.3'e göre yeniden dağılım yapılabilir.

Böylece elde edilen eğilme momentleri gerekirse aşağıda belirtildiği gibi düzeltiler.

Üç veya daha çok katlı eşdeğer statik analiz uygulanan olağan yapılarda yalnız yanal yüklerden dolayı meydana gelen kolon momenti, aşağıda ifade edilen (w) dinamik büyültme katsayısıyla çarpılacaktır.

Düzlem çerçeveler için:

$$w: 0,6 T_1 + 0,85 \quad (1,3 \leq w \leq 1,8)$$

$$w: 0,5 T_1 + 1,10 \quad (1,5 \leq w \leq 1,9)$$

Burada  $T_1$  yapıların temel periyodunu gösterir.

Yukardaki bağıntılarda verilen (w) dinamik katsayısı binaların 2/3 arasındaki yüksekliğinden yukarıya uygulanır. Bu düzeyin altında w'nin doğrusal değiştiği kabul edilecektir. I.kat döşeme düzeyi için, düzlem ve uzay çerçevelerde sırayla 1.3 ve 1.5 alınabilir.

Bunun yanısıra kolon momentleri, köşelerdeki birbirine bağlı kiriş ve kolon mukavemetleri şartına bağlı kalmalıdır. (bakınız bölüm 4.4.I.3)

### Kesme kuvvetleri

Statik denge şartından elde edilen tasarım kesme kuvveti değerlendirilirken tasarım uç momentlerinin mümkün olduğu kadar zıt, karmaşık (maksimum kesme kuvveti meydana getiren momentler gibi) olması gerekir. Bu da 4.I.4.I bağıntısında görüldüğü gibi yapıların yük kombinasyonları altında statik çözümlemesi ile belirtildiği gibidir.

Yukardaki şekilde elde edilen moment eğer uygunsa önce dinamik büyültme katsayısıyla daha sonra da " $\gamma_n$ " katsayısıyla büyültülecektir.

$$\gamma_n : 1.10$$

#### 4.3.2.3 Kolon-kiriş birleşim noktaları

Kiriş yada kirişlerde aşırı mukavemet oluştuğu hallerde (nihai tasarım momentinin : 1.25 çarpımıyla elde edilmesi hali) bağlantı yerlerinde kolonlardaki eksenel yük minimum sismik tasarım kuvvetlerine tekabül etmelidir. 4.4.1.3'teki bölümde görüldüğü gibi kolonlarda mafsal durumu varsa bu bağlantı hali geçerli değildir.

Yük etkileri, yani gerçekçi çözümleme sonucu elde edilen ve bir bağlantı yerinin statik denge durumunu sağlayan tüm kuvvetlerdir. Bu kuvvetler eğilme momentleri, yatay kesme kuvveti  $V_{jh}$ , düşey kesme kuvveti  $V_{jv}$  gibi statik dengeyi oluşturan etkilerdir.

Aynı düzlemde olmayan iki çerçevenin düğüm noktaları varsa bunlar her bir yönde ayrı ayrı değerlendirilip dikkate alınmalıdır.

#### 4.3.2.4 Perde duvarlar

Tasarım kuvvetleri daha önce elde edilen 4.4.4.I bağlantısındaki yük yönetmeliği kombinasyonu doğrusal çözümlenmeye uygun olmasının yanısıra aşağıdaki 4.3.2.4.-1/2/3/4/5 bölümlerinde de uygun olmalıdır.

##### 4.3.2.4.I Yeniden dağılım

Toplam yükün çeşitli perdeler (elastik çözümleme metoduyla) dağılımı, ortalama dengenin korunması ve herhangi bir perdedeki etkinin maksimum değerinin %30'dan daha fazla azaltılmaması koşuluyla düzeltiler.

Bağ kirişleriyle birleştirilmiş perdelerde aynı özellikteki kirişlerdeki elastik kesme kuvveti maksimum azaltma %20 olmak kaydıyla düzeltiler. Bunu sağlamak için diğer katlardaki kiriş kayma kapasitelerini de aynı oranda arttırmak gerekir.

#### 4.3.2.4.2 Eğilme momenti tasarım örtüsü

Perdenin yüksekliği boyunca oluşan tasarım momentleri moment diyagramı doğrusal örtüsüdür. Tasarım momenti örtüsü, hesaplanan moment diyagramının duvarın genişliği kadar düşey ötelenmesi ile elde edilir.

#### 4.3.2.4.3 Bağ kirişi ile birleştirilmiş perdelerde depremden dolayı oluşan aksenal yük

Yanal kuvvetler etkisinde kalan perdelerdeki aksenal tasarım yükü yukarıda açıklanan bağ kirişindeki kayma mukavemeti kullanılarak hesaplanır. Bunun içinde betonun ve çeliğin (donatının) karakteristik değerleri kullanılır.

Böylece hesaplanan kiriş kesme mukavemeti 1.25 oranında arttırılır.

#### 4.3.2.4.4 Dinamik büyültme katsayısı

Eşdeğer statik çözümleme uygulanan durumda perdelerdeki kesme kuvveti dinamik büyültme katsayısı "w" ile arttırılır. "w" katsayısı aşağıda ifade edilmiş olup 5 katlı binalara kadar olan yapılarda kullanılır.

$$w: 0,1 N + 0,9$$

Burada N: yapıdaki katsayısıdır.

Beş kattan büyük olan binalarda ise "w" değeri lineer olarak arttırılır. Öyleki, N:15 için w:1,8 dir.

#### 4.3.2.4.5 Kesme kuvvetleri

Perdelerdeki tasarım kesme kuvvetleri duvarların tabanında oluşabilecek gerçek eğilme mukavemeti ile uyum sağlayacaktır. Bu yönetmelik yüklenmesinden elde edilen kesme kuvvetini aşağıdaki  $\gamma_n$  katsayısı ile çarpılarak sağlanır.

$$\gamma_n : \frac{M_u^+}{M_d}$$

Burada  $M_d$ : çözümlenmeden elde edilen tasarım momentidir.  
 $M_u, d$ : betonarme kesitte meydana gelen eğilme mukavemeti-  
 dir. Eğilme mukavemeti hesaplanırken donatı ve betonun  
 karakteristik değerleri kullanılır.

Taban kesitteki eğilme mukavemetini tesbit eder-  
 ken uygun eksenel yük gözönüne alınmalıdır.

b)  $\gamma_n$  faktörü 4'den büyük alınmamalıdır.

#### 4.4 Bovutlandırma ve tahkik

##### 4.4.I Doğrusal elemanlar

##### 4.4.I.I Genel

Eğilme, bileşik eğilme, kesme ve burulma etki-  
 sinde kalan yapı elemanlarının tasarım mukavemetleri kay.  
 I.bölüm 10-13'e uygun olarak hesaplanır. Ayrıca bölüm  
 4.4.I'e uygunluk sağlanmalıdır.

##### 4.4.I.2 Eksenel yükün sınırlandırılması

Sismik olaylardan meydana gelen en şiddetli yük-  
 ler de dahil, oluşan tasarım eksenel basınç yükü hiç bir  
 zaman aşağıdaki sınırı aşmayacaktır.

$$0,5 \cdot A_g \cdot f_{ck}$$

##### 4.4.I.3 Kiriş-kolon mukavemet oranı

Herhangi bir giriş kolon düğüm noktasındaki kolon  
 nihai momentlerinin mutlak değerlerinin toplamı, (eksenel  
 kuvvetin en elverişsiz halinden dolayı oluşan değerler)  
 girişin nihai momentlerinin mutlak toplamından daha az  
 olamaz. Bu, bağlantı yerindeki kolonda mafsallı hali olduğu  
 düşünülürse geçerli değildir.

#### DD III yapıları

DD III yapılarında, tasarım eğilme momenti kiri-

şin mukavemetinde bir artışa sebep olur.

Herhangi bir şey belirtilmemişse global mukavemet artışı  $\gamma_n:1.15$  olarak kabul edilir. Bu oran 1. kat kolon tabanı da dahil olmak üzere tüm katlar için uygulanabilir.

Kolonlarda plastik mafsal ve mafsal mekanizması oluşmasına aşağıdaki durumlarda müsaade edilir.

- Dört veya daha fazla kolon ihtiva eden çerçevelerde yalnız bir kolon mafsallı kabul edilip diğerleri mafsallı varsayılır.
- Tek ve iki katlı binalar ile, çok katlı binaların en üst katında kolon mafsal mekanizması oluşmasına müsaade edilir.

#### 4.4.I.4 Kesme mukavemeti

##### 4.4.I.4.I Betonun Katkısı

Referans I.CI.II.2.2 ve bağıntı (II.8)'de ifade edilen " $V_{cd}$ " değeri "Betonun tasarım mukavemeti" aşağıda gösterildiği gibi ele alınır.

- a) Bölüm 5.I.3'e göre (bu bölümün c şıkkı hariç) etriye bağlantıları olan bölgelerde  $N_d \leq 0,1 \cdot A_g \cdot f_{cd}$  ise  $V_{cd}$  değeri (0) olarak kabul edilmelidir.
- b)  $N > 0,1 \cdot A_g \cdot F_{cd}$  durumunda  $V_{cd}$  aşağıdaki (4.4.1.4.1.1) bağıntısıyla ifade edilir. Referans I,CI.II.1.2, ve tablo 11.1'de verilen  $\zeta_{ed}$  değeri beton türüne göre değişir. ve bu (11.3)'de aynı  $\zeta_{ed}$  bağıntısında görülür.

##### 4.4.I.4.2 Enine donatılar

$N_d \leq 0,1 \cdot A_g \cdot f_{cd}$  ise  $\zeta$  oranına bağlı kalmak kaydıyla iki durum dikkate alınır.

- a)  $\zeta \geq 0$  durumu: kesmeye karşı donatılı durumda.  $V_{wd}$  kafes sistem modeli esasına göre kay.1, böl.11.2'de verilen prosüdüre uygun olarak tayin edilecektir.
- b)  $\zeta < 0$  durumu :  $V_{sd}$  değeri  $V_{rd1}$  'in sınır değerini geçmi-

yorsa, yani :  $V_{ed1} = 3 \cdot (2 + \zeta) \zeta_{ed} \cdot b_w \cdot d$

ise şartlar a durumundaki gibidir.

- Eğer  $V_{sd}$  değeri  $V_{ed2}$  'nin sınır değerini geçiyorsa yani:  $V_{ed2} = 6 (2 + \zeta) \zeta_{ed} b_w d$  ise tüm kesme donatısı gövde boyundaki diagonal donatıyla karşılanır. Yani her iki yöndeki pilye donatılar kesme kuvvetinin + ve - işaretili basınç ve çekme kuvvetleriyle dengede tutulmalıdır. Kesitte  $V_{sd}$  ve  $\zeta V_{sd}$  oluşuyor demektir.
- Eğer  $V_{ed1} < V_{sd} < V_{ed2}$  ise maksimum kesme kuvvetinin yarısı diagonal çift donatılı teçhizatla, diğer yarısı ise enine donatıyla karşılanır.

II)  $N_d > 0, 1 \cdot A_g \cdot f_{cd}$  ise kesme direnci durumu 'I' ve "a" şıkkındaki duruma göre tatbik edilir.

#### 4.4.2 Kiris kolon birlesimleri (Yalnız DL III durumu)

##### 4.4.2.I Düğüm noktalarındaki yatay kesme kuvveti

##### 4.4.2.I.I Nominal yatay kesme gerilmesi

Nominal yatay kesme gerilmesi aşağıdaki bağıntı ile ifade edilir.

$$\zeta_{jh} = \frac{V_{jh}}{b_j \cdot h_c} \quad (4.4.2.I.I.I)$$

Bu değer,  $20 \zeta_{ed}$  değerini aşamaz.

Etkili bağlantı yeri genişliği aşağıdaki gibi alınır.

- a)  $b_c > b_w$  durumunda  $b_j = b_c$  veya  $b_j = b_w + 0,5 h_c$  ise hangi değer küçükse o seçilir.
- b)  $b_c < b_w$  durumunda ise  $b_j = b_w$  veya  $b_j = b_c + 0,5 h_c$  ise hangi değer küçükse o seçilir.

#### 4.4.2.I.2 Düğüm çekirdeği içinde kesme mukavemet mekanizması

Düğüm çekirdeği boyunca yatay kesme kuvvetlerinin 2 tip yayılma mekanizması vardır.

- Basınç altında bağlantı yerleri boyunca diagonal beton basınç çubukları kesme kuvvetini ( $V_{ch}$ ) karşılar.
  - Yatay etriye ihtiva eden kafes mekanizmaları ve diagonal beten çubuklar kesme kuvvetini ( $V_{sh}$ ) karşılar.
- burada:

$$V_{sh} + V_{ch} = V_j h$$

#### 4.4.2.I.3 Betonun taşıdığı kesme kuvveti

Beton çubuk tarafından karşılanan kesme kuvveti aşağıdaki haller dışında sıfır varsayılır. ( $V_{ch}$ )

- Minimum ortalama basınç gerilmesi halinde bağlantı üzerindeki kolonun brüt kesit alanı öngerilim uygulanan yerler dahil  $f_{cm}$ ,  $\sigma_{st}$  değerini geçerse

$$V_{ch} = (2 \sigma_{ed} \sqrt{f_{cm} - \sigma_{st}}) \cdot b_j \cdot h_c \quad (4.4.2.1.3.1)$$

- Eğer bağlantı yeri boyunca kirişler öngerilmeli ise

$$V_{ch} = 0.7 P_{cs} \quad (4.4.2.1.3.2)$$

Burada  $P_c$  öngerilmeli kirişin derinliği boyunca yerleştirilmiş donatının üzerindeki devamlı uygulanan kuvvettir.

- Tasarımın bağlantı yerinde kiriş plastik mafsallı oluşmasına engel olması halinde
  - Tüm bağlantı yerlerindeki kirişlerin plastik mafsallı kritik kesitinin kolon yüzünden uzaklığının  $h_p$  den az olmaması halinde
  - dış bağlantı yerleri için eğilmeye maruz donatıların kiriş gövdesi boyunca kolon çekirdeği dışında ankrajlanması halinde

$$V_{ch} = \frac{A_s' \cdot V_{jh}}{A_s \cdot 2} \left( 1 + \frac{N_d}{0.4 A_s \cdot f_{ck}} \right) \quad (4.4.2.1.3.3)$$

Burada  $A_s' / A_s$ ; boyuna kiriş basınç donatısı alanı/ Boyuna kiriş çekme donatısı alanına oranıdır ki, 1.0 (bir)'den büyük olamaz.

Eğer aksenal kolon yükü tarafından oluşturulan brüt beton kesit alanı üzerindeki çekme gerilmesi 0,2  $f_{ck}$  değerini aşarsa düğüm noktası kesmeye karşı donatıyla teçhizatlandırılır.

Eksenel çekmenin bu limitten az olması halinde " $V_{ch}$ " değeri için sıfır ile 4.4.2.1.3.3'te verilen değerler arasında enterpolasyon yapılır. Burada  $N_d:0$  olarak alınır.

d- Eğer komşu kirişlerin  $A_{s1}$  ve  $A_{s2}$  çekme donatısının  $A_{a1}$  ve  $A_a$  alanları ile ifade edilen kısmı birbirine dik bükülüp kolonun çekme oluşmuş yüzüne ankrajlanmışsa

$$V_{ch} = A_a \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad (4.4.2.1.3.4)$$

Bölüm 4.4.2.1.3.1/2/4 'de verilen eşitliklerden bulunan  $V_{ch}$  değeri uygun yerlere ilave edilebilir.

#### 4.4.2.1.4 Yatay Kesme donatısı

Yatay kesme donatısı,

$$V_{sh} : V_{jh} \leq V_{ch}$$

şeklinde ifade olunan tasarım düğüm noktası kesme kuvvetini, köşeden köşeğe potansiyel kayma düzleminde karşılayabilecek kapasitede olmalıdır. Kritik diagonal düzlemi kesen yatay donatısının efektif olanı ki, bu bağlantı yeri genişliği  $b_j$  içindedir-

$$A_{jh} : \frac{V_{sh}}{f_{yk}/\gamma_s} \quad (4.4.2.1.4)$$

yatay etriyeler üst ve alt kiriş donatıları arasında pratik olarak uniform bir şekilde dağıtılır.

#### 4.4.2.2 Düsey düğüm noktası kesme kuvveti

##### 4.4.2.2.I Düğüm noktası düsey donatısı

Düsey düğüm noktası kesme donatısı düsey kesme kuvveti  $V_{sv} : V_{jv} - V_{cv}$

karşılacak kapasitededir. Burada  $V_{cv}$

$$V_{cv} = \frac{A'_{sc}}{A_{sc}} V_{jv} \left( 0.6 + \frac{N_d}{A_j \cdot f_{ck}} \right) \quad (4.4.2.2.1.1)$$

Burada  $A'_{sc}$  ve  $A_{sc}$  kolonlardaki boyuna basınç ve çekme donatısı olanlarıdır ki, aşağıdaki özel durumlar bunun dışındadır.

- Eksenel yükün kolon kesiti üzerinde çekme gerilmesi oluşturması halinde: " $V_{cv}$ " değeri 4.4.2.2.I.I'deki eşitlik ( $N_d:0$  olarak alınır) ile enterpolasyon yapılır. Brüt alandaki eksenel çekme  $0.2 f_{ck}$  olduğunda ise  $V_{cv}$  sıfır olarak enterpolasyon yapılır.
- Kolonun üstünde bağlantı yerinin altında plastik mafsal sistemi düşünüldüğünde eksenel kolon yüklerinin tüm değerlerinde  $V_{cv} : 0$  olarak alınır. Bu asıl sismik enerjiyi dağıtan bir sistemin parçasıdır. Etkili bağlantı yeri genişliği  $b_j$ 'ye etkileyen düsey bağlantı yeri donatı alanı " $A_{jv}$ " aşağıdaki bağlantıyla elde edilir.

$$A_{jv} = \frac{V_{sv}}{f_{tk}/\gamma_s}$$

Düsey bağlantı yeri kayma donatısı ise şu teçhizatlardan meydana gelmiştir.

- Köşe donatılar arasında eğilme düzlemine yerleştirilmiş kolon içi teçhizatlar.
- Bağlantı yerinde gerekli gerilmeyi karşılayacak şekilde yerleştirilmiş özel düsey etriyeler veya özel düsey donatılar.

Bağlantı yerindeki her kiriş düzlemindeki donatı arası açıklığı 200mm'yi geçmemelidir. Bu düzlemindeki kirişin her iki tarafında birden en az bir iç donatı yerleştirilmelidir.

#### 4.4.2.3 Eksantrik kolon kiriş birleşimleri

Aşağıdaki özel durum dışında bu bölümdeki tüm tasarım esasları uygulanır. Herhangi 2 eleman arasında geometrik eksen uzaklığının varolmasıdır ki, bu da kiriş ve kolonun birbirine eksantrikliğini belirtir. Burada "b<sub>j</sub>" etkili bağlantı yeri genişliğidir ve aşağıdaki ifadeden büyük alınmaz:

$$0,5 (b_w + b_c + 0,5 h_c) - e$$

#### 4.4.3 Perde duvarlar

##### 4.4.3.1 Genel

Duvarların ve bağ kirişlerinin hasar mukavemetleri bölüm 4.4.3'deki özel modifiye prosedürü göz önüne alınmak kaydıyla, bölüm, 4.4.1 'deki gibi lineer eleman olarak değerlendirilir.

##### 4.4.3.2 Kesme mukavemeti

##### 4.4.3.2.1 İzin verilen maksimum kesme gerilmesi

- Bir duvar kesitinde maksimum nominal kesme gerilmesi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\tau_d = V_d / A_s$$

Burada V<sub>d</sub> Bölüm, 4.3.1.4 veya 4.3.2.4 görüldüğü gibi hesaplanmış tasarım kesme kuvvetidir. Bu da aşağıdaki limitler içinde olmalıdır.

$$\tau_d \leq 10 \tau_{ed}$$

#### 4.4.3.2.2 Betonun kesme mukavemetine katkısı

- Minimum tasarım aksenal yükünün duvarın brüt beton alanı üzerinde uygulandığı ortalama basınç en az  $0.1f_{cd}$ 'ye eşit olmadıkça betonun kesmeye karşı direnci bölüm 5.5.3.1'de de belirtildiği gibi potansiyel plastik mafsallık bölgesinde 0 olarak alınır. Bu durumda betonun kayma gerilmesi aşağıdaki bağıntıyla ifade edilir.

$$\tau_{cd} = 2 \tau_{rd} \cdot \beta$$

Burada  $\tau_{rd}$  bölüm (III.2)'deki tablo 11.1'de gösterilmiştir.  $\beta$  ise aynı referansın (11.1.2.2) bölümündeki (11.3) formülüyle verilmiştir.

- Potansiyel mafsallık bölgesi dışında, ortalama basınç gerilmesinin  $0.1 f_{cd}$ 'den küçük olması halinde betonun kayma gerilmesi aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\tau_{cd} = 2\rho \tau_{rd}$$

Ortalama gerilme  $0.1 f_{cd}$ 'den büyük olduğunda ise bu ifade aşağıdaki şekli alır;

$$\tau_{cd} = 2.5 \tau_{rd} \cdot \beta$$

#### 4.4.3.2.3 Gövde donatısı

Gövde içine yerleştirilen maksimum yatay çubuklar aşağıdaki  $\rho_v$  ile ifade edilir.

$$\rho_v = \frac{A_h}{b \cdot s_v} = \frac{z_d - z_{cd}}{f_{yd}}$$

Bunun yanında düşey donatı oranı

$$\rho_v = \frac{A_v}{b \cdot s_h} = \frac{z_d - z_{cd} - N_d/A_s}{f_{yd}}$$

Düşey kayma donatısının gerekli tüm eğilme mukavemetlerini karşıladığı varsayılır.

#### 4.4.3.3 Bağ kirişleri

- Simetrik eğilme donatısı ( $\rho = \rho'$ ) olağan düzenlemelerde

uygulanır.

Aşağıda ifade edilen sınırlar aşılmadığı zaman normal kirişlerin eğilme ve kesme tasarımı yöntemleri uygulanır.

$$Z_d \geq 6 \cdot Z_{ed}$$

$$\rho = \frac{\sqrt{f_{ck}}}{4 \cdot h \cdot f_{yk}}$$

$\rho$  : Yukarıda veya aşağıdaki boyuna donatı oranı.

Bu durumda eğilme ve kayma etkileri her iki yöndeki diagonal donatılarla karşılanır.

#### 4.4.4 Diyaframlar ve merdiven döşemeleri

- Duvar çerçeve gibi düşey sismik dirençli elemanlara bağlı döşeme sistemler bu elemanlar üzerinde meydana gelen kuvvetlerin neden olduğu maksimum kapasiteye göre kontrol edilmelidir.
- Etkiyen kuvvetler diyaframda akma meydana getirmediği durumlarda Ref. 1 bölüm( 19.4.5.1)deki şartlar uygulanır.
- Eğer diaframda akma kaçınılmazsa düktil duvar yapıları şartları ve bölüm 5.5.3.I de öngörülen eğilme bölgesinde özel olarak kullanılır.
- Diyaframdaki açıklıklar (bırakılabilecek geçiş delikleri, aralık vs.) öyle ayarlanmalıdır ki, zayıf hatlar boyunca meydana gelebilecek kaçınılmaz çatlaklar diyaframda mukavemet azalmasına yol açmamalıdır. Bu açıklıklar arasındaki sınır elemanları gerekli mukavemeti sağlayacak şekilde seçilmiş donatıyla takviye edilmelidir.
- Yatay merdiven döşemeleri öyle dizayn edilmelidir ki, katlar arası bağıl deplasman ile döşeme aksenal ve eğilme rijitliği birbiriyle uyumlu olmalıdır.

#### 5 Detaylandırma, Uygulama, Kullanım

Bu bölümdeki şartlar kesin farklılıklar belirtilmedikçe hem DD II hem DD III yapılarına uygulanır. DD I yapılarına uygulanan şartlar her durumda açık olarak belirtilecektir.

5.I Eğilme etkisinde kalan elemanlar  
 (  $N_d \leq 0.10 \cdot A_g \cdot f_{cd}$  )

5.I.I Geometrik sınırlamalar

DD II ve DD III yapıları

İstisnai özel kanıtlar verilmedikçe aşağıda belirtilen boyutsal sınırlamalar sağlanmalıdır.

- Genişlik 200 mm'den az olamaz. Ya da kolonun genişliğinden az olmamalıdır. Bunun yanısıra elemanın her iki yanındaki uzunluklar kolon kesit derinliğinin 1/4'ü geçmemelidir.
- b/h oranı 0.25'ten az olmamalıdır.
- e/h oranı 4'den az olmamalıdır. Bu şart bölüm 4.4.3.3 de belirtilen perdeleri birleştiren baş kirişlerine uygulanmaz.
- İki elemanın geometrik eksenleri arasındaki uzaklıkla ölçülen, kolon-kiriş eksantirikliği 1/4 bc oranını geçmez.

5.I.2 Boyuna donatılar

DD II ve DD III yapıları

- Elemanın herhangi bir kesitinde üst ve alt donatıları için çekme donatı oranları aşağıdakinden az olamaz.

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_{yk}} \quad (5.1.2.1)$$

ve;

$$\rho_{max} = \frac{7}{f_{yk}} \quad (5.1.2.2)$$

dan büyük olamaz.

$\rho_{min}$  ve  $\rho_{max}$  brüt beton alanını belirtir.

- Elemanın uzunluğu boyunca altta ve üstte en az iki adet 12 mm'lik donatı kullanılmalıdır.

- c) Herhangi bir potansiyel plastik mafsal bölgesinde basınç donatı oranı aynı kesitteki çekme donatısının yarısından az olamaz.
- d) Elemanın her iki ucunda yer alan en büyük üst donatının en az  $1/4$ 'ü eleman uzunluğunca devam etmelidir.
- e) Tve L girişleri ihtiva eden döşemelerde ( etkili donatılar kolon yüzeyine yakın, buna ilaveten boyuna donatılar gövde boyunca yerleştirilmiş) durum aşağıdaki gibidir.
- I) Enine giriş saplanan iç kolonlarda; kolonun her iki kenarından döşeme kalınlığının 4 katı uzaklığındaki döşeme mesafesi boyunca donatı devam ettirilir.
- II) Enine giriş saplanmayan iç kolonlarda; kolonun her iki kenarından döşeme kalınlığının 2.5 katı uzaklığındaki döşeme parçası mesafesi boyunca donatı devam ettirilir.
- III) Enine giriş saplanan dış kolonlarda (giriş donatısı ankrajlanmışsa) kolonun her iki kenarından döşeme kalınlığının iki katı uzaklığındaki döşeme parçası mesafesi boyunca donatı uzatılır.
- IV) Enine giriş saplanan dış kolonlarda; Tüm donatılar kolon genişliği boyunca yer alır.
- V) Tüm hallerde gerekli eğilme kapasitesi şartını sağlamak kaydıyla her iki yüzdeki donatıların en az %75'i kolon çekirdeğine ankrajlanmalı veya içinden geçmelidir.

### DD I Yapılar

Yalnız bölüm (5.I.2.a) koşulları sağlanmalıdır.

#### 5.I.3 Minimum enine donatılar

Kaymaya karşı daha büyük direnç oluşmadıkça (bak. böl. 4.4.I.4) bu bölümde belirtilen enine donatı şartları uygulanır. Kritik bölge olarak tanımlanan giriş

bölümleri şunlardır.

- Mesnet kolon yüzünden, kirişin her iki ucundan orta noktasına doğru ölçülmek üzere eleman derinliğinin iki katı boyunca uzanan kısımlar.
- Akmanın meydana gelebileceği kesitlerde , kesitin beher tarağında eleman derinliğinin iki katı.
- Basınç donatısının gerektiği bölgeler.

### DD II yapılar

- Yukarıda tanımlanan kritik bölgelerde  $\phi 6$ mm'den az olmamak kaydıyla atriye kullanılmalıdır. Bu etriyeler arasındaki maksimum açıklık aşağıdaki sınırların küçüğünden az olmamalıdır.

- $h/4$
- Boyuna donatıların minimum çapının sekiz katı.
- Halka donatı çapının 24 katı.
- 200 mm.

İlk halka, kolon yüzünden en az 50 mm uzaklıkta yerleştirilmelidir.

### DD III yapılar

- Yukarıda tanımlanan kritik bölgelerde 6 mm'den az olmamak kaydıyla etriye kullanılmalıdır. Bu etriyeler arasındaki maksimum açıklık aşağıdaki sınır değerlerinin küçüğünden az olmamalıdır.

- $h/4$
- Boyuna donatı çapının altı katı.
- 150 mm.

- Enine donatının bir ayağının minimum alanı :

$$A_{s, \min} = \frac{\sum A_b \cdot f_{yk}}{16 f_{yk}} \times \frac{s}{100} \quad (\leq 1.3.1)$$

A: Emine kollar tarafından taşındığı varsayılan boyuna donatıların alanlarının toplamı  
 $f_{yk}$ : Boyuna donatının akma mukavemeti  
 $f_{ykt}$ : Etriye donatının akma mukavemeti  
 $s$  : Etriye aralığının mm olarak ifadesi  
 İlk halka, donatı kolon yüzünden en az 50 mm uzaklığa yerleştirilmelidir.

5.2 Eğilmeye ve aksenal kuvvet etkisinde kalan elemanlar ( $N_d > 0,1 \cdot A_g \cdot f_{cd}$ )

5.2.1 Geometrik sınırlamalar

DD II yapılarına

- Minimum kesit boyutları 250 mm'den az olamaz.
- 4/6 oranı 25'i geçemez.

DD III yapılarında

- Minimum en kesit boyutları 300 mm'den az olamaz.
- 4/6 oranı aşağıdaki değerleri aşamaz
  - Her iki uçta ters işaretli moment meydana getiren kolonlarda : 16
  - Ankastre kolonlarda : 10

5.2.2 Boyuta donatılar

- Birbirinin üzerine geçen ekler dahil her yerde donatı oranı 0.01'den küçük 0.06'dan büyük olamaz.
- S 400 çeliği için ek yerleri dışında donatı oranı 0.045 den büyük olamaz.
- Donatılar merkezleri arası 200 mm'den daha fazla aralıklı yerleştirilemez.

DD I yapılarında: Yukarıdaki şartlar DD I yapıları içinde geçerlidir.

### 5.2.3 Enine donatılar

Kolonun yüksekliği boyunca yerleştirilen donatı miktarı bölüm (5.2.3.I) de tanımlanmıştır. Bu arada kritik bölge donatılarda dikkate alınmalıdır.

Bölüm ( 4.4.I.4) e göre daha fazla kayma donatısı gerekmediği müddetçe bu bölümdeki gerekli donatı miktarları sağlanacaktır.

#### 5.2.3.I Kolonlardaki kritik bölgeler

- a) Olağan durumlarda, kritik bölgeler, kolonun beher ucunda bağlantının altında ve üstünde, bağlantı yüzlerinden belli bir mesafedeki kısımlar olarak kabul edilecektir. Bu mesafe aşağıdakilerin en büyüğünden daha küçük olamaz
  - Dikdörtgen kesitlerde en uzun kolon kesit boyutu veya silindirik kolonlarda çap uzunluğu.
  - Kolonun serbest yüksekliğinin 1/6'sı.
  - 450 mm.
- b) Eğer briket dolgu duvar kısmen yada tamamen kolonun iki karşılıklı yüzüne veya birine temas ediyorsa, toplam kolon yüksekliğinin tümü kritik bölge olarak alınır.
- c) Eğer kolon yaksekliğinin bir bölümü duvara kaplı değilse diğer bölümü serbest ise bu serbest yükseklik kritik bölge olarak ele alınacaktır.

#### 5.2.3.2 DD II Yapıları

##### Kritik bölgeler

- Spiral veya halka biçiminde ve minimum 8 mm çapındaki donatılar, enine teçhizat olarak kullanılır.
- Bölüm Ref.I, 18.I.4.2'de belirtildiği gibi doğrudan .

- Halkalar tarafından engellenmeyen boyuna donatıları birbirine bağlayan çiroz etriyeler kullanılacaktır.
- Spiraller ve halkalar arasındaki maksimum aralık aşağıdakilerden az olamaz.
    - a) Boyuna donatıların minimum çapının sekiz katı.
    - b) Kesidin, en kesit boyutunun en az yarısı,
    - c) 200 mm.
  - Yukarıda miktarları belirtilen enine donatılar kolon-kiriş bağlantısı (düğüm noktası) boyunca devam eder.

### Kritik olmayan bölge

Kritik olmayan bölgedeki minimum enine donatılar Ref.I. Bölüm 18.I.4.2 de belirtildiği gibi olacaktır.

### 5.2.3.3 DD III Yapılar

#### Kritik bölgeler

Enine donatıların (spiral veya halka ) hacimsel oranı aşağıdaki değerlerinin en büyüğünden küçük olmayacaktır.

$$\rho_s = \lambda_1 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \quad (5.2.3.3.1)$$

$$\rho_s = \lambda_2 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \quad (5.2.3.3.2)$$

$A_g$ : Brüt beton alanı.

$A_c$ : Kuşatılmış beton alanı.

$\lambda_1$  ve  $\lambda_2$  değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Bu  $\lambda_1$  ve  $\lambda_2$  azaltılmış eksenel yük oranı  $N_d/A_c/f_{ck}$  nın fonksiyonudur.

$N_d/A_c \cdot f_{ck}$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
$\lambda_1$	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
$\lambda_2$	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34

Spiral veya etriye donatısının hacminin  $s_h$  aralığı içindeki toplam beton çekirdeğine (demir-dışından-dışına) oranı, haçimsel oranı verir.

Diktörtgen kesitler için bu oran:

$$\rho_s = A_{sh} / s_n \cdot h'$$

dir. Burada  $A_{sh}$  halka ve çiroz etriyelerin ki, en kesidin asal yönleri dorultusunda yer alır- alanıdır.

$s_n$ : ara mesafe,  $h'$ : dış demirlerin merkezleri arası uzaklık.

- 1- Spiral veya halka donatı minimum çapı 8 mm olacak.
- 2- Spiral veya halka donatı aralarındaki maksimum açıklık aşağıdaki değerlerden az olamaz.
  - a) Boyuna donatıların minimum çapının altı katı.
  - b) Kesidin en küçük yanıl boyutunun 1/4'ü.
  - c) 150 mm.
- 3- Herbir boyuna donatı veya montaj donatılar ya 135 dereceden (dahil) daha fazla olmayan halka kancası ile, ya da ek tamamlayıcı çiroz etriye ile yandan desteklenir. Aşağıdaki tipteki donatılar bundan ayrı tutulur.
  - a) Aynı yuvarlak etriyeler tarafından desteklenen iki donatı çubuk arasında yer alan donatılar, ya da donatı demetleri; yanıl olarak desteklenen bu donatı veya donatı demetleri merkezleri arasındaki mesafe 200 mm yi geçemez.
  - b) İçerideki yüzünden veya halka donatıdan 75 mm'den daha fazla ortalananmış beton çekirdeği içindeki iç donatılar.
- 4- Halka donatı veya ilave bağların akma değeri en azından sardığı ana donatının akma değerininin 1/16'sı olmalıdır. Yukarıda 3a kısmında müstesna tutulan donatı veya donatı demetleri bunlara dahildir.
- 5- Her çiroz etriye 135 derece bükülmüş kancası ile (büküm uzunluğu, çapının 10 katı olmalı) boyuna donatıyı yada kenara ait yuvarlar halkayı çevreler. Bu ilave

bağlar ve hıka donatılar enine olarak 200 mm'den daha fazla veya enine donatı yönüne dik olan kolon kesit boyutunun 1/4'ünden daha fazla açıklıkta yerleştirilmemelidir.

### Kritik olmayan bölgeler

DD II kolonlarındaki kritik bölge koşulları uygulanır.

### 5.3 Kiriş-Kolon birleşim bölgeleri (düğüm noktaları)

#### 5.3.1 Kuşatılma

#### DD I ve DD II yapılar

Kiriş-kolon bağlantı yerlerinde kuşatma donatıları kolon için gerekli olanlardan daha az olmamalıdır.

#### DD III yapılar

Yatay enine kuşatma donatıları gerekli kolon donatısından az olamaz. Aşağıda ifade edilen kolon donatı durumları bu koşulların dışında tutulur.

- Kolonun dört yüzünün kriş ile olan bağlantısı bölüm 4.4.2.1.3/b'ye göre hesaplanmışsa,
- Enine düğüm noktası donatıları kolon için gerekli olanın yarısına indirgenebiliyorsa,

Düğüm noktasına yerleştirilen etriye bağlantıları arası açıklık kolon demirinin çapının en fazla on misli veya 200 mm olmalıdır. Bu iki şartların hangisi küçükse o esas alınır.

Bölüm (4.4.2.1) belirtildiği gibi kolon genişliği etkili düğüm yeri genişliğinden büyükse, dar olan krişe etki eden tüm eğilmeyi karşılayan kolon donatıları, etkili düğüm yeri alanı içinde yer alır ( $b_j \cdot h_c$ ) Bu etkili alan dışında da ilave boyuna kolon donatısı yerleştirilir.

## 5.4 Perde duvarlar

### 5.4.1 Geometrik sınırlamalar

- Duvar kalınlığı 150 mm'den az olamaz.
- Kuvvet çifti oluşturan duvarlar (boşluk perde) meydana getirebilecek şekilde düzenlenmiş duvar üstü boşluklardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Aksi halde bunların etkileri dikkate alınmaz veya gerçekçi çözümlemeyle hesaba katılır.

### DD III Yapıları

Yukarıda belirtilen şartlar dışında DD III yapılar aşağıdaki şartları da sağlamak zorundadır.

- a)  $h_w$  yüksekliğinin,  $l_w$  genişliğine oranı 2'den az olamaz.
- b) Maksimum basınç deformasyonu  $\epsilon_{cu} / 3$  değerini aştığı hallerde duvarın lokal kalınlığı  $h_n / 10$  oranından az olamaz. (burada  $h_n$  kolonyüksekliğidir) Bu oranın azlığı aşağıdaki haller için geçerli değildir.
  - i) Kritik lifin (  $\epsilon_{cu} = \epsilon_{cu} / 3$  olduğu yerde) duvar kenarına olan uzaklığı  $2b$  veya  $0.2 l_w$  den küçük olması hali
  - ii) Kritik lifin enine duvardan uzaklığı  $3 b$  den küçükse Kritik lifin en az  $h_n / 5$  olan flanaj genişliğinden uzaklığının,  $3 b$  den küçük olması durumunda.

### 5.4.2 Boyuna Donatılar

Herhangi bir kesitte düşey donatı oranı %0.25 den az %4 den büyük olamaz.

- Herbiri duvar kenarına yakın olmak üzere en az iki adet donatı ızgarası konulacaktır.
- Duvarın herhangi bir kesidinde kullanılacak donatının alanı  $b/10$  oranını aşamaz.

- Kesidin kuşatılması durumu hasıl olmadıkça; ki,-bu durumda aralık 200 mm geçmemesi gerekir.- donatılar arası aralık 300 mm olacaktır.

Kesilme: : Donatının uzunluğunun korunması müsaade edilmesi kaydıyla, düşey eğilme donatısı, eğilme momenti zarfına bağlı kalınarak azaltılacaktır.

Donatı Eklenmesi : Potansiyel akma olanlarında, (bölüm 5.5.3.I de görüleceği gibi) ekleme yapılmasından mümkün olduğu ölçüde kaçınılmalıdır. Hiç bir şekilde bu bölgedeki ekleme işlemi toplam donatının 1/3 ünden fazla olmamalıdır. Ana düşey donatıların (eğilmeyi karşılayan) birbirine eklenmesine azami dikkat gösterilmesi gerekmektedir. Çapraz olarak yapılan boyuna yöndeki ekleme uzunluğunun en az iki misli olmalıdır.

İnşaat derzi: İnşaat derzini kesen düşey donatının oranı betonun tüm kesme kapasitesini karşılayacak şekilde olmalıdır. Bu oran aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\rho_v = (1.3 f_{ctm} - 0.7 \frac{N_d}{A_g}) / f_{yk} > 0.0025 \quad (5.4.2.1)$$

$\rho_v = A_{st} / b \cdot l_w$  ,  $A_{st}$  : Eğilmeye karşı koyan toplam düşey perde donatısı (sınır elemanlar dahil)

$A_g$  : Etkili duvar kesidinin brüt alanı (Sınır elemanlar dahil)

$N_d$  : Duvardaki minimum basınç kuvveti çekme kuvveti eksi olarak alınır.

### 5.4.3 Enine donatılar

Minimum donatı oranı maksimum çap ve maksimum açıklık boyuna donatı bölümünde (5.4.2) belirtildiği gibi olacaktır.

### 5.4.3.I Özel enine donatılı bölgeler

- a) Aşağıdaki "b" maddesinde ifade edildiği gibi özel donatı gerektiren bölgeler şu şekilde tanımlanır.
- Düşey yönde : Tabandan, muhtemel plastik mafsallık yüksekliğine kadar uzanır. Bu amaçla  $l_w$  uzunluğundan büyük veya perdenin  $l/6$   $h_w$  yüksekliğinden büyük olduğu kabul edilir.
- Düzlem kesitte: Betonun deformasyonu  $\epsilon_{cu}/3$  değerini geçen bölge özel bölge kabul edilir. Bu kesitte eğilme mukavemetine karşı deformasyon profili oluşur. Sismik etkiler dahil meydana gelen çeşitli yük kombinasyonlarının oluşturduğu tasarım aksenal basınç kuvveti, mukavemet-deformasyon profini oluşturan etmendir.
- b) Kullanılacak özel donatı miktarı perdenin tabanındaki tarafsız eksenin ( $x$ ) fonksiyonudur. Düktilite yüksekliği de bunun bir fonksiyonu olup aşağıdaki gibi seçilir.

#### DD II yapıları

En elverişsiz tasarım eğilme momenti  $M_d$  için hesap edilen kritik tarafsız eksen derinliği şöyle ifade edilir.

$$\bar{x} = 0.20 \left( \frac{M_{u,1}}{M_d} \right) \cdot l_w$$

- i)  $x \leq \bar{x}$  : enine donatılar bölüm 5.4.3' deki belirtilen minimum koşullara uygun olmalıdır. Boyuna donatıları bağlayan çiroz etriyeler ise ref. I. bölüm 18.1.4.2 de belirtildiği gibi kullanılır.
- ii)  $x > \bar{x}$  : enine donatılar bölüm 5.2.3.2'deki şartlar uymalıdır. (kritik bölgedeki DD II tipi kolonların)

#### DD III Yapılar

En elverişsiz tasarım eğilme momenti ( $M_d$ ) için hesap edilen kritik tarafsız eksen derinliği şöyle ifade edilir.

$$\bar{x} = 0.10 \left( \frac{M_{u,d}^+}{M_d} \right) \cdot l_w$$

i)  $x \leq \bar{x}$ : Enine donatılar bölüm 5.2.3.3 deki kritik olmayan bölgedeki DD III kolonları koşullarına uygun olmalıdır.

ii)  $x > \bar{x}$ : Enine donatılarını hacimsel oranı aşağıdaki (5.4.3.1.1) veya (5.4.3.1.2) de ifade edilen değerlerinden küçük olamaz.

Burada  $\lambda_1$  ve  $\lambda_2$  değerleri aşağıdaki tabloda da görüleceği gibi  $x/l_w$  (tarafsız eksen derinliği oranı) nın fonksiyonudur.

$$\rho_s = \lambda_1 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \quad (5.4.3.1.1)$$

$$\rho_s = \lambda_2 \left( \frac{A_s}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \quad (5.4.3.1.2)$$

$x/l_w$	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
$\lambda_1$	0.07	0.08	0.09	0.105	0.115	0.125	0.135
$\lambda_2$	0.18	0.205	0.23	0.26	0.285	0.310	0.340

$$\text{HACİMSEL ORAN} - \rho_s = A_{sh}/s_h \cdot h'$$

Bu ifadede belirtilenler şunlardır.

$h'$ : Halka donatı yönüne dik olarak en dış çevre halka donatı kollarına kadar ölçülen perde beton göbeğinin ebadıdır.

$A_{sh}$ :  $S_h$  açıklığında yer alan toplam halka donatılar ve ilave çiroz etriye alanıdır.

#### 5.4.4 Bağ kirişleri

Heriki yöndeki diagonal donatılar dikdörtgen etriye halka spiral donatı tarafından bölüm, 5.2.3.3 de belirtildiği gibi sarılır. Bununla beraber yerleştirme 100 mm'den az aralıkla olamaz.

Diagonal donatılı kirişlerin minimum kalınlığı 200mm den olacaktır. Birbirine bağlı perdelerde diagonal donatının ankraj boyu bölüm. Ref. 1 C<sub>17</sub> de belirtilen boyun % 50'si kadar arttırılır.

## 5.5 Donatıların ekl nmesi ve ankrajı

### 5.5.1 Genel

Sismik etkilerden dolayı oluşan periyodik yükleme durumlarını emniyete almak için Ref. 1 C<sub>n</sub> 17 deki kurallara ilaveten aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır.

Özel enine donatıyla ankrajlama olmadığı taktirde tüm donatıların birbiriyle iyi aderans oluŐturmadıėı varsayılır

Potensiyel plastik mafsal bölgesinde Ref. 1.bölüm 17'deki eŐitliėi uygularken  $A_s$ , cal/  $A_s$ , eff oranı 1 olarak alınır.

### 5.5.2 Eğilme etkisinde kalan elemanlar: Boyuna donatıların ankrajlanması

- Kolonun her iki karşıt tarafını  erceveliyen eğilme elemanları kolon elemanının alt ve üst kısmı boyunca devam eden donatılarla teçhizatlandırılır.
- Eğer yukarıdaki süreklilik, kolon içinde yer alan eğilme ye maruz eleman kesidinde farklılıklar ölmesi halinde ve dış kolonlarda, donatılar aşağıda belirtildiği Şekilde kolon-kiriş bağlantısı boyunca ankrajlanır.

- a) Donatılar sınırlanmış bölgelerin en uzağına kadar devam ettirilmeli ve akma mukavemeti oluşturması için ankrajlanmalıdır.
- b) Her donatı mümkün merteye pratik ve kolon çekirdeğinin en uzak yönünde standart 90 derecelik kanca veya eŐdeėerli bir ankrajlama Őekliyle sona erdirilmelidir. Üst donatılar aŐaėı, alt donatılar ise yukarı doğru bükülmelidir.
- c) Kiriş donatısının açılım uzunluğu en yakın kolon yüzünden 10   mesafeden başlayarak hesaplanır.

DD III yapıları için: Kirişler eğer bir kolonun karşıt iki yüzünde yer almışsa kolon boyunca devam eden boyuna donatılarının maksimum çapı, aşağıda ifade edilen, kolon derinliğinin (donatıya paralel) yüzdesini geçmez.

Çelik tipi	$h_c$ 'nin yüzdesi
S220 Düz	1/35
S220 Nervürlü	1/20
S400 Nervürlü	1/30

### 5.5.3 Kolonlar:Boyuna donatıların ankraji

- Bir bağlantı yeri (düğüm noktası) boyunca devam eden boyuna kolon donatılarının maksimum çapı aşağıda belirtilen kolonu çerçeveleyen maksimum kiriş derinliğinin yüzdesini aşmamalıdır.

Çelik Tipi	$h_b$ yüzdesi
S220 Düz	1/25
S220 Nervürlü	1/15
S400 Nervürlü	1/25

Eğer kolonlarda mafsal haline müsaade ediliyorsa bölüm 5.5.2'deki değerler uygulanır.

- Birbirini kesen kirişlerin içindeki kolon ankrajları yatay 90 derecelik standart kanca veya benzeri bir şekilde mümkün olduğunda pratik ve kirişin en uzak yüzüne yakın yapılır. Bu standart kancanın yatay ayağının yönü bağlantı yerine (düğüm noktası) doğru dönük olmalıdır.
- Çerçevenin en üstünde kolon sona eriyorsa veya kolon ve temel elemanı arasındaki düğüm noktasında ; Boğum noktasındaki bölgede boyuna donatıların ankrajlanması; ya kolon donatılarının kirişe saplandığı yüzden itibaren kiriş derinliğinin 1/2 sinde başlayarak ya da 10% olarak yapılır. Hangi değer küçükse o seçilir.

#### 5.5.4 Boyuna donatıların eklenmesi

- Kolon-kiriş bağlantı yerinde ya da potansiyel plastik mafsal bölgesinde ekleme yapılmaya izin verilmez.
- Eğer plastik mafsal oluşmuyorsa ekleme kolunun uç yerlerinde yapılır. Bunun içinde dik olarak yerleştirilmiş (aralığı altı donatı çapından uzak olmamak kaydıyla) enine donatılar konur.
- Tüm kolon ve kirişlerde ekleme yapılan yerler boyunca etriye bağlantıları konulacaktır. Bu etriyelerin arasındaki maksimum açıklık eklenen donatı çapının 10 katını geçemez.

DD III yapıları, için maksimum açıklık 150 mm'dir.

Kaynak ekleri veya Ref. 1 bölüm 17'de onaylanmış mekanik bağlantı yöntemleri kullanılır. Bunun için boyuna donatı sıralarındaki alternatif donatılar en fazlası o kesitte eklenebilir. Ekler arasında çerçeve elemanının boyuna aksı boyunca ölçülen uzunluk veya 600 mm'lik açıklık bırakılmalıdır. (birbirine komşu şekilde)

#### 5.5.5 Ankrajlama ve enine donatıların eklenmesi

Enine halka donatılar boyuna donatıların etrafını saracak şekilde 135 derecelik açıyla bükülür ve ankrajlanır. Bu uç, donatı çapının 10 katı kadar olan serbest kısımdır. Bu halkalar başka bir alternatif olarak, donatı için mukavemet oluşmasını sağlaması için kaynakla ekleme yapılabilir.

Kolon-kiriş düğüm yerlerindeki betonda ve potansiyel plastik mafsal oluşturulan yerlerde enine donatılarda bindirme ek yapılamaz. Bindirme ek için nervürlü demir kullanılacaktır.

Eğer bir spiral ankrajlanması 135 derece olarak bo-

yuna donatı etrafında bükülüp ankrajlanıyorsa, büküm uzunluğu spiralin çubuk çapının en az 10 katı olması gerekir.

## 6. DEPREMSSEL ETKİ

### 6.1 Bölgesel sismiklik

Bir bölgenin sismik aktiviteleri sismik risk haritalarıyla uygun bir şekilde açıklanır.

Bu sismik haritalar ortalama periyodlar veya yıllık olağan mümkün sismik hareketlerin ışığında hazırlanmış olup sismik olayların şiddetini tanımlıyan bir yada daha fazla parametrelerin uzaysal dağılım değerlerini kapsar.

Bu haritalar tarihsel kayıtlar(varsa)veya jeolojik ve sismotektonik verilerin ışığı altında hazırlanmıştır.

Sismik olayların yoğunluğu, ya MKS ölçüsü gibi phenomenological (doğal olayları inceleme bilmi) ölçü ile ya da yer hareketlerini temsil eden parametre veya parametreler yardımıyla açıklanır.

Yapıların statığında tasarım amacı için en uygun parametre (belirli sınırlamalara bağlı olmıyan) maksimum zemin ivmesidir. Amax şeklinde ifade edilir ki bu  $V_{max}$  ve  $S_{max}$  ile beraber irdelenir.

$V_{max}$ : Max zemin hızı

$S_{max}$ : Max yer değiştirme

### 6.2 Deprem bölgeléri

Yönetmelik uygulaması için sismik haritalardaki geniş bölgeler birçok ufak bölgelere bölünmüştür. Her bölgedeki sismik yoğunluk parametre veya parametreleri sabit bir değerle ifade edilir.

Her ülkenin sismik bölgeleri milli otoriteler tarafından tastik edilir.

### 6.3 Sismik etkilerin özellikleri

Sismik etkiler deprem sırasında zeminin titreşimlerinin yapıya aktarılmasıyla meydana gelen olaylardır.

Zemin titreşimleri, inceleme amacıyla aşağıdaki gibi ele alınır:

- Tepe zemin ivmesi: Amax, bilinen dağılımın rastgele değişimleri olarak alınır.
- Uygun olan formasyonunda ve sıkı bir zeminde bir veya daha fazla yatay hareket tepki spectrumu, Amax:1 olarak normalleştirilmiş ve olabirlik karakterize edilmiştir.
- Bir veya daha fazla düşey hareket tepki spectrumu, karşı gelen yatay tepki spectrumunun 2/3'ü oranında ölçülendirilir.
- Bazı özel bölgelerde (aşağıda açıklanan) zemin hareketlerinin karakteri özel çalışmayla belirlenir:

Jeolojik bulguların tepki spectrumu yaklaşımını etkisiz bırakıp near-field (yakın alan) şoku olasılığını ortaya çıkarttığı bölgelerde.

Büyümeye sebep olan yoğun derin toprak katmanları olduğu zaman daha basit jeo-teknik ve morfolojik arazi şartları halinde, temel spectrumu arazi şartlarına göre tadil edilecektir.

### 6.4 Sismik tasarım etkisi

Sismik tasarım etkileri, tanım olarak sabit ve hareketli yüklerle beraber kullanıldığında ve şimdiki (mevcut) şartlar ile Ref. 1. cilt II'de bahsedilen şartlara dayanarak yapılan tasarımlarda bölüm 2'deki genel şartları oldukça iyi bir emniyet seviyesiyle temin eder.

#### 6.4.1 Normalleştirilmiş elastik tepki spectrumu

Öngörülen amaç doğrultusunda kayalı ve sıkı zeminler için standart şekilli elastik tepki tayfı bir birim (en uç)

zemin ivmesine indirgenmiş ve şekil 6.1'de ifade edilmiştir.

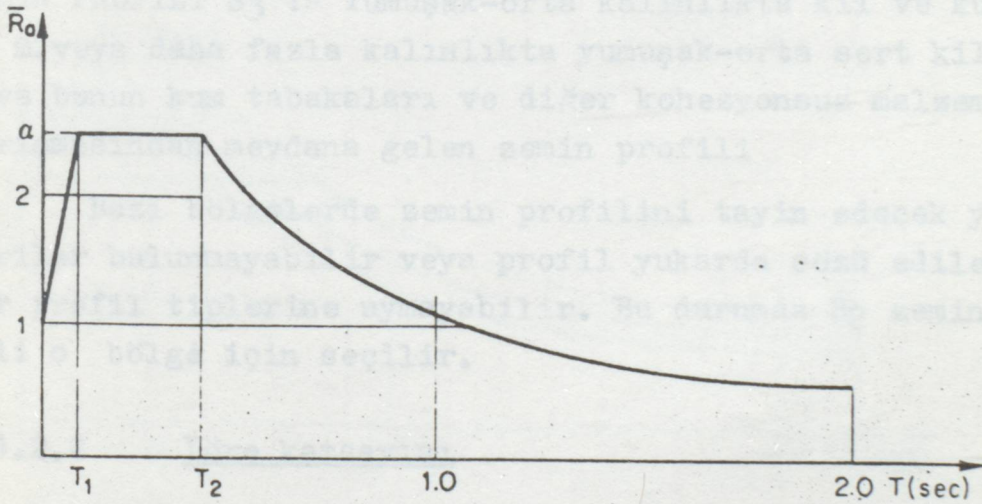
Spektrum %5 nispetinde bir sönüm faktörü ile indirgenmiştir.

Arazinin tarihi veya geofizikal bulgularıyla spektrumun büyütme şekilleri kişinin adapte olacağı önerilerden farklı olarak irdelenmelidir.

$$R_a(T) : 1 + (\alpha - 1) \frac{T}{T_1} \quad T \leq T_1 \text{ ise}$$

$$R_a(T) : \alpha \quad T_1 < T \leq T_2 \text{ ise}$$

$$R_a(T) : \alpha \left( \frac{T_2}{T} \right)^{\beta} \quad T \geq T_2 \text{ ise}$$



#### 6.4.2 Yöresel etkiler (inşaat alanı ile ilgili etkiler)

Eğer karakteristik zemin hareketlerinin, bölgesel zemin şartları üzerindeki etkilerini içeren daha detaylı bilgiler çeşitli ve değişik kaynaklardan şantiyeye ulaşmışsa bölüm 6.4.2.1/2/3'deki yöntemler uygulanır.

#### 6.4.2.1 Zemin profili tipleri

Binaya etkiyen arazi şartları aşağıda tanımlanan zemin profili esas alınarak oluşturulur.

ZEMİN PROFİLİ S<sub>1</sub> : Seyl (oldukça sert, ince tabakalı ekseriye organik menşeli malzeme ihtiva eden killi taş) tipi yada kristalize (bu tip malzemelerin kayma-dalgası hızı 800m/sec'den büyük olarak tanımlanır) gibi her çeşit kaya. Zemin kalınlığı 60 m den az olan katı zemin şartları ve kaya üzerindeki sabit, durgun zeminin kum, çakıl ve katı kilden meydana gelen zemin tipi.

ZEMİN- PROFİLİ S<sub>2</sub> : Derin kohezyonsuz yada katı kil zemin şartı. Zeminin derinliğinin 60m'yi aştığı yöreler ve kaya üzerindeki sabit zemini kum, çakıl ve katı kilden meydana geldiği zemin profili.

ZEMİN PROFİLİ S<sub>3</sub> : Yumuşak-orta kalınlıkta kil ve kuular 10 m. veya daha fazla kalınlıkta yumuşak-orta sert kilden, veya bunun kum tabakaları ve diğer kohezyonsuz malzemeyle karışmasından meydana gelen zemin profili

Bazı bölgelerde zemin profilini tayin edecek yeterli veriler bulunmayabilir veya profil yukarıda sözü edilen hiç bir profil tiplerine uymayabilir. Bu durumda S<sub>2</sub> zemin profili o bölge için seçilir.

#### 6.4.2.2 Yöre katsayısı

Yöre katsayısı S, standart elastik tepki spektrum arazi şartlarına uygulamak için kullanılır.

Değerleri tablo 6.1'de verilmiştir.

Zemin profili tipleri

	S <sub>1</sub>	S	S
S:	1.0	1.2	1.5

Tablo 6.1

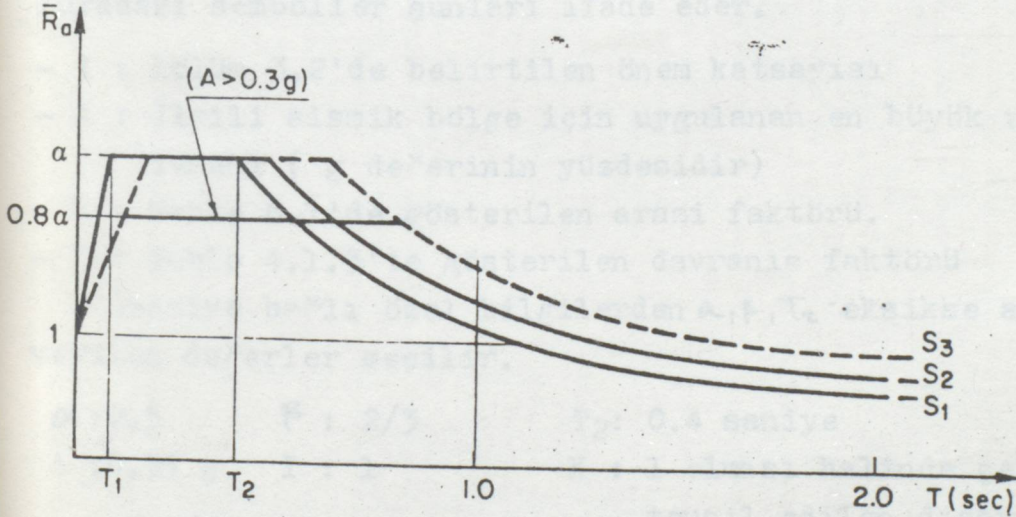
### 6.4.3 Yöreye bağlı normalleştirilmiş elastik tepki Spektrumu

Araziye bağımlı normalleştirilmiş elastik tepki spektrumu üç ayrı zemin profili için aşağıdaki şekil 6.2'de gösterilmiştir. En küçük ordinat değerleri aşağıdaki ifadelerden çıkarılmıştır.

$$\bar{R}_a : 1 + (\alpha - 1) T/T_1$$

$$\bar{R}_a \begin{cases} = \alpha & \text{Zemin profilleri } S_1, S_2, S_3 \text{ için} \\ = 0.8\alpha & \text{Bölüm 6.4.4'te belirtilen } A \text{ değeri } 0.3g \text{ değerinden büyükse } S_3 \text{ zemin profili için} \end{cases}$$

$$R_a : S \cdot \alpha (T_2/T)^F$$



Şekil 6.2 (Araziye bağımlı normalleştirilmiş elastik spektrumu)

Araziye bağılı özel bilgilerden  $T_1$ ,  $T_2$ , ve değerleri eksikse bu değerler bölüm 6.4.1'de önerilen değerler olarak alınır. Bununla beraber zemin profili  $S_3$  için  $T_1:0.25$  saniye olarak alınabilir.

Düşey hareketler için spektrum, yatay harekete ait ordinat değerinin  $2/3$  faktörüyle çarpımıyla yeterli hassasiyetle elde edilir.

#### 6.4.4 Tasarım tepki spektrumu

Dizayn tepki spektrumunun ordinatları aşağıdaki en küçük ifadelerden çıkarılmıştır.

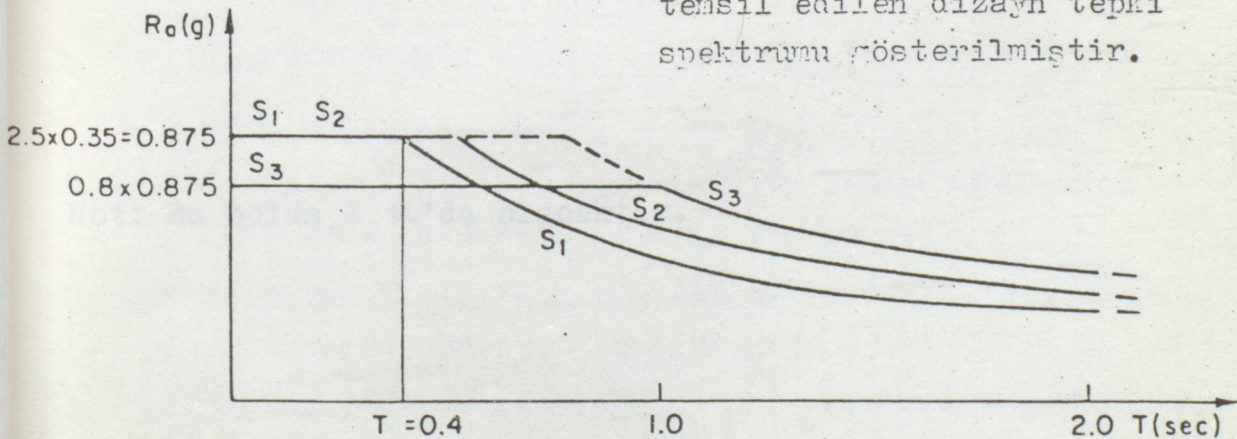
- $R_a(T) : 1.A.\alpha \frac{1}{K}$   $S_1, S_2, S_3$  zemin profili için
- $R_a(T) : 0,8.1A.\alpha \frac{1}{K}$  Eğer  $A \geq 0.3$  g ise  $S_3$  zemin profili
- $R_a(T) : 1.A.S.\alpha (T_2/T)^\beta \frac{1}{K}$

Buradaki semboller şunları ifade eder.

- $I$  : Bölüm 3.2'de belirtilen önem katsayısı
- $A$  : İlgili sismik bölge için uygulanan en büyük uç zemin ivmesi (  $g$  değerinin yüzdesidir)
- $S$  : Tablo 6.1'de gösterilen arazi faktörü.
- $K$  : Tablo 4.1.3'te gösterilen davranış faktörü

Araziye bağılı özel bilgilerden  $\alpha, \beta, T_2$  eksikse aşağıda verilen değerler seçilir.

- |                |               |  |
|----------------|---------------|--|
| $\alpha : 2.5$ | $\beta : 2/3$ | $T_2 : 0.4$ saniye   |
| $A : 0.35$ g   | $I : 1$       | $K : 1$ olması halinde şekil 6.3'te temsil edilen dizayn tepki spektrumu gösterilmiştir. |



Şekil 6.3

#### 4.2.1.2 Düsey düzenleme

Rijitlik ve kütle özellikleri yapı yüksekliği boyunca yaklaşık olarak üniformdur.

Çerçeve yapılarda, aktüel kesme kapasitesi (Bütün düşey elemanların tasarım mukavemetlerinin katkısıyla belirlenen kesme kuvvetinin toplamı) ile tasarım kesme kuvveti yapının herhangi iki katı için %20'den farklı olmamalıdır.

Yapının yüksekliği boyunca tedrici bir gerileme (küçülme) olması halinde, herhangi bir kattaki küçülme, gerileme doğrultusunda plandaki boyutun %10'u geçmemelidir. Gerileme yapımı toplam yüksekliğin %15'ine eşit alt bölümde oluşturuluyorsa bu maddeye uyulması gerekmez.

Not: Bu bölüm, s. 14'da olacaktır.

### TANIMLAR VE İŞARETLER

Ciroz etriye: En az 6mm çaplı çubuk, bir ucu 135 derece çengelli bükülmüş ve büküm uzunluğu çapının 10 katı, diğer ucu ise 90 derece çengelli bükülmüş ve büküm uzunluğu çapının 6 katı. Bu kancalar halka donatıları ve bo yuna donatıları bağlayarak mahafaza eder.

Halka donatı: Kapalı veya sürekli sarıllı bağ, minimum çapı 6mm olup kenarı 135 derece çengelli bükülmüş ve büküm boyu çapının 10 katı uzaklıktadır. Boyuna donatıları çevreler.

Sınır elemanları: Boyuna ve enine donatılarla güçlendirilmiş perdeler ve diyaframlar kenarı boyunca yer alan kısımlardır. Sınır elemanları perdenin veya diyaframın kalınlığının arttırılmasını gerektirmezler. Perdeler veya diyaframlar üzerindeki boşlukların kenarları bu elemanlar tarafından desteklenir.

- A : En büyük (uç) zemin ivmesi.
- $A_c$  : Enine donatının dış çevresine kadar ölçülen kuşatılmış alan.
- $A_g$  : Betonun brüt alanı
- $C_d$  : Tasarım sismik katsayısı (4.2.4.1)
- $C_g$  : Kütle merkezi ( 4.2.1.1)
- $C_k$  : Rijitik merkezi (4.2.1.1)
- E : Tasarım sismik etkisi (sembolük) (4.1.4.1)
- I : Önem katsayısı (3.2)
- $M_{u,d}$  : Beton kesitin, beton ve çeliğin hesap mukavemetlerine göre belirlenen moment taşıma gücü.
- $M_{ud}$  : Beton kesitin, beton ve çeliğin karakteristik mukavemetlerine göre belirlenen moment taşıma gücü.
- $N_d$  : Sismik etkiler dahil tüm elverişsiz yük kombinasyonları altındaki tasarım aksenal kuvveti.

- K : Davranış katsayısı (4.1.3)
- S : Yöre katsayısı (6.4.2.2)
- $S_i$  : Zemin tipi indeksi (6.4.2.1)
- $V_{cd}$  : Bir kolon, kiriş veya kesitlerde beton tarafından karşılanan kesme kuvveti.
- a : Sismik etkilere dik doğrultudaki plan boyutları.
- $b_w$  : Beton kesidin gövde genişliği.
- h.b : Kirişlerde yükseklik ve genişlik, kolonlarda büyük ve küçük kenar.
- $h^1 b^1$  : h ve b kenarlarının her iki yanına yerleştirilmiş donatılar arasındaki uzaklık. Belirtildikleri sıra ile çubukların en dışından itibaren ölçülür.
- d : Döşemelerde (4.2.4.2) rijitlik merkezinden ve ağırlık merkezinden olan uzaklık.
- $s_h$  : Kirişler, kolonlar ve perdelerdeki enine donatılar arasındaki açıklık.
- $f_{cd}$  : Betonun tasarım mukavemeti.
- h : Döşeme yüksekliği
- $L_w$  : Yatay perde uzunluğu
- $h_w$  : Toplam perde boyu.
- $h_n$  : Perdeler ve döşemeler arasındaki dikey uzunluk .
- $\alpha$  : Spektruma ait büyütme katsayısı (6.4.1)
- $\beta$  : Elastik tepki spektrumu parametresi (6.4.1)
- $\gamma_i$  : Dağıtım katsayısı (4.2.4.1)
- $\gamma_n$  : Kapasite arttırma katsayısı.
- $\Delta_{el}$  : Sismik tasarım etkileri altında katlar arası elastik öteleme.
- $\zeta$  : Bir kiriş ucundaki maksimum kesme kuvvetinin minimum kesme kuvvetine oranı.

- e : Depormasyon yapıbilme indeksi.(4.2.4.3)
- $\mu$  : Burulma etkilerinin meydana getirdiği büyütme katsayısı. (4.2.4.2)
- w : Dinamik büyütme katsayısı.( 4.3.1.2),(4.3.2.2) (4.3.2.4.4)

Not: : Kolon giriş bağlantı yerleri ile ilgili semboller (4.3.2.3 ve 4.4.2)bölmelerinde tanımlanmıştır.

### 3- KARŞILAŞTIRMA

#### 3.1 KAPSAM

Her iki yönetmelikte, yapısal mukavemet sistemleri açısından; çerçeve sistem, perde duvarlı sistem, çerçeve ve perde duvarlı sistemler ile ilgilidir. Bu gruplama dışında kalan ve özellik gösteren yapılar kapsam dışındadır. Türkiye Deprem Yönetmeliği bu yapılarda düktilitenin sağlanması gerektiğini ön koşul olarak getirmiştir.

#### 3.2 DÜKİLİTE DÜZEYLERİ

Model yönetmelik, yapıları düktil davranış gösterebilen kapasitelerine göre üç düzeyde gruplandırmıştır:

- Düktilite Düzeyi I (DD I): Deprem tehlikesinin önemsiz olduğu, genel olarak yapısal ve ekonomik önemi olmayan yüksekliği az binalar için geçerlidir. Model yönetmelik DD I için sadece detaylandırma konusunda bazı ek istemler getirmekle yetinmiştir.
- Düktilite Düzeyi II (DD II): Bu düzey için yapı direniminin, tekrarlanan tersinir yükler altından elastik olmayan aşamaya girmesi sağlanır. Gevrek tip erken kırılmadan kaçınılır. Model yönetmelik bu düzey için kapsamlı sınırlamalar getirmiştir.
- Düktilite Düzeyi III (DD III): Bu düzeyde tasarım etkilerinin hesaplanması için özel yöntemler kullanılır. Boyutlandırma ve detaylandırma, büyük enerji yutma kapasitesi ile ilgili seçilen denge mekanizması gerçekleşecek şekilde yapılır.

Model yönetmelik düktilite düzeyleri konusunda kesin bir sınır getirmemiş bununla beraber düktilite düzeyi II tasarım kuvvetleri ile, düktilite düzeyi III detaylandırma koşullarının birleştirilebileceğini de belirtmiştir. Düktilite düzeyinin seçimi projeciye bırakılmıştır.

Türkiye Deprem Yönetmeliği, yapıların düktül davranış göstereceği kabulünü yapmakla yetinmektedir. Yapı tipi katsayısı ile düktül çerçevelerde tasarım etkileri bölme duvarı tiplerine göre azaltılmakta, düktül olmayan çerçevelerin tasarım etkileri arttırılmaktadır.

İki yönetmelik arasındaki en önemli farklılık yapıların düktül davranışı konusundaki yaklaşımlarıdır. Model yönetmelik daha kapsamlı bir yaklaşımla; önce yapıların düktül davranış gösterebilme kapasitesi üzerine projeciye bir seçim olanağı sağlamış, arkasından seçilen düktülite düzeyi için sismik tasarım etkilerini belirlemiştir. Ve nihayet son derece ayrıntılı boyutlandırma ve detaylandırma koşulları getirilerek seçilen düktül davranış gösterebilme kapasitesinin gerçekleşmesi sağlanmıştır. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde bu tür bir ayırım yoktur. Yönetmelikte getirilen sınırlamalara uyulduğu takdirde düktül davranışın gerçekleşeceği belirtilmiştir. Düktül davranış elastik olmayan davranıştır. Düktül davranış konusunda gerçekçi bir yaklaşımda bulunabilmek için elastik sınırın ötesini gözönüne alan hesap yöntemlerinin kullanılması gerekir. Türkiye Deprem Yönetmeliği yayımlandığında bunun mümkün olmaması, düktül davranış konusundaki belirlizliğin en önemli nedenidir. Yeniden düzenlenecek yönetmelikte düktül davranışın daha gerçekçi bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir.

### 3.3 TASIYICI SİSTEMİ DÜZENLİ YAPI TANIMI

Türkiye Deprem Yönetmeliğine göre, kolon ve perdeleri sürekli olarak temele kadar inen, rijitlik ve kütle yayıllığı bakımından düzensizlik göstermeyen yapılar taşıyıcı sistemi düzenli yapılardır. Model yönetmelik bunlara ek olarak aşağıdaki sınırlamaları da getirmektedir.

- Yapı, mukavemet elemanlarının yönlendirdiği en az iki doğrultuya göre yaklaşık simetrik olmalı,
- Yapı girintileri dış boyutun %25'ni aşmamalıdır.

- Rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasındaki, deprem etkisine ortogonal yönde ölçülen uzaklık "birim deformasyon enerjisi yarı çapının" %15'ni aşmamalıdır. Birim deformasyon enerjisi yarı çapı, kat burulma rijitliğinin kat ötelenme rijitliğine oranının kare kökü şeklinde ifade edilmektedir. Bu madde Türkiye Deprem Yönetmeliğinde bulunmayan yeni bir kavram getirmektedir.
- Bütün düzey elemanlardaki aktüel donatı esas alınarak hesaplanacak kesme kapasitesi ile tasarım kesme kuvveti arasındaki fark herhangi iki kat için %20'den fazla olmayacaktır.
- Yapı yüksekliği boyunca geri çekilme (küçülme) varsa bir kattaki geri çekilme o yöndeki boyutun maksimum %10'u olabilir. Geri çekilme yüksekliğin %15'ne eşit alt kısımda ise bu şarta uyulmayabilir.

Bu sınırlamalarla belirlenen taşıyıcı sistemi düzgün yapının, yüksekliği 80 metreyi aşmamak kaydıyla ve temel periyodu iki saniyeyi geçmediği zaman basitleştirilmiş çözümlene yöntemleri ile (eşdeğer statik analiz gibi) hesaplanmasına izin verilmektedir. Türkiye Deprem Yönetmeliği taşıyıcı sistemi düzenli yapının yüksekliği 75 metreyi aştığında dinamik yöntemlerle hesaplanmasını istemektedir. Yapı temel periyodu konusunda bir sınırlama getirilmemiştir.

Model yönetmelikte getirilen sınırlandırılmalar daha kapsamlıdır. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde taşıyıcı sistemi düzenli yapı için getirilen rijitlik ve kütle yayılışının düzensizliği muğlak bırakılmıştır. Model yönetmelikte bu düzensizlik için de sınırlamalar mevcuttur. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde katlar arası rölatif yer değiştirme konusunda kat yüksekliğinin maksimum %0,25'i ile belirlenen bir sınırlama mevcuttur.

### 3.4 MALZEME

- Beton: Model yönetmelikte DD II için C 20, DD III için C 25 sınıflarından daha düşük beton kullanılmıyacağı koşulu getirilmektedir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde, önem kat sayısı birden büyük olan yapılarda 1. ve 2. deprem bölgelerinde beton 225 şartı getirilmiştir. Model yönetmeliğin koşulları Türkiye Deprem yönetmeliğinden daha ağırdır.
- Çelik: Model yönetmelikte getirilen bütün sınırlamalarda düktilitenin engellenmemesi amaçlanmaktadır. DD III yapılarda, aktüel akma gerilmesinin, nominal değerinin %25'ni aşmaması ayrıca, nihai ortalama mukavemet değeri ile aktüel akma gerilmesi arasındaki oran; S220 için 1,25'den, S400 için 1,15'den az olmaması istenmektedir. Getirilen bütün bu sınırlamalar düktil davranış kapasitesini arttırmayı amaçlamaktadır.

### 3.5 YATAY YÜK HESABI

Tasarım deprem yükünün katlara dağılımı her iki yönetmelikte de aynıdır:

$$F = C_d \cdot Y \cdot W_i$$

Model yönetmelikte deprem katsayısı  $C_d$  değişik parametrelere bağlı olarak verilen tasarım tepki spektrumu ile belirlenmektedir. Bunun için yapı temel periyodunun bilinmesi gerekmektedir.

Spektrum eğrisi ordinatlarının belirlendiği bağıntılar aşağıdaki parametreleri içermektedir:

- I- Yapı Önem Katsayısı
- A- Bölgenin En Büyük (Uç) Zemin İvmesi(%g)
- S- Arazi Katsayısı
- K- Davranış Katsayısı
- $T_2$ - Geçiş periyodu. Sismik hareketin büyüklüğüne ve yer hareketi parametrelerinin oranına bağlıdır. ( $T_2: 2\pi V_{max}/A_{max}$ )

$\alpha$  - Spektrum büyütme katsayısı: hareketin frekansı, sürekliliği ve yapı temel periyodu ile ilgilidir.

$\beta$  - Elastik tepki spektrum katsayısı:

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde deprem katsayısını (C:  $C_0 \cdot I.S.K$ ) oluşturan parametrelerden "S" dinamik katsayısı spektrum eğrisinden elde edilmektedir. Spektrum eğrilerinin hazırlanışında Türkiye Deprem Yönetmeliğinde zeminler dört grupta toplanmış, model yönetmelikte ise üç gruplandırma yapılmıştır.

Yapı önem katsayısı (I) , önerilen model yönetmelikte depremden sonra fonksiyonunu yerine getirmesi istenilen yapılarda: 1,40, diğer yapılarda: 1.00 olarak belirlenmiştir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde karşılıklı olarak 1.50 ve 1.00 kullanılmıştır.

Davranış katsayısı (K) için model yönetmeliğin verdiği değerler Türkiye Deprem Yönetmeliğinin verdiği değerlerden oldukça farklıdır. Davranış katsayısının tasarım deprem kuvvetini azaltıcı etkisi Türkiye Deprem Yönetmeliğinde en elverişli değer olarak 0.60 ile belirlenmiştir. Önerilen model yönetmelikte bu değer çeşitli düktilite düzeyleri için 0.50 ile 0.25 arasındadır. Düktilite düzeyi I için bile verilen değer 0.50'dir. Düktilite düzeyi arttıkça K'nın elverişli olması olağandır. Ancak DD I için verilen değer Türkiye Deprem Yönetmeliğindeki en elverişli değerden düşük olması tartışılmalıdır.

Türkiye Deprem yönetmeliğindeki "C" deprem katsayısını oluşturan parametrelerin karşılıkları önerilen model yönetmelikte tepki spektrumu içinde değerlendirilmiştir. Spektrum eğrisi %5'lik bir sönüm oranı gözönüne alınarak hazırlanmıştır. Türkiye Deprem yönetmeliğinde sönüm gözönüne alınmamıştır. Model yönetmelikte daha gerçekçi bir yaklaşım sağlamak üzere çeşitli parametrelere baş vurulmuştur. Yapı arazisiyle ilgili bu parametrelerin belirlenemediği durumlarda kabul edilebilecek ortalama değerleri de verilmiştir.

Model yönetmelik yapı temel periyodu bilinmediği zaman şu bağıntıyı önermektedir:  $C_d = 1. A. S. \alpha \cdot \frac{1}{K}$

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde yapı temel periyodu için önerilen amirik bağıntıların gerçekçi sonuçlar vermediği bilinmektedir. Bu bağıntıların yüksekliği 35 metreyi aşan yapılarda kullanılamıyacağı şartının getirilmesi olumludur.

### 3.6 MODAL ÖZELLİKLERİ

#### 3.6 BURULMA ETKİLERİ

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde burulma eksenrikliğine deprem yönüne dik boyutun %5'i eklenerek bulunacak burulma momentlerine göre irdeleme yeterli görülmektedir. Model yönetmelik ise yatay yükün kütle merkezinden  $e_1$  ve  $e_2$  kadar yer değiştirebileceğini gözönünde tutarak hesap yapılmasını istemektedir.

Model yönetmeliğin getirdiği şartlar daha ağırdır.

Eğer, rijitlik ve kütle simetrisi tam olarak sağlanıyorsa deprem kuvveti kat ağırlık merkezine uygulanacaktır. Her elemandaki etki ayrıca  $\xi$  katsayısı ile arttırılacaktır.

$$\xi = 1 + 0.6 \frac{x}{a}$$

x: Deprem etkisi doğrultusuna dik olarak ölçülen elemanın kat ağırlık merkezine olan uzaklığıdır.

Model yönetmelikte getirilen bu koşullar yapının simetrik olması halinde bile tasarım etkisinin arttırılmasını sağlamaktadır. Ağır bir koşuldur ve Türkiye Deprem Yönetmeliğinde karşılığı yoktur.

#### 3.7 İKİNCİ MERTEBE ETKİLER

Model Yönetmelikte bu konuda şu sınırlamalar getirilmiştir.

$\theta = \frac{W \cdot \Delta e_l \cdot K}{V \cdot h}$  Bağıntısıyla belirlenen "deformasyon" yapabilme indeksi" 0.10'dan küçük ise ikinci mertebe etkiler dikkate alınmayacaktır. Büyük olması durumunda kaynak 1'de

verilen statik yöntemlerden biri kullanılarak ikinci mer-  
tebe etkiler hesaplanacaktır. Bu konuda Türkiye Deprem Yö-  
netmeliği herhangi bir kayıt getirmemiştir.

### 3.8 MODAL ÇÖZÜMLEME YÖNTEMİ

Model yönetmelik bu konuda şu sınırlamaları getirmiştir:

- Burulma eksantrisitesi, birim deformasyon enerjisi yâ-  
rı çapının %15'ni aşmıyorsa, yapı her bir ortogonal  
doğrultu için iki ayrı düzlemsel modele göre çözülebi-  
lir. Bu şart sağlanmadığında yapı taşıyıcı sistemi  
düzenli olmayan tiptendir. Yapılacak hesaplarda yapı-  
nın düzlemsel olmayan davranışı gözönüne alınmalıdır.
- Ayrıca düzlemsel modellerde çözümleme, titreşimin en az  
üç adet düşük modunu ya da hangisi daha büyükse peryod-  
ları 0.4 saniyeden yüksek tüm titreşim modlarına içe-  
recektir. Her mod için elde edilen tasarım değerleri  
karelerinin toplamının kare kökü alınarak süperpoze  
edilecektir. Düzlemsel olmayan modeller için en az 4  
mod ve peryodu 0.4 saniyeden büyük tüm titreşim mod-  
ları gözönüne alınacaktır.

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde taşıyıcı sistemi düzensiz  
olan ve yüksekliği 75 metreyi geçen yapılar için modların  
süperpozitesi yönteminin kullanılabileceği belirtilmektedir.  
Bu kısım açık değildir. Sadece usulüne uygun dinamik hesap-  
yapılmalıdır. denmektedir. Dinamik hesapta yatay yük kabul-  
leri için bir yöntem getirilmemiştir. Sadece dinamik hesap-  
la elde edilecek yatay tasarım yüklerinin, yönetmelikte ve-  
rilen yöntemle elde edilecek değerlerin %70'inden az olama-  
yacağı belirtilmekle yetinilmiştir. Bu konunun daha kapsam-  
lı olarak ele alınması ve dinamik hesapta kullanılacak  
yatay yük kabülllerinin belirlenmesi gerekmektedir.

### 3.9 EĞİLME ETKİSİNDE KALAN ELEMANLAR

Tasarım aksenal yükü  $M_d \leq 0.1.Ag.fcd$  ise elemanda aksenal kuvvet etkisi gözönüne alınmamaktadır. Model yönetmelikte getirilen bu koşulun yönetmeliğimizde karşılığı yoktur.

Kesme kuvvetlerinin hesabında kullanılacak uç momentlerin, uç kesitlerde sağlanan aktüel donatı esas alınarak hesaplanması istenmektedir. Seçilen düktilite düzeyi III ise bu momentler  $\gamma_n : 1.25$  (kapasite arttırma katsayısı) ile arttırılacaktır. Model yönetmelikte getirilen bu koşul ağır bir koşuldur ve Türkiye Deprem Yönetmeliğinde karşılığı yoktur. Detaylandırma konusunda farklılıklar şunlardır:

Kiriş genişliği için getirilen minimum boyut 20 cm. ile her iki yönetmelikte de aynıdır. Maksimum genişlik konusunda getirilen şartlar farklı sonuçlar vermektedir. Model yönetmelik, kolon genişliğine, kolon derinliğinin yarısını eklemekle bulunan değeri vermektedir. Bu değer bizim yönetmeliğimizde, kolon genişliğine kiriş yüksekliğinin 1.5 katını eklemekle bulunmaktadır. Yaklaşımlar oldukça farklıdır. 25x40 boyutlarındaki kolona sapanacak 50 cm. yüksekliğindeki bir kirişin maksimum gövde genişliği:

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde- 25-1,5.50:100cm.

Model yönetmelikte - 25-40/2: 45 cm.

Gövde genişliğini veren bağıntıda kolon derinliğinin gözönüne alınmaması stabilite açısından olumsuz sonuçlar meydana getirebilir.

Model yönetmelikte ayrıca, kirişin kolondan taşan kısmının, kolon derinliğinin 1/4' ü kadar olmasına izin verilmektedir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde karşılığı yoktur.

Model yönetmelikte kiriş yüksekliği ve minimum açıklığı içinde sınırlamalar getirilmiştir. Yükseklik, genişliğin en fazla dört katı olabilir. Bağ kirişleri hariç açıklık yüksekliğin dört katını aşmalıdır.

Kolon kiriş eksantirik birleşimi halinde, sapanma yönünde kolon eksenini ile kiriş eksenini arasındaki eksantrisite

kolon genişliğinin 1/4'ünden fazla olamayacağı şartı getirilmiştir. Bu sınırlamaların karşılığı yönetmeliğimizde bulunmamaktadır.

Donatı üzerine getirilen sınırlamalar oldukça kapsamlıdır ve düktilite düzeylerine göre ayrı ayrı verilmiştir. Maksimum ve minimum çekme donatısı yüzdeleri aşağıdaki bağıntılar ile verilmiştir:

$$\rho \text{ min: } \frac{1.4}{f_{yk}} \qquad \rho \text{ max: } \frac{7}{f_{yk}}$$

BÇ I ve BÇ II donatı çeliği için her iki yönetmelikte verilen yüzdeler karşılaştırmalı olarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

		BÇ I	BÇ III
- Türkiye Deprem Yönetmeliği	min	0.005	0.003
- Model Yönetmelik	min	0.00636	0.0033
- " "	max	0.0318	0.0166

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde maksimum çekme donatısı sınırlaması yapılmamıştır. Basınç donatısı için %1'den ve  $0.50\rho$  'den fazla olamayacağı şartı vardır. Model yönetmelikte basınç donatısı için bu tür bir sınırlama yoktur.

Model yönetmelik potansiyel mafsal bölgelerinde basınç donatısının çekme donatısının en az %50'si kadar olması gerektiği şartını getirmektedir.

Basınç donatısı gerektiren bölgeler dışında betonun taşıdığı kesme kuvvetinin; sıfır olarak alınacağı koşulu getirilmektedir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde bu konuda bir sınırlama yoktur. Etriyeler için  $\phi$  6'lık donatı kullanımına izin verilmiş aralık DD II için 20 cm. , DD III için 15 cm. olarak sınırlandırılmıştır. Kesme donatısı hesabı için doğal olarak bizim yönetmeliğimizde karşılığı bulunmayan taşıma gücü yöntemine dayanan sınırlamalar getirilmiştir.

### 3.10 EĞİLME VE EKSENEL KUVVET ETKİSİNDEKİ ELEMANLAR

Model yönetmeliğe göre tasarım aksenal yükü  $N_d > 0,1 A_g \cdot f_{cd}$  ise elemandaki aksenal kuvvet dikkate alınacaktır.

Kat yüksekliği üç ve daha fazla olan yapılarda eşdeğer statik çözümleme sonucu elde edilen yatay yük momentleri ' $w$ ' dinamik büyültme katsayısı ile arttırılma şartı getirilmiştir. Bu değer, düzlem çerçevede 1,30 ile 1,80, uzay çerçevede 1,50 ile 1,90 arasında katlara göre değişmektedir. Yatay yük momentlerini nedere ise iki kat kadar arttıran bu katsayı oldukça ağırdar ve yönetmeliğimizde karşılığı yoktur. Dinamik etkiler, özellikle yüksek titreşim modlarının katkısının, yanal statik çözümlemenin vermiş olduğu eğilme momentleri düzenini önemli ölçüde değiştirebilmesi, kolon büküm noktalarının tasarımda kabul edilenden çok farklı olabileceği gerekçeleri ile ' $w$ ' katsayısı kullanılarak oluşabilecek risk karşılanmaya çalışılmıştır. Yüksek modların etkisi, temel periyodu ile artmakta ve özellikle yüksek katlarda daha etkili olmaktadır. ' $w$ ' katsayısı bu durum gözönüne alınarak belirlenmiştir.

Model yönetmelik, kesme kuvvetlerinin de dinamik büyültme katsayısıyla arttırılmasını istemekte seçilen düktülite düzeyi III ise ek olarak kapasite arttırma katsayısı ( $\gamma_n : 1.10$ ) ile bir kez daha arttırma şartı getirmektedir.

Model yönetmeliğin bu konuda getirdiği önemli sınırlamalardan biri de aksenal yükün  $0,5 \cdot A_g \cdot f_{ck}$  değerini aşamayacağıdır. Bu koşulların hiç birinin karşılığı Türkiye Deprem Yönetmeliğinde bulunmamaktadır.

Model yönetmelikte minimum boyut DD II için 25 cm., DD III için 30 cm. olarak belirlenmiştir. Türkiye Deprem Yönetmeliği DD II düzeyi ile uyumludur.

Model yönetmelikte tüm düktülite düzeyleri için; ek yapılan kesitler dahil donatı yüzdesinin, %1'den küçük %6'dan büyük olamayacağı koşulu getirilmiştir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde sınır değerler olarak bu oranlar alınmakla birlikte beton çinsleri için değişik değerler öne-

rılmıştır. değeri emirilmiştir. Bu artış birinci kat kolon tabii Kolon kritik bölgeleri, olağan durumlar için Türkiye Deprem Yönetmeliğinde sarılma bölgesi olarak tanımlanan bölgeler olarak belirlenmektedir. DD II yapılarda kritik bölgeler için maksimum etriye aralığı: Boyuna donatı çapının 8 katı, en kesit boyutunun yarısı ve 20 cm. ile sınırlanmıştır. Kritik olmayan bölgeler için, olağan şartlarda geçerli yönetmelik koşulları ile yetinilmiştir.

DD III yapılarda kritik bölgeler için enine donatı hacimsel oranı, Türkiye Deprem Yönetmeliği ile benzer bir bağıntı kullanılarak belirlenmiştir.

$$\rho_s = \lambda_1 \frac{f_{ck}}{f_{yk}} \quad \text{VEYA} \quad \rho_s = \lambda_2 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_{ck}}{f_{yk}}$$

$\lambda_1, \lambda_2$  değerleri  $N_d / A_c \cdot f_{ck}$  (azaltılmış aksenal yük oranı) değerine bağlı olarak verilmiştir. Birinci bağıntı Türkiye Deprem Yönetmeliği ile hemen hemen aynıdır. Model yönetmelikte 0.05-0.09 arasında değişen  $\lambda_1$  değeri sabittir: 0.12. Model yönetmelik daha hassas bir yaklaşım sağlamıştır. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde emniyetli tarafta kalmak için olsa gerek bu değer yüksektir. DD III yapılarda maksimum etriye aralığı 15 cm. ile sınırlandırılmıştır. Kritik olmayan bölgeler için DD II kritik bölge koşulları geçerlidir.

Model yönetmelikte çiroz etriye ve normal etriye akma değerlerinin, tüm boyuna donatı akma değerlerinin en az 1/16 'sı kadar olması istenmektedir.

### 3.II KOLON KIRIŞ BİRLEŞİM BÖLGELERİ

Model yönetmelik "kolon kırış mukavemet oranı" şeklinde ifade edilen bir sınırlama getirmektedir; kolon nihai momentleri toplamı, kırış nihai momentlerinin mutlak değerleri toplamından az olamaz. Bu koşul o bölgede plastik mafsall oluşması halinde geçerli değildir.

Model yönetmelikte DD III yapı kolonları için bağlantıda yer alan kırışların mukavemetinde oluşabilecek artışı karşılamak için ortalama olarak  $\gamma_n = 1.15$  (kapasite arttırma

katsayısı) değeri önerilmiştir. Bu artış birinci kat kolon tabanı da dahil edilerek tüm katlar için uygulanabilir. Böylece, kiriş donatılarının akma gerilmesinin nominal değerden daha fazla olma olasılığı giderilmiş olmaktadır. Kolonlarda oluşabilecek hasarların onarılmasının kirişlere göre daha zor olması (kolonlar kirişlere nazaran daha az düktildir.) nedeniyle enerji dağılımının kolonlardan ziyade kirişlerde olması istenmektedir. Bunlar kolonların güvenliğini arttırıcı yönde tedbirlerdir. Model yönetmelikte mafsall oluşmasına şu durumlarda izin verilmektedir:

- Dört veya daha fazla kolon ihtiva eden çerçevelerde yalnız bir kolon mafsallı diğerleri elastik kabul edilecektir.
- Tek ve iki katlı binalar ile çok katlı binaların en üst katında kolon mafsal mekanizmasına izin verilmektedir.

DD II yapıları için kolon kiriş birleşim bölgelerinde özel istemler getirilmemektedir.

DD III yapıları için çok ayrıntılı tasarım ve detaylandırma koşulları getirilmiştir. Nominal yatay kesme gerilmesi şu bağıntıyla sınırlandırılmıştır:

$$\tau_{jh} = \frac{V_d h}{b_j \cdot h_c} < 20 \tau_{es} \quad \tau_{es} = 0,25 f_{ctd}$$

Burada  $b_j$  ; etkili bağlantı yeri genişliğidir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde karşılığı olmayan bu tanım model yönetmelikte şu şekilde ifade edilir: Eğer kolon genişliği ( $b_c$ ), kiriş genişliğinden ( $b_w$ ) büyükse  $b_j:bc$  veya  $b_j:bw + 0,5hc$  bağıntılarından küçüğüdür. Eğer  $b_w > bc$  ise  $b_j:bw$  veya  $b_j:bc+0,5 hc$  bağıntılarından küçüğüdür. kolon kiriş birleşimi eksantirik ise  $b_j: 0,5 (bw+bc+0,5 hc) -e$  bağıntısıyla verilmiştir. Model yönetmelikte birleşim bölgelerinde tüm hesaplarda etkili bağlantı yeri genişliği esas alınmaktadır.

Betonun taşıdığı kesme kuvveti aşağıdaki durumlar için farklı bağıntılarla belirlenmiştir.

- Minimum ortalama basınç gerilmesi  $0,1 f_{ck}$  'yı aşarsa
- Kirişler öngerilmeli ise
- Plastik mafsall oluşması engelleniyorsa

Bu durumlar dışında betonun taşıdığı kesme kuvveti 0 olarak alınacaktır.

Düğüm noktasında yatay ve düşey kesme donatısı hesabı için taşıma gücü değerleri ile oldukça kapsamlı sınırlamalar getirilmiştir.

Model yönetmelikte ayrıca, kolon genişliği etkili bağlantı yeri genişliğinden ( $b_j$ ) küçükse, dar olan kirişe ait tüm eğilme momentini karşılayan donatı  $b_j$  içinde yer alır.  $b_j$  dışına taşan kısma ayrıca donatı yerleştirilir.

### 3.12 PERDELER VE BAĞ KİRİŞLERİ

Model yönetmeliğin perdeler ve bağ kirişleriyle ilgili olarak getirdiği başlıca koşullar şunlardır:

- DD II ve DD III yapılarda toplam yükün elastik çözümleme metoduyla çeşitli perdelerle dağıtımını, ortalama dengeyi korumak ve herhangi bir perdedeki etkinin maksimum %30 kadar azaltılması kaydıyla düzeltiler.
- Tasarım momenti örtüsü, hesaplanan moment örtüsünün perde genişliği kadar düşey ötelenmesi ile elde edilir. Bağ kirişlerinde elastik kesme kuvveti maksimum %20 olmak ve üst kattaki kiriş kayma kapasitelerini aynı oranda arttırmak koşuluyla azaltılabilir.
- Bağ kirişleri ile birleştirilmiş perdelerde aksel yük hesaplanırken bağ kirişlerindeki kayma mukavemeti esas alınacaktır. Burada beton ve çeliğin karakteristik değerleri kullanılacak, hesaplanan kiriş kesme mukavemeti 1.25 oranında arttırılacaktır.
- Eşdeğer statik çözümleme uygulandığında, perdelerdeki kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı "W" ile arttırılır. Aşağıdaki bağlantı 5. kata kadar uygulanır. 5. kattan daha yüksek yapılarda "W" doğrusal olarak arttırılır.(N: 15 için W: 1.8 alınarak)

W: 0.1.N-0.9

N: Katsayısı

- Düktülite düzeyi III yapılar için ayrıca perdelerdeki

tasarım kesme kuvvetleri, perde tabanında oluşabilecek gerçek eğilme mukavemeti ile uyum sağlayacaktır. Bunun sağlanması için çözümlene sonucu bulunan kesme kuvveti " $\gamma_n$ " katsayısıyla çarpılır.

$$\gamma_n = \frac{M_{u,d}^+}{M_d}$$

$M_d$ : Tasarımdan elde edilen hesap momenti.

$M_{u,d}^+$ : Betonarme kesitte, donatı ve betonun karakteristik değerleri kullanılarak elde edilen eğilme mukavemeti.

" $\gamma_n$ " maksimum 4 alınmalıdır.

- Perde kesitindeki maksimum nominal kesme gerilmesinin ( $\tau_d$ :  $V_d/Ag$ ),  $10\tau_{cs}$  değerini aşmaması istenmektedir. Burada  $V_d$ : tasarım kesme kuvvetidir.
- Betonun kesme mukavemetine katkısı minimum tasarım aksenal yükünün, perdenin brüt beton alanı üzerine uyguladığı ortalama basınç  $0.1 f_{cd}$ 'den küçükse plastik mafsallık bölgesinde 0 olarak alınacaktır. Betonun kayma gerilmesi çeşitli durumlar için değişik bağıntılarla belirlenmiştir.
- Bağ kirişleri için olağan düzenlemede . . . olacaktır. Aşağıdaki sınırların aşılması halinde normal kirişlerin eğilme ve kayma tasarım yöntemleri kullanılır.

$$\tau_d \geq 6\tau_{cs} \quad \rho = \frac{1}{4h} \sqrt{\frac{f_{ck}}{f_{yk}}}$$

$\rho$ : Alt veya üst donatı yüzdesi. Bu sınırların aşılması halinde eğilme ve kayma etkileri diagonal donatılarla karşılanır. Bu donatıların ankraj boyu %50 arttırılacaktır.

- Minimum perde boyutu 15 cm. ile sınırlanmıştır. DD III yapılar için perde yüksekliğinin genişliğe oranı ikiden az olamayacağı şartı getirilmiştir.
- Basınç deformasyonunun  $\epsilon_{cu}/3$  değerini aştığı durumlarda kritik lif çivarında perde kalınlığının lokal olarak arttırılması ile ilgili koşullar getirilmiştir.

Model yönetmeliğin perdeler ve bağ kirişleriyle ilgili yukarıda belli başlı olanlarını belirttiğimiz sınırlamaların Türkiye Deprem Yönetmeliğinde karşılığı bulunmamaktadır. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde de minimum perde boyutu 15 cm. ile sınırlanmıştır. Model yönetmelikte perdenin herhangi bir kesitinde düşey donatı oranınının %0.25'den az, %4'den fazla olamayacağı belirtilmiştir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde minimum düşey donatı %0.2'dir. Bununla beraber perde kesitinde çekme gerilmesi oluşması halinde uç bölgelerdeki donatılar çeşitli çelik çinsleri için minimum değerler olarak %0.5-%0.3 ile belirlenmiştir.

Yatay yük etkisi altında, büyük enerji yutma kapasitesine sahip olmaları bakımından çok önemli olan perde ve bağ kirişleri için, gerek boyutlandırma ve tahkik, gerek detaylandırma konularında, doğal olarak taşıma gücü yöntemine dayanan ve Türkiye Deprem Yönetmeliği ile kıyaslanamayacak ölçüde kapsamlı sınırlamalar getirilmiştir.

4- SONUÇ

Deprem etkisi doğası gereği hiç bir ön kurala uymayan süresi ve buna bağlı olarak şiddeti belli olmayan, bilinmeyenleri fazla rasgele değişken bir karaktere sahiptir.

Günümüzde yapıların temel malzemesi betonarmedir. Betonarme hiç bir ideal teoriyle kesin uyum sağlamayan davranışı geçmişte uygulanan yüklere, zamana bağlı olarak değişen, ayrıca deprem etkileri altındaki davranışı oldukça karmaşık bir malzemedir.

Yapıya etkiyeceği düşünülen yüklerin rasgeleliği yapı dayanımını sağlayacak yapısal malzemenin, betonarmenin deprem etkisi altındaki davranışının karmaşıklığı sorunu zorlaştırmaktadır.

Depreme dayanıklı yapı kavramı, deprem şiddetine bağlı olarak değişiklik gösterir. Yapı ekonomik ömrü süresince oluşabilecek hafif depremlerden etkilenmemeli her hangi bir hasar oluşmamalıdır. Orta şiddetli depremlerde işletilebilme fonksiyonunu yitirmemeli, oluşan hasarların onarımı mümkün olmalıdır. Daha yüksek şiddetli depremlerde işletilebilme fonksiyonunu yitirmesine karşılık bütünüyle göçme oluşmasıdır. Özel yapılar (hastahaneler, kimyasal yada nükleer tesisler gibi) dışındaki yukarıdaki genel sınıflandırma yapılabılır.

Deprem etkisi altında yapı güvenliği sorunu bir limit durum sorunudur. Deprem etkisi betonarmeyi elastik sınırların ötesine itmekte, güvenilirliğin son sınırı göçme olasılığıyla belirlenen sınır olmaktadır. Açıktır ki çözümleme limit durumlara göre tasarımı temel alan, dolayısıyla taşıma gücü ilkesine dayanan yöntemlerle yapılmalıdır. Plastik mafsallar teorisine dayanan plastik hesap yada doğrusal elastik olmayan yöntemler konusundaki çalışmalar henüz akademik alanda bulunduğu için bugün sınırlı olarak kullanılmaktadır. Taşıyıcı sistemler genellikle doğrusal yöntemlerle çözümlenmekte, elde edilen eğilme momentleri betonarme-

nin gerçek davranışı gözönüne alınarak belirli oranlarda düzeltilmektedir. Kesit tesirleri bu şekilde elde edildikten sonra kesit hesapları, genel davranışa dayanan taşıma gücü yöntemiyle yapılmaktadır. Betonarme yapıların tasarımında çağdaş yaklaşım budur.

Avrupa Uluslararası Beton Komitesinin düzenlediği model yönetmelik limit durum felsefesi temel alınarak hazırlanmıştır. Ülkemizde bu doğrultuda hazırlanarak, Mart 1980'de tasarı halinde yayınlanan betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları 1981 yılında resmî yürürlüğe girmiş, 1985 yılında gözden geçirilerek yeniden yayımlanmıştır. Ülkemizde, betonarme yapıların limit durumlara göre tasarımı giderek yaygınlaşarak kullanılmaktadır.

Türkiye Deprem Yönetmeliği çağdaş tasarım istemlerine cevap vermekten uzaktır. Bu doğrultuda düzenlenmesi TS 500-1981/1985 ile paralelliğin sağlanması gerekmektedir.

KAYNAKIA R

- 1- BAYÜLKE, N. (1978) DEPREMLER VE DEPREME DAYANIKLI YAPILAR, DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ YAYINI, ANKARA.
- 2- ERDİK, M. , YÜZÜGÜLLÜ, Ö. (1980) DEPREM MÜHENDİSLİĞİ ACISINDAN YAPI DİNAMİĞİNE GİRİŞ, DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ YAYINI, ANKARA.
- 3- ERSOY, U. , ATIMTAY, E. (1975) BETONARME-TEMEL İLKELER VE HESAP YÖNTEMLERİ, O.D.T.Ü. YAYINI, ANKARA.
- 4- GÜNDÜZ, A. (1979) BETONARME YAPILARIN LİMİT DURUMLARA GÖRE PROJELENDİRİLMESİ, İ.M.O. İSTANBUL ŞUBESİ YAYINI, İSTANBUL.
- 5- GÜNDÜZ, A. (1980) BETONARME - TASIMA GÜCÜ İLKESİNE GÖRE HESAP, KAZMAZ MATBAASI, İSTANBUL.
- 6- POLAT, Z. , DEMİR, H. (1982) "BAZI ÜLKELERİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ YATAY KUVVET HESABI YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI" , DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ, S.38 ss.73-95.

