

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YAPILARDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI VE TAŞIYICI ELEMAN
EKSENLERİNİN PARALEL OLMAMASI DÜZENSİZLİĞİNİN YAPI
DAVRANIŞLARINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

739097

İnş. Müh. H. Abdullah UÇAN

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"İnşaat Yüksek Mühendisi"
Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

138087

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.07.2003
Tezin Savunma Tarihi : 24.07.2003**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Adem DOĞANGÜN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ing. Ahmet DURMUŞ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hasan SOFUOĞLU

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Yusuf AYVAZ

Trabzon 2003

**Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

ÖNSÖZ

Yapılarda Düzensizlik Durumları ve Planda Düzensizliklerin Yapı Davranışlarına Etkilerinin İncelenmesi konusundaki bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmayı bana önererek diğer önemli görevlerine rağmen çalışmamı başından sonuna kadar sürekli takip edip tezimin her aşamasında ilgisini esirgemeyen, çalışmam boyunca bana araştırma zevki ve bilimsel düşünce disiplini aşlamak için uğraş veren, tezimin her aşamasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım yönetici hocam Sayın Doç. Dr. Adem DOĞANGÜN'e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Çalışmalarım boyunca yakın ilgi ve desteğini gördüğüm, özellikle önerileriyle bana cesaret veren ve jüri başkanlığı görevini üstlenen değerli hocam Prof. Dr. Ahmet Durmuş'a minnettar olduğumu belirtir teşekkürlerimi sunarım. Jüri üyeliği gibi önemli bir görevi üstlenen ve tezimi titizlikle inceleyip değerlendiren değerli hocam Doç. Dr. Hasan SOFUOĞLU'na da samimi şükranlarımı sunarım.

Burada, öğrenim hayatım boyunca bana emeği geçen tüm hocalarımı saygı ile anar kendilerine minnettar olduğumu belirtmek isterim.

Özellikle Yüksek Lisansa başlamam ve devamındaki aşamalarda bana her zaman maddi ve manevi destek veren hocam Sayın Doç. Dr. Alemdar BAYRAKTAR'a, çalışmamın yürütülmesi sırasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Öğr. Gör. Ramazan LİVAOĞLU'na, çalışmam sırasında takıldığım her noktada bana yardımcı olan moral ve destek veren çalışma arkadaşlarım Arş. Gör. Serkan BEKİROĞLU, Arş. Gör. Tayfun DEDE ve Arş. Gör. Fatih SAKA, Öğr. Gör. Mümin HAKKIOĞLU, Öğr. Gör. Mehmet MERDAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak çalışmam süresince beni sabır ve şefkatle destekleyen, başta babam Mustafa UÇAN olmak üzere ailemin tüm fertlerine müteşekkir olduğumu belirtir, bu çalışmanın bilime ve ülkeme yararlı olmasını dilerim.

H.Abdullah UÇAN

Trabzon 2003

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET.....	VI
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 . Deprem Yüklerinin Yapılar Üzerindeki Etkisi	1
1.1.1 . Deprem Etkisi Altında Davranış	1
1.2 . Yapıya Etkiyecek Deprem Yüklerini Etkileyen Parametreler	3
1.2.1 . Yapının Kütlesi	3
1.2.2 . Yüksek Titreşim Modları.....	4
1.2.3 . Deprem Bütüklüğü ve Merkezinin Yapıdan Uzaklığı	4
1.2.4 . Deprem Yer Hareketinin Genliğı	4
1.3 . Depreme Dayanıklı Tasarım	5
1.3.1 . Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı.....	5
1.3.2 . Yapı Tasarımında Dikkate Alınan Sınır Durumlar	6
1.3.2.1 . Kullanılabilirlik Sınır Durumu	6
1.3.2.2 . Hasar Kontrolü Sınır Durumu	7
1.3.2.3 . Göçme Kontrolü Sınır Durumu.....	7
1.3.3 . Yapı Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	8
1.3.3.1 . Geometri	8
1.3.3.2 . Süreklilik.....	9
1.3.3.3 . Rijitlik ve Dayanım	9
1.3.3.4 . Göçme Modu.....	10
1.3.3.5 . Süneklik	10
1.3.4 . Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım.....	13
1.3.4.1 . Yapının Planda Uygunluluğı.....	13

1.3.4.2 .	Yükseklik Boyunca Basitlik, Simetri ve Düzenlilik	16
1.4.	Yapılarda Düzensizlik Durumları	18
1.4.1 .	Genel Olarak Düzensizlik Kavramı	18
1.4.1.1 .	Türk Deprem Yönetmeliğinde Tanımlanan Düzensizlikler.....	19
1.4.1.2 .	Düzensizlik Durumlarının Sınıflandırılması.....	20
1.4.2 .	Planda Düzensizlik Durumları.....	21
1.4.2. 1.	A1-Burulma Düzensizliği	21
1.4.2.2 .	A2-Döşeme Süreksizlikleri, Döşeme Boşlukları Düzensizliği.....	24
1.4.2.3 .	A3-Planda Çıkıntılarının Bulunması, Plan Geometrisi Düzensizliği.....	26
1.4.2.4 .	A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (Ortogonal Olmama Düzensizliği)	27
1.4.3 .	Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	29
1.4.3.1 .	B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	29
1.4.3.2 .	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizlik (Yumuşak Kat)	30
1.4.3.3 .	B3-Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği	31
1.4.3.4 .	Yapılar Arasındaki Deprem Derzlerinin Uygun Olmaması Düzensizliği	34
1.4.3.3 .	Geri Çekme (Set-Back) Düzensizliği	35
1.4.3.6 .	Kısa Kolon Düzensizliği.....	36
1.4.3.7 .	Kat Yüksekliği Düzensizliği	38
1.4.3.8 .	Zayıf Kolon – Güçlü Kiriş (Döşeme) Düzensizliği.....	39
1.4.4 .	Uluslararası Yönetmeliklerde Düzensiz Yapılar İle İlgili Koşullar	40
1.4.4.1 .	Eurocode 8’de Düzensizlikler	40
1.4.4.1.1 .	Eurocode 8’de Düşeyde Düzenlilik Kriterleri	41
1.4.4.1.2 .	Eurocode 8’de Planda Düzenlilik Kriterleri	42
1.4.4.2 .	Uniform Building Code 97 (UBC)’de Düzensizlikler.....	43
1.4.4.2.1 .	UBC 97’de Düşeyde Düzenlilik Kriterleri	43
1.4.4.2.2 .	UBC 97’de Planda Düzenlilik Kriterleri	44
1.4.4.3 .	Dünya Deprem Yönetmeliklerine Genel Bir Bakış.....	45
1.5 .	Konu İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar	48
1.6 .	Depreme Göre Hesap Yöntemleri	51
1.6.1 .	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	51
1.6.2 .	Mod Birleştirme Yöntemi	62
1.6.3 .	Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi	66

2 .	YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEMELER	67
2.1 .	Çalışmaya Konu Olan Yapıların Tanıtılması.....	67
2.2 .	Seçilen Yapının Depreme Göre Hesabı.....	78
2.3 .	Analiz Sonuçları.....	80
3 .	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	124
4 .	KAYNAKLAR	126
	ÖZGEÇMİŞ	128



ÖZET

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, yapılarda oluşabilecek düzensizlik durumları ve özellikle planda düzensizliklerin yapı davranışına etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Topraklarının büyük bir bölümü deprem tehlikesi altında bulunan ülkemizde, daha önce meydana gelmiş olan depremlerin etkilerinin incelenmesi şüphesiz çok önemlidir. Depremlerden sonra yapılan incelemelerde taşıyıcı sistem düzensizliklerinden dolayı yapılarda pek çok hasarın ortaya çıktığı görülmüştür. Bu nedenle ülkemiz gibi deprem riski bulunan ülkelerin deprem yönetmeliklerinde düzensiz yapılar için özel şartlar getirilmiştir. Bu çalışmanın amacı Türk Deprem Yönetmeliğinde tanımlanan ve tanımlanmayan yapı düzensizlik durumlarını tanıtmak ve eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliğinin yapının deprem davranışına etkilerini incelemektir.

Bu amaçla yapılan çalışmanın ilk bölümünde, deprem yüklerinin özellikleri ve bu yüklerin yapılar üzerindeki etkileri hakkında bilgiler verilmektedir. Daha sonra depreme dayanıklı yapı tasarımı ve bu tasarımda dikkat edilmesi gereken hususlar açıklanmaktadır. Bölümün sonunda Türk Deprem Yönetmeliğinde tanımlanan ve tanımlanmayan, yapılarda oluşabilecek düzensizlik durumları ayrıntılı bir şekilde sunulmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümü, yapılan çalışmalar bölümü olup burada ilk olarak çalışmaya konu olan eleman eksenleri paralel olan ve olmayan yapılar tanıtılmaktadır. Daha sonra bu yapıların depreme göre hesabı gerçekleştirilmekte, elde edilen bulgular (momentler, kesme kuvvetleri ve eksenel kuvvetler) karşılaştırılmakta ve irdelenmektedir.

Çalışmanın son bölümünde taşıyıcı eleman eksenlerinin birbirine paralel olmama düzensizliğine sahip yapıların depreme göre hesapları için çalışmanın tamamından çıkartılabilen başlıca sonuçlar ve öneriler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Düzensiz Yapılar, Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması
Düzensizliği, Deprem Yönetmelikleri

SUMMARY

Irregularities For Structures And Investigation Of Effect Of Non-Parallel Systems On The Behavior Of Structures

In this study, presented as master thesis, the irregularities that could be occurred in buildings, particularly the effects of irregularities in the plan to the behaviors of structure are investigated in detail.

In the first part of this study, the characteristics of earthquake loads and the effects of them on structures are informed. Then building project resistant to the earthquake and the points that must be taken care on building project are emphasized. Afterwards the irregularities that could be occurred in buildings are studied in detail.

In the second part of the thesis, the studies done on this purpose are presented. In this part, using structure types with nonorthogonal irregularity in the analysed patterns, the possible effects of this irregularity on structures and additional project loads are tried to be fixed. For this, firstly a symmetric structure system with four apertures is devised and its dynamic analyse is carried out according to the mode superposition method. Secondly, one of the external axles of this structure is rotated with a certain α angle and it is shaped into irregular structure by being removed from orthogonality. As a result the effect of this on the structure are investigated.

In consequence of this thesis, it is discovered that the bearing system elements of the building with nonorthogonal irregularity in the plan are forced much more than the ones of a symmetric and regular building. Briefly expressing in order to have a good earthquake behavior, structures must be symmetric in the plan.

Key Words: Irregularities For Structures, Non-Parallel Systems, Earthquake Codes

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Elastik Olan ve Elastik Olmayan Kuvvet-Yerdeğiştirme Diyagramı	2
Şekil 2. Etki-Deplasman Diyagramı	11
Şekil 3. Çerçeve Sistemin Enerji Tüketme Mekanizmaları	12
Şekil 4. Yapının Deprem Açısından Uygun ve Uygun Olmayan Planları.....	14
Şekil 5. Ayrık ve Bitişik Nizam Yapılar	15
Şekil 6. Yapının Deprem Davranışı Bakımından Uygun ve Uygun Olmayan Düşey Kesitleri.....	17
Şekil 7. A1 Burulma Düzensizliği	22
Şekil 8. Gerçek ve Kaydırılmış Kütle Merkezi	23
Şekil 9. A2 türü düzensizlik durumu-I.....	25
Şekil 10. A2 Türü Düzensizlik Durumu-II.....	25
Şekil 11. A2 Türü Düzensizlik Durumu-III	26
Şekil 12. A3 Türü Düzensizlik durumu	27
Şekil 13. A4 Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması Düzensizliği	28
Şekil 14. B1 Zayıf Kat Düzensizliği	30
Şekil 15. B2 Yumuşak Kat Düzensizliği.....	31
Şekil 16. B3.(a)- Kolonların Konsol ve Guselere Oturması Düzensizliği	32
Şekil 17. B3-(b) Kolonun İki Ucundan Mesnetli Kirişe Oturması Düzensizliği	32
Şekil 18. B3.(c)- Perdenin Kolonlara Oturması Düzensizliği	33
Şekil 19. B3.(d)- Perdenin Kirişe Oturması Düzensizliği.....	33
Şekil 20. Döşemeleri Farklı Seviyede İki Betonarme Bina Çarpışması	34
Şekil 21. Yapılar Arasındaki Deprem Derzlerinin Uygun Olmaması Düzensizliği	35
Şekil 22. Geri Çekme Düzensizliği.....	35
Şekil 23. Kısa Kolon Düzensizliği.....	37
Şekil 24. Kısa Kolon Hasarı	38
Şekil 25. Kat Yüksekliği Düzensizliği	38
Şekil 26. Kat Yüksekliği Düzensizliği	39

Şekil 27. Çerçeve Sistemler İçin Güçlü Kolon Önerisi	40
Şekil 28. Geri Çekme Düzenliği İçin Kriterler (a),(b)	41
Şekil 29. Geri Çekme Düzenliği İçin Kriterler (c),(d)	42
Şekil 30. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle Çözümlemenin Yeterli Olduğu Durumlar	53
Şekil 31. Fiktif Yüğü Ve Etkime Yüksekliğı	57
Şekil 32. Spektrum Katsayısının Periyotla Değışimi.....	58
Şekil 33. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olan Düzenli Yapı Planı.....	68
Şekil 34. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapı Planı.....	69
Şekil 35. İncelenen Yapı Örneğinin A-A Kesiti.....	70
Şekil 36. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olan Düzenli Yapının 3 Boyutlu Görünümü.....	72
Şekil 37. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının 3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 5^\circ$	73
Şekil 38. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının 3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 10^\circ$	74
Şekil 39. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının 3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 15^\circ$	75
Şekil 40. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının 3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 30^\circ$	76
Şekil 41. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının 3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 45^\circ$	77
Şekil 42. 1-1 Aksı Eleman Numaraları	79
Şekil 43. Tasarım İvme Spektrum Katsayısı-Periyot Diyagramı	80
Şekil 44. 1.Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	112
Şekil 45. 1.Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	113
Şekil 46. 1.Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	113
Şekil 47. 1.Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	114
Şekil 48. 1.Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	114
Şekil 49. 3.Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	115
Şekil 50. 4.Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	115

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. 1998 ABYYHY Uyarınca 50 Yıl İçinde Aşılma Olasılığı %10 Olan Etkin Yer İvmesi Değerleri.....	4
Tablo 2. Çeşitli Yönetmeliklerde Düzensizlikler İle İlgili Hesap Yöntemleri Seçimi Konusunda Sınırlamalar	47
Tablo 3. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar	52
Tablo 4. Deprem Bölgesine Göre Verilen Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0).....	54
Tablo 5. Deprem Yönetmeliğinde Yapının Kullanım Amacı Ve/Veya Türüne Göre Verilen Bina Önem Katsayısı (I).....	55
Tablo 6. Zemin Grupları, Yerel Zemin Sınıfı İçin Spektrum Karakteristik Periyotları	56
Tablo 7. Yapı Taşıyıcı Sistemine Bağlı (C_i) Katsayısı.....	57
Tablo 8. Yapı Doğal Periyodunun Hesabı (T_1).....	58
Tablo 9. Yapı Periyoduna Göre Spektrum Katsayısı $S(T)$	69
Tablo 10. Taşıyıcı Sistemine Bağlı Olarak Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı(R).....	60
Tablo 11. Yapı Periyoduna Göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$	61
Tablo 12. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	61
Tablo 13. Deprem Durumunda 1. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	83
Tablo 14. Deprem Durumunda 2. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	83
Tablo 15. Deprem Durumunda 3. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	84
Tablo 16. Deprem Durumunda 4. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	85
Tablo 17. Deprem Durumunda 5. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	86
Tablo 18. Deprem Durumunda 6. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	87
Tablo 19. Deprem Durumunda 1. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler.....	88
Tablo 20. Deprem Durumunda 2. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	89
Tablo 21. Deprem Durumunda 3. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	90
Tablo 22. Deprem Durumunda 4. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	91
Tablo 23. Deprem Durumunda 5. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	92
Tablo 24. Deprem Durumunda 6. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	93
Tablo 25. Deprem Durumunda 1. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	94
Tablo 26. Deprem Durumunda 2. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	95

Tablo 27. Deprem Durumunda 3. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	96
Tablo 28. Deprem Durumunda 4. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	97
Tablo 29. Deprem Durumunda 5. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	98
Tablo 30. Deprem Durumunda 5. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	99
Tablo 31. Deprem Durumunda 1. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	100
Tablo 32. Deprem Durumunda 2. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	101
Tablo 33. Deprem Durumunda 3. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	102
Tablo 34. Deprem Durumunda 4. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	103
Tablo 35. Deprem Durumunda 5. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	104
Tablo 36. Deprem Durumunda 6. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	105
Tablo 37. Deprem Durumunda 1. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	106
Tablo 38. Deprem Durumunda 2. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	107
Tablo 39. Deprem Durumunda 3. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	108
Tablo 40. Deprem Durumunda 4. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	109
Tablo 41. Deprem Durumunda 5. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	110
Tablo 42. Deprem Durumunda 6. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler	111
Tablo 43. 1.kat 1A Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması	117
Tablo 44. 3.kat 1A Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması	117
Tablo 45. 1.kat 1C Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması	118
Tablo 46. 3.kat 1D Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması	118
Tablo 47. 1.kat 1A Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	119
Tablo 48. 3.kat 1A Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	119
Tablo 49. 1.kat 1C Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	120
Tablo 50. 3.kat 1D Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	120
Tablo 51. 1.kat 1A Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması	121
Tablo 52. 3.kat 1A Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması	121

Tablo 53. 1.kat 1C Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması	122
Tablo 54. 3.kat 1D Kolonunda $1,4G + 1,6Q$ ve $G + Q + E$ Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması	122



SEMBOLLER DİZİNİ

A	: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_b	: Boşluk alanları toplamı
A_k	: Brüt kat alanı
d_i	: Binanın i ' inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
D_i	: Dışmerkezlilik büyütme katsayısı
F_i	: Eşdeğer deprem yükü yönteminde i 'inci kata etkiyen deprem yükü
g	: Sabit yük
H_N	: Binanın temel üstünden ölçülen toplam yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
m_i	: Binanın i 'inci katının kütlesi
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
q	: yapıya etkiyen hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$: Spektrum katsayısı
$S_{pa}(T_r)$: r 'inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
W	: Binanın toplam ağırlığı
W_i	: i 'inci katın ağırlığı
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü
V_{tB}	: Modlara ait katkıların birleştirilmesi ile bulunan bina toplam deprem yükü
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
Δ_i	: Binanın i 'inci katındaki görelî kat ötelemesi
ΔF_N	: Binanın N ' inci katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
$(\Delta_i)_{max}$: Binanın i 'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i 'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi

1.GENEL BİLGİLER

1.1 Deprem Yüklerinin Yapılar Üzerindeki Etkisi

Betonarme yapıların, depreme karşı dayanımının olabilmesi için üzerine etkiyen düşey yükler yanında yatay yükleri de güvenle taşıması gerekmektedir. Bina türü betonarme yapılarda, sabit yükler ile hareketli yükler, düşey yükleri oluştururlar. Deprem ve rüzgar etkileri ise en önemli yatay yükleri oluştururlar. Bu yatay yüklerin etkiye şekilleri ve özellikleri düşey yüklerden farklı olduğu için, yapının güvenliğini sağlarken taşıyıcı sistem davranışının esas alınması, proje ve yapım aşamasında ilgili konstrüktif kurallara özen gösterilmesi gerekir.

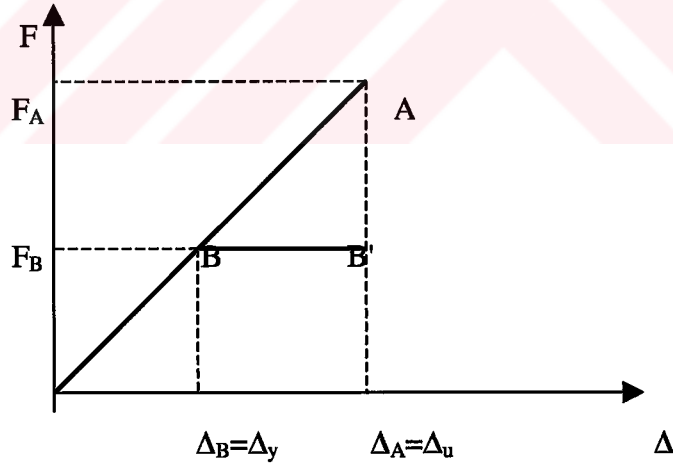
1.1.1 Deprem Etkisi Altında Davranış

Taşıyıcı sistem inşa edilirken başlangıçtan itibaren kendi ağırlığını taşımaya başlar. Hareketli yükün taşıyıcı sisteme etkimesi ise ani değil belirli bir süre içinde gerçekleşir. Yükleme ve bu yüklemenin değeri bir zaman içinde meydana geldiği için, taşıyıcı sistemde kusurlar ortaya çıktığında, hemen yük boşaltılarak tedbir alma yönüne gidilir. Rüzgar ve özellikle deprem yükleri ise, çok kısa zamanda etkiler ve dinamik özellik gösterirler. Daha önce herhangi bir yatay yükleme altında kalmayan taşıyıcı sistem kısa zamanda önemli bir yatay etki ile zorlanır. Taşıyıcı sistemdeki kusurlar çok kısa bir zamanda ortaya çıktığı için, herhangi bir tedbir almak mümkün olmaz [Celep, Kumbasar, 2000].

Depremlerin büyüklükleri ortaya çıkardıkları enerjiye bağlı olarak belirlenir. Büyük depremler önemli hasarlar meydana getirirler ve seyrek meydana gelirler. Yani, dönüşüm periyotları uzun olur. Buna karşılık sık meydana gelen küçük depremler az hasar meydana getirir ve dönüşüm periyotları küçüktür. Deprem yönetmeliklerinde yapının amacına bağlı olarak dönüşüm periyodu 100 ile 500 yıl arasında bulunan depremlere karşı binanın dayanımı söz konusu edilir. Ancak, bu tür depremlerden oluşan kesit etkilerinin taşıyıcı sistemin elastik davranışı ile karşılanması ekonomik olmayacaktır. Buna karşılık bu değerlerin %15 -25 gibi oldukça küçük bir oranın elastik davranış içinde karşılanması esas

alınır ve daha büyük depremleri taşıyıcı sistemde meydana gelecek elastik ötesi şekil değiştirmeler ve enerji tüketilmesi ile karşılanacağı kabul edilir.

Yapıların boyutlandırılmasında depreme karşı dayanımının da önemli olduğu düşüncesi 1920 –1930'lara kadar gitmektedir. Sayısal ölçümlerin eksikliğinin de sonucu olarak, deprem etkisi yapının ağırlığının yaklaşık % 10' una karşılık gelen yatay bir yük olarak kabul edilmiştir. Ancak, 1960'larda depremlerden elde edilen sayısal bilgiler, daha gerçekçi yük kabullerini beraberinde getirmiştir. Yakın zamanda bilgisayardaki gelişmelerde, taşıyıcı sistemin çözümlenmesini daha ayrıntılı biçimde yapma imkanı vermiştir. Bu arada depremlerden sonra yapılan incelemelerden bir kesitte yeterli eğilme momenti dayanımı bulunmamasının, taşıyıcı sistemin bütünlüğü bozulmamak koşulu ile, her zaman ağır hasara veya göçmeye götürmediği belirlenmiştir. Bunun yanında kesme kuvveti etkisinin karşılanamamasından ortaya çıkan elastik ötesi şekil değiştirmelerin önemli hasara neden olduğu gözlenmiştir. Yapılan çalışmalar; normal, orta ve yüksek katlı binaların tipik bir depremde zorlanması durumunda çözümlenmenin elastik veya elastik ötesi davranış esas alınarak yapılmasına bağlı olmaksızın aynı mertebede yatay yer değiştirmenin meydana geldiğini göstermiştir [Erol, 1999].



Şekil 1. Elastik Olan ve Elastik Olmayan Kuvvet- Yerdeğiştirme Diyagramı

Şekil 1'de görüldüğü gibi her iki durumda A ve B' gibi farklı noktalara erişilmesine karşılık, aynı mertebeden Δ_A gibi bir yatay yer değiştirme ortaya çıkmaktadır. Bunun gibi, verilen bir depremde yapının tamamen elastik davranış gösterdiği kabul edilmesi durumunda, yönetmeliklerde öngörülen yüklerin kullanılmasına göre 3 ile 8 kat arasında

değişen kesit etkileri ve yer değiştirmeler meydana gelir. Bunun sonucu olarak yapılan incelemeler, dikkati dayanımdan elastik ötesi davranışa kaydırmıştır. Taşıyıcı sistemin elastik ötesi yer değiştirmelerinin büyük olması ile sönmülenebileceği ve elemanlar arasında yardımlaşma sayesinde daha büyük deprem etkilerinin karşılanabileceği öne çıkmıştır. Ancak, elastik ötesi şekil değiştirmeler her zaman güvenilecek bir özellik değildir. Yerine göre bir kısmı süneklik sağlarken bir kısmı da meydana gelen aşırı ikinci mertebe etkileri nedeniyle sistemin göçmesine neden olabilir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında genel eğilim sünek taşıyıcı sistemin teşvik edilmesi şeklindedir. Bunun yanında yatay ve düşey kesitlerde düzenli taşıyıcı sistemin seçimi ve elemanların birleşim bölgelerinde gösterilecek özen önemle vurgulanır. Ayrıca, taşıyıcı sistemde yatay yer değiştirmeleri sınırlandıracak rijitliğin oluşturulması ve bu suretle taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelebilecek hasarların azaltılması diğer önemli bir husustur.

1.2 Yapıya Etkiyecek Deprem Yüklerini Etkileyen Parametreler

Yapıların depremden dolayı yapıya etkiyecek yükleri güvenle taşıması, depreme dayanıklı yapı tasarımının en önemli amacıdır. Bu nedenle depremler sonucunda yapılara etkiyecek yüklerin özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir.

1.2.1 Yapının Kütlesi

Depremden dolayı meydana gelen yükler, yapının kütlesi ile orantılı olan atalet (eylemsizlik) yükleridir. Atalet yükleri cisimlerin harekete karşı direnci olarak ortaya çıkan bir yüküdür. Deprem esnasında yapılarda yer yüzeyinde oluşan harekete karşı yönde atalet kuvvetleri oluşur. Atalet yükü, zamana bağlı ve hızlı değişen bir yüküdür. Deprem yükünün özellikle yandan gelen yatay bileşeni önemlidir. Deprem yükünün düşey bileşeni, genellikle yatay bileşeninin %25' i ile %50' si arasında değişir. Yapı elemanlarının da düşey yüklere karşı emniyet katsayısının yüksek olması nedeni ile depremde düşey yönde gelen yüklerin, emniyet katsayısının biraz azalmasına karşın yine de güvenle taşınacağı düşünülebilir.

1.2.2 Yüksek Titreşim Modları

Çok katlı yapılarda, zeminde meydana gelen hareketin oluşturduğu atalet kuvvetinin yapı yüksekliği boyunca yayılması, saniye düzeyinde de olsa, zaman alır. Bu arada zemin hareketinin yönü değişince, yapıda değişik katlardaki atalet kuvvetlerinin yönü de değişir. Yapı 'yüksek titreşim modlarında' titreşimler yapar. Yapının bazı katları bir yönde ötelenirken diğer katları ters bir yönde ötelenebilir.

1.2.3 Depremın Büyüklüğü ve Merkezinin Yapıdan Uzaklığı

Yapıya gelen yük, depremin büyüklüğüne ve yapının bulunduğu yerin depremin merkezine olan uzaklığına da bağlıdır. Yapının bulunduğu yerde, depremin şiddeti büyük ise yapıya büyük yük gelir. Eğer depremin şiddeti küçük ise, gelen yükler yapının elastik davranış göstererek karşı koyabileceği, yani yapıda hasar meydana getirmeyen yükler olacaktır. Yapının bulunduğu yere uzakta olan depremlerin uzun periyotlu titreşimleri gelir. Kısa periyotlu titreşimler uzaklara gidemez.

1.2.4 Deprem Yer Hareketinin Genliği

Deprem yer hareketinin genliği depremin büyüklüğüne bağlıdır. 1996 tarihli Deprem Bölgeleri Haritası ve yeni deprem yönetmeliği uyarınca her bir bölge için belli bir süre (50 yıl) içinde aşılma olasılığı %10 olan ivmeler Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1. 1998 ABYYHY Uyarınca 50 Yıl İçinde Aşılma Olasılığı %10 Olan Etkin Yer İvmesi Değerleri

Deprem Bölgesi (1998)	50 yıl içinde aşılma olasılığı %10 olan etkin yer ivmesi (g)
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10
5	< 0.10

1998 deprem yönetmeliğine göre bölgelerde beklenen yer ivmeleri (A_0) daha küçük ise de aslında bu ivmelerin 2.5 gibi bir spektrum katsayısı ile artırılmış değerleri de çok büyüktür. Kısaca, depremde yapılara ağırlığının %50'sinden daha büyük yatay yükler gelebilir. Bu durumda da yapılarda hiçbir hasarın olmaması isteniliyorsa, kullanılacak tasarım yatay yüklerinin yapı ağırlığının %50'sinden daha büyük olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Oysa, bu tasarım yükleri deprem bölgelerine göre genellikle yapı ağırlığının %5-20'si kadardır [Gür,1998]. Şiddetli depremlerde yapılara gelen yatay yükler yönetmeliklerde deprem hesabı için alınan tasarım yüklerinin 4-5 katı kadar olabilmektedir.

1.3 Depreme Dayanıklı Tasarım

1.3.1 Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı

Bir yapının tasarımı ve boyutlandırılması, genel olarak güç tükenmesi durumunda yeterli güvenliğin sağlanması ve kullanma durumunda deformasyon ve yerdeğiştirme gibi öngörülen koşulların yerine getirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu işlem öngörülen isteklerin belirtilmesi ve buna uygun olarak yapıda, gerekli kapasitenin sağlanması şeklinde de ifade edilebilir.

Yapıların depreme karşı projelendirilmesinde amaç depremlerden dolayı ortaya çıkacak can ve mal kaybını mümkün olduğunca önlemektir. Fakat yapıların çok şiddetli depremlerden zarar görmeyecek şekilde rijit ve güvenli inşa etmek, teknik açıdan mümkün olsa da ekonomik açıdan hemen hemen imkansızdır. Ayrıca deprem enerjisinin yutulması için de mafsallar meydana gelmesi ve bu bölgelerde önemli yer değiştirmelerin oluşması gerekir. Genellikle bir bölgede oluşabilecek en büyük depremde yapıların bir derece hasar görmesinden kaçınılamaz. Fakat bina yıkılmamalı en kötü ihtimalle insanlar binanın içinden sağ çıkabilmelidir. Bununla beraber özellik arz eden bazı yapıların depremden hiç hasar görmemesi gerekmektedir. Çünkü bu tipteki yapıların hasar görmesi büyük sorunlar yaratır ve büyük zararlara, facialara yol açabilir. Örnek olarak nükleer reaktörleri, verebiliriz. Banlarda çatlak dahi meydana gelmemelidir. Çünkü buralardan sızabilecek radyasyon dahi, etkisi senelerce devam edecek hayati tehlikelere yol açabilecektir. Yapıların depreme dayanıklı projelendirilmesinde en önemli husus insanların hayatlarının korunmasıdır.

Pek büyük olmayan ve nispeten az rastlanan depremlerde yapının taşıyıcı sistemi hasar görmemelidir.

Deprem etkisi, özellikle kuvvetli depremler söz konusu olduğu zaman yapıda diğer yüklemelere göre daha büyük zorlanmalara neden olur. Fakat böyle bir depreme yapının mesela 50 senelik ömründe maruz kalması ihtimali azdır. Yani deprem etkisi büyük fakat gerçekleşme olasılığı küçüktür. İşte bu aşırı yükleme ve çok küçük olasılık birlikte düşünülerek aşağıdaki kriterler saptanabilir:

1- Küçük depremlerde yapının hem taşıyıcı hem de taşıyıcı olmayan kısımları hasar görmemelidir.

2- Yapının ömrü boyunca o bölgede beklenebilecek orta şiddette depremlerde yapının taşıyıcı olmayan kısımları hasar görse de taşıyıcı kısımlar hasar görmemelidir.

3- Yapının ekonomik ömrü boyunca maruz kalabileceği bir veya iki en şiddetli depreme gerek taşıyıcı olmayan kısımları gerekse taşıyıcı kısımları hasar görse de yapı yıkılmamalı, ayakta kalabilmeli ve yapısal yıkılma nedeniyle can kayıpları gerçekleşmemeli, insanlar yapıdan sağ olarak çıkabilmelidirler.

1.3.2 Yapı Tasarımında Dikkate Alınan Sınır Durumlar

Depreme dayanıklı yapı tasarımında, yapının fonksiyonuna devam etmesinin sağlanması, hasarın sınırlandırılması ve yapı içindekilerin hayatının kurtarılması şeklinde olmak üzere değişik seviyelerde koruma söz konusudur[Celep, Kumbasar, 2000]. Yapı tasarımı ekonomi ve güvenlik kriterleri altında bir optimum çözüme ulaştırılmalıdır. Bu çözümde istenilen sınır değerlerini üç grupta toplamak mümkün olmaktadır.

-Kullanılabilirlik Sınır Durumu

-Hasar Kontrolü Sınır Durumu

-Göçme Kontrolü Sınır Durumu

1.3.2.1 Kullanılabilirlik Sınır Durumu

Yapının inşasının yapılacağı bölge itibarı ile yapıya etkiyecek olan ve sıklıkla karşılaşılabilecek küçük deprem yüklerinin etkisi altında yapısal taşıyıcı elemanlarda hasar oluşmaması ve yapının fonksiyonuna olumsuz bir etki yapmaması istenir. Elemanlarda

küçük çatlaklar oluşursa da, büyük çatlaklar ve betonun ezilmesi gibi bir olayın meydana gelmemesi istenir. Deprem yükü etkisi ile oluşabilecek olan hasar, yapıda meydana gelecek şekil ve yerdeğiştirmelerin elastik bölge sınırları içinde meydana gelmesi ile önlenmiş olacaktır. Yapı tasarımında yapıda oluşabilecek deplasmanların kontrolü ilk şartı oluşturmaktadır. Bu duruma tasarımda esas alınacak deprem, yapının fonksiyonunun önemine bağlı olarak seçilir, örneğin, konut yapısında dönüşüm periyodu daha küçük olan bir deprem seçilirken; hastane, itfaiye binası, haberleşme ve santral binası gibi deprem durumunda fonksiyonuna devam etmesi istenen yerler için dönüşüm periyodu daha büyük depremler seçilir. Bu durum yapı önem katsayısının seçimi ile kontrol edilir.

1.3.2.2 Hasar Kontrolü Sınır Durumu

Kullanılabilirlik sınır durumuna esas alınan depremden daha büyük depremlerde yapıda bazı hasarlar meydana gelir. Donatı akma durumuna gelirken, onarımı gerekli olan geniş çatlaklar oluşabilir. Bunun gibi bazı yerlerde temizlenip yenilenmeyi gerektiren beton ezilmelerine rastlanabilir. Bu ikinci sınır durumu, ekonomik olarak onarılıp güçlendirilebilecek durum ile onarım güçlendirilmesi ekonomik olarak mümkün olmayan durumu birbirinden ayırır. Yapının ömrü boyunca, taşıyıcı sistemi bu sınır durumuna getirecek depremin meydana gelme ihtimalinin düşük olması gerekir. Böyle bir sınır durumuna karşı gelen depremden sonra yapının ekonomik olarak onarılıp güçlendirilmesi istenir.

1.3.2.3 Göçme Kontrolü Sınır Durumu

Deprem yönetmeliklerinin taşıyıcı sistem için öngördükleri yüklerden daha büyük yükler altında yapının ani göçme durumuna geçmeden, göçme mekanizmasının kontrolü ile içeride yaşayan insanların korunması bu sınırın amacını oluşturmaktadır. Yapının ömrü boyunca karşılaştığı en büyük deprem yüküne göre inşa edilmesi ekonomiklik sınırını aşmaktadır. Yalnız ender olarak meydana gelebilecek depremlerde onarılamayacak hasarın meydana gelmesi kaçınılmazdır. Büyük depremlerde yapı dayanım sınırı aşılabacağı için, yatay taşıyıcılıkta önemli kayıplar olmadan ve tamamen göçme meydana gelmeden, büyük plastik şekil ve yerdeğiştirmeler oluşabilecek şekilde boyutlamanın yapılması bu kontrolün

esasını teşkil eder. Yani bu durumda bile yapının can kaybını önlemek için tamamen göçmemesi gerekir.

Yukarıda tarif edilen üç korunma seviyesinin gerçekleştirilebilmesi; yapıda yeterli seviyede yatay rijitlik, dayanım ve sünekliğin sağlanması ve yapının genel davranışının kontrol edilmesi ile mümkün olur. Bu üç seviyenin ayrılmasında oldukça büyük belirsizlikler olduğu muhakkaktır. Boyutlandırmada kapasite kavramına önem vererek, bu belirsizlikler belirli ölçüde yenilebilir.

1.3.3 Yapı Tasarımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Depreme karşı güvenliğin sağlanmasında, taşıyıcı sistemin tasarımının iyi yapılması çözümlenmeden daha önemlidir. Tasarım aşamasında oluşacak yapı düzensizlikleri nedeni ile deprem yükleri etkisinde yapı, yerel zorlanmalara maruz kalacaktır. Türk Deprem Yönetmeliğinde bazı yapı düzensizlikleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

1.3.3.1 Geometri

Basit ve düzenli yapıların depremdeki davranışını tahmin etmek ve buna göre bir çözümlenme yapmak daha kolaydır. Karmaşık ve düzensiz yapıları modellemek ve ek olarak ortaya çıkan burulma etkisini göz önüne almak daha uzun işlemler gerektirir. Benzer nedenlerden dolayı yapının planda iki doğrultuda simetriye sahip olması istenir. Böylece çözümlenmede bulunan davranış şekliyle, deprem altında meydana gelecek davranış şekli birbirine yakın olur. Plandaki şekli H, L, T ve Y şeklindeki binalar meydana gelen depremlerde önemli hasar görmüşlerdir. Simetri de her zaman yeterli olmayabilir. Basitliğin de bulunması gerekebilir. Örneğin planda + şeklinde yapı simetrik olmasına rağmen, düzensiz bir yapı kabul edilir. Binanın dış kısmına ve binaya bağlı olarak düzenlenen merdiven ve asansörler, rijitlik merkezini simetri merkezinden kenara çektikleri için ek burulma meydana getirirler. Simetri yalnız plandaki şekille değil, taşıyıcı sistemdeki ayrıntılarda da sağlanmalıdır. Mimari istekler çoğu zaman binanın simetrik düzenlenmesini imkansız kılar. Bu durumda binanın basit parçalara bölünmesi bir çözüm olabilir.

1.3.3.2 Süreklilik

Taşıyıcı sistemde plan ve düşeyde bulunan elemanlarının dayanımlarının düzgün ve sürekli olarak düzenlenmesi önemlidir. Kolon ve kirişlerin planda düzgün dağıtılması, sistemin belirli bölgelerinin aşırı zorlanmasını önler. Bütün kolon ve perdeler temelden çatıya kadar sürekli olmalı ve dışmerkez mesnetlenmelerden kaçınılmalıdır. Kolon ve ona mesnetlenen kirişlerin eksenleri arasındaki dışmerkezlik de elden geldiği kadar önlenmeli ve bunların genişliklerinin birbirine yakın olmasına çalışılmalıdır. Taşıyıcı sistemde süreklilik ile elemanların birbirine yardım etmesi sağlanırken, elastik davranışın ötesindeki taşıma kapasitesi de arttırılmış olur. Ayrıca bu sırada ortaya çıkacak plastik mafsalların sayısı dolayısıyla dinamik yüklerden dolayı oluşan enerjinin yutulmuş kısmı da büyütülmüş olur.

1.3.3.3 Rijitlik ve Dayanım

Elemanların sürekliliği yanında, rijitliklerinin de ani değişiklikler göstermeden devam etmesine özen gösterilmelidir. Yapı elemanlarının rijitliğini uygun seçip, titreşim periyodunu belirli aralığa getirerek deprem etkilerini küçültmek mümkündür. Bunun için spektrum eğrisinde, bölgenin ve yapının hakim periyotları birbirlerinden uzak tutularak rezonans olayı önlenmelidir. Örneğin uzun zemin periyotlarının hakim olduğu bölgede, kısa periyodu rijit, az katlı yapılar uygun düşer. Genellikle bu tür bölgelerde derin tabakalar halinde yumuşak zemin bulunur ve yer hareketinin yüksek frekanslı bölümünü filtre ederek söndürür, geriye düşük frekanslı uzun periyotlu kısım kalır. Bunun karşıtı olan kayalık sert zemin bölgelerinde yer hareketinin yüksek frekanslı kısmı hakim olur. Buralarda yüksek periyotlu, çok katlı yapılar uygun düşer.

Yapının rijitliğini artırarak, depremde meydana gelecek şekil ve yerdeğıştirmeleri azaltmak mümkündür. Böylece taşıyıcı sistemle ona bağılı bulunan taşıyıcı olmayan kısımlardaki hasar azaltılabilir. Elastik yapılarda yatay yerdeğıştirmelerin büyümesiyle, normal kuvvetin ikinci mertebe etkisinin artması istenmeyen bir durumdur. Burada sözü edilen elastik ve rijit kavramları rölatif olarak alınmalıdır. Donatısı iyi düzenlenmiş kiriş ve kolonların meydana getirdiği çerçevelerden meydana gelen betonarme taşıyıcı sistem elastik olarak kabul edilebilir. Orta şiddetli bir depremde bile bu tür çerçevelerde katlar arası büyük yerdeğıştirmeler meydana gelir ve bölme duvarlarda geniş X çatlakları oluşur.

Buna karşılık bölme duvarlarının bulunması, çerçeveye ek bir rijitlik kazandırarak yapının periyodunu küçültür ve yapıdaki kuvvet dağılımına etkili olur. Bölme duvarları meydana gelen hasarla deprem enerjisinin bir kısmını söndürür. Yukarıda açıklanan çerçeve sisteminin rijitliğini arttırmak için günümüzde betonarme perdeler kullanılmaktadır. Böylece katlar arası yerdeğiştirmeler küçültülmekte ve normal kuvvetin ikinci mertebe etkileri de azaltılmaktadır.

Deprem etkileri genellikle zemin kat seviyesinde en büyüktür. Bu katın kendi yatay yükü yanında üst katlardaki yatay yükleri taşıması gerekir. Benzer şekilde sabit ve hareketli düşey yükler artarak, alt katta en büyük değerini alır. Bunun sonucu olarak bu kattaki elemanların dayanımlarının yüksek olması gerekir. Ancak kullanım şekli ve bazı mimari nedenlerden zemin katta hacimlerin geniş, taşıyıcı elemanların narin ve bölme duvarlarının az olması istenir. Böyle bir durumda uygun bir yaklaşımla gerekli olan ile istenenin dengelenmesi önemlidir.

1.3.3.4 Göçme Modu

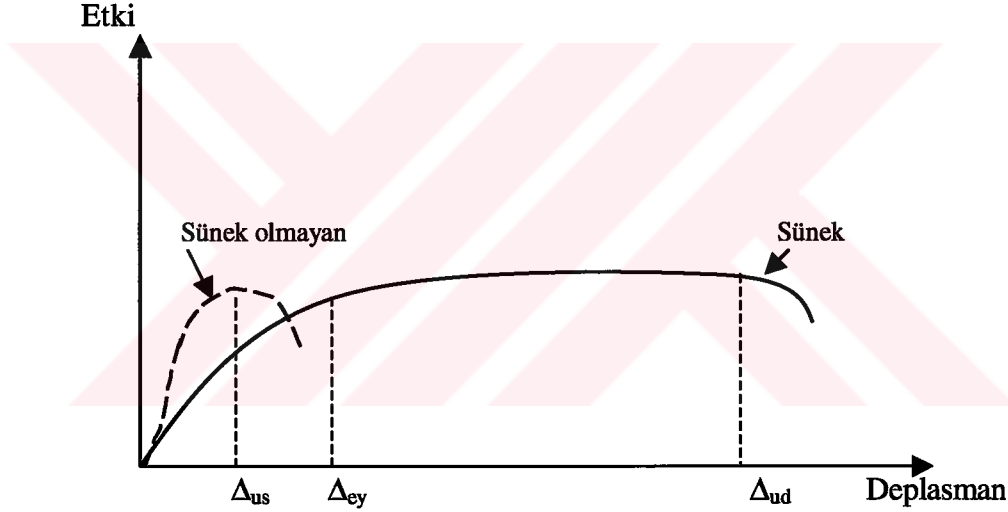
Deprem etkisine karşı boyutlandırmada kesitler öngörülen etkilere karşı koyacak şekilde boyutlandırılırken, özellikle düşey taşıyıcıların dayanımlarını kaybederek tüm sistemin göçmesinden veya burkulma gibi ani göçmeden uzak kalınmak istenir. Bu amaçla kuvvetli bir deprem durumunda, sistemin elastik ötesi davranışı göz önüne alınarak göçme durumunun incelenmesi gerekir. Bazı durumlarda, kolon gibi düşey yük taşıyan elemanların ve kesme veya basınç kuvveti taşıyan elemanların göçmelerinin sünek olmayacağı düşünülerek bunların dayanımları artırılabilir. Genel olarak kolon yerine kirişlerde mafsal oluşarak göçmenin ortaya çıkması tercih edilir.

1.3.3.5 Süneklik

Bir malzeme, bir kesit, bir eleman ya da bir yapının taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan deformasyon yapabilme ve tekrarlı yükler etkisinde enerji tüketebilme özelliğine o malzemenin, kesitin, elemanın ya da yapının sünekliği denilmektedir. [Doğangün, 2002].

Taşıyıcı sistemin veya elemanlarının sünekliği, işaret değiştiren ve sistemi elastik sınıırn ötesinde zorlayan etkiler altında enerji yutma sonucunu doğurduğundan, düşey yükler altındaki projelendirmede değil, sadece dinamik yükler etkisinde önem kazanır.

Seyrek meydana gelecek şiddetli deprem etkisini, yapının elastik davranışının üzerinde şekil değiştirerek karşılaması öngörülür. Böyle bir durumda ise elastik olmayan davranış önem kazanmaktadır. Yapının elastik sınırı geçip, kesit zorlarında önemli artmalar olmadan şekil değiştirmesi arzu edilir. Bu yolla depremin dinamik etkisi yutulmakta ve sönümlenmektedir. Bir yapı sünekse, deprem sırasında zeminden yapıya iletilen enerjinin büyük bir kısmı, elastik sınıırn ötesindeki büyük genlikli titreşimler, yapının dayanımını önemli bir kayba uğratmadan yutulur. Şekil-2'de sünek olmayan ve sünek olan iki sistemin kuvvet deformasyon diyagramları verilmiştir.

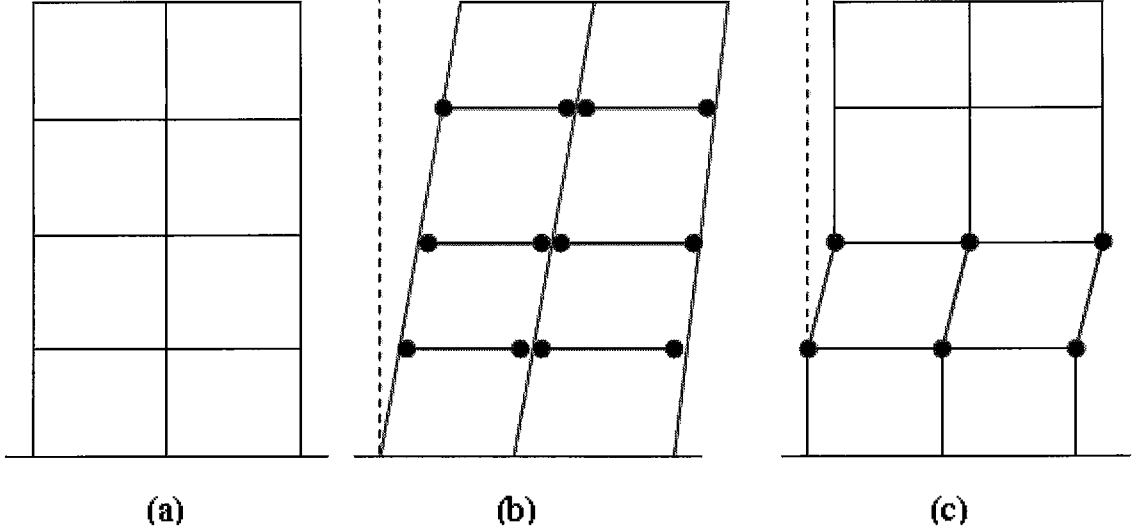


Şekil 2. Etki-Deplasman Diyagramı

Örneğin çerçeve sistemler, düğüm noktalarında plastik mafsallar oluşması ile sünek olma özelliğini kazanırlar. Ancak, yapının tehlikeli ek zorlamalara maruz kalmasına yer vermemek için, yapı, plastik mafsallar yalnız kiriş uçlarında meydana gelecek şekilde tasarlanmalıdır. Yük şiddetinin artması halinde kolonların temelle birleştiği yerlerde plastik mafsalların oluşmasına yer verilebilir (Şekil 3b).

En tehlikeli durum, yalnız bir katın kolonlarında plastik mafsallar oluşmasıdır. Bu halde istenilen sünekliği temin için bu kesitlerde aşırı dönmeler olabilmektedir. Bu ise üst

katların alt kısma nazaran aşırı derecede deplasman yapmasına ve yapıda çok önemli ilave tesirler doğmasına sebep olur (Şekil 3c). Bu duruma müsaade edilmemelidir.



Şekil 3. Çerçeve Sistemin Enerji Tüketme Mekanizmaları

Yapılar Türk Deprem Yönetmeliğinde süneklik düzeyi normal sistemler ve süneklik düzeyi yüksek sistemler olarak iki gruba ayrılmıştır. Süneklik düzeyi yüksek olan sistemlerde, oluşturulan yüksek süneklikten dolayı elastik deprem yüklerinin daha büyük bir katsayı ile azaltılması öngörülmüştür. Bir sistemin süneklik düzeyinin yüksek olabilmesi için özellikle aşağıdaki hususların sağlanması gerekir.

1- Kiriş ve kolonlarda sık etriye düzeni kullanılarak, betonun hem dayanımı ve hem de sünekliği artırılmalıdır. Örneğin; depremde en çok zorlanması beklenen kolon-kiriş birleşim bölgelerine yakın kiriş ve kolon kesitlerinde etriye sıklaştırılmasının yapılması gibi.

2- Betonarme elemanlarda sünek güç tükenmesinin, gevrek olandan daha önce ortaya çıkması sağlanmalıdır. Örneğin kiriş ve kolon gibi elemanlarda ve birleşim bölgelerinde gevrek güç tükenmesi ortaya çıkaran kesme kuvveti kapasitesinin, süneklik güç tükenmesi ortaya çıkaran eğilme momenti kapasitesinden daha yüksek tutulması gibi.

1.3.4 Depreme Dayanıklı Mimari Tasarım

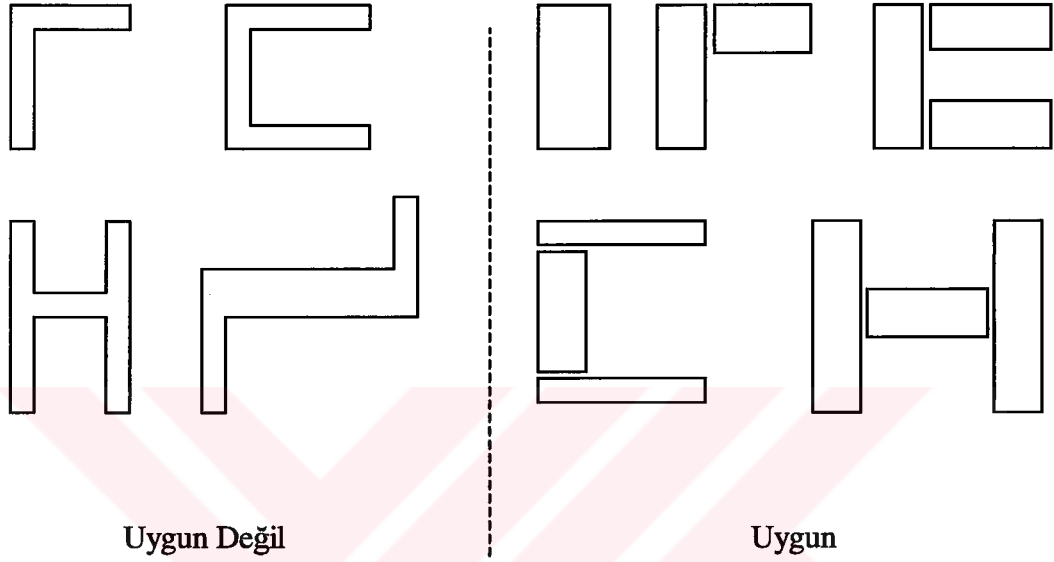
Yapı tasarımı, mimari ve taşıyıcı sistem tasarımı olarak iki ayrı evreden oluşmaktadır. Mimari tasarımda etkili olan faktörler yapının kullanma amacı ve mimari sanat anlayışı olarak nitelenebilir. Taşıyıcı sistem tasarımını etkileyen faktörler ise yapı malzemesinin nitelikleri ve yapıya gelen dış kuvvetler yanında mimari tasarım da bulunmaktadır. Yapı tasarımında mimari tasarım ile taşıyıcı sistem arasında karşılıklı bir etkileşme bulunmaktadır[Bayülke, 1989]. Yapının kullanma amacı ile mimari sanat anlayışı sonucu ortaya çıkan biçimler taşıyıcı sistemin seçimine etkilidir. Örnek olarak mimari tasarım tavandan sarkan kirişler ve bölme duvarları istememesi sonucu mantar, kirişsiz yada asmolen döşemeli bir taşıyıcı sistemin kullanılması gerekebilir.

Gerek Türkiye'de gerekse diğer ülkelerde depremlerden edinilen deneyimler depreme dayanıklı yapı tasarımının daha mimari tasarım sırasında başladığını ortaya koymaktadır. Depremlerde hasar gören yapıların hasar nedenleri bazen doğrudan doğruya mimari tasarım ile bağlantılı olmaktadır. Mimari tasarımda olabildiğince özgür davranmak normal koşullarda bile taşıyıcı sistem tasarımında güvenli bir çözüme ulaşılmasını güçleştirirken, deprem etkileri altında taşıyıcı sistem tasarımında çok daha önemli problemler yaratabilmektedir. İnşaat mühendisinin deprem açısından zayıf mimari yanları olan bir tasarımdan, depreme dayanıklı bir taşıyıcı sistemi olan yapı oluşturması güçtür. Bu nedenle mimari tasarım sırasında dikkat edilecek bazı noktalar yalnız inşaat mühendisinin işini kolaylaştırmakla kalmayıp hem depreme dayanıklı hem de ekonomik taşıyıcı sistemlerin oluşturulmasına geniş ölçüde yardımcı olacaktır.

1.3.4.1 Yapının Planda Uygunluğu

Planda basitlik ve düzen sağlanmamış olmasının depremde yaratacağı burulma etkisi önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Depremde yapıya gelen kuvvetler yapının kütle merkezine etkimektedir. Kütle merkezi bir çok yapıda yapının geometrik merkezi olarak alınabilir. Rijitlik merkezi ise yapıdaki kolon ve perde duvar gibi taşıyıcı elemanlara göre belirlenmektedir. Bu iki merkez arasında olan farklılık, yapıya gelen deprem kuvvetlerinin yapının rijitlik merkezinden geçen bir düşey eksen çevresinde burulmasına yol açar. Normal olarak rijitlikleri ile orantılı yatay yük almaları gereken taşıyıcı elemanlar, rijitlik merkezine olan uzaklıklarına göre bu burulma momentinin yarattığı ek etkilerle de

zorlanırlar. Bu burulma momenti ne kadar büyük ve eleman rijitlik merkezinden ne kadar uzakta ise o kadar büyük bir burulma yükü ile zorlanır. Bu nedenle elemanların burulma etkisi altında kalmamaları için yapıların planda olabildiğince basit ve simetrik biçimlerde yapılmaları depreme dayanıklı olmaları için gerekmektedir.

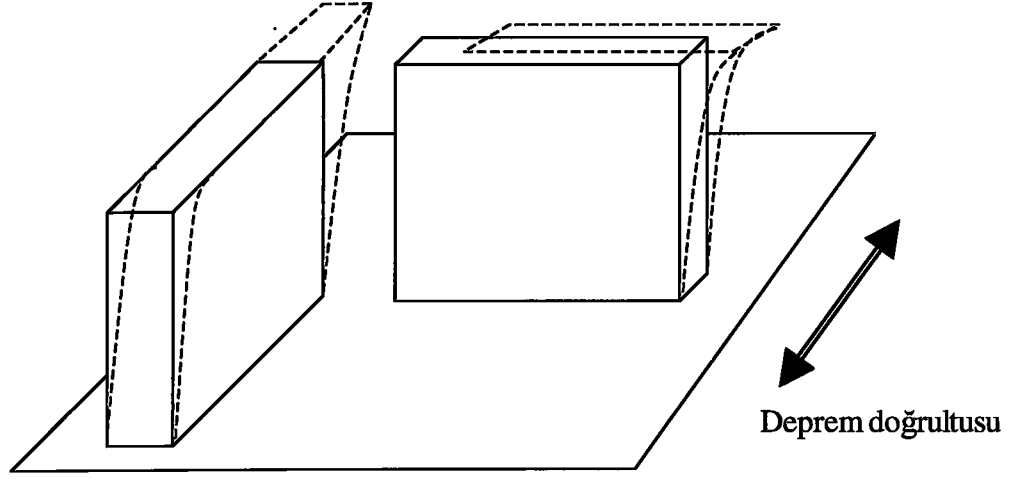


Şekil 4. Yapının Deprem Açısından Uygun ve Uygun Olmayan Planları

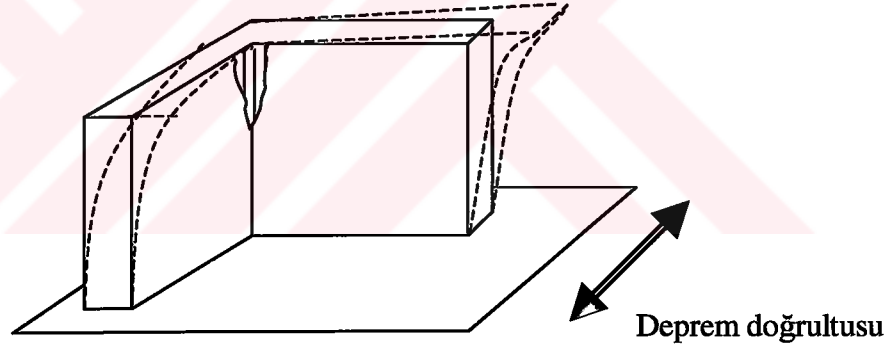
Şekil-4'de plan biçimleri açısından uygun ve uygun olmayan yapı konumları verilmektedir. L, T ve uzun plan konumları olan yapılarda deprem sırasında çoğunlukla burulma etkileri oluşur. Çünkü bu yapılarda rijitlik merkezi ile kütle merkezi arasında önemli aralıklar bulunur ve düşey taşıyıcı elemanlar burulma ile zorlanır. Bu tip yapılarda çok olan içeri dönük köşelerde de gerilme birikimleri oluşacak ve yapılarda bu köşelerden başlayarak hasar gelişecektir. L, T, H ve uzun konumları olan yapılarda kanatların fazla büyük olmaması bir ölçüde burulma etkilerinin boyutları azalacağından bu tip kanat yapımından kaçınma olanaksız ise bunların boyutlarının yönetmelikte verilen oranlarda tutulması yararlı olacaktır.

Deprem açısından en uygun biçim planı kare veya daire olan yapılardır. Simetrik olduklarından her yönde aynı oranda deprem kuvveti ile zorlanırlar ve yine simetri nedeni ile her yönde aynı ölçüde taşıma güçleri vardır. İçeri dönük köşeleri ve karmaşık planları

olan yapılarda köşelerde gerilme birikimi ve yapıda burulma etkileri oluşacağından sakıncalıdır (Şekil 5).



a. Ayrık Yapılar



b. Bitişik Nizam Yapılar

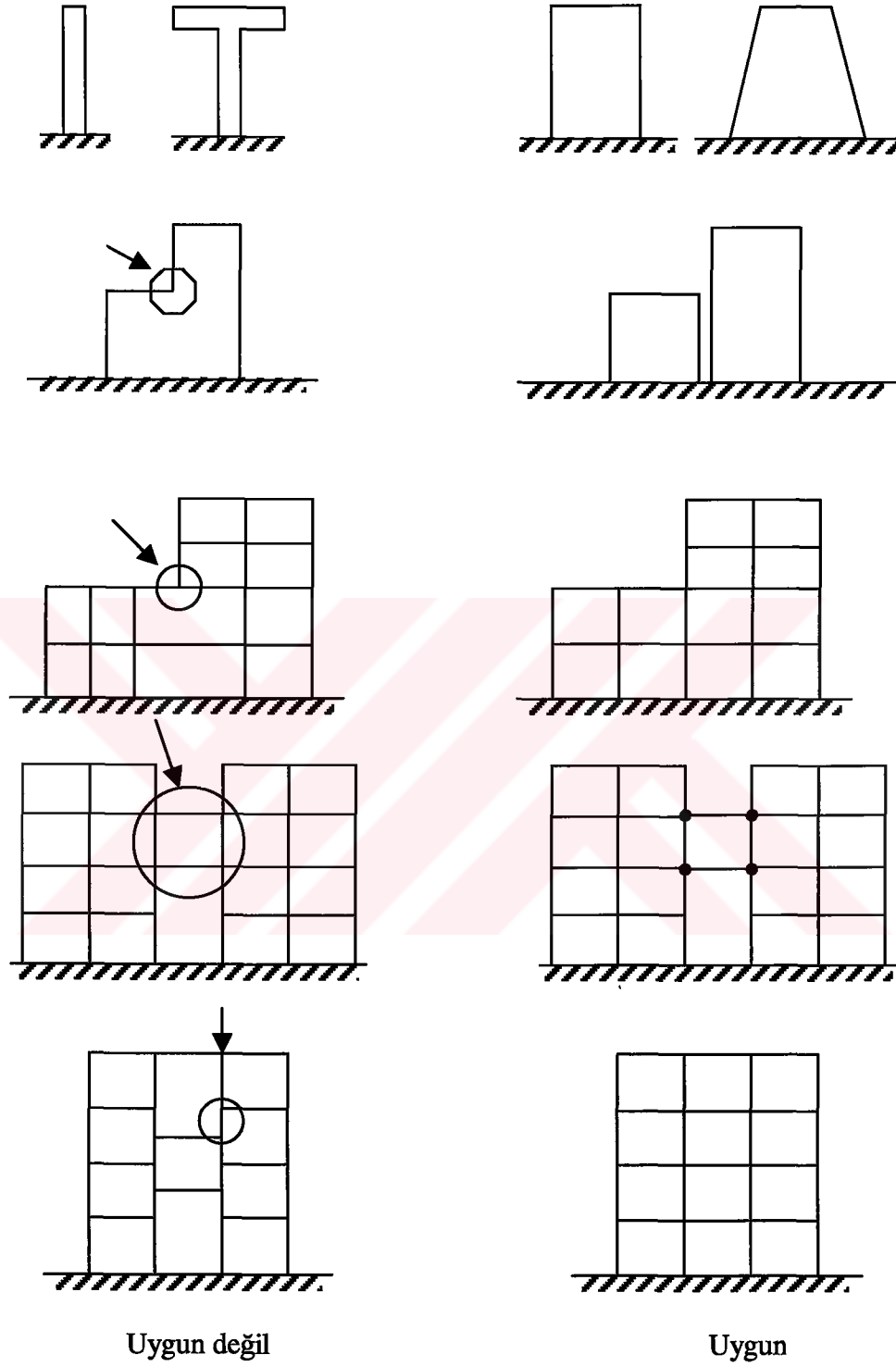
Şekil 5. Ayrık(a) ve Bitişik(b) Nizam Yapılar

Şekil 5a'da görüldüğü gibi deprem hareketi Kuzey-Güney doğrultusundan gelecek olursa, Kuzey-Güney doğrultusuna paralel olan yapı, geometrisinden dolayı, Kuzey-Güney doğrultusuna dik konumda bulunan yapıya göre daha az deformasyon gösterecektir. Fakat bu yapılar şekil-5b'deki gibi tek bir yapıyı oluşturursalar birleşim yerlerindeki iki farklı hareketin etkisi ile birbirlerini itip çekmeye çalışacaklardır. Burada deprem hareketinin doğrultusunun değişmesi sadece elemanların rollerini değiştirecek, yapının karşı karşıya olduğu problem aynı kalacaktır.

Burulma etkisinin ortaya çıkmasını önlemek için yapıyı derzlerle simetrik ve basit geometrik kısımlara ayırmak bir çözümdür. Bu durumdaki yapı kısımların dinamik özelliklerinin farklı oluşu sonucu birbirlerine çarpmaları yada derzlerin iyi yapılmamış olması nedeni ile yapı bölümlerinin yine birlikte çalışması ve burulma etkilerinin ortaya çıkması olasılığı vardır. Bunu önlemek için yönetmelikte belirtilen derz mesafelerine dikkat edilmeli ve uygulanmalıdır.

1.3.4.2 Yükseklik Boyunca Basitlik, Simetri ve Düzenlilik

Yapıda, alt kattan başlayarak en üst kata doğru ağırlık ve rijitlikle uyumlu bir gidiş olmalıdır. Aynı yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması sakıncalıdır. Yapıların deprem davranışı bakımından düşey kesitteki durumu aşağıda şekil-6'da özetlenmiştir. Ana yapı üzerindeki kule, çekme kat gibi alan olarak asıl yapıdan daha küçük ve yüksek bölümlerin depremde ana yapıdan farklı davrandıkları ve daha büyük yatay kuvvetlerle zorlandıkları bilinmektedir. İlk birkaç katı, alan olarak daha geniş yere oturan, diğer katları kule gibi yükselen bu tip yapılarda yapı planının küçüldüğü düzeyde büyük gerilme birikimi ve bu düzeydeki döşemede büyük yatay kuvvetler oluşacaktır. Eğer bu tip bölümler bulunacaksa bunların yapıya ankastre bölümler olarak kabulü ve yaklaşık olarak ana yapıda kullanılan deprem kuvveti katsayısının iki katı kadar büyük bir katsayı ile hesaplanmaları uygun olur [Erol, 1999].



Şekil 6. Yapının Deprem Davranışı Bakımından Uygun ve Uygun Olmayan Düşey Kesitleri

Yapının narinliği, yani yükseklik / en, yükseklik / boy oranlarının büyük olması yapıda büyük devrilme momentleri oluşturacağı gibi, dış aks kolonlarına depremde çok büyük eksenel yüklerin de gelmesine yol açacaktır. Yapıda yükseklik / genişlik oranı 3-4'den büyük olursa, taşıyıcı sistemin güvenli olarak tasarımı güçleşir [Celep, Kumbasar, 2000]. Çünkü dış aks kolonlarında deprem yüklerinden dolayı, büyük miktarlarda ek düşey yükler oluşur. Yapının dış konumu simetrik olsa bile taşıyıcı sistemin rijitlik ve kütle dağılımındaki düzensizlikler yapıda tasarım problemi çıkarabilir. Ayrıca rijitlik ve kütle düzensizliklerinin bulunduğu yerlerde deprem sırasında büyük gerilme birikimleri oluşur.

Birbirinden derzlerle ayrılmış fakat kat düzeyleri farklı olan bitişik nizam yapılarda deprem sırasında çarpışma olasılığı yüksektir. Kat düzeylerinin farklı oluşu iki yapının aynı düzeylerde farklı yatay ötelemeler yapmasına neden olur. Eğer bu iki bitişik yapının dinamik özellikleri de farklı ise yapıların birbirlerine çarparak hasar yapmaları beklenmelidir. Asma katları olan yapılarda da bir rijitlik düzensizliği söz konusudur. Kat döşemelerinin ve kirişlerinin farklı düzeylerde saplandıkları ortak kolonun bulunduğu yapı aksı yapının diğer kolon akslarına göre çok daha yüksek bir rijitliktedir. Çünkü bu aksda kolon boyu diğer akslara göre yarı yarıya kısadır. Bu aksdaki kolonların büyük yatay kuvvetlerle zorlanması söz konusudur ve bu kolonların bu duruma göre hesaplanıp donatılmaları gerekir.

1.4 Yapılarda Düzensizlik Durumları

1.4.1 Genel Olarak Düzensizlik Kavramı

Taşıyıcı sistemdeki bir takım özelliklere bağlı olarak binalar, Düzenli Binalar ve Düzensiz Binalar olarak sınıflandırılmışlardır. Düzensizlik bir binanın gabarisinde yani konfigürasyonunda, kat arası yüksekliklerde, kütle veya rijitliklerin dağılımında, kısa kolon oluşturulmasında, çarpışmaya olanak verilmesinde ve ortogonalikten uzaklaşmasında, yani birbirine dik iki aks sistemi yerine, birbirine göre eğik aks sistemi oluşturulmasında yer alabilir.

Depreme dayanıklı bina tasarımında düzensiz binaların yapımından kaçınılmalıdır. Bu tip binaların yapılması zorunlu ise bu tip binaların yapımı ile ilgili hazırlanmış olan yönetmeliklerdeki kurallara ve sınırlamalara mutlaka uyulmalıdır. Deprem riskinin bulunduğu hemen hemen bütün ülkelerde yapıların depreme karşı dayanıklı olmasını temin

etmek amacıyla yönetmelikler yürürlüğe konulmuştur. Bu yönetmelikler hazırlandıkları tarihe kadarki uygulamalardan elde edilen tecrübeye, deneysel ve teorik inceleme ve araştırmalara dayanan ve genellikle kabul görmüş olan ilgilere göre hazırlanmışlardır. Bu yönetmelikler mühendisler için tasarımda rehberlik ederler ve bazı hususlarda uyulması zorunlu hükümler getirirler. Çözümü açısından özünde birçok güçlükler içeren düzensizliklere sahip problemleri katı hükümleri ile önlerler.

1.4.1.1 Türk Deprem Yönetmeliğinde Tanımlanan Düzensizlikler

Türk Deprem Yönetmeliğinde düzensiz binalar, depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik oluşan yapılar olarak tanımlanmaktadır.

Türk Deprem Yönetmeliği, bina tasarımı sırasında meydana verilebilecek yedi ayrı tip düzensizliğe işaret etmektedir. Bunlardan ilk dört tanesi A1, A2, A3 ve A4 rumuzları ile belirtilen ve planda yer alan düzensizliklerdir.

Bunlar:

- A1 : Burulma Düzensizliği,
- A2 : Döşeme Boşlukları Düzensizliği,
- A3 : Plan Geometrisi Düzensizliği,
- A4 : Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (Ortogonal Olmama) Düzensizliğidir

Diğer üç düzensizlik tipi ise B1, B2 ve B3 rumuzları ile belirtilen ve binanın yüksekliği boyunca düşey doğrultuda yer alan düzensizliklerdir.

Bunlar ise:

- B1 : Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat),
- B2 : Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat),
- B3 : Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği Düzensizliğidir.

Bu düzensizlikler arasında, sadece B3 tipine ait olan ve aşağı katlarda devam edilmeyerek kesilen ve bu nedenle konsollara oturan cephe kolonlu binalar ile, alt katlarda kaldırılan ve bu yüzden kiriş açıklık ortasına taşıttırılan perde duvarlı binaların tasarımı kesinlikle yasaktır. Diğer tüm düzensizlikler için uyarı yapmak ve maliyeti artırıcı bazı caydırıcı hesap zorlukları getirmekten öteye, hiçbir zorlayıcı hüküm yoktur.

1.4.1.2 Düzensizlik Durumlarının Sınıflandırılması

Yapılarda oluşabilecek düzensizlik durumları Türk Deprem Yönetmeliğindeki düzensizlikleri de kapsayacak şekilde aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

A) : Planda Düzensizlikler :

- A1 : Burulma Düzensizliği,
- A2 : Döşeme Süreksizlikleri (Döşeme Boşlukları Düzensizliği),
- A3 : Planda Çıkıntılar Bulunması (Plan Geometrisi Düzensizliği),
- A4 : Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (Ortogonal Olmama) Düzensizliği

B) : Düşey doğrultuda Düzensizlikler :

- B1 : Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat),
- B2 : Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat),
- B3 : Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği Düzensizliği,
- Yapılar Arasındaki Deprem Derzlerinin Uygun Olmaması Düzensizliği,
- Geri Çekme (set-back) Düzensizliği,
- Kısa Kolon Düzensizliği,
- Kat Yüksekliği Düzensizliği,
- Zayıf Kolon – Güçlü Kiriş (Döşeme) Düzensizliği.

Esas itibariyle, gerek yatayda gerekse düşeyde önemli oranda kütle ve rijitlik değişimine sahip yapılar, taşıyıcı sistemi düzensiz yapılar olarak nitelendirilir. Çünkü bu tip yapılar ne kadar iyi düzenlense de depremden olumsuz olarak etkilenirler.

Taşıyıcı sistemde plan ve düşeyde yer alan elemanların düzgün ve sürekli olarak düzenlenmesi çok önemlidir. Kolon ve kirişlerin planda düzgün olarak dağıtılması, belirli bölgelerin aşırı zorlanmasını engellediği gibi, bazı yönlerden de avantaj sağlamaktadır. Tüm kolon ve perdeler temelden çatıya kadar sürekli olmalıdır. Dış merkezli mesnetlerden mümkün olduğunca kaçınılmalıdır. Kolon ve kiriş eksenleri arasındaki dışmerkezlilikten de olabildiğince kaçınılmalıdır. Bunların genişliklerinin birbirine yakın olmasına çalışılmalıdır. Bu sayede birleşim bölgelerinde oluşabilecek yerel hasarlar önenebilir ve kesit etkilerini elemanların birbirine iyi şekilde aktarabildiği donatı düzeni oluşturulabilir.

Çünkü deprem sırasında en çok zorlanan ve hasar gören bölgelerden biri birleşim bölgeleridir.

Taşıyıcı sistemde süreklilikle elemanların birbirlerine yardımcı olmaları sağlanırken, elastik davranışın ötesindeki taşıma kapasitesi arttırılmış olur. Ayrıca bu sırada ortaya çıkması muhtemel plastik mafsallar dolayısıyla yutulan enerji büyüyecektir.

Elemanların sürekliliğinin yanında rijitliklerinde ani değişiklik göstermeden devam etmesine gayret edilmelidir. Yapı elemanlarının rijitliğini uygun seçerek, titreşim periyodunu belli aralığa getirerek deprem etkilerini küçültmek mümkündür. Bunun için yapılacak iş zemin hakim periyodu ile yapı periyodunu mümkün olduğunca uzak tutarak teorik olarak tanımlanan rezonans olayına yaklaşmamaktır. Yapılan gözlemlerden, yapı ne kadar basit düzenlenmişse, depreme dayanımının o derece yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu tip yapıların inşaatları sırasında da hata yapma olasılığı daha azdır ve depreme karşı davranışlarının tahmini ve çözümü daha kolaydır. Düzensiz yapıları modellemek ve ek olarak ortaya çıkan burulma etkisini göz önüne almak daha uzun ve daha karmaşık işlemler gerektirmektedir. Bu nedenle yapının iki doğrultuda da simetrik olması istenir. Yani simetri özelliği yalnızca planda değil aynı zamanda düşey doğrultuda da sağlanmalıdır.

1.4.2 Planda Düzensizlik Durumları

İnsanların içlerinde yaşadıkları yapılardan beklentilerinin artması, daha fonksiyonel yapıların istenmesine ve arsa koşullarının, maliyetlerinin çok farklılıklar arz etmesi planda düzensizlik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kimi zaman estetik kaygılar, kimi zaman da ekonomik kaygılar bu tip yapı problemlerini ortaya çıkarmaktadır.

Esasında planda düzensizlik durumları, binanın kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmamasının bir ölçüsü olarak ortaya çıkar.

1.4.2.1 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 katsayıya Burulma Düzensizliği Katsayısı, η_{bi} denmektedir. η_{bi} 'nin herhangi bir

katta 1,2'den büyük olması halinde burulma düzensizliği olduğu kabul edilmektedir (Şekil 7).

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2$$

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

$$(\Delta_i)_{min} = (d_i)_{min} - (d_{i-1})_{min}$$

$$(\Delta_i)_{ort} = ((\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}) / 2$$

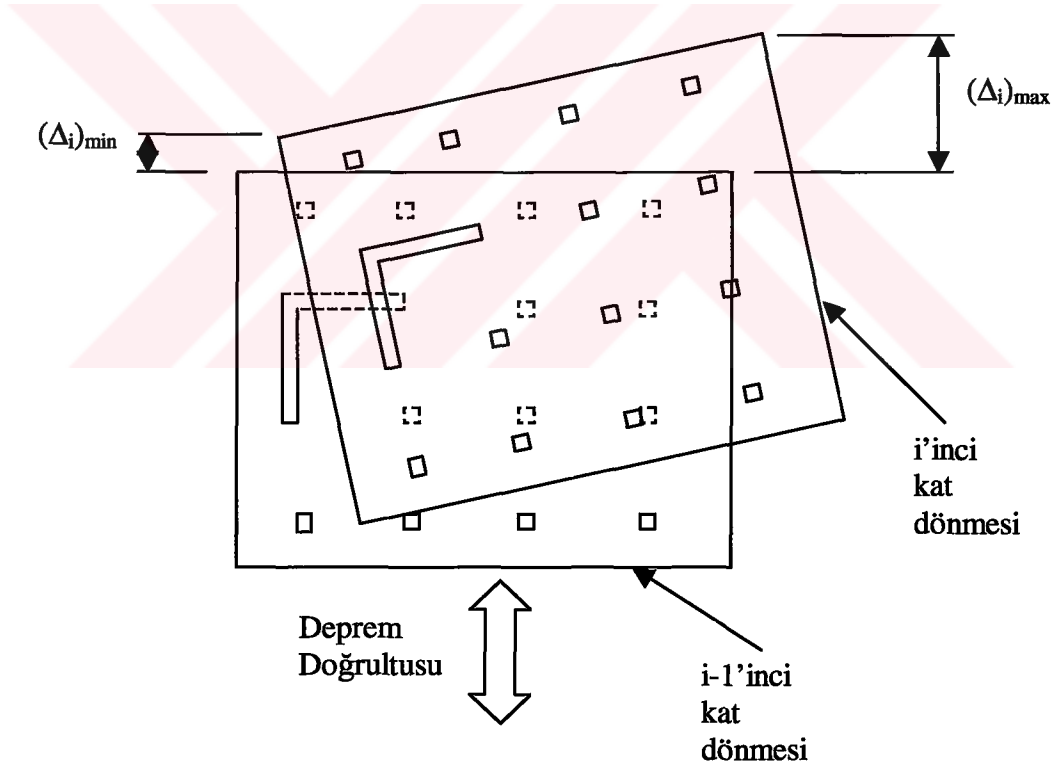
Burada;

d_i : Binanın i ' inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme,

$(\Delta_i)_{max}$: Binanın i ' inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi,

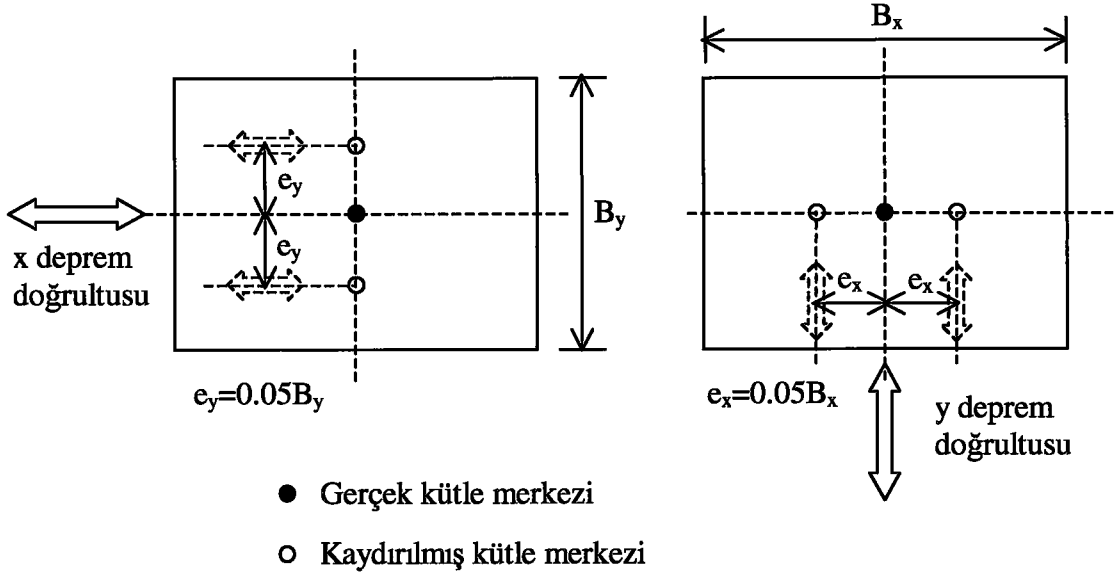
$(\Delta_i)_{min}$: Binanın i ' inci katındaki minimum görelî kat ötelemesi,

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i ' inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi.



Şekil 7. A1 Burulma Düzensizliği

Kat deplasmanları (d_i) ve buna bağı olan görelî kat ötelemeleri (Δ_i), deprem yüklerinin \pm %5 dışmerkez olarak yapıya etkimesiyle belirlenmelidir (Şekil 8).



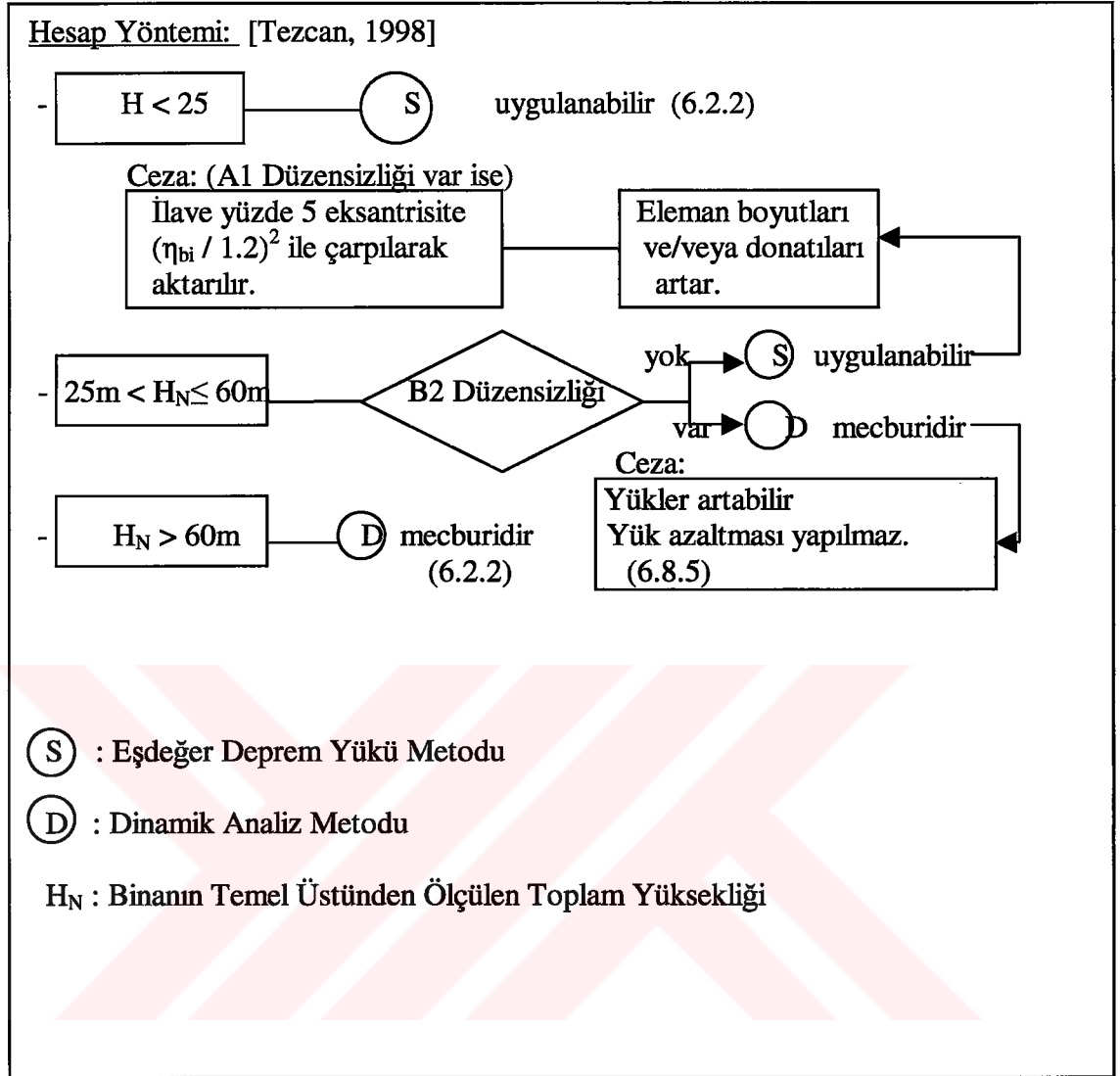
Şekil 8. Gerçek ve Kaydırılmış Kütle Merkezi

Binanın herhangi bir i ' inci katında burulma düzensizliğinin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2$ ise dışmerkezlilik değerleri, her iki doğrultu için D_i büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz yeniden yapılmalıdır. D_i büyütme katsayısı,

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

olarak ifade edilmiştir.

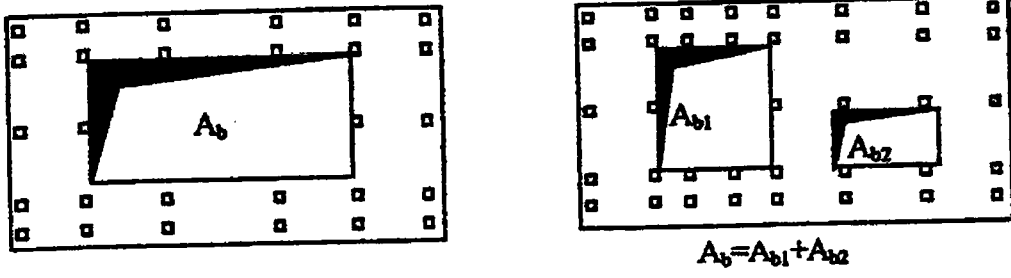
Burada $\eta_{bi} > 2$ olması durumunda tasarım değiştirilir.



1.4.2.2 A2- Döşeme Süreksizlikleri, Döşeme Boşlukları Düzensizliği

Herhangi bir i' inci kattaki döşemede;

a – Merdiven ve asansör boşlukları dahil olmak üzere, boşluk alanları toplamının (A_b) , brüt kat alanının (A) 1/3' ünden fazla ise; (Şekil 9)



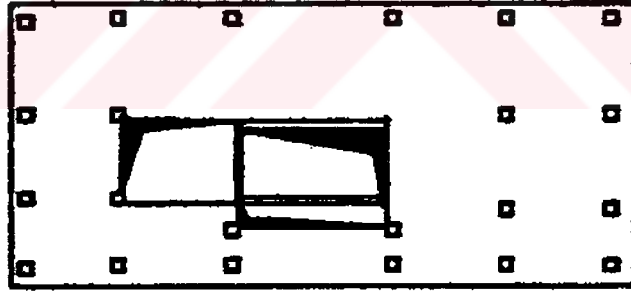
Şekil 9. A2 türü düzensizlik durumu- I

$$\frac{A_b}{A_k} > 1/3 \quad (3)$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

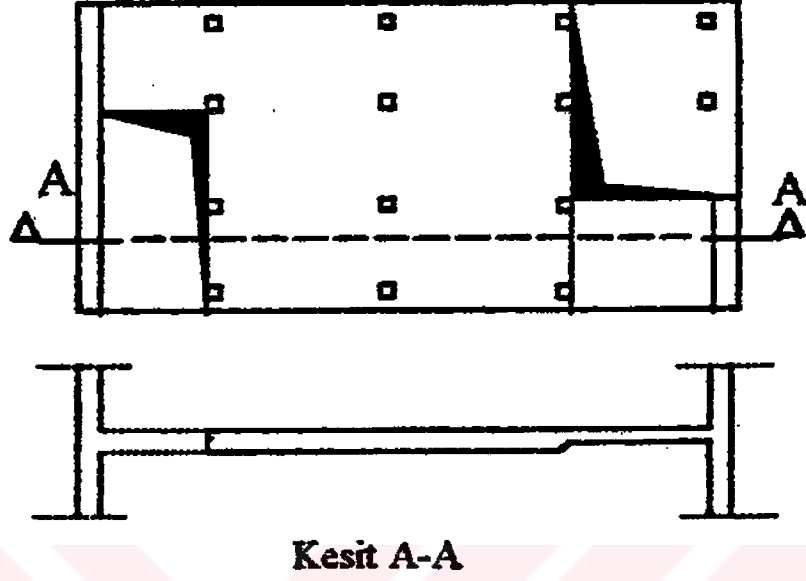
A_k : Brüt kat alanı

b – Yatay kuvvetlerin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması; (Şekil 10)



Şekil 10. A2 Türü Düzensizlik Durumu-II

c – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımda ani azalmaların olması durumundadır; (Şekil 11)

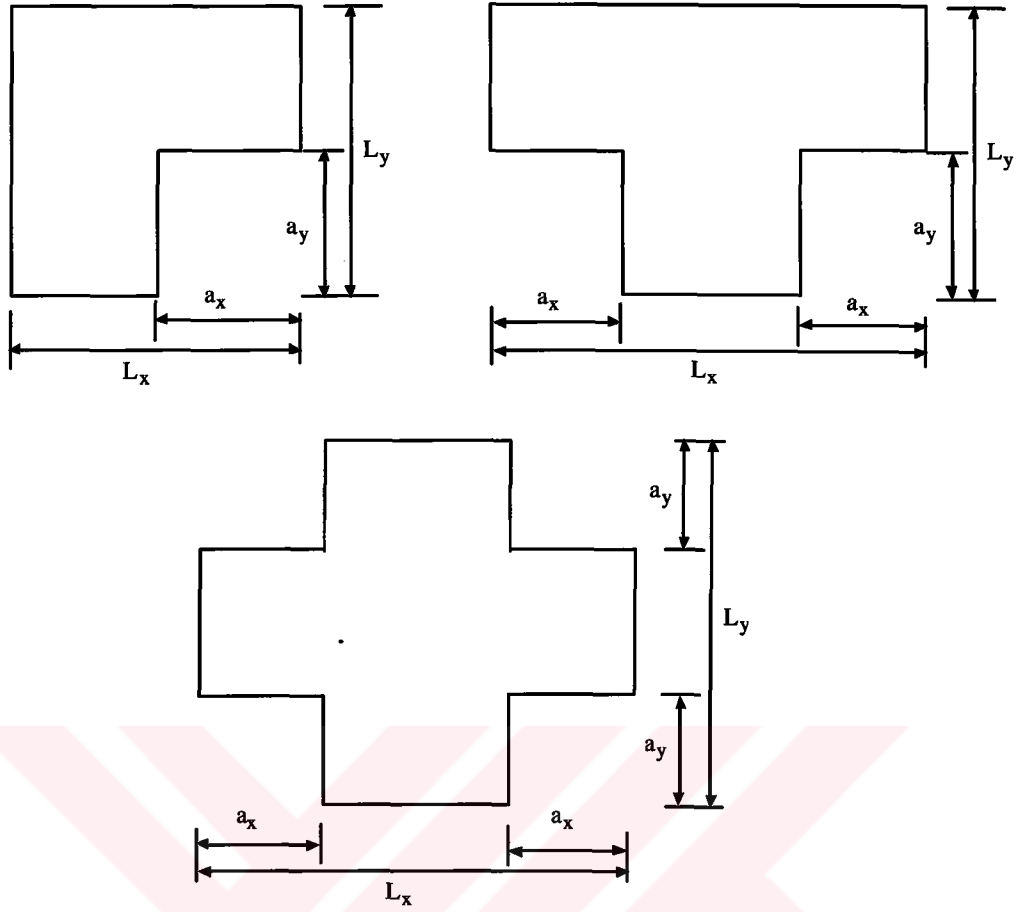


Şekil 11. A2 Türü Düzensizlik Durumu-III

A2 düzensizliği olan yapılarda, güvenli bir taşıyıcı sistem oluşturabilmek için, oldukça büyük kesitler kullanmak durumunda kalınabilir.

1.4.2.3 A3- Planda Çıkıntılarının Bulunması, Plan Geometrisi Düzensizliği

Bina kat planında girinti ve çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki her ikisinin de (a_x, a_y) , binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının (L_x, L_y) % 20' sinden daha büyük olması durumudur, (Şekil 12)

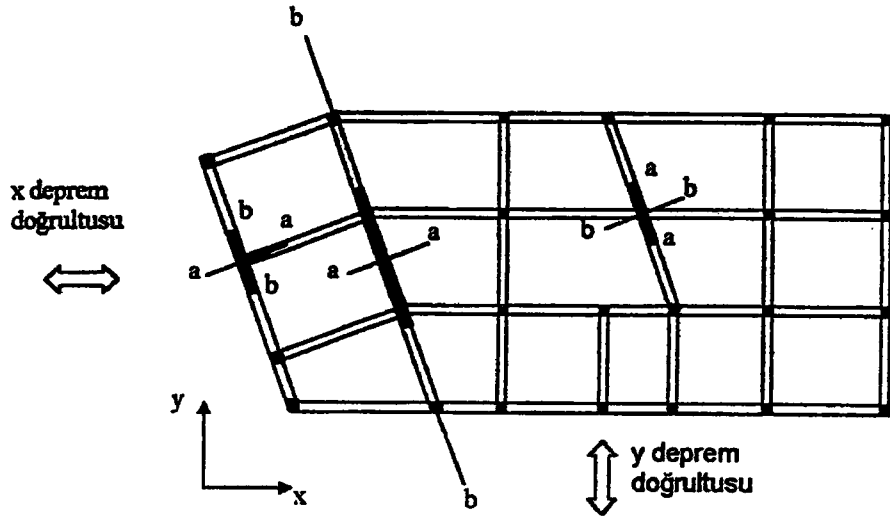


$$a_x > 0.2L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2L_y$$

Şekil 12. A3 Türü Düzensizlik durumu

1.4.2.4 A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (Ortogonal Olmama Düzensizliği)

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının a-a ve b-b ile gösterilen plandaki asal eksenlerinin, göz önüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur (Şekil 13). Bu düzensizlik çalışmanın esas konusunu oluşturmaktadır.



Şekil 13. A4 Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

Yapıda A4 türü düzensizliğin bulunması durumunda, düzensizlik bulunan elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler;

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.3B_{ay} \quad (4)$$

$$B_a = \pm 0.3B_{ax} \pm B_{ay} \quad (5)$$

olarak düzeltilir. Aynı işlemler, (b) eksenini için de yapılarak en elverişsiz kesit tesiri olan büyük değerlere göre tasarım yapılmalıdır. Buradaki formülde,

B_a : Taşıyıcı sistem elemanının a-a asal eksen doğrultusunda, tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğünü,

B_{ax} : Taşıyıcı sistem elemanının a-a asal eksen doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü,

B_{ay} : Taşıyıcı sistem elemanının a-a asal eksen doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü göstermektedir.

Yukarıdaki (4) ve (5) denklemlerinde amaç deprem doğrultusuna göre asal eksenleri paralel olmayan elemanlarda oluşabilecek iç kuvvet değerlerinin etkileşim etkilerini hesaba katabilmektir[Doğangün, 2002].

1.4.3 Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

Yapılarda düşey doğrultuda düzensizliklere sebebiyet vermemek için yapıda yükseklik boyunca basitlik, simetri ve süreklilik sağlanmalıdır. Yapılarda alt katlardan başlayarak en üst kata doğru ağırlık ve rijitlik uyumlu bir şekilde değişmelidir. Bununla birlikte yapının bölümleri arasında büyük yükseklik farkları olması zararlıdır. Alan olarak asıl yapıdan daha küçük ve yüksek bölümlerin, depremde ana yapıdan daha farklı davrandıkları ve daha farklı yatay kuvvetlere maruz kaldıkları bilinmektedir.

1.4.3.1 B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, (kolon + perde + 0.15*kagir duvar alanı), bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan η_{ci} , Dayanım Düzensizliği Katsayısı'nın 0.80'den küçük olması durumudur (Şekil 14). Bu düzensizlik durumu için ABYYHY' te gösterilen bağıntılar aşağıdaki gibidir.

$$\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.8 \quad (6)$$

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının ifadesi;

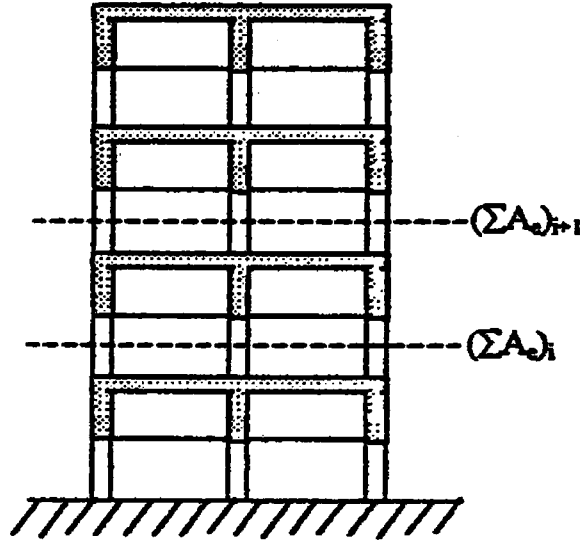
$$\Sigma A_e = \Sigma A_w + \Sigma A_g + 0.15 \Sigma A_k \quad (7)$$

olarak hesaplanacaktır. Bu bağıntılarda;

ΣA_w : Herhangi bir kattaki kolon en kesiti etkin kesit alanları toplamı,

ΣA_g : Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamını,

ΣA_k : Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkartıldıktan sonra, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamını göstermektedir.



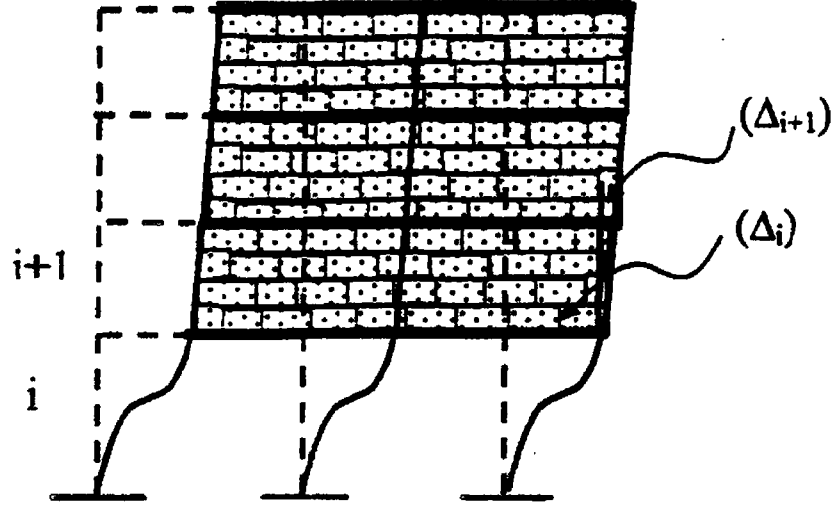
Şekil 14. B1 Zayıf Kat Düzensizliği

1.4.3.2 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 Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} ' nin 1.5'ten fazla olması durumudur (Şekil15).

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (8)$$

Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm\%5$ ek dışmerkezlilik etkileri de göz önüne alınarak yapılacaktır.



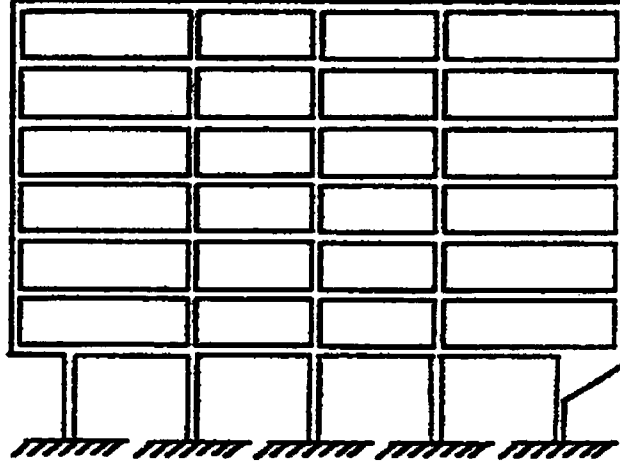
Şekil 15. B2 Yumuşak Kat Düzensizliği

1.4.3.3 B3-Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon ve perdelerin), bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin aşağıda kolonlara veya kirişlere oturtulması durumudur.

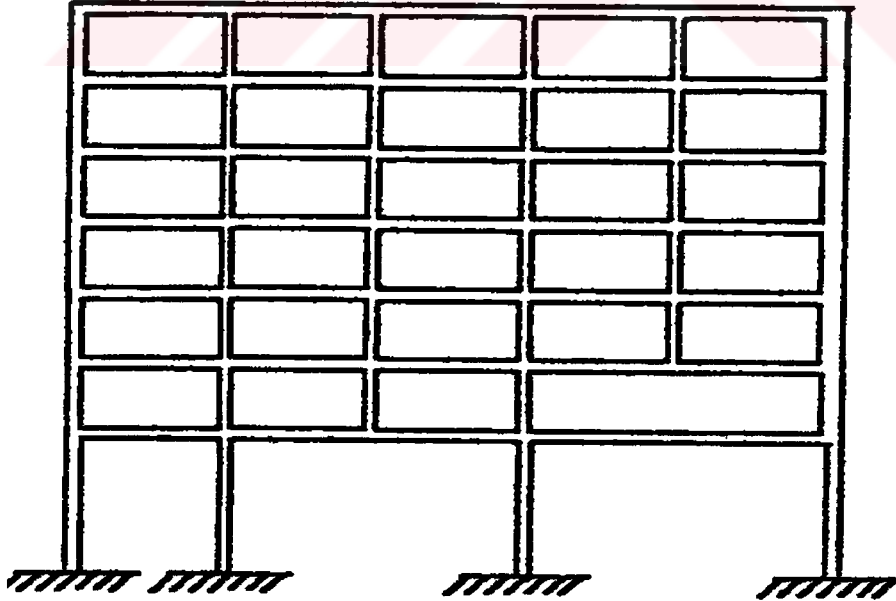
Yeni deprem yönetmeliği B3 türü düzensizliğin oluşturacağı olumsuzluklara meydan vermemek için aşağıdaki koşulları önermektedir.

a)- Kolonlar hiçbir durumda, binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturmamalıdır (Şekil 16).



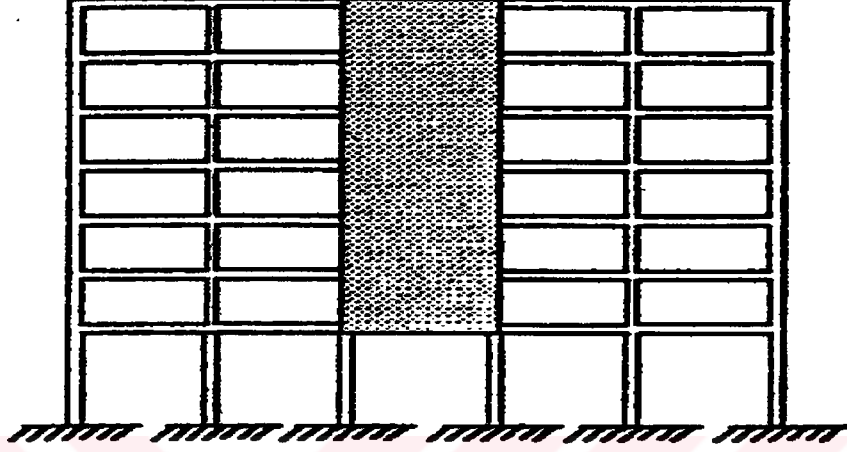
Şekil 16. B3.(a)- Kolonların Konsol ve Guselere Oturması Düzensizliği

b)- Kolon iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmuşsa bu kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında artırılmalıdır (Şekil 17).



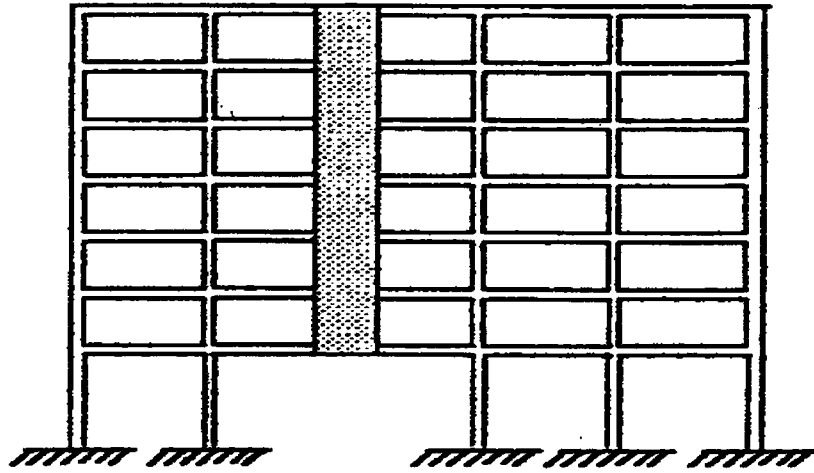
Şekil 17. B3-(b) Kolonun İki Ucundan Mesnetli Kirişe Oturması Düzensizliği

c)- Üst kattaki perdenin iki ucunun alttaki kolonlara oturması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm kesit etkileri %50 arttırılmalıdır (Şekil 18). Ayrıca adı geçen kolonların tüm boyunca 'sarma' işlemi yapılır.



Şekil 18 B3.(c)- Perdenin Kolonlara Oturması Düzensizliği

d)- Binanın herhangi bir katında, perdelerin kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında kesinlikle oturtulmamalıdır (Şekil 19).



Şekil 19. B3.(d)- Perdenin Kirişe Oturması Düzensizliği

1.4.3.4 Yapılar Arasındaki Deprem Derzlerinin Uygun Olmaması Düzensizliği

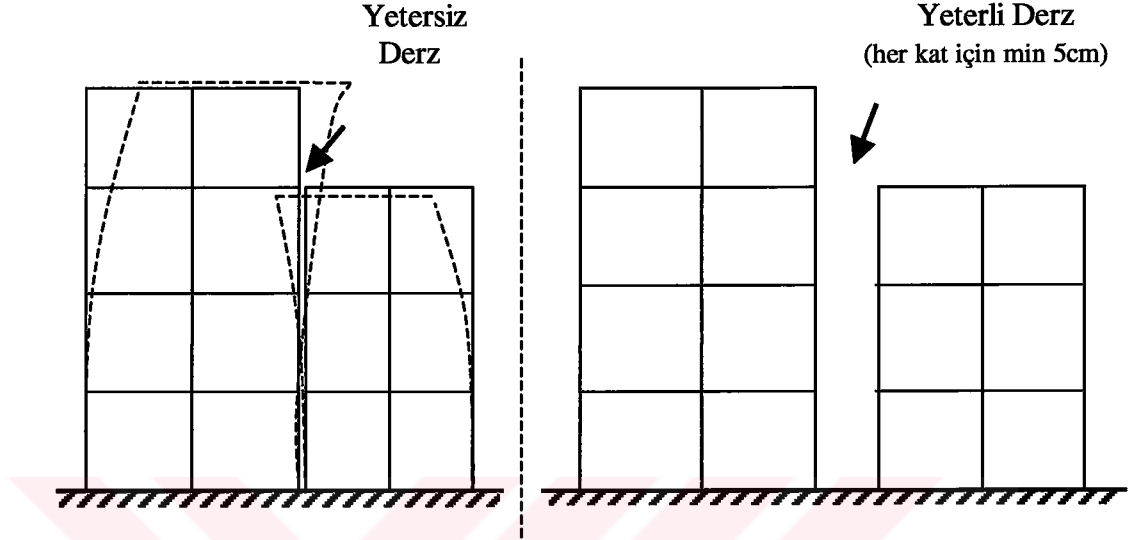
Bu düzensizlik, yanyana yapılmış ve arasında yeterli miktarda mesafe (derz) bulunmayan binaların, oluşabilecek bir deprem hareketi neticesince birbirleri ile çarpışması sonucu oluşur. Bu yüzden yanyana yapılacak yapılar arasında çarpışmayı engelleyecek yeterli mesafe bırakılmalıdır. Eğer yanyana yapılmış iki binanın deprem anında titreşim periyotları birbirinden farklı olursa birbirleri ile çarpışmaları ve bunun sonucunda hasar oluşumu kaçınılmaz olur (Şekil 20). Binalar birbirine doğru hareket ettiğinde, iki binanın çarpışmaması için aralarında ki en ufak boşluğun, her iki binanın maksimum yatay deplasmanının mutlak değerinin toplamından daha büyük olması gerekir.



Şekil 20. Döşemeleri Farklı Seviyede İki Betonarme Bina Çarpışması

Türkiye Deprem Yönetmeliği (1998)'e göre binalar arasında bırakılacak derz boşluğu, 6 metre yüksekliğe kadar en az 3 cm ve daha sonraki her 3 metre yükseklik için 1 cm olarak verilmiştir. Fakat genel kanı, şiddetli depremlerde bu boşluk miktarının çoğu zaman yetersiz olacağı yönündedir.

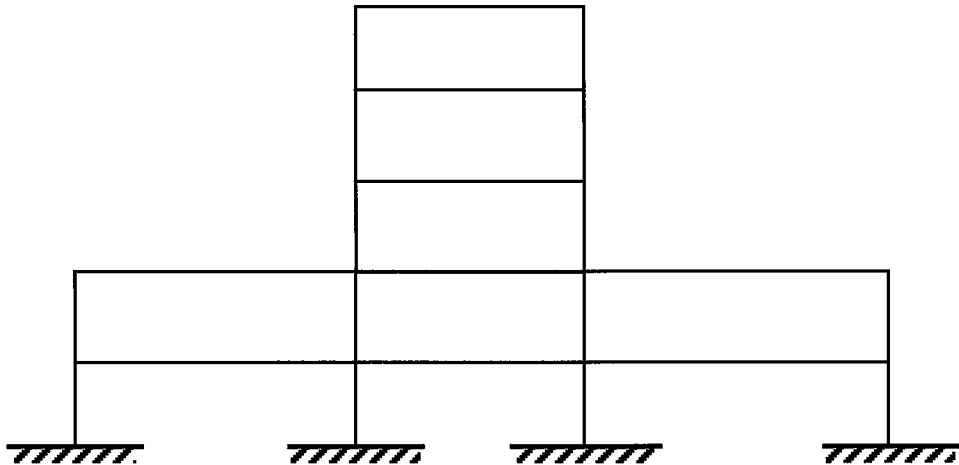
Bu konudaki genel kural şöyledir. İki bina arasında kalan boşluk mesafesi hiç olmazsa her kat için 5cm olmalıdır. Bu durum lineer ve elastik durum için geçerlidir. Yapı davranışının lineer olmadığı durumda binalar arasında kalan mesafe daha fazla olmalıdır (Şekil 21).



Şekil 21. Yapılar Arasındaki Deprem Derzlerinin Uygun Olmaması Düzensizliği

1.4.3.5 Geri Çekme (Set-Back) Düzensizliği

Geri çekme düzensizliği; yapı yüksekliği boyunca kat döşemelerinde meydana gelen ani boyut değişimleridir (Şekil 22).



Şekil 22. Geri Çekme Düzensizliği

Geri çekme düzensizliği yapıdaki süreksizlik, dayanım ve rijitlikteki ani azalmalar nedeni ile ortaya çıkmaktadır. Girintilerin oluşturduğu bu problem, girintilerin boyutlarına ve taşıyıcı sistemin özelliklerine bağlıdır.

Alan olarak asıl yapıdan daha küçük ve yüksek bölümlerin, depremde ana yapıdan daha farklı davrandıkları ve daha büyük yatay kuvvetlere maruz kaldıkları bilinmektedir. İlk birkaç katı alan olarak daha geniş bir alana oturan, diğer katları kule gibi yükselen bu tip yapılarda, yapı planının küçüldüğü düzeyde büyük gerilim birikimi ve bu düzeydeki döşemede büyük yatay kuvvetler oluşacaktır. Yapının dış konumu simetrik olsa bile sistemin rijitlik ve kütle dağılımındaki düzensizlikler, yapıda tasarım problemi çıkarabilir.

Yapının geniş kısmı ile kule kısmı birbirlerine göre dinamik olarak asimetrik ise yapıda burulma problemleri de oluşacaktır. Bu durumda yapıda oluşabilecek gerilmelerin ve yapı davranışının belirlenmesi güç olacaktır.

Bu tip inşa edilen yapıların mimari olarak tercih edilme nedenleri;

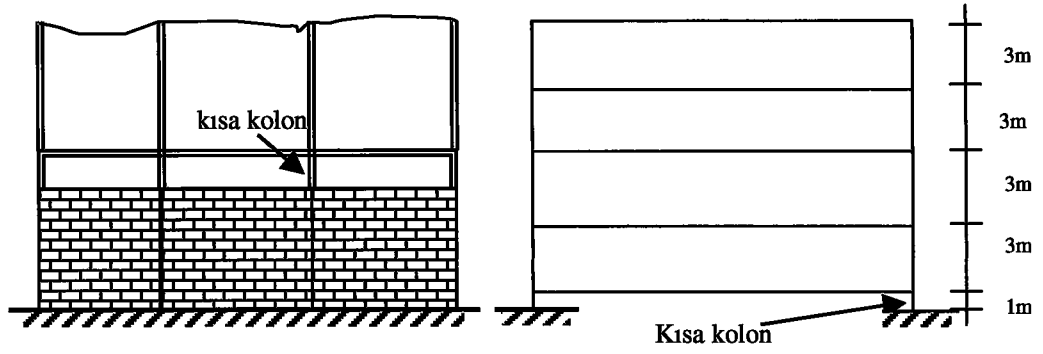
- Tasarımı yapılan yapıya komşu yapılarda ışık ve hava için mesafe bırakılması,
 - Mimari görünüm için binanın alacağı dış şekli,
 - Yapı işlevselliği açısından üst katlarda daha küçük döşemelerin yer alması isteği,
- başlıkları altında toplanabilir.

Bir çok yeni deprem yönetmeliğinde bu düzensizlik tipine yer verilmekte ve 'Geri Çekme Düzensizliği' (set-back) olarak isimlendirilmektedir. Yapının geometrik boyutlarına bağlı olarak tarif edilen bu düzensizliğin söz konusu olması durumunda Dinamik Hesap yapılması gerektiği belirtilmektedir.

1.4.3.6 Kısa Kolon Düzensizliği

Herhangi bir katın kolonları arasında dolgu duvarları, kat yüksekliği boyunca örülmeyip, ışıklık ve benzeri nedenlerle, belli bir yüksekliğe kadar örülmek suretiyle inşa edilen yapılarda kısa kolonlar teşekkül eder.

Kısa kolonlar, dolgu duvarlarının eksik örülmesi ile değil de, tesisat, havalandırma, gürültü vb. gibi nedenlerle, tasarımcının özellikle herhangi bir katı, diğerlerine nazaran daha kısa yükseklikte tasarlaması ile de, teşekkül edilebilir (Şekil 23).



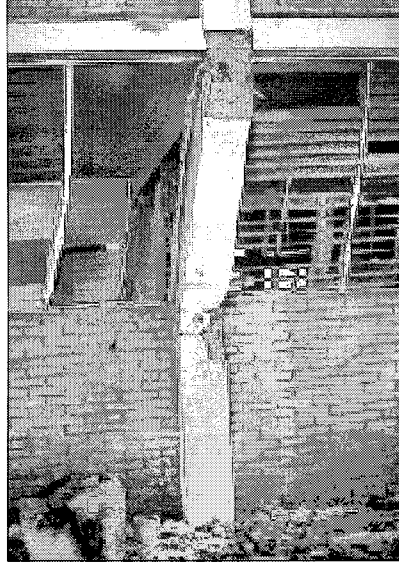
Şekil 23. Kısa Kolon Düzensizliği

Kısa kolonlara gelen kesme kuvvetleri, depremde normal yükseklikteki katın kolonlarına gelen kesme kuvvetinden çok fazladır. Kolon ne kadar kısa ise, üzerine çektiği kesme kuvveti de, boyunun üçüncü kuvveti ile doğru orantılı olarak artar. Şöyle ki; normal kat yüksekliğindeki bir kolonun boyu L_0 ve bu kolona gelen kesme kuvveti V_0 ise boyu kısaltılmış ve L_1 yapılmış bir kattaki aynı kolona gelen kesme kuvveti V_1 , boyların oranının küpü ile orantılı olarak artar ve

$$V_1 = V_0 \left(L_0 / L_1 \right)^3 \quad (9)$$

olur.

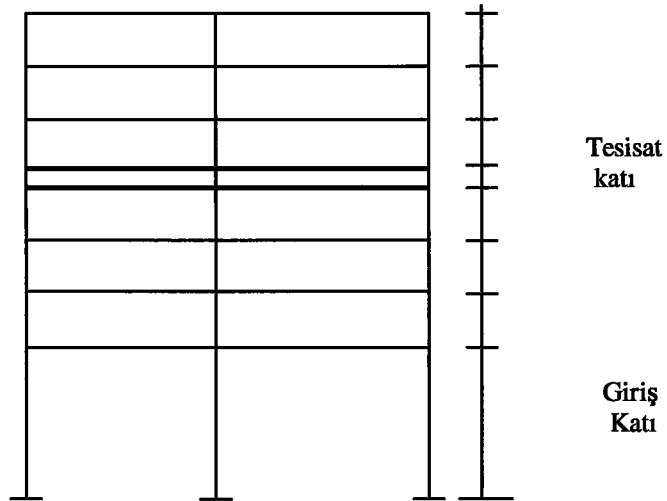
Kısa kolonlar depremde ilk hasar gören elemanlardır. Ve hasarları çok fazla olur. Öyle ki çoğunlukla tüm binanın olduğu gibi, bütünü ile göçmesine neden olur. Bu yüzden yapı tasarlanırken kısa kolon oluşumundan kesinlikle kaçınılmalıdır (Şekil 24).



Şekil 24. Kısa Kolon Hasarı

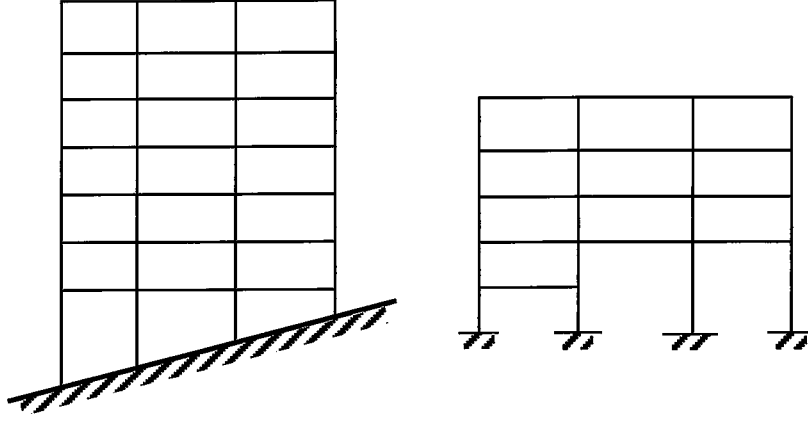
1.4.3.7 Kat Yüksekliği Düzensizliği

Binanın kat arası yüksekliklerinin; giriş katı, tesisat katı vb. nedenlerden ötürü farklılık göstermesinden dolayı oluşan bir düzensizlik türüdür (Şekil 25-26). Binalarda tüm kat yüksekliklerinin birbirine eşit ve üniform olması deprem güvencesi bakımından tercih nedenidir.



Şekil 25. Kat Yüksekliği Düzensizliği

Teknik ve mimari nedenlerle bu farklılıktan kaçınılmaz ise, binanın deprem hesapları, dinamik çözümleme yapılarak, titiz bir şekilde ele alınmalı ve farklı yükseklikteki kat kolonlarının boyutlandırılmasında özel bir itina gösterilmelidir.



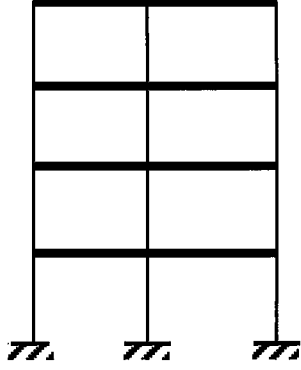
Şekil 26. Kat Yüksekliği Düzensizliği

1.4.3.8 Zayıf Kolon - Güçlü Kiriş(Döşeme) Düzensizliği

Bu düzensizlik türünde, kolonların gerektiği kadar güçlü olmaması nedeni ile kolonların alt ve üst başlarında plastik mafsallar oluşmakta ve yatay yük taşıyabilme gücünü yitiren kolonların yana yatması ile kirişler ve döşeme plakları kat kat üstüne yıkılmaktadır.

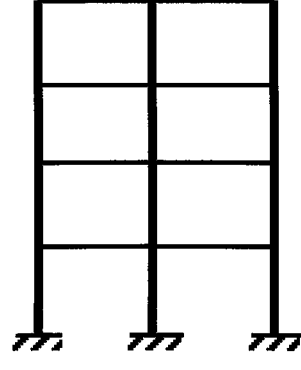
Kolonların bu şekilde kırılıp kopmalarını önlemek, dolayısı ile binanın yıkılmadan ayakta kalabilmesini sağlayabilmek amacı ile beklenenden çok şiddetli deprem yükleri altında, plastik mafsallaşmanın kolonların alt ve üst başlarına değil, kiriş mesnetlerinde oluşması sağlanmalıdır. Kirişlerdeki mafsallaşma, kirişlerin aşırı derece esnek olmasından dolayı, göçmeye dönüşmeyeceğinden, binanın göçme riskini azaltmış olur. Güçlü kolon-zayıf kiriş önerisi şematik olarak Şekil 27 'deki gibidir.

Çok hasar gören
Alışlagelmiş uygulama



(a) Zayıf Kolon-Güçlü Kiriş

Hasar gömesi beklenmeyen
Alışılmamış uygulama



(b) Güçlü Kolon-Zayıf Kiriş

Şekil 27. Çerçevesi Sistemler İçin Güçlü Kolon Önerisi

1.4.4 Uluslararası Yönetmeliklerde Düzensiz Yapılar İle İlgili Koşullar

Deprem yönetmeliklerinin amacı, deprem hareketi etkisinde kalacak bina ve bina türü yapıların tamamının veya bazı bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları tanımlamaktır.

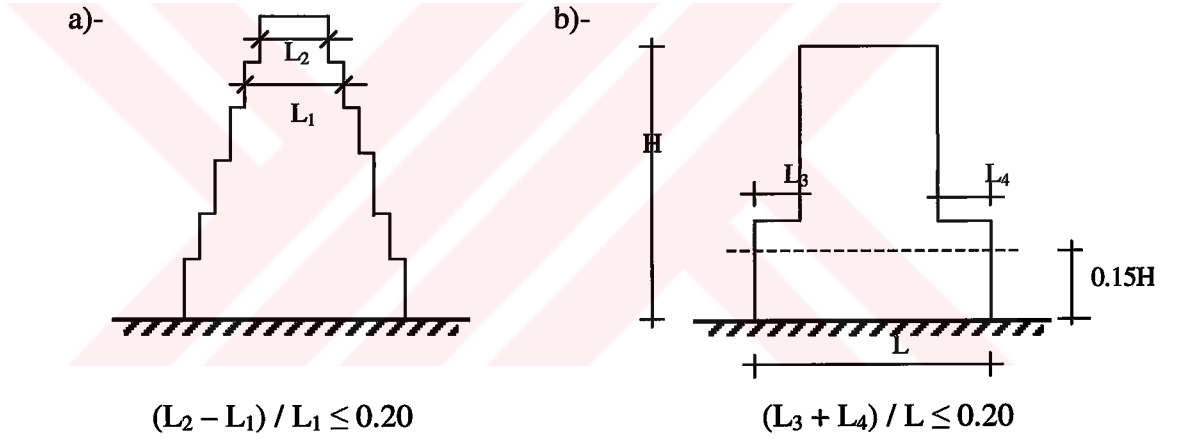
Her ülke bu genel kavramlar ve kendi koşulları doğrultusunda kendi deprem yönetmeliklerini hazırlamışlardır. Çalışmamızda yönetmeliklerden bazılarında ayrıntılı olarak bazılarında ise genel itibari ile bahsedilecektir.

1.4.4.1 Eurocode 8' de Düzensizlikler

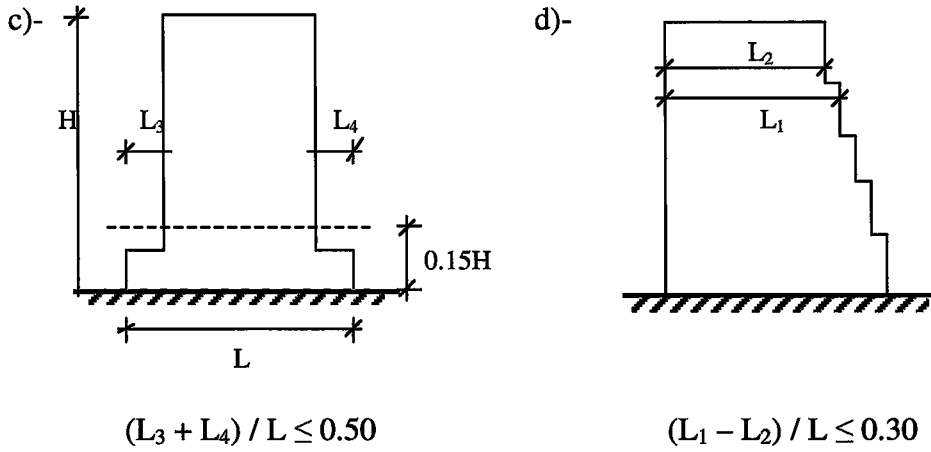
Eurocode 8'de taşıyıcı sistemin plandaki ve düşey kesitteki durumu incelenerek yapının düzenli veya düzensiz olduğuna karar verilir. Yönetmeliğin düşeyde ve yatayda düzensizlik kriterleri aşağıdaki gibidir.

1.4.4.1.1 Eurocode 8'de Düşeyde Düzenlilik Kriterleri

- 1- Yatay yük taşıyıcı sisteminde, en üst kattan temele kadar döşemelerde, taşıyıcı duvarlarda ve çerçevelerde belirgin süreksizlikleri olmayan sistemler düzenli sistemlerdir.
- 2- Her bir katın yanal rijitliği ve kütlesi, yapının en alt katından en üst katına doğru düzenli azalan sistemler düzenli sistemlerdir.
- 3- Çerçevesiz binalarda, hesapla belirlenmesi gerekli olan, bir katın gerçek dayanım oranının, komşu katlar arasında fazla orantısız olmadığı sistemler düzenlidir.
- 4- Geri çekme düzensizliğinin olduğu durumda, aşağıdaki sınırlar dahilinde olan sistemler düzenlidirler (Şekil 28-29).



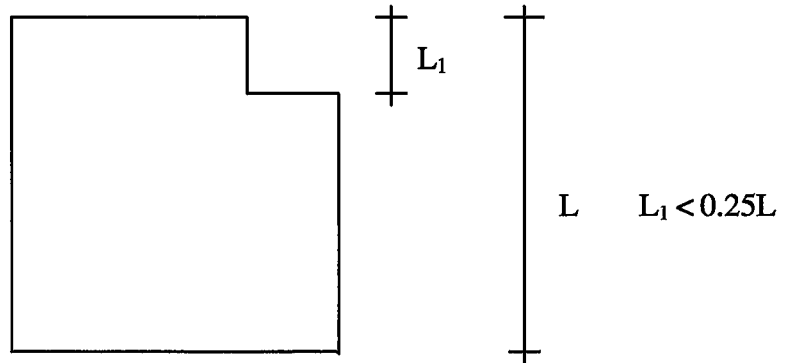
Şekil 28. Geri Çekme Düzenliği İçin Kriterler (a),(b)



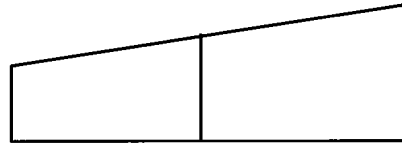
Şekil 29. Geri Çekme Düzenliği İçin Kriterler (c),(d)

1.4.4.1.2 Eurocode 8’de Planda Düzenlilik Kriterleri

- 1- EC 8’de planda düzenli yapılar, iki asal eksen doğrultusunda simetrik veya simetriğe yakın yapılar olarak belirtilmekte ve bu özelliğin kütle dağılımındaki önemi vurgulanmaktadır.
- 2- Plan düzenlemesi basittir ve örnek olarak +, L, X gibi bölünmüş şekilleri içermez. Herhangi bir yöndeki, planda gerilme yoğunlaşması oluşturacak köşelerin veya girintilerin uzunluklarının, aynı yöndeki toplam uzunluğunun %25’ini aşması durumunda yapı planda düzensiz olarak adlandırılmaktadır. Kısacası planda girinti yapan kısımların boyutları aşağıdaki sınırdan kalırsa yapı düzenlidir denir.



- 3- Planda düzenli yapıların döşemelerinin düzlem rijitlikleri, düşey taşıyıcı elemanların yatay rijitliklerine oranla yeterince büyük olmalıdır. Buna bağlı olarak döşemenin rijit diyafram davranışı içerisinde olduğu kabul edilir.
- 4- %5 eksantrisite ile verilen deprem yükleri dolayısı ile herhangi bir katta deprem yönü doğrultusunda maksimum yerdeğiştirme değeri ortalama kat yerdeğiştirme değerinin %20'sinden fazla olursa bu yapı planda düzensizdir. Kısaca ek dışmerkezlilik ile tatbik edilen (0.05L'ye eşit) deprem kuvveti dağılımı altında, maksimum yerdeğiştirme aşağıdaki limiti sağlamalıdır.



$$W_1 \quad W_{ortalama} \quad W_{max} \quad W_{max} < 1.2W_{ortalama}$$

1.4.4.2 Uniform Building Code 97 (UBC)' de Düzensizlikler

Uniform Building Code 1997'de düzensizliklerin biçimsel olarak sıralanmasında Eurocode8'e göre önemli farklılıklar vardır. Örneğin EC 8 bazı tip düzensizlikleri nitelik yönünden tanımlarken, UBC 97'de bu düzensizlikler kesin matematik şartlarla ifade edilmektedir. Yönetmeliğin düşeyde ve yatayda düzenlilik kriterleri aşağıdaki gibidir.

1.4.4.2.1 UBC 97'de Düşeyde Düzenlilik Kriterleri

- 1- Herhangi bir i. katın yatay rijitliğini temsil eden K_i , aşağıdaki şartları yerine getirmek zorundadır:

$$K_i > 0.7 K_{i+1}$$

$$K_i > 0.8 (K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}) / 3$$

- 2- Kat kütlelerini temsil eden m_i aşağıdaki şartı sağlamalıdır.

$$m_i < \begin{cases} 1.5m_{i-1} \\ 1.5m_{i+1} \end{cases}$$

- 3- Yatay kuvvet dayanım sisteminin yatay boyutları aşağıdaki şartları sağlamak zorundadır:

$$L_i < \begin{cases} 1.3L_{i-1} \\ 1.3L_{i+1} \end{cases}$$

- 4- Düşeydeki yatay kuvvet dayanım elemanının düzlemdeki süreksizliği aşağıdaki şartı sağlamak zorundadır:

Binada Geri Çekme Boyu < Taşıyıcı Sistemde Bir Eleman Boyu

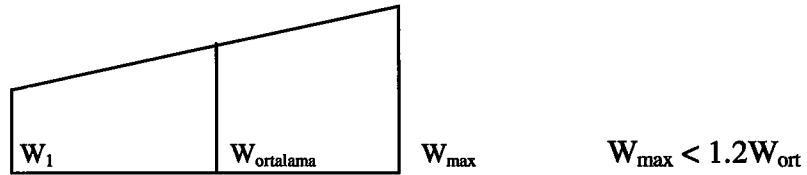
- 5- Katların yatay kesme kuvveti kapasitelerindeki süreksizlik aşağıdaki şartı sağlamak zorundadır.

$$V_i > 0.7V_{i+1}$$

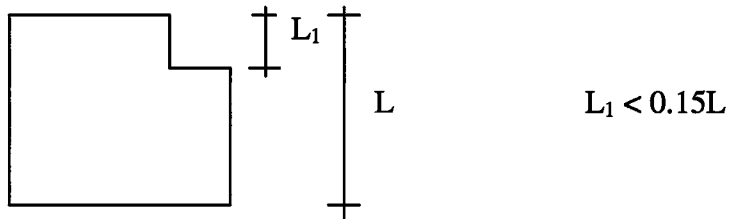
1.4.4.2.2 UBC 97'de Planda Düzenlilik Kriterleri

Eurocode 8 ve Uniform Building Code 97 yönetmeliklerindeki planda düzenlilik kriterleri incelendiğinde, her iki yönetmeliğin planda düzensizliklere bakışı açısından dikkate değer bir benzerlik görülmektedir. Örneğin iki yönetmelikte burulma düzenliliği maddesi tamamen aynıdır. UBC 97'de planda düzenlilik kriterleri şöyledir:

- 1- $0.05L$ 'ye eşit ek dışmerkezlilik etkisini de içeren hesap sonucu bulunan maksimum kat yerdeğiştirmesi aşağıdaki sınırı sağlamalıdır:



- 2- Planda girinti yapan kısımların boyutları aşağıdaki sınırları sağlamalıdır.



- 3- Diyaframlarda rijitlik bakımından ani süreksizlikler veya büyük boşluklar olmamalıdır.
- 4- Taşıyıcı sistemde, düşey elemanların eksenlerinin değişmesi gibi, yatay kuvvetlerin iletiminde süreksizlikler belirgin olarak ortaya çıkmamalıdır.
- 5- Düşeydeki yatay kuvvet dayanım elemanları, asal ortogonal eksenlere paralel olmalıdır.

1.4.4.3 Deprem Yönetmeliklerine Genel Bir Bakış

Planda düzensizlikler hali ile planda düzensiz yapıların kat döşemeleri için alınması gereken önlemler, tanımlar ve bunlara bağlı yaptırımlar, çeşitli yönetmeliklerde değişik biçimlerde ifade edilmiş bulunmaktadır. Genel olarak üzerinde durulan konular [Şen, 2001] den yararlanılarak aşağıda verilmiştir.

- Yapının planda mümkün olduğunca basit bir şekli olmalıdır, uyarısı Avusturya, Almanya, İran ve İngiltere yönetmeliklerinde bulunmaktadır.
- Deprem bölgelerinde yer alacak yapıların simetrik, kütle ve rijitlik dağılımı uniform olacak şekilde tasarlanmalıdır tavsiyesi Arnavutluk, Bulgaristan, Çin ve Yeni Zelanda yönetmeliklerinde yer almaktadır.
- Karmaşık ve düzensiz şekilli yapılarda ve farklı yükseklikli bölümler içeren yapılarda dilatasyon uygulaması ile farklı özellikli bölümlerin birbirinden ayrılması gerektiği önerisi Arnavutluk, Avusturya, Bulgaristan, Çin, Almanya, Makedonya, Meksika, Peru ve eski Yugoslavya yönetmeliklerinde bulunmaktadır.
- Plandaki şekli uzun olan yapılarda, şekilleri basit de olsa, dilatasyon uygulaması gereklidir, uyarısı Arnavutluk ve Almanya yönetmeliklerinde bulunmaktadır.
- Binanın, planda düzensiz binalar sınıfına dahil edilmesi için bina kat planlarının çıkıntı yapan kısımlarının, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %25'inden daha büyük olması şartı Arnavutluk, Cezayir, Endonezya ve İran yönetmeliklerinde, %20'sinden daha büyük olması şartı Meksika yönetmeliğinde bulunmaktadır. Planda düzensizlik gösteren yapıların tasarımında; Arnavutluk yönetmeliğinde dilatasyon uygulaması, Cezayir, Çin, El Salvador, Etiyopya, Endonezya , İran, Meksika, Yeni Zelanda ve İngiltere yönetmeliklerinde dinamik hesap yapılması gerekliliği belirtilmelidir.

Yapısal düzensizlikler halinde alınması gereken önlemler ve yaptırımlar, çeşitli yönetmeliklerde aşağıdaki biçimde ifade edilmektedir

Çeşitli yönetmeliklerde verilen değişik düzensizlik durumları için öngörülen önlem ve yaptırım cinslerini aşağıdaki tabloda görebiliriz. Bazı yönetmeliklerde ise çeşitli düzensizliklerin sadece isimleri geçmekte, ayrıca ayrıntılı tanım ve önlemlere yer verilmemektedir. Bu özelliklerin tümünü gösteren Tablo 2'de kullanılan harflerin tanımlamaları da şu şekildedir.

- A : Dinamik hesap zorunluluğu,
- B : Eşdeğer statik yüklerin veya tasarım büyüklüklerinin arttırılması,
- C : Arttırılmış ek dışmerkezliliğe göre hesapların tekrarlanması,
- D : Düzensizliğe izin verilmemesi,
- E : Dilatasyon derzlerinin kullanılması,
- F : Herhangi bir şekilde meydana gelmiş olan düzensizliklerin tanımına ve önem alma biçimine yer verilmemesi.

Tablo 2. Çeşitli Yönetmeliklerde Düzensizlikler İle İlgili Hesap Yöntemleri Seçimi
Konusunda Sınırlamalar[Şen, 2001]

Ülke	Tarih	DÜZENSİZLİK TÜRÜ					
		Kütle	Yumuşak Kat	Zayıf Kat	Geri Çekme	Düşey Düzensizlik	Planda Burulma
Almanya	1990	-	-	-	-	-	E
ABD(UBC)	1997	A	A	A	A	A	C,A
Arnavutluk	1989	F	F	-	-	-	E,A
Avustralya	1993	-	-	-	A	-	B
Avusturya	1961	-	-	-	E	-	E
Bulgaristan	1987	-	B	-	-	-	E,A
Cezayir	1988	-	A	-	A	A	A
Çin	1989	A	A	A	-	-	E,A
Dominik Cum.	1979	A	A	-	A	-	-
El Salvador	1989	A	A	-	A	-	C,A
Endonezya	1983	-	A	-	A	-	C,A
Eurocode8	1994	A	A	A	A	A	C,A
Filipinler	1992	A	A	A	A	A	C,A
Fransa	1990	A	-	-	A	-	A
Hırvatistan	1981	D	D,B	-	E	-	E
Hindistan	1984	A	A	-	A	A	C,A
ISO 3010	1988	A	A	-	-	-	C,A
İran	1988	A	A	-	A	A	A
İsrail	1990	-	-	-	-	-	A
İtalya	1996	-	-	-	-	-	C
İsviçre	1989	A	-	-	-	A	A
Japonya	1991	F	F	-	-	-	F
Kanada	1995	-	-	-	F	-	C
Kolombiya	1984	F	-	-	F	F	-
Kosta Rika	1986	D	-	-	-	-	D
Küba	1995	D	-	-	-	-	D
Makedonya	1995	-	D	-	E	-	E
Meksika	1995	D	F	D	-	D	D
Mısır	1988	-	A	-	A	-	C,A
NEHRP	1991	A	A	A	A	-	C,A
Nikaragua	1983	-	-	-	-	-	A
Peru	1977	D	D	-	-	F	D
Portekiz	1983	D	D	-	-	F	D
Romanya	1992	-	-	-	E	-	E,A
Slovenya	1994	A	A	A	A	A	A
Türkiye	1998	-	A	B	-	D,B	C,A
Venezüella	1982	A	A	A	A	A	A
Yeni Zelanda	1992	-	A	-	-	A	A
Yugoslavya	1981	D	D,B	-	E	-	E
Yunanistan	1984	D	-	-	-	D	E

1.5 Konu İle İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar

[Özmen, Pala, Orakdöğen, Gülay, 1997] yapılarda oluşturulabilecek planda düzensizliklerle ilgili “Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi” isimli bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada, her iki doğrultuda 5’ er açıklıklı 16 katlı kirişsiz döşemeli betonarme uzay yapıda çekirdek perdenin konumuna bağlı olarak burulma düzensizliği katsayısının (η_{bi}) değişimi incelenmiştir. Bunun için çekirdek perdenin yapıdaki üç değişik konumu için burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Ancak burulma düzensizliğinin giderilmesi yönünde bir çalışma yapılmamıştır.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar şunlardır:

- Yönetmeliklerde, arttırılmış dışmerkezlik uygulaması için öngörülen $\eta_{max}>1.20$ koşulunun gerçekçi olmadığı ortaya çıkmıştır. η_{max} değerleri, gözönüne alınan yapı tiplerinin hiçbirinde, 1.40’tan küçük değildir. 1.20 değerinin altında kalmabilmesi için, yapının hem simetrik olması, hemde rijit elemanlarının (perdelerin) kenarlara yakın olarak yerleştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

- Yönetmeliklerde, “Dinamik Hesap” yaptırımı için öngörülen, $\eta_{max}>2.00$ koşulunun, uygulamada erişilmesi olasılığı bulunmayan bir koşul olduğu anlaşılmıştır.

- Genel olarak, arttırılmış dış merkezlik uygulamasının gerçekçi bir önlem olmadığı anlaşılmıştır. Yüksek oranda burulma yapan bazı yapılarda, arttırılmış dışmerkezlik uygulaması gereksiz bulunmaktadır. Buna karşılık, bu yapılarda da arttırılmış dışmerkezlik yeterli güvenliği sağlayamamaktadır.

- Burulma yapan yapılarda, daha gerçekçi ve pratik önlem olarak, özellikle kenar akslardaki rijitlik arttırmanın gerekli olacağı saptanmıştır. Ancak bu önlemin somut olarak ifade edilebilmesi için, çok daha geniş kapsamlı araştırmalar yapmak gerektiği anlaşılmaktadır.

[Gür, Celep, 1998] “Planda Düzensiz Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi” isimli çalışmada, planda düzensiz bir yapı örneği modellenerek analizleri yapılmıştır. Analizleri yapılan yapı döşeme süreksizliği gösteren bir yapıdır. Bu yapı, döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı ve çalışmadığı varsayımlarına göre ayrı ayrı çözülmüştür.

Yapılan çözüm sonucu dinamik analizde, döşemelerin rijit diyafram olarak çalışmadığının kabul edilmesi durumunda, sistem daha elastik olacağı için doğal titreşim

periyodları uzamakta ve özellikle süreksizliğin belirgin olduğu doğrultuda burulma titreşimleri hakim durumdadır. Bu durumda döşemenin iki kolu birbirinde farklı (birbirine göre rölatif) hareket ederek, burulma etkileri belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tür hareketle döşemelerin iç köşelerinde (boşlukların köşelerinde) zorlanmalar meydana gelir bu tür etkiler planda düzensizliğin zayıf noktalarından biridir. Bu zorlanmalar ancak yapıyı düzenli hale getirmekle azaltılabilir.

Ayrıca karşılaştırma sonucunda döşemelerin rijit diyafram olarak çalışmadığı kabulü ile yapılan çözüm bu yapının gerçek davranışına daha yakındır. Bu çalışmada son olarak şöyle bir kanıya varılmıştır. Sonuçların daha sağlıklı değerlendirilebilmesi açısından, döşemelerin rijit diyafram olarak çalışması mutlaka sağlanmalıdır. Aksi takdirde işlemlerin kalabalıklığı ve yapılan idealleştirmeler hataları artıracaktır.

[Erol, Gündüz, 1997] “Planda Düzensiz Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi” isimli çalışmada, düzensizlik durumlarından ABYYHY’ de A1, A2, A3 türü düzensizlikler tam olarak tanımlanmış, planda düzensizlik içeren üç ayrı yapı örneği SAP90 programı yardımı ile analiz edilmiştir. Burulma düzensizliği (A1) yapı örneği, yönetmeliğin öngördüğü şartlar analizlerde göz önüne alınarak Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme yöntemlerine göre çözülmüş, böylece mevcut düzensizliğin hangi yöntemle daha iyi temsil edildiği araştırılmıştır. Diğer iki düzensizlik durumu (A2, A3) için ele alınan örnekler, yapıların döşemelerinin rijit diyafram davranışı yaptığı ve yapmadığı kabulüne göre analiz edilip, her iki çözüm birbiriyle kıyaslanarak yönetmeliğin öngördüğü hesap biçiminin gerekliliği incelenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda deprem yönetmeliğinde A2 ve A3 türü düzensizlikler için döşemenin rijit diyafram olarak çalışmayacağına gözönüne alınmasının istenmesi nedeni ile buna uygun olarak yapılan incelemelerde, döşemelerde yüksek miktarda gerilme oluşmadığı ve diğer taşıyıcı elemanlarda da daha küçük iç kuvvet değerinin çıktığı görülmüştür. Döşemenin zorlanmasına yol açacak durumun muhtemelen çok yüksek katlı yapılarda ortaya çıkabileceği kanısına varılmıştır. Dolayısıyla bu düzensizlik durumlarının yapının kat sayısı ile beraber değerlendirilmesinin daha uygun olacağı ortaya sunulmuştur. Ayrıca yönetmelikte döşeme süreksizliği düzensizliği için döşemedeki boşlukların, plan alanına oranı kıstas alınmasına karşılık, döşeme süreksizliğinde daha ciddi sonuçlar doğurabilecek durumun, süreksizliğin alan olarak miktarından çok nerede bulunduğu kanısına varılmıştır.

[Coşkun, Güler, 1997] “Planda Düzensiz Binaların Deprem Etkisi Altında Doğrusal Davranışları” isimli çalışmada, planda düzensizlik gösteren “L” şeklindeki bir yapı örnek olarak seçilerek, üzerinde gerekli analizler yapılmıştır.

Yapılan çalışmadan şu sonuçlar elde edilmiştir:

Asimetrik planlı sistemlerde, gerilme yığılmalarına ve özellikle konsol girişlerde burulma momentlerine dikkat edilerek eleman dizaynlarında önlemler alınmalıdır. Burulma etkilerinin gözlemlendiği bölgelerde 135° lik etriyelerin kullanılması her iki yönde kuvvete karşı koyma bakımından daha güvenli olmaktadır.

“L” planlı binalar deprem hareketine maruz kaldıklarında rijitliklerinde değişiklikler oluşturma eğilimi içerisindedirler ve kütle ve rijitlik merkezleri geometrik olarak çakışmadıklarından burulma meydana gelir. Bu etkileri en aza indirmek için binayı yapısal olarak iki ayrı şekle ayırmalı veya binanın gerilme yoğunlaşması görülen kısımlarını güçlendirerek bağlamalı ve burulma etkilerini azaltıcı, karşı koyan elemanlar yerleştirilmelidir.

[Tezcan, Alhan, 1999] planda düzensizliklerle ilgili “Behavior of Irregular Structures Under Earthquake Loading” isimli bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada ortogonal olmama (A4) ve burulma düzensizliği (A1) bulunan iki yapı örneği üzerinde analizler yapılmıştır. Çalışmada ortogonal olmayan düşey taşıyıcı yapı elemanlarının iç kuvvetlerinin hesaplanması için ABYYHY’ te verilen 6.14 ampirik eşitliğinin geçerliliği incelenmiştir. Bu formül aşağıda verilmiştir.

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.30B_{ay}$$

$$B_a = \pm 0.30B_{ax} \pm B_{ay}$$

Buna ek olarak, bu ampirik formülün bir yapı sistemindeki ortogonal elemanların iç kuvvetleri ve taban kesme kuvvetinin hesaplanmasında uygulanabilirliği araştırılmıştır.

Yapılan çalışmada şu sonuçlar elde edilmiştir:

Deprem yönetmeliğinde 6.14 eşitliği ile verilen ampirik formül, ortogonal olmayan düşey yapı elemanlarının iç kuvvetlerinin hesaplanmasında iyi sonuçlar vermiştir. İlave ortogonal duvarlar olduğunda bu formül gerçek değerlerden %10 ile %20 civarında daha büyük değerler vermektedir. Yani bu durumda bu formül kullanılarak elde edilen sonuçlar emniyetli tarafta kalmıştır. İlave duvarlar olmadığı durumda bu formül daha iyi sonuçlar vermiştir.

Deprem yönetmeliğindeki 6.14 eşitliği ile verilen ampirik formül ortogonal elemanların taban kesme kuvveti ve iç kuvvetlerin hesabında kullanılmamalıdır. Ampirik

formülle taban kesme kuvveti için elde edilen sonuçlar bilgisayar analizi ile elde edilen gerçek değerlerden daha büyüktür. Bu durumlarda ortogonal eleman gerçek değerinin hemen hemen 1.5 katı olarak hesaplanmıştır. Ampirik formülle, ortogonal duvar ve kolonlarda %10 ila %20 daha yüksek değerler elde edilmiştir. Bu sonuçların emniyetli tarafta kalmasına karşın, bu formülden yararlanılarak taban kesme kuvvetini artırmak mantıklı değildir. Burada X ve Y doğrultularında analizleri ayrı ayrı yapmak ve sonrada elde edilen değerlerin büyüğünü kullanmak yeterlidir. Gerçektende ortogonal elemanların taban kesme kuvvetinin ve iç kuvvetlerinin deprem yönetmeliğindeki ampirik formülle hesaplanması gerekli değildir.

1.6 Depreme Göre Hesap Yöntemleri

Deprem etkisi altında bulunan bina ve bina türü yapıların yatay yüklere göre analizi Yeni Deprem Yönetmeliği'ne göre ya Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi yada Dinamik Yöntemlere göre yapılabilir. Yeni yönetmelikte, uygulamada karşılaşılan yapıların büyük çoğunluğu için, Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin kullanılmasına izin verilmektedir. Kullanılabilecek diğer dinamik yöntemler ise, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemidir.

Bu bölümde bu üç yöntem ayrıntılı olarak açıklandıktan sonra düzensiz yapı örnekleri üzerinde analizlere geçilecektir.

1.6.1 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

1.6.1.1 Giriş

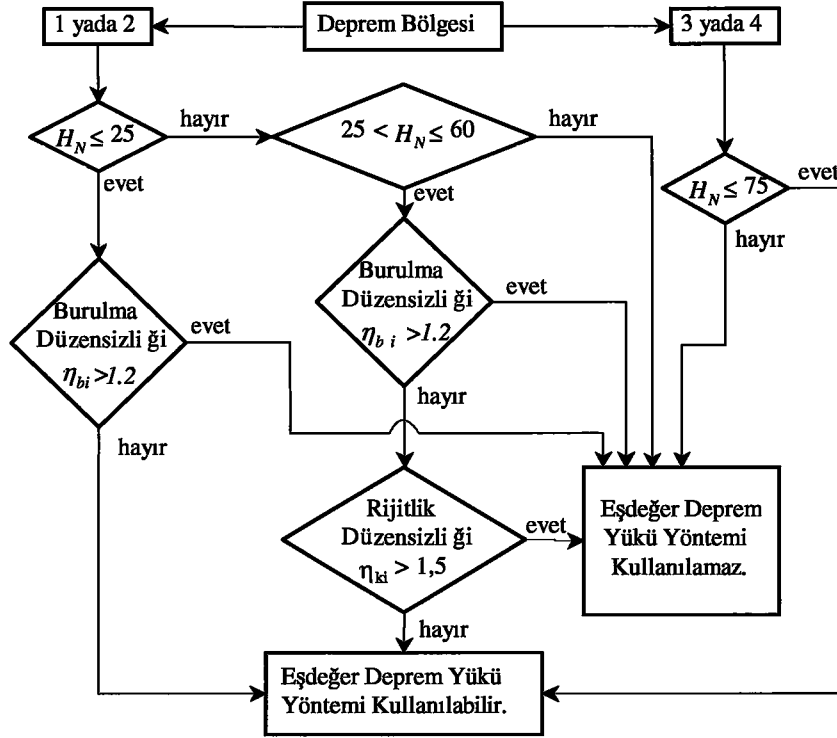
Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Deprem Yönetmeliğinde önerilen üç yöntemden uygulaması en kolay olanıdır. Bu yöntem Eşdeğer Statik Yöntem olarak da bilinmektedir. Yüğülerin hesabında, yapı ve zemine ilişkin periyot değerleri gibi dinamik parametrelerin kullanılması nedeniyle Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi sadece birinci modun dikkate alındığı dinamik bir yöntem olarak da kabul edilmektedir.

1.6.1.2 Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe Göre Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Uygulama Sınırları

Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri her türlü yapı ve koşul için kullanılabilmesine rağmen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliğe Göre ancak Tablo 3’de verilen koşullar çerçevesinde kullanılabilir. Ancak Mod Birleştirme Yöntemi kullanılsa dahi karşılaştırma amacıyla Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle çözüm yapılması gerekmektedir. Dolayısıyla Tablo 3’de verilen koşulların sağlanması halinde bu yöntemle yapılan çözümler yeterli olmakta diğer durumlarda ise başka yöntemlerle de çözüm yapmak gerekmektedir.

Tablo 3. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin Uygulanabileceği Binalar

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



Şekil 30. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle Çözümlemenin Yeterli Olduğı Durumlar

Hesap yöntemi seçilmesi ile ilgili koşullar ayrıca Şekil 30'daki akış diyagramı üzerinde gösterilmiştir. Şekil 30'da kullanılan sembollerden H_N yapı toplam yüksekliğini, η_{bi} burulma düzensizlik katsayısını, η_{ki} ise rijitlik düzensizlik katsayısını göstermektedir.

1.6.1.3 Toplam Eşdeğer Deprem Yüğüünün Belirlenmesi

Şekil 30'da da görüldüğü gibi, uygulamada kullanılan yapıların büyük çoğunluğu için "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" kullanılabilir. Deprem yönetmeliğine göre göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti), V_t , denklem (10) ile belirlenecektir.

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (10)$$

Bu yöntemle hesap yapabilmek için, Etkin Yer İvmesi Katsayısının (A_0), Bina Önem Katsayısının (I), Spektrum Katsayısının ($S(T)$), Deprem Yüğü Azaltma Katsayısının (R_a)

ve Hareketli Yük Azaltma Katsayısının (n), Yapının Toplam Ağırlığının(W) Deprem Yönetmeliğinde verilen ve aşağıda da sunulan çizelgeler yardımıyla belirlenmesi gerekmektedir.

1.6.1.3.1 Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

Etkin yer ivmesi, deprem esnasında oluşacağı ve yapıyı etkileyebileceği düşünülen deprem hareketinin ivmesidir. Bu ivme yer çekimi ivmesinin ($9,81 \text{ m/s}^2$) bir oranı olarak ifade edilmektedir. Bu oran Deprem Yönetmeliğinde Etkin Yer İvmesi Katsayısı olarak tanımlanmakta ve dört farklı deprem bölgesi için deprem yönetmeliğinde aşağıdaki şekilde verilmektedir (Tablo 4). Yani 1.deprem bölgesi için etkin yer ivme katsayısı 0,4 etkin yer ivmesi ise $0,4g$ olmaktadır.

Tablo 4. Deprem Bölgesine Göre Verilen Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

1975 tarihli deprem yönetmeliğindeki C_0 Bölge Katsayısının yerini alan bu katsayı, hem depremin daha gerçekçi olarak tanımlanmasını, hem de statik ve dinamik hesaplarda aynı katsayıların kullanılabilmesini sağlayan olumlu ve çağdaş bir yaklaşım olarak nitelendirilebilir.

1.6.1.3.2 Bina Önem Katsayısı (I)

Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelikte binalar 4 kategoriye ayrılarak değerleri 1.0 ile 1.5 arasında değişen bina önem katsayıları verilmiştir. Deprem yönetmeliğine göre bir yapının öneminin belirlenmesinde içinde bulunduracağı insan sayısı, deprem sırasında ve sonrasında yapının kullanım ihtiyacı, yapıda bulunduran malzemenin kimyasal özellikleri gibi hususlar etkili olmaktadır. Deprem yönetmeliğinde

bu tür hususlar dikkate alınarak yapının kullanım amacı ve türüne göre Bina Önem Katsayısı verilmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Deprem Yönetmeliğinde Yapının Kullanım Amacı Ve/Veya Türüne Göre Verilen Bina Önem Katsayısı (I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	I
<p><u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u></p> <p>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)</p> <p>b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1,5
<p><u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u></p> <p>a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>b) Müzeler</p>	1,4
<p><u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u></p> <p>Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.</p>	1,2
<p><u>4. Diğer binalar</u></p> <p>Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)</p>	1,0

1.6.1.3.3 Spektrum Katsayısı $S(T)$

Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemine göre deprem hesabında zeminle ilgili olarak kullanılan parametre Spektrum Katsayısı olmaktadır. Bu katsayı yerel zemin koşullarının yanında, yapı doğal periyodu T_1 'e bağlı olarak belirlenmektedir. Bu katsayının belirlenmesi için gerekli adımlar aşağıda verilmektedir.

1-Birinci adım:

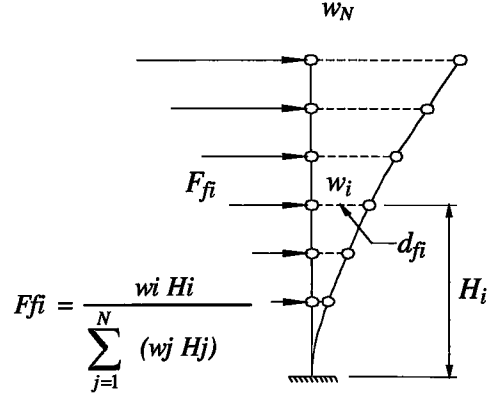
Zemin grubunun Tablo dan alınması ve yerel zemin sınıfı ve bu zemin sınıfına ilişkin Spektrum Karakteristik Periyotlarının (T_A ve T_B) Tablo 6 yardımıyla belirlenmesidir. Bu çizelgedeki h_I en üst zemin tabakasının kalınlığını göstermektedir.

Tablo 6. Zemin Grupları, Yerel Zemin Sınıfı İçin Spektrum Karakteristik Periyotları

Zemin Grubu	Tanımlama		
A	Ayrışmamış sağlam kayalar, çok sıkı çakıl ve kum, sert kil ve siltli kil		
B	Ayrışmamış ve çatlaklı kayalar, sıkı çakıl ve kum, çok katı kil ve siltli kil		
C	Yumuşak süreksiz düzlemlili çok ayrılmış kayalar, orta sıkı kum ve çakıl, katı kil ve siltli kil		
D	Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları, gevşek kum, yumuşak kil, siltli kil		
Zemin Sınıfı	Tanımlama	$T_A(s)$	$T_B(s)$
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler	0,10	0,30
Z2	$H_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler	0,15	0,40
Z3	15 m $< h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler	0,15	0,60
Z4	$H_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler	0,20	0,90

2- İkinci adım:

Yapı taşıyıcı sistemine bağlı olan C_i katsayısının Tablo 7'den alınması. Periyot hesabında kullanılan sembollerden M_i , F_{fi} ve d_{fi} Şekil 31 de gösterildiği gibi sırasıyla i . katın kütesini, bu kata etkiyen fiktif yükü ve bu yükten oluşan yer değiştirmeyi göstermektedir.



Şekil 31. Fiktif Yük Ve Etkime Yüksekliği

Tablo 7. Yapı Taşıyıcı Sistemine Bağlı (C_t) Katsayısı

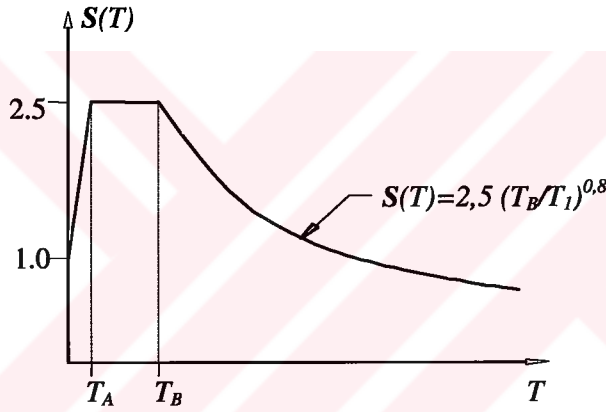
Taşıyıcı Sistemin Özellikleri	C_t
Betonarme çerçevelerden, veya dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan sistemler	0,07
Taşıyıcı sistemi sadece çelik sistemlerden oluşan sistemlerde	0,08
Diğer tüm binalarda	0,05

3- Üçüncü adım:

Yapının inşa edildiği deprem bölgesine ve yapı yüksekliğine bağlı olarak yapı 1. titreşim periyodunun tablo 8'deki formüller yardımıyla belirlenmesi

Tablo 8. Yapı Doğal Periyodunun Hesabı (T_1)

Kullanılabilme Koşulları	Yapı Periyodu T_1
Yapı 1. ve 2 deprem bölgesinde ve $H_N \leq 25\text{m}$ ise	$T_1 = C_t H_n^{3/4}$ yada $T_1 = 2\pi \frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{f_i}^2}{\sum_{i=1}^N \sqrt{F_{f_i} d_{f_i}}}$
Yapı 3. ve 4 deprem bölgesinde ve $H_N \leq 75\text{m}$ ise	
Eşdeğer Deprem Yüklü Yönteminin uygulandığı tüm yapılarda	$T_1 = 2\pi \frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{f_i}^2}{\sum_{i=1}^N \sqrt{F_{f_i} d_{f_i}}}$



Şekil 32. Spektrum Katsayısının Periyotla Değişimi

4- Dördüncü adım:

Spektrum Katsayısının Tablo 9 yardımıyla hesaplanması. Bu katsayının periyoda bağlı değişimi Şekil 32'de görülmektedir.

Tablo 9. Yapı Periyoduna Göre Spektrum Katsayısı $S(T)$

Periyot Aralığı	$S(T)$
$0 \leq T_1 \leq T_A$	$1 + 1,5T_1/T_A$
$T_A \leq T_1 \leq T_B$	2,5
$T_1 > T_B$	$2,5(T_B/T_1)^{0,8}$

1.6.1.3.4 Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R_a)

Bu katsayı elastik deprem yüklerinin azaltılması amacıyla kullanılmaktadır. Çünkü yapı taşıyıcı sistemleri depremlerde elastik olmayan davranış da gösterebilmektedir. Deprem yüğü azaltma katsayısı Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısına (R) ve Doğal Titreşim Periyoduna (T) bağılı olarak belirlenmektedir. R Katsayısı yapının taşıyıcı sistemine ve süneklik düzeyine bağılı olarak Tablo 10'da verilmektedir. Süneklik düzeyi normal ve yüksek (SDN ve SDY) teriminin kullanılması, 1998'de yürürlüğe giren Deprem Yönetmeliğinin önceki yönetmeliklerden en önemli farklarından biridir.

Süneklik düzeyi ile ilgili bilgiler Deprem Yönetmeliğinde verilmekte olup taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan yapılar ve Bina Önem Katsayısı $I \geq 1.4$ olan yapılar için süneklik düzeyi yüksek sistemlerin kullanılması zorunludur.

Tablo 10. Taşıyıcı Sistemine Bağlı Olarak Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	SD N Sist.	SD Y Sist.
(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
(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		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.	3	-
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu	-	7
(c) Betonarme perde durumu	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.	4	-
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.	-	8
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.	4	7
(c) Betonarme perde durumu.		

Tablo 10'dan alınan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısına(R), yapı doğal periyoduna(T) ve zemin sınıfına göre dikkate alınan T_A bağlı olarak Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T)$ Tablo 11 yardımıyla hesaplanabilir.

Tablo 11. Yapı Periyoduna Göre Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$

Periyot Aralığı	$R_a(T)$
$0 \leq T \leq T_A$	$1,5 + (R-1,5 T/T_A)$
$T > T_A$	R

1.6.1.3.5 Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)

Yapının deprem sırasında herhangi bir katının ağırlığı w_i , g_i , q_i ve n sembolleri i . katın sırasıyla ağırlığını, sabit yükünü, hareketli yükünü ve hareketli yüğü azaltma katsayısını göstermek üzere $w_i = g_i + n q_i$ bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı Tablo 12'den alınmaktadır. Yapı toplam ağırlığı ise ,

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (11)$$

bağıntısıyla belirlenmektedir. Deprem yönetmeliğinde kar yüklerinin %30'unun sabit yüğü olarak dikkate alınması ön görülmektedir.

Tablo 12. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)

Binanın Kullanım Amacı	n
Yapılarda sabit ekipman ağırlıkları için	1,00
Depo, antrepo, vb.	0,80
Okul, yurt, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,60
Konut, iş yeri, otel, hastane, vb.	0,30

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile hesap için yukarıda adı geçen katsayıların belirlenmesinden sonra taban kesme kuvveti olarak da adlandırılan Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (V_t), Spektral İvme Katsayısı $A(T) = A_0 I S(T)$ olmak üzere,

$$V_t = \frac{W A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 A_0 I W \quad (12)$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır. Binanın herhangi bir katına etkiyen eşdeğer deprem yükü, F_i , H_i binanın temel üstünden ölçülen yüksekliğini, ΔF_N yapının en üst katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükünü göstermek üzere ,

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (13)$$

bağıntısıyla belirlenmektedir.

Bu bağıntıdaki ek eşdeğer deprem yükü, ΔF_N ,

$$\begin{aligned} \Delta F_N &= 0 & H_N \leq 25 \text{ m için} \\ \Delta F_N &= 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t & H_N > 25 \text{ m için} \end{aligned}$$

bağıntısıyla hesaplanmaktadır.

1.6.2 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. Yöntemin uygulanmasında aşağıdaki değerler kullanılacaktır.

1.6.2.1 İvme Spektrumu

Herhangi bir r' inci titreşim modunda gözönüne alınacak ivme spektrumu ordinatı, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelikte Denk.(6.15) ile aşağıdaki gibi belirtilmiştir.

$$S_{pa}(T_r) = A(T_r) g / R_d(T_r) \quad (14)$$

Burada,

$S_{pa}(T_r)$: r' inci doğal titreşim modu için ivme spektrumu ordinatı olarak tanımlanmaktadır.

Elastik tasarım ivme spektrumunun özel olarak belirlenmesi durumunda, yukarıdaki denklemde ki $A(T_r)$ g yerine, ilgili özel spektrum ordinatı gözönüne alınacaktır.

1.6.2.2 Gözönüne Alınacak Dinamik Serbestlik Dereceleri

1)- 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 etkisinin hesaba katılabilmesi amacı ile, kaydırılmış kütle merkezlerinde 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. Ancak herhangi bir i'inci katın kütle eylemsizlik momenti, m_{0i} , kaydırılmamış kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafında hesaplanacaktır.

2)- ABYYHY'te A2 başlığı altında tanımlanan döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekildeğiştirmelerinin gözönüne alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelerin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve - %5'i kadar kaydırılacaktır. Bu tür binalarda, sadece ek dışmerkezlik etkilerinden oluşan iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri hesaplanabilir. Bu büyüklükler, ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın her bir titreşim modu için hesaplanarak aşağıda gösterilecek Mod Katkılarının Birleştirilmesi başlığı altında gösterilen kurallara göre birleştirilen büyüklüklere doğrudan eklenecektir.

1.6.2.3 Hesaba Katılacak Yeterli Titreşim Modu Sayısı

1)- 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 kütlelerin toplamının, Denk 15-16'da belirtildiği üzere, hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin %90'ından daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir. Ayrıca gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkin kütlesi, bina toplam kütlelerinin %5'inden büyük olan bütün titreşim modları gözönüne alınacaktır.

$$\sum_{r=1}^Y M_{xr} = \sum_{r=1}^Y \left\{ \left[\sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xir}) \right]^2 / M_r \right\} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (15)$$

$$\sum_{r=1}^Y M_{yr} = \sum_{r=1}^Y \left\{ \left[\sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{yir}) \right]^2 / M_r \right\} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (16)$$

Burada,

M_{xr} : Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda binanın r' inci doğal titreşim modundaki etkin kütle,

M_{yr} : Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda binanın r' inci doğal titreşim modundaki etkin kütle,

Φ_{xir} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda r' inci mod şeklinin i' inci katta x eksenini doğrultusundaki yatay bileşeni,

Φ_{yir} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda r' inci mod şeklinin i' inci katta y eksenini doğrultusundaki yatay bileşeni,

M_r : r' inci doğal titreşim moduna ait modal kütle olarak tanımlanabilir.

Yukarıdaki denklemlerde yer alan modal kütle M_r 'ın ifadesi, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir.

$$M_r = \sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xir}^2 + m_i \Phi_{yir}^2 + m_{\theta r} \Phi_{\theta r}^2) \quad (17)$$

2)- 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, ABYYHY'te Eşdeğer Deprem Yüklü Yöntemi için verilen 6.7.2.4'ün (a) paragrafının karşılığı olarak Mod Birleştirme Yöntemi ile yapılacak hesapta, bodrumdaki rijit çevre perdeleri gözönüne alınmaksızın seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların kütleleri gözönüne alınacaktır. 6.7.2.4'ün (b), (c) ve (d) paragrafları ise aynen uygulanacaktır.

1.6.2.4 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 ABYYHY’te aşağıdaki verilmiştir.

1)- $T_s < T_r$ 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.

2)- Yukarıda belirtilen koşulun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının 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.

1.6.2.5 Hesaplanan Büyüklüklere İlişkin Alt Sınır Değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, ABYYHY’te verilen Denklem 5.2.4’e göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} ’nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi’nde 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, ABYYHY’te verilen aşağıdaki denkleme göre büyütülecektir.

$$B_D = (\beta V_t / V_{tB}) B_B \quad (18)$$

A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda Denklem 18’de $\beta = 1.00$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta = 0.90$ alınacaktır [ABYYHY, 1998].

1.6.3 Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Özel durumlarda, bina ve bina türü yapıların zaman tanım alanında doğrusal elastik ya da doğrusal elastik olmayan deprem hesabı için yapay yollarla üretilen ‘ benzeştirilmiş deprem yer hareketleri ’ kullanılabilir.

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

a)- İvme kayıtlarındaki kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, ivmelerin zarfları $\pm 0.05g$ 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, $A(T)$ spektral ivme katsayısı değerlerinin g ile çarpımının %90’ından az olmamalıdır. Ancak zaman tanım alanında doğrusal elastik hesap yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için esas alınacak spektral ivme değeri daha önce de verilen,

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

denklemleri ile hesaplanacaktır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan hesap yapılması durumunda, taşıyıcı sistem elemanlarının tekrarlı yükler altındaki davranışını tanımlayan iç kuvvet-şekildeğiştirme bağıntıları, yönetmeliğin genel felsefesi çerçevesinde, geçerliliği teorik ya da deneysel olarak kanıtlanmış yöntemlerle elde edilecektir [ABYYHY, 1998].

Bu çalışmada, yukarıda özetlenen yapısal çözümlenme yöntemlerinden, Mod Birleştirme (Modal Analiz, Modların Süperpozisyonu) Yöntemi kullanılacaktır.

2 . YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR, İRDELEMELER

2.1 Çalışmaya Konu Olan Yapıların Tanıtılması

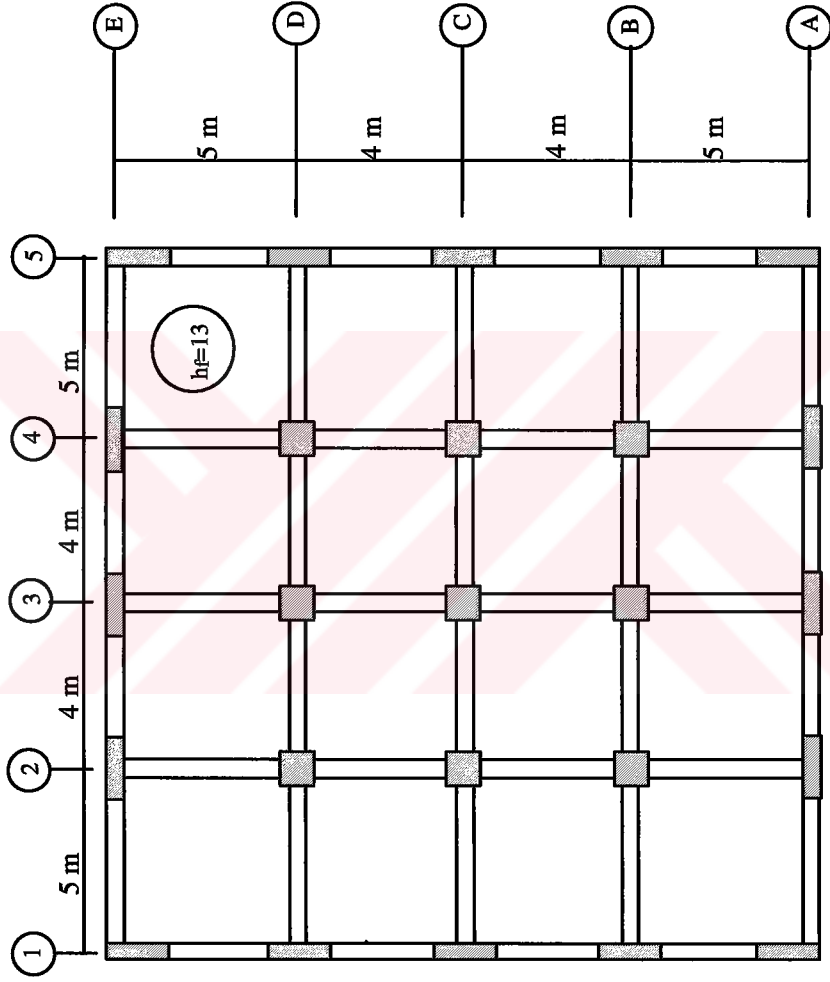
Düzensizlik içeren bir yapının, depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile ülkemizdeki, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik ve diğer yabancı ülkelerdeki önemli deprem yönetmelikleri tarafından yapınının caydırıcı önlemlerle azaltılmaya çalışıldığı daha önceki bölümlerde açıklanmıştır. Bu bölümde taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliği durumunu incelemek için düzenli ve düzensiz yapılar seçilerek bunların depreme göre hesabı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmaya konu olan düzensiz yapı örnekleri, yapılarda oluşturulabilecek düzensizlik durumlarından yalnızca birini içermektedir ve sadece dikkate alınan düzensizlik durumunun ön plana çıkması için taşıyıcı sistemi çok karmaşık olmayan yapılar seçilmiştir.

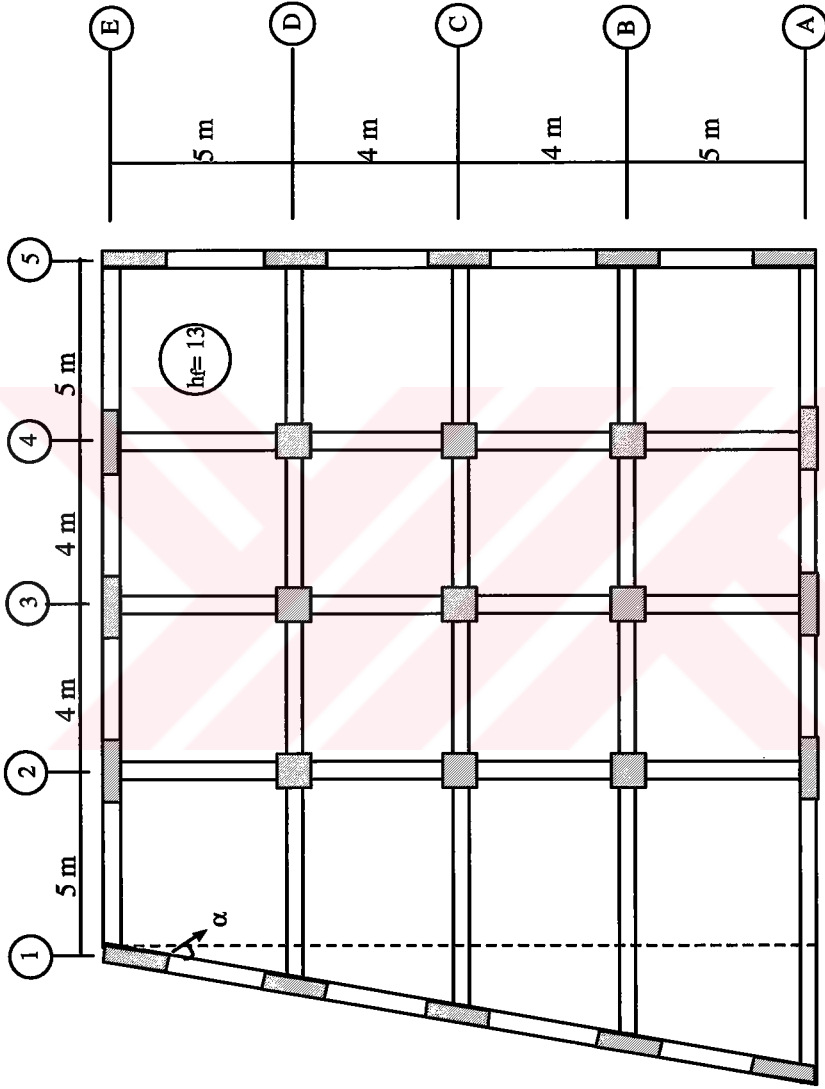
Çalışmaya konu olan ortogonal olmama düzensizliğine sahip yapı tipleri kullanılarak bu düzensizliğin yapılarda oluşturacağı etkiler ve ilave tasarım yüklerinin tespitine çalışılmıştır. Bunun için ilk olarak dört açıklıklı simetrik bir yapı sistemi tasarlanmış ve çözümü yapılmaktadır (Şekil 33). Daha sonra da bu yapının dış akslarından biri belirli bir α açısı ile eleman eksenleri paralellikten uzaklaştırılarak düzensiz bir yapı şekline getirilmiştir (Şekil 34).

Şekil 33'de plan görünüşü verilen yapıda, sistem simetrik ve düzenli olduğu şekli ile yapımız, her iki doğrultuda da 5 aksa sahip ve uzunluğu da her iki doğrultuda 18 m dir. Yapı zemin kat dahil 6 katlı olup, kat yüksekliği zemin katta 3,5 m, diğer katlarda ise 3 m dir. Birinci derecede deprem bölgesinde olan yapının mesnetlendiği zemin Z2 türü, sıkı kum, çakıl (B grubu) türü zemindir.

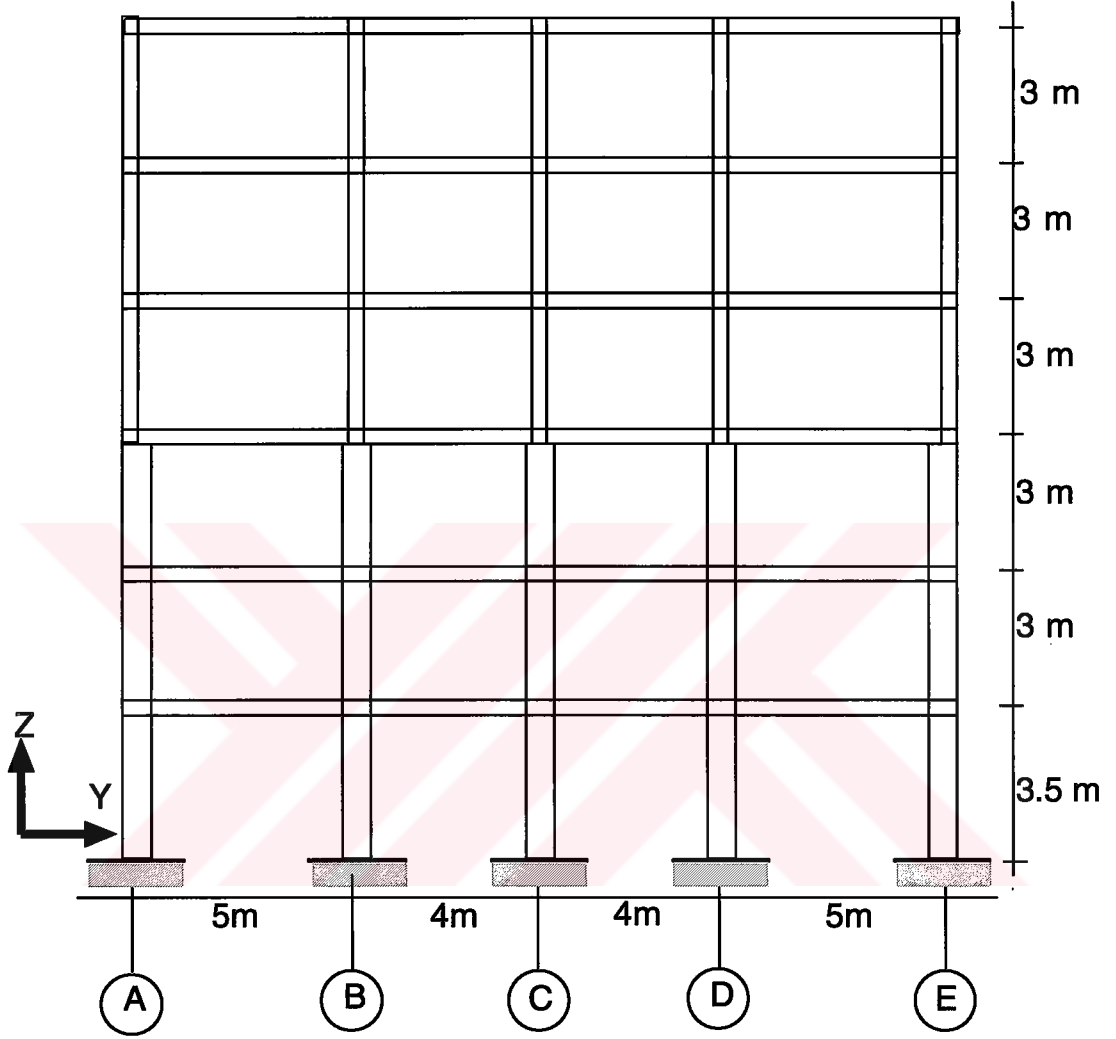
Yapılar deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar sınıfına girdiğinden yapısal çözümlerinde taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R=8$ olarak dikkate alınmıştır.



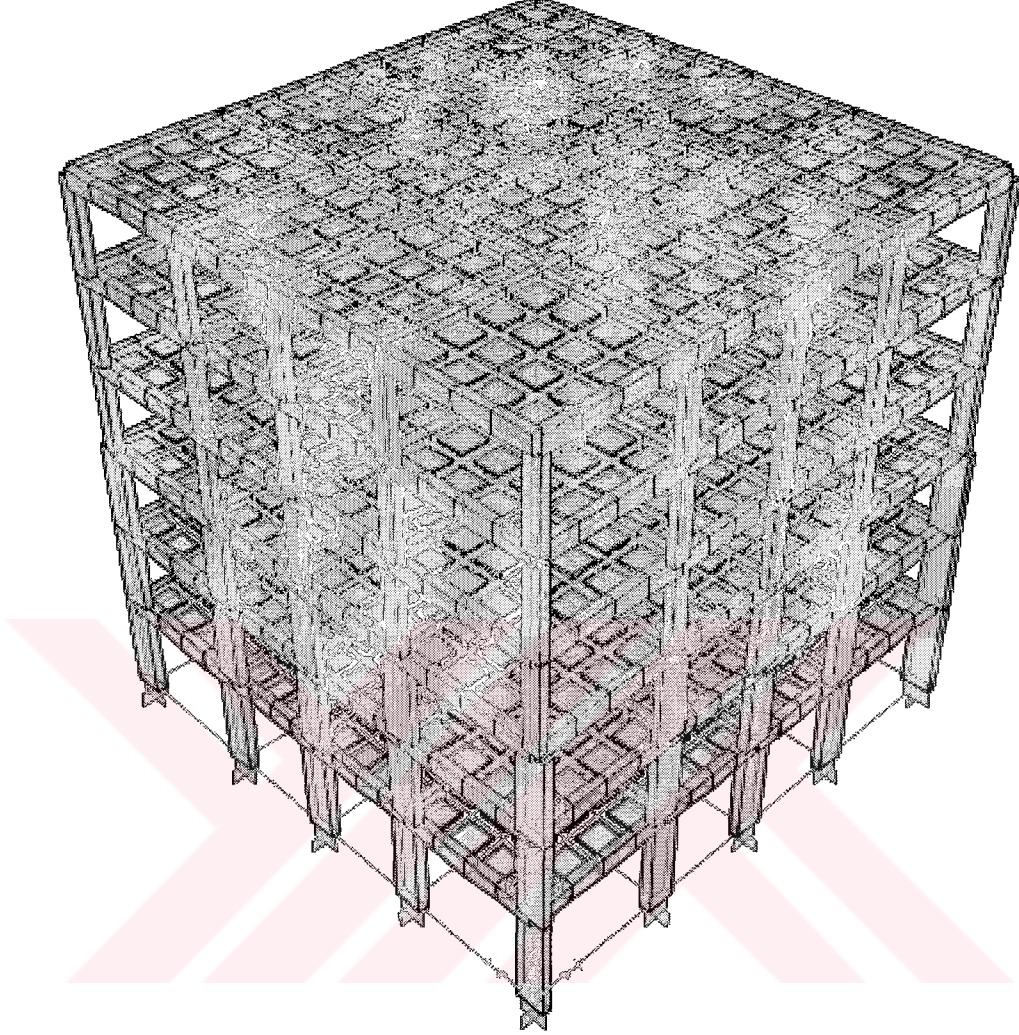
Şekil 33. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olan Düzenli Yapı Planı



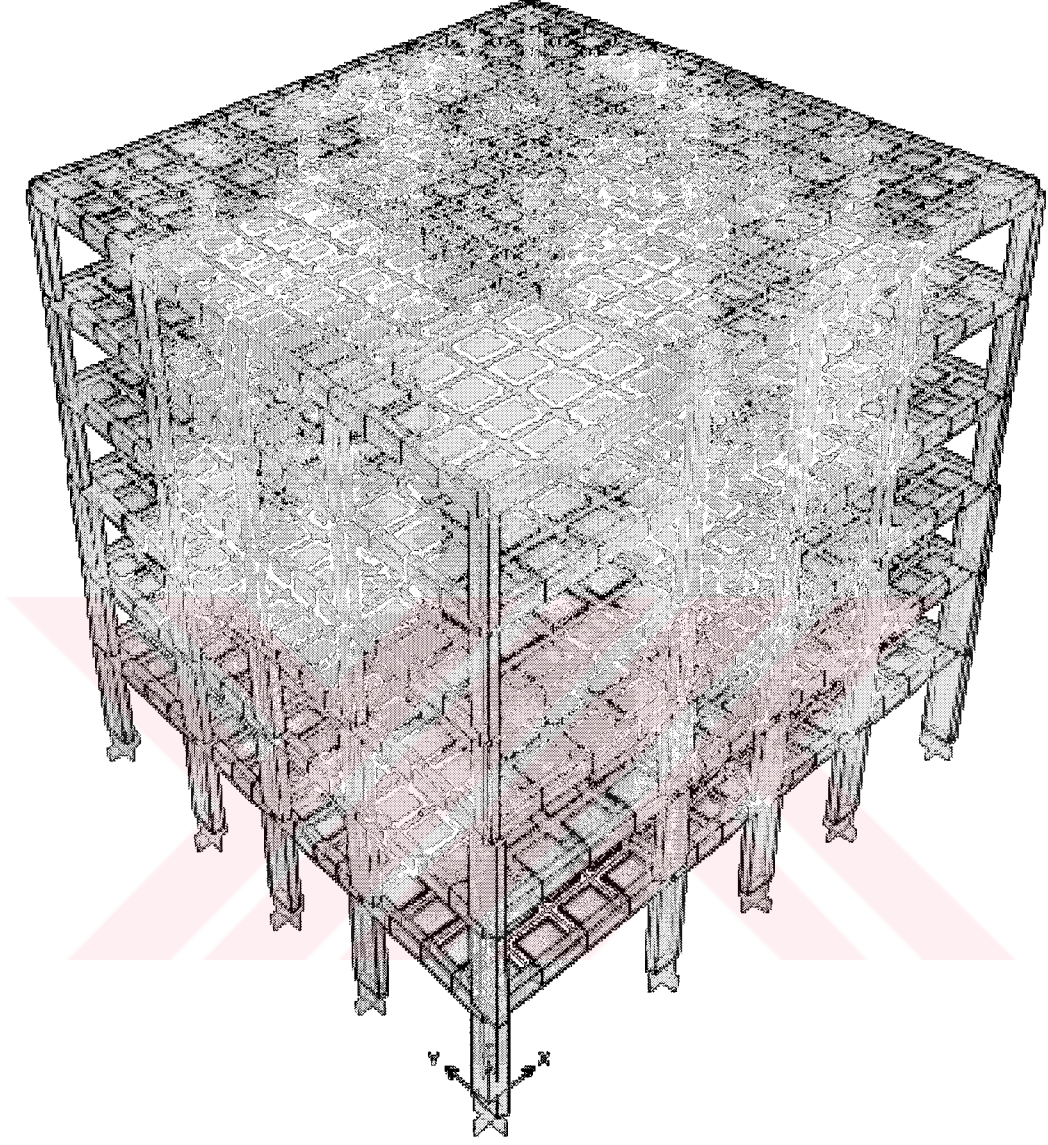
Şekil 34. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapı Planı



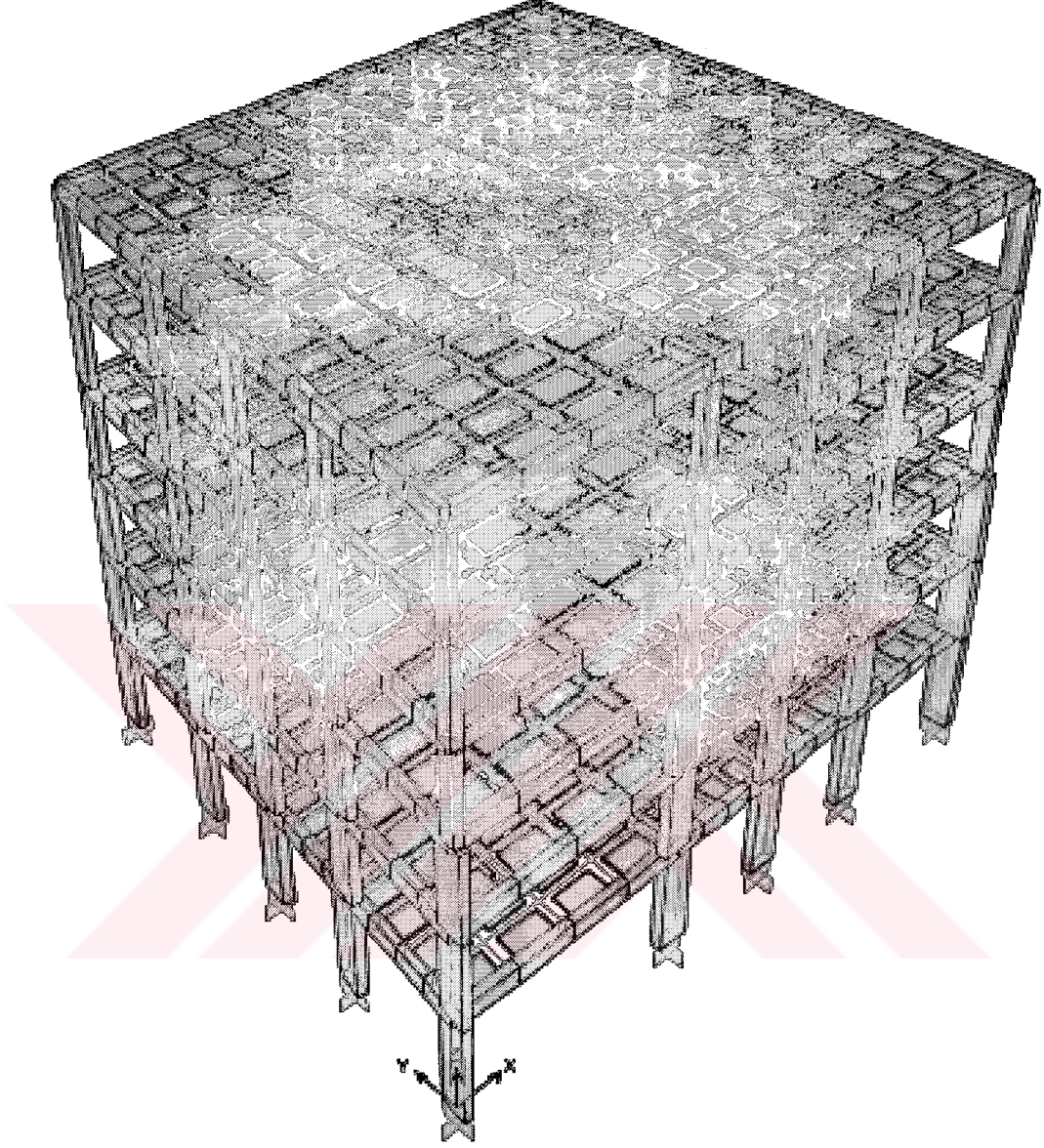
Şekil 35. İncelenen Yapı Örneğinin A-A Kesiti



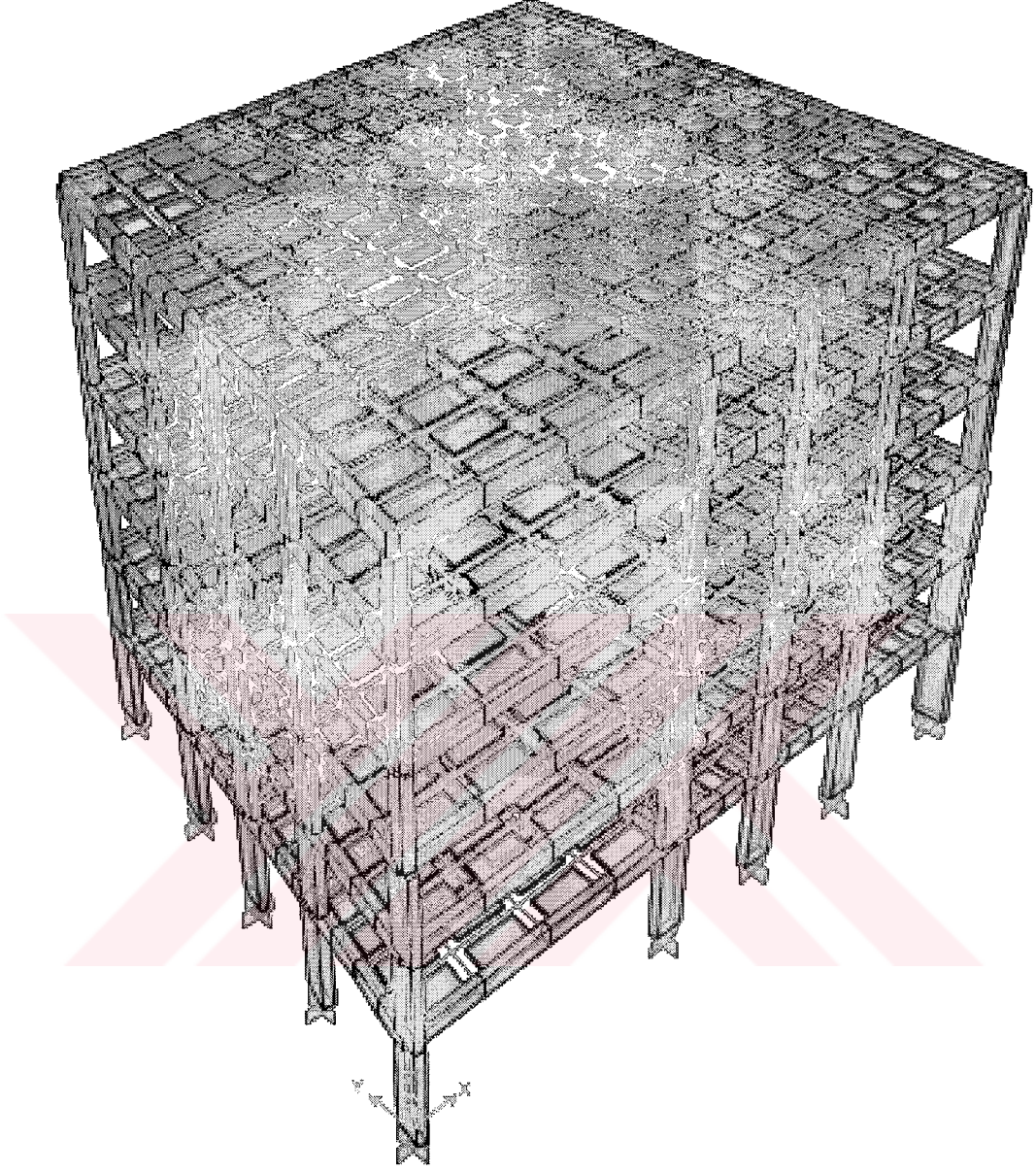
Şekil 36. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olan Düzenli Yapının Üç Boyutlu Görünümü



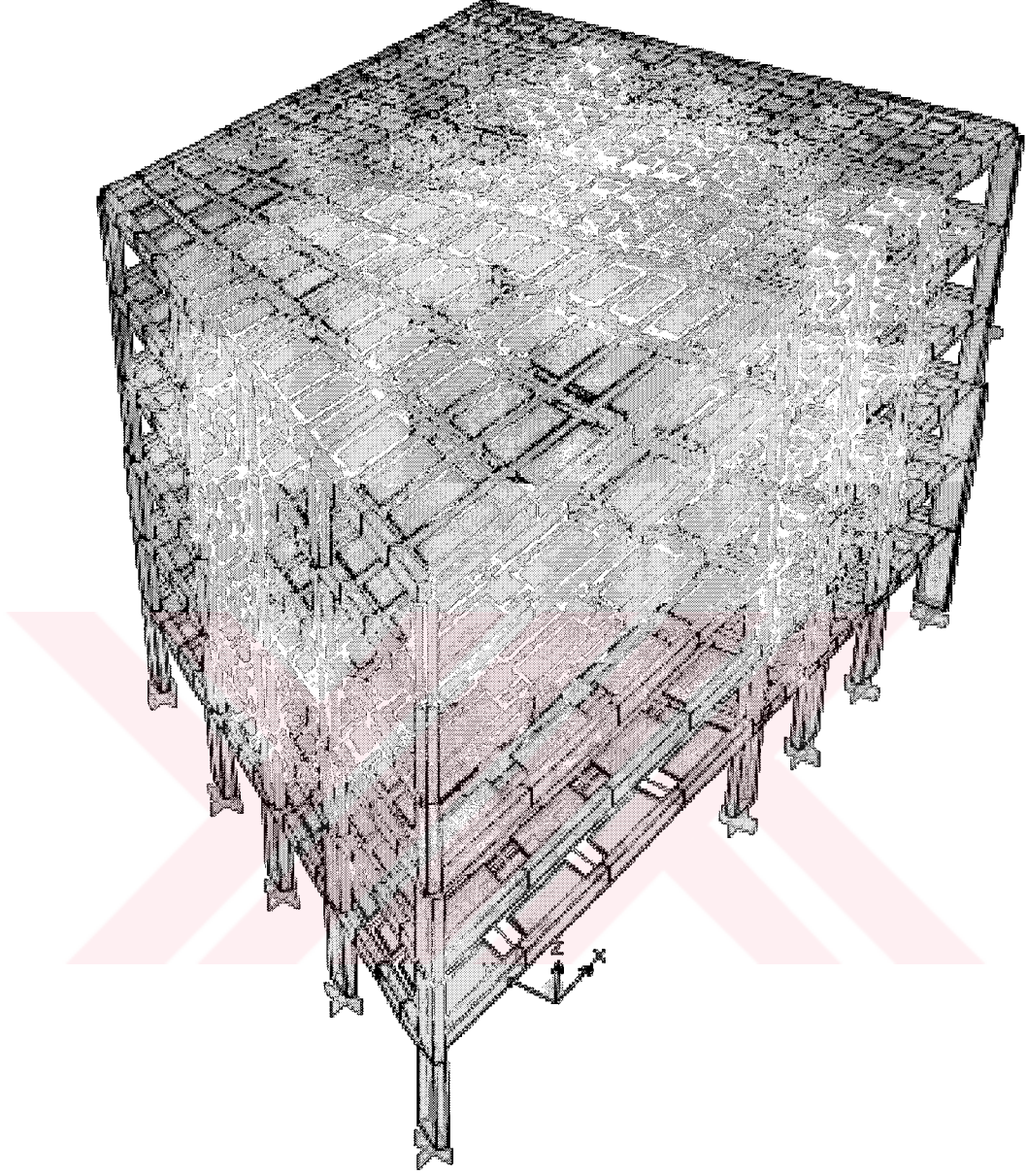
Şekil 37. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının
3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 5^\circ$



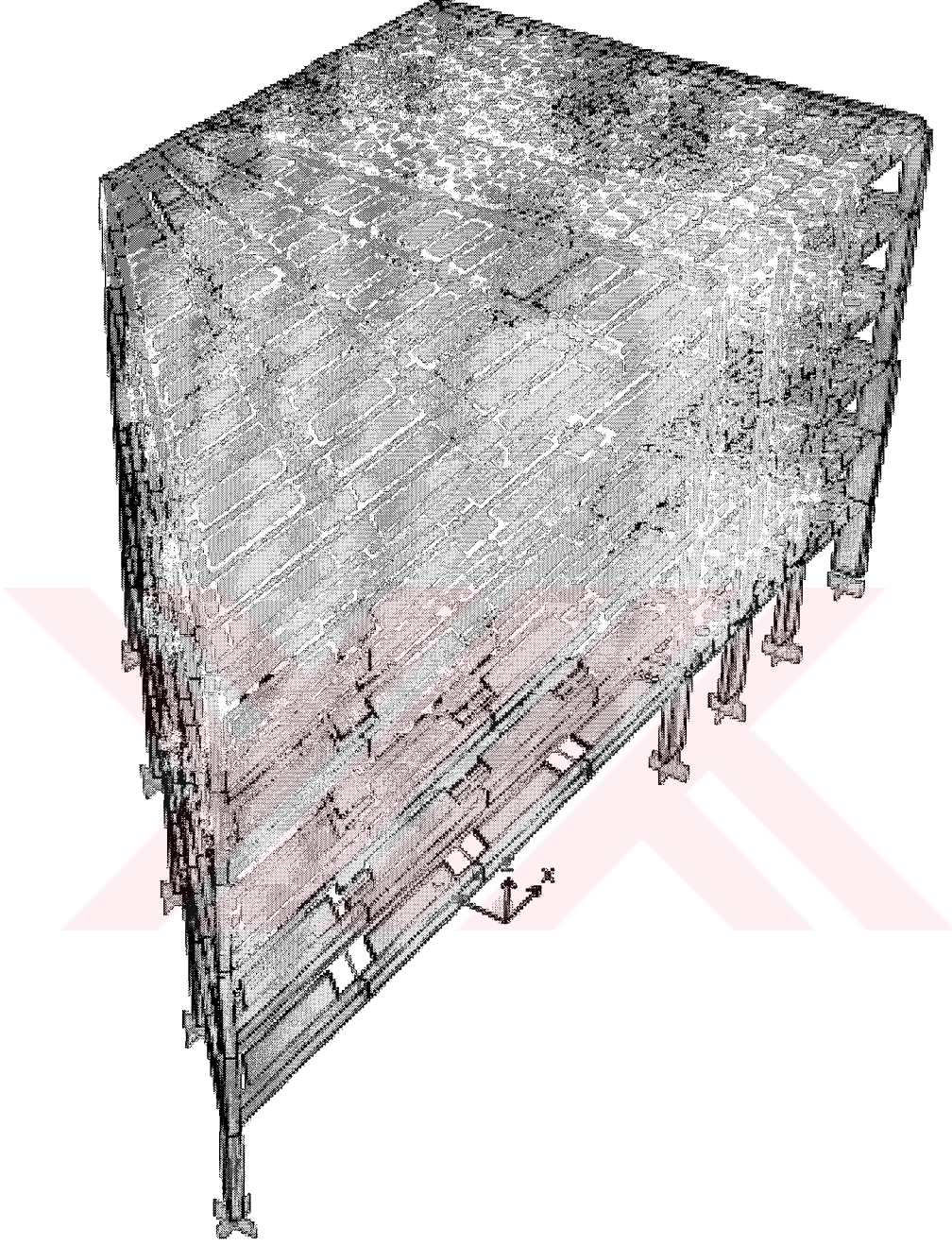
Şekil 38. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının
3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 10^\circ$



Şekil 39. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının
3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 15^\circ$



Şekil 40. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının
3 Boyutlu Görüntümü $\alpha = 30^\circ$



Şekil 41. Taşıyıcı Eleman Eksenleri Paralel Olmayan Düzensiz Yapının 3 Boyutlu Görünümü $\alpha = 45^\circ$

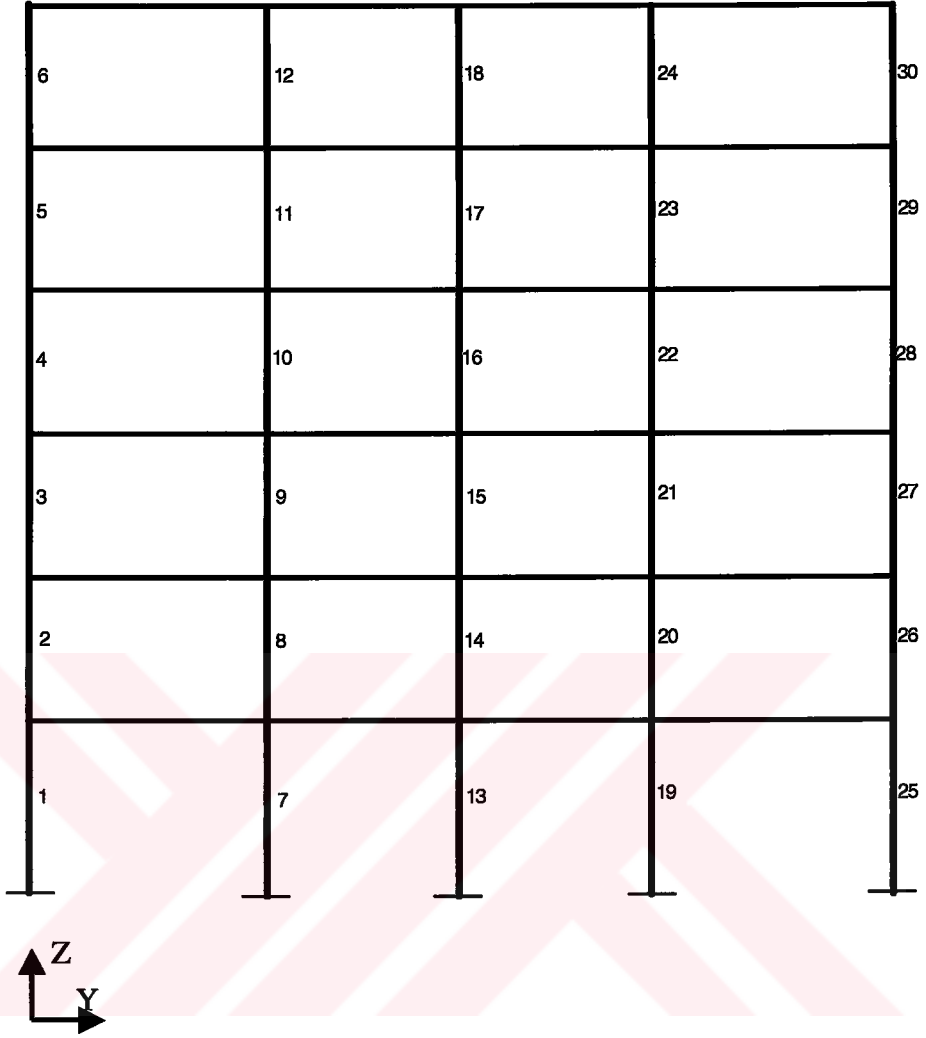
2.2 Seçilen Yapının Depreme Göre Hesabı

Bu çalışmada kalıp planları ve sonlu elemanlar modeli yukarıda verilen, karşılaştırma amacı ile birincisi simetrik ve düzenli diğer beş tanesinde taşıyıcı sistem eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliği bulunan altı sistemin deprem hesabı yapılmıştır. Bu altı sistem den birincisi, 1-1 aksı Y global eksen ile çakışacak şekilde yerleştirilmiş olan sistemdir. Diğerleri ise 1-1 aksları Y global eksen ile 5°, 10°, 15°, 30° ve 45°'lik açı yapacak şekilde yerleştirilmiş olan planda düzensiz sistemlerdir. Burada incelenecek olan 1-1 aksına ait eksenleri asal eksenlere paralel olmayan kolonların eleman numaraları Şekil 36'da verilmiştir.

Depreme göre hesapta, Türk Deprem Yönetmeliği 1998 esaslarına göre, yukarıda bahsedilen yapıların yatay yükler altında Mod Birleştirme Yöntemine göre deprem hesabı yapılmakta ve deprem hesabından elde edilen bulgular karşılaştırılarak bazı irdelemeler yapılmaktadır.

Yapıların Mod Birleştirme Yöntemine göre hesabı SAP 2000 yapısal çözümleme programı ile yapılmıştır. Analizler neticesinde yapıların düzensiz olmasına neden olan 1-1 aksında bulunan kolonlar da oluşan eleman iç kuvvetleri bulunmuş ve her bir sistemin bu aksında ki iç kuvvet değişimleri karşılaştırılmıştır. Bu deprem yükü sistemimize X ve Y doğrultularından ayrı ayrı verilerek depremin doğrultu değiştirmesi ile de elemanlarımızda oluşabilecek tasarım yükleri değişimi de incelenmiştir.

Deprem hesabı yapılacak yapıların 3 boyutlu görünümüleri aşağıdaki şekillerde (Şekil 36-41) verilmektedir.



Şekil 42. 1-1 Aksı Eleman Numaraları

Burada sistemleri çözerken yapılara etkiyecek deprem yükü (tasarım ivme spektrumu) deprem yönetmeliğindeki hesaplama yöntemi ile Z2 türü zemin için aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

I : 1.0 (konut türü yapı)

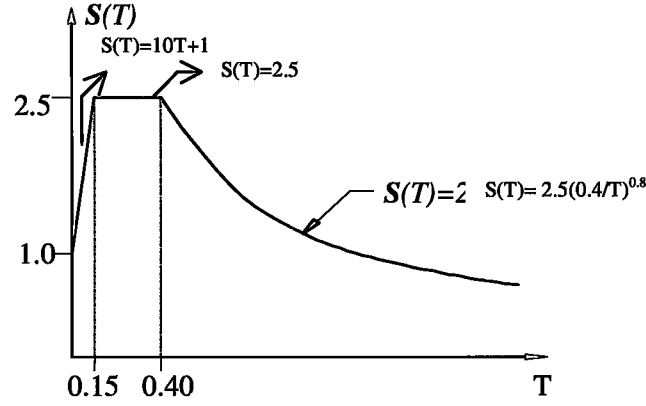
A_0 : 0.4 (1. derce deprem bölgesi)

T_A : 0.15 s (Z2 türü zemin)

T_B : 0.40 s

R : 8 (deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı sistem)

ξ : 0.05 (sönüm oranı)



Şekil 43. Tasarım İvme Spektrum Katsayısı- Periyot Diyagramı

$$A(T) = A_0 I S(T) = 0.4 \cdot 1 \cdot S(T) = 0.4 \cdot S(T)$$

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) T / T_A = 1.5 + 6.5 \cdot T / 0.15 \quad (0 \leq T < T_A)$$

$$R_a(T) = R = 8 \quad (T \geq T_A)$$

$$S_{pa}(T) = A(T) \cdot g / R_a(T) = 0.4 \cdot S(T) \cdot 9.81 / R_a(T)$$

$$S_{pa}(T) = 3.924 \cdot S(T) / R_a(T)$$

Yukarıdaki formülde $T = 0.01$ s aralıklarla spektrum ivme değerleri hesaplanmış ve sistemlerin çözümünde kullanılmıştır.

2.3 Analiz Sonuçları

Mod birleştirme yöntemine göre hesabı yapılan sistemlerimizin analiz sonuçları aşağıda tablolarda (Tablo 13-42) halinde verilmiştir. Bu tablolarda analiz edilen altı sistemin aksenal kuvvetleri, kesme kuvvetleri, burulma ve eğilme momentlerinin değerleri verilmiştir. Her bir tabloda bir kolon elemanının altı ayrı sistemdeki iç kuvvet değerleri ayrı ayrı verilmiştir.

Buradaki amaç her bir kolonun altı değişik sistemdeki davranışını ve elemanda oluşan iç kuvvetlerin değişimini kolayca görebilmektir. Tablolarımızda ayrıca deprem etkisinin X ve Y doğrultularından verildiğinde oluşan iç kuvvetler ayrı ayrı verilmiştir. Elamanlarımızda oluşan iç kuvvet değerleri aşağıdaki gibidir.

Tablolarda kullanılan sembollerin açıklamaları aşağıda verilmiştir.

P : Aksenal (normal) kuvvet (kN)

V2, V3 : Kesme kuvvetleri (kN)

T : Burulma momenti (kNm)

M2, M3 : Eğilme momentleri (kNm)



Tablo 13. Deprem Durumunda 1. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan Eksenel Kesme Kuvvetleri Burulma Eğilme Momentleri						
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Moment (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
$\alpha = 0^\circ$	0,00	158,72	20,34	3,668E-01	3,297E-02	5,615E-01	41,51
	1,75	158,72	20,34	3,668E-01	3,297E-02	1,205E-01	5,93
	3,50	158,72	20,34	3,668E-01	3,297E-02	7,333E-01	29,67
$\alpha = 5^\circ$	0,00	78,33	20,26	27,73	6,858E-01	6,07	27,58
	1,75	78,33	20,26	27,73	6,858E-01	43,92	7,89
	3,50	78,33	20,26	27,73	6,858E-01	92,36	43,34
$\alpha = 10^\circ$	0,00	89,53	19,27	48,49	1,23	10,96	24,03
	1,75	89,53	19,27	48,49	1,23	76,73	9,76
	3,50	89,53	19,27	48,49	1,23	161,42	43,44
$\alpha = 15^\circ$	0,00	128,44	18,05	62,30	1,62	13,76	20,38
	1,75	128,44	18,05	62,30	1,62	99,05	11,44
	3,50	128,44	18,05	62,30	1,62	207,87	42,91
$\alpha = 30^\circ$	0,00	174,08	14,69	78,07	1,96	265,47	39,23
	1,75	174,08	14,69	78,07	1,96	129,10	15,43
	3,50	174,08	14,69	78,07	1,96	13,73	16,10
$\alpha = 45^\circ$	0,00	141,66	12,05	94,12	1,62	20,67	7,48
	1,75	141,66	12,05	94,12	1,62	146,57	17,44
	3,50	141,66	12,05	94,12	1,62	311,12	37,96
Y Doğr.	Tabandan Eksenel Kesme Kuvvetleri Burulma Eğilme Momentleri						
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Moment (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
$\alpha = 0^\circ$	0,00	193,30	3,552E-01	80,73	1,824E-01	261,65	5,259E-01
	1,75	193,30	3,552E-01	80,73	1,824E-01	120,62	9,639E-02
	3,50	193,30	3,552E-01	80,73	1,824E-01	23,47	7,175E-01
$\alpha = 5^\circ$	0,00	215,58	5,26	82,56	2,771E-01	23,88	7,77
	1,75	215,58	5,26	82,56	2,771E-01	123,64	1,75
	3,50	215,58	5,26	82,56	2,771E-01	267,86	10,73
$\alpha = 10^\circ$	0,00	209,79	8,74	80,69	6,518E-01	23,08	11,87
	1,75	209,79	8,74	80,69	6,518E-01	121,38	3,94
	3,50	209,79	8,74	80,69	6,518E-01	262,31	18,91
$\alpha = 15^\circ$	0,00	196,41	11,01	78,68	1,07	20,50	13,57
	1,75	196,41	11,01	78,68	1,07	120,04	6,43
	3,50	196,41	11,01	78,68	1,07	257,52	25,32
$\alpha = 30^\circ$	0,00	168,16	14,67	75,81	2,17	258,82	40,33
	1,75	168,16	14,67	75,81	2,17	126,37	15,84
	3,50	168,16	14,67	75,81	2,17	12,30	13,96
$\alpha = 45^\circ$	0,00	139,90	19,60	89,78	2,94	17,46	7,40
	1,75	139,90	19,60	89,78	2,94	147,22	30,58
	3,50	139,90	19,60	89,78	2,94	303,99	64,56

Tablo 14. Deprem Durumunda 2. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	125,83	30,62	6,346E-01	5,922E-02	9,067E-01	47,12
	1,50	125,83	30,62	6,346E-01	5,922E-02	8,717E-02	1,36
	3,00	125,83	30,62	6,346E-01	5,922E-02	1,00	44,75
5°	0,00	62,70	28,90	17,19	9,785E-01	21,97	42,10
	1,50	62,70	28,90	17,19	9,785E-01	6,06	1,52
	3,00	62,70	28,90	17,19	9,785E-01	30,34	44,63
10°	0,00	71,07	25,63	30,64	1,84	39,34	37,16
	1,50	71,07	25,63	30,64	1,84	11,12	1,67
	3,00	71,07	25,63	30,64	1,84	54,07	39,75
15°	0,00	102,19	22,15	39,98	2,46	51,26	31,95
	1,50	102,19	22,15	39,98	2,46	14,67	1,72
	3,00	102,19	22,15	39,98	2,46	70,69	34,54
30°	0,00	139,60	13,87	52,86	3,12	96,68	22,78
	1,50	139,60	13,87	52,86	3,12	18,61	8,46
	3,00	139,60	13,87	52,86	3,12	62,60	22,12
45°	0,00	113,19	8,38	52,11	2,93	65,35	12,44
	1,50	113,19	8,38	52,11	2,93	17,49	2,54
	3,00	113,19	8,38	52,11	2,93	92,52	13,20
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	153,20	3,197E-01	52,19	7,976E-02	89,55	4,739E-01
	1,50	153,20	3,197E-01	52,19	7,976E-02	17,03	8,759E-03
	3,00	153,20	3,197E-01	52,19	7,976E-02	69,42	4,852E-01
5°	0,00	171,14	7,77	54,02	5,223E-01	71,75	11,37
	1,50	171,14	7,77	54,02	5,223E-01	17,84	3,422E-01
	3,00	171,14	7,77	54,02	5,223E-01	92,86	11,95
10°	0,00	166,88	12,15	53,41	1,04	70,72	17,69
	1,50	166,88	12,15	53,41	1,04	17,90	6,724E-01
	3,00	166,88	12,15	53,41	1,04	92,05	18,76
15°	0,00	156,53	14,16	52,56	1,65	68,63	20,52
	1,50	156,53	14,16	52,56	1,65	17,05	9,604E-01
	3,00	156,53	14,16	52,56	1,65	91,12	21,97
30°	0,00	135,38	13,86	51,04	3,44	93,76	22,42
	1,50	135,38	13,86	51,04	3,44	18,38	6,94
	3,00	135,38	13,86	51,04	3,44	60,07	21,41
45°	0,00	112,60	9,86	48,38	5,26	60,49	14,64
	1,50	112,60	9,86	48,38	5,26	22,74	4,64
	3,00	112,60	9,86	48,38	5,26	88,91	16,33

Tablo 15. Deprem Durumunda 3. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	89,83	27,50	6,194E-01	1,757E-02	7,976E-01	40,83
	1,50	89,83	27,50	6,194E-01	1,757E-02	1,388E-01	1,29
	3,00	89,83	27,50	6,194E-01	1,757E-02	1,06	41,70
5°	0,00	45,53	25,75	11,28	1,05	17,63	39,05
	1,50	45,53	25,75	11,28	1,05	5,07	1,65
	3,00	45,53	25,75	11,28	1,05	17,71	38,28
10°	0,00	50,98	22,38	20,23	1,94	31,71	33,83
	1,50	50,98	22,38	20,23	1,94	9,62	2,02
	3,00	50,98	22,38	20,23	1,94	31,94	33,43
15°	0,00	73,40	18,79	26,48	2,59	41,65	28,29
	1,50	73,40	18,79	26,48	2,59	12,78	2,78
	3,00	73,40	18,79	26,48	2,59	41,81	28,34
30°	0,00	102,02	11,08	36,22	3,34	55,61	18,78
	1,50	102,02	11,08	36,22	3,34	9,68	9,36
	3,00	102,02	11,08	36,22	3,34	54,76	19,36
45°	0,00	82,25	6,09	37,43	3,01	57,13	10,32
	1,50	82,25	6,09	37,43	3,01	13,00	4,15
	3,00	82,25	6,09	37,43	3,01	58,13	9,75
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	109,91	2,554E-01	35,41	1,383E-01	54,85	4,041E-01
	1,50	109,91	2,554E-01	35,41	1,383E-01	16,03	2,250E-02
	3,00	109,91	2,554E-01	35,41	1,383E-01	56,10	3,622E-01
5°	0,00	122,92	7,06	36,71	5,730E-01	58,15	10,73
	1,50	122,92	7,06	36,71	5,730E-01	16,79	3,328E-01
	3,00	122,92	7,06	36,71	5,730E-01	56,99	10,46
10°	0,00	120,24	10,87	36,35	1,11	57,54	16,50
	1,50	120,24	10,87	36,35	1,11	16,81	7,576E-01
	3,00	120,24	10,87	36,35	1,11	56,56	16,15
15°	0,00	112,98	12,36	35,64	1,73	56,47	18,71
	1,50	112,98	12,36	35,64	1,73	15,82	1,45
	3,00	112,98	12,36	35,64	1,73	55,02	18,50
30°	0,00	99,22	10,58	34,84	3,67	53,66	17,73
	1,50	99,22	10,58	34,84	3,67	9,73	7,97
	3,00	99,22	10,58	34,84	3,67	52,65	17,79
45°	0,00	82,68	5,08	34,71	5,44	55,14	10,70
	1,50	82,68	5,08	34,71	5,44	20,67	7,14
	3,00	82,68	5,08	34,71	5,44	56,88	10,18

Tablo 16. Deprem Durumunda 4. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	55,99	26,29	4,229E-01	2,569E-02	5,841E-01	38,89
	1,50	55,99	26,29	4,229E-01	2,569E-02	5,841E-02	9,020E-01
	3,00	55,99	26,29	4,229E-01	2,569E-02	6,860E-01	39,98
5°	0,00	29,09	26,11	14,15	6,133E-01	22,22	39,87
	1,50	29,09	26,11	14,15	6,133E-01	2,36	1,21
	3,00	29,09	26,11	14,15	6,133E-01	20,44	38,49
10°	0,00	31,85	24,27	25,07	1,14	39,30	37,15
	1,50	31,85	24,27	25,07	1,14	4,39	1,50
	3,00	31,85	24,27	25,07	1,14	36,36	35,72
15°	0,00	46,09	21,92	32,51	1,52	50,87	33,68
	1,50	46,09	21,92	32,51	1,52	5,94	2,03
	3,00	46,09	21,92	32,51	1,52	47,31	32,20
30°	0,00	65,99	16,68	42,89	1,89	60,86	24,74
	1,50	65,99	16,68	42,89	1,89	4,78	5,30
	3,00	65,99	16,68	42,89	1,89	67,97	26,38
45°	0,00	51,81	9,59	44,99	1,59	71,59	14,51
	1,50	51,81	9,59	44,99	1,59	7,27	3,54
	3,00	51,81	9,59	44,99	1,59	63,93	15,12
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	68,64	2,771E-01	42,70	7,360E-02	61,95	4,326E-01
	1,50	68,64	2,771E-01	42,70	7,360E-02	7,08	2,889E-02
	3,00	68,64	2,771E-01	42,70	7,360E-02	66,83	3,999E-01
5°	0,00	76,99	6,81	44,13	2,794E-01	69,02	10,40
	1,50	76,99	6,81	44,13	2,794E-01	7,41	2,684E-01
	3,00	76,99	6,81	44,13	2,794E-01	64,12	10,05
10°	0,00	75,83	11,16	43,59	6,319E-01	68,12	17,08
	1,50	75,83	11,16	43,59	6,319E-01	7,42	6,015E-01
	3,00	75,83	11,16	43,59	6,319E-01	63,41	16,41
15°	0,00	71,29	13,61	42,65	1,02	66,60	20,90
	1,50	71,29	13,61	42,65	1,02	7,40	1,08
	3,00	71,29	13,61	42,65	1,02	62,13	19,98
30°	0,00	65,34	16,33	41,45	2,10	58,87	23,85
	1,50	65,34	16,33	41,45	2,10	4,57	5,93
	3,00	65,34	16,33	41,45	2,10	65,65	26,49
45°	0,00	53,21	13,11	39,83	2,91	63,48	19,80
	1,50	53,21	13,11	39,83	2,91	10,22	5,70
	3,00	53,21	13,11	39,83	2,91	57,62	21,12

Tablo 17. Deprem Durumunda 5. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	27,85	19,12	3,817E-01	2,004E-02	6,157E-01	27,42
	1,50	27,85	19,12	3,817E-01	2,004E-02	4,774E-02	1,45
	3,00	27,85	19,12	3,817E-01	2,004E-02	5,301E-01	29,96
5°	0,00	15,00	19,01	9,00	4,748E-01	17,24	30,27
	1,50	15,00	19,01	9,00	4,748E-01	4,09	2,00
	3,00	15,00	19,01	9,00	4,748E-01	10,01	26,79
10°	0,00	15,79	17,48	16,17	8,835E-01	30,72	28,44
	1,50	15,79	17,48	16,17	8,835E-01	7,17	2,57
	3,00	15,79	17,48	16,17	8,835E-01	18,31	24,07
15°	0,00	22,69	15,49	21,28	1,18	40,20	25,90
	1,50	22,69	15,49	21,28	1,18	9,21	3,08
	3,00	22,69	15,49	21,28	1,18	24,33	20,69
30°	0,00	32,75	14,20	27,87	1,48	30,82	19,38
	1,50	32,75	14,20	27,87	1,48	12,09	4,78
	3,00	32,75	14,20	27,87	1,48	53,26	24,04
45°	0,00	25,89	6,64	28,92	1,33	55,95	12,85
	1,50	25,89	6,64	28,92	1,33	13,00	5,07
	3,00	25,89	6,64	28,92	1,33	31,14	9,22
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	33,80	1,350E-01	28,15	2,937E-02	33,17	2,249E-01
	1,50	33,80	1,350E-01	28,15	2,937E-02	11,02	3,563E-02
	3,00	33,80	1,350E-01	28,15	2,937E-02	52,05	1,843E-01
5°	0,00	38,15	4,93	29,21	2,294E-01	53,87	7,71
	1,50	38,15	4,93	29,21	2,294E-01	11,35	4,442E-01
	3,00	38,15	4,93	29,21	2,294E-01	34,57	7,08
10°	0,00	38,12	8,07	28,98	4,913E-01	53,33	12,89
	1,50	38,12	8,07	28,98	4,913E-01	11,21	1,04
	3,00	38,12	8,07	28,98	4,913E-01	34,44	11,36
15°	0,00	35,47	9,71	28,55	7,888E-01	52,67	15,93
	1,50	35,47	9,71	28,55	7,888E-01	10,84	1,74
	3,00	35,47	9,71	28,55	7,888E-01	33,60	13,30
30°	0,00	32,64	13,91	27,32	1,63	30,53	18,79
	1,50	32,64	13,91	27,32	1,63	11,89	5,06
	3,00	32,64	13,91	27,32	1,63	52,04	23,85
45°	0,00	27,13	8,74	27,33	2,40	52,69	19,39
	1,50	27,13	8,74	27,33	2,40	12,82	8,97
	3,00	27,13	8,74	27,33	2,40	30,22	11,34

Tablo 18. Deprem Durumunda 6. Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	8,60	11,26	3,847E-01	2,336E-02	5,432E-01	15,30
	1,50	8,60	11,26	3,847E-01	2,336E-02	6,056E-02	1,66
	3,00	8,60	11,26	3,847E-01	2,336E-02	6,150E-01	18,51
5°	0,00	5,05	11,60	4,17	2,598E-01	9,47	19,64
	1,50	5,05	11,60	4,17	2,598E-01	3,38	2,29
	3,00	5,05	11,60	4,17	2,598E-01	3,40	15,16
10°	0,00	5,28	10,83	7,67	4,936E-01	17,10	19,00
	1,50	5,28	10,83	7,67	4,936E-01	5,94	2,82
	3,00	5,28	10,83	7,67	4,936E-01	6,55	13,53
15°	0,00	7,20	9,43	10,09	6,675E-01	22,46	17,28
	1,50	7,20	9,43	10,09	6,675E-01	7,72	3,22
	3,00	7,20	9,43	10,09	6,675E-01	8,52	11,06
30°	0,00	9,49	8,13	12,64	8,226E-01	10,76	13,41
	1,50	9,49	8,13	12,64	8,226E-01	10,05	5,08
	3,00	9,49	8,13	12,64	8,226E-01	28,36	13,00
45°	0,00	8,79	4,73	14,39	8,501E-01	32,95	10,26
	1,50	8,79	4,73	14,39	8,501E-01	11,46	4,29
	3,00	8,79	4,73	14,39	8,501E-01	10,42	5,69
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	10,70	1,378E-01	14,25	3,054E-02	13,26	1,807E-01
	1,50	10,70	1,378E-01	14,25	3,054E-02	9,29	4,449E-02
	3,00	10,70	1,378E-01	14,25	3,054E-02	30,17	2,383E-01
5°	0,00	12,16	2,95	14,86	1,325E-01	31,32	4,89
	1,50	12,16	2,95	14,86	1,325E-01	9,56	5,098E-01
	3,00	12,16	2,95	14,86	1,325E-01	14,00	3,99
10°	0,00	12,69	5,13	14,93	2,782E-01	31,27	8,83
	1,50	12,69	5,13	14,93	2,782E-01	9,43	1,26
	3,00	12,69	5,13	14,93	2,782E-01	14,27	6,59
15°	0,00	11,37	6,03	14,03	4,456E-01	30,17	10,73
	1,50	11,37	6,03	14,03	4,456E-01	9,39	1,83
	3,00	11,37	6,03	14,03	4,456E-01	12,32	7,44
30°	0,00	9,43	7,74	12,34	9,061E-01	10,80	12,92
	1,50	9,43	7,74	12,34	9,061E-01	9,81	5,66
	3,00	9,43	7,74	12,34	9,061E-01	27,58	12,93
45°	0,00	9,32	4,52	13,05	1,50	30,79	11,20
	1,50	9,32	4,52	13,05	1,50	11,51	6,51
	3,00	9,32	4,52	13,05	1,50	9,12	7,15

Tablo 19. Deprem Durumunda 1. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	161,43	20,62	1,234E-01	1,081E-02	2,955E-01	41,87
	1,75	161,43	20,62	1,234E-01	1,081E-02	8,423E-02	5,78
	3,50	161,43	20,62	1,234E-01	1,081E-02	1,419E-01	30,32
5°	0,00	104,61	19,91	35,16	6,759E-01	22,77	27,90
	1,75	104,61	19,91	35,16	6,759E-01	39,02	6,96
	3,50	104,61	19,91	35,16	6,759E-01	100,49	41,79
10°	0,00	69,75	18,45	61,37	1,24	39,64	24,30
	1,75	69,75	18,45	61,37	1,24	68,29	8,05
	3,50	69,75	18,45	61,37	1,24	175,56	40,31
15°	0,00	59,43	17,01	78,80	1,65	50,33	20,89
	1,75	59,43	17,01	78,80	1,65	88,28	9,02
	3,50	59,43	17,01	78,80	1,65	226,03	38,70
30°	0,00	73,90	13,36	98,02	2,01	287,69	33,90
	1,75	73,90	13,36	98,02	2,01	116,25	11,50
	3,50	73,90	13,36	98,02	2,01	55,78	14,43
45°	0,00	76,34	11,72	116,35	1,80	70,53	9,71
	1,75	76,34	11,72	116,35	1,80	133,94	13,00
	3,50	76,34	11,72	116,35	1,80	337,39	32,94
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	74,95	8,441E-02	100,59	3,755E-02	283,45	9,778E-02
	1,75	74,95	8,441E-02	100,59	3,755E-02	107,60	4,997E-02
	3,50	74,95	8,441E-02	100,59	3,755E-02	69,19	1,977E-01
5°	0,00	98,64	5,15	103,11	3,056E-01	71,02	7,65
	1,75	98,64	5,15	103,11	3,056E-01	110,22	1,53
	3,50	98,64	5,15	103,11	3,056E-01	290,47	10,43
10°	0,00	100,30	8,43	100,88	6,765E-01	69,14	11,85
	1,75	100,30	8,43	100,88	6,765E-01	108,24	3,23
	3,50	100,30	8,43	100,88	6,765E-01	284,58	17,76
15°	0,00	92,60	10,44	98,55	1,09	65,98	13,73
	1,75	92,60	10,44	98,55	1,09	107,15	5,03
	3,50	92,60	10,44	98,55	1,09	279,45	23,03
30°	0,00	68,82	13,42	95,39	2,23	280,60	34,59
	1,75	68,82	13,42	95,39	2,23	113,76	11,77
	3,50	68,82	13,42	95,39	2,23	53,68	13,53
45°	0,00	48,98	18,67	110,71	3,26	59,82	11,63
	1,75	48,98	18,67	110,71	3,26	135,71	22,70
	3,50	48,98	18,67	110,71	3,26	329,14	55,05

Tablo 20. Deprem Durumunda 2. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	127,78	31,28	1,812E-01	3,692E-03	3,551E-01	48,14
	1,50	127,78	31,28	1,812E-01	3,692E-03	1,001E-01	1,37
	3,00	127,78	31,28	1,812E-01	3,692E-03	2,044E-01	45,72
5°	0,00	83,90	29,02	32,89	1,02	44,33	42,33
	1,50	83,90	29,02	32,89	1,02	6,41	1,43
	3,00	83,90	29,02	32,89	1,02	54,63	44,76
10°	0,00	56,17	25,52	57,61	1,88	77,69	37,11
	1,50	56,17	25,52	57,61	1,88	11,59	1,47
	3,00	56,17	25,52	57,61	1,88	95,76	39,48
15°	0,00	47,08	22,19	74,37	2,50	100,13	32,15
	1,50	47,08	22,19	74,37	2,50	15,16	1,46
	3,00	47,08	22,19	74,37	2,50	123,79	34,45
30°	0,00	58,32	14,73	94,51	3,14	160,61	23,39
	1,50	58,32	14,73	94,51	3,14	19,57	5,22
	3,00	58,32	14,73	94,51	3,14	123,14	21,99
45°	0,00	61,83	10,81	90,93	2,79	122,41	15,53
	1,50	61,83	10,81	90,93	2,79	17,55	1,83
	3,00	61,83	10,81	90,93	2,79	151,12	17,08
Y Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	57,44	2,210E-01	93,36	1,382E-02	153,29	3,380E-01
	1,50	57,44	2,210E-01	93,36	1,382E-02	17,64	9,807E-03
	3,00	57,44	2,210E-01	93,36	1,382E-02	127,85	3,252E-01
5°	0,00	76,30	7,94	96,50	4,846E-01	132,06	11,60
	1,50	76,30	7,94	96,50	4,846E-01	18,41	3,390E-01
	3,00	76,30	7,94	96,50	4,846E-01	158,56	12,22
10°	0,00	77,98	12,34	95,09	1,04	129,93	18,00
	1,50	77,98	12,34	95,09	1,04	18,41	6,153E-01
	3,00	77,98	12,34	95,09	1,04	156,48	19,04
15°	0,00	72,13	14,39	93,60	1,66	127,17	20,92
	1,50	72,13	14,39	93,60	1,66	17,75	8,345E-01
	3,00	72,13	14,39	93,60	1,66	154,53	22,28
30°	0,00	54,78	14,69	91,96	3,46	156,54	23,23
	1,50	54,78	14,69	91,96	3,46	19,39	4,32
	3,00	54,78	14,69	91,96	3,46	119,59	21,66
45°	0,00	39,89	12,52	84,12	5,06	112,51	18,09
	1,50	39,89	12,52	84,12	5,06	21,81	3,29
	3,00	39,89	12,52	84,12	5,06	141,89	19,99

Tablo 21. Deprem Durumunda 3. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	91,04	28,03	1,713E-01	5,332E-03	2,176E-01	41,65
	1,50	91,04	28,03	1,713E-01	5,332E-03	5,992E-02	1,25
	3,00	91,04	28,03	1,713E-01	5,332E-03	3,030E-01	42,48
5°	0,00	61,47	25,84	29,69	1,02	47,90	39,18
	1,50	61,47	25,84	29,69	1,02	5,54	1,47
	3,00	61,47	25,84	29,69	1,02	41,63	38,40
10°	0,00	41,60	22,41	52,03	1,88	83,91	33,94
	1,50	41,60	22,41	52,03	1,88	10,23	1,69
	3,00	41,60	22,41	52,03	1,88	73,14	33,39
15°	0,00	33,54	19,12	67,13	2,50	108,29	28,89
	1,50	33,54	19,12	67,13	2,50	13,59	2,14
	3,00	33,54	19,12	67,13	2,50	94,45	28,63
30°	0,00	42,65	12,17	86,33	3,20	121,67	19,08
	1,50	42,65	12,17	86,33	3,20	10,47	5,68
	3,00	42,65	12,17	86,33	3,20	137,67	19,16
45°	0,00	43,24	8,27	87,88	2,83	139,56	13,01
	1,50	43,24	8,27	87,88	2,83	13,72	3,20
	3,00	43,24	8,27	87,88	2,83	125,13	12,62
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	37,45	2,227E-01	83,87	1,626E-02	117,71	3,280E-01
	1,50	37,45	2,227E-01	83,87	1,626E-02	17,00	8,671E-03
	3,00	37,45	2,227E-01	83,87	1,626E-02	135,55	3,402E-01
5°	0,00	50,98	7,21	86,80	4,806E-01	140,23	10,95
	1,50	50,98	7,21	86,80	4,806E-01	17,72	2,972E-01
	3,00	50,98	7,21	86,80	4,806E-01	121,92	10,69
10°	0,00	52,82	11,09	85,58	1,04	138,20	16,84
	1,50	52,82	11,09	85,58	1,04	17,63	6,325E-01
	3,00	52,82	11,09	85,58	1,04	120,35	16,45
15°	0,00	49,00	12,71	84,17	1,67	136,01	19,28
	1,50	49,00	12,71	84,17	1,67	16,91	1,12
	3,00	49,00	12,71	84,17	1,67	118,14	18,93
30°	0,00	39,99	11,89	84,08	3,53	118,57	18,58
	1,50	39,99	11,89	84,08	3,53	10,50	4,84
	3,00	39,99	11,89	84,08	3,53	134,05	18,39
45°	0,00	27,52	8,19	81,72	5,14	130,52	12,97
	1,50	27,52	8,19	81,72	5,14	19,62	5,47
	3,00	27,52	8,19	81,72	5,14	117,40	13,91

Tablo 22. Deprem Durumunda 4. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	56,67	26,62	6,364E-02	3,320E-03	8,086E-02	39,41
	1,50	56,67	26,62	6,364E-02	3,320E-03	2,602E-02	8,869E-01
	3,00	56,67	26,62	6,364E-02	3,320E-03	1,142E-01	40,48
5°	0,00	39,74	25,69	23,22	6,519E-01	37,24	39,18
	1,50	39,74	25,69	23,22	6,519E-01	2,94	1,08
	3,00	39,74	25,69	23,22	6,519E-01	32,50	37,91
10°	0,00	27,41	23,53	40,76	1,20	65,30	35,97
	1,50	27,41	23,53	40,76	1,20	5,24	1,27
	3,00	27,41	23,53	40,76	1,20	57,16	34,64
15°	0,00	21,35	21,24	52,65	1,60	84,27	32,57
	1,50	21,35	21,24	52,65	1,60	6,88	1,57
	3,00	21,35	21,24	52,65	1,60	73,93	31,20
30°	0,00	29,69	15,85	67,72	1,99	94,12	23,30
	1,50	29,69	15,85	67,72	1,99	8,04	3,37
	3,00	29,69	15,85	67,72	1,99	109,12	24,69
45°	0,00	26,43	11,00	70,18	1,69	113,43	16,65
	1,50	26,43	11,00	70,18	1,69	9,55	2,55
	3,00	26,43	11,00	70,18	1,69	97,36	16,74
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	20,40	1,305E-01	66,16	1,515E-02	93,06	1,956E-01
	1,50	20,40	1,305E-01	66,16	1,515E-02	8,27	1,126E-02
	3,00	20,40	1,305E-01	66,16	1,515E-02	105,70	1,967E-01
5°	0,00	28,95	6,73	68,43	3,141E-01	109,27	10,24
	1,50	28,95	6,73	68,43	3,141E-01	8,56	2,248E-01
	3,00	28,95	6,73	68,43	3,141E-01	96,31	9,95
10°	0,00	30,87	10,88	67,56	6,700E-01	107,84	16,60
	1,50	30,87	10,88	67,56	6,700E-01	8,49	4,861E-01
	3,00	30,87	10,88	67,56	6,700E-01	95,15	16,04
15°	0,00	28,66	13,21	66,40	1,07	105,98	20,22
	1,50	28,66	13,21	66,40	1,07	8,42	8,271E-01
	3,00	28,66	13,21	66,40	1,07	93,54	19,43
30°	0,00	29,05	15,72	65,87	2,20	91,56	22,98
	1,50	29,05	15,72	65,87	2,20	7,93	3,78
	3,00	29,05	15,72	65,87	2,20	106,16	24,76
45°	0,00	16,71	15,24	63,72	3,09	102,88	23,11
	1,50	16,71	15,24	63,72	3,09	10,73	4,13
	3,00	16,71	15,24	63,72	3,09	88,98	23,36

Tablo 23. Deprem Durumunda 5. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	28,09	19,34	9,336E-02	3,853E-03	1,520E-01	27,80
	1,50	28,09	19,34	9,336E-02	3,853E-03	2,022E-02	1,40
	3,00	28,09	19,34	9,336E-02	3,853E-03	1,302E-01	30,24
5°	0,00	20,08	18,69	17,80	4,785E-01	29,07	29,55
	1,50	20,08	18,69	17,80	4,785E-01	2,60	1,72
	3,00	20,08	18,69	17,80	4,785E-01	24,38	26,56
10°	0,00	14,05	17,04	31,46	8,880E-01	51,31	27,33
	1,50	14,05	17,04	31,46	8,880E-01	4,59	2,04
	3,00	14,05	17,04	31,46	8,880E-01	43,18	23,85
15°	0,00	10,82	15,23	40,94	1,19	66,71	24,85
	1,50	10,82	15,23	40,94	1,19	5,91	2,33
	3,00	10,82	15,23	40,94	1,19	56,23	20,90
30°	0,00	16,02	11,87	50,95	1,47	68,64	15,73
	1,50	16,02	11,87	50,95	1,47	7,98	3,33
	3,00	16,02	11,87	50,95	1,47	84,25	20,22
45°	0,00	14,68	7,88	53,68	1,34	89,16	14,05
	1,50	14,68	7,88	53,68	1,34	9,04	3,72
	3,00	14,68	7,88	53,68	1,34	71,96	10,47
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	10,59	1,356E-01	51,14	1,642E-02	70,59	2,062E-01
	1,50	10,59	1,356E-01	51,14	1,642E-02	7,14	6,229E-03
	3,00	10,59	1,356E-01	51,14	1,642E-02	83,00	2,007E-01
5°	0,00	14,90	4,89	53,06	2,274E-01	86,00	7,65
	1,50	14,90	4,89	53,06	2,274E-01	7,33	3,777E-01
	3,00	14,90	4,89	53,06	2,274E-01	73,34	7,02
10°	0,00	16,32	7,91	52,51	4,918E-01	85,06	12,53
	1,50	16,32	7,91	52,51	4,918E-01	7,24	8,175E-01
	3,00	16,32	7,91	52,51	4,918E-01	72,63	11,22
15°	0,00	14,90	9,54	51,87	7,911E-01	84,13	15,37
	1,50	14,90	9,54	51,87	7,911E-01	7,00	1,30
	3,00	14,90	9,54	51,87	7,911E-01	71,60	13,29
30°	0,00	15,64	11,55	49,69	1,62	66,94	15,07
	1,50	15,64	11,55	49,69	1,62	7,84	3,48
	3,00	15,64	11,55	49,69	1,62	82,19	19,93
45°	0,00	9,12	10,54	50,94	2,41	84,57	20,54
	1,50	9,12	10,54	50,94	2,41	9,17	6,53
	3,00	9,12	10,54	50,94	2,41	68,51	12,78

Tablo 24. Deprem Durumunda 6. Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	8,65	11,27	6,881E-02	4,210E-03	9,022E-02	15,39
	1,50	8,65	11,27	6,881E-02	4,210E-03	3,357E-02	1,58
	3,00	8,65	11,27	6,881E-02	4,210E-03	1,242E-01	18,44
5°	0,00	6,71	11,20	9,69	2,715E-01	17,41	18,72
	1,50	6,71	11,20	9,69	2,715E-01	2,93	1,97
	3,00	6,71	11,20	9,69	2,715E-01	11,71	14,88
10°	0,00	5,03	10,41	17,35	5,082E-01	31,07	17,84
	1,50	5,03	10,41	17,35	5,082E-01	5,19	2,29
	3,00	5,03	10,41	17,35	5,082E-01	21,05	13,39
15°	0,00	3,66	9,27	22,57	6,829E-01	40,49	16,38
	1,50	3,66	9,27	22,57	6,829E-01	6,78	2,54
	3,00	3,66	9,27	22,57	6,829E-01	27,30	11,46
30°	0,00	3,62	6,96	26,85	8,223E-01	31,39	9,85
	1,50	3,62	6,96	26,85	8,223E-01	8,95	3,59
	3,00	3,62	6,96	26,85	8,223E-01	49,18	12,11
45°	0,00	5,88	5,56	30,51	8,292E-01	56,21	11,22
	1,50	5,88	5,56	30,51	8,292E-01	10,52	3,46
	3,00	5,88	5,56	30,51	8,292E-01	35,35	6,11
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	2,85	1,321E-01	28,76	1,818E-02	35,46	1,963E-01
	1,50	2,85	1,321E-01	28,76	1,818E-02	8,04	6,320E-03
	3,00	2,85	1,321E-01	28,76	1,818E-02	50,93	2,001E-01
5°	0,00	4,26	2,93	30,00	1,288E-01	53,02	4,80
	1,50	4,26	2,93	30,00	1,288E-01	8,29	4,434E-01
	3,00	4,26	2,93	30,00	1,288E-01	37,09	3,99
10°	0,00	5,48	4,93	29,80	2,799E-01	52,62	8,32
	1,50	5,48	4,93	29,80	2,799E-01	8,21	1,00
	3,00	5,48	4,93	29,80	2,799E-01	36,90	6,50
15°	0,00	4,48	5,89	28,77	4,508E-01	51,24	10,17
	1,50	4,48	5,89	28,77	4,508E-01	8,20	1,44
	3,00	4,48	5,89	28,77	4,508E-01	35,14	7,54
30°	0,00	3,72	6,63	26,16	9,052E-01	30,53	9,26
	1,50	3,72	6,63	26,16	9,052E-01	8,79	3,94
	3,00	3,72	6,63	26,16	9,052E-01	47,99	11,95
45°	0,00	3,64	6,12	28,80	1,46	53,53	13,56
	1,50	3,64	6,12	28,80	1,46	10,52	5,24
	3,00	3,64	6,12	28,80	1,46	32,99	6,30

Tablo 25. Deprem Durumunda 1. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	160,59	20,60	3,064E-03	6,991E-05	6,624E-03	41,85
	1,75	160,59	20,60	3,064E-03	6,991E-05	1,296E-03	5,81
	3,50	160,59	20,60	3,064E-03	6,991E-05	4,120E-03	30,26
5°	0,00	126,33	19,30	36,32	6,876E-01	25,36	27,38
	1,75	126,33	19,30	36,32	6,876E-01	38,41	6,42
	3,50	126,33	19,30	36,32	6,876E-01	101,91	40,18
10°	0,00	96,17	17,37	63,36	1,26	44,16	23,48
	1,75	96,17	17,37	63,36	1,26	67,19	6,98
	3,50	96,17	17,37	63,36	1,26	177,96	37,34
15°	0,00	73,82	15,63	81,48	1,67	229,29	34,78
	1,75	73,82	15,63	81,48	1,67	86,85	7,51
	3,50	73,82	15,63	81,48	1,67	56,33	20,00
30°	0,00	39,64	11,82	101,79	2,03	292,44	29,08
	1,75	39,64	11,82	101,79	2,03	114,39	8,88
	3,50	39,64	11,82	101,79	2,03	64,13	12,95
45°	0,00	2,476E-02	4,803E-02	2,322E-02	0,00	8,128E-02	1,681E-01
	1,75	2,476E-02	4,803E-02	2,322E-02	0,00	4,064E-02	8,405E-02
	3,50	2,476E-02	4,803E-02	2,322E-02	0,00	0,00	0,00
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	1,608E-02	3,484E-04	103,58	2,087E-02	286,85	5,771E-04
	1,75	1,608E-02	3,484E-04	103,58	2,087E-02	105,76	7,412E-05
	3,50	1,608E-02	3,484E-04	103,58	2,087E-02	76,16	6,490E-04
5°	0,00	36,51	5,17	106,21	3,176E-01	78,17	7,74
	1,75	36,51	5,17	106,21	3,176E-01	108,39	1,44
	3,50	36,51	5,17	106,21	3,176E-01	294,07	10,39
10°	0,00	49,86	8,28	104,01	6,887E-01	76,28	11,98
	1,75	49,86	8,28	104,01	6,887E-01	106,46	2,80
	3,50	49,86	8,28	104,01	6,887E-01	288,29	17,08
15°	0,00	51,75	9,98	101,77	1,10	283,35	21,35
	1,75	51,75	9,98	101,77	1,10	105,40	4,18
	3,50	51,75	9,98	101,77	1,10	73,27	13,76
30°	0,00	38,85	11,90	99,10	2,25	285,26	29,52
	1,75	38,85	11,90	99,10	2,25	111,92	9,12
	3,50	38,85	11,90	99,10	2,25	61,91	12,73
45°	0,00	1,865E-02	5,700E-02	3,681E-02	0,00	1,288E-01	1,995E-01
	1,75	1,865E-02	5,700E-02	3,681E-02	0,00	6,442E-02	9,975E-02
	3,50	1,865E-02	5,700E-02	3,681E-02	0,00	0,00	0,00

Tablo 26. Deprem Durumunda 2. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	127,11	31,16	1,179E-03	5,075E-05	5,104E-03	47,95
	1,50	127,11	31,16	1,179E-03	5,075E-05	3,566E-03	1,37
	3,00	127,11	31,16	1,179E-03	5,075E-05	2,374E-03	45,53
5°	0,00	100,49	28,33	35,00	1,02	47,58	41,34
	1,50	100,49	28,33	35,00	1,02	6,29	1,35
	3,00	100,49	28,33	35,00	1,02	57,69	43,66
10°	0,00	76,85	24,43	61,35	1,87	83,42	35,56
	1,50	76,85	24,43	61,35	1,87	11,37	1,33
	3,00	76,85	24,43	61,35	1,87	101,17	37,73
15°	0,00	59,20	20,97	79,31	2,49	130,93	32,47
	1,50	59,20	20,97	79,31	2,49	14,87	1,31
	3,00	59,20	20,97	79,31	2,49	107,72	30,45
30°	0,00	31,85	14,24	101,03	3,12	169,84	22,27
	1,50	31,85	14,24	101,03	3,12	19,02	1,56
	3,00	31,85	14,24	101,03	3,12	133,44	20,53
45°	0,00	1,07	13,13	118,04	2,58	139,27	17,37
	1,50	1,07	13,13	118,04	2,58	38,71	2,52
	3,00	1,07	13,13	118,04	2,58	215,17	22,07
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	1,467E-02	2,473E-04	99,53	1,616E-02	162,49	3,949E-04
	1,50	1,467E-02	2,473E-04	99,53	1,616E-02	17,46	1,490E-04
	3,00	1,467E-02	2,473E-04	99,53	1,616E-02	137,06	4,046E-04
5°	0,00	28,96	8,04	102,65	4,768E-01	141,31	11,75
	1,50	28,96	8,04	102,65	4,768E-01	18,17	3,349E-01
	3,00	28,96	8,04	102,65	4,768E-01	167,65	12,37
10°	0,00	39,73	12,46	101,07	1,03	138,99	18,19
	1,50	39,73	12,46	101,07	1,03	18,13	5,790E-01
	3,00	39,73	12,46	101,07	1,03	165,23	19,20
15°	0,00	41,39	14,35	99,56	1,65	163,20	22,17
	1,50	41,39	14,35	99,56	1,65	17,43	7,656E-01
	3,00	41,39	14,35	99,56	1,65	136,29	20,91
30°	0,00	31,20	14,09	98,42	3,45	165,68	22,06
	1,50	31,20	14,09	98,42	3,45	18,84	1,46
	3,00	31,20	14,09	98,42	3,45	129,80	20,28
45°	0,00	1,58	14,34	111,65	4,70	131,68	18,74
	1,50	1,58	14,34	111,65	4,70	38,24	3,27
	3,00	1,58	14,34	111,65	4,70	204,16	24,42

Tablo 27. Deprem Durumunda 3. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	90,52	27,90	6,994E-03	9,773E-05	1,045E-02	41,46
	1,50	90,52	27,90	6,994E-03	9,773E-05	4,238E-04	1,25
	3,00	90,52	27,90	6,994E-03	9,773E-05	1,055E-02	42,28
5°	0,00	72,23	25,23	32,12	1,01	51,78	38,25
	1,50	72,23	25,23	32,12	1,01	5,61	1,37
	3,00	72,23	25,23	32,12	1,01	45,00	37,49
10°	0,00	55,70	21,52	56,34	1,87	90,80	32,60
	1,50	55,70	21,52	56,34	1,87	10,32	1,48
	3,00	55,70	21,52	56,34	1,87	79,07	32,02
15°	0,00	43,21	18,21	72,83	2,48	102,27	27,18
	1,50	43,21	18,21	72,83	2,48	13,67	1,61
	3,00	43,21	18,21	72,83	2,48	117,40	27,55
30°	0,00	23,37	12,09	93,92	3,16	132,12	18,21
	1,50	23,37	12,09	93,92	3,16	11,09	1,56
	3,00	23,37	12,09	93,92	3,16	149,96	18,19
45°	0,00	1,44	8,76	91,23	2,78	148,09	13,88
	1,50	1,44	8,76	91,23	2,78	16,16	2,69
	3,00	1,44	8,76	91,23	2,78	126,65	12,92
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	1,241E-02	3,707E-04	90,93	2,858E-02	127,40	6,124E-04
	1,50	1,241E-02	3,707E-04	90,93	2,858E-02	17,16	2,170E-04
	3,00	1,241E-02	3,707E-04	90,93	2,858E-02	146,85	5,808E-04
5°	0,00	20,64	7,31	93,90	4,683E-01	151,57	11,09
	1,50	20,64	7,31	93,90	4,683E-01	17,85	2,800E-01
	3,00	20,64	7,31	93,90	4,683E-01	131,68	10,84
10°	0,00	28,58	11,26	92,55	1,02	149,30	17,10
	1,50	28,58	11,26	92,55	1,02	17,73	5,623E-01
	3,00	28,58	11,26	92,55	1,02	129,92	16,70
15°	0,00	30,00	12,82	91,14	1,65	127,75	19,04
	1,50	30,00	12,82	91,14	1,65	17,03	8,655E-01
	3,00	30,00	12,82	91,14	1,65	147,11	19,47
30°	0,00	22,82	11,84	91,57	3,49	128,87	17,88
	1,50	22,82	11,84	91,57	3,49	11,10	1,44
	3,00	22,82	11,84	91,57	3,49	146,19	17,77
45°	0,00	2,26	7,84	87,78	5,05	142,97	12,44
	1,50	2,26	7,84	87,78	5,05	21,57	4,25
	3,00	2,26	7,84	87,78	5,05	123,13	12,58

Tablo 28. Deprem Durumunda 4. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri V2 (kN) V3 (kN)		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri M2 (kNm) M3 (kNm)	
0°	0,00	56,29	26,55	1,899E-03	4,054E-05	2,847E-03	39,29
	1,50	56,29	26,55	1,899E-03	4,054E-05	1,521E-03	8,901E-01
	3,00	56,29	26,55	1,899E-03	4,054E-05	3,570E-03	40,36
5°	0,00	45,46	24,83	24,02	6,557E-01	38,38	37,84
	1,50	45,46	24,83	24,02	6,557E-01	2,86	9,955E-01
	3,00	45,46	24,83	24,02	6,557E-01	33,77	36,67
10°	0,00	35,44	22,12	42,23	1,21	67,39	33,78
	1,50	35,44	22,12	42,23	1,21	5,11	1,10
	3,00	35,44	22,12	42,23	1,21	59,45	32,60
15°	0,00	27,70	19,59	54,66	1,60	77,05	28,84
	1,50	27,70	19,59	54,66	1,60	6,72	1,21
	3,00	27,70	19,59	54,66	1,60	87,18	29,97
30°	0,00	15,03	14,08	70,71	2,00	98,71	20,61
	1,50	15,03	14,08	70,71	2,00	7,91	1,33
	3,00	15,03	14,08	70,71	2,00	113,50	21,69
45°	0,00	2,06	10,88	72,58	1,71	116,66	16,57
	1,50	2,06	10,88	72,58	1,71	9,12	2,02
	3,00	2,06	10,88	72,58	1,71	101,29	16,31
Y Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri V2 (kN) V3 (kN)		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri M2 (kNm) M3 (kNm)	
0°	0,00	1,067E-02	3,393E-04	68,41	1,294E-02	96,54	5,089E-04
	1,50	1,067E-02	3,393E-04	68,41	1,294E-02	8,10	2,883E-04
	3,00	1,067E-02	3,393E-04	68,41	1,294E-02	108,96	6,522E-04
5°	0,00	12,83	6,78	70,71	3,191E-01	112,56	10,31
	1,50	12,83	6,78	70,71	3,191E-01	8,38	2,073E-01
	3,00	12,83	6,78	70,71	3,191E-01	99,85	10,03
10°	0,00	18,03	10,77	69,84	6,752E-01	111,14	16,41
	1,50	18,03	10,77	69,84	6,752E-01	8,30	4,194E-01
	3,00	18,03	10,77	69,84	6,752E-01	98,68	15,90
15°	0,00	19,08	12,78	68,78	1,08	97,20	18,84
	1,50	19,08	12,78	68,78	1,08	8,24	6,465E-01
	3,00	19,08	12,78	68,78	1,08	109,43	19,51
30°	0,00	14,61	14,06	68,86	2,22	96,13	20,58
	1,50	14,61	14,06	68,86	2,22	7,82	1,48
	3,00	14,61	14,06	68,86	2,22	110,53	21,69
45°	0,00	2,77	13,97	67,82	3,12	108,93	21,37
	1,50	2,77	13,97	67,82	3,12	10,39	3,21
	3,00	2,77	13,97	67,82	3,12	95,13	21,03

Tablo 29. Deprem Durumunda 5. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	27,90	19,28	1,732E-03	7,634E-05	2,187E-03	27,70
	1,50	27,90	19,28	1,732E-03	7,634E-05	7,945E-04	1,40
	3,00	27,90	19,28	1,732E-03	7,634E-05	3,158E-03	30,15
5°	0,00	22,79	18,07	18,44	4,796E-01	30,05	28,48
	1,50	22,79	18,07	18,44	4,796E-01	2,61	1,58
	3,00	22,79	18,07	18,44	4,796E-01	25,31	25,74
10°	0,00	17,96	16,07	32,64	8,883E-01	53,11	25,61
	1,50	17,96	16,07	32,64	8,883E-01	4,60	1,75
	3,00	17,96	16,07	32,64	8,883E-01	44,91	22,63
15°	0,00	14,11	14,15	42,58	1,19	58,64	19,65
	1,50	14,11	14,15	42,58	1,19	5,92	1,92
	3,00	14,11	14,15	42,58	1,19	69,20	22,85
30°	0,00	7,68	9,48	53,24	1,46	72,10	12,36
	1,50	7,68	9,48	53,24	1,46	7,95	2,37
	3,00	7,68	9,48	53,24	1,46	87,67	16,21
45°	0,00	2,44	7,55	55,09	1,34	91,27	12,99
	1,50	2,44	7,55	55,09	1,34	9,02	2,75
	3,00	2,44	7,55	55,09	1,34	74,09	10,14
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	6,576E-03	4,651E-04	53,04	1,473E-02	73,42	6,697E-04
	1,50	6,576E-03	4,651E-04	53,04	1,473E-02	7,11	2,418E-04
	3,00	6,576E-03	4,651E-04	53,04	1,473E-02	85,86	8,011E-04
5°	0,00	6,36	4,91	54,97	2,278E-01	88,90	7,66
	1,50	6,36	4,91	54,97	2,278E-01	7,33	3,492E-01
	3,00	6,36	4,91	54,97	2,278E-01	76,17	7,08
10°	0,00	9,12	7,84	54,43	4,919E-01	87,98	12,32
	1,50	9,12	7,84	54,43	4,919E-01	7,25	6,966E-01
	3,00	9,12	7,84	54,43	4,919E-01	75,46	11,22
15°	0,00	9,68	9,30	53,85	7,907E-01	74,54	13,15
	1,50	9,68	9,30	53,85	7,907E-01	7,01	1,06
	3,00	9,68	9,30	53,85	7,907E-01	87,14	14,78
30°	0,00	7,41	9,34	51,96	1,62	70,35	12,03
	1,50	7,41	9,34	51,96	1,62	7,80	2,44
	3,00	7,41	9,34	51,96	1,62	85,57	16,11
45°	0,00	2,66	9,17	54,26	2,40	89,51	17,48
	1,50	2,66	9,17	54,26	2,40	9,11	4,81
	3,00	2,66	9,17	54,26	2,40	73,51	10,90

Tablo 30. Deprem Durumunda 6. Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	8,54	11,21	6,650E-03	7,526E-05	9,334E-03	15,30
	1,50	8,54	11,21	6,650E-03	7,526E-05	8,246E-04	1,58
	3,00	8,54	11,21	6,650E-03	7,526E-05	1,064E-02	18,35
5°	0,00	7,09	10,73	10,14	2,719E-01	17,95	17,85
	1,50	7,09	10,73	10,14	2,719E-01	2,81	1,79
	3,00	7,09	10,73	10,14	2,719E-01	12,48	14,35
10°	0,00	5,73	9,71	18,19	5,076E-01	32,14	16,46
	1,50	5,73	9,71	18,19	5,076E-01	4,98	1,95
	3,00	5,73	9,71	18,19	5,076E-01	22,50	12,68
15°	0,00	4,56	8,60	23,74	6,811E-01	29,31	10,92
	1,50	4,56	8,60	23,74	6,811E-01	6,50	2,08
	3,00	4,56	8,60	23,74	6,811E-01	41,97	14,91
30°	0,00	2,53	5,54	28,38	8,182E-01	34,05	6,49
	1,50	2,53	5,54	28,38	8,182E-01	8,57	2,33
	3,00	2,53	5,54	28,38	8,182E-01	51,11	10,33
45°	0,00	1,62	4,69	30,54	8,173E-01	55,55	9,16
	1,50	1,62	4,69	30,54	8,173E-01	9,81	2,55
	3,00	1,62	4,69	30,54	8,173E-01	36,10	5,32
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	3,297E-03	7,246E-04	30,08	1,632E-02	37,72	1,171E-03
	1,50	3,297E-03	7,246E-04	30,08	1,632E-02	7,73	3,266E-04
	3,00	3,297E-03	7,246E-04	30,08	1,632E-02	52,61	1,098E-03
5°	0,00	1,95	2,88	31,35	1,281E-01	54,75	4,71
	1,50	1,95	2,88	31,35	1,281E-01	7,97	4,092E-01
	3,00	1,95	2,88	31,35	1,281E-01	39,40	3,95
10°	0,00	2,92	4,74	31,19	2,790E-01	54,42	7,85
	1,50	2,92	4,74	31,19	2,790E-01	7,89	8,050E-01
	3,00	2,92	4,74	31,19	2,790E-01	39,25	6,38
15°	0,00	3,11	5,67	30,19	4,493E-01	37,57	7,46
	1,50	3,11	5,67	30,19	4,493E-01	7,88	1,18
	3,00	3,11	5,67	30,19	4,493E-01	53,06	9,59
30°	0,00	2,44	5,41	27,67	9,008E-01	33,15	6,17
	1,50	2,44	5,41	27,67	9,008E-01	8,41	2,43
	3,00	2,44	5,41	27,67	9,008E-01	49,89	10,26
45°	0,00	1,62	4,97	31,27	1,44	56,96	11,19
	1,50	1,62	4,97	31,27	1,44	10,22	4,10
	3,00	1,62	4,97	31,27	1,44	36,95	4,42

Tablo 31. Deprem Durumunda 1. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	161,44	20,62	1,248E-01	1,085E-02	2,991E-01	41,87
	1,75	161,44	20,62	1,248E-01	1,085E-02	8,508E-02	5,78
	3,50	161,44	20,62	1,248E-01	1,085E-02	1,427E-01	30,32
5°	0,00	152,30	18,74	35,35	6,910E-01	22,99	26,96
	1,75	152,30	18,74	35,35	6,910E-01	39,12	5,84
	3,50	152,30	18,74	35,35	6,910E-01	100,93	38,63
10°	0,00	136,12	16,37	61,73	1,26	40,21	22,77
	1,75	136,12	16,37	61,73	1,26	68,33	5,93
	3,50	136,12	16,37	61,73	1,26	176,24	34,54
15°	0,00	119,25	14,38	79,50	1,67	227,28	31,14
	1,75	119,25	14,38	79,50	1,67	88,30	6,09
	3,50	119,25	14,38	79,50	1,67	51,52	19,26
30°	0,00	74,40	10,89	100,03	2,04	290,90	24,99
	1,75	74,40	10,89	100,03	2,04	115,94	6,71
	3,50	74,40	10,89	100,03	2,04	59,57	13,83
45°	0,00	47,39	10,11	117,37	1,85	71,54	13,24
	1,75	47,39	10,11	117,37	1,85	134,27	7,30
	3,50	47,39	10,11	117,37	1,85	339,58	23,61
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	74,93	8,406E-02	100,59	3,755E-02	283,45	9,724E-02
	1,75	74,93	8,406E-02	100,59	3,755E-02	107,60	4,991E-02
	3,50	74,93	8,406E-02	100,59	3,755E-02	69,19	1,970E-01
5°	0,00	57,35	5,29	103,24	3,097E-01	71,18	8,00
	1,75	57,35	5,29	103,24	3,097E-01	110,28	1,35
	3,50	57,35	5,29	103,24	3,097E-01	290,75	10,53
10°	0,00	61,21	8,32	101,27	6,852E-01	69,76	12,43
	1,75	61,21	8,32	101,27	6,852E-01	108,27	2,42
	3,50	61,21	8,32	101,27	6,852E-01	285,29	16,78
15°	0,00	68,39	9,85	99,29	1,10	280,74	20,30
	1,75	68,39	9,85	99,29	1,10	107,14	3,41
	3,50	68,39	9,85	99,29	1,10	67,26	14,34
30°	0,00	76,42	10,99	97,42	2,26	283,79	25,45
	1,75	76,42	10,99	97,42	2,26	113,40	6,91
	3,50	76,42	10,99	97,42	2,26	57,56	13,72
45°	0,00	79,87	13,02	114,39	3,34	66,73	11,69
	1,75	79,87	13,02	114,39	3,34	134,49	12,75
	3,50	79,87	13,02	114,39	3,34	334,48	35,02

Tablo 32. Deprem Durumunda 2. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	127,79	31,28	1,820E-01	3,609E-03	3,578E-01	48,14
	1,50	127,79	31,28	1,820E-01	3,609E-03	1,029E-01	1,37
	3,00	127,79	31,28	1,820E-01	3,609E-03	2,055E-01	45,72
5°	0,00	120,34	27,87	32,65	1,02	44,13	40,70
	1,50	120,34	27,87	32,65	1,02	6,31	1,28
	3,00	120,34	27,87	32,65	1,02	54,11	42,92
10°	0,00	107,39	23,58	57,45	1,87	77,71	34,39
	1,50	107,39	23,58	57,45	1,87	11,40	1,19
	3,00	107,39	23,58	57,45	1,87	95,26	36,36
15°	0,00	93,95	20,03	74,48	2,49	123,56	30,94
	1,50	93,95	20,03	74,48	2,49	14,86	1,13
	3,00	93,95	20,03	74,48	2,49	100,68	29,16
30°	0,00	58,37	14,82	95,84	3,11	161,69	23,00
	1,50	58,37	14,82	95,84	3,11	18,65	9,286E-01
	3,00	58,37	14,82	95,84	3,11	126,06	21,49
45°	0,00	38,27	13,73	91,31	2,74	124,40	19,68
	1,50	38,27	13,73	91,31	2,74	16,07	1,32
	3,00	38,27	13,73	91,31	2,74	150,19	21,56
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	57,42	2,210E-01	93,36	1,382E-02	153,29	3,380E-01
	1,50	57,42	2,210E-01	93,36	1,382E-02	17,64	9,893E-03
	3,00	57,42	2,210E-01	93,36	1,382E-02	127,85	3,252E-01
5°	0,00	43,79	8,35	96,28	4,821E-01	131,85	12,20
	1,50	43,79	8,35	96,28	4,821E-01	18,33	3,375E-01
	3,00	43,79	8,35	96,28	4,821E-01	158,11	12,83
10°	0,00	47,42	12,97	94,93	1,03	129,94	18,96
	1,50	47,42	12,97	94,93	1,03	18,24	5,571E-01
	3,00	47,42	12,97	94,93	1,03	156,00	19,96
15°	0,00	53,42	14,99	93,72	1,65	154,35	23,09
	1,50	53,42	14,99	93,72	1,65	17,46	7,067E-01
	3,00	53,42	14,99	93,72	1,65	127,73	21,88
30°	0,00	59,99	14,72	93,47	3,43	157,88	22,85
	1,50	59,99	14,72	93,47	3,43	18,48	9,398E-01
	3,00	59,99	14,72	93,47	3,43	122,76	21,33
45°	0,00	64,81	12,29	88,14	4,97	119,49	17,69
	1,50	64,81	12,29	88,14	4,97	20,47	1,68
	3,00	64,81	12,29	88,14	4,97	146,70	19,28

Tablo 33. Deprem Durumunda 3. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	91,05	28,03	1,749E-01	5,377E-03	2,239E-01	41,65
	1,50	91,05	28,03	1,749E-01	5,377E-03	5,926E-02	1,25
	3,00	91,05	28,03	1,749E-01	5,377E-03	3,076E-01	42,48
5°	0,00	85,20	24,86	29,45	1,01	47,48	37,69
	1,50	85,20	24,86	29,45	1,01	5,53	1,27
	3,00	85,20	24,86	29,45	1,01	41,35	36,94
10°	0,00	75,64	20,87	51,91	1,87	83,70	31,62
	1,50	75,64	20,87	51,91	1,87	10,21	1,27
	3,00	75,64	20,87	51,91	1,87	73,01	31,02
15°	0,00	65,90	17,57	67,34	2,48	94,74	26,15
	1,50	65,90	17,57	67,34	2,48	13,54	1,30
	3,00	65,90	17,57	67,34	2,48	108,61	26,61
30°	0,00	40,38	13,24	88,00	3,14	123,98	19,68
	1,50	40,38	13,24	88,00	3,14	10,58	9,105E-01
	3,00	40,38	13,24	88,00	3,14	140,35	20,07
45°	0,00	28,35	12,31	87,49	2,73	138,91	19,02
	1,50	28,35	12,31	87,49	2,73	13,49	1,89
	3,00	28,35	12,31	87,49	2,73	124,56	18,10
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	37,43	2,227E-01	83,87	1,625E-02	117,71	3,281E-01
	1,50	37,43	2,227E-01	83,87	1,625E-02	17,00	8,202E-03
	3,00	37,43	2,227E-01	83,87	1,625E-02	135,55	3,403E-01
5°	0,00	28,41	7,61	86,64	4,764E-01	139,96	11,55
	1,50	28,41	7,61	86,64	4,764E-01	17,70	2,703E-01
	3,00	28,41	7,61	86,64	4,764E-01	121,72	11,29
10°	0,00	32,08	11,83	85,59	1,03	138,17	17,96
	1,50	32,08	11,83	85,59	1,03	17,60	5,065E-01
	3,00	32,08	11,83	85,59	1,03	120,39	17,53
15°	0,00	36,82	13,60	84,56	1,65	118,72	20,16
	1,50	36,82	13,60	84,56	1,65	16,88	7,233E-01
	3,00	36,82	13,60	84,56	1,65	136,58	20,66
30°	0,00	41,55	13,06	85,90	3,47	121,08	19,44
	1,50	41,55	13,06	85,90	3,47	10,65	9,227E-01
	3,00	41,55	13,06	85,90	3,47	137,00	19,77
45°	0,00	46,54	9,72	84,95	4,97	135,73	14,88
	1,50	46,54	9,72	84,95	4,97	19,42	2,91
	3,00	46,54	9,72	84,95	4,97	121,68	14,85

Tablo 34. Deprem Durumunda 4. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Kesme Kuvvetleri							Eğilme Momentleri	
	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Burulma Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	56,67	26,62	6,284E-02	3,302E-03	7,811E-02	39,41		
	1,50	56,67	26,62	6,284E-02	3,302E-03	2,661E-02	8,869E-01		
	3,00	56,67	26,62	6,284E-02	3,302E-03	1,144E-01	40,48		
5°	0,00	52,57	24,12	23,21	6,553E-01	37,19	36,72		
	1,50	52,57	24,12	23,21	6,553E-01	2,91	9,055E-01		
	3,00	52,57	24,12	23,21	6,553E-01	32,51	35,65		
10°	0,00	46,34	20,88	40,92	1,21	65,51	31,84		
	1,50	46,34	20,88	40,92	1,21	5,21	9,346E-01		
	3,00	46,34	20,88	40,92	1,21	57,43	30,81		
15°	0,00	40,15	18,14	53,11	1,60	74,64	26,74		
	1,50	40,15	18,14	53,11	1,60	6,86	9,765E-01		
	3,00	40,15	18,14	53,11	1,60	84,95	27,70		
30°	0,00	23,90	13,60	69,29	2,01	96,47	19,98		
	1,50	23,90	13,60	69,29	2,01	8,02	8,303E-01		
	3,00	23,90	13,60	69,29	2,01	111,48	20,85		
45°	0,00	18,98	12,16	70,96	1,72	114,22	18,56		
	1,50	18,98	12,16	70,96	1,72	9,15	1,54		
	3,00	18,98	12,16	70,96	1,72	98,91	18,05		
Y Doğr.	Kesme Kuvvetleri							Eğilme Momentleri	
	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Burulma Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	20,38	1,301E-01	66,16	1,515E-02	93,06	1,947E-01		
	1,50	20,38	1,301E-01	66,16	1,515E-02	8,27	1,166E-02		
	3,00	20,38	1,301E-01	66,16	1,515E-02	105,70	1,963E-01		
5°	0,00	15,48	7,01	68,44	3,153E-01	109,27	10,65		
	1,50	15,48	7,01	68,44	3,153E-01	8,55	1,944E-01		
	3,00	15,48	7,01	68,44	3,153E-01	96,34	10,38		
10°	0,00	18,74	11,00	67,72	6,730E-01	108,08	16,72		
	1,50	18,74	11,00	67,72	6,730E-01	8,48	3,635E-01		
	3,00	18,74	11,00	67,72	6,730E-01	95,40	16,27		
15°	0,00	22,05	12,90	66,85	1,07	94,21	19,06		
	1,50	22,05	12,90	66,85	1,07	8,41	5,290E-01		
	3,00	22,05	12,90	66,85	1,07	106,66	19,64		
30°	0,00	24,64	13,65	67,56	2,22	94,07	20,04		
	1,50	24,64	13,65	67,56	2,22	7,92	8,686E-01		
	3,00	24,64	13,65	67,56	2,22	108,70	20,94		
45°	0,00	29,34	13,10	67,26	3,14	108,19	20,12		
	1,50	29,34	13,10	67,26	3,14	10,58	2,43		
	3,00	29,34	13,10	67,26	3,14	94,23	19,47		

Tablo 35. Deprem Durumunda 5. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	28,10	19,34	9,012E-02	3,842E-03	1,477E-01	27,80
	1,50	28,10	19,34	9,012E-02	3,842E-03	2,079E-02	1,40
	3,00	28,10	19,34	9,012E-02	3,842E-03	1,249E-01	30,24
5°	0,00	26,29	17,57	17,73	4,806E-01	28,99	27,59
	1,50	26,29	17,57	17,73	4,806E-01	2,62	1,43
	3,00	26,29	17,57	17,73	4,806E-01	24,25	25,12
10°	0,00	23,41	15,22	31,52	8,884E-01	51,42	24,08
	1,50	23,41	15,22	31,52	8,884E-01	4,61	1,47
	3,00	23,41	15,22	31,52	8,884E-01	43,24	21,59
15°	0,00	20,39	13,19	41,24	1,19	56,65	18,55
	1,50	20,39	13,19	41,24	1,19	5,94	1,53
	3,00	20,39	13,19	41,24	1,19	67,19	21,06
30°	0,00	11,83	9,43	52,04	1,46	70,27	13,00
	1,50	11,83	9,43	52,04	1,46	7,98	1,73
	3,00	11,83	9,43	52,04	1,46	85,89	15,41
45°	0,00	10,66	8,77	53,43	1,33	88,90	14,07
	1,50	10,66	8,77	53,43	1,33	9,15	1,92
	3,00	10,66	8,77	53,43	1,33	71,48	12,46
Y Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	10,57	1,356E-01	51,14	1,642E-02	70,59	2,062E-01
	1,50	10,57	1,356E-01	51,14	1,642E-02	7,14	6,740E-03
	3,00	10,57	1,356E-01	51,14	1,642E-02	83,00	2,007E-01
5°	0,00	7,99	5,06	53,05	2,273E-01	86,00	7,87
	1,50	7,99	5,06	53,05	2,273E-01	7,35	3,249E-01
	3,00	7,99	5,06	53,05	2,273E-01	73,31	7,32
10°	0,00	9,46	8,03	52,63	4,914E-01	85,27	12,51
	1,50	9,46	8,03	52,63	4,914E-01	7,27	5,918E-01
	3,00	9,46	8,03	52,63	4,914E-01	72,80	11,59
15°	0,00	11,15	9,46	52,23	7,899E-01	72,12	13,59
	1,50	11,15	9,46	52,23	7,899E-01	7,02	8,500E-01
	3,00	11,15	9,46	52,23	7,899E-01	84,69	14,82
30°	0,00	12,20	9,42	50,87	1,61	68,70	12,90
	1,50	12,20	9,42	50,87	1,61	7,83	1,78
	3,00	12,20	9,42	50,87	1,61	83,95	15,47
45°	0,00	15,65	8,81	53,43	2,39	88,38	15,73
	1,50	15,65	8,81	53,43	2,39	9,21	3,37
	3,00	15,65	8,81	53,43	2,39	72,15	11,15

Tablo 36. Deprem Durumunda 6. Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	8,66	11,27	7,526E-02	4,129E-03	9,928E-02	15,39
	1,50	8,66	11,27	7,526E-02	4,129E-03	3,054E-02	1,58
	3,00	8,66	11,27	7,526E-02	4,129E-03	1,323E-01	18,44
5°	0,00	7,98	10,38	9,65	2,727E-01	17,33	17,15
	1,50	7,98	10,38	9,65	2,727E-01	2,93	1,62
	3,00	7,98	10,38	9,65	2,727E-01	11,65	13,99
10°	0,00	7,11	9,12	17,44	5,075E-01	31,21	15,27
	1,50	7,11	9,12	17,44	5,075E-01	5,19	1,64
	3,00	7,11	9,12	17,44	5,075E-01	21,19	12,10
15°	0,00	6,18	7,96	22,89	6,800E-01	27,78	10,36
	1,50	6,18	7,96	22,89	6,800E-01	6,79	1,67
	3,00	6,18	7,96	22,89	6,800E-01	40,98	13,53
30°	0,00	3,52	5,51	27,88	8,150E-01	32,92	6,99
	1,50	3,52	5,51	27,88	8,150E-01	8,96	1,71
	3,00	3,52	5,51	27,88	8,150E-01	50,73	9,68
45°	0,00	4,29	5,53	29,42	8,073E-01	54,14	9,71
	1,50	4,29	5,53	29,42	8,073E-01	10,07	1,90
	3,00	4,29	5,53	29,42	8,073E-01	34,15	7,10
Y Doğr.							
Y Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	2,84	1,320E-01	28,76	1,818E-02	35,46	1,970E-01
	1,50	2,84	1,320E-01	28,76	1,818E-02	8,05	5,339E-03
	3,00	2,84	1,320E-01	28,76	1,818E-02	50,94	1,992E-01
5°	0,00	2,15	2,93	30,03	1,282E-01	53,09	4,76
	1,50	2,15	2,93	30,03	1,282E-01	8,31	3,834E-01
	3,00	2,15	2,93	30,03	1,282E-01	37,12	4,04
10°	0,00	2,77	4,78	30,01	2,787E-01	52,97	7,80
	1,50	2,77	4,78	30,01	2,787E-01	8,23	6,896E-01
	3,00	2,77	4,78	30,01	2,787E-01	37,17	6,55
15°	0,00	3,36	5,70	29,16	4,484E-01	35,68	7,72
	1,50	3,36	5,70	29,16	4,484E-01	8,23	9,569E-01
	3,00	3,36	5,70	29,16	4,484E-01	51,85	9,41
30°	0,00	3,62	5,47	27,27	8,973E-01	32,19	6,86
	1,50	3,62	5,47	27,27	8,973E-01	8,79	1,76
	3,00	3,62	5,47	27,27	8,973E-01	49,66	9,69
45°	0,00	5,43	5,05	31,28	1,42	57,56	10,33
	1,50	5,43	5,05	31,28	1,42	10,78	3,12
	3,00	5,43	5,05	31,28	1,42	36,37	5,24

Tablo 37. Deprem Durumunda 1. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	158,73	20,34	3,691E-01	3,301E-02	5,660E-01	41,51
	1,75	158,73	20,34	3,691E-01	3,301E-02	1,202E-01	5,93
	3,50	158,73	20,34	3,691E-01	3,301E-02	7,370E-01	29,67
5°	0,00	191,10	17,76	28,38	6,442E-01	6,96	25,75
	1,75	191,10	17,76	28,38	6,442E-01	43,73	5,35
	3,50	191,10	17,76	28,38	6,442E-01	93,32	36,43
10°	0,00	200,60	14,91	49,65	1,21	12,66	21,22
	1,75	200,60	14,91	49,65	1,21	76,38	4,95
	3,50	200,60	14,91	49,65	1,21	163,12	30,99
15°	0,00	193,48	12,83	64,29	1,62	210,79	27,00
	1,75	193,48	12,83	64,29	1,62	98,48	4,77
	3,50	193,48	12,83	64,29	1,62	16,78	18,01
30°	0,00	126,77	10,91	83,22	2,02	272,88	22,06
	1,75	126,77	10,91	83,22	2,02	127,37	4,85
	3,50	126,77	10,91	83,22	2,02	20,12	17,00
45°	0,00	75,01	11,65	103,55	1,82	40,10	20,27
	1,75	75,01	11,65	103,55	1,82	142,47	5,11
	3,50	75,01	11,65	103,55	1,82	323,52	21,75
Y Doğr.	Tabandan Yükseklik (m)	Eksenel Kuvvet (kN)	Kesme Kuvvetleri		Burulma Momenti (kNm)	Eğilme Momentleri	
			V2 (kN)	V3 (kN)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	193,28	3,548E-01	80,73	1,824E-01	261,65	5,253E-01
	1,75	193,28	3,548E-01	80,73	1,824E-01	120,62	9,628E-02
	3,50	193,28	3,548E-01	80,73	1,824E-01	23,47	7,167E-01
5°	0,00	164,15	5,40	82,99	2,728E-01	24,53	8,22
	1,75	164,15	5,40	82,99	2,728E-01	123,64	1,30
	3,50	164,15	5,40	82,99	2,728E-01	268,62	10,69
10°	0,00	146,35	8,53	81,74	6,489E-01	24,74	13,16
	1,75	146,35	8,53	81,74	6,489E-01	121,23	2,08
	3,50	146,35	8,53	81,74	6,489E-01	264,03	16,77
15°	0,00	139,48	10,12	80,56	1,07	260,42	19,91
	1,75	139,48	10,12	80,56	1,07	119,63	2,72
	3,50	139,48	10,12	80,56	1,07	23,62	15,67
30°	0,00	131,11	11,47	81,12	2,23	266,31	23,45
	1,75	131,11	11,47	81,12	2,23	124,49	5,08
	3,50	131,11	11,47	81,12	2,23	19,50	17,53
45°	0,00	113,31	11,57	99,50	3,30	34,18	16,60
	1,75	113,31	11,57	99,50	3,30	143,57	8,97
	3,50	113,31	11,57	99,50	3,30	317,32	26,56

Tablo 38. Deprem Durumunda 2. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	125,85	30,62	6,347E-01	5,920E-02	9,044E-01	47,12
	1,50	125,85	30,62	6,347E-01	5,920E-02	8,792E-02	1,36
	3,00	125,85	30,62	6,347E-01	5,920E-02	1,00	44,75
5°	0,00	151,50	26,45	18,12	1,06	23,45	38,66
	1,50	151,50	26,45	18,12	1,06	5,96	1,18
	3,00	151,50	26,45	18,12	1,06	31,60	40,70
10°	0,00	159,16	21,75	32,02	1,91	41,62	31,78
	1,50	159,16	21,75	32,02	1,91	10,85	1,02
	3,00	159,16	21,75	32,02	1,91	55,82	33,49
15°	0,00	153,70	18,61	42,24	2,51	73,52	28,66
	1,50	153,70	18,61	42,24	2,51	14,13	9,320E-01
	3,00	153,70	18,61	42,24	2,51	54,99	27,16
30°	0,00	100,85	18,42	59,42	3,11	104,94	28,35
	1,50	100,85	18,42	59,42	3,11	16,79	8,103E-01
	3,00	100,85	18,42	59,42	3,11	73,74	26,92
45°	0,00	59,80	21,51	67,28	2,74	89,47	31,29
	1,50	59,80	21,51	67,28	2,74	15,62	1,18
	3,00	59,80	21,51	67,28	2,74	113,37	33,25
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	153,18	3,194E-01	52,19	7,976E-02	89,55	4,736E-01
	1,50	153,18	3,194E-01	52,19	7,976E-02	17,03	8,618E-03
	3,00	153,18	3,194E-01	52,19	7,976E-02	69,42	4,848E-01
5°	0,00	130,14	8,91	53,98	5,166E-01	71,90	13,02
	1,50	130,14	8,91	53,98	5,166E-01	17,71	3,641E-01
	3,00	130,14	8,91	53,98	5,166E-01	92,59	13,71
10°	0,00	116,07	14,07	53,89	1,05	71,82	20,57
	1,50	116,07	14,07	53,89	1,05	17,63	5,727E-01
	3,00	116,07	14,07	53,89	1,05	92,37	21,64
15°	0,00	110,74	16,73	54,13	1,66	92,85	25,73
	1,50	110,74	16,73	54,13	1,66	16,57	6,988E-01
	3,00	110,74	16,73	54,13	1,66	71,50	24,46
30°	0,00	104,29	19,04	58,17	3,43	102,90	29,31
	1,50	104,29	19,04	58,17	3,43	16,71	8,490E-01
	3,00	104,29	19,04	58,17	3,43	72,09	27,80
45°	0,00	90,86	17,73	62,04	4,96	82,56	25,86
	1,50	90,86	17,73	62,04	4,96	19,96	1,29
	3,00	90,86	17,73	62,04	4,96	106,31	27,38

Tablo 39. Deprem Durumunda 3. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	89,84	27,50	6,186E-01	1,747E-02	7,965E-01	40,83
	1,50	89,84	27,50	6,186E-01	1,747E-02	1,399E-01	1,29
	3,00	89,84	27,50	6,186E-01	1,747E-02	1,06	41,70
5°	0,00	108,38	23,61	12,18	1,04	19,09	35,80
	1,50	108,38	23,61	12,18	1,04	5,08	1,18
	3,00	108,38	23,61	12,18	1,04	18,84	35,07
10°	0,00	114,25	19,28	21,79	1,91	34,23	29,21
	1,50	114,25	19,28	21,79	1,91	9,58	1,08
	3,00	114,25	19,28	21,79	1,91	33,88	28,66
15°	0,00	110,77	16,53	29,20	2,52	45,23	24,58
	1,50	110,77	16,53	29,20	2,52	12,79	1,03
	3,00	110,77	16,53	29,20	2,52	46,03	25,06
30°	0,00	72,94	17,69	44,30	3,17	66,25	26,06
	1,50	72,94	17,69	44,30	3,17	7,26	7,811E-01
	3,00	72,94	17,69	44,30	3,17	67,45	27,02
45°	0,00	42,81	20,92	54,20	2,73	84,45	32,19
	1,50	42,81	20,92	54,20	2,73	12,41	1,34
	3,00	42,81	20,92	54,20	2,73	79,96	30,60
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	109,89	2,553E-01	35,41	1,383E-01	54,85	4,039E-01
	1,50	109,89	2,553E-01	35,41	1,383E-01	16,03	2,231E-02
	3,00	109,89	2,553E-01	35,41	1,383E-01	56,10	3,621E-01
5°	0,00	93,66	8,27	36,87	5,611E-01	58,36	12,58
	1,50	93,66	8,27	36,87	5,611E-01	16,80	2,984E-01
	3,00	93,66	8,27	36,87	5,611E-01	57,23	12,23
10°	0,00	83,71	13,08	37,26	1,08	58,91	19,91
	1,50	83,71	13,08	37,26	1,08	16,79	5,015E-01
	3,00	83,71	13,08	37,26	1,08	57,80	19,34
15°	0,00	80,01	15,60	37,88	1,69	57,98	23,06
	1,50	80,01	15,60	37,88	1,69	15,78	6,563E-01
	3,00	80,01	15,60	37,88	1,69	59,96	23,76
30°	0,00	75,36	18,19	43,56	3,49	65,18	26,84
	1,50	75,36	18,19	43,56	3,49	7,66	7,797E-01
	3,00	75,36	18,19	43,56	3,49	66,39	27,75
45°	0,00	66,86	16,97	49,66	4,95	78,59	26,07
	1,50	66,86	16,97	49,66	4,95	19,39	1,82
	3,00	66,86	16,97	49,66	4,95	75,31	24,96

Tablo 40. Deprem Durumunda 4. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	56,00	26,29	4,225E-01	2,571E-02	5,839E-01	38,90
	1,50	56,00	26,29	4,225E-01	2,571E-02	5,723E-02	9,020E-01
	3,00	56,00	26,29	4,225E-01	2,571E-02	6,848E-01	39,99
5°	0,00	67,60	22,76	14,89	6,519E-01	23,41	34,61
	1,50	67,60	22,76	14,89	6,519E-01	2,36	8,088E-01
	3,00	67,60	22,76	14,89	6,519E-01	21,48	33,67
10°	0,00	71,54	18,87	26,38	1,19	41,39	28,71
	1,50	71,54	18,87	26,38	1,19	4,39	7,531E-01
	3,00	71,54	18,87	26,38	1,19	38,16	27,93
15°	0,00	69,70	16,25	34,68	1,58	50,26	24,04
	1,50	69,70	16,25	34,68	1,58	5,94	7,425E-01
	3,00	69,70	16,25	34,68	1,58	54,36	24,72
30°	0,00	45,53	15,31	48,23	1,99	68,35	22,65
	1,50	45,53	15,31	48,23	1,99	5,29	5,936E-01
	3,00	45,53	15,31	48,23	1,99	76,49	23,30
45°	0,00	26,90	16,89	55,20	1,72	87,79	25,63
	1,50	26,90	16,89	55,20	1,72	7,47	1,08
	3,00	26,90	16,89	55,20	1,72	78,19	25,07
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	68,63	2,766E-01	42,70	7,360E-02	61,95	4,317E-01
	1,50	68,63	2,766E-01	42,70	7,360E-02	7,08	2,902E-02
	3,00	68,63	2,766E-01	42,70	7,360E-02	66,83	3,994E-01
5°	0,00	58,73	7,49	44,34	2,841E-01	69,35	11,40
	1,50	58,73	7,49	44,34	2,841E-01	7,40	2,122E-01
	3,00	58,73	7,49	44,34	2,841E-01	64,42	11,07
10°	0,00	52,61	11,80	44,34	6,482E-01	69,30	17,95
	1,50	52,61	11,80	44,34	6,482E-01	7,41	3,445E-01
	3,00	52,61	11,80	44,34	6,482E-01	64,44	17,44
15°	0,00	50,36	14,00	44,26	1,05	64,33	20,71
	1,50	50,36	14,00	44,26	1,05	7,39	4,556E-01
	3,00	50,36	14,00	44,26	1,05	69,17	21,30
30°	0,00	47,04	16,03	47,16	2,20	66,85	23,70
	1,50	47,04	16,03	47,16	2,20	5,39	6,262E-01
	3,00	47,04	16,03	47,16	2,20	74,82	24,40
45°	0,00	43,06	15,11	50,61	3,13	80,21	23,01
	1,50	43,06	15,11	50,61	3,13	9,77	1,68
	3,00	43,06	15,11	50,61	3,13	72,70	22,43

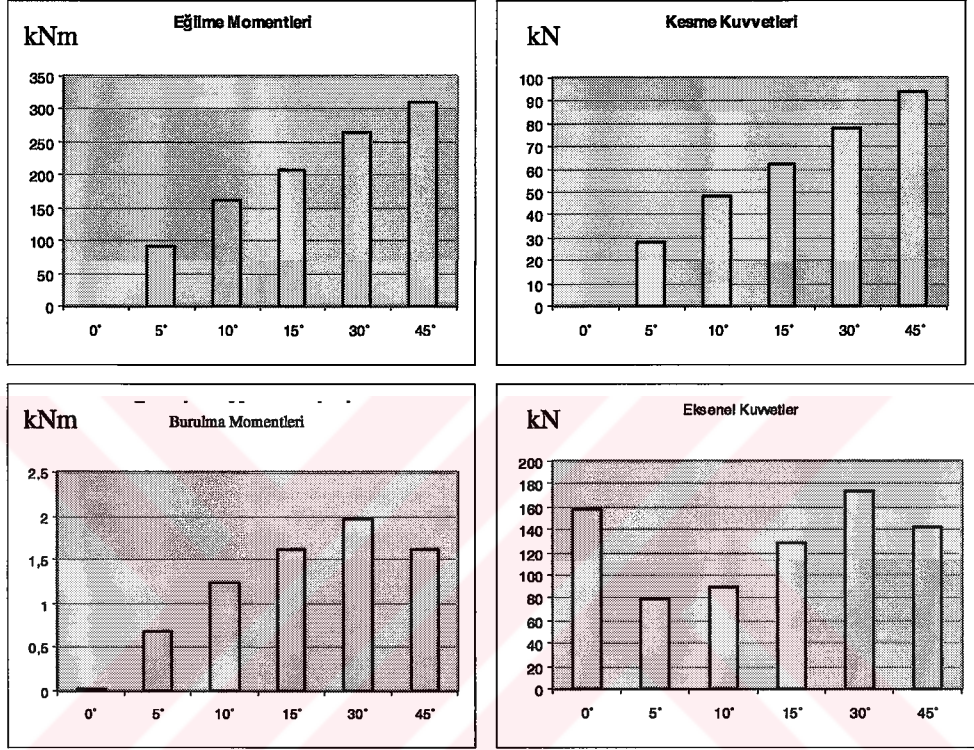
Tablo 41. Deprem Durumunda 5. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	27,86	19,12	3,847E-01	2,003E-02	6,196E-01	27,42
	1,50	27,86	19,12	3,847E-01	2,003E-02	4,650E-02	1,45
	3,00	27,86	19,12	3,847E-01	2,003E-02	5,351E-01	29,96
5°	0,00	33,41	16,53	9,64	4,843E-01	18,14	25,93
	1,50	33,41	16,53	9,64	4,843E-01	4,02	1,31
	3,00	33,41	16,53	9,64	4,843E-01	11,00	23,67
10°	0,00	35,39	13,68	17,28	8,907E-01	32,29	21,56
	1,50	35,39	13,68	17,28	8,907E-01	7,05	1,23
	3,00	35,39	13,68	17,28	8,907E-01	20,00	19,50
15°	0,00	34,56	11,79	23,09	1,19	27,04	16,79
	1,50	34,56	11,79	23,09	1,19	9,01	1,21
	3,00	34,56	11,79	23,09	1,19	42,78	18,61
30°	0,00	22,09	11,09	31,62	1,46	36,32	16,41
	1,50	22,09	11,09	31,62	1,46	11,53	1,31
	3,00	22,09	11,09	31,62	1,46	58,70	16,95
45°	0,00	13,40	12,53	37,62	1,33	67,94	18,57
	1,50	13,40	12,53	37,62	1,33	11,98	1,41
	3,00	13,40	12,53	37,62	1,33	45,18	19,11
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	33,79	1,352E-01	28,15	2,937E-02	33,17	2,251E-01
	1,50	33,79	1,352E-01	28,15	2,937E-02	11,02	3,594E-02
	3,00	33,79	1,352E-01	28,15	2,937E-02	52,05	1,848E-01
5°	0,00	28,98	5,56	29,37	2,295E-01	54,10	8,59
	1,50	28,98	5,56	29,37	2,295E-01	11,34	3,113E-01
	3,00	28,98	5,56	29,37	2,295E-01	34,79	8,09
10°	0,00	25,99	8,79	29,57	4,922E-01	54,20	13,53
	1,50	25,99	8,79	29,57	4,922E-01	11,15	5,041E-01
	3,00	25,99	8,79	29,57	4,922E-01	35,31	12,85
15°	0,00	24,80	10,49	29,90	7,899E-01	35,63	15,37
	1,50	24,80	10,49	29,90	7,899E-01	10,69	6,814E-01
	3,00	24,80	10,49	29,90	7,899E-01	54,60	16,10
30°	0,00	22,84	11,52	31,07	1,61	35,85	16,93
	1,50	22,84	11,52	31,07	1,61	11,28	1,36
	3,00	22,84	11,52	31,07	1,61	57,57	17,74
45°	0,00	21,69	10,69	35,93	2,38	64,75	16,70
	1,50	21,69	10,69	35,93	2,38	12,18	2,41
	3,00	21,69	10,69	35,93	2,38	43,74	15,71

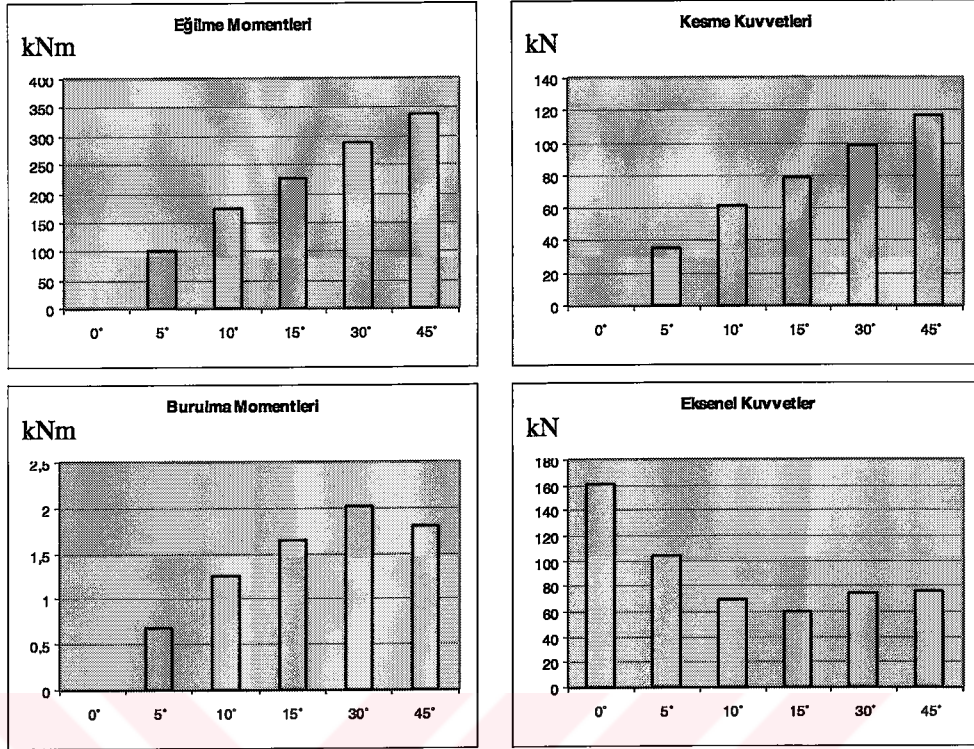
Tablo 42. Deprem Durumunda 6. Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

X Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	8,60	11,27	3,829E-01	2,332E-02	5,397E-01	15,30
	1,50	8,60	11,27	3,829E-01	2,332E-02	5,990E-02	1,66
	3,00	8,60	11,27	3,829E-01	2,332E-02	6,128E-01	18,51
5°	0,00	10,30	9,73	4,68	2,801E-01	10,26	16,04
	1,50	10,30	9,73	4,68	2,801E-01	3,38	1,48
	3,00	10,30	9,73	4,68	2,801E-01	4,01	13,15
10°	0,00	11,04	8,08	8,57	5,121E-01	18,54	13,40
	1,50	11,04	8,08	8,57	5,121E-01	5,97	1,34
	3,00	11,04	8,08	8,57	5,121E-01	7,61	10,83
15°	0,00	10,89	6,96	11,51	6,822E-01	10,23	9,32
	1,50	10,89	6,96	11,51	6,822E-01	7,77	1,26
	3,00	10,89	6,96	11,51	6,822E-01	24,75	11,59
30°	0,00	7,02	6,48	15,48	8,148E-01	13,52	9,22
	1,50	7,02	6,48	15,48	8,148E-01	9,98	1,15
	3,00	7,02	6,48	15,48	8,148E-01	33,09	10,32
45°	0,00	4,23	7,45	19,67	8,009E-01	40,20	11,51
	1,50	4,23	7,45	19,67	8,009E-01	10,81	1,16
	3,00	4,23	7,45	19,67	8,009E-01	18,93	10,95
Y Doğr.	Tabandan	Eksenel	Kesme Kuvvetleri		Burulma	Eğilme Momentleri	
	Yükseklik (m)	Kuvvet (kN)	V2 (kN)	V3 (kN)	Momenti (kNm)	M2 (kNm)	M3 (kNm)
0°	0,00	10,69	1,383E-01	14,24	3,053E-02	13,26	1,821E-01
	1,50	10,69	1,383E-01	14,24	3,053E-02	9,29	4,461E-02
	3,00	10,69	1,383E-01	14,24	3,053E-02	30,16	2,385E-01
5°	0,00	9,27	3,35	15,01	1,313E-01	31,59	5,41
	1,50	9,27	3,35	15,01	1,313E-01	9,59	4,019E-01
	3,00	9,27	3,35	15,01	1,313E-01	14,15	4,65
10°	0,00	8,35	5,32	15,32	2,793E-01	31,94	8,54
	1,50	8,35	5,32	15,32	2,793E-01	9,48	6,191E-01
	3,00	8,35	5,32	15,32	2,793E-01	14,69	7,43
15°	0,00	7,91	6,33	15,05	4,484E-01	13,65	8,88
	1,50	7,91	6,33	15,05	4,484E-01	9,43	7,698E-01
	3,00	7,91	6,33	15,05	4,484E-01	31,78	10,14
30°	0,00	7,23	6,70	15,26	8,964E-01	13,42	9,45
	1,50	7,23	6,70	15,26	8,964E-01	9,79	1,22
	3,00	7,23	6,70	15,26	8,964E-01	32,54	10,77
45°	0,00	7,18	6,24	19,19	1,41	39,61	10,21
	1,50	7,18	6,24	19,19	1,41	11,18	2,04
	3,00	7,18	6,24	19,19	1,41	18,37	8,90

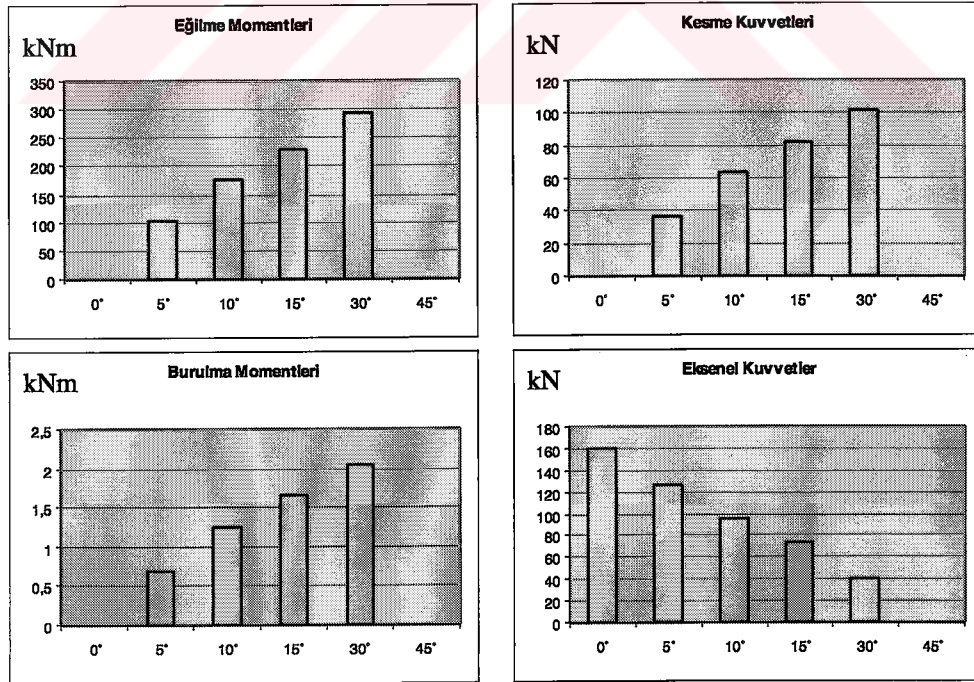
Yapılan Çözümlerden elde edilen bulgular aşağıdaki şekillerde (Şekil 44-50) grafikler halinde verilmektedir. Hesap yapılan 6 binanın 1. kattaki tüm kolonlarının, 3.kat 1B ve 4.kat 1C kolonlarındaki iç kuvvet değerleri seçilmiştir. Burada grafiklerdeki birimler eğilme ve burulma momentleri için kNm, kesme kuvvetleri ve eksenel kuvvetler için kN dur.



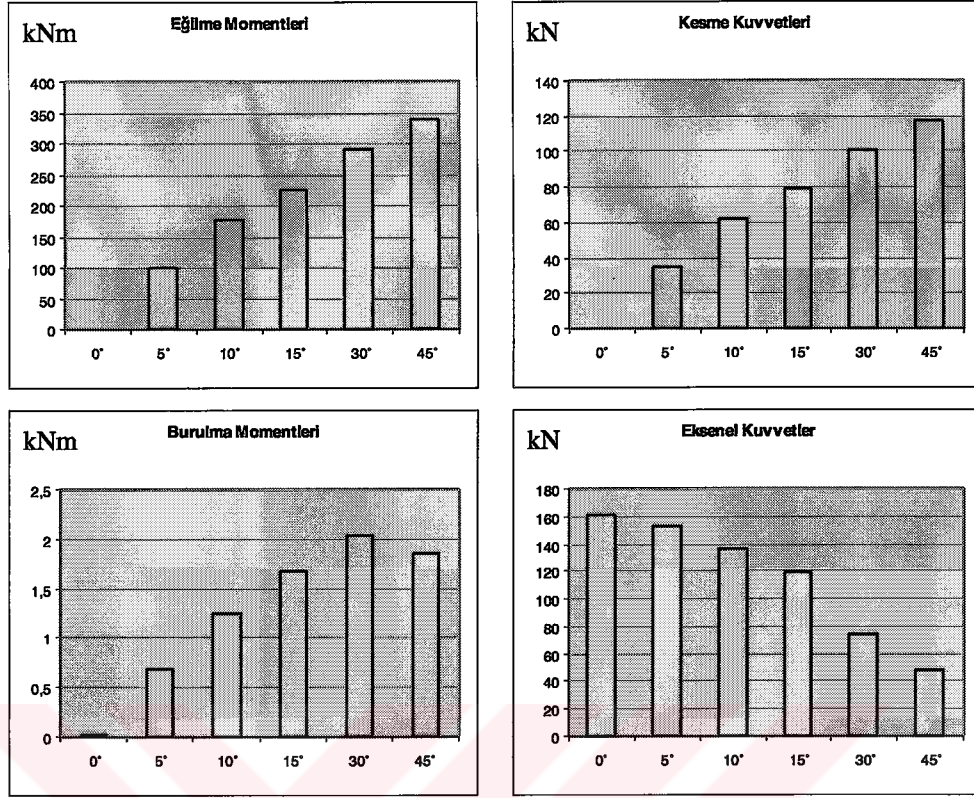
Şekil 44. 1.Kat 1A Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler



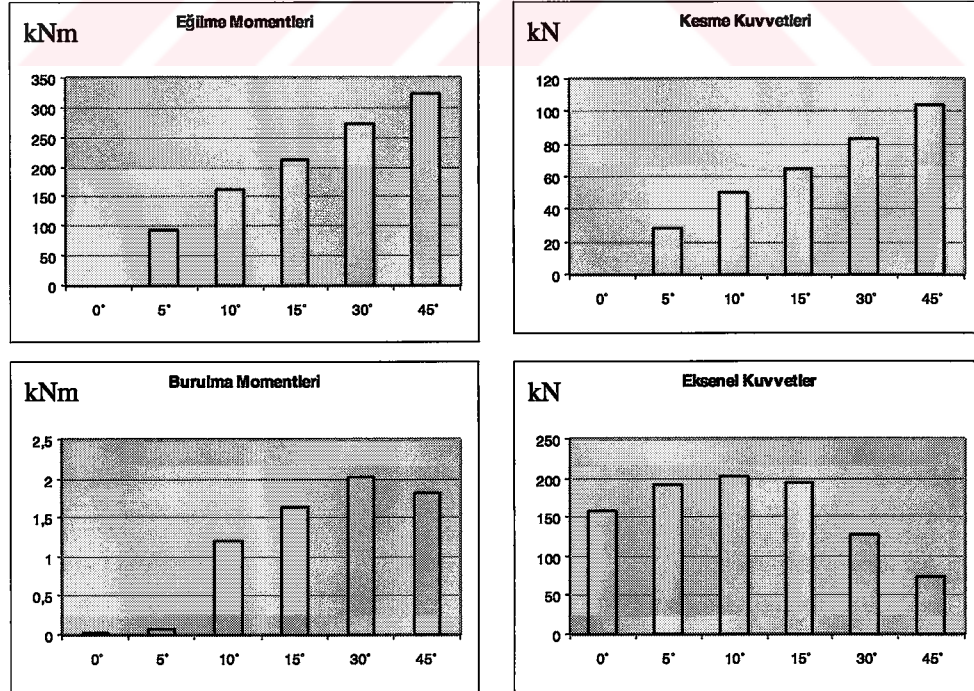
Şekil 45. 1.Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler



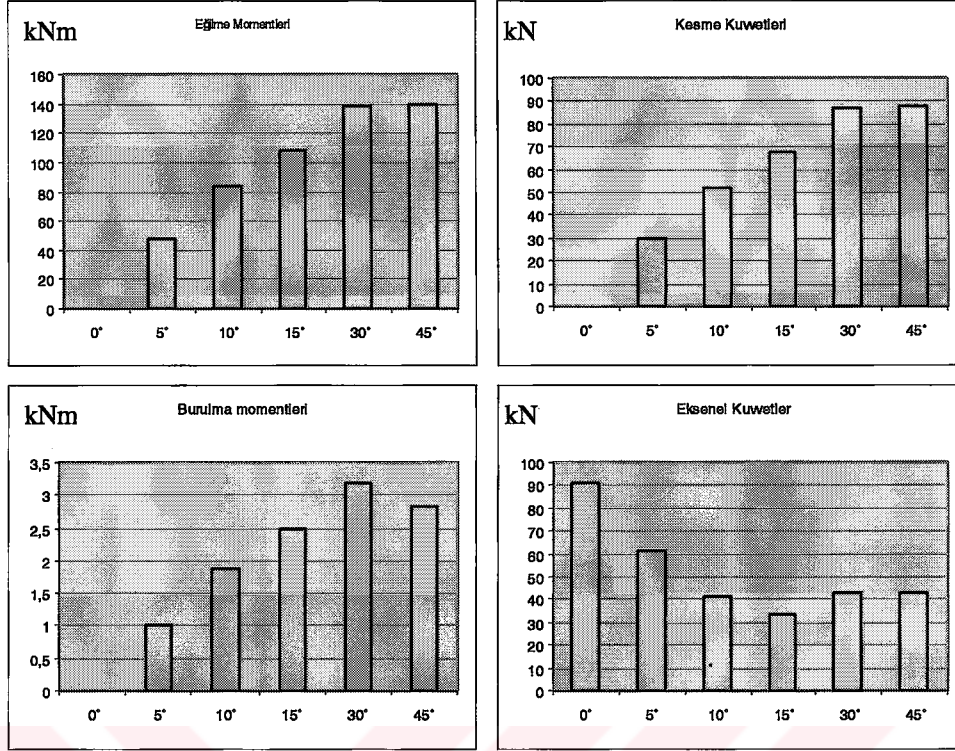
Şekil 46. 1.Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler



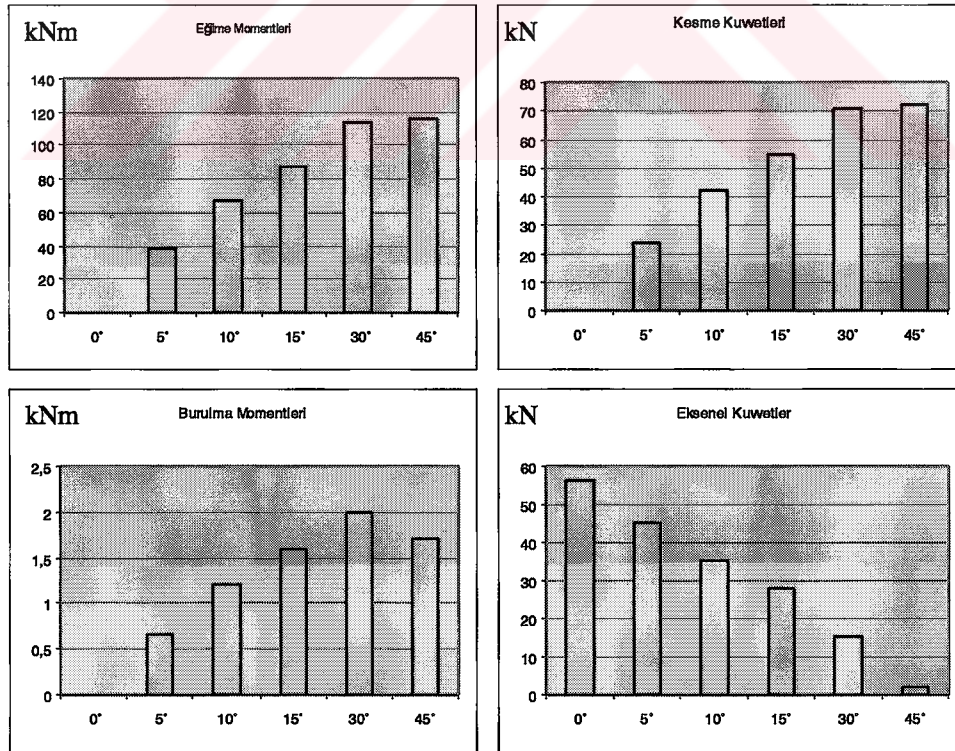
Şekil 47. 1.Kat 1D Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler



Şekil 48. 1.Kat 1E Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler



Şekil 49. 3.Kat 1B Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler



Şekil 50. 4.Kat 1C Kolonunda Oluşan İç Kuvvetler

Yapımızda ortogonalliğın etkileri bu grafikler yardımı ile daha kolayca görebilmektedir. Elemanlarda oluşan iç kuvvet değışimleri görüldüğü gibi çok büyük boyutlardadır.

Yukarıdaki şekil ve tablolarda verilen eleman iç kuvvetleri, amaç yapılarıdaki sadece bir düzensizlik durumunun etkilerini görmek olduğundan, yapının deprem hesabı, G+Q+E deprem yük birleşimi kullanılarak yalnızca deprem yükleri etkisi altında hesaplanmıştır. Ancak tasarım yüklerini belirleyebilmek için diğer yük birleşimlerini de dikkate almak gereklidir. Burada karşılaştırmak amacı ile yapının G+Q+E deprem yük birleşimi yanında, $1,4G+1,6Q$ yük birleşimine göre de çözümlemesi yapılmış ve iç kuvvetleri de incelenmiştir. Aşağıda bu iki yük birleşimine göre hesaplanan moment, kesme kuvveti ve eksenel (normal) kuvvet değerleri karşılaştırmalı olarak tablolarda (43-54) verilmektedir.



Tablo 43 . 1.kat 1A Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması

	Eğilme Momentleri (kNm)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	M2	M3	M2	M3	M2	M3
0°	39,13	22,22	0,733	41,51	261,65	0,717
5°	38,54	33,39	92,36	43,34	267,86	10,73
10°	44,85	52,02	161,42	43,44	262,31	18,91
15°	55,66	76,24	207,87	42,91	257,52	25,32
30°	125,49	184,50	265,47	39,23	258,82	40,33
45°	298,23	356,18	311,12	37,96	303,99	64,56

Tablo 44. 3.kat 1A Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması

	Eğilme Momentleri (kNm)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	M2	M3	M2	M3	M2	M3
0°	65,80	38,18	1,06	41,70	56,10	0,404
5°	9,85	85,98	17,71	39,05	58,15	10,73
10°	79,29	74,85	31,94	33,83	57,54	16,50
15°	100,80	117,43	41,81	28,34	56,47	18,71
30°	235,08	270,10	55,61	19,36	53,66	17,79
45°	556,12	553,43	58,13	10,32	56,88	10,70

Tablo 45. 1.kat 1C Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması

	Eğilme Momentleri (kNm)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	M2	M3	M2	M3	M2	M3
0°	0	28,86	0,0066	41,85	286,85	0,0007
5°	1,49	41,14	101,91	40,18	294,07	10,39
10°	3,81	45,25	177,96	37,34	288,29	17,08
15°	8,58	59,98	229,29	34,78	283,35	21,35
30°	43,56	129,91	292,44	29,08	285,26	29,52
45°	0	0	0,0812	0,0168	0,1288	0,1995

Tablo 46. 3.kat 1D Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eğilme Momentlerinin Karşılaştırılması

	Eğilme Momentleri (kNm)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	M2	M3	M2	M3	M2	M3
0°	16,06	50,19	0,307	42,48	135,55	0,340
5°	14,13	73,66	47,48	37,69	139,96	11,55
10°	16,34	58,30	83,70	31,62	138,17	17,96
15°	21,67	69,47	108,61	26,61	136,58	20,66
30°	61,98	115,40	140,35	20,07	137,00	19,77
45°	285,86	231,19	138,91	19,02	135,73	14,88

Tablo 47. 1.kat 1A Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

	Kesme Kuvvetleri (kN)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	V2	V3	V2	V3	V2	V3
0°	9,5	16,25	20,34	0,366	0,355	80,73
5°	14,40	16,30	20,26	27,73	5,26	82,56
10°	22,36	19,37	19,27	48,49	8,74	80,69
15°	32,74	24,71	18,05	62,30	11,01	78,68
30°	78,73	60,14	14,69	78,08	14,67	75,81
45°	149,68	156,93	12,05	94,12	19,60	89,78

Tablo 48. 3.kat 1A Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

	Kesme Kuvvetleri (kN)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	V2	V3	V2	V3	V2	V3
0°	24,44	38,65	27,50	0,619	0,255	35,41
5°	55,01	5,65	25,75	11,28	7,06	36,71
10°	52,26	47,23	22,38	20,23	10,87	36,35
15°	74,72	60,50	18,79	26,48	12,36	35,64
30°	170,31	143,16	11,08	36,22	10,58	34,84
45°	307,81	341,59	6,09	37,43	5,08	34,71

Tablo 49. 1.kat 1C Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

	Kesme Kuvvetleri (kN)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	V2	V3	V2	V3	V2	V3
0°	12,33	0,00	20,60	0,003	0,0003	103,58
5°	17,69	0,734	19,30	36,32	5,17	106,21
10°	19,44	1,60	17,37	63,36	8,28	104,01
15°	25,76	3,86	15,63	81,48	9,98	101,77
30°	55,34	20,44	11,82	101,79	11,90	99,10
45°	0,00	0,00	0,048	0,023	0,0570	0,0368

Tablo 50. 3.kat 1D Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

	Kesme Kuvvetleri (kN)					
	1,4G + 1,6Q		G + Q + E			
			Deprem Doğrultusu X		Deprem Doğrultusu Y	
	V2	V3	V2	V3	V2	V3
0°	32,29	9,58	28,03	0,1749	0,2227	83,87
5°	47,13	8,81	24,86	29,45	7,61	86,64
10°	37,45	10,51	20,87	51,91	11,83	85,59
15°	44,55	14,34	17,57	67,34	13,60	84,56
30°	73,33	40,31	13,24	88,00	13,06	85,90
45°	144,74	158,50	12,31	87,49	9,72	84,95

Tablo 51. 1.kat 1A Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (Normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması

	Eksenel Kuvvetler (kN)		
	1,4G + 1,6Q	G + Q + E	
		Deprem Doğrultusu X	Deprem Doğrultusu Y
0°	940,08	158,72	193,30
5°	977,01	78,33	215,58
10°	1123,40	89,53	209,79
15°	1275,62	128,44	196,41
30°	1753,23	174,08	168,16
45°	2251,56	141,66	139,90

Tablo 52. 3.kat 1A Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (Normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması

	Eksenel Kuvvetler (kN)		
	1,4G + 1,6Q	G + Q + E	
		Deprem Doğrultusu X	Deprem Doğrultusu Y
0°	624,51	89,83	109,91
5°	966,55	45,53	122,92
10°	744,47	50,98	120,24
15°	845,08	73,40	112,98
30°	1163,01	102,02	99,22
45°	1477,19	82,25	82,68

Tablo 53. 1.kat 1C Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (Normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması

	Eksenel Kuvvetler (kN)		
	1,4G + 1,6Q	G + Q + E	
		Deprem Doğrultusu X	Deprem Doğrultusu Y
0°	1301,66	169,59	0,0160
5°	1325,58	126,33	36,51
10°	1373,82	96,17	49,86
15°	1515,87	73,82	51,75
30°	2079,67	39,64	38,85
45°	10,50	0,0247	0,0186

Tablo 54. 3.kat 1D Kolonunda 1,4G + 1,6Q ve G + Q + E Yük Birleşimleri Neticesinde Oluşan Eksenel (Normal) Kuvvetlerin Karşılaştırılması

	Eksenel Kuvvetler (kN)		
	1,4G + 1,6Q	G + Q + E	
		Deprem Doğrultusu X	Deprem Doğrultusu Y
0°	928,65	91,05	37,43
5°	904,94	85,20	28,41
10°	897,45	75,64	32,08
15°	955,11	65,90	36,82
30°	1185,78	40,38	41,55
45°	2546,38	28,35	46,54

Yukarıdaki tablolardan da (Tablo 43-46) görüldüğü gibi G+Q+E yük birleşimine göre hesabı yapılan düzensiz yapılarda oluşan moment değerleri, yapının kendi ağırlığından ötürü (1,4G+1,6Q) oluşan moment değerlerinden daha büyüktür. Ancak yapıların üst kat kolonlarında deprem yük birleşiminin etkisinden dolayı oluşan momentler azalmakta ve bunun neticesinde buradaki kolonlarda 1,4G+1,6Q yük birleşiminden ötürü oluşan momentler daha büyük kalmaktadırlar. Ayrıca $\alpha = 45^\circ$ olan düzensiz yapıda 1,4G+1,6Q yük birleşiminden dolayı oluşan moment değerleri çok büyükmektedir.

Hesabı yapılan yapılarda oluşan kesme kuvveti değerlerini incelediğimizde, deprem yük birleşimi G+Q+E yüklemesinden dolayı yapıya etkiyen kesme kuvveti değerleri, 1,4G+1,6Q yük birleşiminden ötürü yapıya gelen kesme kuvveti değerlerinden büyük olmaktadır. Burada da $\alpha = 45^\circ$ olan düzensiz yapıda 1,4G+1,6Q yük birleşiminden dolayı oluşan kesme kuvveti değerleri çok büyükmektedir.

Yapıda oluşan aksenal kuvvet değerleri beklendiği gibi 1,4G+1,6Q yük birleşimine göre hesap yapıldığında daha büyük çıkmaktadır. Yapıda α açısı büyüdükçe, artan döşeme yükü nedeni ile bu aksenal kuvvet değerleri daha da büyükmektedir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılarda oluşabilecek düzensizliklerin sınırlandırılması, Deprem Yönetmeliklerinin önemli hedeflerinden birisidir. Özellikle son yıllarda ülkemizde meydana gelen şiddetli depremlerin yıkıcı etkileri göz önüne alındığında ve yurdumuz topraklarının çok büyük bir kısmı deprem tehdidi altında olması nedeniyle yapıların deprem davranışının bilinmesinin önemi ortadadır. Deprem etkisinin en önemli özelliği, sonucunda meydana gelen can kayıplarının hemen hemen hepsinin insanlar tarafından inşa edilen yapıların davranışı ile ilgili olmasıdır. Bunun sonucunda da düzensiz yapıların tasarımından kaçınmanın önemi bir kez daha anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada düzensizlik durumlarından Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte A4 türü düzensizlik olarak tanımlanmış, taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması (ortogonal olmama) düzensizliği içeren beş ayrı yapı ve aynı özellikte ve boyutlardaki düzensizlik içermeyen simetrik bir yapı dikkate alınmıştır. Bu yapıların deprem hesabı SAP2000 Yapısal Çözümleme Programı yardımı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular karşılaştırılarak mevcut düzensizliğin söz konusu yapıların elemanlarında oluşturduğu ilave iç kuvvetler belirlenmiştir. Bu çalışmadan çıkarılan sonuçların başlıcaları aşağıda sunulmaktadır.

Yapı taşıyıcı sistemi ortogonallikten uzaklaştıkça ortogonal olmayan 1-1 aksındaki kolonlarda oluşan eğilme momenti değerlerinde büyük bir artış ortaya çıkmaktadır. Örneğin 1 numaralı kolonda bu moment değeri 0.73 kNm'den 300 kNm değerlerine çıkmaktadır. Bu durumda taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliğini içeren yapının deprem etkisi altında çok daha fazla zorlanacağı açıkça ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla yapı maliyetinde de önemli artışlara neden olacağı söylenebilir.

Yapı sistemi ortogonallikten uzaklaştıkça kesme kuvveti değerlerinde de büyük değişimler ve artışlar oluşmaktadır. Örnek olarak simetrik olan sistemdeki bazı kolonlarda oluşan kesme kuvveti değerleri 0 ila 1 kN arasında bir değerken, elemanların ortogonallikten uzaklaşması ile açığa bağlı olarak bu kesme kuvveti değerleri 100 kN mertebesine kadar çıkabilmektedir. Kesme etkisi nedeniyle yapılarda meydana gelen göçmelerin ani olduğu bilinmektedir. Bu da taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliğine sahip yapıların deprem durumunda önemli değerlerde kesme etkisinde kalacağı da görülmektedir.

Aynı şekilde sistemlerde α açısı büyüdükçe, yapının kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki mesafe büyüdüğünden, kolonlarda oluşan burulma momentleri de artışlar göstermektedirler.

Ortogonal olmayan 1-1 aksına dik X doğrultusunda deprem (sadece deprem yüklemesi, E yüklemesi) etki ettirildiğinde kolonlarda aksel kuvvetlerdeki azalmaktadır.

Türk Deprem Yönetmeliğine göre yapıda A4 türü düzensizliğin bulunması durumunda, düzensizlik bulunan elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetlerin,

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.3 B_{ay}$$

$$B_a = \pm 0.3B_{ax} \pm B_{ay}$$

olarak düzeltilmesi gerekmektedir. Bunun anlamı taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması düzensizliğine sahip bir elemanın tasarımını yaparken yapıya etkiyen birbirine dik iki ayrı deprem doğrultusunun her ikisinin de dikkate alınmasıdır. Bunun için bir doğrultuda hesap yapılarak elde edilen iç kuvvet değerine diğer doğrultu için elde edilen değerlerin %30'u eklenmektedir

Burada dikkate alınan simetrik yapının dış aksının belirli bir açı yapması suretiyle ortogonal olmama düzensizliği incelenmiştir. Ancak bu durumda simetrik duruma göre yapı kütlesi α açısına bağlı olarak artmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda yapı kütlesi de sabit kalacak şekilde taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu incelenebilir.

Burada elde edilen sonuçlar, yapı sistemlerini karakterize eden parametrelerden bağımsız olmayacağından, bu sonuçların uygulamaya konu olan yapılar için geçerli olduğunu, bunları tüm yapı sistemlerine genelleştirebilmek için yapı sistemlerini temsil edebilen model ve/veya gerçek yapı sistemleri üzerinde çok sayıda çeşitli parametreleri dikkate alan çalışmaların yapılmasının ve elde edilen sonuçların birlikte değerlendirilmesinin gerekli olduğunu belirtmek uygun olmaktadır.

4. KAYNAKLAR

- Anonim, 1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, İnşaat Müh. Odası İzmir Şubesi.
- Doğangün, A., 2002. Betonarme Yapıların Hesap Ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, Ekim.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 2000. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul.
- Paulay, T. ve Priestley, M.J.N., 1997. Seismic Design of Reinforced Concrete And Masonary Buildings, A Wiley Interscience Publication,
- Tezcan, S.S., 1998. Depreme Dayanıklı Tasarım İçin Bir Mimarın Seyir Defteri, TDV/KT98-024, İstanbul, Eylül.
- Erol, O., 1999. Planda Düzensiz Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Mart.
- Aydınev, F., 2000. Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Şen, B., 2001. Deprem Yüğü Etkisi Altındaki Büyük Boşluklu Döşemelerde Gerilme Yayılışının İncelenmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Haziran.
- Gür, M. Y., 1998. Planda Düzensiz Yapıların Deprem Davranışının İncelenmesi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Şubat.
- Eurocode 8, 1993. Earthquake Resistant Design Of Structures.
- UBC, 1997. Uniform Building Code.
- Nehrp, 1997. Recommended Provisions For Seismic Regulations For New Buildings And Other Structures.
- Özden, K. ve Kumbasar, N., 1993. Betonarme Yüksek Binalar, İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Bayülke, N., 1989. Deprem Ve Depreme Dayanıklı Betonarme Yapılar, Teknik Yayınevi, Ankara, 1989.
- Naeim, F., 2000. The Seismic Design Handbook, Structural Engineering Series, Los Angeles,

- Livaoğlu, R., 2001. Yapıların Deprem Hesabında Burulma Düzensizliğinin ve Hesap Yöntemlerinin Etkinliđinin incelenmesi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, Haziran.
- Doğangün, A. ve Livaoğlu, R., 2001. Yapıların Deprem Hesabında Dinamik Yöntemlerin Kullanılması, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi Mühendislik Bülteni, sayı: 59, 14-24.
- Tezcan, S.S. ve Alhan, C., 1999. Behavior Of Irregular Structures Under Earthquake Loading, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Eylül.
- Livaoğlu, R. ve Doğangün, A., 2001. Yapıların Deprem Hesabında Eşdeğer Deprem Yüklü Yönteminin Kullanılması, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi Mühendislik Bülteni, sayı: 58, 14-24.
- Özmen, G. ve Pala, S., 1997. Orakdöğen, E., Gülay, G., Çok Katlı Yapılarda Yapısal Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi, TÜBİTAK İNTAG 547 No.lu Araştırma Projesi, Eylül.
- Özmen, G., 1999. 1997 Türkiye Deprem Yönetmeliğine Göre Tasarım Uygulamaları, Türkiye Deprem Vakfı, Şubat.
- Tzenov, L., 1999. Seismic Design Of Irregular Structural Systems, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Nisan.
- Tzenov, L., Dimova, S., Bonev, Z. ve Petrov, P., 2001. Seismic Resistant Design Of Irregular Structures, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul, Şubat.
- Çađatay, İ. H. ve Güzeldađ, S., 2002. Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY-98) Sap2000N Uygulamaları, Birsen Yayınevi, Adana.
- SAP2000., 1995. Stuctural Analysis Programs, Computers And Structures Inc., Nonlinear, Berkeley, California.

ÖZGEÇMİŞ

H. Abdullah UÇAN 1978 Yılında İstanbul' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini 1985-1995 İstanbul'da tamamlayarak, 1996-1997 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne girdi. Lisans öğrenimini, 1999-2000 öğretim yılı Haziran döneminde tamamladı ve aynı yıl mezun olduğu bölümde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. Ekim 2000'de, Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nün açtığı sınavı kazanarak Aralık 2000'de bu bölümün Yapı Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. Bekar olan H. Abdullah UÇAN, İngilizce bilmekte ve halen KTÜ'de Yüksek Lisans öğrenimini sürdürmektedir.

