

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zekiye Aysu TAŞAN

**TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ-1998 (TDY- 98) İLE
DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR
HAKKINDA YÖNETMELİK-2007 (DBYBHY-2007)
KARŞILAŞTIRILMASI.**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2012

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ-1998 (TDY- 98) İLE DEPREM
BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK-
2007 (DBYBHY-2007) KARŞILAŞTIRILMASI.**

Zekiye Aysu TAŞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 12/01/2012 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. H.Murat ARSLAN
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Hüseyin R.YERLİ
ÜYE

.....
Doç. Dr. S. Seren GÜVEN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ-1998 (TDY- 98) İLE DEPREM
BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA YÖNETMELİK-
2007 (DBYBHY-2007) KARŞILAŞTIRILMASI.**

Zekiye Aysu TAŞAN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. H. Murat ARSLAN

Yıl : 2012, Sayfa: 237

Jüri : Doç. Dr. H. Murat ARSLAN

: Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ

: Doç. Dr. S. Seren GÜVEN

Bu çalışmada birbirinden farklı özellikteki yapıların SAP2000 programı kullanılarak Mod Birleştirme Yöntemi ile analizi yapılmıştır. 1998 yılı Türk Deprem Yönetmeliği (TDY-98) ve 2007 yılı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)'nin öngördüğü şekilde düzensizlik ve deprem kontrolleri yapılarak iki yönetmelik arasındaki karşılaştırma sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: DBYBHY-2007, TDY-98, Düzensizlik Kontrolleri,
Mod Birleştirme Yöntemi

ABSTRACT

MSc THESIS

MAKING COMPARISON OF 1998 TURKISH EARTHQUAKE REGULATIONS (TDY- 98) AND 2007 REGULATIONS ABOUT THE BUILDINGS THAT WILL BE CONSTRUCTED ON EARTHQUAKE AREAS (DBYBHY-2007)

Zekiye Aysu TAŞAN

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. H. Murat ARSLAN
Year : 2012, Sayfa: 237
Jury : Assoc. Prof. Dr. H. Murat ARSLAN
: Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
: Assoc. Prof. Dr. S. Seren GÜVEN

In this study, the buildings which have different features from each other were analyzed by using the SAP2000 program with Mode Superposition Method. By making the irregularity and the earthquake controls, the comparison between the two regulations was made due form of the Turkish Earthquake Regulations in 1998 and Regulations About the Buildings That Will Be Constructed on the Earthquake Areas in 2007.

Anahtar Kelimeler: DBYBHY-2007, TDY-98, Irregularity Controls,
Mode Superposition Method.

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca her konuda yardımını, bilgisini ve hoşgörüsünü esirgemeyen, çalışmalarımda yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile kolaylık sağlayan danışman hocam Doç. Dr. H. Murat Arslan'a, şu anda askerlik görevini yapmakta olan, yüksek lisans eğitimim süresince bana yardımcı olan, sevgili arkadaşım Ersin Gider'e, ayrıca eğitimimin dersler ve tez aşamasında kolaylık gösteren işverenim Şükrü Erdem'e teşekkürlerimi sunarım.

Her koşulda yanımda olan, varlığını her zaman hissettiren, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, canım anneme, babama, kardeşlerim Bilge ve Erdem'e, ayrıca erkek arkadaşım Cem Gökşen'e emeklerinden dolayı sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	XIV
TABLOLAR DİZİNİ	XXVI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XXVIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XXX
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE METOD	3
2.1. Materyal2	3
2.2. SAP2000 (V.10) Programı	3
2.3. Metod	5
3. DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK BİNALAR HAKKINDA	
YÖNETMELİK – 2007	7
3.1. Genel Hükümler	7
3.1.1. Kapsam	7
3.1.2. Genel İlkeler	8
3.2. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları	9
3.2.1. Kapsam	9
3.2.2. Genel İlkeler ve Kurallar	9
3.2.2.1. Bina Taşıyıcı Sisteme İlişkin Genel İlkeler	9
3.2.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar	10
3.2.3. Düzensiz Binalar	11
3.2.3.1. Düzensiz Binaların Tanımı	11
3.2.3.2. Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar	11
3.2.4. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması: Spektral İvme Katsayısı ..	16
3.2.4.1. Etkin Yer İvme Katsayısı	16
3.2.4.2. Bina Önem Katsayısı	16

3.2.4.3. Spektrum Katsayısı.....	17
3.2.4.4. Özel Tasarım İvme Spektrumları	18
3.2.5. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması : Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	19
3.2.5.1. Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar	19
3.2.5.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçevesi Sistemlere İlişkin Koşullar.....	21
3.2.5.3. Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar.....	22
3.2.5.4. Süneklik Düzeyi Bakımından Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar	23
3.2.5.5. Kolonları Üstten Mafsallı Binalara İlişkin Koşullar	23
3.2.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi.....	25
3.2.6.1. Hesap Yöntemleri.....	25
3.2.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları.....	25
3.2.7. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	25
3.2.7.1. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğülerinin Belirlenmesi.....	26
3.2.7.2. Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüğülerinin Etkime Noktaları	28
3.2.7.3. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi.....	30
3.2.7.4. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler	31
3.2.8. Mod Birleştirme Yöntemi.....	32
3.2.8.1. İvme Spektrumu	32
3.2.8.2. Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri.....	32
3.2.8.3. Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı.....	33
3.2.8.4. Mod Katkılarının Birleştirilmesi	34
3.2.8.5. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri	35
3.2.8.6. Eleman Asal Doğrultularındaki İç Kuvvetler	35

3.2.9. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri.....	35
3.2.9.1. Yapay Deprem Yer Hareketleri.....	36
3.2.9.2. Kaydedilmiş veya Benzeştirilmiş Deprem Yer Hareketleri.....	36
3.2.9.3. Zaman Tanım Alanında Hesap.....	36
3.2.10. Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması, İkinci Mertebe Etkileri Ve Deprem Derzleri	37
3.2.10.1. Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması.....	37
3.2.10.2. İkinci Mertebe Etkileri.....	38
4. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ – 1998	39
4.1. Amaç – Genel İlkeler ve Kapsam	39
4.1.1. Amaç ve Genel İlkeler	39
4.1.2. Kapsam	39
4.2. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları	40
4.2.1. Kapsam	40
4.2.2. Genel İlke ve Kurallar	41
4.2.2.1. Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler	41
4.2.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar	42
4.2.3. Düzensiz binalar	42
4.2.3.1. Düzensiz Binaların Tanımı	42
4.2.3.2. Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar.....	43
4.2.4. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması: Spektrum İvme Katsayısı	48
4.2.4.1. Etkin Yer İvmesi Katsayısı	48
4.2.4.2. Bina Önem Katsayısı	49
4.2.4.3. Spektrum Katsayısı.....	50
4.2.4.4. Özel Tasarım İvme Spektrumu	50
4.2.5. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması - Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	51
4.2.5.1. Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar	51

4.2.5.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli –	
Çerçeve Sistemlere İlişkin Koşullar	54
4.2.5.3. Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım	
Zorunluluğuna İlişkin Koşullar	54
4.2.5.4. Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar	55
4.2.5.5. Düğüm Noktaları Mafsallı Sistemlere İlişkin Koşullar	56
4.2.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi	56
4.2.6.1. Hesap Yöntemleri	56
4.2.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları	57
4.2.7. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	57
4.2.7.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Belirlenmesi	57
4.2.7.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğülerinin Belirlenmesi	58
4.2.7.3. Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem	
Yüğülerinin Etkime Noktaları	60
4.2.7.4. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi	62
4.2.7.5. Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan	
Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler	64
4.2.8. Mod Birleştirme Yöntemi	64
4.2.8.1. İvme Spektrumu	64
4.2.8.2. Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri	65
4.2.8.3. Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı	65
4.2.8.4. Mod Katkılarının Birleştirilmesi	66
4.2.8.5. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri	67
4.2.8.6. Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan	
Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler	67
4.2.9. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri	68
4.2.10. Yerdeğiştirmelerin Sınırlandırılması, İkinci Mertebe Etkileri Ve	
Deprem Derzleri	68
4.2.10.1. Göreli Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması	68
4.2.10.2. İkinci Mertebe Etkileri	69
5. YAPI ANALİZİ VE DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ	71

5.1. Analiz Yöntemleri Adımları.....	74
5.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Adımları	74
5.1.2. Mod Birleştirme Yöntemi Uygulama Adımları.....	74
5.2. Örnekler	77
5.2.1. Örnek 5.1.....	78
5.2.1.1. Bina Bilgileri.....	80
5.2.1.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	81
5.2.1.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüğülerin Hesabı	81
5.2.1.4. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	82
5.2.1.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı.....	84
5.2.1.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	85
5.2.1.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri	86
5.2.1.8. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı.....	88
5.1.2.9. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	89
5.1.2.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri	89
5.1.2.11. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	91
5.1.2.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı.....	94
5.1.2.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	95
5.1.2.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri	95
5.2.1.15. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	

Periyotlarının Hesabı.....	98
5.1.2.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	99
5.1.2.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	99
5.2.2. Örnek 5.2	104
5.2.2.1. Bina Bilgileri	106
5.2.2.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	108
5.2.2.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı	109
5.2.2.4. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci	
Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	109
5.2.2.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	112
5.2.2.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	113
5.2.2.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	114
5.2.2.8. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	118
5.2.2.9. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	119
5.2.2.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	119
5.2.2.11. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci	
Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	124
5.2.2.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	126
5.2.2.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	127
5.2.2.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	127

5.2.2.15. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	133
5.2.2.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	134
5.2.2.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	135
5.2.3. Örnek 5.3.....	145
5.2.3.1. Bina Bilgileri.....	149
5.2.3.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	151
5.2.3.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı	151
5.2.3.4. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci	
Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	152
5.2.3.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	155
5.2.3.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	156
5.2.3.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	157
5.2.3.8. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	163
5.2.3.9. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	164
5.2.3.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	164
5.2.3.11. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci	
Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	171
5.2.3.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	174
5.2.3.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	174
5.2.3.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	

Kontrolleri	175
5.2.3.15. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	181
5.2.3.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	182
5.2.3.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	183
5.2.4. Örnek 5.4.....	194
5.2.4.1. Bina Bilgileri.....	198
5.2.4.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	200
5.2.4.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı	200
5.2.4.4. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci	
Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	201
5.2.4.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	204
5.2.4.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	205
5.2.4.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	205
5.2.4.8. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	209
5.2.4.9. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	210
5.2.4.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	211
5.2.4.11. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci	
Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı	214
5.2.4.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	216
5.2.4.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	217

5.2.4.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	218
5.2.4.15. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod	
Periyotlarının Hesabı.....	221
5.2.4.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme	
Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı.....	222
5.2.4.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik	
Kontrolleri	223
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	231
KAYNAKLAR.....	235
ÖZGEÇMİŞ	237

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 5.1	Örnek 5.1'e Ait Kolon Boyutları.....	81
Çizelge 5.2.	Örnek 5.1 'e Ait Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	81
Çizelge 5.3.	Örnek 5.1'e Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler ..	82
Çizelge 5.4.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı	82
Çizelge 5.5.	Örnek 5.1'e Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı	84
Çizelge 5.6.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	85
Çizelge 5.7.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	85
Çizelge 5.8.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	86
Çizelge 5.9.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	86
Çizelge 5.10.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	87
Çizelge 5.11.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	87
Çizelge 5.12.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	88
Çizelge 5.13.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	89
Çizelge 5.14.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	90
Çizelge 5.15.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	90

Çizelge 5.16.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	90
Çizelge 5.17.	Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	91
Çizelge 5.18.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı	92
Çizelge 5.19.	Örnek 5.1'e Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	94
Çizelge 5.20.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste için Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	95
Çizelge 5.21.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	96
Çizelge 5.22.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	96
Çizelge 5.23.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	96
Çizelge 5.24.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	97
Çizelge 5.25.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	98
Çizelge 5.26.	Örnek 5.1'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu.....	99
Çizelge 5.27.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve - %5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri.....	100
Çizelge 5.28.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	100
Çizelge 5.29.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü	100

Çizelge 5.30.	Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	101
Çizelge 5.31.	Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	102
Çizelge 5.32.	Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	102
Çizelge 5.33.	Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	103
Çizelge 5.34.	Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	103
Çizelge 5.35.	Örnek 5.2'ye Ait Kolon Boyutları.....	107
Çizelge 5.36.	Örnek 5.2 'ye Ait Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	108
Çizelge 5.37.	Örnek 5.2'ye Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler	109
Çizelge 5.38.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı	110
Çizelge 5.39.	Örnek 5.2'ye Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı	112
Çizelge 5.40.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	113
Çizelge 5.41.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	113
Çizelge 5.42.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	114
Çizelge 5.43.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	115

Çizelge 5.44.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	116
Çizelge 5.45.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	117
Çizelge 5.46.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	118
Çizelge 5.47.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	119
Çizelge 5.48.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	120
Çizelge 5.49.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	121
Çizelge 5.50.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	122
Çizelge 5.51.	Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	123
Çizelge 5.52.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı.....	124
Çizelge 5.53.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	126
Çizelge 5.54.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste için Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	127
Çizelge 5.55.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	128
Çizelge 5.56.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	129
Çizelge 5.57.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	130

Çizelge 5.58.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	131
Çizelge 5.59.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	132
Çizelge 5.60.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	133
Çizelge 5.61.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotlar	134
Çizelge 5.62.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste için Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	134
Çizelge 5.63.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	135
Çizelge 5.64.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	136
Çizelge 5.65.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	137
Çizelge 5.66.	Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	138
Çizelge 5.67.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	139
Çizelge 5.68.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	140
Çizelge 5.69.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	141

Çizelge 5.70.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	142
Çizelge 5.71.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	143
Çizelge 5.72.	Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	144
Çizelge 5.73.	Örnek 5.3'e Ait Kolon Boyutları.....	150
Çizelge 5.74.	Örnek 5.3 'e Ait Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	151
Çizelge 5.75.	Örnek 5.3'e Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler	152
Çizelge 5.76.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı.....	153
Çizelge 5.77.	Örnek 5.3'e Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı	155
Çizelge 5.78.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	156
Çizelge 5.79.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	156
Çizelge 5.80.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	157
Çizelge 5.81.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	158
Çizelge 5.82.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	159
Çizelge 5.83.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	160

Çizelge 5.84.	Örnek 5.3'e Ait TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü	161
Çizelge 5.85.	Örnek 5.3'e Ait TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	162
Çizelge 5.86.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	163
Çizelge 5.87.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	164
Çizelge 5.88.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	165
Çizelge 5.89.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	166
Çizelge 5.90.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	167
Çizelge 5.91.	Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	168
Çizelge 5.92.	Örnek 5.3'e Ait DBYBHY-2007 ve TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü	170
Çizelge 5.93.	Örnek 5.3'e Ait DBYBHY 2007'ye ve TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	171
Çizelge 5.94.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı.....	172
Çizelge 5.95.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	174

Çizelge 5.96.	Örnek 5.3'e Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	174
Çizelge 5.97.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	175
Çizelge 5.98.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	176
Çizelge 5.99.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve + %5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	177
Çizelge 5.100.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	178
Çizelge 5.101.	Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	180
Çizelge 5.102.	Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	181
Çizelge 5.103.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	182
Çizelge 5.104.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	182
Çizelge 5.105.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	183
Çizelge 5.106.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	184
Çizelge 5.107.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	185
Çizelge 5.108.	Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	186

Çizelge 5.109. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü	188
Çizelge 5.110. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	189
Çizelge 5.111. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	190
Çizelge 5.112. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	191
Çizelge 5.113. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	192
Çizelge 5.114. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	193
Çizelge 5.115. Örnek 5.4'e Ait Kolon Boyutları.....	199
Çizelge 5.116. Örnek 5.4 'e Ait Kat Ağırlıklarının Hesabı.....	200
Çizelge 5.117. Örnek 5.4'e Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler	201
Çizelge 5.118. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı.....	202
Çizelge 5.119. Örnek 5.4'e Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı	203
Çizelge 5.120. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	204
Çizelge 5.121. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	205

Çizelge 5.122. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	206
Çizelge 5.123. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	206
Çizelge 5.124. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	207
Çizelge 5.125. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	208
Çizelge 5.126. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri	209
Çizelge 5.127. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	210
Çizelge 5.128. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	210
Çizelge 5.129. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	211
Çizelge 5.130. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	212
Çizelge 5.131. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	212
Çizelge 5.132. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	213
Çizelge 5.133. Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri.....	214
Çizelge 5.134. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı.....	215
Çizelge 5.135. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	217

Çizelge 5.136. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	217
Çizelge 5.137. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	218
Çizelge 5.138. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	219
Çizelge 5.139. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	219
Çizelge 5.140. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	220
Çizelge 5.141. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri	221
Çizelge 5.142. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları.....	222
Çizelge 5.143. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu	222
Çizelge 5.144. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri	223
Çizelge 5.145. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri	224
Çizelge 5.146. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü.....	225
Çizelge 5.147. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü	225
Çizelge 5.148. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri	227
Çizelge 5.149. Örnek 5.4'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	227

Çizelge 5.150. Örnek 5.4'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	228
Çizelge 5.151. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması	229
Çizelge 5.152. Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması.....	230

TABLolar DİZİNİ**SAYFA**

Tablo 3.1. Düzensiz Binalar	12
Tablo 3.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı.....	16
Tablo 3.3. Bina Önem Katsayısı (I)	17
Tablo 3.4. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)	18
Tablo 3.5. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	21
Tablo 3.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar	25
Tablo 3.7. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	26
Tablo 4.1. Düzensiz Binalar	44
Tablo 4.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı.....	49
Tablo 4.3. Bina Önem Katsayısı (I).....	49
Tablo 4.4. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)	50
Tablo 4.5. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	52
Tablo 4.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar	57
Tablo 4.7. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	58

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. A1 Burulma Düzensizliği Hesabı	14
Şekil 3.2. A2 Türü Düzensizlik Durumu	14
Şekil 3.3. A3 Türü Düzensizlik Durumu	15
Şekil 3.4. B3 Türü Düzensizlik Durumu	15
Şekil 3.5. Özel Tasarım İvme Spektrumu	18
Şekil 3.6. Eşdeğer Deprem Kuvveti Uygulama Durumları	28
Şekil 3.7. Deprem Doğrultusuna Dik Ağırlık Merkezi Dış Merkezlik Hesabı.....	29
Şekil 3.8. A2 Türü Düzensizliğin Bulunduğu Döşemelerde Ekdışmerkezlik Hesabı	30
Şekil 3.9. F_{fi} Fiktif Yük Hesabı	31
Şekil 3.10. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler.....	31
Şekil 4.1. A1 Burulma Düzensizliği.....	46
Şekil 4.2. A2 Türü Düzensizlik Durumu	46
Şekil 4.3. A3 Türü Düzensizlik Durumu	47
Şekil 4.4. A4 Türü Düzensizlik Durumu	47
Şekil 4.5. B3 Türü Düzensizlik Durumu	48
Şekil 4.6. Özel Tasarım İvme Spektrumu	51
Şekil 4.7. Eşdeğer Deprem Kuvveti Uygulama Durumları	60
Şekil 4.8. Deprem Doğrultusuna Dik Ağırlık Merkezi Dış Merkezlik Hesabı....	61
Şekil 4.9. A2 Türü Düzensizliğin Bulunduğu Döşemelerde Ekdışmerkezlik Hesabı	61
Şekil 4.10. F_{fi} Fiktif Yük Hesabı	63
Şekil 5.1. Örnek 5.1' e Ait Perspektif Görünüş	78
Şekil 5.2. Örnek 5.1' e Ait 1. Kat Kalıp Planı	79
Şekil 5.3. Örnek 5.1' e Ait 2. ve 3. Katlar Kalıp Planı	80
Şekil 5.4. Örnek 5.2' ye Ait Perspektif Görünüş.....	104
Şekil 5.5. Örnek 5.2' ye Ait 1. Kat Kalıp Planı.....	105
Şekil 5.6. Örnek 5.2' ye Ait 2. ve 12. Katlar Kalıp Planı	106
Şekil 5.7. Örnek 5.3' e Ait Perspektif Görünüş	145

Şekil 5.8. Örnek 5.3' e Ait 1. Kat Kalıp Planı.....	146
Şekil 5.9. Örnek 5.3' e Ait 2. Kat Kalıp Planı.....	147
Şekil 5.10. Örnek 5.3' e Ait 3. ve 9. Katlar Kalıp Planı	148
Şekil 5.11. Örnek 5.3' e Ait 10. ve 15. Katlar Kalıp Planı	149
Şekil 5.12. Örnek 5.4' e Ait Perspektif Görünüş.....	194
Şekil 5.13. Örnek 5.4' e Ait Bodrum Kat Kalıp Planı	195
Şekil 5.14. Örnek 5.4' e Ait 1. Kat Kalıp Planı.....	196
Şekil 5.15. Örnek 5.4' e Ait 2. ve 10. Katlar Kalıp Planı	197

SİMGELER DİZİNİ

- A_0 : Etkin Yer İvmesi Katsayısı
- B_a : Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
- B_{ax} : Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_{ay} : Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_b : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
- B_{bx} : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_{by} : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_B : Mod Birleştirme Yöntemi'nde mod katkılarının birleştirilmesi ile bulunan herhangi bir büyüklük
- B_D : B_B büyüklüğüne ait büyütülmüş değer
- D_i : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde burulma düzensizliği olan binalar için i'inci katta $\pm$ %5 ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
- DBYBHY: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
- d_{fi} : Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
- d_i : Binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
- F_{fi} : Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
- F_i : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
- f_e : Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik ve elektrik donanımının ağırlık merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü
- g : Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)

- g_i : Binanın i 'inci katındaki toplam sabit yük
- H_i : Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
(Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i 'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
- H_N : Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
- H_w : Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
- h_i : Binanın i 'inci katının kat yüksekliği
- I : Bina Önem Katsayısı
- ℓ_w : Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu
- M_n : n 'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle
- M_{xn} : Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n 'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
- M_{yn} : Gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n 'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle
- m_i : Binanın i 'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
- $m_{\theta i}$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalışması durumunda, binanın i 'inci katının kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksene göre kütle eylemsizlik momenti
- N : Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
- n : Hareketli Yük Katılım Katsayısı
- q_i : Binanın i 'inci katındaki toplam hareketli yük
- R : Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
- $R_{alt}, R_{üst}$: Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binaların en üst (çatı) katı olarak kullanılması durumunda, sırası ile, alttaki katlar ve en üst kat için tanımlanan R

katsayıları $RN\check{C}$ = Tablo 2.5'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi normal çerçeveler

- R_{YP} : Tablo 2.5'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından taşındığı durum için tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
- $R_a(T)$: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
- $S(T)$: Spektrum Katsayısı
- $S_{ae}(T)$: Elastik spektral ivme [m/s^2]
- $S_aR(Tr)$: r'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]
- T : Bina doğal titreşim periyodu [s]
- T_1 : Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
- T_A, T_B : Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
- T_m, T_n : Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
- V_i : Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
- V_t : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
- V_{tB} : Mod Birleştirme Yöntemi'nde, gözönüne alınan deprem doğrultusunda modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
- W : Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
- W_e : Yapısal çıkıntının, mimari elemanın, mekanik veya elektrik donanımının ağırlığı
- w_i : Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
- Y : Mod Birleştirme Yöntemi'nde hesaba katılan yeterli doğal titreşim modu sayısı
- α : Deprem derzi boşluklarının hesabında kullanılan katsayı

- α_s : Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
- β : Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan büyüklüklerin alt sınırlarının belirlenmesi için kullanılan katsayı
- Δ_i : Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
- $(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
- ΔF_N : Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
- δ_i : Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
- $(\delta_i)_{max}$: Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
- η_{bi} : i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
- η_{ci} : i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
- η_{ki} : i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
- Φ_{xin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
- Φ_{yin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenî doğrultusundaki yatay bileşeni
- $\Phi_{\theta in}$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni
- θ_i : i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri

1. GİRİŞ

Depremlerin çok büyük bir bölümü, yer kabuğunda soğuma veya çeşitli etkilerden meydana gelen şekil değiştirme enerjisinin, ani olarak ortaya çıkmasından meydana gelir. Litosfer olarak adlandırılan yer kabuğunu oluşturan levhalar hareket halindedirler. Bu hareketler levha sınırlarında gerilme meydana gelmesine neden olurlar. Litosfer tabakasında meydana gelen, ani ve büyük yer hareketleri sonucunda tektonik deprem oluşur. Bir depremin yıkıcılığı, meydana getirdiği fayın özelliklerine, zemin şartlarına ve depremin odak derinliğine bağlıdır. Depremin yapıda oluşturacağı hasar ise, zemin hakim periyodunun, yapının doğal periyoduna yaklaşmasına bağlı olarak değişmektedir. Zeminin hakim periyodu ile yapının doğal periyodu kesinlikle çakışmamalıdır. (Bayülke,1993)

Yapıların deprem hesabında kesin ve yaklaşık olmak üzere iki farklı metod kullanılmaktadır. Kesin hesap metodu 'Zaman - Tanım Alanı Hesap Metodu'dur. Yaklaşık hesap metodu ise 'Eşdeğer Statik Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemi'dir. Yaklaşık dinamik analiz yöntemi olan 'Mod Birleştirme Yöntemi'nde türetilmiş fonksiyonlar göz önüne alınmaktadır. Bu yöntemde kütlelerin yapının düğüm noktalarında toplandığı kabul edilmiştir. 'Eşdeğer Deprem Yüğü' metodunda ise hesap için, yapının birinci doğal titreşim periyodu kullanılmaktadır. Bu hesapta kat ağırlıkları, kat seviyesinde toplanmış kabul edilir. Yapının ağırlığına, yapı sünekliğine ve zemin durumuna bağlı olarak, eşdeğer statik deprem yüğü bulunur. Kesin dinamik analiz yöntemi olan 'Zaman Tanım Alanı' yönteminde ise gerçek yer ivme kayıtları kullanılarak analiz yapılmaktadır. Burada mod sayısına göre yapının gerçek periyodu bulunur. (Celep, Kumbasar, 1993)

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Günümüzde, yapıların projelendirilmesi aşamasında, sistemin modellenmesi, analizi ve boyutlandırılması için çeşitli paket programlar kullanılmaktadır. Bu çalışmada SAP2000 (V.10) analiz ve tasarım programı kullanılmıştır.

2.2. SAP2000 (V.10) Programı

SAP2000 programı, yapı sistemi modellerinin geliştirilmesi, analizi ve boyutlandırılması için kullanılan genel amaçlı bir programdır. Program Windows ortamında çalışmakta ve tüm işlemler özel *Grafik Kullanıcı Arayüzü* (Graphical User Interface) yardımı ile SAP2000 ekranı üzerinde gerçekleştirilmektedir. Endüstriyel yapılar, köprüler, enerji iletim hatları kuleleri, kablolu yapılar, kablolu anten direkleri, bacalar, soğutma kuleleri, makina temelleri, spor tesisleri, kazık temelli yapılar, barajlar, petrol tankları, kıyı ve açık deniz yapıları, blok temeller gibi ekstrem bir çok yapı modellenebilmektedir.

Herhangi bir yapı sisteminin SAP2000 yardımı ile analiz ve boyutlandırmasında, genel olarak aşağıdaki yol izlenmektedir :

a) Sistem Modelinin oluşturulması: Bu ilk aşamada, ya doğrudan doğruya veya SAP2000 içinde bulunan *Şablon* (Template) sistemler kullanılarak,

- Kiriş, kolon v.b. çubuk elemanlar,
- Duvar, döşeme, kabuk gibi yapı bölümlerini temsil eden sonlu elemanlar,
- Düğüm noktalarında veya mesnetlerde elastik veya lineer olmayan birleşimler veya yaylar,
- Çeşitli tipte mesnetler

tanımlanarak sistem modeli oluşturulur. Bu sırada, çeşitli yapı elemanlarının birleştiği *Düğüm Noktaları* (Joints), Program tarafından otomatik olarak, türetilmektedir. Bazı durumlarda, ele alınan sistemin önce küçük (veya kaba) bir

bölümü oluşturulur. Daha sonra SAP2000'in Copy, Paste, Replicate, Mesh Areas gibi olanaklarından yararlanarak sistem tamamlanır.

b) Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması: SAP2000 içinde standart olarak, tüm özellikleri ile tanımlanmış olan Beton (CONC), Çelik (STEEL) ve Alüminyum (ALUM) malzemeleri mevcuttur. İstenirse bu malzeme türlerine ait özelliklerin bazıları veya tümü değiştirilebileceği gibi, yeni malzeme türleri de tanımlanıp kullanılabilir. Seçilen veya tanımlanan malzeme türleri, kesit tanımlaması sırasında kullanılmaktadır.

c) Kesit Özelliklerinin Tanımlanması: Çeşitli kesit tipleri ayrı kütükler içinde verilmiş bulunmaktadır. Özellikle çelik yapılarda bu kesit tipleri, doğrudan doğruya veya bazı özellikleri değiştirilerek kullanılabileceği gibi, istenen türde kesit tanımlamak için, pek çok seçenek vardır. Seçilen veya tanımlanan kesitler sistem elemanlarına atanmaktadır.

d) Yüklerin Tanımlanması: Tekil, yayılı, üçgen veya yamuk yüklerle sıcaklık değişimleri tanımlanıp düğüm noktalarına, çubuklara veya sonlu elemanlara atanabilmektedir. Ayrıca, kütle ve spektrum diyagramları tanımlandıktan sonra, mod birleştirme yöntemi ile Dinamik Hesap da yapılabilir. Çok sayıda (Sabit, hareketli, rüzgar, deprem v.b.) değişik yüklemeler tanımlanabileceği gibi, bunlar çeşitli süperpozisyon katsayıları ile çarpılarak *Yükleme Kombinezonları* da oluşturulabilmektedir.

e) Çözüm (Analiz): Sistem modelinin malzeme, kesit özellikleri ve yüklemeleri ile birlikte tanımlanması bittikten sonra Çözüm (Analiz) yapılır. Çözüm sonuçları da SAP2000 ekranında görüntülenmektedir. Bu görüntü üzerinde istenen her türlü ayrıntı ayrıca görüntülenip incelenebilir. İstenirse, çözüm sonuçları bir kütüğe yazdırılıp orada incelenir veya bastırılabilir.

f) Boyutlandırma: Çözüm işlemi tamamlandıktan sonra, seçilen bir yönetmeliğin kuralları uygulanarak, çelik veya betonarme elemanların boyutlandırmaları da yapılabilir. (Özmen, G.)

2.3. Metod

Bu çalışmada SAP2000 yapı analiz ve boyutlandırma programı ile çeşitli örneklerin Mod Birleştirme Yöntemi ile çözülerek TDY-98 ve DBYBHY-2007 Deprem Yönetmelikleri'ne göre kıyaslanması yapılacaktır. Kullanılan örneklerin bilimsel çalışmalara elverişli olmasına özen gösterilmiştir. Örneklerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanmamızın amacı, Mod Birleştirme Yöntemi ile elde ettiğimiz taban kesme kuvveti değerini, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesapladığımız taban kesme kuvveti değeri ile karşılaştırabilmektir.

Bu çalışmada SAP2000 V.10 programı ile çözülen örneklerin tamamında kat döşemeleri rijit diyafram modeli kullanılarak modellenmiş olup, döşemesiz analiz yapılmıştır.

Tüm örneklerde zemin sınıfı ve deprem bölgesi aynı kabul edilmiştir. (Z2-2.Derece Deprem Bölgesi) Malzeme olarak beton, sınıf olarak C35 tercih edilmiştir.

Tüm örneklerde 1. kat kolon ve perdelerin zemine ankastre bağlandığı kabul edilmiştir. Betonun elastisite modülü C35'e uygun olarak 3365063 kg/cm^2 , Poisson Oranı 0,15 alınmıştır.

Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre, öncelikle ağırlık merkezlerine, birbirine dik doğrultuda serbestlik derecesi ile dönme serbestlik derecesi etkitilmektedir. Böylece yapının periyotları hesaplanarak, spectrum analizi yapılmıştır. Bu analiz her iki deprem doğrultusunda (X-Y) ve $\pm 5\%$ kaydırılmış kütle merkezlerine etkitilerek deplasmanlar elde edilmiştir. Sonrasında bulunan deplasmanlara göre, yönetmeliklerde istenilen düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

3. DBYBHY – 2007

Bu yönetmelik deprem bölgelerinde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı ile mevcut binaların deprem öncesi veya sonrasında performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için gerekli kuralları ve minimum koşulları belirlemektir.

3.1. Genel Hükümler

3.1.1. Kapsam

Bu Yönetmelik hükümleri, deprem bölgelerinde yeni yapılacak binalar ile daha önce yapılmış mevcut binalara uygulanır.

Kullanım amacı ve/veya taşıyıcı sistemi değiştirilecek, deprem öncesi veya sonrasında performansı değerlendirilecek ve güçlendirilecek olan mevcut binalar için uygulanacak hükümler Yönetmeliğin 7. bölümünde verilmiştir.

Bu Yönetmelik hükümleri, betonarme (yerinde dökülmüş ve öngerilmeli veya öngerilmesiz prefabrike), çelik ve yığma binalar ile bina türü yapılar için geçerlidir.

Ahşap bina ve bina türü yapılara uygulanacak minimum koşul ve kurallar, ilgili yönetmelik hükümleri yürürlüğe konuluncaya dek, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir.

Binalar ve bina türü yapılar dışında, tasarımının bu yönetmelik hükümlerine göre yapılmasına izin verilen bina türü olmayan diğer yapılar, Bölüm yönetmeliğin 4. bölümünde tanımlanan yapılarla sınırlıdır. Bu bağlamda; köprüler, barajlar, kıyı ve liman yapıları, tüneller, boru hatları, enerji nakil hatları, nükleer santraller, doğal gaz depolama tesisleri gibi yapılar, tamamı yer altında bulunan yapılar ve binalardan farklı hesap ve güvenlik esaslarına göre projelendirilen diğer yapılar bu yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Bina taşıyıcı sistemini deprem hareketinden yalıtma amacı ile, bina

taşıyıcı sistemi ile temelleri arasında özel sistem ve gereçlerle donatılan veya diğer aktif ve pasif kontrol sistemlerini içeren binalar, bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Bu Yönetmeliğin kapsamı dışındaki yapılara uygulanacak koşul ve kurallar, kendi özel yönetmelikleri yapıncaya dek, ilgili Bakanlıklar tarafından çağdaş uluslararası standartlar göz önünde tutularak saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir.

3.1.2. Genel İlkeler

Bu Yönetmeliğe göre yeni yapılacak binaların depreme dayanıklı tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı yapısal hasar oluşumunun sınırlandırılmasıdır.

Mevcut binaların değerlendirilmesi güçlendirilmesinde esas alınan performans kriterleri Bölüm 7’de tanımlanmıştır.

Bu Yönetmeliğe göre yeni binaların tasarımında esas alınacak tasarım depremi, yukarıda tanımlanan şiddetli depreme karşı gelmektedir. Tablo 2.3’te tanımlanan Bina Önem Katsayısı $I = 1$ olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10’dur. Farklı aşılma olasılıklı depremler, mevcut binaların değerlendirmesi ve güçlendirilmesinde göz önüne alınmak üzere Bölüm 7’de tanımlanmıştır.

Bu Yönetmelikte belirtilen deprem bölgeleri, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı’nca hazırlanan ve 18/04/1996 tarihli ve 96/8109 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe konulan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası’ndaki birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgeleridir.

Bu Yönetmeliğe göre deprem bölgelerinde yapılacak binalar, malzeme ve işçilik koşulları bakımından Türk Standartları’na ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı “Genel Teknik Şartnamesi” kurallarına uygun olacaktır.

3.2. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları

3.2.1 Kapsam

Genel ilkeler bölümünde tanımlanan deprem bölgelerinde yeni yapılacak tüm yerinde dökme ve prefabrike betonarme binalar ile çelik binalar ve bina türü yapıların depreme dayanıklı olarak hesaplanmasında esas alınacak deprem yükleri ve uygulanacak hesap kuralları bu bölümde tanımlanmıştır. Yığma binalara ilişkin kurallar ise Bölüm 5’de anlatılmıştır.

Bina temellerinin ve zemin dayanma(istinat) yapılarının hesabına ilişkin kurallar Bölüm 6’da anlatılmıştır.

Bina türünde olmayan, ancak bu bölümde verilen kurallara göre hesaplanmasına izin verilen yapılar, Bölüm 4.12’de belirtilenlerle sınırlıdır.

Mevcut binaların deprem performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için uygulanacak hesap kuralları Bölüm 4.7’de verilmiştir.

3.2.2. Genel İlke Ve Kurallar

3.2.2.1. Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler

Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır.

Döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenli aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır. Yeterli olmayan durumlarda, döşemelerde uygun aktarma elemanları düzenlenmelidir.

Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile tüketilmesi için, bu Yönetmelikte Bölüm 3 ve Bölüm 4’de belirtilen sünek tasarım ilkelerine titizlikle uyulmalıdır.

Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve Tablo 3.1’de A1 başlığı ile tanımlanan burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise özellikle Tablo 3.1’de B1 ve B2 başlıkları ile tanımlanan ve herhangi bir katta zayıf kat veya yumuşak kat durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır.

Tablo 3.1’de tanımlanan (C) ve (D) gruplarına giren zeminlere oturan kolon ve özellikle perde temellerindeki dönmelerin taşıyıcı sistem hesabına etkileri, uygun idealleştirme yöntemleri ile göz önüne alınmalıdır.

3.2.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar

Binalara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesi için, bu bölümde aksi belirtilmedikçe 3.2.4’te tanımlanan Spektral İvme Katsayısı ve 3.2.5’te tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı esas alınacaktır.

Bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve birbirine dik iki eksen doğrultusunda etkidikleri varsayılacaktır. Göz önüne alınan doğrultulardaki depremlerin ortak etkisine ilişkin hükümler 3.7.4’te verilmiştir.

Deprem yükleri ile diğer yüklerin ortak etkisi altında binanın taşıyıcı sistem elemanlarında oluşacak tasarım iç kuvvetlerinin taşıma gücü ilkesine göre hesabında kullanılacak yük katsayıları, bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, ilgili yapı yönetmeliklerinden alınacaktır.

Deprem yükleri ile rüzgar yüklerinin binaya aynı zamanda etkilediği varsayılacak ve her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya da rüzgar etkisi için hesaplana büyüklüklerin elverişsiz olanı göz önüne alınacaktır. Ancak, rüzgardan oluşan büyüklüklerin daha elverişsiz olması durumunda bile; elemanların boyutlandırılması, detaylandırılması ve birleşim noktalarının düzenlenmesinde, bu Yönetmelikte belirtilen koşullara uyulması zorunludur.

3.2.3. Düzensiz Binalar

3.2.3.1. Düzensiz Binaların Tanımı

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Tablo 3.1’de, bunlarla ilgili koşullar ise 3.3.2’de verilmiştir.

3.2.3.2. Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar

A1 ve B2 türü düzensizlikler, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir. A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanacaktır.

B1 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan i’inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} ’nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} < 0.80$ aralığında Tablo 3.5’te verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0,60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda belirtilmiştir:

(a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

(b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey

yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

(c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

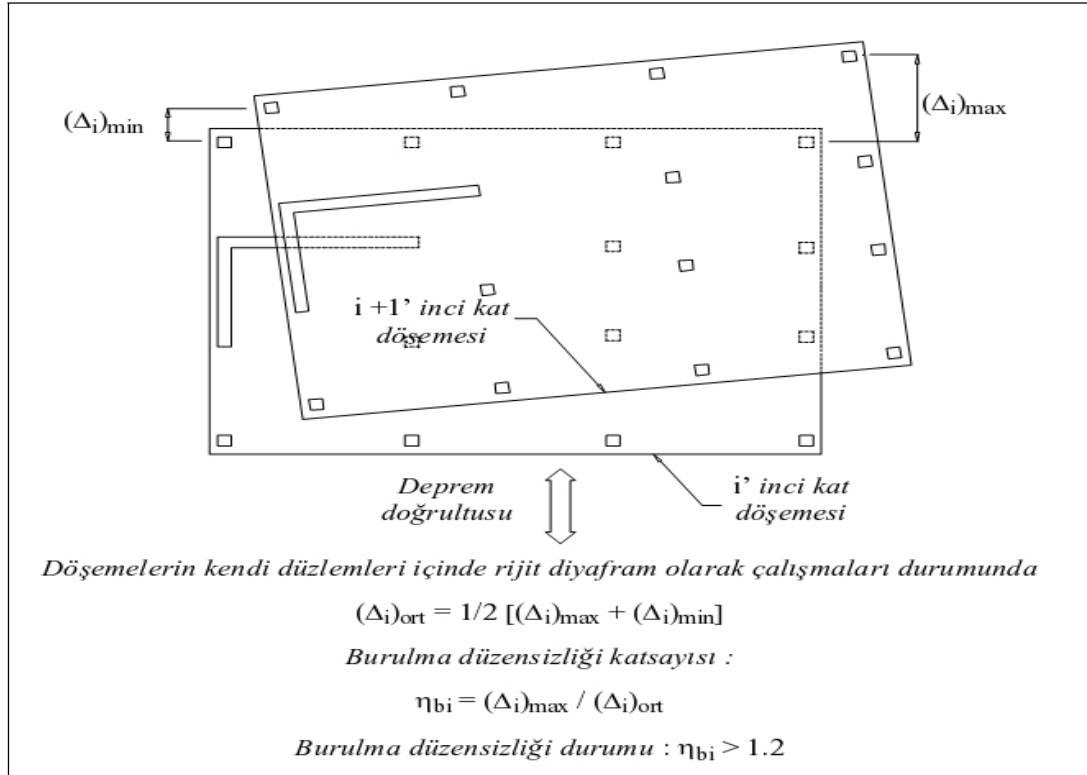
(d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

Tablo 3.1. Düzensiz Binalar

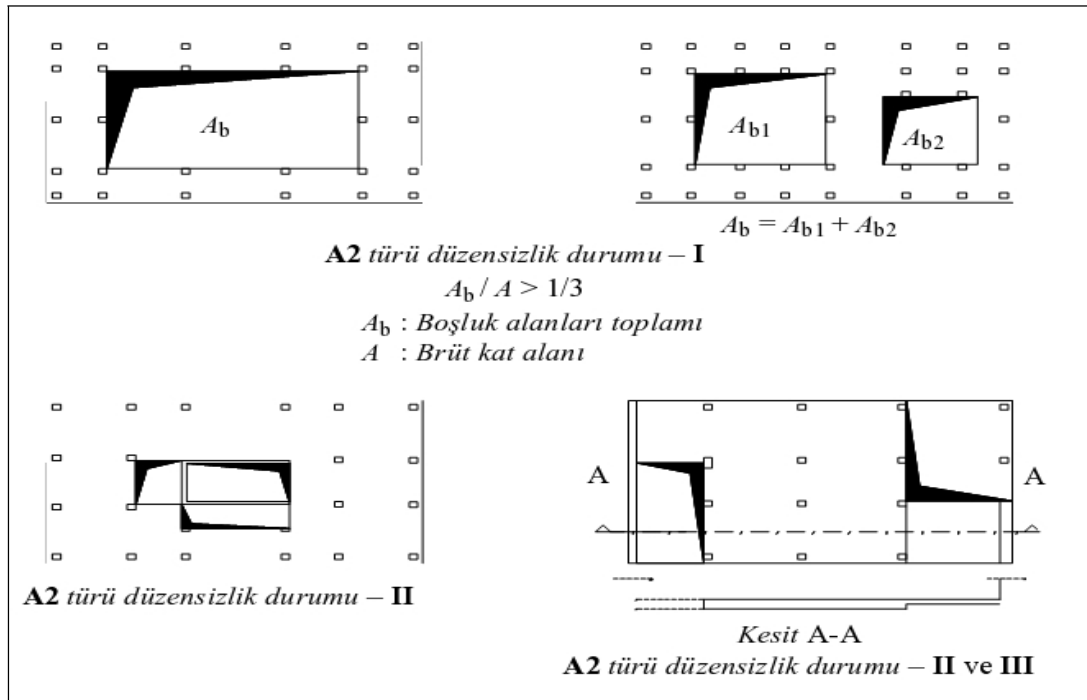
A-PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 – Burulma Düzensizliği : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 3.1). $[\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2]$ Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlîk etkileri de göz önüne alınarak, 3.7'e göre yapılacaktır.	3.3.2.1
A2 – Döşeme Süreksizlikleri : Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 3.2); I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlemiçi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	3.3.2.2
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması : Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 3.3).	3.3.2.2

Tablo 3.1.Düzensiz Binalar

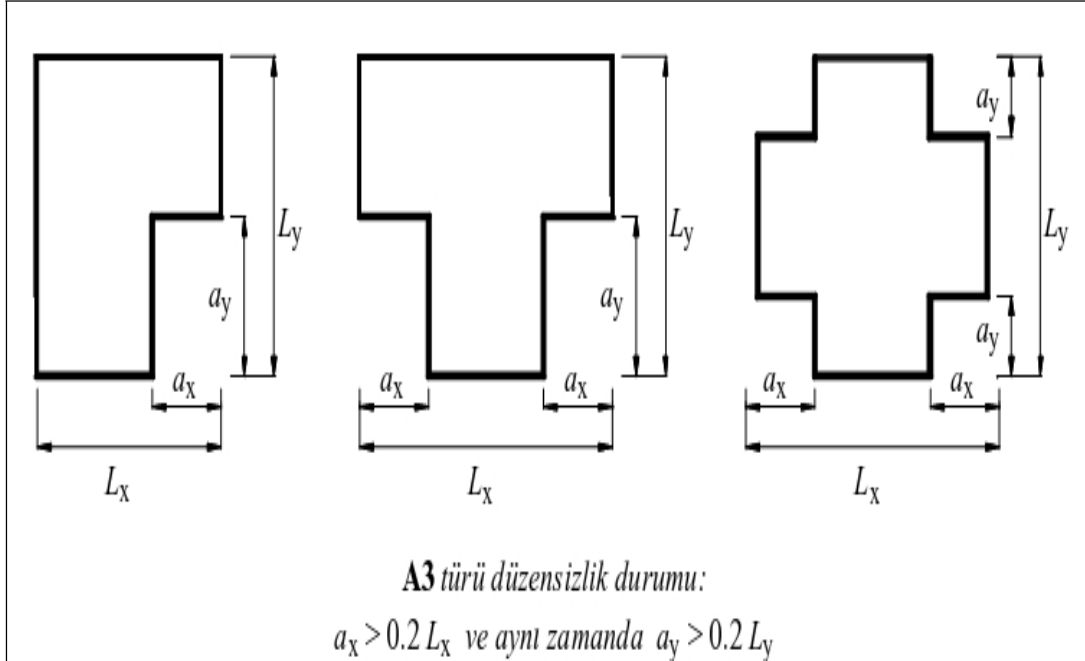
B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) : Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci}'nin 0.80'den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80]$ Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı: $\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k$	3.3.2.3
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. $\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0$ Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlilik etkileri de göz önüne alınarak 3.7'ye göre yapılacaktır.	3.2.3.1
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 3.4).	3.2.3.4



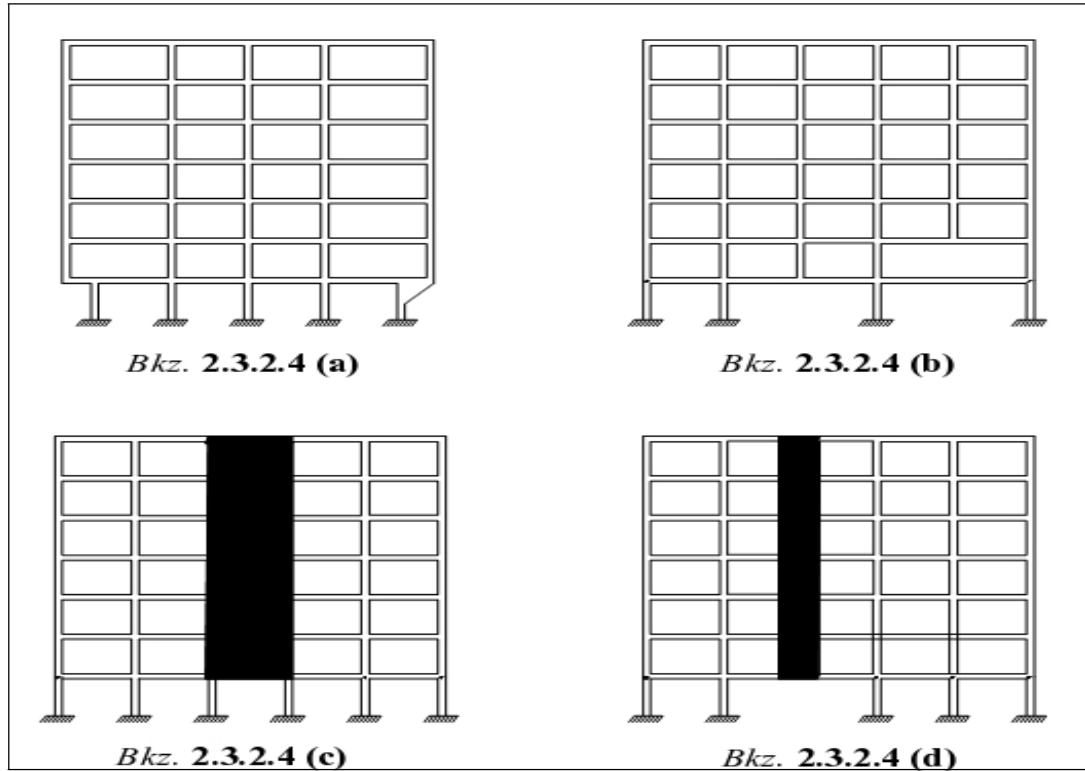
Şekil 3.1. A1 Burulma Düzensizliği Hesabı.



Şekil 3.2. A2 Türü Düzensizlik Durumu.



Şekil 3.3. A3 Türü Düzensizlik Durumu.



Şekil 3.4. B3 Türü Düzensizlik Durumu.

3.2.4. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması: Spektral İvme Katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denk.(3.1) ile verilmiştir. %5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu'nun ordinatı olan Elastik Spektral İvme, $S_{ae}(T)$, Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g 'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.1)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) g$$

3.2.4.1. Etkin Yer İvme Katsayısı

Denk.(3.1)'de yer alan Etkin İvme Yer İvmesi Katsayısı A_0 , Tablo 3.2.'de tanımlanmıştır.

Tablo 3.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0,40
2	0,30
3	0,20
4	0,10

3.2.4.2. Bina Önem Katsayısı

Denk.(3.1)'de yer alan Bina Önem Katsayısı, I , Tablo 3.3'te tanımlanmıştır.

Tablo 3.3. Bina Önem Katsayısı (I)

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

3.2.4.3. Spektrum Katsayısı

Denk.(3.1)'de yer alan Spektrum Katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denk.(3.2) ile hesaplanacaktır.

$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\ S(T) &= 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (T_B < T) \end{aligned} \quad (3.2)$$

Denk.(3.2)' deki Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B , yönetmeliğin 6. bölümünde tanımlanan Yerel Zemin Sınıfları'na bağlı olarak Tablo 3.4.'de verilmiştir.

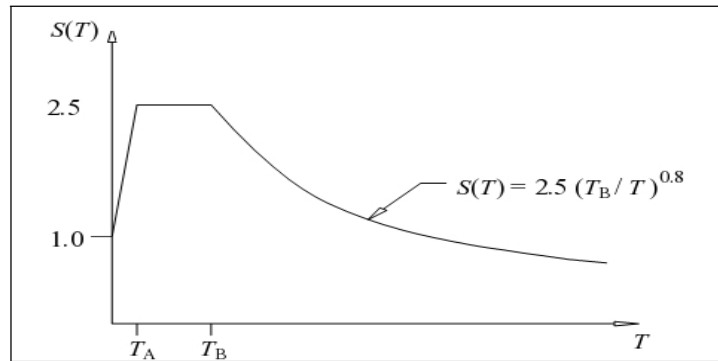
Tablo 3.4. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)

Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0,10	0,30
Z2	0,15	0,40
Z3	0,15	0,60
Z4	0,20	0,90

Yönetmeliğin 6.bölümde belirtilen zemin koşulların yerine getirilmemesi durumunda, Tablo 3.4' de yerel zemin sınıfı için tanımlanan spektrum karakteristik periyotları kullanılacaktır.

3.2.4.4. Özel Tasarım İvme Spektrumları

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, Tablo 3.4'teki ilgili karakteristik periyotlar gözönüne alınarak Denk.(3.1)'den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.



Şekil 3.5. Özel Tasarım İvme Spektrumu.

3.2.5. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması: Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, Tablo 3.4’de verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yükü Azaltma Katsayısı’na bölünecektir. Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için Tablo 3.5’te tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R ’ye ve doğal titreşim periyodu, T ’ye bağlı olarak Denk.(3.3) ile belirlenecektir.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R-1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A < T) \end{aligned} \quad (3.3)$$

3.2.5.1. Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Tablo 3.5’te verilen süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler ve süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemlere ilişkin tanımlar ve uyulması gerekli koşullar, betonarme binalar için yönetmeliğin 3. bölümünde, çelik binalar için 4. bölümde verilmiştir.

Tablo 3.5’te süneklik düzeyi yüksek olarak göz önüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek

olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek veya karma, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da süneklik düzeyi normal sistemler olarak sayılacaktır.

Süneklik düzeyleri her iki doğrultuda aynı olan veya bir doğrultuda yüksek, diğer doğrultuda karma olan sistemlerde, farklı doğrultularda birbirinden farklı R katsayıları kullanılabilir.

Perde içermeyen kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri yönetmeliğin 3. bölümünde verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli betonarme sistemler, süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alınacaktır.

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde;

(a) Aşağıdaki (b) paragrafı dışında, taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalarda süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemlerin kullanılması zorunludur.

(b) Tablo 3.3'e göre Bina Önem Katsayısı $I=1.5$ ve $I=1.4$ olan tüm binalarda *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler* veya 3.2.5.4'te tanımlanan *süneklik düzeyi bakımından karma taşıyıcı sistemler* kullanılacaktır.

Perde içermeyen süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemlere, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde, aşağıdaki koşullarla izin verilebilir:

(a) 3.5.1.4'te tanımlanan betonarme binalar, $H_N \leq 13$ m olmak koşulu ile yapılabilir.

(b) 3.5.1.4'te tanımlananların dışında, taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan betonarme ve çelik binalar, $H_N \leq 25$ m olmak koşulu ile yapılabilir.

Tablo 3.5. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R).

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar ...	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar.....	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	---	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar.....	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6

3.2.5.2.Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli – Çerçevesiz Sistemlere İlişkin Koşullar

Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz)

betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

Bu tür sistemlerde, Tablo 3.5'te yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için verilen $R = 7$ 'nin veya prefabrike betonarme çerçeve durumu için verilen $R = 6$ 'nın kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_s \leq 0.75$).

Yukarıdaki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_s \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R = 10 - 4 \alpha_s$ bağıntısı ile, prefabrike betonarme çerçeve durumu için ise $R = 9 - 4 \alpha_s$ bağıntısı ile belirlenecektir.

$H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerde, yukarıda tanımlanan R katsayılarına göre hesaplanan iç kuvvetler, $[3 / (1 + H_w / \ell_w)]$ katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir. Ancak bu katsayı, 2'den büyük alınmayacaktır.

3.2.5.3. Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar

Perde içermeyen süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemlerin (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan süneklik düzeyi normal sistemler, bütün deprem bölgelerinde ve aynı paragraflarda tanımlanan yükseklik sınırlarının üzerinde de yapılabilir. Ancak bu durumda, betonarme binalarda tüm yükseklik boyunca devam eden ve aşağıdaki koşulları sağlayan süneklik düzeyi normal veya yüksek betonarme boşluksuz ya da bağ kirişli (boşluklu) perdelerin, çelik binalarda ise süneklik düzeyi normal veya yüksek merkezi veya dışmerkez çaprazlı perdelerin kullanılması zorunludur.

Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi normal perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75'inden daha fazla olacaktır.

Taşıyıcı sistemde süneklik düzeyi yüksek perdelerin kullanılması durumunda, aşağıda karma taşıyıcı sistemler için verilen kurallar uygulanacaktır.

3.2.5.4. Süneklik Düzeyi Bakımından Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar

Perde içermeyen süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemlerinin (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan süneklik düzeyi normal sistemlerin, süneklik düzeyi yüksek perdelerle birarada kullanılması mümkündür. Bu şekilde oluşturulan süneklik düzeyi bakımından karma sistemlerde, aşağıda belirtilen koşullara uyulmak kaydı ile, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz, bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler veya çelik binalar için merkezi veya dışmerkez çaprazlı çelik perdeler kullanılabilir.

(a) Bu tür karma sistemlerin deprem hesabında çerçeveler ve perdeler bir arada gözönüne alınacak, ancak her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_s \geq 0.40$ olacaktır.

(b) Her iki deprem doğrultusunda da $\alpha_s \geq 2/3$ olması durumunda, Tablo 3.5’de deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R = R_{YP}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

(c) $0.40 < \alpha_s < 2/3$ aralığında ise, her iki deprem doğrultusunda da taşıyıcı sistemin tümü için $R = R_{NÇ} + 1.5 \alpha_s (R_{YP} - R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanacaktır.

Binaların bodrum katlarının çevresinde kullanılan rijit betonarme perde duvarları, Tablo 3.5’te yer alan perdeli veya perdeli-çerçeve sistemlerin bir parçası olarak göz önüne alınmayacaktır. Bu tür binaların hesabında izlenecek kurallar yönetmeliğin hesap yönteminin seçilmesi bölümünde verilmiştir.

3.2.5.5. Kolonları Üstten Mafsallı Binalara İlişkin Koşullar

Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan betonarme binalarda;

(a) Yerinde dökme betonarme kolonların kullanılması durumunda, prefabrike binalar için Tablo 3.5’te (2.2)’de tanımlanan R katsayısı kullanılacaktır.

(b) R katsayıları Tablo 3.5'te (2.2) ve (3.2)'de verilen betonarme prefabrike ve çelik binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir. Bu tür çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılması durumuna ilişkin koşullar ise tanımlanmıştır.

Bu tür tek katlı binaların içinde planda, binanın oturma alanının %25'inden fazla olmamak kaydı ile, kısmi tek bir ara kat yapılabilir. Deprem hesabında ara katın taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte gözönüne alınabilir. Bu durumda, ortak sistem betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir. Ortak sistemde, Tablo 3.1'de tanımlanan burulma düzensizliğinin bulunup bulunmadığı mutlaka kontrol edilecek ve varsa hesapta gözönüne alınacaktır. Ara katın ana taşıyıcı çerçevelere bağlantıları mafsallı veya monolitik olabilir.

Kolonları üstten mafsallı tek katlı çerçevelerin, yerinde dökme betonarme, prefabrike veya çelik binalarda en üst kat (çatı katı) olarak kullanılması durumunda, en üst kat için Tablo 3.5'te (2.2) veya (3.2)'de tanımlanan R katsayısı ($R_{üst}$) ile alttaki katlar için farklı olarak tanımlanabilen R katsayısı (R_{alt}), aşağıdaki koşullara uyulmak kaydı ile, bir arada kullanılabilir.

(a) Başlangıçta deprem hesabı, binanın tümü için $R = R_{alt}$ alınarak 3.2.7 veya 3.2.8'e göre yapılacaktır. 3.10.1'de tanımlanan azaltılmış ve etkin görelî kat ötelemeleri, binanın tümü için bu hesaptan elde edilecektir.

(b) En üst katın iç kuvvetleri, (a)'da hesaplanan iç kuvvetlerin ($R_{alt} / R_{üst}$) oranı ile çarpımından elde edilecektir.

(c) Altteki katların iç kuvvetleri ise iki kısmın toplamından oluşacaktır. Birinci kısım, (a)'da hesaplanan iç kuvvetlerdir. İkinci kısım ise, (b)'de en üst kat kolonlarının mesnet reaksiyonları olarak hesaplanan kuvvetlerin $(1 - R_{üst} / R_{alt})$ ile çarpılarak alttaki katların taşıyıcı sistemine etki ettirilmesi ile ayrıca hesaplanacaktır.

3.2.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi

3.2.6.1. Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; 3.2.7’de verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, 3.2.8’de verilen Mod Birleştirme Yöntemi ve 3.2.9’da verilen Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri’dir. 3.2.8 ve 3.2.9’da verilen yöntemler, tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

3.2.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları

3.2.7’de verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin uygulanabileceği binalar Tablo 3.6’da özetlenmiştir. Tablo 3.6’nın kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, 3.2.8 veya 3.2.9’da verilen yöntemler kullanılacaktır.

Tablo 3.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin Uygulanabileceği Binalar.

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $n_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $n_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

3.2.7. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti), V_b Denk.(3.4) ile belirlenecektir.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (3.4)$$

Binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 , Denk.(3.11) ile hesaplanacaktır. Denk.(3.4)'te yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , Denk.(3.5) ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (3.5)$$

Denk.(3.4)'teki w_i kat ağırlıkları ise Denk. (3.6) ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + nq_i \quad (3.6)$$

Denk.(3.6)'da yer alan Hareketli Yük Katılım Katsayısı, n , Tablo 3.7'de verilmiştir. Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n=1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında göz önüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30'u göz önüne alınacaktır.

Tablo 3.7. Hareketli Yük Katılım Sayısı (n).

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,30

3.2.7.1. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

Denk.(3.4) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denk. (3.7) ile ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.7)$$

Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri Denk.(2.8) ile belirlenecektir.

$$\Delta F_N = 0,0075.N.V_t \quad (3.8)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denk.(3.9) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (3.9)$$

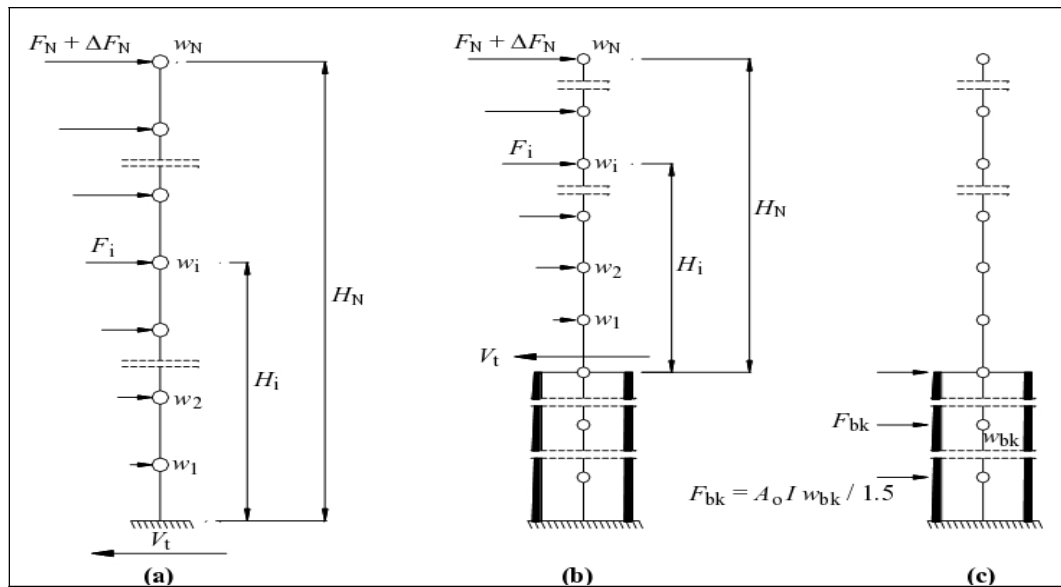
Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanacaktır. Bu yükler, üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanacaktır.

(a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin yukarıdaki denklemlere göre belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Tablo 3.5'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu gözönüne alınacaktır. Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır. (Şekil 3.6).

(b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınacak ve Spektrum Katsayısı olarak $S(T)=1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün

hesabında, Denk.(3.1)'den bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T)=1.5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır. (Şekil 3.6).

(c) Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta elde edilen iç kuvvetlere göre kontrol edilecektir.



Şekil 3.6. Eşdeğer deprem kuvveti uygulama durumları.

3.2.7.2. Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

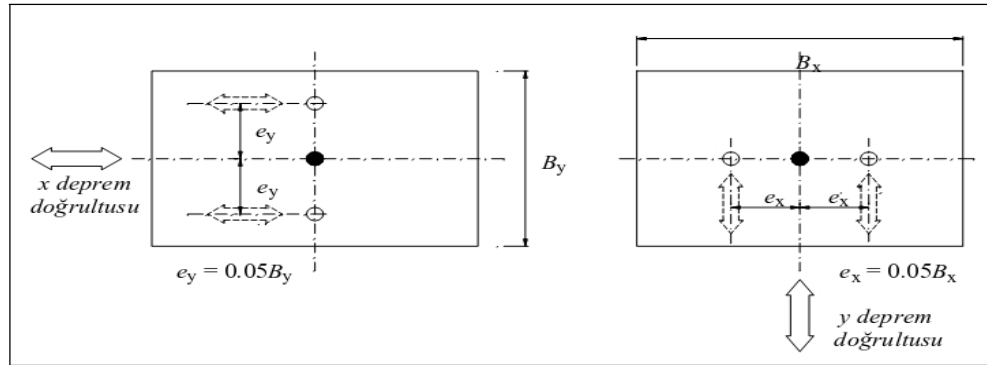
Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yer değiştirme bileşenleri olarak göz önüne alınacaktır. Her kat için belirlenen eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile, göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun $\pm 5\%$ 'i ve $\pm 5\%$ 'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 3.7).

Tablo 3.1’de tanımlanan A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay

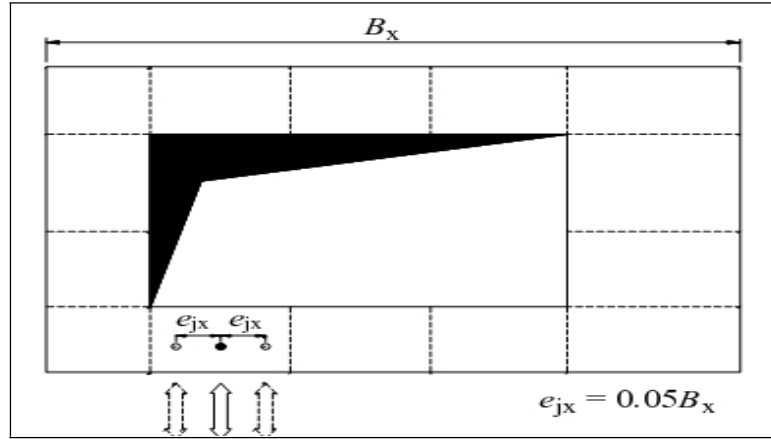
düzlemdeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yer değiştirme bileşeni hesapta göz önüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır. (Şekil 3.8).

Binanın herhangi bir i'inci katında Tablo 3.1'de tanımlanan A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2.0$ olmak koşulu ile, bu katta uygulanan $\pm\%5$ ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denk.(3.10)'da verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (3.10)$$



Şekil 3.7. Deprem doğrultusuna dik ağırlık merkezi dışmerkezlik hesabı.



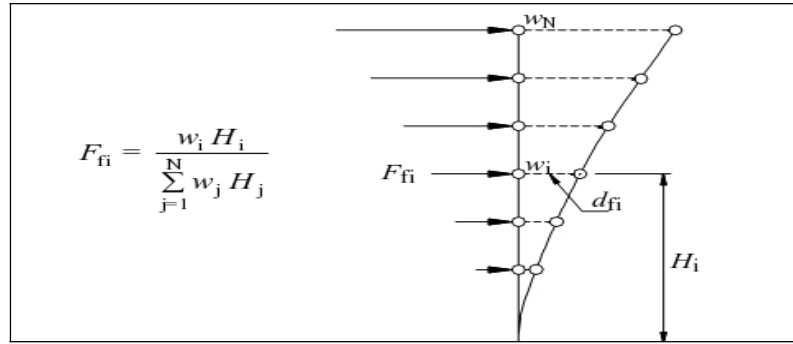
Şekil 3.8. A2 Türü Düzensizliğin Bulunduğu Döşemelerde Ekdışmerkezlik Hesabı.

3.2.7.3. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanması durumunda, binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal periyodu, Denk.(3.11) ile hesaplanan değerden daha büyük alınmayacaktır.

$$T_1 = 2p \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \cdot d f_i^2)}{\sum_{i=1}^N (F f_i \cdot d f_i)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.11)$$

i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi} , Denk.(3.9)'da $(V_i - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değer (örneğin birim değer) konularak elde edilecektir (Şekil 3.9). Denk.(3.11) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak, bodrum kat(lar) hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyod, $0.1N$ 'den daha büyük alınmayacaktır.



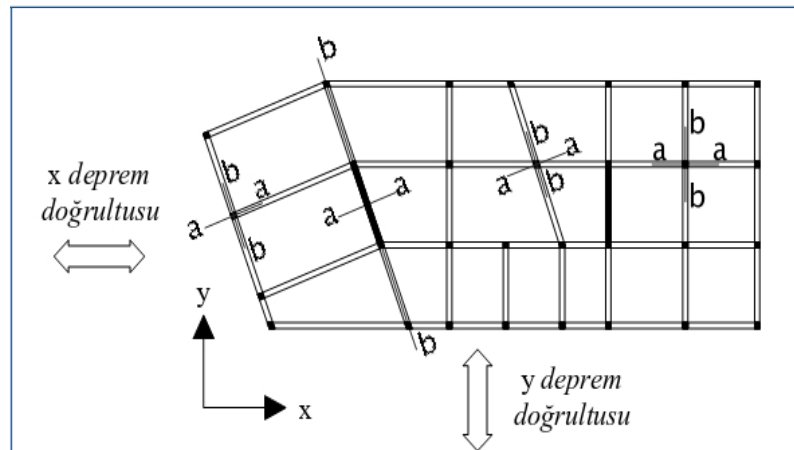
Şekil 3.9. F_{fi} Fiktif Yük Hesabı

3.2.7.4. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler

Taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler, en elverişsiz sonucu verecek şekilde Denk.(3.12) ile elde edilecektir (Şekil 3.10).

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \text{ veya } B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad (3.12)$$

$$B_b = \pm B_{bx} \pm 0.30 B_{by} \text{ veya } B_b = \pm B_{bx} \pm 0.30 B_{by}$$



Şekil 3.10. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler.

3.2.8. Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

3.2.8.1. İvme Spektrumu

Herhangi bir n'inci titreşim modunda göz önüne alınacak azaltılmış ivme spektrumu ordinatı Denk.(3.13) ile belirlenecektir.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (3.13)$$

Elastik tasarım ivme spektrumunun özel olarak belirlenmesi durumunda, Denk.(3.13)'te $S_{ae}(T_n)$ yerine, ilgili özel spektrum ordinatı göz önüne alınacaktır.

3.2.8.2. Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta, birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanacak, ancak ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 3.7). Tablo 3.1'de A2 başlığı altında tanımlanan döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi göz önüne alınacaktır. Ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil

kütlelere etkiyen modal deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 3.8). Bu tür binalarda, sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine göre de hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak 3.2.8.4'e göre birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenecektir.

3.2.8.3. Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütle'lerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir:

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.14)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i$$

Denk.(3.14)'te yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n 'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir:

$$\begin{aligned} L_{xn} &= \sum_{i=1}^N m_i \phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \phi_{yin} \\ M_n &= \sum_{i=1}^N (m_i \phi_{xin}^2 + m_i \phi_{yin}^2 + m_\theta \phi_{\theta in}^2) \end{aligned} \quad (3.15)$$

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binaların hesabında, sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının gözönüne alınması ile yetinilebilir. Bu durumda, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi için verilen 3.2.7.1 'in (a) paragrafının

karşılığı olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılacak hesapta, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Tablo 3.5'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların kütleleri göz önüne alınacaktır. 3.2.7.1 'in (b) ve (c) paragrafları ise aynen uygulanacaktır.

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binaların hesabında, sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının gözönüne alınması ile yetinilebilir. Bu durumda, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi için verilen 3.2.7.1 'in (a) paragrafının karşılığı olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılacak hesapta, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Tablo 3.5'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların kütleleri göz önüne alınacaktır. 3.2.7.1 'in (b) ve (c) paragrafları ise aynen uygulanacaktır.

3.2.8.4. Mod Katlarının Birleştirilmesi

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir:

$T_m < T_n$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m/T_n < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katlarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı uygulanabilir.

Yukarıda belirtilen koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katlarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayılarının hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

3.2.8.5. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, 3.2.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nde Denk.3.4'ten hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denk.(3.16)'ya göre büyütülecektir.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \quad (3.16)$$

Tablo 3.1'de tanımlanan A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda Denk.(3.16)'da $\beta = 0.90$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta = 0.80$ alınacaktır.

3.2.8.6. Eleman Asal Eksen Doğrultularındaki İç Kuvvetler

Taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularında birleştirilerek elde edilen iç kuvvetler için 3.2.7.5'te verilen birleştirme kuralı ayrıca uygulanacaktır. (Şekil 3.10)

3.2.9. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

Bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, yapay yollarla üretilen, daha önce kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir.

3.2.9.1. Yapay Deprem Yer Hareketleri

Yapay yer hareketlerinin kullanılması durumunda, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç deprem yer hareketi üretilecektir.

(a) Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.

(b) Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_0g 'den daha küçük olmayacaktır.

(c) Yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, gözönüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyod T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için, $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır. Zaman tanım alanında doğrusal elastik analiz yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değerleri Denk.(2.13) ile hesaplanacaktır.

3.2.9.2. Kaydedilmiş veya Benzeştirilmiş Deprem Yer Hareketleri

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabı için kaydedilmiş depremler veya kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzeştirilmiş yer hareketleri kullanılabilir. Bu tür yer hareketleri üretilirken yerel zemin koşulları da uygun biçimde göz önüne alınmalıdır. Kaydedilmiş veya benzeştirilmiş yer hareketlerinin kullanılması durumunda en az üç deprem yer hareketi üretilecek ve bunlar 3.2.9.1. 'de verilen tüm koşulları sağlayacaktır.

3.2.9.3. Zaman Tanım Alanında Hesap

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yapılması durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki dinamik davranışını temsil eden iç kuvvet şekil değiştirme bağıntıları, teorik ve deneysel geçerlilikleri kanıtlanmış olmak kaydı ile, ilgili literatürden yararlanılarak

tanımlanacaktır. Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise sonuçların ortalaması tasarım için esas alınacaktır.

3.2.10. Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması Ve İkinci Mertebe Etkileri

3.2.10.1. Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden azaltılmış görelî kat ötelemesi, Δ_i , Denk.(3.17) ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.17)$$

Denk.(3.17)'de d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir. Ancak 3.2.7.4'deki koşul ve ayrıca Denk.(3.4)'te tanımlanan minimum eşdeğer deprem yükü koşulu d_i 'nin ve Δ_i 'nin hesabında göz önüne alınmayabilir. Her bir deprem doğrultusu için, binanın i 'inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi, δ_i , Denk.(3.18) ile elde edilecektir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (3.18)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denk.(3.18) ile hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$, Denk.(3.19)'da verilen koşulu sağlayacaktır:

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (3.19)$$

Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çelik çerçevelerle taşındığı tek katlı binalarda bu sınır en çok %50 arttırılabilir.

Denk.(3.19)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

3.2.10.2. İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki Şekilde gözönüne alınabilir:

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, İkinci Mertebe Gösterge Değeri, θ_i 'nin Denk.(3.20) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$q_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=1}^N W_j}{V_i h_i} \quad (3.20)$$

Burada $(\Delta_i)_{ort}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan azaltılmış görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak 3.2.10.1'e göre bulunacaktır. Denk.(3.20)'deki koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

4. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ

4.1 Amaç Genel İlkeler ve Kapsam

4.1.1. Amaç ve Genel İlkeler

Yönetmeliğin bu kısmının amacı, deprem yer hareketine maruz kalacak bina ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları tanımlamaktır.

Bu Yönetmelikte depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir.

Bu Yönetmelikte esas alınan tasarım depremi, yukarıda 4.1.2’de tanımlanan *şiddetli* depreme karşı gelmektedir. Bölüm 4.2, Tablo 4.3’te tanımlanan Bina Önem Katsayısı $I = 1$ olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10’dur.

Bu Yönetmelikte belirtilen deprem bölgeleri, Bayındırlık ve Iskan Bakanlığı’nca hazırlanan ve Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlükte olan *Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası*’ndaki birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgeleridir.

4.1.2. Kapsam

Bu Yönetmelik hükümleri, yeni yapılacak binalar için olduğu kadar; aynı zamanda değiştirilecek, büyültülecek, deprem öncesi veya sonrasında onarılacak ya da güçlendirilecek binalar için de geçerlidir.

Bu Yönetmelik hükümleri, betonarme (yerinde dökülmüş ve öngerilmeli veya öngerilmemiş prefabrike) binalar, çelik binalar ve bina türü yapılar ile ahşap,

yığma kargir ve kerpiç binalar için geçerlidir.

Binalar ve bina türü yapılar dışında, tasarımının bu Yönetmelik hükümlerine göre yapılmasına izin verilen bina türü olmayan diğer yapılar, Bölüm 4’de, 4.12 ile tanımlanan yapılarla sınırlıdır. Bu bağlamda; köprüler, barajlar, liman yapıları, tüneller, boru hatları, enerji nakil hatları, nükleer santraller, doğal gaz depolama tesisleri gibi yapılar, tamamı yer altında bulunan yapılar ve binalardan farklı hesap ve güvenlik esaslarına göre projelendirilen diğer yapılar bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

Yapı taşıyıcı sistemini deprem hareketinden yalıtma amacı ile, temelleri ile zemin arasında özel sistem ve gereçlerle donatılan veya diğer aktif ve pasif kontrol sistemleri bulunan binalar için bu Yönetmelik hükümleri uygulanamaz.

Her türlü kapsam dışı yapılara uygulanacak esaslar, kendi özel yönetmelikleri yapıncaya dek, yapımları denetleyen Bakanlıklar tarafından çağdaş uluslararası standartlar göz önünde tutularak özel olarak saptanacak ve projeleri bu esaslara göre düzenlenecektir.

4.2. Depreme Dayanıklı Binalar İçin Hesap Kuralları

4.2.1. Kapsam

Bölüm 4.1’teki 4.1.1.4’te tanımlanan deprem bölgelerinde yapılacak tüm yerinde dökme ve prefabrike betonarme binalar ile çelik binalar ve bina türü yapıların depreme dayanıklı olarak hesaplanmasında esas alınacak deprem yükleri ve uygulanacak hesap kuralları bu bölümde tanımlanmıştır. Ahşap, yığma kargir ve kerpiç binalara ilişkin kurallar ise, sırası ile, Bölüm 9, Bölüm 10 ve Bölüm 11’de verilmiştir.

Bina temellerinin ve zemin dayanma (istinat) yapılarının hesabına ilişkin kurallar Bölüm 12’de verilmiştir.

Bina türünde olmayan, ancak bu bölümde verilen kurallara göre hesaplanmasına izin verilen yapılar, 4.2.12’de belirtilenlerle sınırlıdır.

4.2.2. Genel İlke ve Kurallar

4.2.2.1. Bina Taşıyıcı Sistemlerine İlişkin Genel İlkeler

Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte *rijitlik*, *kararlılık* ve *dayanım* bulunmalıdır. Bu bağlamda döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenli aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır.

Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin sünek davranışı ile tüketilmesi için, bu yönetmelikte Bölüm 7 ve Bölüm 8’de belirtilen *sünek tasarım* ilkelerine titizlikle uyulmalıdır.

Aşağıda tanımlanan düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve Tablo 4.1’de A1 başlığı ile tanımlanan burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bu bağlamda, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir. Düşey doğrultuda ise özellikle Tablo 4.1’de B1 ve B2 başlıkları ile tanımlanan ve herhangi bir katta *zayıf kat* veya *yumuşak kat* durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır. Bu bağlamda, taşıyıcı sistem hesabında gözönüne alınmayan, ancak kendi düzlemlerinde önemli derecede rijitliğe sahip olabilen dolgu duvarlarının bazı katlarda ve özellikle binaların giriş katlarında kaldırılması ile oluşan ani rijitlik ve dayanım azalmalarının olumsuz etkilerini gidermek için bina taşıyıcı sisteminde gerekli önlemler alınmalıdır.

Bölüm 12, Tablo 12.1’de tanımlanan (C) ve (D) gruplarına giren zeminlere oturan kolon ve özellikle perde temellerindeki dönmelerin taşıyıcı sistem hesabına etkileri, uygun idealleştirme yöntemleri ile gözönüne alınmalıdır.

4.2.2.2. Deprem Yüklerine İlişkin Genel Kurallar

Binalara etkiyen deprem yüklerinin belirlenmesi için, bu bölümde aksi belirtilmedikçe, 4.2.4'te tanımlanan *Spektral İvme Katsayısı* ve 4.2.5'te tanımlanan *Deprem Yükü Azaltma Katsayısı* esas alınacaktır.

Bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve binanın birbirine dik iki eksenini doğrultusunda ayrı ayrı etkidikleri varsayılacaktır. Taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksenlerinin gözönüne alınan yatay deprem doğrultuları ile çakışmadığı durumlarda 4.2.3.2 uygulanacaktır.

Deprem yükleri ile diğer yüklerin ortak etkisi altında binanın taşıyıcı sistem elemanlarında oluşacak tasarım iç kuvvetlerinin *taşıma gücü* ilkesine göre hesabında kullanılacak yük katsayıları, bu Yönetmelikte aksi belirtilmedikçe, ilgili yapı yönetmeliklerinden alınacaktır.

Deprem yükleri ile rüzgâr yüklerinin binaya aynı zamanda etkilediği varsayılacak ve her bir yapı elemanının boyutlandırılmasında, deprem ya da rüzgâr etkisi için hesaplanan büyüklüklerin elverişsiz olanı gözönüne alınacaktır. Ancak, rüzgardan oluşan büyüklüklerin daha elverişsiz olması durumunda bile; elemanların boyutlandırılması, detaylandırılması, ve birleşim noktalarının düzenlenmesinde, bu yönetmelikte belirtilen koşullara uyması zorunludur.

4.2.3. Düzensiz Binalar

4.2.3.1. Düzensiz Binaların Tanımı

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken *düzensiz binalar*'ın tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Tablo 4.1'de, bunlarla ilgili koşullar ise aşağıda 4.2.3.2'de verilmiştir.

4.2.3.2. Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar

Tablo 4.1’de tanımlanan düzensizlik durumlarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

A1 ve B2 türü düzensizlikler, aşağıda 4.2.6’da belirtildiği üzere, deprem hesabında kullanılacak yöntemin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.

A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanacaktır.

A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksen doğrultularındaki iç kuvvet büyüklükleri 4.2.7.5 ve 4.2.8.6’ya göre elde edilecektir.

B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, gözönüne alınan i’inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} ’nin hesabında dolgu duvarları gözönüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{min} < 0.80$ aralığında Tablo 6.5’te verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiç bir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Bu tür düzensizliği olan binalarda ayrıca 4.7.3.4’te verilen koşul uygulanacaktır.

Tablo 4.1 - Düzensiz Binalar

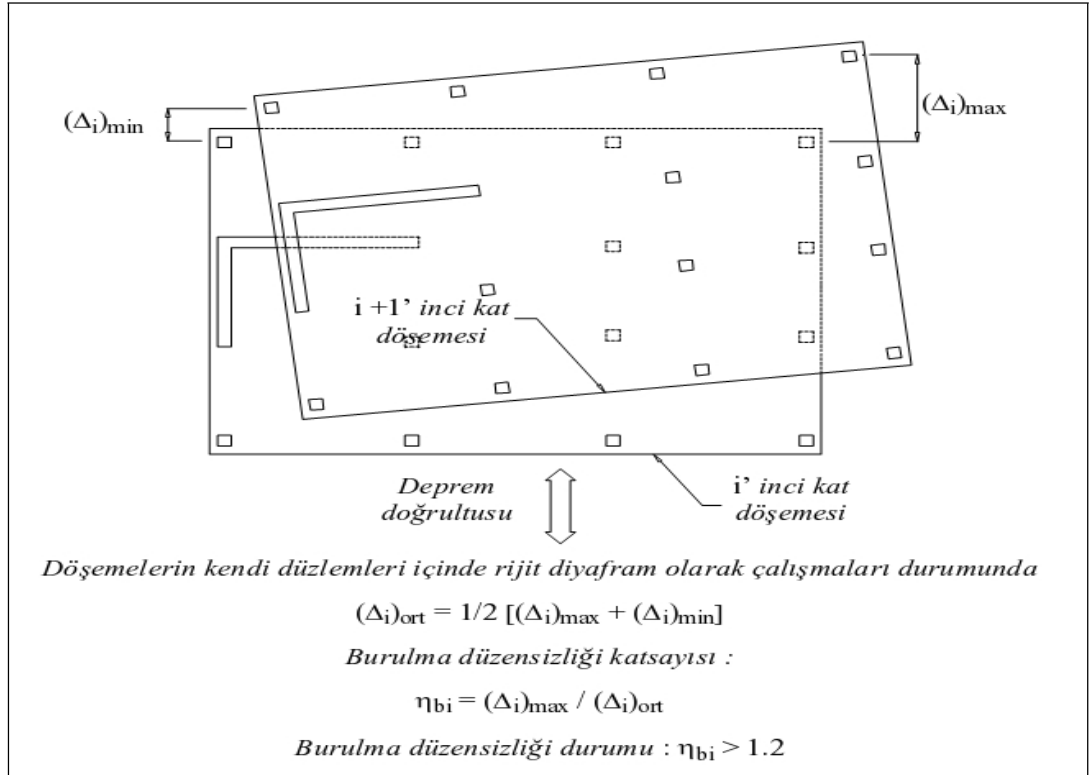
A - PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
A1 - Burulma Düzensizliği : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 4.1). $[\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2]$ <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak, 4.2.7'ye göre yapılacaktır.</i>	4.3.2.1
A2 - Döşeme Süreksizlikleri : Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 4.2); I - Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II - Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III - Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu	4.3.2.2
A3 - Planda Çıkıntılar Bulunması : Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 4.3).	4.3.2.2
A4 - Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, gözönüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu (Şekil 4.4).	4.3.2.3
B - DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
B1 - Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) : Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>etkili kesme alanı</i>'nın, bir üst kattaki <i>etkili kesme alanı</i>'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80]$ <i>Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı :</i> $\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k$ (Simgeler için Bkz. 7.0)	4.3.2.4

Tablo 4.1. Devamı

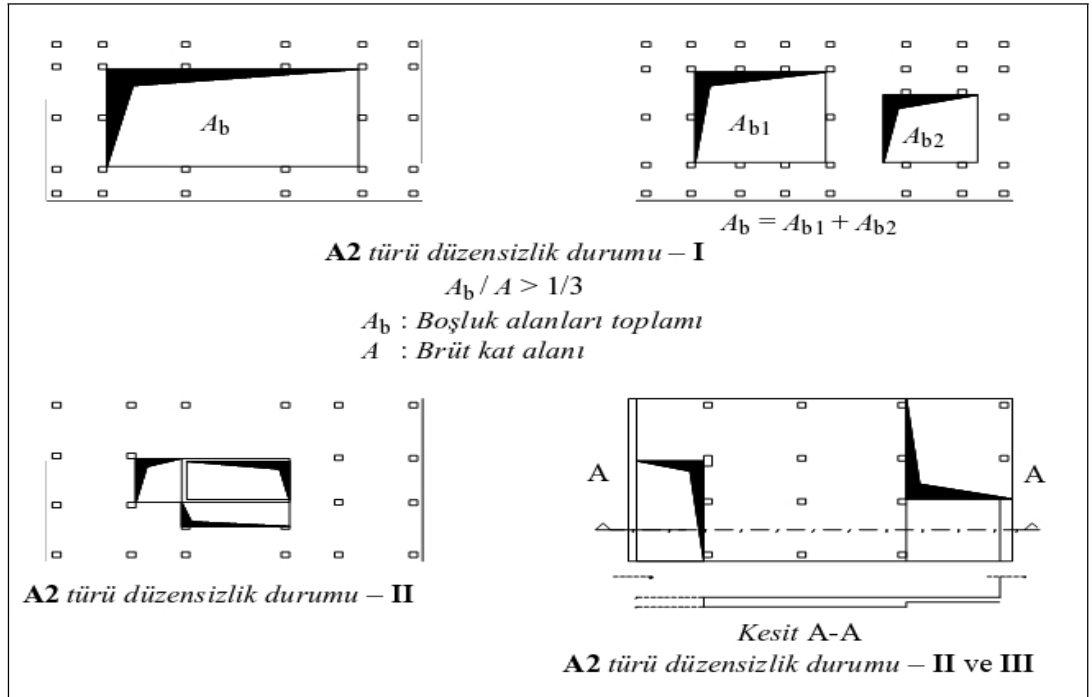
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) : Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan <i>Rijitlik Düzensizliği Katsayısı</i> $_{ki}$ 'nin 1.5'tan fazla olması durumu $[\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5]$ <i>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm$ %5 ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak , 4.2.7'ye göre yapılacaktır.</i>	4.3.2.1
B3 - Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği : Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumu. (Şekil 4.5).	4.3.2.4

B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

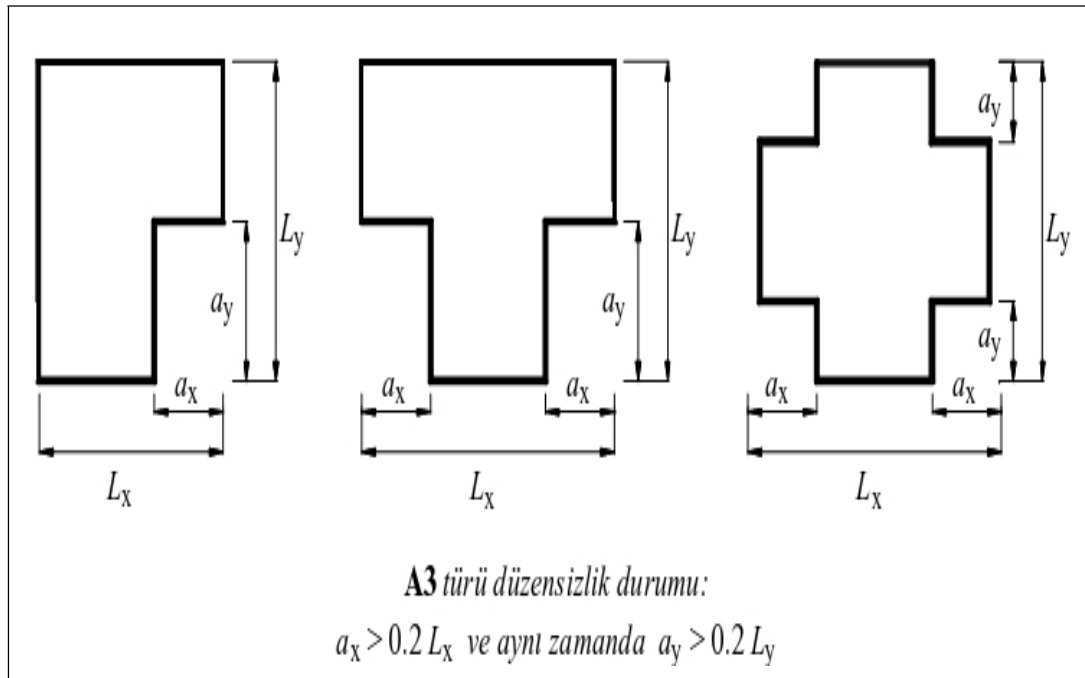
- (a) Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- (b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.
- (c) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda ayrıca 7.3.4.3'te verilen koşul uygulanacaktır.
- (d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.



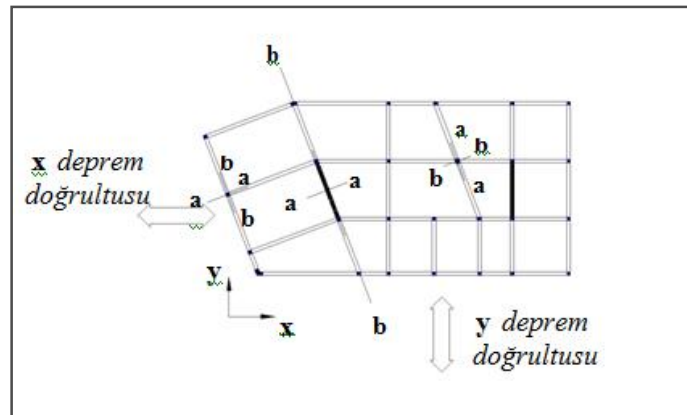
Şekil 4.1. A1 Burulma Düzensizliği Hesabı.



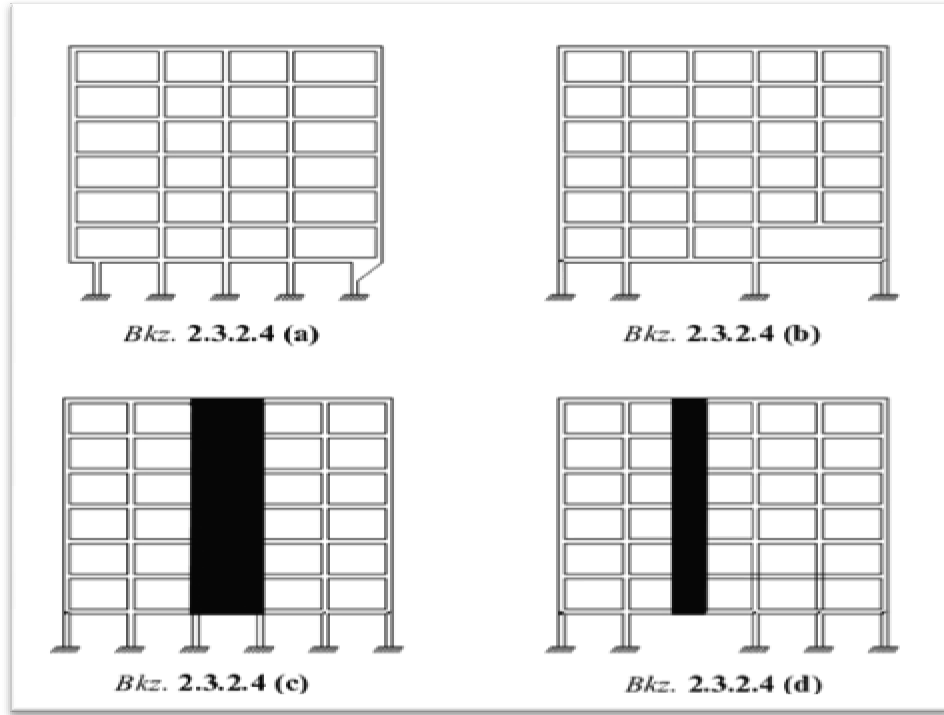
Şekil 4.2. A2 Türü Düzensizlik Durumu.



Şekil 4.3. A3 Türü Düzensizlik Durumu.



Şekil 4.4. A4 Türü Düzensizlik Durumu



Şekil 4.5. B3 Türü Düzensizlik Durumu

4.2.4. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması : Spektral İvme Katsayısı

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik *Tasarım İvme Spektrumu*'nun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen *Spektral İvme Katsayısı*, $A(T)$, Denk.(4.1) ile verilmiştir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (4.1)$$

4.2.4.1. Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Denk. (4.1)'de yer alan *Etkin Yer İvmesi Katsayısı*, A_0 , Tablo 4.2'de tanımlanmıştır.

Tablo 4.2 - Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

4.2.4.2. Bina Önem Katsayısı

Denk.(4.1)'de yer alan *Bina Önem Katsayısı*, I, Tablo 4.3'te tanımlanmıştır.

Tablo 4.3 - Bina Önem Katsayısı (I)

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler,dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
4. Diğer binalar Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

4.2.4.3. Spektrum Katsayısı

Denk. (4.1)'de yer alan *Spektrum Katsayısı*, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denk.(4.2) ile hesaplanacaktır. (Şekil 4.6).

$$S(T) = 1 + 1.5 T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.2.2a)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (4.2.2b)$$

$$S(T) = 2.5 (T_B / T)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (4.2.2c)$$

Denk.(4.2)'deki *Spektrum Karakteristik Periyotları*, T_A ve T_B , Bölüm 12'de Tablo 12.2 ile tanımlanan *Yerel Zemin Sınıfları*'na bağlı olarak Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4 - Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)

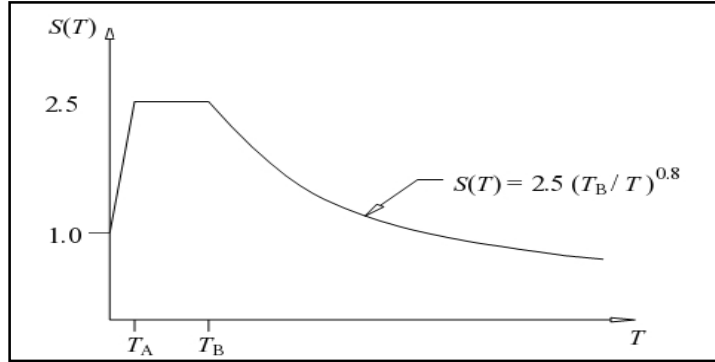
Tablo 12.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Bölüm 12'de 12.2.1.2 ve 12.2.1.3'te belirtilen koşulların yerine getirilmemesi durumunda, Tablo 4.4'te Z4 yerel zemin sınıfı için tanımlanan spektrum karakteristik periyotları kullanılacaktır.

4.2.4.4. Özel Tasarım İvme Spektrumları

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, Tablo 4.4'teki ilgili karakteristik periyotlar

gözönüne alınarak Denk.(4.1)'den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.



Şekil 4.6. Özel Tasarım İvme Spektrumu.

4.2.5. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması: Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere, 4.2.4'te verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan *Deprem Yükü Azaltma Katsayısı*'na bölünecektir.

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için aşağıdaki Tablo 4.5'te tanımlanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak Denk. (4.3) ile belirlenecektir.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A < T) \end{aligned} \quad (4.3)$$

4.2.5.1. Taşıyıcı Sistemlerin Süneklik Düzeylerine İlişkin Genel Koşullar

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayıları Tablo 4.5'te verilen *süneklik düzeyi yüksek taşıyıcı sistemler* ve *süneklik düzeyi normal taşıyıcı sistemler*'e

ilişkin tanımlar ve uyulması gerekli koşullar, betonarme binalar için Bölüm 7’de, çelik binalar için ise Bölüm 8’de verilmiştir.

Tablo 4.5’te *süneklik düzeyi yüksek* olarak göz önüne alınacak taşıyıcı sistemlerde, süneklik düzeyinin her iki yatay deprem doğrultusunda da yüksek olması zorunludur. Süneklik düzeyi bir deprem doğrultusunda yüksek, buna dik diğer deprem doğrultusunda ise normal olan sistemler, her iki doğrultuda da *süneklik düzeyi normal sistemler* olarak sayılacaktır.

Tablo 4.5 - Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR (1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar....	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR (2.1) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	6
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	—	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	—	4
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	5

Tablo 4.5. Devamı

(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının; kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar	3 —	— 7
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....		
(c) Betonarme perde durumu.....	4 —	— 8
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4 —	7 8
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....		
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....		
(c) Betonarme perde durumu.....		

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, aşağıda belirtilen betonarme binalarda *süneklik düzeyi yüksek sistemler*'in kullanılması zorunludur:

(a) Taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalar,

(b) Taşıyıcı sistemden bağımsız olarak, Tablo 4.3'e göre Bina Önem Katsayısı $I=1.5$ ve $I=1.4$ olan tüm binalar (Bu tür binalarda, 4.2.5.4.2'de tanımlanan *süneklik düzeyi bakımından karma* taşıyıcı sistemler kullanılabilir).

Aşağıda 4.2.5.3.1'de belirtilen sistemler hariç olmak üzere, taşıyıcı sistemi sadece *süneklik düzeyi normal* çerçevelerden oluşan betonarme binalar, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde $H_N \leq 25$ m olmak koşulu ile yapılabilir. Bu binaların $H_N > 25$ m durumunda yapılabilmesi için, aşağıda 4.2.5.3.2'de verilen kurallara uyulması zorunludur.

4.2.5.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli –Çerçevesiz**Sistemlere İlişkin Koşullar**

Deprem yüklerinin *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile *süneklik düzeyi yüksek* betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

Bu tür sistemlerde Tablo 4.5'te verilen $R = 7$ katsayısının kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75'inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_M \leq 0.75$).

Yukarıdaki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_M \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, $R = 10 - 4 \alpha_M$ bağıntısı ile belirlenecektir.

4.2.5.3. Süneklik Düzeyi Normal Bazı Sistemlerde Perde Kullanım Zorunluluğuna İlişkin Koşullar

Kirişsiz döşemeli betonarme sistemler ile, kolon ve kirişleri 7.3, 7.4 ve 7.4'te verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli sistemler, *süneklik düzeyi normal sistemler* olarak gözönüne alınacaktır. Bu sistemler, binada perde kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve $H_N \leq 13$ m olmak koşulu ile yapılabilir.

Yukarıda 4.2.5.1.4'te tanımlanan binaların $H_N > 25$ m durumunda yapılabilmesi, 4.2.5.3.1'de tanımlanan taşıyıcı sistemlerin ise birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde veya $H_N > 13$ m olması durumunda üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde uygulanabilmesi için, binanın tüm yüksekliği boyunca devam eden ve aşağıdaki koşulları sağlayan süneklik düzeyi normal veya yüksek betonarme boşluksuz ya da bağ kirişli (boşluklu) perdelerin kullanılması zorunludur.

(a) Taşıyıcı sistemde *süneklik düzeyi normal* perdelerin kullanılması durumunda, her bir deprem doğrultusunda, deprem yüklerine göre perdelerin tabanında elde edilen

eğilme momentlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %75'inden daha fazla olacaktır (Perde tabanındaki eğilme momentlerinin hesabında, perdeler düzlemi içinde saplanan kirişlerin uçlarında depremden meydana gelen kesme kuvvetlerinin katkısı da gözönüne alınabilir (*)).

(b) Taşıyıcı sistemde *süneklik düzeyi yüksek* perdelerin kullanılması durumunda, aşağıda karma taşıyıcı sistemler için verilen 4.2.5.4.2 uygulanacaktır.

(*) Bkz. 2.7.1998 tarih ve 23390 sayılı Resmi Gazete.

4.2.5.4. Karma Taşıyıcı Sistemlere İlişkin Koşullar

Aşağıda 4.2.5.4.2 ve 4.2.5.4.3'te belirtilen durumlar hariç olmak üzere, Tablo 4.2.5'te tanımlanan yatay yük taşıyıcı sistemlerinin iki yatay deprem doğrultusunda birbirinden farklı olması veya herhangi bir doğrultuda karma olarak kullanılması durumlarında, değeri en küçük olan R katsayısı her iki doğrultuda da tüm binaya uygulanacaktır.

Yukarıda 4.2.5.3.2'de belirtilen betonarme sistemler ile *süneklik düzeyi normal* kiriş ve kolonlardan oluşan çelik çerçeveli sistemlerin, *süneklik düzeyi yüksek* perdelerle bir arada kullanılması mümkündür. Bu şekilde oluşturulan *süneklik düzeyi bakımından karma sistemler*'de, aşağıda belirtilen koşullara uyulmak kaydı ile, *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz, bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler veya çelik binalar için dışmerkez çaprazlı çelik perdeler kullanılabilir.

(a) Bu tür karma sistemlerin deprem hesabında çerçeveler ve perdeler bir arada gözönüne alınacak, ancak her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_M \geq 0.40$ olacaktır.

(b) Her iki deprem doğrultusunda da $\alpha_M \geq 2/3$ olması durumunda, Tablo 6.5'de deprem yüklerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R = R_{YP}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

(c) $0.40 < \alpha_M < 2/3$ aralığında ise, her iki deprem doğrultusunda da taşıyıcı

sistemin tümü için $R = R_{NÇ} + 1.5 \alpha_M (R_{YP} - R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanacaktır.

Binaların bodrum katlarının çevresinde kullanılan rijit betonarme perde duvarları, Tablo 4.5'te yer alan perdeli veya perdeli-çerçevesi sistemlerin bir parçası olarak gözönüne alınmayacaktır. Bu tür binaların hesabında izlenecek kurallar 4.2.7.2.4 ve 4.2.8.3.2'de verilmiştir.

4.2.5.5. Düğüm Noktaları Mafsallı Sistemlere İlişkin Koşullar

Kolonları temelden ankastre ve üstten mafsallı tek katlı çerçevelerden oluşan ve R katsayıları Tablo 4.5'te (2.2) ve (3.2)'de verilen betonarme prefabrike ve çelik binaların içinde tek asma kat yapılabilir. Ancak bu tür binaların deprem hesabında asma kat taşıyıcı sistemi, ana taşıyıcı çerçevelerle birlikte gözönüne alınacak ve bu sistem, betonarme prefabrike binalarda süneklik düzeyi yüksek sistem olarak düzenlenecektir.

Yukarıdaki 4.2.5.5.1 dışında, düğüm noktaları mafsallı çerçevelerden oluşan betonarme prefabrike ve çelik çok katlı binalarda, her iki yatay doğrultuda deprem yüklerinin tamamını almak üzere Tablo 4.5'te R katsayıları (1.2), (1.3) ve (3.3)'te verilen yerinde dökme betonarme veya çaprazlı çelik perdeler kullanılacaktır.

4.2.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi

4.2.6.1. Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; 4.2.7'de verilen *Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi*, 4.2.8'de verilen *Mod Birleştirme Yöntemi* ve 4.2.9'da verilen *Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri*'dir. 4.2.8 ve 4.2.9'da verilen yöntemler, tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

4.2.6.2. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulama Sınırları

4.2.7’de verilen *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi*’nin uygulanabileceği binalar Tablo 4.2.6’da özetlenmiştir. Tablo 4.6’nın kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, 4.2.8 veya 4.2.9’da verilen yöntemler kullanılacaktır.

Tablo 4.6 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi’nin Uygulanabileceği Binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N < 25$ m
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N < 60$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N < 75$ m

4.2.7. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi

4.2.7.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen *Toplam Eşdeğer Deprem Yükü* (taban kesme kuvveti), V_t , Denk.(4.4) ile belirlenecektir.

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (4.4)$$

Binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 , aşağıdaki 4.2.7.4’e göre hesaplanacaktır.

Denk.(4.4)’te yer alan ve binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığı olarak gözönüne alınacak olan W , Denk.(4.5) ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (4.5)$$

Denk.(4.5)'teki w_i kat ağırlıkları ise Denk.(4.6) ile hesaplanacaktır.

$$w_i = g_i + nq_i \quad (4.6)$$

Denk.(4.6)'da yer alan *Hareketli Yük Katılım Katsayısı*, n , Tablo 4.7'de verilmiştir. Kar yüklerinin %30'u sabit yük olarak gözönüne alınacaktır. Endüstri binalarında; sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında gözönüne alınmayacaktır.

Tablo 4.7 - Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

4.2.7.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

Denk.(4.4) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denk.(4.7) ile ifade edilir (Şekil 4.7a):

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (4.7)$$

$H_N > 25$ m için binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen *ek eşdeğer deprem yükü* ΔF_N 'in değeri, 4.2.7.4'e göre hesaplanan birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e bağlı olarak, Denk.(6.8) ile belirlenecektir. $H_N \leq 25$ m için $\Delta F_N = 0$

alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_T \leq 0.2 V_T \quad (4.8)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denk.(4.9) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (4.9)$$

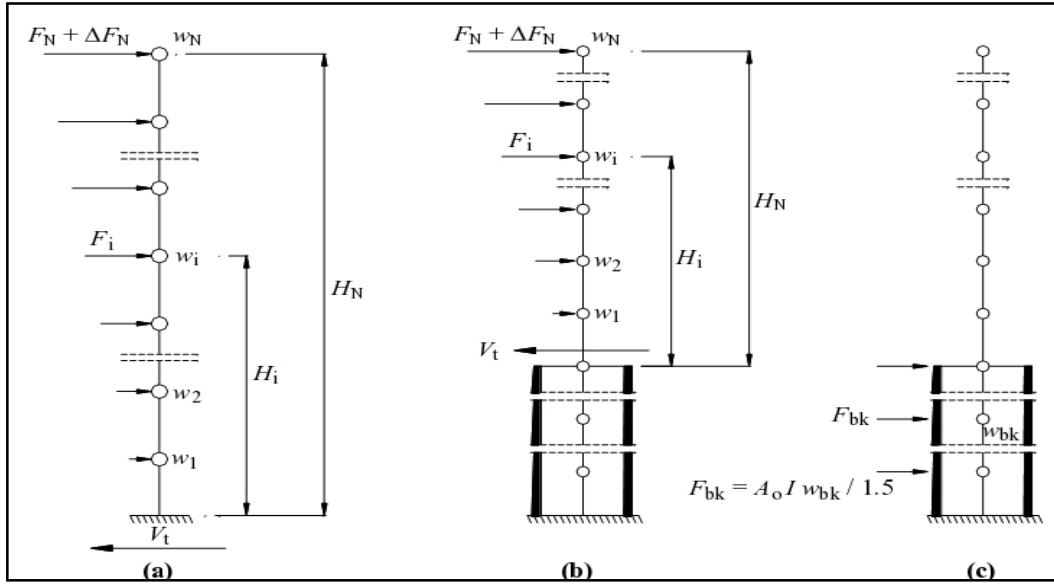
Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanacaktır.

(a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin 4.2.7.1.1, 4.2.7.2.2 ve 4.2.7.2.3'e göre belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Tablo 4.5'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu gözönüne alınacaktır. 4.2.7.4.3'e göre birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır (Şekil 4.7b).

(b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları gözönüne alınacak ve bu katlar için hesap üstteki katlardan bağımsız olarak yapılacaktır. Binanın bu bölümünde doğal titreşim periyodu hesaplanmaksızın *Spektrum Katsayısı* olarak $S(T) = 1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, Denk.(4.1)'den bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1.5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır (Şekil 4.7c).

(c) Üstteki katlardaki iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, sadece yukarıdaki

(a) paragrafına göre taşıyıcı sistemin tümünün hesabından elde edilen büyüklüklerdir. Bodrum katlarındaki iç kuvvetler ise, yukarıdaki (a) ve (b) paragraflarında tanımlanan deprem yüklerine göre bodrum katlarında elde edilen iç kuvvetlerin *karelerinin toplamının karekökü* olarak elde edilecektir.



Şekil 4.7. Eşdeğer Deprem Kuvveti Uygulama Durumu

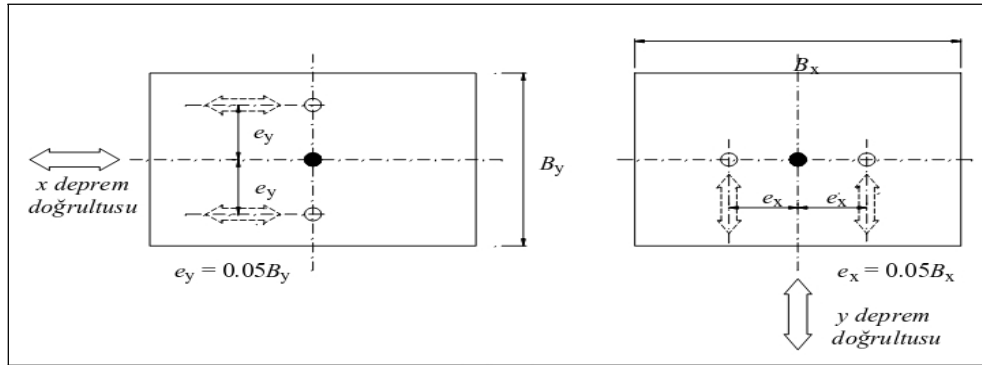
4.2.7.3. Gözönüne Alınacak Yerdeğiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız statik yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır. Her katta 4.2.7.2'ye göre belirlenen eşdeğer deprem yükleri kat kütle merkezine ve ayrıca *ek dışmerkezlik etkisi*'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, *kaydırılmış kütle merkezleri*'ne tekil yatay yükler olarak uygulanacaktır. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır (Şekil 4.2.8).

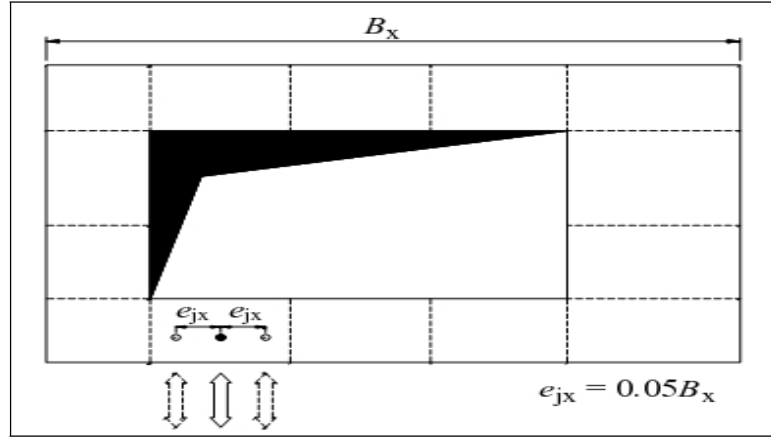
Tablo 4.1’de tanımlanan A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yerdeğiştirme bileşeni hesapta gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun $\pm 5\%$ ’i ve $\pm 5\%$ ’i kadar kaydırılacaktır (Şekil 4.9).

Binanın herhangi bir i ’inci katında Tablo 4.1’de tanımlanan A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2.0$ olmak koşulu ile, yukarıdaki tanımlara göre bu kata uygulanan $\pm 5\%$ ek dışmerkezlilik, her iki deprem doğrultusu için Denk.(4.10)’da verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = (h_{bi} / 1.2)^2 \quad (4.10)$$



Şekil 4.8. Deprem doğrultusuna dik ağırlık merkezi dışmerkezlilik hesabı.



Şekil 4.9. A2 Türü Düzensizliğin Bulunduğu döşemelerde eksenmerkezlik hesabı.

4.2.7.4. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodu, aşağıdaki 4.2.7.4.3'e göre hesaplanabilir. Ancak, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $H_N \leq 25$ m koşulunu sağlayan binaların, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodunun 4.2.7.4.2'deki yaklaşık yöntemle hesaplanmasına izin verilmiştir. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $H_N > 25$ m olması durumunda 4.2.7.4.3'ün uygulanması zorunludur.

Yukarıdaki 4.2.7.4.1'de belirtilen koşullar gözönüne alınarak binanın birinci doğal titreşim periyodu, aşağıdaki yaklaşık bağıntı ile hesaplanabilir:

$$T_1 @ T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (4.11)$$

Denk.(4.11) deki C_t değeri, bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak aşağıda tanımlanmıştır.

(a) Deprem yüklerinin tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda C_t değeri Denk.(4.12a) ile hesaplanacaktır.

$$C_T = 0.075 / A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad (4.12a)$$

Denk.(4.2.12a)'daki A_t eşdeğer alanı Denk.(4.2.12b)'de verilmiştir. Bu bağıntıda (ℓ_{wj}/H_N) oranının en büyük değeri 0.9 olarak gözönüne alınacaktır.

$$A_t = \alpha A_{wj} [0.2 + (\ell_{wj}/H_N)^2] \quad (4.12b)$$

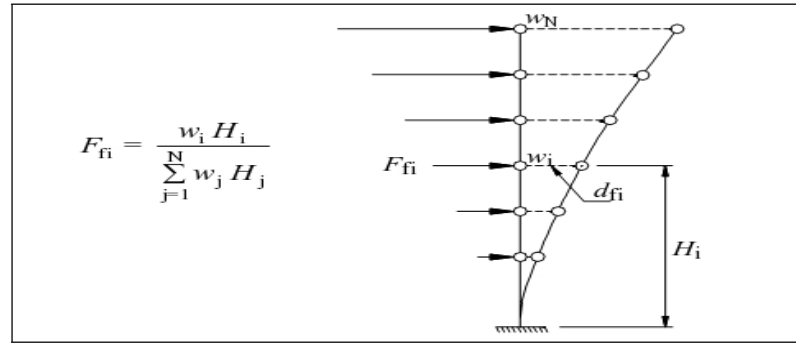
(b) Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan binalarda $C_t = 0.07$, taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda $C_t = 0.08$, diğer tüm binalarda ise $C_t = 0.05$ alınacaktır.

Yukarıdaki 4.2.7.4.1'de belirtilen koşullar gözönüne alınarak binanın birinci doğal titreşim periyodu, daha kesin bir hesap yapılmadıkça, Denk.(4.13) ile hesaplanacak ve elde edilen değer aşağıdaki 4. 6.7.4.4'e göre sınırlandırılacaktır.

$$T_1 = 2p \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i d f_i^2)}{\sum_{i=1}^N (F f_i d f_i)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.13)$$

Burada m_i , i'inci katın kütlesini göstermektedir ($m_i = w_i / g$). i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi} , Denk.(4.9)'da $(V_t - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değer (*örneğin birim değer*) konularak elde edilecektir (Şekil 4.10). Her katta fiktif yükler, gözönüne alınan deprem doğrultusunda 4.2.7.3.1'e göre gerçek (*kaydırılmamış*) kütle merkezine veya 4.2.7.3.2'ye göre tekil kütlelere etki ettirilecektir. d_{fi} , bu fiktif yüklerin etkisi altında, aynı noktalarda deprem doğrultusunda hesaplanan yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu 4.2.7.4.2'ye göre de hesaplanacak ve Denk. (4.11)'den bulunan periyodun $T_{1A} > 1.0$ s olması durumunda, Denk. (4.13)'ten elde edilen T_1 'in deprem hesabında göz önüne alınacak en büyük değeri, T_{1A} 'nın 1.30 katından daha fazla olamayacaktır.

Şekil 4.10 F_{fi} Fiktif Yük Hesabı.

4.2.7.5. Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler

Tablo 4.1’de tanımlanan A4 türü düzensizliğin bulunduğu binalarda, elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler Denk.(4.14)’e göre elde edilecektir. (Şekil 4.4).

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} \quad (4.14a)$$

$$B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \quad (4.14b)$$

Yukarıdaki işlemler, a eksenini ve buna dik b eksenini için, x ve y deprem doğrultuları ve yönleri gözönüne alınarak en elverişsiz sonucu verecek şekilde yapılacaktır.

4.2.8. Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

4.2.8.1. İvme Spektrumu

Herhangi bir r 'inci titreşim modunda gözönüne alınacak ivme spektrumu ordinatı Denk.(4.15) ile belirlenecektir.

$$S_{pa}(T_r) = A(T_r) g / R_a(T_r) \quad (4.15)$$

Elastik tasarım ivme spektrumunun 4.2.4.4'e göre özel olarak belirlenmesi durumunda, Denk.(4.15)'te $A(T_r) g$ yerine, ilgili özel spektrum ordinatı gözönüne alınacaktır.

4.2.8.2. Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta aşağıda tanımlanan *kaydırılmış kütle merkezlerinin her birinde*, birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Kat kütleleri, her katın kütle merkezinde ve ayrıca *ek dışmerkezlik etkisi*'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, *kaydırılmış kütle merkezleri*'nde tanımlanacaktır. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalardır. (Şekil 4.8). Ancak herhangi bir i 'inci katın kütle eylemsizlik momenti, $m_{\theta i}$, *kaydırılmamış kütle merkezi*'nden geçen düşey eksen etrafında hesaplanacaktır. Kat kütlelerine karşı gelen kat ağırlıkları 4.2.7.1.2'ye göre belirlenecektir.

Tablo 4.1'de A2 başlığı altında tanımlanan döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi göz önüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 4.9). Bu tür binalarda,

sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri 4.2.7'ye göre de hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak aşağıdaki 4.2.8.4'e göre birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenecektir.

4.2.8.3. Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

Hesaba katılması gereken *yeterli titreşim modu sayısı*, Y, gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan *etkin kütle*'lerin toplamının, Denk.(4.16)'da belirtildiği üzere, hiçbir zaman bina toplam kütesinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütlesi, bina toplam kütesinin %4'inden büyük olan bütün titreşim modları göz önüne alınacaktır.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (4.16a)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (4.16b)$$

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binaların hesabında, sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının gözönüne alınması ile yetinilebilir. Bu durumda, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi için verilen 4.2.7.2.4'ün (a) paragrafının karşılığı olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılacak hesapta, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın Tablo 4.5'ten seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların kütleleri gözönüne alınacaktır. 4.2.7.2.4'ün (b), (c) ve (d) paragrafları ise aynen uygulanacaktır.

4.2.8.4. Mod Katkılarının Birleştirilmesi

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemesi gibi büyüklüklerin *her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere*, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir:

$T_s < T_r$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_s / T_r < 0.80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için *Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı* uygulanabilir.

Yukarıda belirtilen koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için *Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı* uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak *çapraz korelasyon katsayıları*'nın hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

4.2.8.5. Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Altsınır Değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, 4.2.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi*'nde Denk.4.4'ten hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda ($V_{tB} < \beta V_t$), *Mod Birleştirme Yöntemi*'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Denk.(4.17)'e göre büyütülecektir.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \quad (4.17)$$

Tablo 4.1 'de tanımlanan A1, B2 veya B3 türü düzensizlerden en az birinin

binada bulunması durumunda Denk.(4.17)'de $\beta = 1.00$, bu düzensizliklerden hiç birinin bulunmaması durumunda ise $\beta = 0.90$ alınacaktır.

4.2.8.6. Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklükler

Bazı taşıyıcı sistem elemanlarının asal eksen doğrultularının gözönüne alınan birbirine dik deprem doğrultularına paralel olmaması durumunda, bu elemanlarda 4.2.8.4'e göre birleştirilerek elde edilen iç kuvvetler için 4.2.7.4'te verilen birleştirme kuralı ayrıca uygulanacaktır.

4.2.9. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri

Özel durumlarda, bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için, daha önce kaydedilen veya yapay yollarla üretilen *benzeştirilmiş deprem yer hareketleri* kullanılabilir.

Zaman tanım alanında yapılacak deprem hesabında, aşağıdaki özellikleri taşıyan en az üç kaydedilmiş veya *benzeştirilmiş* ivme kaydı kullanılacak ve bunlara göre elde edilen büyüklüklerin en elverişsiz olanları tasarıma esas alınacaktır.

(a) İvme kayıtlarındaki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, ivmelerin zarfları ± 0.05 g den az olmamak koşulu ile, yapının birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.

(b) Kaydedilmiş veya benzeştirilmiş her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerleri, bütün periyotlar için, 4.2.4'te tanımlanan $A(T)$ spektral ivme katsayısı değerlerinin g ile çarpımının %90'ından az olmayacaktır. Ancak, zaman tanım alanında doğrusal elastik hesap yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değerleri Denk.(4.15) ile hesaplanacaktır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yapılması

durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki davranışını tanımlayan iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları, bu yönetmeliğin genel felsefesi çerçevesinde, geçerliliği teorik ya da deneysel olarak kanıtlanmış yöntemlerle elde edilecektir.

4.2.10. Yerdeğiştirmelerin Sınırlandırılması ve İkinci Mertebe Etkileri

4.2.10.1. Görelî Kat Ötelemelerinin Sınırlandırılması

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden *görelî kat ötelemesi*, Δ_i , Denk.(4.18) ile elde edilecektir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (4.18)$$

Denk.(4.18)'da d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i-1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaptan elde edilen yatay yerdeğiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denk.(4.18) ile hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{\max}$, Denk.(4.19)'de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacaktır:

$$\begin{aligned} \frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} &\leq 0.0035 \\ \frac{(\Delta_i)_{\max}}{h_i} &\leq 0.02 / R \end{aligned} \quad (4.19)$$

Denk. (4.19)'de verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb), elde edilen görelî kat ötelemeleri altında

kullanılabilirliği hesapla doğrulanmalıdır.

4.2.10.2. İkinci Mertebe Etkileri

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri 4.10.2.1'e göre göz önüne alınabilir.

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, *İkinci Mertebe Gösterge Değeri*, θ_i 'nin Denk.(4.20) ile verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$q_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=1}^N W_j}{V_i h_i} \quad (4.20)$$

Burada $(\Delta_i)_{ort}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değeri olarak 4.2.10.1.1'e göre bulunacaktır.

Denk.(4.20)'deki koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

5. YAPI ANALİZİ VE DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ

Bu bölümde yapı analizinde Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmaktadır. Bu dinamik çözümleme yöntemi, sistemin davranışının, her bir serbest titreşim modunun deprem hareketine olan cevabının ayrı ayrı elde edilmesinden sonra birleştirilmesi ile bulunabileceği esasına dayanır. Binalarda kütlelerin katlarda toplandığı kabul edilerek her kat için iki öteleme ve bir dönme hareketi esas alınır. Dönme hareketi nedeniyle katlarda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste düşmemesinin etkisi de hesaba katılmış olur. Yönetmeliklerde bu yöntemin önerildiği durumlarda bile, elde edilen sonuçların Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ninkilerle karşılaştırılması daima öngörülür.

Mod birleştirme yönteminde, maksimum iç kuvvetler, yerdeğiştirmeler, kesme kuvvetleri ve momentler, yapıda yeterli sayıda doğal titreşim modunun her biri için hesaplanan maksimum katkılarının,

1.Kareleri toplamının karekökü kuralı (SRSS)

2.Tam karesel birleştirme (CQC)

kuralı gibi istatistik yöntemlerle birleştirilmesi ile elde edilir. Toplam etkin kütlelerin %80-90 'ına ulaşıncaya kadar yeterli sayıda mod katkısı hesaba dahil edilmelidir.

Çözümleme sonucunda 3.2.8.5 (DBYBHY-2007)'de ve 4.6.8.5 (TDY-98)' de belirtilen kontrolü gerçekleştirmek amacıyla tüm örneklerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile V_T hesabı yapılmıştır.

Ayrıca bu çalışmada DBYBHY-2007 ve TDY-98 yönetmelikleri kıyaslanacağından, öncelikle bu iki yönetmelik arasındaki farkları bilmemiz gerekmektedir. Buna göre;

1998 yönetmeliğinin yenilenmesinin temel amacı, 1998 yönetmeliği koşullarına uygun olarak yapılmamış mevcut binaların gelecekte maruz kalacakları deprem kuvvetleri altında gösterecekleri performansın değerlendirilmesi ve deprem dayanımı yeterli olmayan binaların güçlendirilmesi ile ilgili kuralların tanımlanmasıdır. Deprem yönetmeliğinin 7. Bölümü bu amaçla hazırlanmıştır.

1998 ve 2007 yönetmeliklerinde hesap farklılıkları da mevcuttur.

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar :

Tablo 4.6. TDY-98 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N < 25$ m
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} < 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N < 60$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N < 75$ m

Tablo 3.6. DBYBHY-2007 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2,0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

- ΔF_N (Ek Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı):

$$\text{TDY-98 için } \Delta F_N = 0.07 T_1 V_T \leq 0.2 V_T \quad (4.8)$$

$H_N < 25$ m. ise $\Delta F_N = 0$ alınmaktadır.

$$\text{DBYBHY-2007 için } \Delta F_N = 0,0075.N.V_t \quad (3.8)$$

H_N 'e bağlı olmaksızın tüm binalarda ΔF_N en üst kata etkitilir.

- T_1 (Birinci Doğal Titreşim Periyodu) Hesabı :

TDY-98 için : $H_N \leq 25$ m. için T_1 ampirik formülle hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4}$$

$$C_T = 0.075 / A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad \text{à} \quad \text{Örneklerde } C_T = 0.05 \text{ alınmıştır.}$$

DBYBHY-2007 için: H_N 'e bağlı olmaksızın tüm binalarda T_1 Rayleigh Oranı ile hesaplanmaktadır.

$$T_1 = 2p \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \cdot d f_i^2)}{\sum_{i=1}^N (F f_i \cdot d f_i)} \right]^{1/2} \quad (3.11)$$

- $V_{tB} < \beta V_t$ kontrolü yapılırken :

TDY-98 için ; A1, B2 veya B3 türü düzensizlerden en az birinin binada bulunması

durumunda, $\beta = 1.00$, bulunmaması durumunda $\beta = 0.90$ alınmaktadır.

DBYBHY-2007 için ; A1, B2 veya B3 türü düzensizlerden en az birinin binada

bulunması durumunda, $\beta = 0.90$, bulunmaması durumunda $\beta = 0.80$ alınmaktadır.

- Göreli Kat Ötelemeleri kontrolleri açısından :

TDY-98 için ;

$$\frac{(\Gamma M)_{\tilde{a} \rightarrow \tilde{b}}}{M_k} \leq 0.0035$$

$$\frac{(\Gamma M)_{\tilde{a} \rightarrow \tilde{b}}}{M_k} \leq 0.02 / R \quad (4.19)$$

formülleri ile hesaplanır.

DBYBHY-2007 için ;

$$\frac{(\Gamma M)_{\tilde{a} \rightarrow \tilde{b}}}{M_k} \leq 0.02 \quad (3.19)$$

formülü ile hesaplanır.

5.1. Analiz Yöntemleri Adımları

5.1.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Adımları

Adım 1: Döşemeler rijit olarak kabul edilmiş ise master noktası kütle merkezinde seçilir.

Adım 2: Katlara etkiyen fiktif yükler hesaplanır.

Adım 3: Bulunan fiktif yükler, seçilen deprem doğrultusunda, yapının kat kütle merkezlerine yerleştirilerek statik analiz yapılır ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar d_{fi} bulunur.

Adım 4: Binanın birinci doğal titreşim periyodu (T_1) hesaplanır.

Adım 5: Toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplanır.

Adım 6: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

Adım 7: Eşdeğer deprem yükleri, yapıya her iki deprem doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak statik analiz yapılır ve kat deplasmanları ile iç kuvvetler bulunur.

Adım 8: A1 burulma düzensizliği ve B2 yumuşak kat kontrolleri yapılır.

Adım 9: Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri yapılır.

5.1.2. Mod Birleştirme Yöntemi Uygulama Adımları

Adım 1: Yapıda bodrum kat olup olmadığı incelenir. Eğer bodrum kat bulunuyorsa, bu katta üst katlara oranla rijitliği çok fazla olan betonarme çevre perdelerinin bulunup bulunmadığı incelenir. Şayet bodrum kat veya katlarda rijitliği artırıcı çevre betonarme perdeler bulunuyorsa ve döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilirse; DBYBHY-2007, 3.2.8.3 bölümüne göre

mod birleştirme yöntemi uygulanırken sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının göz önüne alınması ile yetinilebilir. Mod Birleştirme Yöntemi uygulanırken Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi için verilen DBYBHY-2007, 3.2.7.2'in (a) paragrafına karşılık olarak üst yapıya göre çok fazla rijit sayılan Bodrum kat göz önüne alınmadan zemin kat ve üstü katlar için yapının ağırlığı hesaplanacak ve hesaplarda bu değerler kullanılacaktır.

Rijit bodrum katların hesabı uygulanırken DBYBHY-2007, 3.2.7.1'in (b) ve (c) paragraflarındaki hususlara göre sadece kendi ağırlıkları göz önüne alınacak ve Spektrum Katsayısı olarak $S(T)=1$ alınacaktır. Deprem yükleri hesaplanırken Azaltma Katsayısı olarak $R_a(T)=1.5$ katsayısı kullanılacaktır. Hesaplanan deprem yükleri $R_a(T)=1.5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır.

Adım 2: Deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam yapı ağırlığı DBYBHY-2007, 3.2.7.1'e göre hesaplanır. Mod Birleştirme Yöntemi uygulanırken rijit diyafram çalıştığı kabul edilen her kat için birbirine dik iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi kullanılır. Bu şekilde hesaplanan her bir deprem yönüne ait kat deprem kuvvetleri her bir katta yapının deprem doğrultusuna dik boyunun $\pm\%5$ 'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalarla ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanır.

Adım 3: Hesaplarda kullanılacak mod sayısı belirlemek için döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilen yapılar için modal kütleler hesaplanır.

Adım 4: Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin $\%90$ 'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. (DBYBHY-2007, 3.2.8.3)

Adım 5: Yerel zemin sınıfına ve yapının bulunan her bir doğal periyoduna bağlı olarak Denk. 3.2.' ye göre Spektrum Katsayısı $S(T)$ hesaplanır.

Binanın her bir modu için hesaplanan Spektrum Katsayıları kullanılarak, Denk.3.1'e göre Spektral İvme Katsayıları $A(T)$ hesaplanır. Spektral ivme katsayısının yer çekimi ivmesi g (9.81 m/s^2) ile çarpılmasından Elastik Spektral

İvme Katsayısı $S_{ae}(T)$ bulunur.

Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı'na (R) ve binanın her bir doğal periyoduna bağlı olarak Denk.3.3'e göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ hesaplanır.

Bulunan yukarıdaki katsayılar kullanarak n 'inci titreşim periyodunda kullanılmak üzere Elastik Tasarım İvme Spektrumu Denk.3.13'e göre bulunur.

Adım 6: Yapının spektrum analizi yapılarak deplasmanlar ve iç kuvvetler bileşenlerine göre her modan gelen maksimum katkılar dikkate alınarak hesaplanır.

Adım 7: 6. Adımda spektrum analizi ile hesaplanan değerler Denk. 3.2.8.4'de belirtilen yöntemlerden uygun bir birleştirme yöntemi ile, Karelerin Toplamının Kare Kökü (SRSS) veya Tam Karesel Birleştirme Kuralı (CQC) ile yapı deplasmanları ve eleman uç kuvvetleri bulunur.

Adım 8: Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri DBYBHY-2007, 3.2.8.5'deki alt sınır değerlere göre kontrol edilir. Bunun için Mod Birleştirme Yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü (V_{tB}) ile Eşdeğer Deprem Yöntemi ile hesaplanan toplam deprem yükü karşılaştırılır. Aşağıda belirtilen β değerine göre $V_{tB} < \beta V_t$ olması durumunda Mod Birleştirme Yöntemine göre bulunan tüm iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri Denk.3.16'a göre büyütülecektir.

DBYBHY-2007, 3.2.7.1 bölümünün (b) ve (c) paragraflarına göre Rijit bodrum katların deprem kuvveti hesabında sadece bodrum kat ağırlıkları dikkate alınacaktır. Üst katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleriyle çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin hesabında bodrum katta hesaplanan iç kuvvetler ve yer değiştirmeler kullanılacaktır.

Adım 9: Yapı boyunca devam eden perde bulunuyorsa, DBYBHY-2007, 3.2.5.2'ye göre boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden dolayı oluşan kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin % 75'inden fazla olmayacaktır ($\alpha_s < 0.75$). $\alpha_s < 0.75$ ise Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=7$ olarak kullanılabilir. Eğer hesaplar sonucunda α_s katsayısı ($0.75 < \alpha_s < 1.0$) 0.75 ile 1.0 ise Taşıyıcı Sistem Davranış

Katsayısı $R=10-4\alpha_s$ denklemi ile belirlenir ve yeni bir R katsayısı ile Elastik Tasarım İvme Spektrumu $S_{ar}(T_n)$ hesaplanarak işlemler yenilenir.

Adım 10: DBYBHY-2007, Tablo 3.1’de belirtilen planda ve düşey doğrultudaki düzensizlik durumlarına karşı kontroller yapılır. A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerin en az birinin yapıda bulunması durumunda $\beta=0.90$, bulunmaması durumunda ise $\beta=0.80$ alınacaktır. 8. adımdan sonra işlemler tekrar edilecektir.

Adım 11: Göreli kat ötelemelerinin ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapılır. (Gelibolu, 2008)

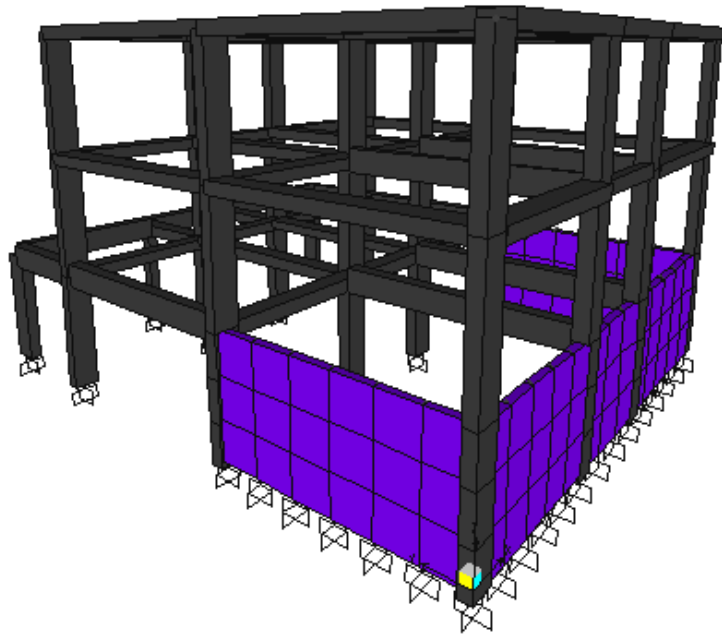
5.2. Örnekler

Bu bölümdeki tüm örneklerde TDY-98 ve DBYBHY-2007’de belirtilen Mod Birleştirme Yöntemi esas alınarak analizler yapılmıştır. Örnekler SAP2000 V.10 programı ile çözülmüştür. Çözümleme sonucunda 3.2.8.5 (DBYBHY-2007)’de belirtilen kontrolü gerçekleştirmek amacıyla tüm örneklerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile V_T hesabı yapılmıştır.

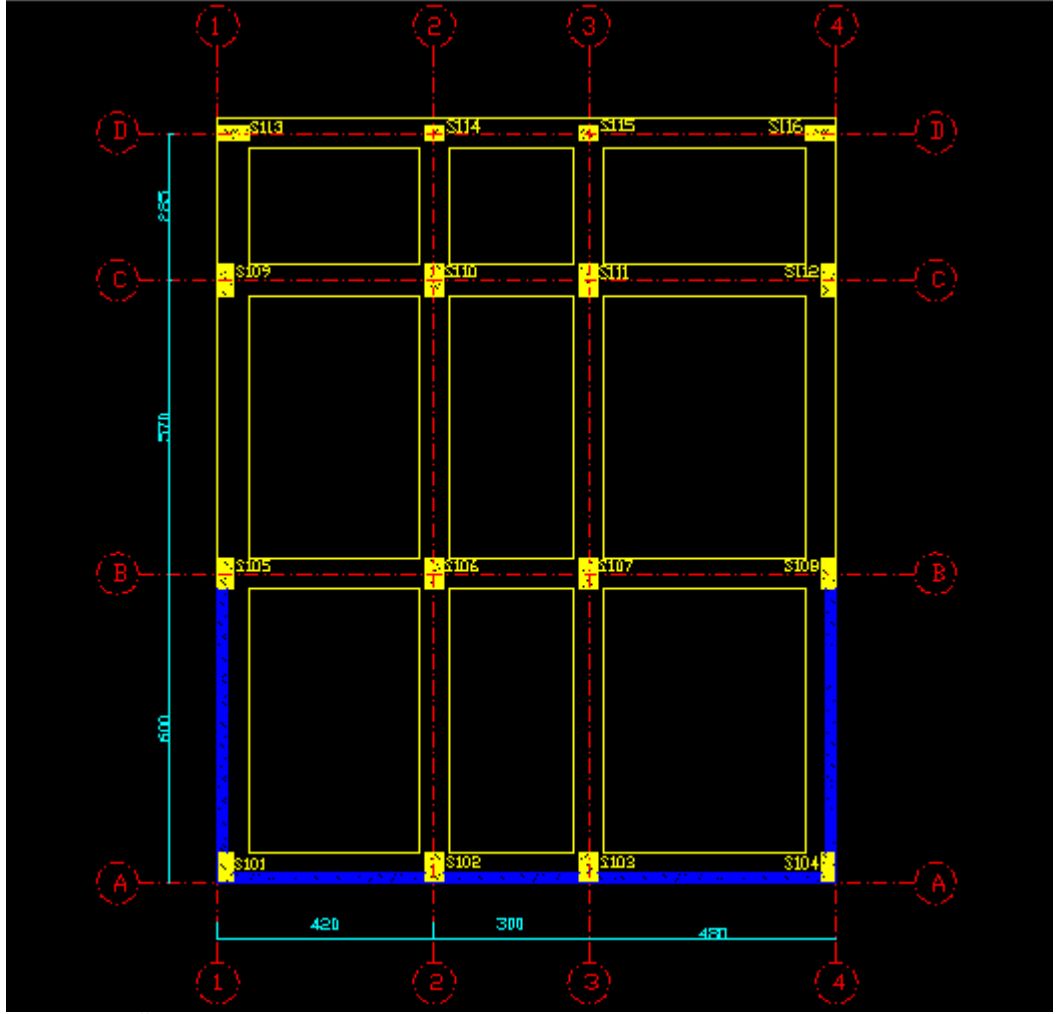
Örneklerin çözümünde 1. Kat kolonlarının zemine ankastre olarak bağlandığı kabul edilmiştir.

5.2.1. Örnek 5.1.

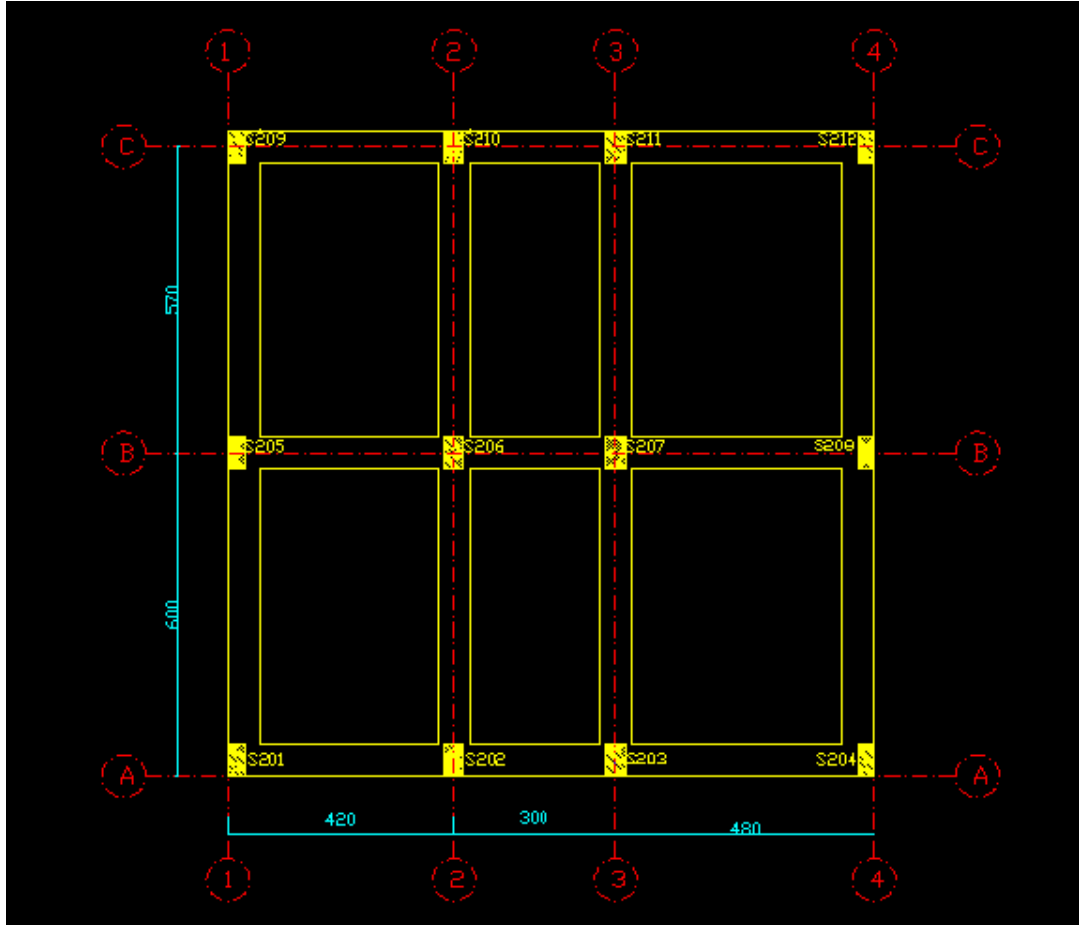
Bu örnekte; 3 katlı, düşey taşıyıcı sistemi kolon ve perdelerden oluşan, düzenli bir taşıyıcı sisteme sahip, betonarme yapı çözülmüştür. Bu örneğe ait perspektif görünüş Şekil 5.1’de, kat kalıp planları ise Şekil 5.2’de ve 5.3’te gösterilmiştir.



Şekil 5.1: Örnek 5.1 ‘e Ait Perspektif Görünüş



Şekil 5.2. Örnek 5.1'e Ait 1. Kat Planı



Şekil 5.3. Örnek 5.1'e Ait 2. ve 3. Katlar Kalıp Planı

5.2.1.1. Bina Bilgileri

YAPI BİLGİLERİ	
Bina Türü	: Konut
Taşıyıcı Sistem Türü	: Betonarme Çerçevesi Sistem
Bina Önem Katsayısı	: 1,00
Kat Sayısı	: 3 Normal Kat
Kat Yüksekliği (m)	: 3
Deprem Bölgesi	: 2. Bölge
Zemin Sınıfı	: Z2
Beton-Çelik Sınıfı	: C35 – S420
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı(R)	: 7
Analiz Tipi	: Dinamik

Çizelge 5.1: Örnek 5.1'e Ait Kolon Boyutları

Kat No	Kolon No	Boyut (cm)
1	S101-S104-S105-S108-S109-S112	30*60
	S102-S103-S106-S107-S110-S111	35*60
	S113-S116	60*30
	S114-S115	35*30
2	S201-S204-S205-S208-S209-S212	30*60
	S202-S203-S206-S207-S210-S211	35*60
3	S301-S304-S305-S308-S309-S312	30*60
	S302-S303-S306-S307-S310-S311	35*60

Perde kalınlıkları = 20 cm

Kiriş boyutları = 60/30 cm olarak kullanılmıştır.

5.2.1.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı :

Örnek 5.1 için kat ağırlığı hesabı yapılırken Denk (3.6) kullanılacaktır. Hareketli Yük Katılım Katsayısı Tablo (3.7)'ye göre 0,3 seçilmiştir. Hesaplanan kat ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.2: Örnek 5.1'e Ait Kat Ağırlıklarının Hesabı

Kat No	H(m)	$W_g(\text{ton})$	$W_d(\text{ton})$	$W_k(\text{ton})$
3	9	180,7	26,41	188,627
2	6	158,98	42,93	171,859
1	3	214,26	55,93	231,034
$\sum W_k$				591,52

5.2.1.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı :

Fiktif yükler, X yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar

bulunmuştur. Hesaplanan fiktif yükler Çizelge 5.3’de verilmiştir. Bu fiktif yükler yapının kat kütle merkezlerine etkililmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.3: Örnek 5.1’e Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler

Kat Ağırlıkları ve Fiktif Yükler				
Kat No	$w_i(\text{ton})$	$H_i(\text{m})$	$w_i H_i(\text{tonm})$	$F_{fi}(\text{ton})$
3	188,627	9	1697,643	0,49611
2	171,859	6	1031,154	0,30134
1	231,034	3	693,102	0,20255
TOPLAM	591,52		3421,899	1,0

5.1.2.4. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı:

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh Oranı ile hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.4’de verilmiştir.

- DBYBHY-2007’ye göre T_1 , Rayleigh Oranı ile hesaplanır. Buradan;

Çizelge 5.4: Örnek 5.1’e Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 ’in Hesabı

Rayleigh Oranı ile T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2 \text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
3	19,22803	0,49611	0,0000676	8,78415E-08	3,3532E-05
2	17,51876	0,30134	0,000034	2,02636E-08	1,0249E-05
1	23,55087	0,20255	0,0000031	2,25886E-10	6,2729E-07
TOPLAM		1,0000		1,08331E-07	4,4408E-05

$$T_1 = 2p \left[\frac{1,08331 \cdot 10^{-7}}{4,4408 \cdot 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,31033123 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B > T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$$S(T_1) = 2,5$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3 \cdot 1 \cdot 2,5 \quad A(T_1) = 0,75$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{591,52 \cdot 0,75}{7} \Rightarrow V_t = 63,38 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 591,52 \cong 17,75 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 63,38 \text{ ton alınır. (DBYBHY-2007)}$$

- TDY-98' ye Göre; T_1 ampirik formülle hesaplanabilir. Buradan;

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (4.11)$$

$$C_t = 0,05$$

$$T_1 = 0,05 * 9^{3/4} = 0,25981 \text{ sn. olarak bulunur.}$$

$$T_A < T_1 \text{ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı } R_a(T_1) = R = 7$$

$$T_B > T_1 \text{ olduğundan spektrum katsayısı;}$$

$$S(T_1) = 2,5$$

$$A(T_1) = 0,3 * 1 * 2,5 \quad A(T_1) = 0,75$$

$$V_t = \frac{591,52 * 0,75}{7} \Rightarrow V_t = 63,38 \text{ ton}$$

Çizelge 5.5: Örnek 5.1'e Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı

Kat No	$M_i(W_i/g)$	$I_x(m^4)$	$I_y(m^4)$	$A(m^2)$	$m\theta_i$
3	19,22803	1601,613	1684,8	140,4	450,0802
2	17,51876	1601,613	1684,8	140,4	410,0703
1	23,55087	3080,27	2095,2	174,6	698,0917

5.1.2.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.6 : Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	0,437440
2	0,311870
3	0,243510
4	0,118098
5	0,079172
6	0,060544
7	0,045435

5.1.2.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.7: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	0,437440	7	2,327304	0,698191	0,9784653
2	0,311870	7	2,5	0,75	1,0510714
3	0,243510	7	2,5	0,75	1,0510714
4	0,118098	5,830260	2,180980	0,654294	1,1009156
5	0,079172	4,402973	1,791720	0,537516	1,1976071
6	0,060544	3,719947	1,605440	0,481632	1,2701284
7	0,045435	3,165950	1,454350	0,436305	1,3519329

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 7 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 7 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.7'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 7 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.1.2.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.8: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
3	0,0039	0,0018	0,0019	0,0010	0,0015	1,3193	>1,2	>1,2
2	0,0020	0,0008	0,0014	0,0008	0,0011	1,2889	>1,2	>1,2
1	0,0005	0,0001	0,0005	0,0001	0,0003	1,8185	>1,2	>1,2

Çizelgeden tüm katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ olduğu görülmektedir. Dolayısıyla her iki yönetmeliğe göre de tüm katlarda A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.9: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	(Δ_i)_{ort}	h_i(m)	(Δ_i/H)_{ort}	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
3	0,00146	3	0,00049	---	1,300385	<1,5	<2,0
2	0,00112	3	0,00037	0,769003	3,786345	<1,5	>2,0
1	0,00030	3	0,00010	0,264107	---	<1,5	<2,0

Çizelgede de görüldüğü gibi, DBYBHY-2007'ye göre yapının 2. katında B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'ye göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.10: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
3	0,00390	0,00192	3	0,00064	<0,0028571	0,02
2	0,00198	0,00144	3	0,00048	<0,0028571	0,02
1	0,00054	0,00054	3	0,00018	<0,0028571	0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $(\Delta_i)_{\max}/h_i < 0,02$ (DBYBHY-2007) ve $(\Delta_i)_{\max}/h_i < 0,0028571$ (TDY-98) şartı sağlandığından göreli kat ötelemeleri, yönetmeliğin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.11: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
3	188,627	188,627	0,00146	31,44	31,44	3	0,00291	0,00291
2	171,859	360,486	0,00112	50,54	50,54	3	0,00266	0,00266
1	231,034	591,52	0,00030	63,38	63,38	3	0,00092	0,00092

Çizelgeden de görüldüğü gibi tüm katlarda $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Kat kesme kuvvetleri (V_i), eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden alınmıştır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 66,03$ ton

$V_t = 63,38$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 ve B2 (Yumuşak Kat Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 63,38 = 57,042$$

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 63,38 = 63,38$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

5.1.2.8. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Rayleigh Oranı'nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, -%5 Y eksantiriste hesaplarında da aynıdır. Buna göre ;

$$T_1 = 0,310331 \text{ sn.}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.12'de verilmiştir.

Çizelge 5.12 : Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	0,437436
2	0,299991
3	0,25316
4	0,118098
5	0,074463
6	0,064404
7	0,040735

5.1.2.9. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.13: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	0,437436	7	2,327322	0,698196	0,9784725
2	0,299991	7	2,5	0,75	1,0510714
3	0,25316	7	2,5	0,75	1,0510714
4	0,118098	5,83026	2,18098	0,654294	1,1009156
5	0,074463	4,23031	1,74463	0,523389	1,2137281
6	0,064404	3,86148	1,64404	0,493212	1,2529936
7	0,040735	2,99362	1,40735	0,422205	1,3835542

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 7 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 7 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.13'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 7 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.1.2.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak -%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.14: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	1998	2007
3	0,00319	0,00259	0,00173	0,00126	0,00150	1,1572	<1,2	<1,2
2	0,00146	0,00133	0,00096	0,00127	0,00112	0,8606	<1,2	<1,2
1	0,00050	0,00006	0,00050	0,00006	0,00028	1,7952	>1,2	>1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 1. Katta $\eta_{bi} > 1,2$ 'dir. Dolayısıyla bu katta her iki yönetmeliğe göre de A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.15: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$h_i(\text{m})$	$(\Delta_i/H)_{\text{ort}}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
3	0,00150	3	0,00050	---	1,33790	<1,5	<2,0
2	0,00112	3	0,00037	0,74744	4,02567	<1,5	>2,0
1	0,00028	3	0,00009	0,24841	---	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'ye göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.16: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(\text{m})$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
3	0,00319	0,00173	3	0,000577	<0,0028571	<0,02
2	0,00146	0,00096	3	0,000321	<0,0028571	<0,02
1	0,00050	0,00050	3	0,000166	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerler aşılmamaktadır.

Çizelge 5.17: Örnek 5.1'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
3	188,627	188,627	0,00150	31,44	31,44	3	0,00299	0,00299
2	171,859	360,486	0,00112	50,54	50,54	3	0,00266	0,00266
1	231,034	591,52	0,00028	63,38	63,38	3	0,00086	0,00086

Çizelgeden de görüldüğü gibi tüm katlarda $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 65,37$ ton ve $V_t = 63,38$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 63,38 = 57$$

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 63,38 = 63,38$$

- $\emptyset V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

5.1.2.11. Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı:

Fiktif yükler, Y yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar

bulunmuştur. Bu fiktif yükler yapının kat kütle merkezlerine etkililmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

- DBYBHY-2007' ye göre; T_1 Rayleigh Oranı ile hesaplanır. Buradan;

Çizelge 5.18: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı

Rayleigh Oranı ile T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2 \text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
3	19,228033	0,49611	0,00011490	2,5385E-07	5,7003E-05
2	17,518756	0,30134	0,00005731	5,7539E-08	1,7270E-05
1	23,550866	0,20255	0,00000122	3,5226E-11	2,4772E-07
TOPLAM		1,0		3,1142E-07	7,4521E-05

$$T_1 = 2p \left[\frac{3,1142 \cdot 10^{-7}}{7,4521 \cdot 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,4061784 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından; Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{0,4061784} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 2,46953$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3*1*2,46953 \quad A(T_1) = 0,74086$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemini ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{591,52*0,74086}{7} \Rightarrow V_t = 62,6048 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 * A_0 * I * W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 * A_0 * I * W = 0,1 * 0,3 * 1 * 591,52 \approx 17,75 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 62,6048 \text{ ton alınır. (DBYBHY-2007)}$$

- TDY-98' ye göre; T_1 ampirik formülle hesaplanabilir. Buradan;

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad C_t = 0,05 \quad (4.6.11)$$

$$T_1 = 0,05 * 9^{0,75} = 0,25981 \text{ sn. olarak bulunur.}$$

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$

$T_B > T_1$ olduğundan spektrum katsayısı; $S(T_1) = 2,5$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemini ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3*1*2,5 \quad A(T_1) = 0,75$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemini ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{591,52 * 0,75}{7} \Rightarrow V_t = 63,38 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 * A_o * I * W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 * A_o * I * W = 0,1 * 0,3 * 1 * 591,52 \approx 17,75 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 63,38 \text{ ton alınır. (ABYBHY-1998)}$$

5.1.2.12. Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.19'da verilmiştir.

Çizelge 5.19 : Örnek 5.1'e Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod No	T(Periyot)-sn
1	0,440025
2	0,301571
3	0,250352
4	0,118675
5	0,075913
6	0,062857
7	0,043154
8	0,029869

5.1.2.13. Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve

Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.20: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste için Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R_a(T_r)	S(T_r)	A(T_r)	S_{pa}(T_r)
1	0,440025	7	2,31636034	0,6949081	0,97386407
2	0,301571	7	2,5	0,75	1,05107143
3	0,250352	7	2,5	0,75	1,05107143
4	0,118675	5,8514167	2,18675	0,656025	1,09983712
5	0,075913	4,2834767	1,75913	0,527739	1,20862561
6	0,062857	3,8047567	1,62857	0,488571	1,25970776
7	0,043154	3,0823133	1,43154	0,429462	1,36683775
8	0,029869	2,5951967	1,29869	0,389607	1,47273797

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 8 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 8 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.20'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 8 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.1.2.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.21: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan

Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	1998	2007
3	0,00080	0,00054	0,00035	0,00022	0,00029	1,23843	>1,2	>1,2
2	0,00045	0,00032	0,00036	0,00025	0,00030	1,17788	<1,2	<1,2
1	0,00009	0,00007	0,00009	0,00007	0,00008	1,13042	<1,2	<1,2

Çizelgede de görüldüğü gibi 3. katta $\eta_{bi} > 1,2$ olduğundan, iki yönetmelik için de bu katta A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.22: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$h_i(\text{m})$	$(\Delta_i/H)_{\text{ort}}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
3	0,00029	3	0,00010	---	0,94602	<1,5	<2,0
2	0,00030	3	0,00010	1,05707	3,82221	<1,5	>2,0
1	0,00008	3	0,00003	0,26163	---	<1,5	<2,0

Çizelgede de görüldüğü gibi DBYBHY-2007'ye göre 2. Katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'ye göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.23: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(\text{m})$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
3	0,00080	0,00035	3	0,00012	<0,0028571	<0,02
2	0,00045	0,00036	3	0,00012	<0,0028571	<0,02
1	0,00009	0,00009	3	0,00003	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.24: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
3	188,627	188,627	0,000286	31,44	31,06	3	0,00057	0,00058
2	171,859	360,486	0,000303	50,54	49,92	3	0,00072	0,00073
1	231,034	591,52	0,000079	63,38	62,60	3	0,00025	0,00025

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 63,49$ ton olarak bulunmuştur.

- DBYBHY-2007' ye Göre;

$V_t = 62,6048$ ton idi.

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 62,6048 = 56,344$$

- TDY-98' ye Göre;

$V_t = 63,38$ ton idi.

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,0 * 63,38 = 63,38$$

- $\emptyset$ $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

5.1.2.15. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

$$T_1 = 0,40618 \text{ sn. (DBYBHY-2007)}$$

$$T_1 = 0,25981 \text{ sn. (TDY-98)}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.25’de verilmiştir.

Çizelge 5.25: Örnek 5.1’e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	0,438248
2	0,301634
3	0,251313
4	0,118267
5	0,075937
6	0,063048
7	0,04315
8	0,029871

5.1.2.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.26: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	$R_a(T_r)$	$S(T_r)$	$A(T_r)$	$S_{pa}(T_r)$
1	0,438248	7	2,32387117	0,6971613	0,97702183
2	0,301634	7	2,5	0,75	1,05107143
3	0,251313	7	2,5	0,75	1,05107143
4	0,118267	5,83645667	2,18267	0,654801	1,10059890
5	0,075937	4,28435667	1,75937	0,527811	1,20854222
6	0,063048	3,81176	1,63048	0,489144	1,25886799
7	0,04315	3,08216667	1,4315	0,42945	1,3668646
8	0,029871	2,59527	1,29871	0,389613	1,47271904

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 8 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 8 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.26'da görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 8 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.1.2.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak -%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.27: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	1998	2007
3	0,00080	0,00057	0,00035	0,00024	0,00030	1,19167	<1,2	<1,2
2	0,00044	0,00033	0,00035	0,00027	0,00031	1,14390	<1,2	<1,2
1	0,00009	0,00007	0,00009	0,00007	0,00008	1,12904	<1,2	<1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda $\eta_{bi} < 1,2$ 'dir. Dolayısıyla, yapıda her iki yönetmeliğe göre de A1 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.28: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$h_i(\text{m})$	$(\Delta_i / H)_{\text{ort}}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
3	0,000295	3	0,0000984	---	0,9523656	<1,5	<2,0
2	0,000310	3	0,0001034	1,050017	3,9110747	<1,5	>2,0
1	0,000079	3	0,0000264	0,255684	---	<1,5	<2,0

Çizelgede de görüldüğü gibi DBYBHY-2007'ye göre 2. Katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'ye göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.29: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(\text{m})$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
3	0,00080	0,00035	3	0,000117	<0,0028571	<0,02
2	0,00044	0,00035	3	0,000118	<0,0028571	<0,02
1	0,00009	0,00009	3	0,000030	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.30: Örnek 5.1'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
3	188,627	188,627	0,000295	31,44	31,06	3	0,000590	0,000598
2	171,859	360,486	0,000310	50,54	49,92	3	0,000737	0,000746
1	231,034	591,52	0,000079	63,38	62,60	3	0,000247	0,000250

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, her iki yönetmeliğin öngördüğü sınır değerler aşılmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 64,9074$ ton olarak bulunmuştur.

- DBYBHY-2007' ye göre;

$V_t = 62,6048$ ton idi.

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 62,6048 = 56,344$$

- TDY-98' ye göre;

$V_t = 63,38$ ton idi.

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,0 * 63,38 = 63,38$$

- $\emptyset$ $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

Çizelge 5.31 : Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
3	1,3193	---	1,3004	0,0006	0,0029	1,3193	---	0,0006	0,0029
2	1,2889	0,769	3,7863	0,0005	0,0027	1,2889	0,769	0,0005	0,0027
1	1,8185	0,264	---	0,0002	0,0009	1,8185	0,264	0,0002	0,0009
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.32 : Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
3	1,157	---	1,3379	0,00058	0,00299	1,157	---	0,00058	0,00299
2	0,861	0,7474	4,0257	0,00032	0,00266	0,861	0,7474	0,00032	0,00266
1	1,795	0,2484	---	0,00017	0,00086	1,795	0,2484	0,00017	0,00086
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.33 : Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

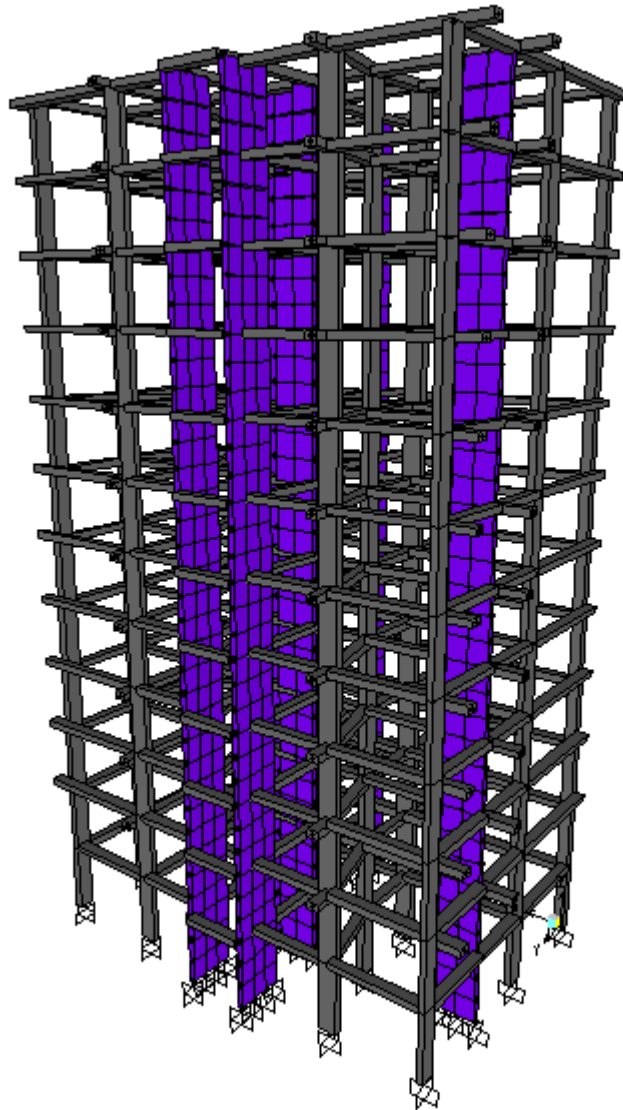
2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
3	1,238	---	0,9460	0,00012	0,000579	1,238	---	0,00012	0,000572
2	1,178	1,0571	3,8222	0,00012	0,000728	1,178	1,0571	0,00012	0,000719
1	1,130	0,2616	---	0,00003	0,000249	1,130	0,2616	0,00003	0,000246
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.34 : Örnek 5.1'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

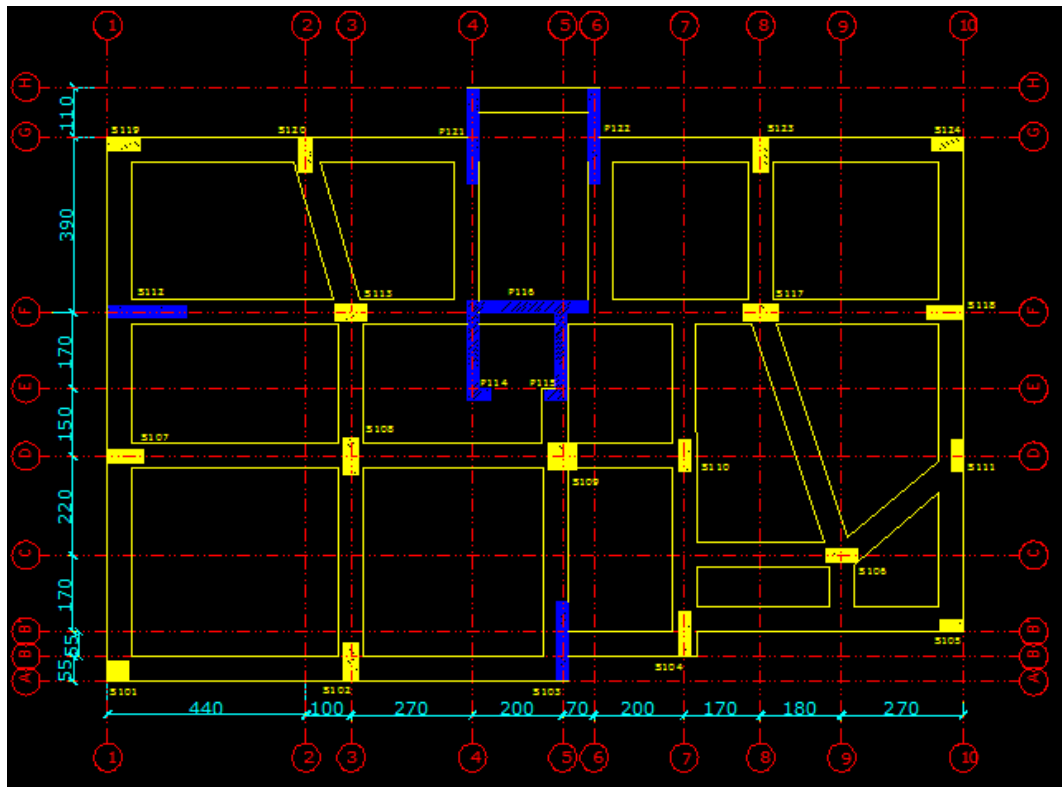
2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
3	1,192	---	0,9524	0,000117	0,000598	1,192	---	0,000117	0,000590
2	1,144	1,050	3,9111	0,000118	0,000746	1,144	1,050	0,000118	0,000737
1	1,129	0,256	---	0,000030	0,000250	1,129	0,256	0,000030	0,000247
$\eta_{bi} < 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği yoktur. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} < 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği yoktur. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

5.2.2. Örnek 5.2.

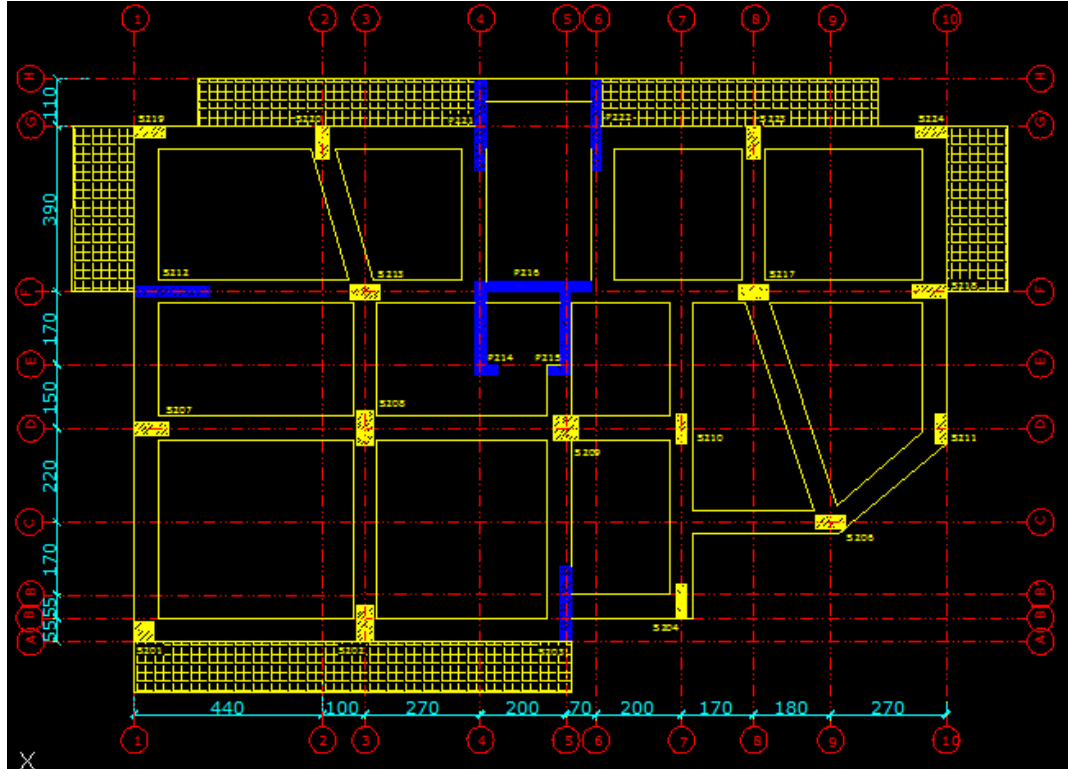
Bu örnekte; 12 katlı, düşey taşıyıcı sistemi kolon ve perdelerden oluşan, düzenli bir taşıyıcı sisteme sahip, betonarme yapı çözülmüştür. Bu örneğe ait perspektif görünüş Şekil 5.4’de, kat kalıp planları ise Şekil 5.5 ve Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



Şekil 5.4: Örnek 5.2 ‘ye Ait Perspektif Görünüş



Şekil 5.5. Örnek 5.2'ye Ait 1. Kat Kalıp Planı



Şekil 5.6. Örnek 5.6'ya Ait 2. ve 12. Katlar Kalıp Planı

5.2.2.1. Bina Bilgileri

YAPI BİLGİLERİ	
Bina Türü	: Konut
Taşıyıcı Sistem Türü	: Betonarme Çerçevesi Sistem
Bina Önem Katsayısı	: 1,00
Kat Sayısı	: 12 Normal Kat
Kat Yüksekliği (m)	: 3
Deprem Bölgesi	: 2. Bölge
Zemin Sınıfı	: Z2
Beton-Çelik Sınıfı	: C35 – S420
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı(R)	: 7
Analiz Tipi	: Dinamik

Çizelge 5.35: Örnek 5.2'ye Ait Kolon Boyutları

Kat No	Kolon No	Boyut (cm)
1	S101	45x45
	S102	35x85
	S104	25x100
	S105	50x25
	S106-S119-S124	70x30
	S107-S118	80x30
	S108	35x80
	S109	60x60
	S110-S111	25x70
	S113	70x35
	S117	75x35
	S120	30x80
2-12	S201-S1201	45x45
	S202-S1202	35x85
	S204-S1204	25x80
	S205-S1205	İPTAL
	S206-S1206-S219-S1219-S224-S1224	70x30
	S207-S1207-S218-S1218	80x30
	S208-S1208	35x80
	S209-S1209	60x60
	S210-S1210-S211-S1211	25x70
	S213-S1213	70x35
	S217-S1217	75x35
	S220-S1220	30x80

Perde kalınlıkları = 25 cm

Kiriş boyutları = 55/30 cm olarak kullanılmıştır.

5.2.2.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı :

Örnek 5.2 için kat ağırlığı hesabı yapılırken Denk(3.6) kullanılacaktır. Hareketli Yük Katılım Katsayısı Tablo (3.7)'ye göre 0,3 seçilmiştir. Hesaplanan kat ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.36: Örnek 5.2'ye Ait Kat Ağırlıkları

Kat No	H(m)	$W_g(\text{ton})$	$W_q(\text{ton})$	$W_k(\text{ton})$
12	36	292,13	84,8	317,573
11	33	292,13	84,8	317,573
10	30	292,13	84,8	317,573
9	27	292,13	84,8	317,573
8	24	292,13	84,8	317,573
7	21	292,13	84,8	317,573
6	18	292,13	84,8	317,573
5	15	292,13	84,8	317,573
4	12	292,13	84,8	317,573
3	9	292,13	84,8	317,573
2	6	292,13	84,8	317,573
1	3	267,12	74,87	289,582
ΣW_k				3782,885

5.2.2.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı:

Fiktif yükler, X yönü doğrultusunda, yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar bulunmuştur. Hesaplanan fiktif yükler Çizelge 5.37’de verilmiştir.

Çizelge 5.37: Örnek 5.2’ye Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler

Kat Ağırlıkları ve Fiktif Yükler				
Kat No	$w_i(\text{ton})$	$H_i(\text{m})$	$w_i H_i(\text{tonm})$	$F_{fi}(\text{ton})$
12	317,573	36	11432,628	0,15402
11	317,573	33	10479,909	0,14119
10	317,573	30	9527,190	0,12835
9	317,573	27	8574,471	0,11552
8	317,573	24	7621,752	0,10268
7	317,573	21	6669,033	0,08985
6	317,573	18	5716,314	0,07701
5	317,573	15	4763,595	0,06418
4	317,573	12	3810,876	0,05134
3	317,573	9	2858,157	0,03851
2	317,573	6	1905,438	0,02567
1	289,582	3	868,746	0,01170
TOPLAM	3782,885		74228,109	1,0000

5.2.2.4. X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı :

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh Oranı ile hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.38 ‘de verilmiştir.

- DBYBHY-2007’ye göre T_1 , Rayleigh Oranı ile hesaplanır. Buradan;

Çizelge 5.38: Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı

Rayleigh Oranı ile T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2\text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
12	32,37238	0,15402	0,0003182	3,27774E-06	4,9009E-05
11	32,37238	0,14119	0,0002968	2,85169E-06	4,1904E-05
10	32,37238	0,12835	0,0002730	2,41268E-06	3,504E-05
9	32,37238	0,11552	0,0002467	1,97021E-06	2,8498E-05
8	32,37238	0,10268	0,0002178	1,53564E-06	2,2364E-05
7	32,37238	0,08985	0,0001867	1,1284E-06	1,6774E-05
6	32,37238	0,07701	0,0001541	7,68741E-07	1,1867E-05
5	32,37238	0,06418	0,0001207	4,71617E-07	7,7459E-06
4	32,37238	0,05134	0,0000877	2,49099E-07	4,5036E-06
3	32,37238	0,03851	0,0000567	1,04037E-07	2,1829E-06
2	32,37238	0,02567	0,0000296	2,82676E-08	7,5855E-07
1	29,51906	0,01170	0,0000093	2,55036E-09	1,0879E-07
TOPLAM	385,61519	1,0000		1,48007E-05	2,2075E-04

$$T_1 = 2p \left[\frac{1,48007 \cdot 10^{-5}}{2,2075 \cdot 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,626917 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{1,626917} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 0,81376$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,81376 \quad A(T_1) = 0,244128$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{3782,885 \cdot 0,244128}{7} \Rightarrow V_t = 131,93 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 3782,885 \cong 113,49 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 131,93 \text{ ton alınır.}$$

- TDY-98' ye göre ise $H_N > 25$ m olduğundan, T_1 hesabı için ampirik formül kullanılmaz.

Çizelge 5.39: Örnek 5.2'ye Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı

Kat No	$M_i(W_i/g)$	$I_x(m^4)$	$I_y(m^4)$	$A(m^2)$	$m\theta_i$
12	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
11	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
10	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
9	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
8	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
7	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
6	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
5	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
4	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
3	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
2	32,37238	3797,7	8230,25	251,45	1548,51187
1	29,51906	2588,61	6569,03	219,75	1230,14764

5.2.2.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.40'da verilmiştir.

Çizelge 5.40 : Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	1,906590
2	1,600669
3	1,439993
4	0,567298
5	0,430383
6	0,400376
7	0,321866
8	0,203530
9	0,199904

5.2.2.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.41: Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	1,906590	7	0,716773851	0,215032155	0,30135221
2	1,600669	7	0,824416688	0,247325007	0,34660833
3	1,439993	7	0,897221552	0,269166465	0,37721758
4	0,567298	7	1,890335976	0,567100793	0,79475125
5	0,430383	7	2,498121589	0,749436477	1,05028169
6	0,400376	7	2,974732508	0,892419752	1,25066254
7	0,321866	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,203530	7	2,5	0,75	1,05107143
9	0,199904	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının, bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız

periyotlardan ilk 9 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 9 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.41’de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 9 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.2.7. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.42: Örnek 5.2’ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
12	0,0331	0,0277	0,0025	0,0018	0,0022	1,161	< 1,2	< 1,2
11	0,0306	0,0259	0,0027	0,0020	0,0024	1,146	< 1,2	< 1,2
10	0,0279	0,0239	0,0029	0,0022	0,0025	1,128	< 1,2	< 1,2
9	0,0250	0,0217	0,0031	0,0024	0,0027	1,111	< 1,2	< 1,2
8	0,0220	0,0192	0,0032	0,0026	0,0029	1,100	< 1,2	< 1,2
7	0,0188	0,0166	0,0033	0,0028	0,0030	1,085	< 1,2	< 1,2
6	0,0155	0,0138	0,0033	0,0029	0,0031	1,074	< 1,2	< 1,2
5	0,0122	0,0109	0,0033	0,0029	0,0031	1,063	< 1,2	< 1,2
4	0,0089	0,0080	0,0031	0,0028	0,0030	1,054	< 1,2	< 1,2
3	0,0058	0,0053	0,0019	0,0025	0,0022	0,880	< 1,2	< 1,2
2	0,0038	0,0028	0,0029	0,0019	0,0024	1,197	< 1,2	< 1,2
1	0,0010	0,0009	0,0010	0,0009	0,0009	1,055	< 1,2	< 1,2

Çizelgede de görüldüğü gibi tüm katlarda $\eta_{bi} < 1,2$ şartı sağlanmaktadır. Dolayısıyla yapıda her iki yönetmeliğe göre de A1 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.43: Örnek 5.2'ye X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	(Δ_i)_{ort}	h_i(m)	(Δ_i / H)_{ort}	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
12	0,0022	3	0,00072	---	0,921	----	<2,0
11	0,0024	3	0,00079	1,085	0,925	<1,5	<2,0
10	0,0025	3	0,00085	1,081	0,927	<1,5	<2,0
9	0,0027	3	0,00092	1,079	0,947	<1,5	<2,0
8	0,0029	3	0,00097	1,056	0,954	<1,5	<2,0
7	0,0030	3	0,00101	1,048	0,977	<1,5	<2,0
6	0,0031	3	0,00104	1,023	1,005	<1,5	<2,0
5	0,0031	3	0,00103	0,995	1,049	<1,5	<2,0
4	0,0030	3	0,00098	0,953	1,338	<1,5	<2,0
3	0,0022	3	0,00074	0,747	0,922	<1,5	<2,0
2	0,0024	3	0,00080	1,084	2,630	<1,5	>2,0
1	0,0009	3	0,00030	0,380	----	<1,5	----

Çizelgeden de görüldüğü gibi, DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'e göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.44 : Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
12	0,0331	0,0025	3	0,00084	<0,0028571	<0,02
11	0,0306	0,0027	3	0,00090	<0,0028571	<0,02
10	0,0279	0,0029	3	0,00096	<0,0028571	<0,02
9	0,0250	0,0031	3	0,00102	<0,0028571	<0,02
8	0,0220	0,0032	3	0,00106	<0,0028571	<0,02
7	0,0188	0,0033	3	0,00110	<0,0028571	<0,02
6	0,0155	0,0033	3	0,00111	<0,0028571	<0,02
5	0,0122	0,0033	3	0,00110	<0,0028571	<0,02
4	0,0089	0,0031	3	0,00104	<0,0028571	<0,02
3	0,0058	0,0019	3	0,00065	<0,0028571	<0,02
2	0,0038	0,0029	3	0,00095	<0,0028571	<0,02
1	0,0010	0,0010	3	0,00032	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.45: Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
12	317,573	317,573	0,00217	33,03	30,36	3	0,0070	0,0076
11	317,573	635,146	0,00236	49,54	47,31	3	0,0101	0,0105
10	317,573	635,146	0,00255	64,54	62,72	3	0,0083	0,0086
9	317,573	635,146	0,00275	78,04	76,59	3	0,0074	0,0076
8	317,573	635,146	0,00290	90,05	88,92	3	0,0068	0,0069
7	317,573	635,146	0,00304	100,55	99,71	3	0,0064	0,0065
6	317,573	635,146	0,00311	109,56	108,95	3	0,0060	0,006
5	317,573	635,146	0,00310	117,06	116,66	3	0,0056	0,0056
4	317,573	635,146	0,00295	123,06	122,82	3	0,0051	0,0051
3	317,573	635,146	0,00221	127,56	127,44	3	0,0037	0,0037
2	317,573	635,146	0,00239	130,56	130,52	3	0,0039	0,0039
1	289,582	607,155	0,00091	131,93	131,93	3	0,0014	0,0014

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

- Kat kesme kuvvetleri (V_i), eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden alınmıştır. (Örnek)

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 126,094$ ton

$V_t = 131,93$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda B2 (Yumuşak Kat Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 131,93 = 118,737$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98'e göre;

Yapıda B2 (Yumuşak Kat Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 131,93 = 131,93$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

5.2.2.8. X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının

Hesabı :

Rayleigh Oranı'nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, -%5 Y eksantiriste hesaplarında da aynıdır. Buna göre ;

$$T_1 = 1,626917 \text{ sn}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.46'da verilmiştir.

Çizelge 5.46 : Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	2,050515
2	1,517395
3	1,412652
4	0,637303
5	0,406575
6	0,397553
7	0,341657
8	0,215855
9	0,188601

5.2.2.9. X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve**Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :**

Çizelge 5.47: Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R_a(T_r)	S(T_r)	A(T_r)	S_{pa}(T_r)
1	2,050515	7	0,67623499	0,20287050	0,28430851
2	1,517395	7	0,86041720	0,25812516	0,36174397
3	1,412652	7	0,91108700	0,27332610	0,38304701
4	0,637303	7	1,72230964	0,51669289	0,72410818
5	0,406575	7	2,51230275	0,75369082	1,05624386
6	0,397553	7	2,5	0,75	1,05107143
7	0,341657	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,215855	7	2,5	0,75	1,05107143
9	0,188601	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 9 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 9 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.47'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 9 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.2.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak -%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.48: Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
12	0,0323	0,0239	0,0015	0,0018	0,0016	0,9080	<1,2	<1,2
11	0,0308	0,0221	0,0018	0,0019	0,0019	0,9622	<1,2	<1,2
10	0,0291	0,0202	0,0022	0,0021	0,0021	1,0238	<1,2	<1,2
9	0,0269	0,0182	0,0025	0,0022	0,0024	1,0681	<1,2	<1,2
8	0,0244	0,0160	0,0029	0,0023	0,0026	1,1107	<1,2	<1,2
7	0,0215	0,0137	0,0032	0,0024	0,0028	1,1372	<1,2	<1,2
6	0,0184	0,0113	0,0034	0,0024	0,0029	1,1684	<1,2	<1,2
5	0,0150	0,0089	0,0036	0,0024	0,0030	1,1993	<1,2	<1,2
4	0,0114	0,0065	0,0037	0,0023	0,0030	1,2331	>1,2	>1,2
3	0,0078	0,0042	0,0035	0,0020	0,0027	1,2750	>1,2	>1,2
2	0,0043	0,0022	0,0030	0,0013	0,0022	1,4004	>1,2	>1,2
1	0,0012	0,0009	0,0012	0,0009	0,0011	1,1370	<1,2	<1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 2. 3. ve 4. Katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ 'dir. Dolayısıyla bu katlarda iki yönetmelik için de A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.49: Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	(Δ_i)_{ort}	h_i(m)	(Δ_i / H)_{ort}	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
12	0,00163	3	0,00054	---	0,8811	----	<2,0
11	0,00185	3	0,00062	1,1350	0,8810	<1,5	<2,0
10	0,00210	3	0,00070	1,1351	0,8936	<1,5	<2,0
9	0,00235	3	0,00078	1,1190	0,9126	<1,5	<2,0
8	0,00258	3	0,00086	1,0957	0,9296	<1,5	<2,0
7	0,00277	3	0,00092	1,0757	0,9519	<1,5	<2,0
6	0,00291	3	0,00097	1,0505	0,9749	<1,5	<2,0
5	0,00299	3	0,00100	1,0258	1,0084	<1,5	<2,0
4	0,00296	3	0,00099	0,9916	1,0783	<1,5	<2,0
3	0,00275	3	0,00092	0,9274	1,2645	<1,5	<2,0
2	0,00217	3	0,00072	0,7908	2,0397	<1,5	>2,0
1	0,00106	3	0,00035	0,4903	----	<1,5	----

Çizelgeden de görüldüğü gibi, DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'e göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.50 : Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin
Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
12	0,03231	0,00148	3	0,00049	<0,0028571	<0,02
11	0,03083	0,00178	3	0,00059	<0,0028571	<0,02
10	0,02905	0,00215	3	0,00072	<0,0028571	<0,02
9	0,02690	0,00251	3	0,00084	<0,0028571	<0,02
8	0,02439	0,00286	3	0,00095	<0,0028571	<0,02
7	0,02153	0,00315	3	0,00105	<0,0028571	<0,02
6	0,01838	0,00340	3	0,00113	<0,0028571	<0,02
5	0,01498	0,00358	3	0,00119	<0,0028571	<0,02
4	0,01140	0,00365	3	0,00122	<0,0028571	<0,02
3	0,00775	0,00350	3	0,00117	<0,0028571	<0,02
2	0,00425	0,00304	3	0,00101	<0,0028571	<0,02
1	0,00121	0,00121	3	0,00040	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, göreli kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.51 : Örnek 5.2'ye Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
12	317,573	317,573	0,0016	33,03	30,36	3	0,0052	0,0057
11	317,573	635,146	0,0019	49,54	47,31	3	0,0079	0,0083
10	317,573	635,146	0,0021	64,54	62,72	3	0,0069	0,0071
9	317,573	635,146	0,0024	78,04	76,59	3	0,0064	0,0065
8	317,573	635,146	0,0026	90,05	88,92	3	0,0061	0,0061
7	317,573	635,146	0,0028	100,55	99,71	3	0,0058	0,0059
6	317,573	635,146	0,0029	109,56	108,95	3	0,0056	0,0057
5	317,573	635,146	0,0030	117,06	116,66	3	0,0054	0,0054
4	317,573	635,146	0,0030	123,06	122,82	3	0,0051	0,0051
3	317,573	635,146	0,0027	127,56	127,44	3	0,0046	0,0046
2	317,573	635,146	0,0022	130,56	130,52	3	0,0035	0,0035
1	289,582	607,155	0,0011	131,93	131,93	3	0,0016	0,0016

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 142,66$ ton ve $V_t = 131,93$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda B2 (Yumuşak Kat Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 131,93 = 118,737$$

- $\emptyset$ $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98'e göre;

Yapıda B2 (Yumuşak Kat Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 131,93 = 131,93$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

5.2.2.11. Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı:

Fiktif yükler, Y yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar bulunmuştur. Bu fiktif yükler yapının kat kütle merkezlerine etkitilmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh Oranı ile hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.52’de verilmiştir.

Çizelge 5.52: Örnek 5.2’ye Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 ’in Hesabı

Rayleigh Oranı İle T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2 \text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
12	32,37238	0,15402	0,00025530	2,1100E-06	3,9321E-05
11	32,37238	0,14119	0,00023860	1,8430E-06	3,3687E-05
10	32,37238	0,12835	0,00022020	1,5697E-06	2,8263E-05
9	32,37238	0,11552	0,00019950	1,2884E-06	2,3045E-05
8	32,37238	0,10268	0,00017670	1,0108E-06	1,8144E-05
7	32,37238	0,08985	0,00015180	7,4596E-07	1,3638E-05
6	32,37238	0,07701	0,00012540	5,0906E-07	9,6571E-06
5	32,37238	0,06418	0,00009817	3,1198E-07	6,3001E-06
4	32,37238	0,05134	0,00007116	1,6393E-07	3,6534E-06
3	32,37238	0,03851	0,00004566	6,7491E-08	1,7581E-06
2	32,37238	0,02567	0,00002346	1,7817E-08	6,0222E-07
1	29,51906	0,01170	0,00000692	1,4148E-09	8,1025E-08
TOPLAM	385,61519	1,0000		9,6394E-06	1,7815E-04

$$T_1 = 2p \left[\frac{9,6394 \cdot 10^{-6}}{1,7815 \cdot 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,4615474 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{1,4615474} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 0,8866$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,8866 \quad A(T_1) = 0,2660$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{3782,885 \cdot 0,2660}{7} \Rightarrow V_t = 143,75 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 3782,885 \cong 113,49 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 143,75 \text{ ton alınır.}$$

5.2.2.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.53’de verilmiştir.

Çizelge 5.53 : Örnek 5.2’e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	1,971199
2	1,545326
3	1,442872
4	0,613280
5	0,422741
6	0,397194
7	0,329335
8	0,208244
9	0,198868
10	0,180353

5.2.2.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.54: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	1,971199	7	0,697916757	0,209375027	0,29342414
2	1,545326	7	0,847953257	0,254385977	0,35650378
3	1,442872	7	0,895789066	0,26873672	0,37661532
4	0,613280	7	1,776073606	0,532822082	0,74671209
5	0,422741	7	2,514119162	0,754235749	1,05700753
6	0,397194	7	2,5	0,75	1,05107143
7	0,329335	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,208244	7	2,5	0,75	1,05107143
9	0,198868	7	2,5	0,75	1,05107143
10	0,180353	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 10 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 10 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.54'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 10 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.2.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.55: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
12	0,0336	0,0241	0,0019	0,0017	0,0018	1,0492	<1,2	<1,2
11	0,0317	0,0223	0,0022	0,0019	0,0020	1,0765	<1,2	<1,2
10	0,0295	0,0204	0,0025	0,0020	0,0023	1,1018	<1,2	<1,2
9	0,0271	0,0184	0,0028	0,0022	0,0025	1,1222	<1,2	<1,2
8	0,0243	0,0162	0,0031	0,0023	0,0027	1,1439	<1,2	<1,2
7	0,0212	0,0139	0,0034	0,0024	0,0029	1,1592	<1,2	<1,2
6	0,0178	0,0115	0,0036	0,0025	0,0030	1,1755	<1,2	<1,2
5	0,0143	0,0090	0,0036	0,0025	0,0030	1,1921	<1,2	<1,2
4	0,0106	0,0065	0,0036	0,0023	0,0030	1,2149	>1,2	>1,2
3	0,0070	0,0042	0,0033	0,0020	0,0027	1,2331	>1,2	>1,2
2	0,0038	0,0022	0,0026	0,0015	0,0021	1,2703	>1,2	>1,2
1	0,0011	0,0006	0,0011	0,0006	0,0009	1,2660	>1,2	>1,2

Çizelgede de görüldüğü gibi 1.2.3. ve 4. katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ olduğundan, her iki yönetmeliğe göre de yapıda A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.56: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i / H)_{ort}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
12	0,00183	3	0,00061	---	0,9037	<1,5	<2,0
11	0,00203	3	0,00068	1,1066	0,8960	<1,5	<2,0
10	0,00226	3	0,00075	1,1160	0,9058	<1,5	<2,0
9	0,00250	3	0,00083	1,1040	0,9207	<1,5	<2,0
8	0,00271	3	0,00090	1,0862	0,9377	<1,5	<2,0
7	0,00289	3	0,00096	1,0664	0,9570	<1,5	<2,0
6	0,00302	3	0,00101	1,0450	0,9918	<1,5	<2,0
5	0,00305	3	0,00102	1,0083	1,0305	<1,5	<2,0
4	0,00296	3	0,00099	0,9704	1,1109	<1,5	<2,0
3	0,00266	3	0,00089	0,9002	1,2799	<1,5	<2,0
2	0,00208	3	0,00069	0,7813	2,3704	<1,5	>2,0
1	0,00088	3	0,00029	0,4219	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'e göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.57: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
12	0,03364	0,00192	3	0,00064	<0,0028571	<0,02
11	0,03172	0,00218	3	0,00073	<0,0028571	<0,02
10	0,02954	0,00249	3	0,00083	<0,0028571	<0,02
9	0,02705	0,00280	3	0,00093	<0,0028571	<0,02
8	0,02425	0,00310	3	0,00103	<0,0028571	<0,02
7	0,02115	0,00335	3	0,00112	<0,0028571	<0,02
6	0,01780	0,00355	3	0,00118	<0,0028571	<0,02
5	0,01425	0,00363	3	0,00121	<0,0028571	<0,02
4	0,01062	0,00359	3	0,00120	<0,0028571	<0,02
3	0,00703	0,00328	3	0,00109	<0,0028571	<0,02
2	0,00375	0,00264	3	0,00088	<0,0028571	<0,02
1	0,00111	0,00111	3	0,00037	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta göreli kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.58: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
12	317,573	317,573	0,0018	34,58	33,09	3	0,0056	0,0059
11	317,573	635,146	0,0020	52,80	51,55	3	0,0081	0,0083
10	317,573	635,146	0,0023	69,36	68,34	3	0,0069	0,0070
9	317,573	635,146	0,0025	84,27	83,45	3	0,0063	0,0063
8	317,573	635,146	0,0027	97,52	96,89	3	0,0059	0,0059
7	317,573	635,146	0,0029	109,11	108,64	3	0,0056	0,0056
6	317,573	635,146	0,0030	119,05	118,71	3	0,0054	0,0054
5	317,573	635,146	0,0030	127,33	127,11	3	0,0051	0,0051
4	317,573	635,146	0,0030	133,96	133,82	3	0,0047	0,0047
3	317,573	635,146	0,0027	138,93	138,86	3	0,0041	0,0041
2	317,573	635,146	0,0021	142,24	142,22	3	0,0031	0,0031
1	289,582	607,155	0,0009	143,75	143,75	3	0,0012	0,0012

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 116,444$ ton olarak bulunmuştur.

$V_t = 143,75$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 143,75 = 129,375$$

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 143,75 = 143,75$$

Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, her iki yönetmelik için yapılan çözümlerde, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.

- (DBYBHY-2007) Büyütme oranı = $129,375 / 116,444 = 1,111$ olarak bulunur. (3.16)
- (TDY-98) Büyütme oranı = $143,75 / 116,444 = 1,2345$ olarak bulunur. (3.16)
- Deplasmanlarda büyütme yapıldığında, burulma düzensizliği kontrollerinde ve yumuşak kat düzensizliği kontrollerinde bir değişiklik olmayacaktır. Ancak görelî kat ötelemeleri kontrolleri ile ikinci mertebe etkileri kontrolleri tekrar yapılacaktır. Buna göre,

Çizelge 5.59: Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü				
Kat No	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(1998)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(2007)$	1998	2007
12	0,00079	0,00071	<0,0028571	<0,02
11	0,00090	0,00081	<0,0028571	<0,02
10	0,00102	0,00092	<0,0028571	<0,02
9	0,00115	0,00104	<0,0028571	<0,02
8	0,00128	0,00115	<0,0028571	<0,02
7	0,00138	0,00124	<0,0028571	<0,02
6	0,00146	0,00131	<0,0028571	<0,02
5	0,00149	0,00134	<0,0028571	<0,02
4	0,00148	0,00133	<0,0028571	<0,02
3	0,00135	0,00121	<0,0028571	<0,02
2	0,00109	0,00098	<0,0028571	<0,02
1	0,00046	0,00041	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.60: Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü				
Kat No	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$	1998	2007
12	0,00692	0,00651	<0,12	<0,12
11	0,01002	0,00924	<0,12	<0,12
10	0,00852	0,00778	<0,12	<0,12
9	0,00774	0,00703	<0,12	<0,12
8	0,00726	0,00658	<0,12	<0,12
7	0,00692	0,00626	<0,12	<0,12
6	0,00663	0,00598	<0,12	<0,12
5	0,00625	0,00563	<0,12	<0,12
4	0,00577	0,00519	<0,12	<0,12
3	0,00500	0,00451	<0,12	<0,12
2	0,00382	0,00344	<0,12	<0,12
1	0,00152	0,00137	<0,12	<0,12

Çizelgeden de görüldüğü gibi, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliğin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

5.2.2.15. Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının

Hesabı:

Rayleigh Oranı'nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, -%5 X eksantiriste hesaplarında da aynıdır. Buna göre;

$$T_1 = 1,4615474 \text{ sn}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.61 'de verilmiştir.

Çizelge 5.61 : Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	2,037635
2	1,588725
3	1,357718
4	0,634665
5	0,424070
6	0,382951
7	0,339998
8	0,214821
9	0,193766
10	0,179133

5.2.2.16. Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.62: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste için Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	2,037635	7	0,679652452	0,203895736	0,28574531
2	1,588725	7	0,829371329	0,248811399	0,34869140
3	1,357718	7	0,940460027	0,282138008	0,39539627
4	0,634665	7	1,728034316	0,518410295	0,72651500
5	0,424070	7	2,588650596	0,776595179	1,08834267
6	0,382951	7	2,5	0,75	1,05107143
7	0,339998	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,214821	7	2,5	0,75	1,05107143
9	0,193766	7	2,5	0,75	1,05107143
10	0,179133	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.8.2.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 10 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 10 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.62'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 10 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.2.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak -%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.63: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
12	0,0389	0,0211	0,0020	0,0013	0,0017	1,1952	<1,2	<1,2
11	0,0369	0,0198	0,0023	0,0015	0,0019	1,2188	>1,2	>1,2
10	0,0345	0,0183	0,0027	0,0017	0,0022	1,2215	>1,2	>1,2
9	0,0318	0,0165	0,0031	0,0019	0,0025	1,2470	>1,2	>1,2
8	0,0287	0,0146	0,0035	0,0020	0,0028	1,2649	>1,2	>1,2
7	0,0252	0,0126	0,0038	0,0022	0,0030	1,2809	>1,2	>1,2
6	0,0213	0,0105	0,0041	0,0022	0,0032	1,2984	>1,2	>1,2
5	0,0172	0,0082	0,0043	0,0022	0,0032	1,3148	>1,2	>1,2
4	0,0130	0,0060	0,0043	0,0021	0,0032	1,3365	>1,2	>1,2
3	0,0087	0,0039	0,0040	0,0019	0,0029	1,3616	>1,2	>1,2
2	0,0047	0,0020	0,0034	0,0014	0,0024	1,4091	>1,2	>1,2
1	0,0013	0,0006	0,0013	0,0006	0,0010	1,3704	>1,2	>1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11. katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ olduğundan, her iki yönetmeliğe göre de bu katlarda A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.64: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	(Δ_i)_{ort}	h_i(m)	(Δ_i / H)_{ort}	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
12	0,0017	3	0,00056	---	0,8672	<1,5	<2,0
11	0,0019	3	0,00064	1,1532	0,8591	<1,5	<2,0
10	0,0022	3	0,00075	1,1641	0,8904	<1,5	<2,0
9	0,0025	3	0,00084	1,1230	0,9045	<1,5	<2,0
8	0,0028	3	0,00093	1,1056	0,9281	<1,5	<2,0
7	0,0030	3	0,00100	1,0775	0,9492	<1,5	<2,0
6	0,0032	3	0,00105	1,0535	0,9722	<1,5	<2,0
5	0,0032	3	0,00108	1,0286	1,0141	<1,5	<2,0
4	0,0032	3	0,00107	0,9861	1,0849	<1,5	<2,0
3	0,0029	3	0,00098	0,9218	1,2351	<1,5	<2,0
2	0,0024	3	0,00079	0,8097	2,4570	<1,5	>2,0
1	0,0010	3	0,00032	0,4070	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 türü düzensizliğe rastlanmaktadır. TDY-98'e göre ise bu düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.65: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
12	0,03885	0,00199	3	0,00066	<0,0028571	<0,02
11	0,03686	0,00234	3	0,00078	<0,0028571	<0,02
10	0,03452	0,00273	3	0,00091	<0,0028571	<0,02
9	0,03179	0,00313	3	0,00104	<0,0028571	<0,02
8	0,02866	0,00351	3	0,00117	<0,0028571	<0,02
7	0,02515	0,00383	3	0,00128	<0,0028571	<0,02
6	0,02132	0,00409	3	0,00136	<0,0028571	<0,02
5	0,01723	0,00426	3	0,00142	<0,0028571	<0,02
4	0,01297	0,00427	3	0,00142	<0,0028571	<0,02
3	0,00870	0,00401	3	0,00134	<0,0028571	<0,02
2	0,00469	0,00336	3	0,00112	<0,0028571	<0,02
1	0,00133	0,00133	3	0,00044	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.66: Örnek 5.2'ye Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(1998)$	$V_i(2007)$	$h_i(m)$	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$
12	317,573	317,573	0,00167	34,58	33,09	3	0,0051	0,0053
11	317,573	635,146	0,00192	52,80	51,55	3	0,0077	0,0079
10	317,573	635,146	0,00224	69,36	68,34	3	0,0068	0,0069
9	317,573	635,146	0,00251	84,27	83,45	3	0,0063	0,0064
8	317,573	635,146	0,00278	97,52	96,89	3	0,0060	0,0061
7	317,573	635,146	0,00299	109,11	108,64	3	0,0058	0,0058
6	317,573	635,146	0,00315	119,05	118,71	3	0,0056	0,0056
5	317,573	635,146	0,00324	127,33	127,11	3	0,0054	0,0054
4	317,573	635,146	0,00320	133,96	133,82	3	0,0050	0,0051
3	317,573	635,146	0,00295	138,93	138,86	3	0,0045	0,0045
2	317,573	635,146	0,00238	142,24	142,22	3	0,0035	0,0035
1	289,582	607,155	0,00097	143,75	143,75	3	0,0014	0,0014

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Kat kesme kuvvetleri (V_i), eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanan çözümden alınmıştır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 122,786$ ton olarak bulunmuştur.

$V_t = 143,75$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 143,75 = 129,375$$

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 ve B2 Düzensizlikleri olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 143,75 = 143,75$$

- Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, her iki yönetmelik için yapılan çözümlerde, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.
- (DBYBHY-2007) Büyütme oranı = $129,375 / 122,786 = 1,054$ olarak bulunur. (3.16)
 - (TDY-98) Büyütme Oranı = $143,75 / 122,786 = 1,1707$ olarak bulunur. (3.16)
 - Deplasmanlarda büyütme yapıldığında, burulma düzensizliği kontrollerinde ve yumuşak kat düzensizliği kontrollerinde bir değişiklik olmayacaktır. Ancak görelî kat ötelemeleri kontrolleri ile ikinci mertbe etkileri kontrolleri tekrar yapılacaktır. Buna göre;

Çizelge 5.67: Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü				
Kat No	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(1998)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(2007)$	1998	2007
12	0,00078	0,00070	<0,0028571	<0,02
11	0,00091	0,00082	<0,0028571	<0,02
10	0,00107	0,00096	<0,0028571	<0,02
9	0,00122	0,00110	<0,0028571	<0,02
8	0,00137	0,00123	<0,0028571	<0,02
7	0,00149	0,00135	<0,0028571	<0,02
6	0,00160	0,00144	<0,0028571	<0,02
5	0,00166	0,00150	<0,0028571	<0,02
4	0,00167	0,00150	<0,0028571	<0,02
3	0,00156	0,00141	<0,0028571	<0,02
2	0,00131	0,00118	<0,0028571	<0,02
1	0,00052	0,00047	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.68: Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin HesaplananYeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü				
Kat No	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$	1998	2007
12	0,0060	0,0056	<0,12	<0,12
11	0,0090	0,0083	<0,12	<0,12
10	0,0080	0,0073	<0,12	<0,12
9	0,0074	0,0067	<0,12	<0,12
8	0,0071	0,0064	<0,12	<0,12
7	0,0068	0,0061	<0,12	<0,12
6	0,0066	0,0059	<0,12	<0,12
5	0,0063	0,0057	<0,12	<0,12
4	0,0059	0,0053	<0,12	<0,12
3	0,0053	0,0047	<0,12	<0,12
2	0,0042	0,0037	<0,12	<0,12
1	0,0016	0,0014	<0,12	<0,12

Çizelgeden de görüldüğü gibi, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

5. YAPI ANALİZİ VE DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ Zekiye Aysu TAŞAN

Çizelge 5.69 : Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
12	1,161	---	0,9214	0,00084	0,00756	1,161	---	0,00084	0,006955
11	1,146	1,085	0,9253	0,00090	0,01054	1,146	1,085	0,00090	0,010065
10	1,128	1,081	0,9271	0,00096	0,00859	1,128	1,081	0,00096	0,008348
9	1,111	1,079	0,9465	0,00102	0,00759	1,111	1,079	0,00102	0,007446
8	1,100	1,056	0,9539	0,00106	0,00690	1,100	1,056	0,00106	0,006818
7	1,085	1,048	0,9775	0,00110	0,00645	1,085	1,048	0,00110	0,006401
6	1,074	1,023	1,0048	0,00111	0,00604	1,074	1,023	0,00111	0,006010
5	1,063	0,995	1,0492	0,00110	0,00562	1,063	0,995	0,00110	0,005598
4	1,054	0,953	1,3379	0,00104	0,00508	1,054	0,953	0,00104	0,005075
3	0,880	0,747	0,9222	0,00065	0,00366	0,880	0,747	0,00065	0,003660
2	1,197	1,084	2,6300	0,00095	0,00388	1,197	1,084	0,00095	0,003877
1	1,055	0,380	----	0,00032	0,00139	1,055	0,380	0,00032	0,001395
$\eta_{bi} < 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği yoktur. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} < 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği yoktur. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

5. YAPI ANALİZİ VE DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ Zekiye Aysu TAŞAN

Çizelge 5.70 : Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem
Yönü ve -%5 Eksantriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin
Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
12	0,908	---	0,8811	0,00049	0,0057	0,908	---	0,00049	0,0052
11	0,962	1,135	0,8809	0,00059	0,0083	0,962	1,135	0,00059	0,0079
10	1,024	1,135	0,8936	0,00072	0,0071	1,024	1,135	0,00072	0,0069
9	1,068	1,119	0,9126	0,00084	0,0065	1,068	1,119	0,00084	0,0064
8	1,111	1,096	0,9296	0,00095	0,0061	1,111	1,096	0,00095	0,0060
7	1,137	1,076	0,9519	0,00105	0,0059	1,137	1,076	0,00105	0,0058
6	1,168	1,050	0,9749	0,00113	0,0056	1,168	1,050	0,00113	0,0056
5	1,199	1,026	1,0084	0,00119	0,0054	1,199	1,026	0,00119	0,0054
4	1,233	0,992	1,0783	0,00122	0,0051	1,233	0,992	0,00122	0,0051
3	1,275	0,927	1,2645	0,00117	0,0046	1,275	0,927	0,00117	0,0046
2	1,400	0,791	2,0397	0,00101	0,0035	1,400	0,791	0,00101	0,0035
1	1,137	0,490	----	0,00040	0,0016	1,137	0,490	0,00040	0,0016
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

5. YAPI ANALİZİ VE DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ Zekiye Aysu TAŞAN

Çizelge 5.71 : Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
12	1,049	---	0,9037	0,00071	0,00650	1,049	---	0,00079	0,00691
11	1,076	1,1066	0,8960	0,00081	0,00924	1,076	1,1066	0,00090	0,01002
10	1,102	1,1160	0,9058	0,00092	0,00778	1,102	1,1160	0,00102	0,00852
9	1,122	1,1040	0,9207	0,00104	0,00703	1,122	1,1040	0,00115	0,00774
8	1,144	1,0862	0,9377	0,00115	0,00658	1,144	1,0862	0,00128	0,00726
7	1,159	1,0664	0,9569	0,00124	0,00626	1,159	1,0664	0,00138	0,00692
6	1,175	1,0450	0,9918	0,00131	0,00598	1,175	1,0450	0,00146	0,00663
5	1,192	1,0083	1,0305	0,00134	0,00563	1,192	1,0083	0,00149	0,00625
4	1,215	0,9704	1,1109	0,00133	0,00519	1,215	0,9704	0,00148	0,00576
3	1,233	0,9002	1,2799	0,00121	0,00451	1,233	0,9002	0,00135	0,00500
2	1,270	0,7813	2,3704	0,00098	0,00344	1,270	0,7813	0,00109	0,00382
1	1,266	0,4219	----	0,00041	0,00137	1,266	0,4219	0,00046	0,00152
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

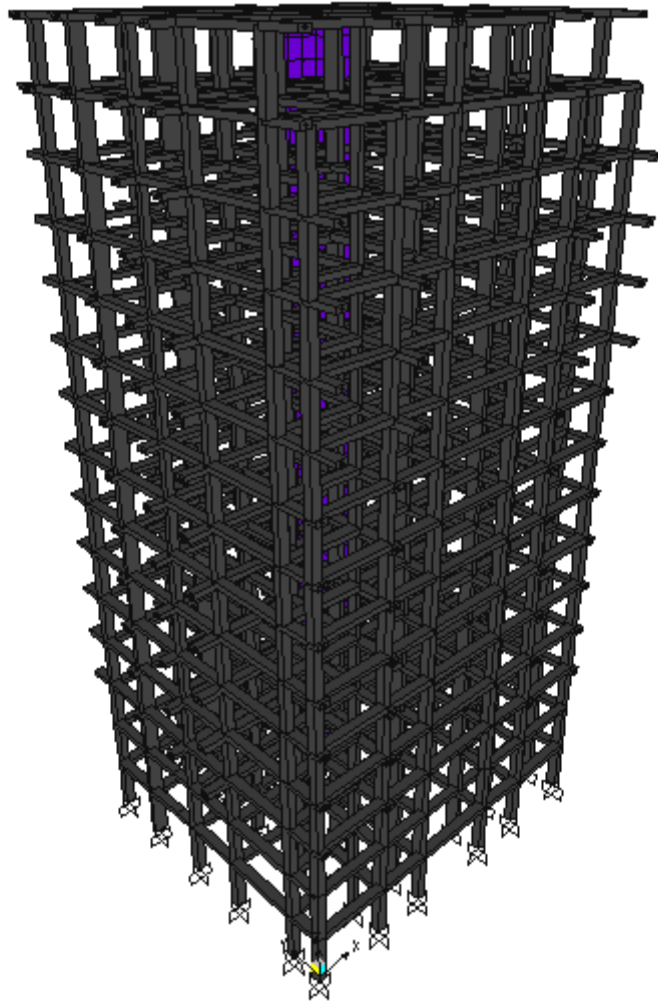
5. YAPI ANALİZİ VE DÜZENSİZLİK KONTROLLERİ Zekiye Aysu TAŞAN

Çizelge 5.72 : Örnek 5.2'ye Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

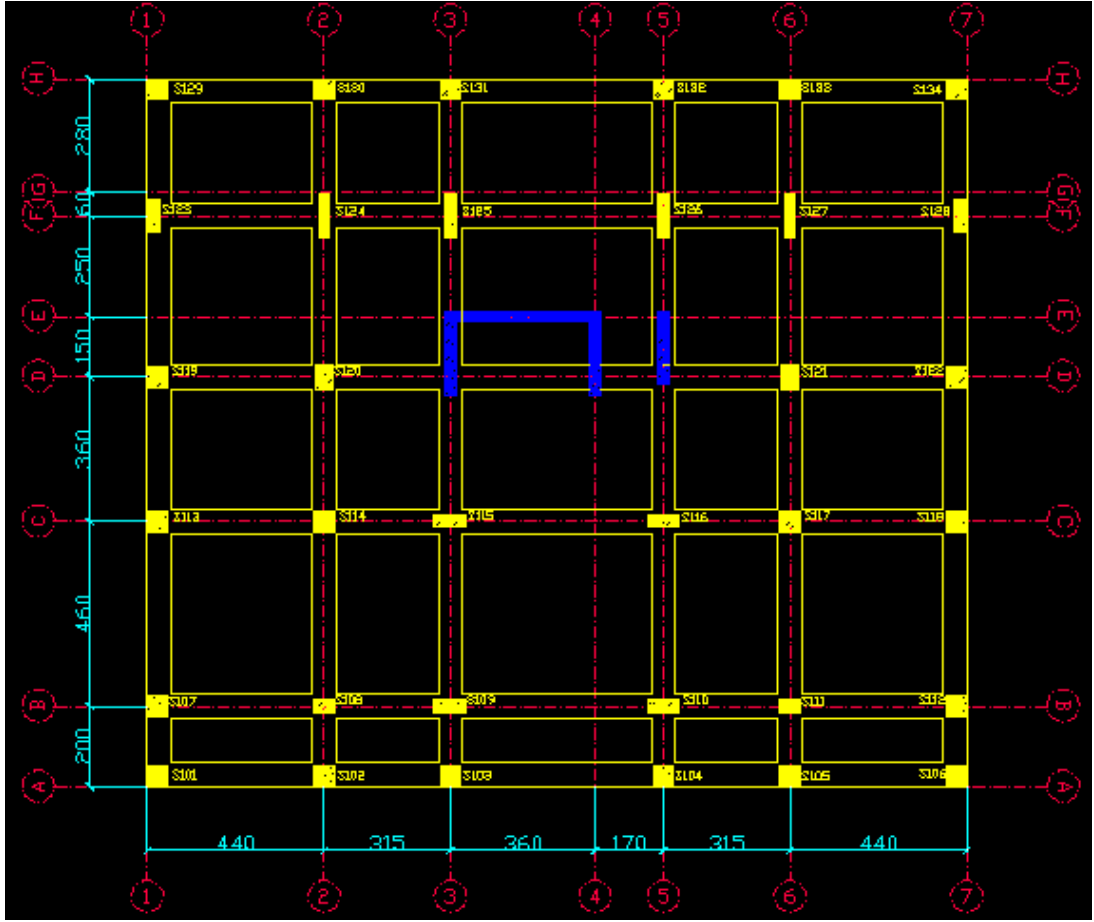
2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
12	1,195	---	0,8672	0,00070	0,00561	1,195	---	0,00078	0,00597
11	1,219	1,153	0,8591	0,00082	0,00831	1,219	1,153	0,00091	0,00901
10	1,221	1,164	0,8904	0,00096	0,00730	1,221	1,164	0,00106	0,00799
9	1,247	1,123	0,9045	0,00110	0,00671	1,247	1,123	0,00122	0,00738
8	1,265	1,106	0,9281	0,00123	0,00639	1,265	1,106	0,00137	0,00705
7	1,281	1,077	0,9492	0,00135	0,00614	1,281	1,077	0,00149	0,00679
6	1,298	1,053	0,9722	0,00144	0,00592	1,298	1,053	0,00160	0,00656
5	1,315	1,029	1,0141	0,00150	0,00569	1,315	1,029	0,00166	0,00631
4	1,3365	0,986	1,0849	0,00150	0,00533	1,3365	0,986	0,00167	0,00591
3	1,362	0,922	1,2351	0,00141	0,00473	1,362	0,922	0,00156	0,00525
2	1,409	0,810	2,4570	0,00118	0,00374	1,409	0,810	0,00131	0,00415
1	1,370	0,407	----	0,00047	0,00144	1,370	0,407	0,00052	0,00160
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} > 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği vardır. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

5.2.3. Örnek 5.3.

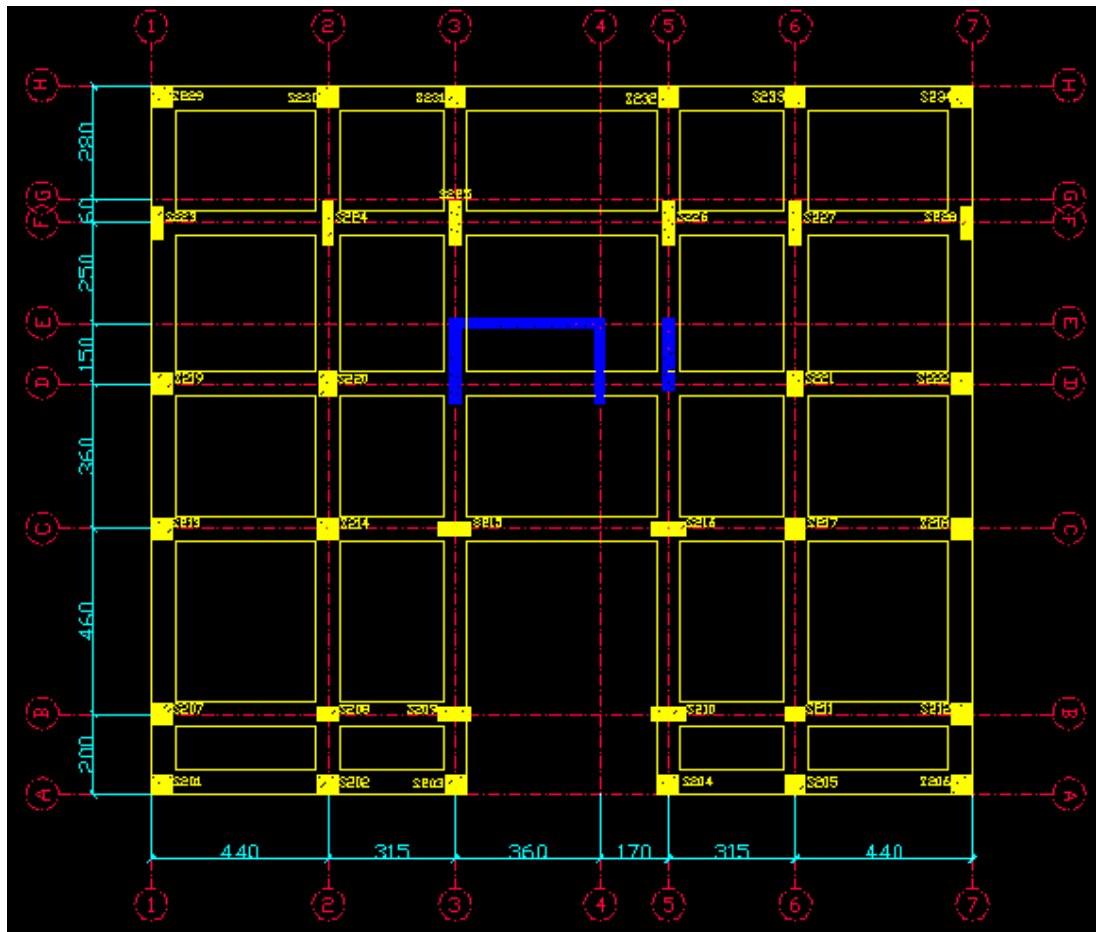
Bu örnekte; 15 katlı, düşey taşıyıcı sistemi kolon ve perdelerden oluşan, düzenli bir taşıyıcı sisteme sahip, betonarme yapı çözülmüştür. Bu örneğe ait perspektif görünüş Şekil 5.7’de, kat kalıp planları ise Şekil 5.8, Şekil 5.9, Şekil 5.10 ve Şekil 5.11’de gösterilmiştir.



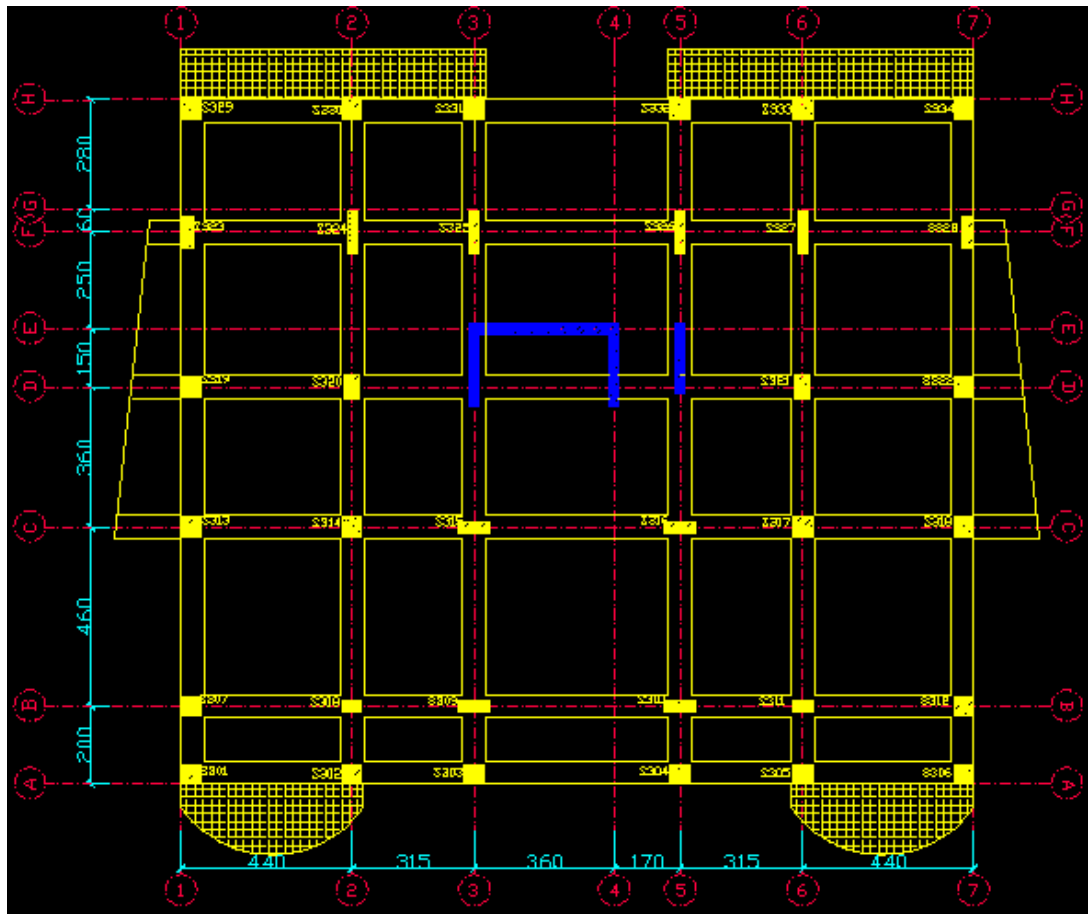
Şekil 5.7: Örnek 5.3 ‘e Ait Perspektif Görünüş



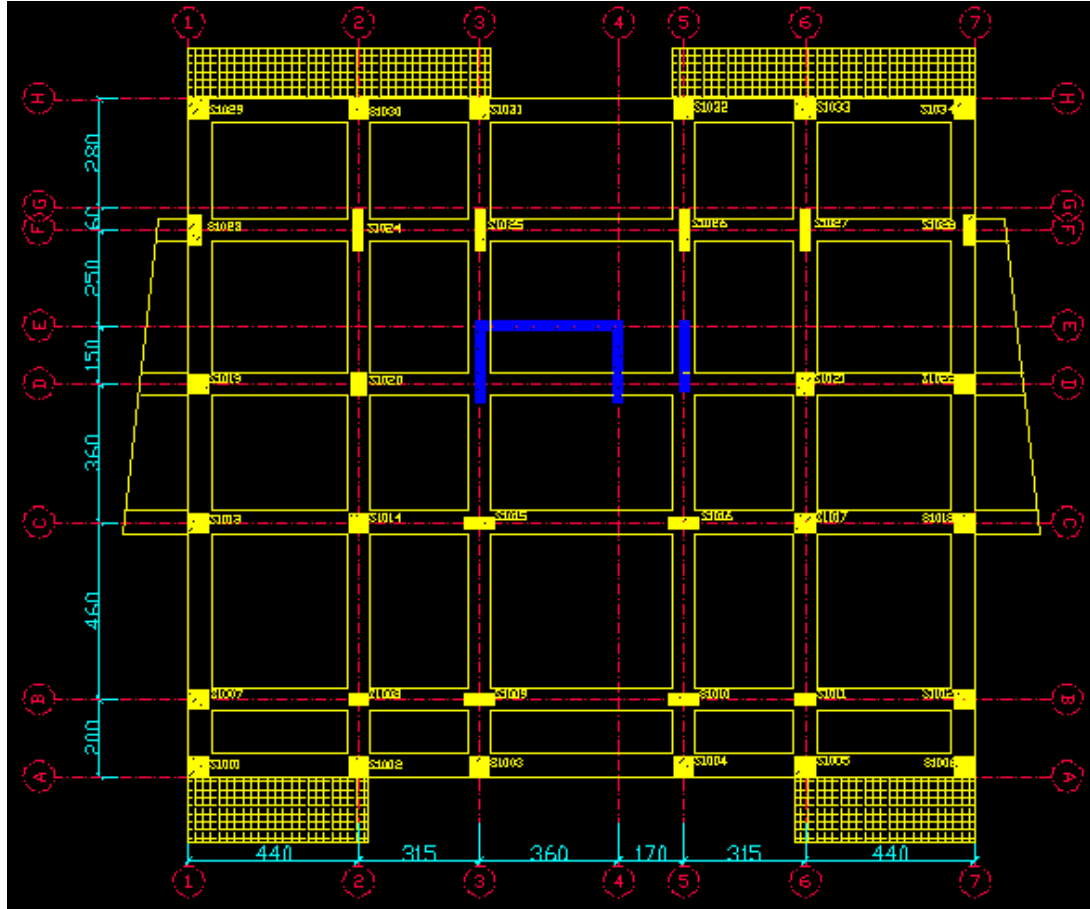
Şekil 5.8. Örnek 5.3'e Ait 1. Kat Kalıp Planı



Şekil 5.9. Örnek 5.3'e Ait 2. Kat Kalıp Planı



Şekil 5.10. Örnek 5.3'e Ait 3. ve 9. Katlar Kalıp Planı



Şekil 5.11. Örnek 5.3'e Ait 10. ve 15. Katlar Kalıp Planı

5.2.3.1. Bina Bilgileri

YAPI BİLGİLERİ	
Bina Türü	: Konut
Taşıyıcı Sistem Türü	: Betonarme Çerçevesi Sistem
Bina Önem Katsayısı	: 1,00
Kat Sayısı	: 15 Normal Kat
Kat Yüksekliği (m)	: 3
Deprem Bölgesi	: 2. Bölge
Zemin Sınıfı	: Z2
Beton-Çelik Sınıfı	: C35 – S420
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı(R)	: 7
Analiz Tipi	: Dinamik

Çizelge 5.73: Örnek 5.3'e Ait Kolon Boyutları

Kat No	Kolon No	Boyut (cm)
1	S101-S102-S103-S104-S105-S106-S107-S112-S113-S114	50x50
	S117-S118-S119-S122-S129-S130-S131-S132-S133-S134	
	S108-S111	50x30
	S109-S110-S115-S116	80x30
	S120-S121	40x60
	S123-S128	30x80
	S124-S125-S126-S127	25x110
2	S201-S202-S203-S204-S205-S206-S207-S212-S213-S214	50x50
	S217-S218-S219-S222-S229-S230-S231-S232-S233-S234	
	S208-S211	50x30
	S209-S210-S215-S216	80x30
	S220-S221	35x60
	S223-S228	30x80
	S224-S225-S226-S227	25x110
3-15	S301-S302-S303-S304-S305-S306-S307-S312-S313-S314	50x50
	S317-S318	
	S308-S311	50x30
	S309-S310-S315-S316	80x30
	S319-S322-S331-S332	40x40
	S320-S321	30x60
	S323-S328	30x80
	S324-S325-S326-S327	25x110
	S330-S333	50x40

Perde kalınlıkları = 25 cm

Kiriş boyutları = 60/30 cm olarak kullanılmıştır.

5.2.3.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı :

Örnek 1 için kat ağırlığı hesabı yapılırken Denk(3.6) kullanılacaktır. Hareketli Yük Katılım Katsayısı Tablo (3.7)'ye göre 0,3 seçilmiştir. Hesaplanan kat ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.74: Örnek 5.3'e Ait Kat Ağırlıkları

Kat No	H(m)	$W_g(\text{ton})$	$W_q(\text{ton})$	$W_k(\text{ton})$
15	45	452,38	102,90	483,255
14	42	542,00	119,45	577,835
13	39	519,36	127,16	557,512
12	36	520,53	127,16	558,681
11	33	519,92	127,16	558,069
10	30	520,53	127,16	558,681
9	27	502,23	124,34	539,537
8	24	502,23	124,34	539,537
7	21	502,23	124,34	539,537
6	18	500,10	124,34	537,404
5	15	501,10	124,34	538,403
4	12	503,70	124,34	541,000
3	9	522,83	124,34	560,095
2	6	435,49	80,19	459,546
1	3	506,29	144,00	549,487
$\sum W_k$				8098,579

5.2.3.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı :

Fiktif yükler, X yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar bulunmuştur. Hesaplanan fiktif yükler Çizelge 5.75'de verilmiştir. Bu fiktif yükler yapının kat kütle merkezlerine etkililmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.75: Örnek 5.3'e Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler

Kat Ağırlıkları ve Fiktif Yükler				
Kat No	w_i(ton)	H_i(m)	w_iH_i(tonm)	F_{fi}(ton)
15	483,255	45	21746,470	0,11119
14	577,835	42	24269,070	0,1241
13	557,512	39	21742,970	0,11117
12	558,681	36	20112,516	0,1028
11	558,069	33	18416,277	0,0942
10	558,681	30	16760,430	0,0857
9	539,537	27	14567,499	0,0745
8	539,537	24	12948,888	0,0662
7	539,537	21	11330,277	0,0579
6	537,404	18	9673,272	0,0495
5	538,403	15	8076,045	0,0413
4	541,000	12	6492,000	0,0332
3	560,095	9	5040,855	0,0258
2	459,546	6	2757,276	0,0141
1	549,487	3	1648,461	0,0084
TOPLAM	8098,579		195582,309	1,0000

5.2.3.4. X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim

Periyodunun Hesabı :

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Ragleigh Oranı ile hesaplanmıştır.

Periyot değerleri Çizelge 5.76'da verilmiştir.

- DBYBHY-2007'ye göre T_1 , Rayleigh Oranı ile hesaplanır. Buradan;

Çizelge 5.76: Örnek 5.3'e Ait Kat X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 'in Hesabı

Rayleigh Oranı ile T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2\text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
15	49,2615	0,1112	0,00017550	1,517E-06	1,951E-05
14	58,9027	0,1241	0,00016890	1,680E-06	2,096E-05
13	56,8310	0,1112	0,00016140	1,480E-06	1,794E-05
12	56,9502	0,1028	0,00015130	1,304E-06	1,556E-05
11	56,8878	0,0942	0,00014000	1,115E-06	1,318E-05
10	56,9502	0,0857	0,00012760	9,272E-07	1,093E-05
9	54,9987	0,0745	0,00011380	7,123E-07	8,476E-06
8	54,9987	0,0662	0,00009957	5,453E-07	6,592E-06
7	54,9987	0,0579	0,00008477	3,952E-07	4,911E-06
6	54,7812	0,0495	0,00006965	2,658E-07	3,445E-06
5	54,8831	0,0413	0,00005455	1,633E-07	2,252E-06
4	55,1478	0,0332	0,00003989	8,775E-08	1,324E-06
3	57,0943	0,0258	0,00002618	3,913E-08	6,748E-07
2	46,8446	0,0141	0,00001391	9,064E-09	1,961E-07
1	56,0129	0,0084	0,00000471	1,243E-09	3,971E-08
TOPLAM	825,5432	1,0000		1,024E-05	1,260E-04

$$T_1 = 2p \left[\frac{1,024 * 10^{-5}}{1,260 * 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,791449373 \cong 1,79145 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{1,79145} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 0,7534$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,7534 \quad A(T_1) = 0,22602$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{8098,579 \cdot 0,22602}{7} \Rightarrow V_t = 261,49 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 8098,579 \cong 242,96 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 261,49 \text{ ton alınır.}$$

- TDY-98' ye göre; $H_N > 25\text{m.}$ olduğundan T_1 ampirik formülle hesap yapılamaz.

Rayleigh Oranı ile hesaplanan T_1 esas alınır.

Çizelge 5.77: Örnek 5.3'e Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı

Kat No	$M_i(W_i/g)$	$I_x(m^4)$	$I_y(m^4)$	$A(m^2)$	$m\theta_i$
15	49,2615	10855,02	14925,35	385,92	3290,783
14	58,9027	12156,83	15711,42	416,12	3944,809
13	56,8310	13610,06	17256,27	412,63	4251,179
12	56,9502	13610,06	17256,27	412,63	4260,093
11	56,8878	13610,06	17256,27	412,63	4255,426
10	56,9502	13610,06	17256,27	412,63	4260,093
9	54,9987	11890,67	15964,10	404,67	3785,740
8	54,9987	11890,67	15964,10	404,67	3785,740
7	54,9987	11890,67	15964,10	404,67	3785,740
6	54,7812	11890,67	15964,10	404,67	3770,774
5	54,8831	11890,67	15964,10	404,67	3777,783
4	55,1478	11890,67	15964,10	404,67	3796,005
3	57,0943	11890,67	15964,10	404,67	3929,988
2	46,8446	7941,15	12353,20	324,06	2933,659
1	56,0129	10303,71	20181,63	359,04	4755,943

5.2.3.5. X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.78'de verilmiştir.

Çizelge 5.78 : Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T
1	2,149661
2	2,037039
3	1,778193
4	0,658932
5	0,639319
6	0,500681
7	0,364521
8	0,350099
9	0,249585
10	0,23889

5.2.3.6. X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.79: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	2,149661	7	0,651166455	0,195349937	0,27376898
2	2,037039	7	0,679811531	0,203943459	0,28581219
3	1,778193	7	0,757887745	0,227366324	0,31863766
4	0,658932	7	1,676932272	0,503079682	0,70503024
5	0,639319	7	2,089003237	0,626700971	0,87827665
6	0,500681	7	2,692836339	0,807850902	1,13214534
7	0,364521	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,350099	7	2,5	0,75	1,05107143
9	0,249585	7	2,5	0,75	1,05107143
10	0,23889	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 10 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 10 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.79'da görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 10 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.3.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.80: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	1998	2007
15	0,03612	0,03477	0,00220	0,00137	0,00179	1,23249	<1,2	<1,2
14	0,03392	0,03340	0,00197	0,00184	0,00191	1,03412	<1,2	<1,2
13	0,03195	0,03156	0,00164	0,00246	0,00205	0,80000	<1,2	<1,2
12	0,03031	0,02910	0,00191	0,00255	0,00223	0,85650	<1,2	<1,2
11	0,02840	0,02655	0,00216	0,00265	0,00241	0,89813	<1,2	<1,2
10	0,02624	0,02390	0,00252	0,00273	0,00263	0,96000	<1,2	<1,2
9	0,02372	0,02117	0,00259	0,00283	0,00271	0,95572	<1,2	<1,2
8	0,02113	0,01834	0,00274	0,00289	0,00282	0,97336	<1,2	<1,2
7	0,01839	0,01545	0,00287	0,00293	0,00290	0,98966	<1,2	<1,2
6	0,01552	0,01252	0,00297	0,00290	0,00294	1,01193	<1,2	<1,2
5	0,01255	0,00962	0,00301	0,00279	0,00290	1,03793	<1,2	<1,2
4	0,00954	0,00683	0,00298	0,00254	0,00276	1,07971	<1,2	<1,2
3	0,00656	0,00429	0,00291	0,00199	0,00245	1,18776	<1,2	<1,2
2	0,00365	0,00230	0,00240	0,00156	0,00198	1,21075	>1,2	>1,2
1	0,00125	0,00074	0,00125	0,00074	0,00099	1,25913	>1,2	>1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi 1. 2. ve 15. katlarda $\eta_{bi} < 1,2$ şartı sağlanamamaktadır. Dolayısıyla, her iki yönetmelik için de bu katlarda A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.81: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i / H)_{ort}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
15	0,00179	3	0,000595	---	0,937008	----	<2,0
14	0,00191	3	0,000635	1,067227	0,929268	<1,5	<2,0
13	0,00205	3	0,000683	1,076115	0,919283	<1,5	<2,0
12	0,00223	3	0,000743	1,087805	0,927235	<1,5	<2,0
11	0,00241	3	0,000802	1,078475	0,916190	<1,5	<2,0
10	0,00263	3	0,000875	1,091476	0,968635	<1,5	<2,0
9	0,00271	3	0,000903	1,032381	0,962700	<1,5	<2,0
8	0,00282	3	0,000938	1,038745	0,970690	<1,5	<2,0
7	0,00290	3	0,000967	1,030195	0,988075	<1,5	<2,0
6	0,00294	3	0,000978	1,012069	1,012069	<1,5	<2,0
5	0,00290	3	0,000967	0,988075	1,050725	<1,5	<2,0
4	0,00276	3	0,000920	0,951724	1,126531	<1,5	<2,0
3	0,00245	3	0,000817	0,887681	1,235969	<1,5	<2,0
2	0,00198	3	0,000661	0,809082	1,996726	<1,5	<2,0
1	0,00099	3	0,000331	0,500820	----	<1,5	----

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda yönetmeliklerin öngördüğü şartlar sağlanmaktadır. Dolayısıyla, yapıda B2 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.82: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
15	0,03612	0,00220	3	0,000733	<0,0028571	<0,02
14	0,03392	0,00197	3	0,000657	<0,0028571	<0,02
13	0,03195	0,00164	3	0,000547	<0,0028571	<0,02
12	0,03031	0,00191	3	0,000637	<0,0028571	<0,02
11	0,02840	0,00216	3	0,000720	<0,0028571	<0,02
10	0,02624	0,00252	3	0,000840	<0,0028571	<0,02
9	0,02372	0,00259	3	0,000863	<0,0028571	<0,02
8	0,02113	0,00274	3	0,000913	<0,0028571	<0,02
7	0,01839	0,00287	3	0,000957	<0,0028571	<0,02
6	0,01552	0,00297	3	0,000990	<0,0028571	<0,02
5	0,01255	0,00301	3	0,001003	<0,0028571	<0,02
4	0,00954	0,00298	3	0,000993	<0,0028571	<0,02
3	0,00656	0,00291	3	0,000970	<0,0028571	<0,02
2	0,00365	0,00240	3	0,000800	<0,0028571	<0,02
1	0,00125	0,00125	3	0,000417	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.83: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
15	483,255	483,2550	0,00179	55,22	58,22	3	0,00521	0,00494
14	577,835	1061,090	0,00191	84,02	86,60	3	0,00802	0,00778
13	557,512	1135,347	0,00205	109,82	112,02	3	0,00706	0,00693
12	558,681	1116,193	0,00223	133,68	135,54	3	0,00621	0,00612
11	558,069	1116,750	0,00241	155,53	157,08	3	0,00576	0,00570
10	558,681	1116,750	0,00263	175,42	176,67	3	0,00557	0,00553
9	539,537	1098,218	0,00271	192,70	193,71	3	0,00515	0,00512
8	539,537	1079,074	0,00282	208,07	208,85	3	0,00487	0,00485
7	539,537	1079,074	0,00290	221,51	222,10	3	0,00471	0,00470
6	537,404	1076,941	0,00294	232,99	233,41	3	0,00452	0,00451
5	538,403	1075,807	0,00290	242,57	242,85	3	0,00429	0,00428
4	541,000	1079,403	0,00276	250,28	250,44	3	0,00397	0,00397
3	560,095	1101,095	0,00245	256,26	256,34	3	0,00351	0,00351
2	459,546	1019,641	0,00198	259,53	259,56	3	0,00260	0,00260
1	549,487	1009,033	0,00099	261,49	261,49	3	0,00128	0,00128

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Kat kesme kuvvetleri (V_i), eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden alınmıştır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 235,498$ ton

$V_t = 261,49$ idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 261,49 = 235,341$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1(Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 261,49 = 261,49$$

Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapılacaktır.

$$\text{Büyütme oranı} = 261,49 / 235,498 = 1,11037 \text{ olarak bulunur. (3.16)}$$

- Deplasmanlarda büyütme yapıldığında, burulma düzensizliği kontrollerinde ve yumuşak kat düzensizliği kontrollerinde bir değişiklik olmayacaktır. Ancak görelî kat ötelemeleri kontrolleri ile ikinci mertebe etkileri kontrolleri tekrar yapılacaktır. Buna göre,

Çizelge 5.84: Örnek 5.3'e Ait TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü				
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
15	0,04011	0,00244	3	0,000814
14	0,03766	0,00219	3	0,000729
13	0,03548	0,00182	3	0,000607
12	0,03366	0,00212	3	0,000707
11	0,03153	0,00240	3	0,000799
10	0,02914	0,00280	3	0,000933
9	0,02634	0,00288	3	0,000959
8	0,02346	0,00304	3	0,001014
7	0,02042	0,00319	3	0,001062
6	0,01723	0,00330	3	0,001099
5	0,01394	0,00334	3	0,001114
4	0,01059	0,00331	3	0,001103
3	0,00728	0,00323	3	0,001077
2	0,00405	0,00266	3	0,000888
1	0,00139	0,00139	3	0,000463

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $(\Delta_i)_{\max}/h_i < 0,0028571$ şartı tüm katlarda sağlandığından, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliğin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.85: Örnek 5.3'e Ait TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü						
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	$h_i(\text{m})$	θ_i
15	483,255	483,255	0,00198	58,22	3	0,00548
14	577,835	1061,090	0,00212	86,60	3	0,00864
13	557,512	1135,347	0,00228	112,02	3	0,00769
12	558,681	1116,193	0,00248	135,54	3	0,00680
11	558,069	1116,750	0,00267	157,08	3	0,00633
10	558,681	1116,750	0,00291	176,67	3	0,00614
9	539,537	1098,218	0,00301	193,71	3	0,00569
8	539,537	1079,074	0,00313	208,85	3	0,00538
7	539,537	1079,074	0,00322	222,10	3	0,00521
6	537,404	1076,941	0,00326	233,41	3	0,00501
5	538,403	1075,807	0,00322	242,85	3	0,00475
4	541	1079,403	0,00306	250,44	3	0,00440
3	560,095	1101,095	0,00272	256,34	3	0,00390
2	459,546	1019,641	0,00220	259,56	3	0,00288
1	549,487	1009,033	0,00110	261,49	3	0,00142

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliğin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

5.2.3.8. X Deprem Yönü -%5 Eksantirite İçin Titreşim Mod Periyotlarının**Hesabı :**

Rayleigh Oranı'nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, -%5 Y eksantirite hesaplarında da aynıdır. Buna göre ;

$$T_1 = 1,791449373 \text{ sn}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.86'da verilmiştir.

Çizelge 5.86 : Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantirite İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)
1	2,192614
2	2,149403
3	1,653244
4	0,690929
5	0,658754
6	0,463562
7	0,393897
8	0,350154
9	0,267874
10	0,224064
11	0,222498

5.2.3.9. X Deprem Yönü -%5 Eksantirite İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.87: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	$R_a(T_r)$	$S(T_r)$	$A(T_r)$	$S_{pa}(T_r)$
1	2,192614	7	0,640941298	0,192282389	0,26947003
2	2,149403	7	0,651228984	0,195368695	0,27379527
3	1,653244	7	0,803375231	0,241012569	0,33776190
4	0,690929	7	1,614511953	0,484353586	0,67878695
5	0,658754	7	2,221783511	0,666535053	0,93410127
6	0,463562	7	2,530940079	0,759282024	1,06407952
7	0,393897	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,350154	7	2,5	0,75	1,05107143
9	0,267874	7	2,5	0,75	1,05107143
10	0,224064	7	2,5	0,75	1,05107143
11	0,222498	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 11 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 11 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.87'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 11 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.3.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiriteye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlilik olarak -%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.88: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	1998	2007
15	0,04144	0,02785	0,00193	0,00098	0,00146	1,32646	>1,2	>1,2
14	0,03951	0,02687	0,00219	0,00158	0,00189	1,16180	<1,2	<1,2
13	0,03732	0,02529	0,00240	0,00171	0,00206	1,16788	<1,2	<1,2
12	0,03492	0,02358	0,00252	0,00185	0,00219	1,15332	<1,2	<1,2
11	0,03240	0,02173	0,00223	0,00198	0,00211	1,05938	<1,2	<1,2
10	0,03017	0,01975	0,00370	0,00209	0,00290	1,27807	>1,2	>1,2
9	0,02647	0,01766	0,00307	0,00220	0,00264	1,16509	<1,2	<1,2
8	0,02340	0,01546	0,00283	0,00228	0,00256	1,10763	<1,2	<1,2
7	0,02057	0,01318	0,00299	0,00233	0,00266	1,12406	<1,2	<1,2
6	0,01758	0,01085	0,00315	0,00233	0,00274	1,14964	<1,2	<1,2
5	0,01443	0,00852	0,00325	0,00228	0,00277	1,17541	<1,2	<1,2
4	0,01118	0,00624	0,00333	0,00215	0,00274	1,21533	>1,2	>1,2
3	0,00785	0,00409	0,00351	0,00098	0,00225	1,56347	>1,2	>1,2
2	0,00434	0,00311	0,00283	0,00208	0,00246	1,15275	<1,2	<1,2
1	0,00151	0,00103	0,00151	0,00103	0,00127	1,18898	<1,2	<1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 3. 4. 10. ve 15. katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ 'dir. Dolayısıyla bu katlarda her iki yönetmeliğe göre de A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.89: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i / H)_{ort}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
15	0,00146	3	0,000485	---	0,771883	----	<2,0
14	0,00189	3	0,000628	1,295533	0,917275	<1,5	<2,0
13	0,00206	3	0,000685	1,090186	0,940503	<1,5	<2,0
12	0,00219	3	0,000728	1,063260	1,038005	<1,5	<2,0
11	0,00211	3	0,000702	0,963387	0,727116	<1,5	<2,0
10	0,00290	3	0,000965	1,375297	1,098672	<1,5	<2,0
9	0,00264	3	0,000878	0,910190	1,031311	<1,5	<2,0
8	0,00256	3	0,000852	0,969639	0,960526	<1,5	<2,0
7	0,00266	3	0,000887	1,041096	0,970803	<1,5	<2,0
6	0,00274	3	0,000913	1,030075	0,990958	<1,5	<2,0
5	0,00277	3	0,000922	1,009124	1,009124	<1,5	<2,0
4	0,00274	3	0,000913	0,990958	1,220490	<1,5	<2,0
3	0,00225	3	0,000748	0,819343	0,914460	<1,5	<2,0
2	0,00246	3	0,000818	1,093541	1,933071	<1,5	<2,0
1	0,00127	3	0,000423	0,517312	----	<1,5	----

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda yönetmeliklerin öngördüğü şartlar sağlanmaktadır. Dolayısıyla, yapıda B2 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.90: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
15	0,04144	0,00193	3	0,000643	<0,0028571	<0,02
14	0,03951	0,00219	3	0,000730	<0,0028571	<0,02
13	0,03732	0,00240	3	0,000800	<0,0028571	<0,02
12	0,03492	0,00252	3	0,000840	<0,0028571	<0,02
11	0,03240	0,00223	3	0,000743	<0,0028571	<0,02
10	0,03017	0,00370	3	0,001233	<0,0028571	<0,02
9	0,02647	0,00307	3	0,001023	<0,0028571	<0,02
8	0,02340	0,00283	3	0,000943	<0,0028571	<0,02
7	0,02057	0,00299	3	0,000997	<0,0028571	<0,02
6	0,01758	0,00315	3	0,001050	<0,0028571	<0,02
5	0,01443	0,00325	3	0,001083	<0,0028571	<0,02
4	0,01118	0,00333	3	0,001110	<0,0028571	<0,02
3	0,00785	0,00351	3	0,001170	<0,0028571	<0,02
2	0,00434	0,00283	3	0,000943	<0,0028571	<0,02
1	0,00151	0,00151	3	0,000503	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.91: Örnek 5.3'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
15	483,255	483,255	0,001455	55,22	58,22	3	0,00424	0,00403
14	577,835	1061,09	0,001885	84,02	86,60	3	0,00794	0,00770
13	557,512	1135,347	0,002055	109,82	112,02	3	0,00708	0,00694
12	558,681	1116,193	0,002185	133,68	135,54	3	0,00608	0,00600
11	558,069	1116,75	0,002105	155,53	157,08	3	0,00504	0,00499
10	558,681	1116,75	0,002895	175,42	176,67	3	0,00614	0,00610
9	539,537	1098,218	0,002635	192,70	193,71	3	0,00501	0,00498
8	539,537	1079,074	0,002555	208,07	208,85	3	0,00442	0,00440
7	539,537	1079,074	0,002660	221,51	222,10	3	0,00432	0,00431
6	537,404	1076,941	0,002740	232,99	233,41	3	0,00422	0,00421
5	538,403	1075,807	0,002765	242,57	242,85	3	0,00409	0,00408
4	541,000	1079,403	0,002740	250,28	250,44	3	0,00394	0,00394
3	560,095	1101,095	0,002245	256,26	256,34	3	0,00322	0,00321
2	459,546	1019,641	0,002455	259,53	259,56	3	0,00322	0,00321
1	549,487	1009,033	0,001270	261,49	261,49	3	0,00163	0,00163

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliğin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Kat kesme kuvvetleri (V_i), eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden alınmıştır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 212,111$ ton ve $V_t = 261,49$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 261,49 = 235,341$$

Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.

Büyütme oranı = $235,341 / 212,111 = 1,1095$ olarak bulunur. (3.16)

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 261,49 = 261,49$$

Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.

- Büyütme oranı = $261,49 / 212,111 = 1,2328$ olarak bulunur. (3.16)
- Deplasmanlarda büyütme yapıldığında, burulma düzensizliği kontrollerinde ve yumuşak kat düzensizliği kontrollerinde bir değişiklik olmayacaktır. Ancak görelî kat ötelemeleri kontrolleri ile ikinci mertebe etkileri kontrolleri tekrar yapılacaktır. Buna göre ,

Çizelge 5.92: Örnek 5.3'e Ait DBYBHY-2007 ve TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü				
Kat No	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(1998)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(2007)$	1998	2007
15	0,000793	0,000714	<0,0028571	<0,02
14	0,000900	0,000810	<0,0028571	<0,02
13	0,000986	0,000888	<0,0028571	<0,02
12	0,001036	0,000932	<0,0028571	<0,02
11	0,000916	0,000825	<0,0028571	<0,02
10	0,001520	0,001368	<0,0028571	<0,02
9	0,001262	0,001135	<0,0028571	<0,02
8	0,001163	0,001047	<0,0028571	<0,02
7	0,001229	0,001106	<0,0028571	<0,02
6	0,001294	0,001165	<0,0028571	<0,02
5	0,001336	0,001202	<0,0028571	<0,02
4	0,001368	0,001232	<0,0028571	<0,02
3	0,001442	0,001298	<0,0028571	<0,02
2	0,001163	0,001047	<0,0028571	<0,02
1	0,000621	0,000558	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.93: Örnek 5.3'e Ait DBYBHY-2007 ve TDY-98'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü				
Kat No	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$	1998	2007
15	0,00496	0,004709	<0,12	<0,12
14	0,00949	0,008804	<0,12	<0,12
13	0,00856	0,007857	<0,12	<0,12
12	0,00739	0,006747	<0,12	<0,12
11	0,00615	0,005590	<0,12	<0,12
10	0,00752	0,006816	<0,12	<0,12
9	0,00614	0,005554	<0,12	<0,12
8	0,00542	0,004901	<0,12	<0,12
7	0,00531	0,004792	<0,12	<0,12
6	0,00520	0,004684	<0,12	<0,12
5	0,00503	0,004535	<0,12	<0,12
4	0,00485	0,004370	<0,12	<0,12
3	0,00396	0,003568	<0,12	<0,12
2	0,00396	0,003567	<0,12	<0,12
1	0,00201	0,001812	<0,12	<0,12

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

5.2.3.11. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal

Titreşim Periyodunun Hesabı:

Fiktif yükler, Y yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar bulunmuştur. Bu fiktif yükler yapının kat kütle merkezlerine etkitilmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Ragleigh Oranı ile hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.94’de verilmiştir.

Çizelge 5.94: Örnek 5.3’e Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 ’in Hesabı

Rayleigh Oranı İle T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2\text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
15	49,2615	0,1112	0,0002453	2,964E-06	2,727E-05
14	58,9027	0,1241	0,0002373	3,317E-06	2,945E-05
13	56,8310	0,1112	0,0002275	2,941E-06	2,529E-05
12	56,9502	0,1028	0,0002156	2,647E-06	2,217E-05
11	56,8878	0,0942	0,0002017	2,314E-06	1,899E-05
10	56,9502	0,0857	0,0001858	1,966E-06	1,592E-05
9	54,9987	0,0745	0,0001682	1,556E-06	1,253E-05
8	54,9987	0,0662	0,0001491	1,223E-06	9,871E-06
7	54,9987	0,0579	0,0001288	9,124E-07	7,462E-06
6	54,7812	0,0495	0,0001075	6,331E-07	5,317E-06
5	54,8831	0,0413	0,0000857	4,033E-07	3,540E-06
4	55,1478	0,0332	0,0000638	2,245E-07	2,118E-06
3	57,0943	0,0258	0,0000425	1,030E-07	1,095E-06
2	46,8446	0,0141	0,0000229	2,465E-08	3,234E-07
1	56,0129	0,0084	0,0000074	3,064E-09	6,234E-08
TOPLAM	825,5432	1,0000		2,123E-05	1,814E-04

$$T_1 = 2p \left[\frac{2,123 * 10^{-5}}{1,814 * 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 2,14955 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{2,14955} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 0,6512$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3 * 1 * 0,6512 \quad A(T_1) = 0,19536$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{8098,579 * 0,19536}{7} \Rightarrow V_t = 226,02 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 * A_o * I * W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 * A_o * I * W = 0,1 * 0,3 * 1 * 8098,579 \cong 242,96 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 242,96 \text{ ton alınır.}$$

- TDY-98' ye Göre; $H_N > 25\text{m.}$ olduğundan T_1 ampirik formülle hesap yapılamaz. Rayleigh Oranı ile hesaplanan T_1 esas alınır.

5.2.3.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının**Hesabı :**

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.95’de verilmiştir.

Çizelge 5.95 : Örnek 5.3’e Ait Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	2,266761
2	1,982721
3	1,733050
4	0,705764
5	0,615994
6	0,485177
7	0,393285
8	0,335463

5.2.3.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.96:Örnek 5.3’e Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	2,266761	7	0,624113269	0,187233981	0,26239505
2	1,982721	7	0,694670276	0,208401083	0,29205923
3	1,733050	7	0,773640376	0,232092113	0,32526052
4	0,705764	7	1,587305058	0,476191518	0,66734840
5	0,615994	7	2,142238588	0,642671576	0,90065831
6	0,485177	7	2,534090353	0,760227106	1,06540399
7	0,393285	7	2,5	0,75	1,05107143
8	0,335463	7	2,5	0,75	1,05107143

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 8 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 8 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.96'da görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 8 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.3.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.97: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	1998	2007
15	0,05317	0,03343	0,00146	0,00110	0,00128	1,14063	<1,2	<1,2
14	0,05171	0,03233	0,00192	0,00134	0,00163	1,17791	<1,2	<1,2
13	0,04979	0,03099	0,00238	0,00160	0,00199	1,19598	<1,2	<1,2
12	0,04741	0,02939	0,00282	0,00185	0,00234	1,20771	>1,2	>1,2
11	0,04459	0,02754	0,00324	0,00208	0,00266	1,21805	>1,2	>1,2
10	0,04135	0,02546	0,00362	0,00211	0,00287	1,26353	>1,2	>1,2
9	0,03773	0,02335	0,00395	0,00253	0,00324	1,21914	>1,2	>1,2
8	0,03378	0,02082	0,00424	0,00271	0,00348	1,22014	>1,2	>1,2
7	0,02954	0,01811	0,00448	0,00285	0,00367	1,22237	>1,2	>1,2
6	0,02506	0,01526	0,00469	0,00297	0,00383	1,22454	>1,2	>1,2
5	0,02037	0,01229	0,00482	0,00303	0,00393	1,22803	>1,2	>1,2
4	0,01555	0,00926	0,00486	0,00302	0,00394	1,23350	>1,2	>1,2
3	0,01069	0,00624	0,00515	0,00283	0,00399	1,29073	>1,2	>1,2
2	0,00554	0,00341	0,00368	0,00202	0,00285	1,29123	>1,2	>1,2
1	0,00186	0,00139	0,00186	0,00139	0,00163	1,14462	<1,2	<1,2

Çizelgede de görüldüğü gibi 2.3.4.5.6.7.8.9.10.11. ve 12. katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ olduğundan, her iki yönetmeliğe göre de yapıda A1 düzensizliğine rastlanmaktadır.

Çizelge 5.98: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i / H)_{ort}$	Δ_i/Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i/Δ_{i-1} (1998)	1998	2007
15	0,00128	3	0,00043	---	0,78528	<1,5	<2,0
14	0,00163	3	0,00054	1,27344	0,81910	<1,5	<2,0
13	0,00199	3	0,00066	1,22086	0,85225	<1,5	<2,0
12	0,00234	3	0,00078	1,17337	0,87782	<1,5	<2,0
11	0,00266	3	0,00089	1,13919	0,92845	<1,5	<2,0
10	0,00287	3	0,00096	1,07707	0,88426	<1,5	<2,0
9	0,00324	3	0,00108	1,13089	0,93237	<1,5	<2,0
8	0,00348	3	0,00116	1,07253	0,94816	<1,5	<2,0
7	0,00367	3	0,00122	1,05468	0,95692	<1,5	<2,0
6	0,00383	3	0,00128	1,04502	0,97580	<1,5	<2,0
5	0,00393	3	0,00131	1,02480	0,99619	<1,5	<2,0
4	0,00394	3	0,00131	1,00382	0,98747	<1,5	<2,0
3	0,00399	3	0,00133	1,01269	1,40000	<1,5	<2,0
2	0,00285	3	0,00095	0,71429	1,75385	<1,5	<2,0
1	0,00163	3	0,00054	0,57018	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda yönetmeliklerin öngördüğü şartlar sağlanmaktadır. Dolayısıyla, yapıda B2 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.99: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
15	0,05317	0,00146	3	0,000487	<0,0028571	<0,02
14	0,05171	0,00192	3	0,000640	<0,0028571	<0,02
13	0,04979	0,00238	3	0,000793	<0,0028571	<0,02
12	0,04741	0,00282	3	0,000940	<0,0028571	<0,02
11	0,04459	0,00324	3	0,001080	<0,0028571	<0,02
10	0,04135	0,00362	3	0,001207	<0,0028571	<0,02
9	0,03773	0,00395	3	0,001317	<0,0028571	<0,02
8	0,03378	0,00424	3	0,001413	<0,0028571	<0,02
7	0,02954	0,00448	3	0,001493	<0,0028571	<0,02
6	0,02506	0,00469	3	0,001563	<0,0028571	<0,02
5	0,02037	0,00482	3	0,001607	<0,0028571	<0,02
4	0,01555	0,00486	3	0,001620	<0,0028571	<0,02
3	0,01069	0,00515	3	0,001717	<0,0028571	<0,02
2	0,00554	0,00368	3	0,001227	<0,0028571	<0,02
1	0,00186	0,00186	3	0,000620	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta göreli kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.100: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i 2007$	$\theta_i 1998$
15	483,255	483,255	0,00128	51,31	59,51	3	0,00402	0,00455
14	577,835	1061,09	0,00163	78,06	85,12	3	0,00739	0,00890
13	557,512	1135,347	0,00199	102,04	108,06	3	0,00738	0,00916
12	558,681	1116,193	0,00234	124,21	129,29	3	0,00699	0,00883
11	558,069	1116,75	0,00266	144,51	148,73	3	0,00685	0,00875
10	558,681	1116,75	0,00287	162,99	166,41	3	0,00654	0,00842
9	539,537	1098,218	0,00324	179,05	181,79	3	0,00662	0,00858
8	539,537	1079,074	0,00348	193,33	195,45	3	0,00647	0,00841
7	539,537	1079,074	0,00367	205,82	207,41	3	0,00640	0,00836
6	537,404	1076,941	0,00383	216,48	217,62	3	0,00635	0,00831
5	538,403	1075,807	0,00393	225,39	226,14	3	0,00624	0,00818
4	541,000	1079,403	0,00394	232,55	232,99	3	0,00610	0,00800
3	560,095	1101,095	0,00399	238,10	238,31	3	0,00615	0,00808
2	459,546	1019,641	0,00285	241,14	241,22	3	0,00402	0,00528
1	549,487	1009,033	0,00163	242,96	242,96	3	0,00225	0,00296

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Kat kesme kuvvetleri (V_i) , eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden alınmıştır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 184,29$ ton olarak bulunmuştur.

$V_t = 242,96$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 Düzensizliği olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 242,96 = 218,664$$

Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.

• Büyütme oranı = $218,664 / 184,29 = 1,1865$ olarak bulunur.(3.16)

• TDY-98'e göre;

Yapıda A1(Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 242,96 = 242,96$$

Ø $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapılacaktır.

• Büyütme oranı = $242,96 / 184,29 = 1,3146$ olarak bulunur. (3.16)

• Deplasmanlarda büyütme yapıldığında, burulma düzensizliği kontrollerinde ve yumuşak kat düzensizliği kontrollerinde bir değişiklik olmayacaktır. Ancak görelî kat ötelemeleri kontrolleri ile ikinci mertebe etkileri kontrolleri tekrar yapılacaktır. Buna göre,

Çizelge 5.101: Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü				
Kat No	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(1998)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(2007)$	1998	2007
15	0,000640	0,00058	<0,0028571	<0,02
14	0,000841	0,00076	<0,0028571	<0,02
13	0,001043	0,00094	<0,0028571	<0,02
12	0,001236	0,00112	<0,0028571	<0,02
11	0,001420	0,00128	<0,0028571	<0,02
10	0,001586	0,00143	<0,0028571	<0,02
9	0,001731	0,00156	<0,0028571	<0,02
8	0,001858	0,00168	<0,0028571	<0,02
7	0,001963	0,00177	<0,0028571	<0,02
6	0,002055	0,00185	<0,0028571	<0,02
5	0,002112	0,00191	<0,0028571	<0,02
4	0,002130	0,00192	<0,0028571	<0,02
3	0,002257	0,00204	<0,0028571	<0,02
2	0,001613	0,00146	<0,0028571	<0,02
1	0,000815	0,00074	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi hiçbir katta görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.102: Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü				
Kat No	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$	1998	2007
15	0,00455	0,00477	<0,12	<0,12
14	0,00890	0,00876	<0,12	<0,12
13	0,00916	0,00876	<0,12	<0,12
12	0,00883	0,00830	<0,12	<0,12
11	0,00875	0,00813	<0,12	<0,12
10	0,00842	0,00776	<0,12	<0,12
9	0,00858	0,00786	<0,12	<0,12
8	0,00841	0,00767	<0,12	<0,12
7	0,00836	0,00760	<0,12	<0,12
6	0,00831	0,00754	<0,12	<0,12
5	0,00818	0,00741	<0,12	<0,12
4	0,00800	0,00723	<0,12	<0,12
3	0,00808	0,00730	<0,12	<0,12
2	0,00528	0,00477	<0,12	<0,12
1	0,00296	0,00267	<0,12	<0,12

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

5.2.3.15. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Rayleigh Oranı'nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, +%5 X eksantiriste hesaplarında da aynıdır. Buna göre ;

$$T_1 = 2,14955 \text{ sn.}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.103'de verilmiştir.

Çizelge 5.103 : Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T
1	2,260796
2	1,987850
3	1,733146
4	0,702634
5	0,618962
6	0,484999
7	0,390949
8	0,337609

5.2.3.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.104: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	$R_a(T_r)$	$S(T_r)$	$A(T_r)$	$S_{pa}(T_r)$
1	2,260796	7	0,625430	0,187629	0,262949
2	1,987850	7	0,693236	0,207971	0,291456
3	1,733146	7	0,773606	0,232082	0,325246
4	0,702634	7	1,592959	0,477888	0,669726
5	0,618962	7	2,142868	0,642860	0,900923
6	0,484999	7	2,546196	0,763859	1,070494
7	0,390949	7	2,5	0,75	1,051071
8	0,337609	7	2,5	0,75	1,051071

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 8 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 8 periyoda göre de spektrum

katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.104'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 8 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.3.17. Y Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlilik olarak -%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.105: Örnek 5.3'e Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
15	0,05295	0,03366	0,00148	0,00111	0,00130	1,1429	<1,2	<1,2
14	0,05147	0,03255	0,00192	0,00135	0,00164	1,1743	<1,2	<1,2
13	0,04955	0,03120	0,00237	0,00161	0,00199	1,1910	<1,2	<1,2
12	0,04718	0,02959	0,00281	0,00155	0,00218	1,2890	>1,2	>1,2
11	0,04437	0,02804	0,00323	0,00470	0,00397	0,8146	<1,2	<1,2
10	0,04114	0,02334	0,00361	0,00248	0,00305	1,1856	<1,2	<1,2
9	0,03753	0,02086	0,00394	0,00265	0,00330	1,1958	<1,2	<1,2
8	0,03359	0,01821	0,00424	0,00281	0,00353	1,2028	>1,2	>1,2
7	0,02935	0,01540	0,00448	0,00001	0,00225	1,9955	>1,2	>1,2
6	0,02487	0,01539	0,00468	0,00299	0,00384	1,2203	>1,2	>1,2
5	0,02019	0,01240	0,00481	0,00305	0,00393	1,2239	>1,2	>1,2
4	0,01538	0,00935	0,00483	0,00305	0,00394	1,2259	>1,2	>1,2
3	0,01055	0,00630	0,00509	0,00216	0,00363	1,4041	>1,2	>1,2
2	0,00546	0,00414	0,00363	0,00274	0,00319	1,1397	<1,2	<1,2
1	0,00183	0,00140	0,00183	0,00140	0,00162	1,1331	<1,2	<1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 3.4.5.6.7.8. ve 12. katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ 'dir. Dolayısıyla her iki yönetmelik için de bu katlarda A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.106: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	(Δ_i)_{ort}	h_i(m)	(Δ_i / H)_{ort}	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
15	0,00130	3	0,00043	---	0,79205	<1,5	<2,0
14	0,00164	3	0,00055	1,26255	0,82161	<1,5	<2,0
13	0,00199	3	0,00066	1,21713	0,91284	<1,5	<2,0
12	0,00218	3	0,00073	1,09548	0,54981	<1,5	<2,0
11	0,00397	3	0,00132	1,81881	1,30213	<1,5	<2,0
10	0,00305	3	0,00102	0,76797	0,92413	<1,5	<2,0
9	0,00330	3	0,00110	1,08210	0,93475	<1,5	<2,0
8	0,00353	3	0,00118	1,06980	1,57016	<1,5	<2,0
7	0,00225	3	0,00075	0,63688	0,58540	<1,5	<2,0
6	0,00384	3	0,00128	1,70824	0,97583	<1,5	<2,0
5	0,00393	3	0,00131	1,02477	0,99746	<1,5	<2,0
4	0,00394	3	0,00131	1,00254	1,08690	<1,5	<2,0
3	0,00363	3	0,00121	0,92005	1,13815	<1,5	<2,0
2	0,00319	3	0,00106	0,87862	1,97214	<1,5	<2,0
1	0,00162	3	0,00054	0,50706	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda yönetmeliklerin öngördüğü şartlar sağlanmaktadır. Dolayısıyla, yapıda B2 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.107: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
15	0,05295	0,00148	3	0,00049	<0,0028571	<0,02
14	0,05147	0,00192	3	0,00064	<0,0028571	<0,02
13	0,04955	0,00237	3	0,00079	<0,0028571	<0,02
12	0,04718	0,00281	3	0,00094	<0,0028571	<0,02
11	0,04437	0,00323	3	0,00108	<0,0028571	<0,02
10	0,04114	0,00361	3	0,00120	<0,0028571	<0,02
9	0,03753	0,00394	3	0,00131	<0,0028571	<0,02
8	0,03359	0,00424	3	0,00141	<0,0028571	<0,02
7	0,02935	0,00448	3	0,00149	<0,0028571	<0,02
6	0,02487	0,00468	3	0,00156	<0,0028571	<0,02
5	0,02019	0,00481	3	0,00160	<0,0028571	<0,02
4	0,01538	0,00483	3	0,00161	<0,0028571	<0,02
3	0,01055	0,00509	3	0,00170	<0,0028571	<0,02
2	0,00546	0,00363	3	0,00121	<0,0028571	<0,02
1	0,00183	0,00183	3	0,00061	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, hiçbir katta, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.108: Örnek 5.3'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
15	483,255	483,255	0,00130	51,31	59,51	3	0,00407	0,00351
14	577,835	1061,09	0,00164	78,06	85,12	3	0,00741	0,00679
13	557,512	1135,347	0,00199	102,04	108,06	3	0,00738	0,00697
12	558,681	1116,193	0,00218	124,21	129,29	3	0,00653	0,00627
11	558,069	1116,75	0,00397	144,51	148,73	3	0,01021	0,00992
10	558,681	1116,75	0,00305	162,99	166,41	3	0,00695	0,00681
9	539,537	1098,218	0,00330	179,05	181,79	3	0,00674	0,00664
8	539,537	1079,074	0,00353	193,33	195,45	3	0,00656	0,00649
7	539,537	1079,074	0,00225	205,82	207,41	3	0,00392	0,00389
6	537,404	1076,941	0,00384	216,48	217,62	3	0,00636	0,00633
5	538,403	1075,807	0,00393	225,39	226,14	3	0,00625	0,00623
4	541,000	1079,403	0,00394	232,55	232,99	3	0,00610	0,00608
3	560,095	1101,095	0,00363	238,10	238,31	3	0,00559	0,00558
2	459,546	1019,641	0,00319	241,14	241,22	3	0,00449	0,00449
1	549,487	1009,033	0,00162	242,96	242,96	3	0,00224	0,00224

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 183,028$ ton olarak bulunmuştur.

$V_t = 242,96$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 Düzensizliği olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 242,96 = 218,664$$

- $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.

- Büyütme oranı = $218,664 / 183,028 = 1,1947$ olarak bulunur. (3.16)

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 242,96 = 242,96$$

- $V_{tb} < \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmak gerekmektedir.

- Büyütme oranı = $242,96 / 183,028 = 1,3274$ olarak bulunur. (3.16)

- Deplasmanlarda büyütme yapıldığında, burulma düzensizliği kontrollerinde ve yumuşak kat düzensizliği kontrollerinde bir değişiklik olmayacaktır. Ancak görelî kat ötelemeleri kontrolleri ile ikinci mertebe etkileri kontrolleri tekrar yapılacaktır. Buna göre,

Çizelge 5.109: Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY 2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü				
Kat No	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(1998)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i(2007)$	1998	2007
15	0,00065	0,00059	<0,0028571	<0,02
14	0,00085	0,00076	<0,0028571	<0,02
13	0,00105	0,00094	<0,0028571	<0,02
12	0,00124	0,00112	<0,0028571	<0,02
11	0,00143	0,00129	<0,0028571	<0,02
10	0,00160	0,00144	<0,0028571	<0,02
9	0,00174	0,00157	<0,0028571	<0,02
8	0,00188	0,00169	<0,0028571	<0,02
7	0,00198	0,00178	<0,0028571	<0,02
6	0,00207	0,00186	<0,0028571	<0,02
5	0,00213	0,00192	<0,0028571	<0,02
4	0,00214	0,00192	<0,0028571	<0,02
3	0,00225	0,00203	<0,0028571	<0,02
2	0,00161	0,00145	<0,0028571	<0,02
1	0,00081	0,00073	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, hiçbir katta, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.110: Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY 2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yeni İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü				
Kat No	$\theta_i(1998)$	$\theta_i(2007)$	1998	2007
15	0,00465	0,004857	<0,12	<0,12
14	0,00902	0,008850	<0,12	<0,12
13	0,00925	0,008818	<0,12	<0,12
12	0,00833	0,007801	<0,12	<0,12
11	0,01317	0,012202	<0,12	<0,12
10	0,00904	0,008308	<0,12	<0,12
9	0,00881	0,008048	<0,12	<0,12
8	0,00861	0,007835	<0,12	<0,12
7	0,00517	0,004687	<0,12	<0,12
6	0,00840	0,007597	<0,12	<0,12
5	0,00827	0,007470	<0,12	<0,12
4	0,00808	0,007283	<0,12	<0,12
3	0,00741	0,006676	<0,12	<0,12
2	0,00596	0,005363	<0,12	<0,12
1	0,00297	0,002671	<0,12	<0,12

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.111 :Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
15	1,232	---	0,9370	0,00073	0,00521	1,232	---	0,00081	0,00548
14	1,034	1,067	0,9293	0,00066	0,00802	1,034	1,067	0,00073	0,00864
13	0,800	1,076	0,9193	0,00055	0,00706	0,800	1,076	0,00061	0,00769
12	0,856	1,088	0,9272	0,00064	0,00621	0,856	1,088	0,00071	0,00680
11	0,898	1,078	0,9162	0,00072	0,00576	0,898	1,078	0,00080	0,00633
10	0,960	1,091	0,9686	0,00084	0,00557	0,960	1,091	0,00093	0,00614
9	0,956	1,032	0,9627	0,00086	0,00515	0,956	1,032	0,00096	0,00569
8	0,973	1,039	0,97070	0,00091	0,00487	0,973	1,039	0,00101	0,00538
7	0,990	1,030	0,9881	0,00096	0,00471	0,990	1,030	0,00106	0,00521
6	1,012	1,012	1,0121	0,00099	0,00452	1,012	1,012	0,00110	0,00501
5	1,038	0,988	1,0507	0,00100	0,00429	1,038	0,988	0,00111	0,00475
4	1,080	0,952	1,1265	0,00099	0,00397	1,080	0,952	0,00110	0,00440
3	1,188	0,888	1,2360	0,00097	0,00351	1,188	0,888	0,00108	0,00390
2	1,211	0,809	1,9967	0,00080	0,00260	1,211	0,809	0,00089	0,00288
1	1,259	0,501	----	0,00042	0,00128	1,259	0,501	0,00046	0,00142
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.112 :Örnek 5.3’e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007’ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
15	1,326	---	0,7719	0,00071	0,004709	1,326	---	0,00079	0,00496
14	1,162	1,295	0,9173	0,00081	0,008804	1,162	1,295	0,00090	0,00949
13	1,168	1,090	0,9405	0,00089	0,007857	1,168	1,090	0,00099	0,00856
12	1,153	1,063	1,0380	0,00093	0,006747	1,153	1,063	0,00104	0,00739
11	1,059	0,963	0,7271	0,00082	0,005590	1,059	0,963	0,00092	0,00615
10	1,278	1,375	1,0987	0,00137	0,006816	1,278	1,375	0,00152	0,00752
9	1,165	0,910	1,0313	0,00113	0,005554	1,165	0,910	0,00126	0,00614
8	1,108	0,970	0,9605	0,00105	0,004901	1,108	0,970	0,00116	0,00542
7	1,124	1,041	0,9708	0,00111	0,004792	1,124	1,041	0,00123	0,00531
6	1,150	1,030	0,9910	0,00116	0,004684	1,150	1,030	0,00130	0,00520
5	1,175	1,009	1,0091	0,00120	0,004535	1,175	1,009	0,00134	0,00503
4	1,215	0,991	1,2205	0,00123	0,004370	1,215	0,991	0,00137	0,00485
3	1,563	0,819	0,9145	0,00130	0,003568	1,563	0,819	0,00144	0,00396
2	1,153	1,093	1,9331	0,00105	0,003567	1,153	1,093	0,00116	0,00396
1	1,189	0,517	----	0,00056	0,001812	1,189	0,517	0,00062	0,00201
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.113 :Örnek 5.3’e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007’ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

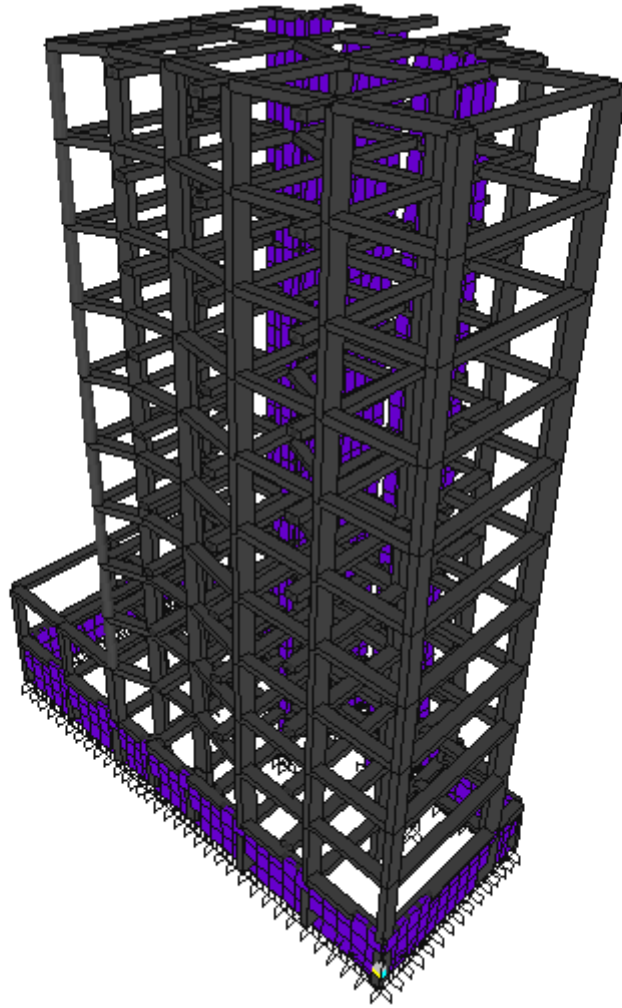
Kat No	2007					1998				
	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	
15	1,141	---	0,7853	0,00058	0,0048	1,141	---	0,00064	0,0045	
14	1,178	1,2734	0,8191	0,00076	0,0088	1,178	1,2734	0,00084	0,0089	
13	1,196	1,2209	0,8522	0,00094	0,0088	1,196	1,2209	0,00104	0,0092	
12	1,208	1,1734	0,8778	0,00112	0,0083	1,208	1,1734	0,00124	0,0088	
11	1,218	1,1392	0,9284	0,00128	0,0081	1,218	1,1392	0,00142	0,0087	
10	1,263	1,0771	0,8843	0,00143	0,0078	1,263	1,0771	0,00159	0,0084	
9	1,219	1,1309	0,9324	0,00156	0,0079	1,219	1,1309	0,00173	0,0086	
8	1,220	1,0725	0,9482	0,00168	0,0077	1,220	1,0725	0,00186	0,0084	
7	1,222	1,0545	0,9569	0,00177	0,0076	1,222	1,0545	0,00196	0,0084	
6	1,224	1,0450	0,9758	0,00185	0,0075	1,224	1,0450	0,00205	0,0083	
5	1,228	1,0248	0,9962	0,00191	0,0074	1,228	1,0248	0,00211	0,0082	
4	1,233	1,0038	0,9875	0,00192	0,0072	1,233	1,0038	0,00213	0,0080	
3	1,291	1,0127	1,4000	0,00204	0,0073	1,291	1,0127	0,00226	0,0081	
2	1,291	0,7143	1,7538	0,00146	0,0048	1,291	0,7143	0,00161	0,0053	
1	1,145	0,5702	----	0,00074	0,0027	1,145	0,5702	0,00081	0,0030	
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.				

Çizelge 5.114 : Örnek 5.3'e Ait TDY-98 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

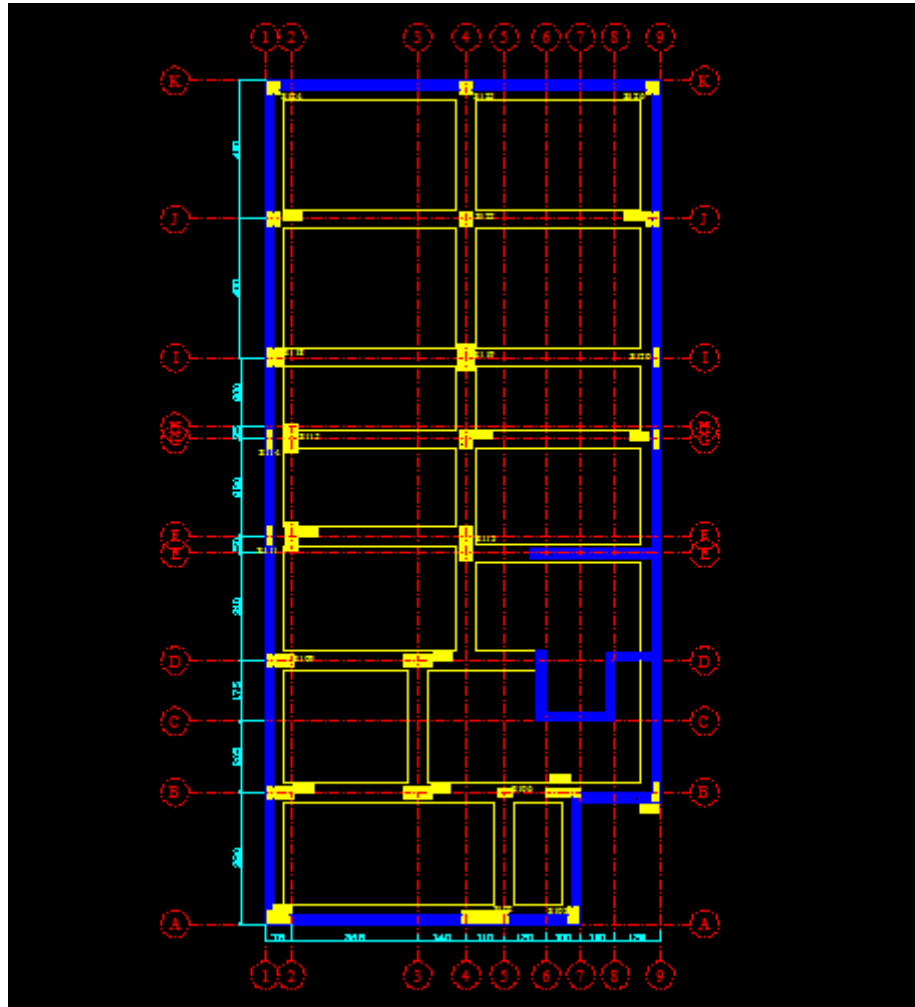
2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
15	1,143	---	0,7920	0,00059	0,00486	1,143	---	0,00065	0,0046
14	1,174	1,2625	0,8216	0,00076	0,00885	1,174	1,2625	0,00085	0,0090
13	1,191	1,2171	0,9128	0,00094	0,00882	1,191	1,2171	0,00105	0,0092
12	1,289	1,0955	0,5498	0,00112	0,00780	1,289	1,0955	0,00124	0,0083
11	0,815	1,8188	1,3021	0,00129	0,01220	0,815	1,8188	0,00143	0,0132
10	1,185	0,7680	0,9241	0,00144	0,00831	1,185	0,7680	0,00160	0,0090
9	1,196	1,0821	0,9347	0,00157	0,00805	1,196	1,0821	0,00174	0,0088
8	1,203	1,0698	1,5701	0,00169	0,00783	1,203	1,0698	0,00188	0,0086
7	1,995	0,6369	0,5854	0,00178	0,00469	1,995	0,6369	0,00198	0,0052
6	1,220	1,7082	0,9758	0,00186	0,00760	1,220	1,7082	0,00207	0,0084
5	1,224	1,0248	0,9975	0,00192	0,00747	1,224	1,0248	0,00213	0,0083
4	1,226	1,0025	1,0869	0,00192	0,00728	1,226	1,0025	0,00214	0,0081
3	1,404	0,9201	1,1381	0,00203	0,00668	1,404	0,9201	0,00225	0,0074
2	1,140	0,8786	1,9721	0,00145	0,00536	1,140	0,8786	0,00161	0,0060
1	1,133	0,5071	----	0,00073	0,00267	1,133	0,5071	0,00081	0,0030
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır.			

5.2.4. Örnek 5.4.

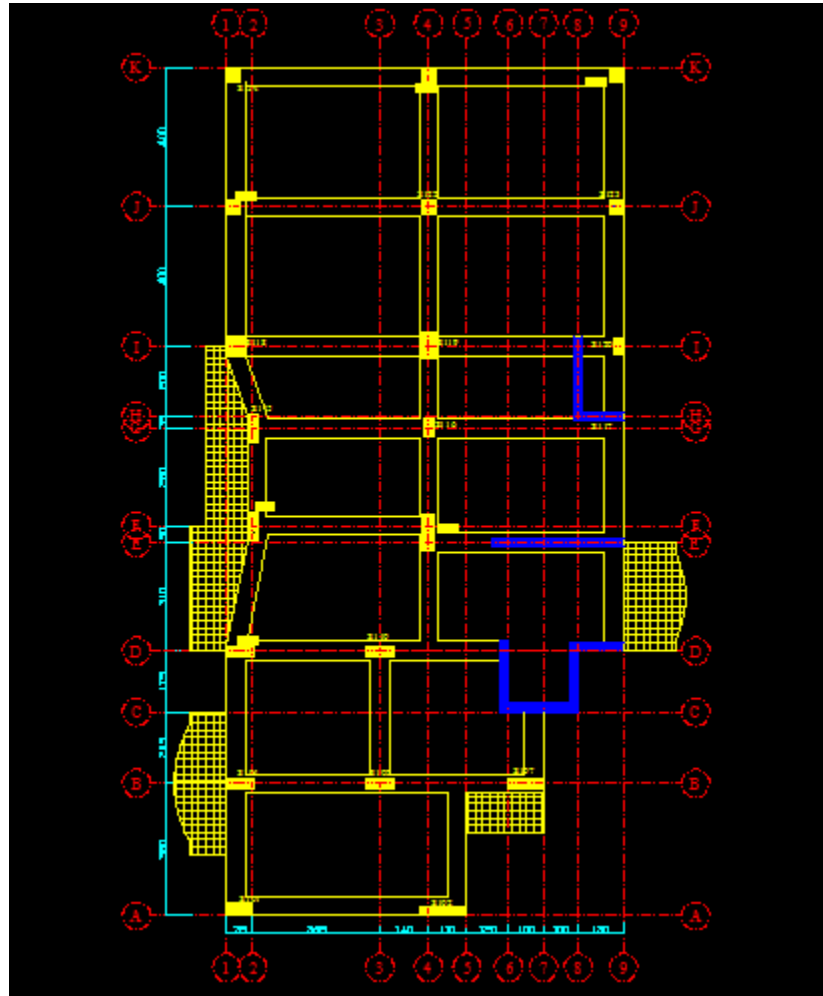
Bu örnekte; 10 katlı, düşey taşıyıcı sistemi kolon ve perdelerden oluşan, düzenli bir taşıyıcı sisteme sahip, betonarme yapı çözülmüştür. Bu örneğe ait perspektif görünüş Şekil 5.12’de, kat kalıp planları ise Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15’de gösterilmiştir.



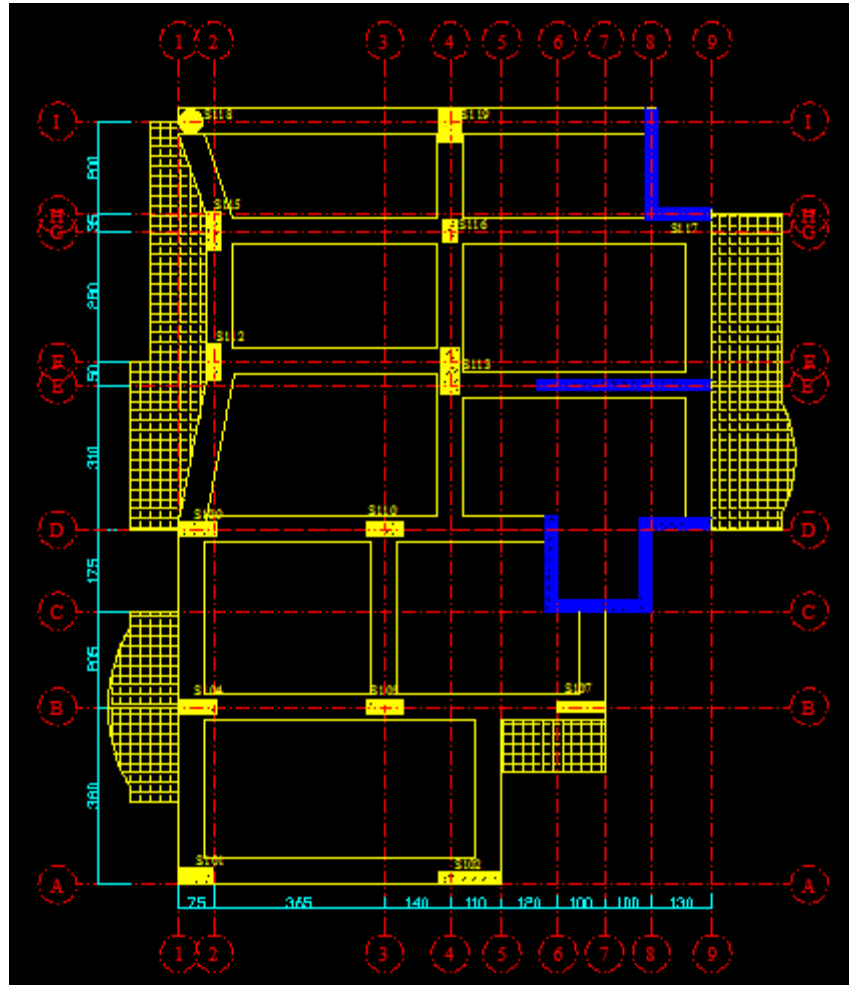
Şekil 5.12: Örnek 5.4 ‘e Ait Perspektif Görünüş



Şekil 5.13: Örnek 5.4'e Ait Bodrum Kat Planı



Şekil 5.14: Örnek 5.4'e Ait 1. Kat Kalıp Planı



Şekil 5.15: Örnek 5.4'e Ait 2. ve 10. Katlar Kalıp Planı

5.2.4.1. Bina Bilgileri

YAPI BİLGİLERİ	
Bina Türü	: Konut
Taşıyıcı Sistem Türü	: Betonarme Çerçeve Sistem
Bina Önem Katsayısı	: 1,00
Kat Sayısı	: 10 Normal Kat
Bodrum Kat Sayısı	: 1
Deprem Bölgesi	: 2. Bölge
Zemin Sınıfı	: Z2
Beton-Çelik Sınıfı	: C35 – S420
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı(R)	: 7
Analiz Tipi	: Dinamik
Normal Kat Yüksekliği (m)	: 3
Bodrum Kat Yüksekliği (m)	: 2,7

Çizelge 5.115: Örnek 5.4 ‘e Ait Kolon Boyutları

Kat No	Kolon No	Boyut (cm)
BODRUM KAT	SB01	70x35
	SB02	135x35
	SB03-SB08-SB11-SB14-SB17-SB20	25x50
	SB04-SB05-SB09-SB10	80x35
	SB06	40x25
	SB07	100x25
	SB12-SB15	35x80
	SB13	35x100
	SB16	30x50
	SB18	55x55
	SB19	50x75
	SB21-SB22-SB23-SB24-SB25-SB26	40x40
1	S101	70x35
	S102	135x35
	S104-S105-S110	80x30
	S107	100x25
	S109	80x35
	S112-S115	30x80
	S113	30x100
	S117-S120	25x50
	S118	55x55
	S119	45x75
	S121-S122-S123-S124-S125-S126	40x40
2-10	S201	70x35
	S202	135x25
	S204-S205-S210	80x30
	S207	100x25
	S209	80x35
	S212-S215	30x80
	S213	30x100
	S218	R=50
	S219	50x75

Perde kalınlıkları = 25 cm

Kiriş boyutları = 55/30 cm olarak kullanılmıştır.

5.2.4.2. Kat Ağırlıklarının Hesabı :

Örnek 1 için kat ağırlığı hesabı yapılırken Denk(3.6) kullanılacaktır. Hareketli Yük Katılım Katsayısı Tablo (3.7)'ye göre 0,3 seçilmiştir. Hesaplanan kat ağırlıkları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.116: Örnek 5.4 'e Ait Kat Ağırlıkları

Kat No	H(m)	$W_g(\text{ton})$	$W_q(\text{ton})$	$W_k(\text{ton})$
10	30	258,603	50,86	273,861
9	27	251,678	50,86	266,936
8	24	252,638	50,86	267,896
7	21	252,638	50,86	267,896
6	18	252,638	50,86	267,896
5	15	252,638	50,86	267,896
4	12	252,638	50,86	267,896
3	9	250,393	50,86	265,651
2	6	254,064	50,86	269,322
1	3	349,440	65,94	369,222
ΣW_k				2784,472

Bu örneğimizde perdelerle çevrelenmiş bodrum kat bulunduğundan, çözüm 3 adımda gerçekleşecektir.

Adım 1 :**5.2.4.3. X Deprem Yönü Fiktif Yüklerin Hesabı :**

Fiktif yükler, X yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar bulunmuştur. Hesaplanan fiktif yükler Çizelge 5.117'de verilmiştir. Bu fiktif yükler

yapının kat kütle merkezlerine etkililmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

Çizelge 5.117: Örnek 5.4 ‘e Ait Kat Ağırlıkları ve Katlara Etkiyen Fiktif Yükler

Kat Ağırlıkları ve Fiktif Yükler				
Kat No	w_i(ton)	H_i(m)	$w_i H_i$(tonm)	F_{fi}(ton)
10	273,861	30	8215,830	0,1840
9	266,936	27	7207,272	0,1614
8	267,896	24	6429,504	0,1440
7	267,896	21	5625,816	0,1260
6	267,896	18	4822,128	0,1080
5	267,896	15	4018,440	0,0900
4	267,896	12	3214,752	0,0720
3	265,651	9	2390,859	0,0535
2	269,322	6	1615,932	0,0362
1	369,222	3	1107,666	0,0248
TOPLAM	2784,472		44648,199	1,0000

5.2.4.4. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı :

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Ragleigh Oranı ile hesaplanmıştır. Periyot değerleri Çizelge 5.118’de verilmiştir.

- DBYBHY-2007’ye göre ; T_1 Rayleigh Oranı ile hesaplanır. Buradan;

Çizelge 5.118: Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 ’in Hesabı

Rayleigh Oranı ile T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2 \text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
10	27,91651	0,1840	0,000306	2,614E-06	5,631E-05
9	27,21060	0,1614	0,000277	2,088E-06	4,471E-05
8	27,30846	0,1440	0,000246	1,653E-06	3,542E-05
7	27,30846	0,1260	0,000212	1,227E-06	2,671E-05
6	27,30846	0,1080	0,000177	8,555E-07	1,912E-05
5	27,30846	0,0900	0,000141	5,429E-07	1,269E-05
4	27,30846	0,0720	0,000104	2,954E-07	7,488E-06
3	27,07961	0,0535	0,000070	1,327E-07	3,748E-06
2	27,45382	0,0362	0,000039	4,176E-08	1,412E-06
1	37,63731	0,0248	0,000014	7,377E-09	3,473E-07
TOPLAM	283,8402	1,0000		9,45744E-06	2,07962E-04

$$T_1 = 2p \left[\frac{9,45744 * 10^{-6}}{2,07962 * 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,339907 \text{ sn.}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{1,339907} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 0,95045$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I.S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3*1*0,95045 \quad A(T_1) = 0,28513$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W.A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{2784,472*0,28513}{7} \Rightarrow V_t = 113,4195 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 * A_o * I * W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 * A_o * I * W = 0,1 * 0,3 * 1 * 2784,472 \cong 83,54 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 113,4195 \text{ ton alınır.}$$

- TDY-98' ye Göre ; ise $H_N > 25 \text{ m}$ olduğundan, ampirik formül kullanılmaz.

Çizelge 5.119 : Örnek 5.4 'e Ait Kat Kütleleri ve Kat Kütle Eylemsizlik Momentlerinin Hesabı

Kat No	$M_i(W_i/g)$	$I_x(m^4)$	$I_y(m^4)$	$A(m^2)$	$m\theta_i$
10	27,9165	4190,84	2598,96	184,59	1026,8571
9	27,2106	4201,49	2643,66	194,31	958,5747
8	27,3085	4201,49	2643,66	194,31	962,0221
7	27,3085	4201,49	2643,66	194,31	962,0221
6	27,3085	4201,49	2643,66	194,31	962,0221
5	27,3085	4201,49	2643,66	194,31	962,0221
4	27,3085	4201,49	2643,66	194,31	962,0221
3	27,0796	4201,49	2643,66	194,31	953,9602
2	27,4538	4201,49	2643,66	194,31	967,1429
1	37,6373	12171,87	3642,21	278,68	2135,7809

5.2.4.5. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının**Hesabı :**

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.166'da verilmiştir.

Çizelge 5.120 : Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	1,47382
2	1,39765
3	1,28010
4	0,43617
5	0,35225
6	0,32773
7	0,22098
8	0,15751
9	0,14056

5.2.4.6. X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.121: Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	1,47382	7	0,88071	0,26421	0,37027
2	1,39765	7	0,91890	0,27567	0,38633
3	1,28010	7	0,98581	0,29574	0,41446
4	0,43617	7	2,33273	0,69982	0,98075
5	0,35225	7	2,5	0,75000	1,05107
6	0,32773	7	2,5	0,75000	1,05107
7	0,22098	7	2,5	0,75000	1,05107
8	0,15751	7	2,5	0,75000	1,05107
9	0,14056	6,65383	2,40559	0,72168	1,06400

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90’ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 9 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 9 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.121’de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 9 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.4.7. X Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlikler

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.122 : Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin
Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
10	0,02745	0,02223	0,00236	0,00218	0,00227	1,03965	<1,2	<1,2
9	0,02509	0,02005	0,00258	0,00229	0,00244	1,05955	<1,2	<1,2
8	0,02251	0,01776	0,00282	0,00242	0,00262	1,07634	<1,2	<1,2
7	0,01969	0,01534	0,00305	0,00252	0,00279	1,09515	<1,2	<1,2
6	0,01664	0,01282	0,00323	0,00259	0,00291	1,10997	<1,2	<1,2
5	0,01341	0,01023	0,00330	0,00258	0,00294	1,12245	<1,2	<1,2
4	0,01011	0,00765	0,00325	0,00248	0,00287	1,13438	<1,2	<1,2
3	0,00686	0,00517	0,00298	0,00228	0,00263	1,13308	<1,2	<1,2
2	0,00388	0,00289	0,00221	0,00178	0,00200	1,10777	<1,2	<1,2
1	0,00167	0,00111	0,00167	0,00111	0,00139	1,20144	>1,2	>1,2

Çizelgede de görüldüğü gibi 1. katta $\eta_{bi} < 1,2$ şartı sağlanamamaktadır. Dolayısıyla her iki yönetmeliğe göre de 1. Katta A1 türü düzensizlik mevcuttur.

Çizelge 5.123: Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin
Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	(Δ_i)_{ort}	h_i(m)	(Δ_i/H)_{ort}	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
10	0,00227	3	0,00076	---	0,9322	<1,5	<2,0
9	0,00244	3	0,00081	1,0727	0,9294	<1,5	<2,0
8	0,00262	3	0,00087	1,0760	0,9408	<1,5	<2,0
7	0,00279	3	0,00093	1,0630	0,9570	<1,5	<2,0
6	0,00291	3	0,00097	1,0449	0,9898	<1,5	<2,0
5	0,00294	3	0,00098	1,0103	1,0262	<1,5	<2,0
4	0,00287	3	0,00096	0,9745	1,0894	<1,5	<2,0
3	0,00263	3	0,00088	0,9180	1,3183	<1,5	<2,0
2	0,00200	3	0,00067	0,7586	1,4353	<1,5	<2,0
1	0,00139	3	0,00046	0,6967	---	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda yönetmeliğin öngördüğü şartlar sağlanmaktadır. Dolayısıyla yapıda B2 düzensizliği söz konusu değildir.

Çizelge 5.124: Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
10	0,02745	0,00236	3	0,000787	<0,0028571	<0,02
9	0,02509	0,00258	3	0,000860	<0,0028571	<0,02
8	0,02251	0,00282	3	0,000940	<0,0028571	<0,02
7	0,01969	0,00305	3	0,001017	<0,0028571	<0,02
6	0,01664	0,00323	3	0,001077	<0,0028571	<0,02
5	0,01341	0,00330	3	0,001100	<0,0028571	<0,02
4	0,01011	0,00325	3	0,001083	<0,0028571	<0,02
3	0,00686	0,00298	3	0,000993	<0,0028571	<0,02
2	0,00388	0,00221	3	0,000737	<0,0028571	<0,02
1	0,00167	0,00167	3	0,000557	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.125: Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
10	273,861	273,861	0,00227	27,81	29,55	3	0,00745	0,00701
9	266,936	540,797	0,00244	44,75	46,14	3	0,00981	0,00951
8	267,896	534,832	0,00262	59,86	60,94	3	0,00780	0,00766
7	267,896	535,792	0,00279	73,07	73,89	3	0,00681	0,00673
6	267,896	535,792	0,00291	84,41	84,99	3	0,00616	0,00611
5	267,896	535,792	0,00294	93,85	94,25	3	0,00559	0,00557
4	267,896	535,792	0,00287	101,40	101,65	3	0,00505	0,00503
3	265,651	533,547	0,00263	107,02	107,15	3	0,00437	0,00436
2	269,322	534,973	0,00200	110,82	110,87	3	0,00321	0,00321
1	369,222	638,544	0,00139	113,42	113,42	3	0,00261	0,00261

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Kat kesme kuvvetleri (V_i), eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden alınmıştır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 245,12$ ton

$V_t = 113,4195$ ton idi.

- DBYBHY-2007’ye göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 113,4195 = 102,077$$

- $\emptyset$ $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98’e göre;

Yapıda A1(Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 113,4195 = 113,4195$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

Adım 2 :

Bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü binanın birinci periyodu hesaplanmaksızın Şekil 3.6 ‘daki denklem yardımıyla bulunur.

$$F_{bk} = A_0 I w_{bk} / 1.5$$

$$F_{bk} = 0,30 * 1 * 389,333 = 77,87 \text{ ton}$$

Adım 3 :

Çizelge 5.126 : Örnek 5.4’e Ait X Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri

Yük X Yönü	Adım 1 Malt(ton-m)	Adım 2 Malt(ton-m)	Adım 3 Malt (ton-m)
+%5 Eksantiriste	47,566	16,798	50,45

5.2.4.8. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının Hesabı :

Rayleigh Oranı’nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, -%5 Y eksantiriste hesaplarında da aynıdır. Buna göre ;

$$T_1 = 1,339907 \text{ sn}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.127’de verilmiştir.

Çizelge 5.127 : Örnek 5.4'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod No	T(Periyot)-sn
1	1,471078
2	1,461298
3	1,226632
4	0,430050
5	0,387078
6	0,302304
7	0,216372
8	0,172226
9	0,133735
10	0,129208

5.2.4.9. X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.128: Örnek 5.4 'e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	1,471078	7	0,88202205	0,2646066	0,3708273
2	1,461298	7	0,88674137	0,2660224	0,3728114
3	1,226632	7	1,02003851	0,3060116	0,4288533
4	0,43005	7	2,35924390	0,7077732	0,9918935
5	0,387078	7	2,5	0,75	1,0510714
6	0,302304	7	2,5	0,75	1,0510714
7	0,216372	7	2,5	0,75	1,0510714
8	0,172226	7	2,5	0,75	1,0510714
9	0,133735	6,403617	2,33735	0,701205	1,0742087
10	0,129208	6,237627	2,29208	0,687624	1,0814356

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütesinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 10 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 10 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.128'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 10 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.4.10. X Deprem Yönüne ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlikler

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü X olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak -%5 Y yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.129: Örnek 5.4 'e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
10	0,03237	0,02016	0,00277	0,00202	0,00240	1,1566	<1,2	<1,2
9	0,02960	0,01814	0,00302	0,00211	0,00257	1,1774	<1,2	<1,2
8	0,02658	0,01603	0,00332	0,00222	0,00277	1,1986	<1,2	<1,2
7	0,02326	0,01381	0,00361	0,00231	0,00296	1,2196	>1,2	>1,2
6	0,01965	0,01150	0,00382	0,00237	0,00310	1,2342	>1,2	>1,2
5	0,01583	0,00913	0,00393	0,00234	0,00314	1,2536	>1,2	>1,2
4	0,01190	0,00679	0,00386	0,00224	0,00305	1,2656	>1,2	>1,2
3	0,00804	0,00455	0,00353	0,00199	0,00276	1,2790	>1,2	>1,2
2	0,00451	0,00256	0,00264	0,00157	0,00211	1,2527	>1,2	>1,2
1	0,00187	0,00099	0,00187	0,00099	0,00143	1,3099	>1,2	>1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 1.2.3.4.5.6.7. Katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ 'dir. Dolayısıyla bu katlarda burulma düzensizliğine rastlanmaktadır.

Çizelge 5.130: Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i/H)_{ort}$	Δ_i/Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i/Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
10	0,00240	3	0,00080	---	0,9337	<1,5	<2,0
9	0,00257	3	0,00086	1,0710	0,9260	<1,5	<2,0
8	0,00277	3	0,00092	1,0799	0,9358	<1,5	<2,0
7	0,00296	3	0,00099	1,0686	0,9564	<1,5	<2,0
6	0,00310	3	0,00103	1,0456	0,9872	<1,5	<2,0
5	0,00314	3	0,00105	1,0129	1,0279	<1,5	<2,0
4	0,00305	3	0,00102	0,9729	1,1051	<1,5	<2,0
3	0,00276	3	0,00092	0,9049	1,3097	<1,5	<2,0
2	0,00211	3	0,00070	0,7636	1,4762	<1,5	<2,0
1	0,00143	3	0,00048	0,6774	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, her iki yönetmelik için de yapıda B2 düzensizliğine rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.131: Örnek 5.4 ‘e X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	1998	2007
10	0,03237	0,00277	3	0,00092	<0,0028571	<0,02
9	0,02960	0,00302	3	0,00101	<0,0028571	<0,02
8	0,02658	0,00332	3	0,00111	<0,0028571	<0,02
7	0,02326	0,00361	3	0,00120	<0,0028571	<0,02
6	0,01965	0,00382	3	0,00127	<0,0028571	<0,02
5	0,01583	0,00393	3	0,00131	<0,0028571	<0,02
4	0,01190	0,00386	3	0,00129	<0,0028571	<0,02
3	0,00804	0,00353	3	0,00118	<0,0028571	<0,02
2	0,00451	0,00264	3	0,00088	<0,0028571	<0,02
1	0,00187	0,00187	3	0,00062	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.132 : Örnek 5.4 ‘e Ait X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
10	273,861	273,861	0,00240	27,81	29,55	3	0,00786	0,00740
9	266,936	540,797	0,00257	44,75	46,14	3	0,01033	0,01002
8	267,896	534,832	0,00277	59,86	60,94	3	0,00825	0,00810
7	267,896	535,792	0,00296	73,07	73,89	3	0,00723	0,00715
6	267,896	535,792	0,00310	84,41	84,99	3	0,00655	0,00650
5	267,896	535,792	0,00314	93,85	94,25	3	0,00597	0,00594
4	267,896	535,792	0,00305	101,40	101,65	3	0,00537	0,00536
3	265,651	533,547	0,00276	107,02	107,15	3	0,00459	0,00458
2	269,322	534,973	0,00211	110,82	110,87	3	0,00339	0,00339
1	369,222	638,544	0,00143	113,42	113,42	3	0,00268	0,00268

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 201,621$ ton

$V_t = 113,4195$ ton idi.

- DBYBHY-2007’ye göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 113,4195 = 102,077$$

- $\emptyset$ $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98’e göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 113,4195 = 113,4195$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

Adım 2 :

Bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü binanın birinci periyodu hesaplanmaksızın Şekil 3.6 ‘daki denklem yardımıyla bulunur.

$$F_{bk} = A_0 I w_{bk} / 1.5$$

$$F_{bk} = 0,30 * 1 * 389,333 = 77,87 \text{ ton}$$

Adım 3 :

Çizelge 5.133: Örnek 5.4’e Ait X Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri

Yük X Yönü	Adım 1 Malt(ton-m)	Adım 2 Malt(ton-m)	Adım 3 Malt (ton-m)
-%5 Eksantiriste	35,805	19,203	40,629

5.2.4.11. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Hesabı:

Adım 1 :

Fiktif yükler, Y yönü doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine uygulanarak deprem analizi yapılmış ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar bulunmuştur. Bu fiktif yükler yapının kat kütle merkezlerine etkililmiş olup, 3 boyutlu çözüm yapılarak fiktif deplasmanlar (d_{fi}) hesaplanmıştır.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Ragleigh Oranı ile hesaplanmıştır.
Periyot değerleri Çizelge 5.134’de verilmiştir.

Çizelge 5.134: Örnek 5.4 ‘e Ait Y Deprem Yönü İçin Bulunan Kat Deplasmanları ve Rayleigh Oranı İle T_1 ’in Hesabı

Rayleigh Oranı İle T_1 Hesabı					
Kat No	$m_i(\text{tons}^2/\text{m})$	$F_{fi}(\text{ton})$	$d_{fi}(\text{m})$	$m_i d_{fi}^2(\text{tons}^2\text{m})$	$F_{fi} d_{fi}(\text{tonm})$
10	27,91651	0,1840	0,000347	3,3614E-06	6,3852E-05
9	27,21060	0,1614	0,000322	2,8213E-06	5,1978E-05
8	27,30846	0,1440	0,000292	2,3284E-06	4,2049E-05
7	27,30846	0,1260	0,000258	1,8178E-06	3,2509E-05
6	27,30846	0,1080	0,000220	1,3217E-06	2,3761E-05
5	27,30846	0,0900	0,000179	8,7499E-07	1,6110E-05
4	27,30846	0,0720	0,000136	5,0510E-07	9,7922E-06
3	27,07961	0,0535	0,000094	2,3928E-07	5,0336E-06
2	27,45382	0,0362	0,000054	8,0055E-08	1,9544E-06
1	37,63731	0,0248	0,000021	1,6598E-08	5,2098E-07
TOPLAM	283,84016	1,0000		1,3367E-05	2,4756E-04

$$T_1 = 2p \left[\frac{1,3367 * 10^{-5}}{2,4756 * 10^{-4}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,45999 \text{ sn}$$

Yapıda deprem yükleri çerçeveler ve boşluksuz perdelerle birlikte taşındığından;

Yapı Davranış Katsayısı (R) = 7 alınacaktır.

Yerel zemin sınıfı Z2 olduğundan; spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ - $T_B = 0,40$ s. olarak kullanılacaktır.

$T_A < T_1$ olduğundan; deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 7$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğundan spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,4}{1,45999} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 0,88738$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,30$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,88738 \quad A(T_1) = 0,266214$$

Taban Kesme Kuvveti de;

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)}$$

denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = \frac{2784,472 \cdot 0,266214}{7} \Rightarrow V_t = 105,895 \text{ ton}$$

Ayrıca;

$$V_t = 0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W$$

karşılaştırılması yapılmalıdır.

$$0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W = 0,1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 2784,472 \cong 83,534 \text{ ton}$$

olduğu için Taban Kesme Kuvveti

$$V_t = 105,895 \text{ ton alınır.}$$

- TDY-98' ye Göre; $H_N > 25\text{m.}$ olduğundan T_1 ampirik formülle hesap yapılamaz. Rayleigh Oranı ile hesaplanan T_1 esas alınır.

5.2.4.12. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının

Hesabı :

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 5.135'de verilmiştir.

Çizelge 5.135 : Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T(Periyot)-sn
1	1,491993
2	1,347318
3	1,311690
4	0,412717
5	0,376066
6	0,324305
7	0,206321

5.2.4.13. Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.136: Örnek 5.4 'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	1,491993	7	0,872117	0,261635	0,366663
2	1,347318	7	0,946263	0,283879	0,397836
3	1,311690	7	0,966770	0,290031	0,406458
4	0,412717	7	2,438182	0,731455	1,025081
5	0,376066	7	2,5	0,75	1,051071
6	0,324305	7	2,5	0,75	1,051071
7	0,206321	7	2,5	0,75	1,051071

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 7 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 7 periyoda göre de spektrum katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.136'da görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 7 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.4.14. Y Deprem Yönüne ve +%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlik olarak +%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.137: Örnek 5.4 'e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
10	0,03361	0,02181	0,00315	0,00130	0,00223	1,4157	>1,2	>1,2
9	0,03046	0,02051	0,00337	0,00158	0,00248	1,3616	>1,2	>1,2
8	0,02709	0,01893	0,00359	0,00191	0,00275	1,3055	>1,2	>1,2
7	0,02350	0,01702	0,00381	0,00222	0,00302	1,2637	>1,2	>1,2
6	0,01969	0,01480	0,00395	0,00248	0,00322	1,2286	>1,2	>1,2
5	0,01574	0,01232	0,00398	0,00269	0,00334	1,1934	<1,2	<1,2
4	0,01176	0,00963	0,00383	0,00283	0,00333	1,1502	<1,2	<1,2
3	0,00793	0,00680	0,00345	0,00279	0,00312	1,1058	<1,2	<1,2
2	0,00448	0,00401	0,00274	0,00232	0,00253	1,0830	<1,2	<1,2
1	0,00174	0,00169	0,00174	0,00169	0,00172	1,0146	<1,2	<1,2

Çizelgede de görüldüğü gibi 6.7.8.9. ve 10. katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ olduğundan, her iki yönetmeliğe göre de bu katlarda A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.138: Örnek 5.4 ‘e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i / H)_{ort}$	Δ_i/Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i/Δ_{i-1} (1998)	1998	2007
10	0,00223	3	0,00074	---	0,8990	<1,5	<2,0
9	0,00248	3	0,00083	1,1124	0,9000	<1,5	<2,0
8	0,00275	3	0,00092	1,1111	0,9121	<1,5	<2,0
7	0,00302	3	0,00101	1,0964	0,9378	<1,5	<2,0
6	0,00322	3	0,00107	1,0663	0,9640	<1,5	<2,0
5	0,00334	3	0,00111	1,0373	1,0015	<1,5	<2,0
4	0,00333	3	0,00111	0,9985	1,0673	<1,5	<2,0
3	0,00312	3	0,00104	0,9369	1,2332	<1,5	<2,0
2	0,00253	3	0,00084	0,8109	1,4752	<1,5	<2,0
1	0,00172	3	0,00057	0,6779	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, tüm katlarda yönetmeliklerin öngördüğü şartlar sağlanmaktadır. Dolayısıyla, yapıda B2 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.139 : Örnek 5.4 ‘e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	1998	2007
10	0,03361	0,00315	3	0,00105	<0,0028571	<0,02
9	0,03046	0,00337	3	0,00112	<0,0028571	<0,02
8	0,02709	0,00359	3	0,00120	<0,0028571	<0,02
7	0,02350	0,00381	3	0,00127	<0,0028571	<0,02
6	0,01969	0,00395	3	0,00132	<0,0028571	<0,02
5	0,01574	0,00398	3	0,00133	<0,0028571	<0,02
4	0,01176	0,00383	3	0,00128	<0,0028571	<0,02
3	0,00793	0,00345	3	0,00115	<0,0028571	<0,02
2	0,00448	0,00274	3	0,00091	<0,0028571	<0,02
1	0,00174	0,00174	3	0,00058	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi tüm katlarda görelî kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.140: Örnek 5.4 ‘e Ait Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{ort}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
10	273,861	273,861	0,00223	25,97	28,32	3	0,0078	0,0072
9	266,936	540,797	0,00248	41,78	43,66	3	0,0107	0,0102
8	267,896	534,832	0,00275	55,88	57,35	3	0,0088	0,0085
7	267,896	535,792	0,00302	68,23	69,33	3	0,0079	0,0078
6	267,896	535,792	0,00322	78,81	79,60	3	0,0073	0,0072
5	267,896	535,792	0,00334	87,62	88,16	3	0,0068	0,0068
4	267,896	535,792	0,00333	94,67	95,00	3	0,0063	0,0063
3	265,651	533,547	0,00312	99,92	100,10	3	0,0056	0,0055
2	269,322	534,973	0,00253	103,47	103,54	3	0,0044	0,0044
1	369,222	638,544	0,00172	105,90	105,90	3	0,0034	0,0034

Çizelgeden de görüldüğü gibi her katta $\theta_i < 0,12$ şartı sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 267$ ton olarak bulunmuştur.

$V_t = 105,895$ ton idi.

- DBYBHY-2007’ye göre;

Yapıda A1 Düzensizliği olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 105,895 = 95,305$$

- $\emptyset$ $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98’e göre;

Yapıda A1(Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,0$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 105,895 = 105,895$$

Ø $V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

Adım 2 :

Bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü binanın birinci periyodu hesaplanmaksızın Şekil 3.6 ‘daki denklem yardımıyla bulunur.

$$F_{bk} = A_0 I w_{bk} / 1.5$$

$$F_{bk} = 0,30 * 1 * 389,333 = 77,87 \text{ ton}$$

Adım 3 :

Çizelge 5.141. Örnek 5.4’e Ait Y Deprem Yönü +%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri

Yük Y Yönü	Adım 1 Malt(ton-m)	Adım 2 Malt(ton-m)	Adım 3 Malt (ton-m)
+%5 Eksantiriste	51,508	9,67	52,407

5.2.4.15. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Titreşim Mod Periyotlarının

Hesabı :

Adım 1 :

Rayleigh Oranı’nı esas alarak elde ettiğimiz periyot (T_1) ve katlara etkiyen deprem yükleri, -%5 X eksantiriste hesaplarında da aynıdır. Buna göre ;

$$\text{Periyot } (T_1) = 1,45999 \text{ sn}$$

Yapının serbest titreşim analizi yapılarak titreşim periyotları ve modları bulunmuştur. Bu değerler Çizelge 'da verilmiştir.

Çizelge 5.142 : Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Titreşim Periyotları

Mod	T
1	1,526074
2	1,355188
3	1,275030
4	0,454027
5	0,355096
6	0,312248
7	0,22964

5.2.4.16. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme spektrumu Hesabı :

Çizelge 5.143: Örnek 5.4 'e Ait DBYBHY 2007'ye Göre Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Spektrum Katsayıları, Spektrum İvme Değerleri ve Azaltılmış İvme Spektrumu

Mod Birleştirme Yöntemi					
Mod	T(Periyot)	R _a (T _r)	S(T _r)	A(T _r)	S _{pa} (T _r)
1	1,526074	7	0,856500	0,256950	0,360097
2	1,355188	7	0,941864	0,282559	0,395987
3	1,275030	7	0,988944	0,296683	0,415780
4	0,454027	7	2,259033	0,677710	0,949762
5	0,355096	7	2,5	0,75	1,051071
6	0,312248	7	2,5	0,75	1,051071
7	0,22964	7	2,5	0,75	1,051071

DBYBHY-2007, 3.2.8.3. bölümünde belirtilen etkin kütle toplamının bina toplam kütlelerinin %90'ından az olmaması kuralına göre hesapladığımız periyotlardan ilk 7 tanesi yeterli olmaktadır. Bu ilk 7 periyoda göre de spektrum

katsayıları hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler Çizelge 5.143'de görülmektedir. Bundan sonra yapacağımız işlemlerde de ilk 7 periyodu kullanmak yeterli olacaktır.

5.2.4.17. Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiristeye Ait Düzensizlik Kontrolleri

Bu bölümde, deprem kuvveti yönü Y olarak alınmıştır. Ağırlık merkezinin ek dış merkezlilik olarak -%5 X yönü boyunca kaydırılması ile oluşan düzensizlik kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 5.144: Örnek 5.4 'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Burulma Düzensizlikleri

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü								
Kat No	(d_i)_{max}	(d_i)_{min}	(Δ_i)_{max}	(Δ_i)_{min}	(Δ_i)_{ort}	η_{bi}	1998	2007
10	0,03361	0,02069	0,00204	0,00180	0,00192	1,0625	<1,2	<1,2
9	0,03157	0,01889	0,00248	0,00263	0,00256	0,9706	<1,2	<1,2
8	0,02909	0,01626	0,00298	0,00217	0,00258	1,1573	<1,2	<1,2
7	0,02611	0,01409	0,00348	0,00166	0,00257	1,3541	>1,2	>1,2
6	0,02263	0,01243	0,00393	0,00249	0,00321	1,2243	>1,2	>1,2
5	0,01870	0,00994	0,00426	0,00249	0,00338	1,2622	>1,2	>1,2
4	0,01444	0,00745	0,00442	0,00241	0,00342	1,2943	>1,2	>1,2
3	0,01002	0,00504	0,00429	0,00217	0,00323	1,3282	>1,2	>1,2
2	0,00573	0,00287	0,00359	0,00174	0,00267	1,3471	>1,2	>1,2
1	0,00214	0,00113	0,00214	0,00113	0,00164	1,3089	>1,2	>1,2

Çizelgeden de görüldüğü gibi, 1.2.3.4.5.6. ve 7. Katlarda $\eta_{bi} > 1,2$ 'dir. Dolayısıyla bu katlarda her iki yönetmeliğe göre de A1 türü düzensizliğe rastlanmaktadır.

Çizelge 5.145: Örnek 5.4 ‘e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Yumuşak Kat Düzensizlikleri

B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği							
Kat No	$(\Delta_i)_{ort}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i / H)_{ort}$	Δ_i / Δ_{i+1} (1998-2007)	Δ_i / Δ_{i-1} (2007)	1998	2007
10	0,00192	3	0,00064	---	0,7515	<1,5	<2,0
9	0,00256	3	0,00085	1,3307	0,9922	<1,5	<2,0
8	0,00258	3	0,00086	1,0078	1,0019	<1,5	<2,0
7	0,00257	3	0,00086	0,9981	0,8006	<1,5	<2,0
6	0,00321	3	0,00107	1,2490	0,9511	<1,5	<2,0
5	0,00338	3	0,00113	1,0514	0,9883	<1,5	<2,0
4	0,00342	3	0,00114	1,0119	1,0573	<1,5	<2,0
3	0,00323	3	0,00108	0,9458	1,2120	<1,5	<2,0
2	0,00267	3	0,00089	0,8251	1,6300	<1,5	<2,0
1	0,00164	3	0,00055	0,6135	----	<1,5	<2,0

Çizelgeden de görüldüğü gibi, her iki yönetmelik için de sınır şartları sağlanmaktadır. Dolayısıyla yapıda her iki yönetmelik için de B2 türü düzensizliğe rastlanmamaktadır.

Çizelge 5.146: Örnek 5.4 'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolü

Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolü						
Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$h_i(m)$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	1998	2007
10	0,03361	0,00204	3	0,00068	<0,0028571	<0,02
9	0,03157	0,00248	3	0,00083	<0,0028571	<0,02
8	0,02909	0,00298	3	0,00099	<0,0028571	<0,02
7	0,02611	0,00348	3	0,00116	<0,0028571	<0,02
6	0,02263	0,00393	3	0,00131	<0,0028571	<0,02
5	0,01870	0,00426	3	0,00142	<0,0028571	<0,02
4	0,01444	0,00442	3	0,00147	<0,0028571	<0,02
3	0,01002	0,00429	3	0,00143	<0,0028571	<0,02
2	0,00573	0,00359	3	0,00120	<0,0028571	<0,02
1	0,00214	0,00214	3	0,00071	<0,0028571	<0,02

Çizelgeden de görüldüğü gibi, göreli kat ötelemeleri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Çizelge 5.147: Örnek 5.4 'e Ait Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Hesaplanan İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü								
Kat No	w_i	w_j	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$V_i(2007)$	$V_i(1998)$	$h_i(m)$	$\theta_i(2007)$	$\theta_i(1998)$
10	273,861	273,861	0,00192	25,97	28,32	3	0,00675	0,00619
9	266,936	540,797	0,00256	41,78	43,66	3	0,01102	0,01055
8	267,896	534,832	0,00258	55,88	57,35	3	0,00821	0,00800
7	267,896	535,792	0,00257	68,23	69,33	3	0,00673	0,00662
6	267,896	535,792	0,00321	78,81	79,60	3	0,00727	0,00720
5	267,896	535,792	0,00338	87,62	88,16	3	0,00688	0,00684
4	267,896	535,792	0,00342	94,67	95,00	3	0,00644	0,00642
3	265,651	533,547	0,00323	99,92	100,10	3	0,00575	0,00574
2	269,322	534,973	0,00267	103,47	103,54	3	0,00459	0,00459
1	369,222	638,544	0,00164	105,90	105,90	3	0,00329	0,00329

Çizelgeden de görüldüğü gibi, $\theta_i < 0,12$ şartı tüm katlarda sağlandığından, ikinci mertebe etkileri, yönetmeliklerin öngördüğü sınır değerleri aşmamaktadır.

Analiz sonuçlarına göre $V_{tb} = 272$ ton olarak bulunmuştur.

$V_t = 105,895$ ton idi.

- DBYBHY-2007'ye göre;

Yapıda A1 Düzensizliği olduğundan; $\beta = 0,90$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 0,90 * 105,895 = 95,305$$

- $\emptyset V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

- TDY-98'e göre;

Yapıda A1 (Burulma Düzensizliği) olduğundan; $\beta = 1,00$ alınacaktır.

$$\beta * V_t = 1,00 * 105,895 = 105,895$$

- $\emptyset V_{tb} > \beta V_t$ olduğundan, iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapmaya gerek yoktur.

Adım 2 :

Bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü binanın birinci periyodu hesaplanmaksızın Şekil 3.6 'daki denklem yardımıyla bulunur.

$$F_{bk} = A_0 I w_{bk} / 1.5$$

$$F_{bk} = 0,30 * 1 * 389,333 = 77,87 \text{ ton}$$

Adım 3 :

Çizelge 5.148. Örnek 5.4'e Ait Y Deprem Yönü -%5 Eksantiriste İçin Bulunan Perde Kesit Tesirleri

Yük Y Yönü	Adım 1 Malt(ton-m)	Adım 2 Malt(ton-m)	Adım 3 Malt (ton-m)
-%5 Eksantiriste	48,039	10,38	49,15

Çizelge 5.149 : Örnek 5.4'e Ait TDY-1998 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve +%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
10	1,040	---	0,9322	0,00079	0,0074	1,040	---	0,00079	0,0070
9	1,059	1,073	0,9294	0,00086	0,0098	1,059	1,073	0,00086	0,0095
8	1,076	1,076	0,9407	0,00094	0,0078	1,076	1,076	0,00094	0,0077
7	1,095	1,063	0,9570	0,00102	0,0068	1,095	1,063	0,00102	0,0067
6	1,110	1,045	0,9898	0,00108	0,0062	1,110	1,045	0,00108	0,00611
5	1,122	1,010	1,0262	0,00110	0,0056	1,122	1,010	0,00110	0,00557
4	1,134	0,974	1,0893	0,00108	0,0050	1,134	0,974	0,00108	0,00503
3	1,133	0,918	1,3183	0,00099	0,0044	1,133	0,918	0,00099	0,00436
2	1,108	0,758	1,4352	0,00074	0,00321	1,108	0,758	0,00074	0,00321
1	1,201	0,697	---	0,00056	0,0026	1,201	0,697	0,00056	0,00261
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.150 : Örnek 5.4'e Ait TDY-1998 ve DBYBHY-2007'ye Göre X Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007						1998			
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
10	1,157	---	0,9337	0,00092	0,00786	1,157	---	0,00092	0,007398
9	1,177	1,071	0,9260	0,00101	0,01033	1,177	1,071	0,00101	0,010021
8	1,199	1,080	0,9358	0,00111	0,00825	1,199	1,080	0,00111	0,008103
7	1,220	1,068	0,9564	0,00120	0,00723	1,220	1,068	0,00120	0,007154
6	1,234	1,046	0,9872	0,00127	0,00655	1,234	1,046	0,00127	0,006503
5	1,254	1,013	1,0280	0,00131	0,00597	1,254	1,013	0,00131	0,005941
4	1,266	0,973	1,1051	0,00129	0,00537	1,266	0,973	0,00129	0,005359
3	1,279	0,905	1,3100	0,00118	0,00459	1,279	0,905	0,00118	0,004581
2	1,253	0,763	1,4762	0,00088	0,00339	1,253	0,763	0,00088	0,003390
1	1,310	0,677	----	0,00062	0,00268	1,310	0,677	0,00062	0,002679
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

Çizelge 5.151 : Örnek 5.4'e Ait TDY-1998 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve +%5 Eksantriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

2007					1998				
Kat No	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
10	1,416	---	0,8990	0,00105	0,00782	1,416	---	0,00105	0,0071729
9	1,362	1,112	0,9000	0,00112	0,01068	1,362	1,112	0,00112	0,0102180
8	1,305	1,111	0,9121	0,00120	0,00877	1,305	1,111	0,00120	0,0085479
7	1,264	1,096	0,9378	0,00127	0,00789	1,264	1,096	0,00127	0,0077663
6	1,229	1,066	0,9640	0,00132	0,00729	1,229	1,066	0,00132	0,0072132
5	1,193	1,037	1,0015	0,00133	0,00680	1,193	1,037	0,00133	0,0067562
4	1,150	0,998	1,0673	0,00128	0,00628	1,150	0,998	0,00128	0,0062600
3	1,106	0,937	1,2332	0,00115	0,00555	1,106	0,937	0,00115	0,0055436
2	1,083	0,811	1,4752	0,00091	0,00436	1,083	0,811	0,00091	0,0043575
1	1,015	0,678	----	0,00058	0,00345	1,015	0,678	0,00058	0,0034471
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.					$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.				

Çizelge 5.152 : Örnek 5.4'e Ait TDY-1998 ve DBYBHY-2007'ye Göre Y Deprem Yönü ve -%5 Eksantiriste İçin Elde Edilen Düzensizlik Kontrollerinin Karşılaştırılması

Kat No	2007					1998			
	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	Δ_i/Δ_{i-1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i	η_{bi}	Δ_i/Δ_{i+1}	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	θ_i
10	1,062	---	0,75147	0,00068	0,00675	1,062	---	0,00068	0,00619
9	0,971	1,331	0,99223	0,00083	0,01102	0,971	1,331	0,00083	0,01055
8	1,157	1,008	1,00195	0,00099	0,00821	1,157	1,008	0,00099	0,00800
7	1,354	0,998	0,80062	0,00116	0,00673	1,354	0,998	0,00116	0,00662
6	1,224	1,249	0,95111	0,00131	0,00727	1,224	1,249	0,00131	0,00720
5	1,262	1,051	0,98829	0,00142	0,00688	1,262	1,051	0,00142	0,00684
4	1,294	1,012	1,05728	0,00147	0,00644	1,294	1,012	0,00147	0,00642
3	1,328	0,946	1,21201	0,00143	0,00575	1,328	0,946	0,00143	0,00574
2	1,347	0,825	1,62997	0,00120	0,00459	1,347	0,825	0,00120	0,00459
1	1,309	0,613	----	0,00071	0,00329	1,309	0,613	0,00071	0,00329
$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 2,0$– B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,02$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.						$\eta_{bi} > 1,2$ – A1 Burulma Düzensizliği vardır. $\Delta_i/\Delta_{i-1} < 1,5$ – B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği yoktur. $(\Delta_i)_{max}/h_i < 0,0028571$ koşulu sağlanmaktadır. $\theta_i < 0,12$ koşulu sağlanmaktadır.			

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tüm örneklerimizin analizinde Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır. Deprem yönleri X ve Y, $\pm$ %5 eksantiriste altında olmak üzere toplam dört şekilde çözüm yapılmıştır.

Örnek 5.1'i incelediğimizde; yapının 3 katlı olduğunu, taşıyıcı sisteminin kolon ve perdelerden oluştuğunu görmekteyiz.

- Deprem yönünü X olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının tüm katlarında A1 (Burulma) düzensizliğine rastlamaktayız. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda ise DBYBHY-2007'ye göre 2. katta bu düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik için de yapının 1. katında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

- Deprem yönünü Y olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının 3. katında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda ise DBYBHY-2007'ye göre 2. katta bu düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmeliğe göre de yapıda A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmamaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda ise DBYBHY-2007'ye göre 2. katta bu düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

Örnek 5.2' yi incelediğimizde, yapının 12 katlı olduğunu, taşıyıcı sisteminin kolon ve perdelerden oluştuğunu görmekteyiz.

- Deprem yönünü X olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapıda A1 (Burulma) düzensizliğine rastlanmamaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda ise DBYBHY-2007'ye göre 2. katta bu düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci merteye etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik için de yapının 2. 3. ve 4. katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. DBYBHY-2007'ye göre 2. katta B2 düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci merteye etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

- Deprem yönünü Y olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının 1. 2. 3. ve 4. katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktayız. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda ise DBYBHY-2007'ye göre 2. katta bu düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci merteye etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmeliğe göre de yapının 12. kat hariç tüm katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda ise DBYBHY-2007'ye göre 2. katta bu düzensizliğe rastlanırken, TDY-98'e göre rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci merteye etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

Örnek 5.3'ü incelediğimizde, yapının 15 katlı olduğunu, taşıyıcı sisteminin kolon ve perdelerden oluştuğunu görmekteyiz.

- Deprem yönünü X olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının 1. 2. ve 15. katlarında A1 (Burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci merteye etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik için de yapının 3. 4. 10. ve 15. katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki

yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

- Deprem yönünü Y olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının 2. – 12. katılar arasında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmeliğe göre de yapının 3. 4. 5. 6. 7. 8. ve 12. katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

Örnek 5.4'ü incelediğimizde, yapının çepeçevre perdelerden oluşan 1 bodrum kat ve 10 normal kattan, taşıyıcı sisteminin kolon ve perdelerden oluştuğunu görüyoruz.

- Deprem yönünü X olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının 1. katında A1 (Burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik için de yapının 1. 2. 3. 4. 5. 6. ve 7. katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

- Deprem yönünü Y olarak seçip, +%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince yapının 6. – 10. katılar arasında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda,

her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir. -%5 eksantiriste uyguladığımızda, her iki yönetmeliğe göre de yapının 1. – 7. katlarında A1 (burulma) düzensizliğine rastlanmaktadır. B2 (Yumuşak Kat) düzensizliğini ele aldığımızda, her iki yönetmelik şartı gereğince de bu düzensizliğe rastlanmamaktadır. Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkileri kontrolünde ise her iki yönetmelik için de sınır değerlerin aşılmadığı görülmektedir.

Yapılan örnekleri düzensizlik açısından incelendiğimizde, A1 türü düzensizlik durumu, iki yönetmeliğin sınır şartlarına göre değişiklik göstermemektedir. B2 türü düzensizlik durumunu incelediğimizde ise genel olarak 2. katta meydana gelmekte ve iki yönetmeliğin sınır değerleri farklı olduğundan, sonuçlar da birbirinden farklı olmaktadır. Örneğin TDY-98'e göre B2 düzensizliği olmayan bir yapıda, DBYBHY-2007'ye göre bu düzensizliğe rastlanmaktadır. Göreli kat ötelemeleri kontrolünde, deplasmanlarda ve iç kuvvetlerde büyütme yapılmadığında, iki yönetmelik için de aynı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Ancak iç kuvvet ve deplasmanlarda büyütme yapıldığında, iki yönetmeliğin değerleri de farklı olmaktadır. İkinci mertebe etkileri kontrolü, taban kesme kuvveti ve katlara etkiyen deprem yükleri ile orantılı olduğundan ve yönetmeliklerde, ek eşdeğer deprem kuvveti farklı formüllerle hesaplandığından, sonuçları da farklı olmaktadır.

Yapılar modellenirken mümkün olduğunca çerçeve sistemler tercih edilmeli, kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste düşmemesi sağlanmalıdır.

A1 türü düzensizlikten kaçınmak için, düzensizliğin olduğu doğrultu boyunca simetrik şekilde perdeler yerleştirilebilir. B2 türü düzensizlikten kaçınmak için, ardışık katlar arasındaki rijitliklerin orantılı olması gerekmektedir. Örneğin bir kat çok rijitken, diğer kat rijitlik açısından zayıf olmamalıdır.

Bodrum katlarında rijit çevre perdeleri bulunan binalarda, tamamıyla Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi esas alınarak uygulama yapılmaktadır. Ancak bazı özel koşullarda Mod Birleştirme Yöntemi uygulanması gerekebilir. Binanın üst ve alt bölgeleri için farklı S ve R değerleri seçilemeyeceğinden, böyle bir uygulama gerçekleştirilemeyecektir.

KAYNAKLAR

- TDY-1998, Türk Deprem Yönetmeliği, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- DBYBHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara
- CSI, SAP2000, Ver 10.0, Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures, Inc., Berkeley, CA.
- ÖZMEN, G., 2008. İnşaat Mühendisleri Odası Teknik Dergi, Mod Birleştirme Yöntemi İçin Uygulama Sınırları, İstanbul
- ÖZMEN, G., SAP2000 Yazılımında Etkileşimli Veritabanı Uygulamaları
- KARADUMAN, A., DÖNDÜREN S., 2004. Çok Katlı Betonarme Yapıların Dinamik Analizi
- DARILMAZ K., 2002. Yapı Mühendisliğinde SAP2000 Kullanımı
- KIRAL, E., ÖZDEMİR, E., YERLİ, H.R., TEMEL, B., 2000. Yeni Deprem Yönetmeliğinin Analiz Bakımından Uygulamaları (Çözümlü Örnekler), Adana
- ÇAĞATAY, GÜZELDAĞ, 2002. Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY-98) SAP2000N Uygulamaları, Adana
- GELİBOLU, İ.S., 2008. STA4-Cad Paket Programı ile Sap2000 analiz programının Mod Birleştirme Yöntemi Kullanarak Karşılaştırılması. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü – Y. Lisans Tezi, Adana
- GİDER, E., 2007. Yeni Deprem Yönetmeliğine (2007) Göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Mod Birleştirme Yöntemi İle Deprem Analizi-Bitirme Ödevi
- ÖZMEN, G., ORAKDÖĞEN E., DARILMAZ K., 2009. Örneklerle SAP2000, Birsan Yayınevi, İstanbul
- T.C. BAŞBAKANLIK AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI
<http://www.deprem.gov.tr>

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Niğde’de doğdu. 2000 yılında ilköğretim eğitimini tamamladı. 2004 yılında Niğde Atatürk Lisesi’nden mezun oldu. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünde eğitime başladı. 2008 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2008 yılından itibaren yapı denetim firmasında kontrol mühendisi olarak görev yapmaktadır.