

KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİNA KULLANIM AMACI VE HAREKETLİ YÜK DAĞILIMININ BURULMA  
DÜZENSİZLİĞİNE ETKİSİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ ANALİZİ

SELÇUK KAYA

TEMMUZ 2006

Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans Tezi Olarak Uygun Bulunmuştur.

...../...../200...

**Prof. Dr. M. Yakup ARICA**  
**Enstitü Müdürü**

Yüksek Lisans Derecesini Tamamlamak İçin Tezin Yeterli Olduğunu Onaylıyorum.

**Prof. Dr. Mustafa Y. KILINÇ**  
**Anabilim Dalı Başkanı**

Bu Tezi Okuduk. Bizim Açımızdan Tezin Kapsamı ve Kalitesi Yüksek Lisans Derecesini Tamamlamak için Yeterli ve Uygundur.

**Yrd. Doç. Dr. Orhan DOĞAN**  
**Danışman**

**Tez Jürisi Üyeleri**

**Prof. Dr. Mustafa Y. KILINÇ**

\_\_\_\_\_

**Yrd. Doç. Dr. Orhan DOĞAN**

\_\_\_\_\_

**Yrd. Doç. Dr. Ali P. AKGÜNGÖR**

\_\_\_\_\_

## ÖZET

### BİNA KULLANIM AMACI VE HAREKETLİ YÜK DAĞILIMININ BURULMA DÜZENSİZLİĞİNE ETKİSİNİN BİLGİSAYAR DESTEKLİ ANALİZİ

**KAYA, Selçuk**

**Kırıkkale Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Orhan DOĞAN**

**Temmuz 2006, 229 sayfa**

1999 Marmara Depremi'nden sonra yapılan incelemelerde, binaların amacının dışında kullanılması ve kat içerisindeki hareketli yük dağılımının üniform (düzgün yayılı) olmaması nedeniyle, ağırlık merkezinin değişebileceği düşünülmüştür. Binanın ağırlık merkezine göre eksantiristenin arttığı, binanın dönmeye zorlandığı ve ikinci mertebe burulma momenti etkisi altında binanın yıkılmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında Hareketli Yükün Görelî Kat Ötelenmesi ve Burulma düzensizliği üzerindeki etkisi incelenmek istenmiş bu amaçla farklı modeller kullanılarak, bina önem katsayısı ve hareketli yük artırma katsayısı gibi parametreleri değiştirerek “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile SAP2000 ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Burulma

Düzensizliği ve Görelİ Kat Ötelenmeleri Kontrolü tablolar halinde düzenlenmiştir. Ayrıca her analizde farklı döşemeler farklı hareketli yük ve arttırma katsayılarının olduğu var sayılarak incelenmiş ve burulma düzensizliği tablo ve grafikler halinde düzenlenmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Burulma düzensizliği, eşdeğer deprem yükü yöntemi, görelİ kat ötelenmeleri, bina önem katsayısı, hareketli yük arttırma katsayısı, düzgün olmayan yayılı yük.

## **ABSTRACT**

### **COMPUTER SUPPORT ANALYSES OF EFFECT OF BUILDING USAGE PURPOSE AND LIVE LOAD DISTRIBUTION ON UNTIDINESS TWIST**

**KAYA, Selçuk**

**Kırıkkale University**

**Institute of Science and Technology**

**Department of Civil Eng., M.Sc. Thesis**

**Advisor: Assist. Prof. Dr. Orhan DOĞAN**

**June 2006, 229 pages**

In the inspections, made after 1999 Marmara earthquake, its considered that load center could be changed due to usage of buildings out of purpose and un uniform live load distribution on the floor. Its considered that eccentricity increased according to building load center, building was pushed to rotate and caused the building to collapse due to secondary twist moment effect.

Purpose of this thesis is to search effect of live load on relative floor movements and untidiness twist. For this aim, building priority index and live load increase index...etc parameters changed by using different models and analyzed with "Equivalent earthquake load method" SAP2000. Variable twist and relative floor movement control tables are prepared after the analyses. Also variable twist table and

graphics are prepared considering different parameters, live load and increase indexes on each analyses.

**KEY WORDS:** Variable twist, equivalent earthquake load method, relative floor movements, building priority index, movable load increase index, ununiform distributed load.

Anneme ve Babama

## **TEŞEKKÜR**

Tez alıőmasında değerli fikir ve ynlendirmeleriyle yardımcı olan danıőmanım Yrd. Do. Dr. Orhan DOĞAN'a, bugnk bilgi seviyesine ulaőmama katkısı bulunan tm ğretim elemanlarına, desteğini esirgemeyen anneme ve babama ve tm aileme teőekkr ederim.



# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xxiv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xxvi
1.GİRİŞ .....	1
1.1 Kaynak Özetleri.....	2
1.2 Çalışmanın Amacı.....	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	6
2.1. Genel .....	6
2.1.1. Sistem Modelinin Oluşturulması .....	6
2.1.2. Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması .....	7
2.1.3. Kesit Özelliklerinin Tanımlanması.....	7
2.1.4. Yüklerin Tanımlanması .....	7
2.1.5.Çözüm (Analiz).....	8
2.1.6.Boyutlandırma.....	8
2.2. SAP2000 Genel Menü Düzeni.....	8
2.2.1. File Menüsü .....	8
2.2.2. Edit Menüsü.....	9
2.2.3. View Menüsü.....	9

2.2.4. Define Menüsü.....	9
2.2.5. Draw Menüsü .....	9
2.2.6. Select Menüsü .....	9
2.2.7. Assign Menüsü .....	9
2.2.8. Analyse Menüsü .....	9
2.2.9. Display Menüsü .....	10
2.2.10. Design Menüsü.....	10
2.2.11. Options Menüsü.....	10
2.2.12. Help Menüsü.....	10
2.3. Yapılarda Düzensizlik Durumlarının İncelenmesi .....	10
2.3.1. Planda Düzensizlikler.....	12
2.3.1.1. Burulma Düzensizliği (A1) .....	12
2.4. Yeni Deprem Yönetmeliğinde Burulma Durumları .....	14
2.5. Çok Katlı Yapılarda Plan Geometrisi.....	17
2.5.1. Simetrik Yapılar.....	17
2.5.2. Simetrik Davranışlı Yapılar .....	18
2.6. Burulma Yapan Yapıların Sınıflandırılması.....	22
2.7. Rijitlik Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisi.....	23
2.8. Çok Katlı Yapılarda Burulma .....	25
2.9. Betonarme Yüksek Yapılarda Yatay Yük Etkisi .....	27
2.10. Yatay Yer Değiştirmelerin Hesabı .....	28
2.11. Yapı Sistemleri Serbestlik Dereceleri.....	30
2.11.1. Tek Serbestlik Dereceli Sistemler .....	30
2.11.2. Çok Serbestlik Dereceli Sistemler.....	33

2.12. Diyafram .....	34
2.12.1. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışan Yapılar .....	35
2.12.2. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar .....	36
2.13. Analiz Yöntemleri.....	40
2.13.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi .....	41
2.13.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Adımları .....	42
3. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	57
3.1. Q200-II Modelleri.....	57
3.1.1. Model-1 (Q200-II).....	57
3.1.1.1. Bina Bilgileri .....	57
3.1.1.2. Deprem Bilgileri .....	58
3.1.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı .....	58
3.1.1.4. Fiktif Kat Yüğülerinin Hesabı .....	59
3.1.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	60
3.1.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	60
3.1.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı .....	61
3.1.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüğülenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	61
3.1.1.9. Al Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	61
3.1.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	62
3.1.2. Model-2 (Q200-II).....	63
3.1.2.1. Bina Bilgileri.....	63
3.1.2.2. Deprem Bilgileri .....	63
3.1.2.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı .....	64

3.1.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	65
3.1.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	65
3.1.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	66
3.1.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	66
3.1.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	67
3.1.2.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	67
3.1.2.10. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	68
3.1.3. Model-3 (Q200-II).....	69
3.1.3.1. Bina Bilgileri.....	69
3.1.3.2. Deprem Bilgileri .....	70
3.1.3.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ....	70
3.1.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	71
3.1.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	71
3.1.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı.....	72
3.1.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	72
3.1.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	73
3.1.3.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	73
3.1.3.10. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	74
3.1.4. Model-4 (Q200-II).....	75
3.1.4.1. Bina Bilgileri.....	75
3.1.4.2. Deprem Bilgileri .....	75

3.1.4.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ....	76
3.1.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	77
3.1.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	77
3.1.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	78
3.1.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	78
3.1.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	79
3.1.4.9. Al Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	79
3.1.4.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	80
3.1.5. Model-5 (Q200-I1).....	81
3.1.5.1. Bina Bilgileri.....	81
3.1.5.2. Deprem Bilgileri .....	81
3.1.5.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı .....	82
3.1.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	83
3.1.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	83
3.1.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	84
3.1.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	84
3.1.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	85
3.1.5.9. Al Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	85
3.1.5.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	86
3.2. Q200-I1.5 Modelleri .....	87
3.2.1. Model-1 (Q200-I1.5) .....	87

3.2.1.1. Bina Bilgileri.....	87
3.2.1.2. Deprem Bilgileri .....	88
3.2.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı .....	88
3.2.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	89
3.2.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	89
3.2.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	90
3.2.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	90
3.2.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı ....	91
3.2.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	91
3.2.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	92
3.2.2. Model-2 (Q200-I1.5) .....	93
3.2.2.1. Bina Bilgileri.....	93
3.2.2.2. Deprem Bilgileri .....	93
3.2.2.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı .....	94
3.2.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	95
3.2.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	95
3.2.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	96
3.2.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	96
3.2.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	97
3.2.2.9 Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	97
3.2.2.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	98

3.2.3. Model-3 (Q200-II.5) .....	99
3.2.3.1. Bina Bilgileri.....	99
3.2.3.2. Deprem Bilgileri .....	99
3.2.3.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	100
3.2.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	101
3.2.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	101
3.2.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	102
3.2.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	102
3.2.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	103
3.2.3.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	103
3.2.3.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	104
3.2.4. Model-4 (Q200-II.5) .....	105
3.2.4.1. Bina Bilgileri.....	105
3.2.4.2. Deprem Bilgileri .....	105
3.2.4.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	106
3.2.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	107
3.2.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	107
3.2.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	108
3.2.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	108
3.2.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı.....	109
3.2.4.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	109

3.2.4.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	110
3.2.5. Model-5 (Q200-II.5) .....	111
3.2.5.1. Bina Bilgileri.....	111
3.2.5.2. Deprem Bilgileri .....	111
3.2.5.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	112
3.2.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	113
3.2.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	113
3.2.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	114
3.2.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	114
3.2.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı ..	115
3.2.5.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	115
3.2.5.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	116
3.3. Q500-II Modelleri .....	117
3.3.1. Model-1 (Q500-II).....	117
3.3.1.1. Bina Bilgileri.....	117
3.3.1.2. Deprem Bilgileri.....	117
3.3.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	118
3.3.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	119
3.3.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	119
3.3.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	120
3.3.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	120



3.3.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	121
3.3.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	121
3.3.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	122
3.3.2. Model-2 (Q500-I1).....	123
3.3.2.1. Bina Bilgileri.....	123
3.3.2.2. Deprem Bilgileri.....	123
3.3.2.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	124
3.3.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	125
3.3.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	125
3.3.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı.....	126
3.3.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	126
3.3.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	127
3.3.2.9 Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	127
3.3.2.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	128
3.3.3. Model-3 (Q500-I1).....	129
3.3.3.1. Bina Bilgileri.....	129
3.3.3.2. Deprem Bilgileri.....	129
3.3.3.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı .	130
3.3.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı.....	131
3.3.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	131
3.3.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	132

3.3.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	132
3.3.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	133
3.3.3.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	133
3.3.3.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	134
3.3.4. Model-4 (Q500-I1).....	135
3.3.4.1. Bina Bilgileri.....	135
3.3.4.2. Deprem Bilgileri.....	135
3.3.4.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	136
3.3.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	137
3.3.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	137
3.3.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	138
3.3.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	138
3.3.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	139
3.3.4.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	139
3.3.4.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	140
3.3.5. Model-5 (Q500-I1).....	141
3.3.5.1. Bina Bilgileri.....	141
3.3.5.2. Deprem Bilgileri.....	141
3.3.5.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	142
3.3.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	143
3.3.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	143

3.3.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	144
3.3.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı .....	144
3.3.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüğülenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı...	145
3.3.5.9. Al Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	145
3.3.5.10. Görelü Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	146
3.4. Q500-II.5 Modelleri .....	147
3.4.1. Model-1 (Q500-II.5) .....	147
3.4.1.1. Bina Bilgileri .....	147
3.4.1.2. Deprem Bilgileri .....	147
3.4.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı ...	148
3.4.1.4. Fiktif Kat Yüğülerinin Hesabı .....	149
3.4.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	149
3.4.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	150
3.4.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı .....	150
3.4.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüğülenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı ....	151
3.4.1.9. Al Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	151
3.4.1.10. Görelü Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	152
3.4.2. Model-2 (Q500-II.5)	153
3.4.2.1. Bina Bilgileri .....	153
3.4.2.2. Deprem Bilgileri .....	153
3.4.2.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı ..	154

3.4.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	155
3.4.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	155
3.4.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	156
3.4.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	156
3.4.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	157
3.4.2.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	157
3.4.2.10. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	158
3.4.3. Model-3 (Q Q500-II.5).....	159
3.4.3.1. Bina Bilgileri.....	159
3.4.3.2. Deprem Bilgileri.....	159
3.4.3.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı .	160
3.4.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	161
3.4.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	161
3.4.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	162
3.4.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	162
3.4.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	163
3.4.3.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	163
3.4.3.10. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	164
3.4.4. Model-4 (Q500-II.5) .....	165
3.4.4.1. Bina Bilgileri.....	165
3.4.4.2. Deprem Bilgileri .....	165

3.4.4.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	166
3.4.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	167
3.4.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	167
3.4.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	168
3.4.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	168
3.4.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	169
3.4.4.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	169
3.4.4.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	170
3.4.5. Model-5 (Q500-II.5) .....	171
3.4.5.1. Bina Bilgileri.....	171
3.4.5.2. Deprem Bilgileri.....	171
3.4.5.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	172
3.4.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	173
3.4.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	173
3.4.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	174
3.4.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	174
3.4.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı...	175
3.4.5.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	175
3.4.5.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	176
3.5. Q0-II Modelleri (Statik Model) .....	177
3.5.1. Model-6 (Q0-II) .....	177

3.5.1.1. Bina Bilgileri.....	177
3.5.1.2. Deprem Bilgileri .....	177
3.5.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	178
3.5.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	179
3.5.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	179
3.5.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	180
3.5.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	180
3.5.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	181
3.5.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	181
3.5.1.10. Görelî Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	182
3.6. Q0-II.5 Modelleri (Statik Model) .....	183
3.6.1. Model-6 (Q0-II.5).....	183
3.6.1.1. Bina Bilgileri.....	183
3.6.1.2. Deprem Bilgileri .....	183
3.6.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	184
3.6.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	185
3.6.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	185
3.6.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	186
3.6.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	186
3.6.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	187
3.6.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	187

3.6.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	188
3.7. Q200-II Modelleri .....	189
3.7.1. Model-7 (Q200-II) .....	189
3.7.1.1. Bina Bilgileri.....	189
3.7.1.2. Deprem Bilgileri.....	189
3.7.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	190
3.7.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	191
3.7.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	191
3.7.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	192
3.7.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	192
3.7.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	193
3.7.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	193
3.7.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü.....	194
3.8. Q200-II.5 Modelleri .....	195
3.8.1. Model-7 (Q200-II.5) .....	195
3.8.1.1. Bina Bilgileri.....	195
3.8.1.2. Deprem Bilgileri.....	195
3.8.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ..	196
3.8.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	197
3.8.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	197
3.8.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	198
3.8.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı.....	198

3.8.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı....	199
3.8.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	199
3.8.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	200
3.9. Q500-II Modelleri .....	201
3.9.1. Model-8 (Q200-II.5) .....	201
3.9.1.1. Bina Bilgileri.....	201
3.9.1.2. Deprem Bilgileri.....	201
3.9.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı ...	202
3.9.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı .....	203
3.9.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	203
3.9.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yükü Hesabı .....	204
3.9.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı .....	204
3.9.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı	205
3.9.1.9. Al Burulma Düzensizliği Kontrolü	205
3.9.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü	206
3.10. Q500-II.5 Modelleri .....	207
3.10.1. Model-8 (Q500-II.5).....	207
3.10.1.1. Bina Bilgileri .....	207
3.10.1.2. Deprem Bilgileri .....	207
3.10.1.3. Kat Ağırlıkları ve Hareketli Yük Katılım Katsayısı	208
3.10.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı.....	209
3.10.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı .....	209



3.10.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı .....	210
3.10.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı .....	210
3.10.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin +%5 Eksantrik Olarak Yapıya Yüğülenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı .....	211
3.10.1.9. Al Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	211
3.10.1.10. Göreli Kat Ötelenmelerinin Kontrolü .....	212
4.TARTIŞMA VE SONUÇ .....	213
KAYNAKLAR.....	228

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### ŞEKİL

2.1.a.	Burulmalı Öteleme.....	14
2.1.b.	$P_x(z)$ ve $P_j(z)$ Birlikte Etkimesi.....	14
2.2.	Döşemelerin Kendi Düzlemleri İçinde Rijit Diyafram Olarak Çalışmaları Durumu. ....	16
2.3.	Simetrik Yapılar .....	17
2.4.	Simetrik Davranışlı Yapılar .....	18
2.5.	Simetrik Davranışlı Yapılarda Perde Yerleştirilmesi .....	19
2.6.	Simetrik Davranışlı Perdeleri Olan Yapılar.....	20
2.7.	Simetrik Olmayan Yapılar.....	20
2.8.	Merkezi Simetrisi Olmayan Yapılar.....	21
2.9.	Yapı Planında Esnek ve Rijit Taraflar .....	24
2.10.	Kütlenin Bir Nuktada ve Rijitliğin Bir Elemanda Toplanması.....	31
2.11.	Tek Serbestlik Dereceli Sistemler için Model Gösterimleri .....	32
2.12.	Rijit Diyafram Modeli .....	35
2.13.	Esnek Diyafram .....	38
2.14.	Keskin Köşelerde Çatlaklar .....	39
2.15.	Fiktif Yükler ve Yerdeğiştirmeleri .....	42
2.16.	Tasarım İvme Spektrumu Grafiği.....	49
2.17.	Kat Hizalarına Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri.....	51
2.18.	Kaydırılmış Kütle Merkezleri .....	52
3.1.	Modeli' e ait Kat Planı .....	56

4.1.	Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmesi Grafiği .....	218
4.2.	Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmesi Toplam Grafiği .....	219

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### ÇİZELGE

2.1	Yapılarda Oluşabilecek Planda ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları.....	11
2.2	Hesap Yönteminin Seçimi.....	41
2.3	Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar.....	41
2.4	Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n).....	45
2.5	Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A <sub>0</sub> ).....	46
2.6	Bina Önem Katsayısı.....	47
2.7	Spektrum Karakteristik Periyotları (T <sub>A</sub> , T <sub>B</sub> ).....	48
2.8	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı.....	50
3.1	Model-1'e ait Döşeme Hareketli yüğü Artırma Katsayıları.....	58
3.2	Model-1'e ait Kat Ağırlıkları.....	59
3.3	Model-1'e ait Fiktif Yüğülerin hesabı.....	59
3.4	Model-1'e ait Kat Deplasmanları.....	60
3.5	Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yüğüleri.....	61
3.6	Model-1'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	62
3.7	Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	62
3.8	Model-1'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	63
3.9	Model-2'e ait Döşeme Hareketli yüğü Artırma Katsayıları.....	64
3.10	Model-2'e ait Kat Ağırlıkları.....	64
3.11	Model-2'e ait Fiktif Yüğülerin hesabı.....	65
3.12	Model-2'e ait Kat Deplasmanları.....	65
3.13	Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yüğüleri.....	67

3.14.	Model-2'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	67
3.15	Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	68
3.16	Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	68
3.17	Model-3'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları .....	70
3.18	Model-3'e ait Kat Ağırlıkları .....	70
3.19	Model-3'e ait Fiktif Yüklerin hesabı.....	71
3.20	Model-3'e ait Kat Deplasmanları .....	71
3.21	Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri.....	73
3.22	Model-3'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	73
3.23	Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	74
3.24	Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	74
3.25	Model-4'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları .....	76
3.26	Model-4'e ait Kat Ağırlıkları .....	76
3.27	Model-4 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı.....	77
3.28	Model-4'e ait Kat Deplasmanları .....	77
3.29	Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri.....	79
3.30	Model-4'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	79
3.31	Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	80
3.32	Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	80
3.33	Model-5'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları .....	82
3.34	Model-5'e ait Kat Ağırlıkları .....	82
3.35	Model-5'e ait Fiktif Yüklerin hesabı.....	83
3.36	Model-5'e ait Kat Deplasmanları .....	83
3.37	Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri.....	85
3.38	Model-5'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	85

3.39	Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	86
3.40	Model-5'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	86
3.41	Model-1'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları .....	88
3.42	Model-1'e ait Kat Ağırlıkları .....	88
3.43	Model-1'e ait Fiktif Yüklerin hesabı.....	89
3.44	Model-1'e ait Kat Deplasmanları.....	89
3.45	Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri.....	91
3.46	Model-1'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	91
3.47	Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	92
3.48	Model-1'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	92
3.49	Model-2'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları .....	94
3.50	Model-2'e ait Kat Ağırlıkları .....	94
3.51	Model-2'e ait Fiktif Yüklerin hesabı.....	95
3.52	Model-2'e ait Kat Deplasmanları.....	95
3.53	Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri.....	97
3.54	Model-2'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları.....	97
3.55	Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	98
3.56	Model-2'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	98
3.57	Model-3'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları .....	100
3.58	Model-3'e ait Kat Ağırlıkları.....	100
3.59	Model-3'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	101
3.60	Model-3'e ait Kat Deplasmanları .....	101
3.61	Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	103
3.62	Model-3'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	103
3.63	Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	104

3.64	Model-3'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	104
3.65	Model-4'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	106
3.66	Model-4'e ait Kat Ağırılıkları.....	106
3.67	Model-4'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	107
3.68	Model-4'e ait Kat Deplasmanları .....	107
3.69	Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	109
3.70	Model-4'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	109
3.71	Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	110
3.72	Model-4'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	110
3.73	Model-5'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	112
3.74	Model-5'e ait Kat Ağırılıkları.....	112
3.75	Model-5'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	113
3.76	Model-5'e ait Kat Deplasmanları .....	113
3.77	Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	115
3.78	Model-5'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	115
3.79	Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	116
3.80	Model-5'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	116
3.81	Model-1'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	118
3.82	Model-1'e ait Kat Ağırılıkları.....	118
3.83	Model-1'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	119
3.84	Model-1'e ait Kat Deplasmanları .....	119
3.85	Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	121
3.86	Model-1'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	121
3.87	Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	122
3.88	Model-1'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	122

3.89	Model-2'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	124
3.90	Model-2'e ait Kat Ağırlıkları.....	124
3.91	Model-2'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	125
3.92	Model-2'e ait Kat Deplasmanları .....	125
3.93	Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	127
3.94	Model-2'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	127
3.95	Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	128
3.96	Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	128
3.97	Model-3'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	130
3.98	Model-3'e ait Kat Ağırlıkları.....	130
3.99	Model-3'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	131
3.100	Model-3'e ait Kat Deplasmanları .....	131
3.101	Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	133
3.102	Model-3'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	133
3.103	Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	134
3.104	Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	134
3.105	Model-4'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	136
3.106	Model-4'e ait Kat Ağırlıkları.....	136
3.107	Model-4'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	137
3.108	Model-4'e ait Kat Deplasmanları .....	137
3.109	Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	139
3.110	Model-4'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	139
3.111	Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	140
3.112	Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	140
3.113	Model-5'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	142



3.114	Model-5'e ait Kat Ağırlıkları.....	142
3.115	Model-5 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	143
3.116	Model-5'e ait Kat Deplasmanları .....	143
3.117	Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	145
3.118	Model-5'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	145
3.119	Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	146
3.120	Model-5'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	146
3.121	Model-1'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	148
3.122	Model-1'e ait Kat Ağırlıkları.....	148
3.123	Model-1'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	149
3.124	Model-1'e ait Kat Deplasmanları .....	149
3.125	Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	151
3.126	Model-1'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	151
3.127	Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	152
3.128	Model-1'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	152
3.129	Model-2'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	154
3.130	Model-2'e ait Kat Ağırlıkları.....	154
3.131	Model-2'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	155
3.132	Model-2'e ait Kat Deplasmanları .....	155
3.133	Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	157
3.134	Model-2'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	157
3.135	Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	158
3.136	Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	158
3.137	Model-3'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	160
3.138	Model-3'e ait Kat Ağırlıkları.....	160

3.139	Model-3'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	161
3.140	Model-3'e ait Kat Deplasmanları .....	161
3.141	Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	163
3.142	Model-3'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	163
3.143	Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	164
3.144	Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	164
3.145	Model-4'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	166
3.146	Model-4'e ait Kat Ağırlıkları.....	166
3.147	Model-4'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	167
3.148	Model-4'e ait Kat Deplasmanları .....	167
3.149	Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	169
3.150	Model-4'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	169
3.151	Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	170
3.152	Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	170
3.153	Model-5'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	172
3.154	Model-5'e ait Kat Ağırlıkları.....	172
3.155	Model-5'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	173
3.156	Model-5'e ait Kat Deplasmanları .....	173
3.157	Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	175
3.158	Model-5'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	175
3.159	Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	176
3.160	Model-5'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	176
3.161	Model-6'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	178
3.162	Model-6'e ait Kat Ağırlıkları.....	178
3.163	Model-6'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	179

3.164	Model-6'e ait Kat Deplasmanları .....	179
3.165	Model-6'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	181
3.166	Model-6'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	181
3.167	Model-6'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	182
3.168	Model-6'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	182
3.169	Model-6'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	184
3.170	Model-6'e ait Kat Ağırlıkları.....	184
3.171	Model-6'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	185
3.172	Model-6'e ait Kat Deplasmanları .....	185
3.173	Model-6'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	187
3.174	Model-6'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	187
3.175	Model-6'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	188
3.176	Model-6'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	188
3.177	Model-7'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	190
3.178	Model-7'e ait Kat Ağırlıkları.....	190
3.179	Model-7'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	191
3.180	Model-7'e ait Kat Deplasmanları .....	191
3.181	Model-7'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	193
3.182	Model-7'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	193
3.183	Model-7'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	194
3.184	Model-7'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü.....	194
3.185	Model-7'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	196
3.186	Model-7'e ait Kat Ağırlıkları.....	196
3.187	Model-7'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	197
3.188	Model-7'e ait Kat Deplasmanları .....	197

3.189	Model-7'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	199
3.190	Model-7'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	199
3.191	Model-7'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	200
3.192	Model-7'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	200
3.193	Model-8'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	202
3.194	Model-8'e ait Kat Ağırlıkları.....	202
3.195	Model-8'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	203
3.196	Model-8'e ait Kat Deplasmanları .....	203
3.197	Model-8'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	205
3.198	Model-8'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	205
3.199	Model-8'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	206
3.200	Model-8'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	206
3.201	Model-8'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları.....	208
3.202	Model-8'e ait Kat Ağırlıkları.....	208
3.203	Model-8'e ait Fiktif Yüklerin hesabı .....	209
3.204	Model-8'e ait Kat Deplasmanları .....	209
3.205	Model-8'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri .....	211
3.206	Model-8'e ait Plandaki Max. Ve Min. Kat Deplasmanları .....	211
3.207	Model-8'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	212
3.208	Model-8'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü .....	212

## 1.GİRİŞ

Yapıda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste çakışmaması sonucu yapıda burulma meydana gelmektedir. Yapının her katına ait burulma düzensizliği katsayısı ( $\eta_{bi}$ ), Yeni Deprem Yönetmeliği'nde verilen burulma düzensizliği koşulunu sağlaması durumunda ( $\eta_{bi}<1.20$ ) Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemiyle hesap yapılabilir,  $\eta_{bi}>2.00$  olması durumunda ise Dinamik Hesap gerekmektedir. (Her model için dinamik hesap yapılabilir ancak  $\eta_{bi}>2.00$  olması durumunda dinamik hesap zorunludur). Burulma düzensizliği katsayısı  $\eta_{bi}$  'nin bu bu iki sınır arasında, ( $1.20< \eta_{bi}<2.00$ ) olduğu durumlarda Yeni Deprem Yönetmeliği'ne göre dışmerkezlik artırılarak, yine Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemiyle hesap yapılabileceği belirtilmektedir.

Ayrıca yapılardaki hareketli yükler, uniform bir yayılı yük olmayıp, farklı döşemelerde, farklı zamanlarda, farklı büyüklüklerde olabilir. Binaların farklı bölümlerinin çeşitli amaçlarla kullanılması sonucu bazı döşemelerde hareketli yük sıfır iken diğer döşemelerde maksimum değerlere ulaşabilmektedir. Bunun bir sonucu olarak deprem yükü binaya etkidiği zaman yapının bu bölümleri farklı deplasman ve ötelenmeler yapmaktadır. Bu tezde düşey yük etkisi altında meydana gelen görelî kat ötelenmeleri, Maksimum deplasmanlar ve Burulma düzensizliklerine bakılarak düşey yük etkisi ön plana çıkarılmaya çalışılmıştır. Hesaplarda yatay yük etkisi dışında düşey yük etkisinin de göz önüne alınması gerektiği savunulmuştur.

## 1.1. Kaynak Özetleri

1998'de G. Özmen "Çok Katlı Yapılarda Yapısal. Düzensizliklerin Deprem Hesabına Etkisi" isimli bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada her iki doğrultuda 5'er açıklıklı, 16 katlı kirişsiz döşemeli betonarme uzay yapıda çekirdek perdenin konumuna bağlı olarak burulma düzensizliği katsayısının ( $\eta_{bi}$ ) değişimi incelenmiştir. Bunun için çekirdek perdenin yapıdaki konumu değiştirilerek söz konusu yapılardaki perdenin üç değişik konumu için burulma düzensizliği katsayısı ( $\eta_{bi}$ ) değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.<sup>(1)</sup>

Günay Özmen<sup>(2,3)</sup> 2000 yılında Türkiye Deprem Vakfı tarafından yürütülen "Plan Geometrisinin Burulma Düzensizliğine Etkisi" ve 2001 yılında Rijitlik Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisi" konulu çalışmalar yapmıştır.

Haluk Boğa'nın 2000 yılında yaptığı "Çok Katlı Betonarme Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İrdelenmesi" konulu tez çalışmasında Kirişsiz Döşemeli çok katlı betonarme uzay yapılarda burulma düzensizliği koşulunun sağlatılabilmesi için çözüm önerilerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Kirişsiz döşemeli, betonarme uzay çerçeve sistem yapılar ele alınmakta ve burulma düzensizliğini artıracak şekilde yapıda bulunan çekirdek perdenin plandaki konumu değiştirilmektedir.<sup>(1)</sup>

Ramazan Livaoğlu'nun 2001 yılında yaptığı "Yapıların Deprem Hesabında Burulma Düzensizliğinin ve Hesap Yöntemlerinin Etkinliğinin İncelenmesi" adlı tezde Eşdeğer Deprem Yüğü, Mod Birleştirme ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleriyle yapılan, deprem hesabı açıklanmakta, bu yöntemler üç farklı yapıya uygulanarak elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak irdelenmektedir. Bu çalışma dikkate alınan üç farklı yapı için sonuçların, dışmerkezliğe göre %75, kullanılan

hesap yöntemine göre ise %100' lere varan oranlarda değişebileceğini ortaya koymuş bulunmaktadır.<sup>(4)</sup>

"Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliğinin Sürekli Burulma Çubuğu Analojisi ile İncelenmesi" adlı 1999 yılında H. Murat Tanarslan'ın yaptığı çalışmada Burulma Çubuğu Analojisi Yöntemi için hazırlanmış olan bilgisayar programı ile bir örnek çözülmüş aynı örnek SAP2000 ve SAP90 ile çözümlenmiş sonuçlar kıyaslanmıştır.<sup>(5)</sup>

Fatih Aydınalev' in 2000 yılında yaptığı "Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY' 98)' ne göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi" adlı tezde burulma düzensizliği Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak irdelenmiştir.<sup>(6)</sup>

"Planda Düzensiz Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi" adlı Oğuzhan Erol'un 1999 yılındaki tez çalışmasında Burulma Düzensizliği içeren yapı örneği yönetmeliğimizin 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.<sup>(7)</sup>

"Hareketli Yüğü Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisinin SAP 2000 İle Analizi" adlı Bakırcı Şule'nin 2003 yılındaki tez çalışmasında hareketli yüğün Burulma Düzensizliği üzerindeki etkisini incelemek istemiş bu amaçla farklı modeller kullanarak, zemin sınıfının ve döşemelerdeki hareketli yüğü dağılım ve miktarının burulma düzensizliği üzerindeki etkisi "Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi" ve "Mod Birleştirme Yöntemi" uygulanarak SAP 2000 ile analiz edilmiştir.<sup>(17)</sup>

Düzensizlik durumları ve bunların yapının deprem davranışı üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla birçok deneysel ve parametrik çalışma yapılmıştır.

(Tezcan, Alhan, 2001, Goel, Chopra, 1991; Chandler, Hutchinson, 1987; Humor, 1984; Poole, 1977; RutenbegPekau, 1983; Chpra, 1977; Wong, Tso, 1985; Zhu, Tso, 1992; Tso, Zhu, 1992; Tso, Ying, 1990; Goel, Chopra, 1991; Moehle, Alarcan 1984; Moehle, 1986; Moehle, 1984; Özmen, 2001).

Sadece ek dışmerkezlik üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. (Doğangün, Livaoğlu, 2001; Duan, Chandler, 1993; Humor, 1984; Ju, Lio; 2000; Kan Chopra 1977; Tezcan, Alhan 2001; Tso Bozorgnia, 1986; Tso.Sadek, 1985 Ying, Tso, 1990). Bu konu üzerinde yapılan çalışmalardan bazıları da var olan yönetmelikleri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. (Zhu, Tso, 1992; Tso, Zhu, 1992; Wong, Tso 1995; Duan, Chandler, 1993; Chandler vd., 1994; Goel, Chopra, 1991; Rosenblueth, 1979)

Diğer düzensizlik durumlarına ilişkin bilgiler çeşitli kaynaklarda verilmektedir.(Tezcan, Alhan, 2001) <sup>(4)</sup>

## **1.2 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada, “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” ‘te tanımlanan burulma düzensizliği, görelî kat ötelenmeleri ve plandaki maksimum yer değiştirmeler: hareketli yük arttırma katsayısı değişimi, hareketli yük miktarı değişimi, aynı katta farklı döşemelerin farklı hareketli yüklenmesi, bina önem katsayısı göz önünde bulundurularak irdelenmektedir. Modellerde tamamen simetrik bir yapıda farklı döşemelerin farklı amaçla kullanılması ve bunun sonucu farklı hareketli yük katılım katsayısı ve farklı hareketli yük sebebiyle binaya getirilen ek dış merkezliğin burulma düzensizliğini, görelî kat ötelenmelerini nasıl etkidiği incelenmektedir.



Bu yapılan çalışma ile bina tasarımında sadece yatay yük etkisinin (deprem hesabı) değil, deprem sırasında hareketli yük değişiminden dolayı meydana gelen burulma düzensizliği ve görelî kat ötelenmelerinde meydana gelen değişimler ortaya konularak, düşey yük etkisinin de hesaba katılması gerekliliği ön plana çıkarılmaya çalışılmıştır.

## 2.MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Genel

Çalışmanın hazırlanması SAP2000 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SAP2000 yazılımı, yapı sistemi modellerinin geliştirilmesi, analizi ve boyutlandırılması için kullanılan Genel Amaçlı bir programdır. Program Windows ortamında çalışmakta ve tüm işlemler özel Grafik Kullanıcı Arayüzü (Graphical User Interface - GUI) yardımı ile SAP2000 ekranı üzerinde gerçekleştirilmektedir.

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

#### 2.1.1. Sistemin Modelinin Oluşturulması

Bu ilk aşamada, ya doğrudan doğruya veya SAP2000 içinde bulunan Şablon (Template) sistemler kullanılarak

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

tanımlanarak sistem modeli oluşturulur. Bu sırada, çeşitli yapı elemanlarının birleştiği Düğüm Noktaları (Joints), program tarafından otomatik olarak türetilmektedir. Oluşturulan öğelerin (çubuk, sonlu eleman, birleşim, yay ve düğüm noktası) tümüne Nesne (Object) adı verilmektedir.

Bazı durumlarda, ele alınan sistemin önce küçük (veya kaba) bir bölümü oluşturulur. Daha sonra SAP2000 'in Copy, Paste, Replicate, Mesh Shells gibi olanaklarından yararlanarak sistem tamamlanır.

Bazı özel durumlarda da, sistemin geometrisi AutoCAD veya EXCEL yazılımları ile geliştirilip SAP2000 içine aktarabilmektedir.

### **2.1.2. Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması**

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

### **2.1.3. Kesit Özelliklerinin Tanımlanması**

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

### **2.1.4. Yüklerin Tanımlanması**

Tekil, düzgün yaydı, üçgen veya yamuk yüklerle sıcaklık değişimleri tanımlanıp düğüm noktalarına, çubuklara veya sonlu elemanlara atanabilmektedir.

Ayrıca, kütle ve spektrum diyagramları tanımlandıktan sonra, Mod Birleştirme Yöntemi ile Dinamik Hesap da yapılabilir. Çok sayıda (sabit, hareketli; rüzgar, deprem v.b.) değişik yüklemeler tanımlanabileceği gibi, bunlar çeşitli süperpozisyon katsayıları ile çarpılarak Yükleme Kombinasyonları da oluşturulabilmektedir.

#### **2.1.5. Çözüm (Analiz)**

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

#### **2.1.6. Boyutlandırma**

Çözüm işlemi tamamlandıktan sonra, seçilen bir yönetmeliğin kuralları uygulanarak, çelik veya betonarme elemanların boyutlandırmaları da yapılabilmektedir.

### **2.2. SAP2000 Genel Menü Düzeni**

**2.2.1. File Menüsü:** Bu menü altındaki komutlar ve alt komutlar yardımıyla yeni çalışma başlatma, kütük kayıt işlemleri, çalışmanın başka ortamlara aktarılması veya başka ortamlardan bilgi aktarımı, çıktı oluşturma gibi işlemler gerçekleştirilir.

**2.2.2. Edit Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistem elemanlarının düzenlenmesi, kopyalanması, çoğaltılması, silinmesi, yeniden adlandırılması gibi işlemler yapılabilir.

**2.2.3. View Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistemin görünümü ve bakış açılarını düzenleme işlemleri gerçekleştirilir.

**2.2.4. Define Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistemi oluşturan elemanların özellikleri, yüklemeler, yük kombinezonları v.b. tanımlanabilir.

**2.2.5. Draw Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistemi oluşturan elemanların çizilmesi, yardımcı çizgilerin ve çizim araçlarının düzenlenmesi v.b. işlemler yapılabilir.

**2.2.6. Select Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistem modelini oluşturma arasında gereken seçim işlemleri yapılabilir.

**2.2.7. Assign Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistem elemanlarına kesit özellikleri veya yüklemeler atanabilir ve gruplama işlemleri yapılabilir.

**2.2.8. Analyse Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistemin çözümü (analizi) yapılır.

**2.2.9. Display Menüsü:** Bu menüdeki komutlar ile sistemin şekil değiştirmiş durumu, yüklemeler, mod şekilleri gibi çeşitli durumlardaki görünümü elde edilebilir.

**2.2.10. Design Menüsü:** SAP2000 ile çelik veya betonarme boyutlandırma yapmak için bu menü kullanılabilir.

**2.2.11. Options Menüsü:** Model görüntü ayarlarının yapıldığı menüdür.

**2.2.12. Help Menüsü:** Programla ilgili yardım bilgilerinin bulunduğu menüdür. <sup>(8)</sup>

### **2.3. Yapılarda Düzensizlik Durumlarının İncelenmesi**

Bir yapının tasarım aşamasında mimari tasarım ile yapının depreme karşı dayanımı arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Yükseklik, geometri, eleman süreksizlikleri, plan boyutları, yapı sisteminin seçimi, kütle dağılımı, rijitlik dağılımı, dayanım ve süneklik gibi bir çok parametre yapının depreme karşı davranışını etkilemektedir. Bütün bunların neden olacakları olumsuz etkileri en asgari seviyeye çekebilmek ve yapının depremden büyük ölçüde zarar görmesini önlemek amacıyla birçok ülke deprem yönetmeliği hazırlamıştır. (ABYYHY, 1998; EC8, 1984; UBC, 1997;NBCC, 1995;NZC, 84).<sup>(4)</sup>

1998'de yürürlüğe giren "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" te yatay yükler altında yapının üç boyutlu olarak analiz edilmesi

zorunluluğu getirilmiş ve bu yapıların mümkün olduğunca düzensizliklerden arınması gerekliliği ortaya konulmuştur. Fakat gerek mimari zorunluluklar gerekse arsa gibi kısıtlayıcı etkenler yapıların simetrik yapılabilmesini imkansız kılmakta ve bazı düzensizliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yapının simetrik olmaması halinde projelendirme aşamasında bu etkileri de göz önüne alınması gerekmektedir.

Binalar simetrik olsa bile şiddetli deprem halinde deprem dalgalarının binaya yayılışı asimetrik olacağından kolon ve kirişlerdeki mafsallar aynı anda oluşmayabilir. Sonuçta kütle ve rijitlikleri simetrik olan binalarda bile deprem anında dışmerkezlilikler meydana gelebilir

Çizelge 2.1. Yapılarda Oluşabilecek Planda ve Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

.No	Planda Düzensizlikler	No	Düşeyde Düzensizlikler
A1	Burulma düzensizliği	B1	Zayıf kat
A2	Döşeme süreksizliği	B2	Yumuşak kat
A3	Plan görünüşü	B3	Kolon ve\veya perde süreksizliği
A4	Ortogonal olmayan eleman(lar)	B4	Çekiçleme
A5	Simetrik fakat eşit olmayan kolon sınıflandırması	B5	Kötüleşme (Setback)
A6	Planda asimetriklik	B6	Asimetrik Kütle
		B7	Kısa Kolon
		B8	Eşit olmayan kat yükseklikleri
		B9	Zayıf kolon rijit kat

Mimari tasarım aşamasında kaçınılması gereken birçok düzensizlik durumu bulunmaktadır. Bunlar kat yükseklikleri arasındaki farktan, kütlelerin ve rijitliklerin bir bölgede toplanmasından, kısa kolon oluşumundan, çekiçlemeye imkan verebilecek düzenlemelerden ve ortogonal yapı elemanı tasarımı gibi bir çok nedenden dolayı ortaya çıkmaktadır.<sup>(4)</sup>

Yapıların depreme karşı davranışlarını olumsuz yönde etkileyen ve bu nedenle tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensizlikler şunlardır.<sup>(9)</sup>

#### **A.Planda Düzensizlik Durumları**

A1- Burulma Düzensizliği

A2- Döşeme Süreksizlikleri

A3- Planda Çıkıntılar Bulunması

A4- Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

#### **B.Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları**

B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf Kat)

B2- Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği ( Yumuşak Kat)

B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

### **2.3.1. Planda Düzensizlikler**

#### **2.3.1.1. Burulma Düzensizliği (A1)**

Ocak 1998'de yürürlüğe giren Deprem Yönetmeliğinde olduğu gibi birçok deprem yönetmeliğinde en çok göz önüne alınan düzensizlik türü burulma düzensizliği olmuştur. Bu yönetmeliklerden 39 tanesinde burulma düzensizliği ile ilgili yaptırımlar mevcuttur. Bunlardan 11 tanesinde düzensizliğin varlığına izin verilmemiştir. 4 yönetmelikte ek dışmerkezlik uygulaması görülmüş, 13 tanesinde dinamik hesap kullanılması önerilmiş ve 10 tanesinde belirli koşulların



sağlanmaması durumunda ek dışmerkezliğin artırılması gerektiği belirtilmiştir.<sup>(2)</sup>

Taşıyıcı sistemleri, konumlarıyla simetrik olmayan yapılarda, deprem ve rüzgar kuvvetlerinden dolayı burulma etkileri meydana gelmektedir. Yönetmelikte ise yapıların, simetrik de olsalar gene yatay yük doğrultusuna dik doğrultudaki en büyük bina boyutunun en az % 5' i bir dışmerkezliğin varlığının kabul edilmesiyle bulunacak burulma momentlerine göre irdelenmesi ön görülmektedir. Yapıların yatay yüklere göre hesabında burulmadan doğan etkilerin dikkate alınması önem kazanmaktadır. Bu durumda çok katlı yapıları, geometrik özelliklerine ve yüklerin şekline bağlı olarak;

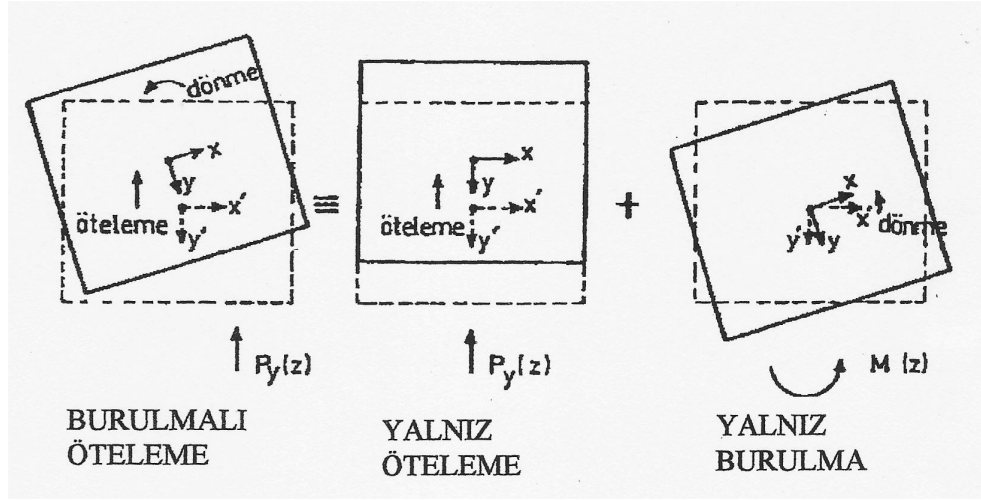
1) Burulma yapmayan yapılar

2) Burulma yapan yapılar

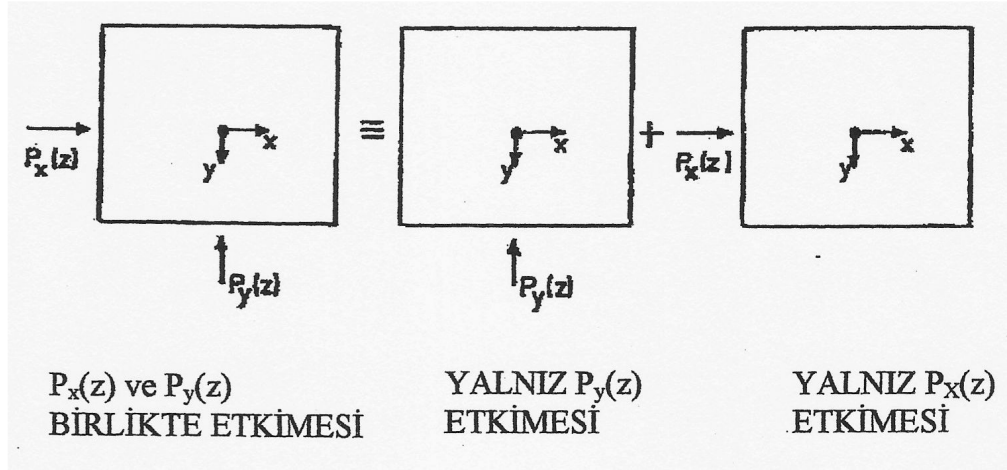
olmak üzere iki gruba ayırmak da önemlidir. Yatay yükler etkisi altında düşey eksenler etrafında burulma yapmayan yani, bütün katlarında çeşitli düşey taşıyıcı elemanlara gelen kesme kuvvetlerinin bileşkesi yatay yükler ile aynı düşey düzlem içinde bulunan yapılara "Burulma Yapmayan Yapılar" adı verilmektedir. Bu tip yapılara örnek olarak planda en az iki simetri ekseni olan ve yükleri de bu simetri eksenlerinden geçen düşey düzlemler içinde bulunan yapılar gösterilebilir. Herhangi bir katında düşey taşıyıcı elemanlara gelen kesme kuvvetlerinin bileşkesi yatay yükler ile aynı düşey düzlem içinde bulunmayan yapılar ise "Burulma Yapan Yapılar" dır.

Çok katlı yapıların yalnız çerçevelerden oluşması durumunda, alt katlardaki kesit tesirlerinin büyük değerleri, mukavemet hesaplarında sorun oluşturmaktadır. Perdelerin devreye girmesi ile taşıyıcı sistemin iç kuvvet dağılışı tamamen değişmekte ve özellikle alt katlarda çerçevelerin, daha az kesme kuvveti almaları

sağlanmaktadır. Böylece kiriş ve kolon boyutları yapı yüksekliği boyunca sabit alınabilmektedir.<sup>(10)</sup>



Şekil 2.1 .a.Burulmalı Öteleme



Şekil 2.1 .b  $P_x(z)$  ve  $P_y(z)$  Birlikte Etkimesi

#### 2.4. Yeni Deprem Yönetmeliğinde Burulma Burumları

Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel

zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Bu bağlamda döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır. <sup>(5)</sup>

#### Al-Burulma Düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı  $\eta_{bi}$ 'nin 1.2' den büyük olması durumudur.

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (2.1)$$

$$(\Delta_i)_{\max} = (d_i)_{\max} - (d_{i-1})_{\max} \quad (2.2)$$

$$(\Delta_i)_{\min} = (d_i)_{\min} - (d_{i-1})_{\min} \quad (2.3)$$

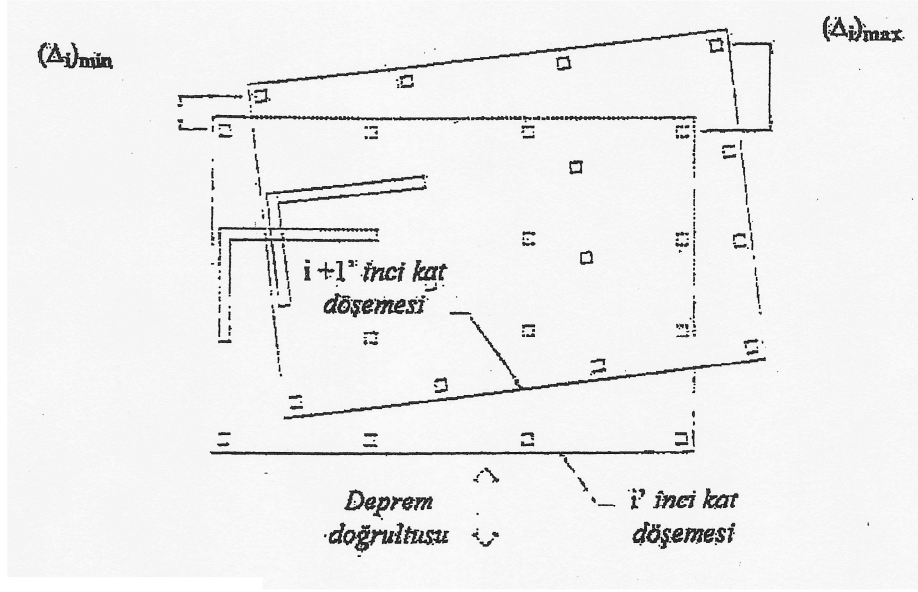
$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = [(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}] / 2 \quad (2.4)$$

Burada kat deplasmanları  $(d_i)$  ve görelî kat ötelemeleri  $(\Delta_i)$ , deprem yüklerinin  $\pm$  %5 eksantrik olarak yapıya etki ettirilmesiyle belirlenir. <sup>(9)</sup>

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

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

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



Şekil 2.2. Döşemelerin Kendi Düzlemleri İçinde Rijit Diyafram Olarak Çalışmaları Durumu

Burulma türü düzensizlik deprem kuvvetinin etkidiği kat kütle merkezi ile kat rijitlik merkezinin birbirinden ayrık olması ile belirgin duruma gelir. Kat ötelemelerinin hesabında kütle merkezindeki olası değişiklikleri de göz önüne alarak, deprem kuvvetinin etkidiği doğrultuya dik bina boyutunun  $\pm\%5$  kadar bir dış merkezlik bulunduğu kabul edilecektir. Kabul edilen elde olmayan bu dışmerkezlikten dolayı bina tamamen simetrik olsa bile daima  $\eta_{bi} > 1.0$  olacaktır. Yapıda ek düzensizlik bulunması bu oranı daha da artıracaktır.<sup>(11)</sup>

Burulma Düzensizliğini etkileyen başlıca faktörler:

- \_Yapının plan geometrisi
- \_Planda rijitlik dağılımı

## 2.5. Çok Katlı Yapılarda Plan Geometrisi

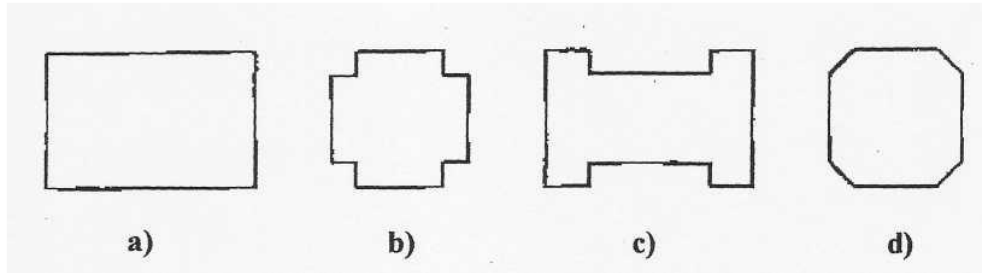
Çok katlı yapıları plan geometrisi bakımından üç grupta toplamak mümkündür.

1. Simetrik Yapılar,
2. Simetrik Davranışlı Yapılar,
3. Simetrik Olmayan Yapılar,

Bu gruplar aşağıda ele alınarak burulma özellikleri açıklanacaktır.

### 2.5.1. Simetrik Yapılar

Planda en az iki ortogonal simetri ekseni bulunan yapılar "Simetrik Yapılar" olarak adlandırılmaktadır. Bu tip yapıların uygulamada kullanılan türlerinden bazıları Şekil 2.3' te gösterilmiştir.



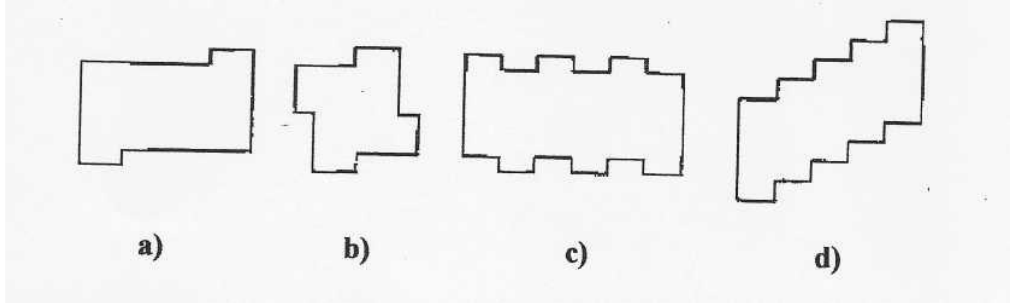
Şekil 2.3. Simetrik Yapılar

Bu tür yapılarda, düşey taşıyıcı eleman olarak sadece kolonların kullanılması halinde, burulma düzensizliği yoktur. Ancak, perde de kullanılması halinde, perdelerin konumlarının sistemin simetrisini bozmayacak şekilde yerleştirilmesi gerekir. Düşey taşıyıcı elemanlar bakımından da simetrik olan bazı sistemlerde, yine

perde konumlarından kaynaklanan ve "Gizli Burulma Düzensizliği" olarak nitelendirilen bir durumla karşılaşılabilmektedir.

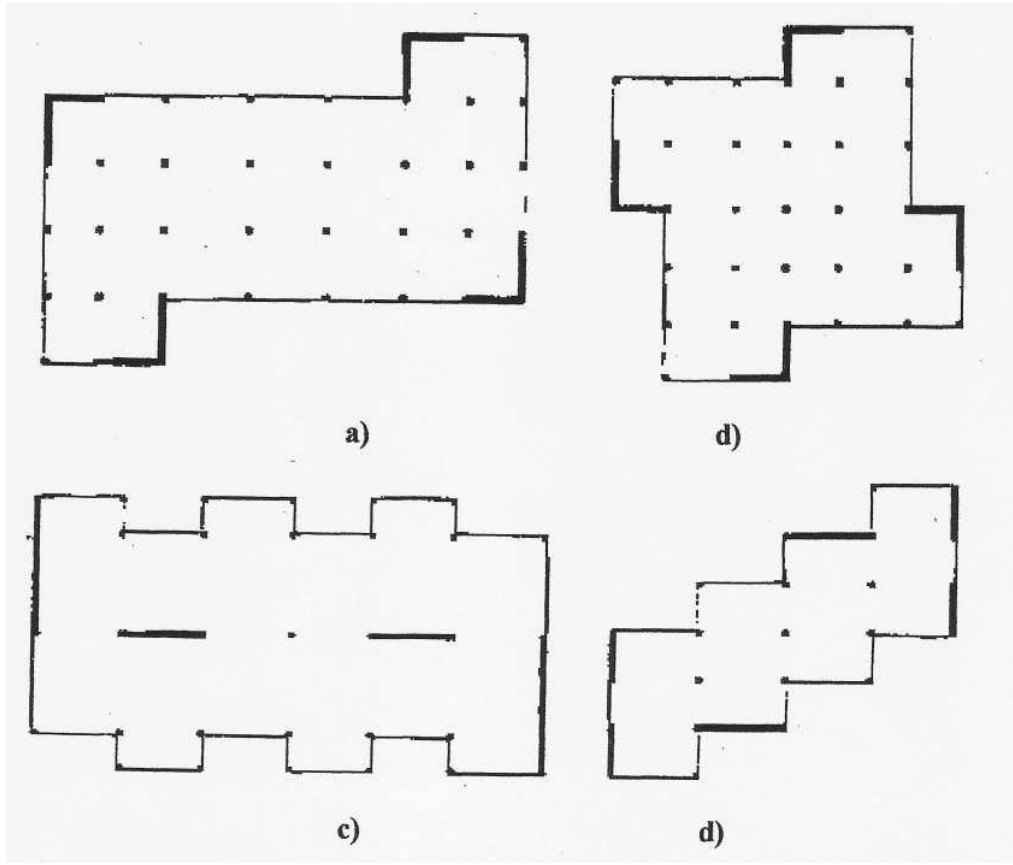
### 2.5.2. Simetrik Davranışlı Yapılar

Bazı yapılar planda iki ortogonal simetri eksenini olmamakla birlikte, yatay yükler etkisi altında simetrik yapılar gibi davranış göstermektedir. Bunlar planda noktasal simetrik olan yapılardır. Bu tür yapılara ait bazı örneklerin şematik planları Şekil 2.4' te gösterilmiştir.



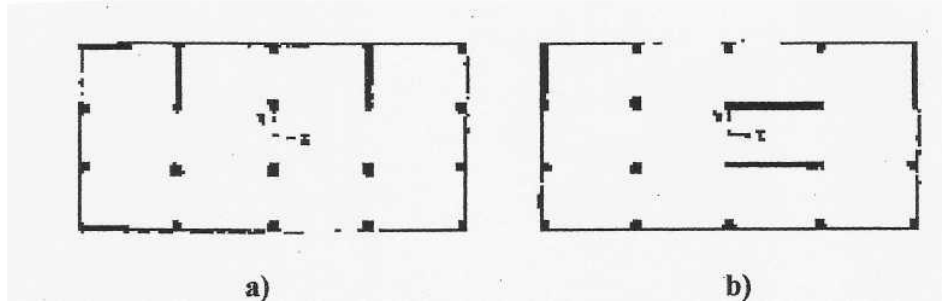
Şekil 2.4. Simetrik Davranışlı Yapılar

Bu tür yapılarda da, düşey taşıyıcı eleman olarak sadece kolon kullanılması halinde, burulma düzensizliği yoktur. Ancak perde kullanılması durumunda, bunların yapının noktasal simetri durumuna uygun konumlarda yerleştirilmesi gerekir. Şekil 2.4'teki yapılarda, perde yerleştirilmesine ait örnekler Şekil 2.5' te şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Simetrik Davranışlı Yapılarda Perde Yerleştirilmesi

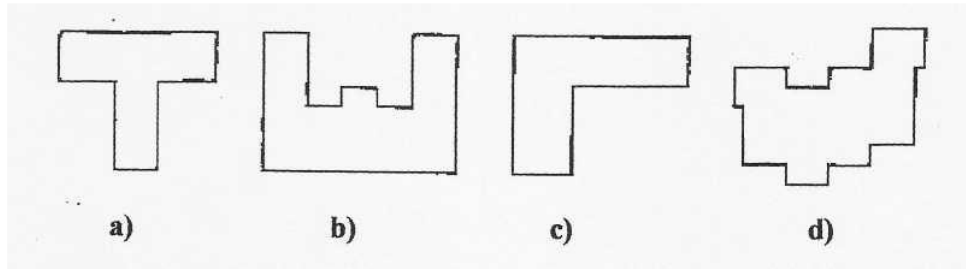
Geometrik bakımdan düzenli olan, fakat perdeleri noktasal simetrik biçimde yerleştirilmemiş olan bazı yapılar da bu kategoriye girmektedirler. Bu tip yapılara ait bazı örneklerin şematik kalıp planları Şekil 2.6' da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Simetrik Davranışlı Perdeleri Olan Yapılar

Bu tür yapıların özelliği, X eksenini doğrultusundaki perdelerin Y eksenine göre, Y eksenini doğrultusundaki perdelerin de X eksenine göre, simetrik olarak yerleştirilmiş olmalarıdır. Bu tür yapılar, her iki doğrultudaki deprem etkileri altında simetrik olarak davranmaktadır.

Plan geometrisinde iki ortogonal simetri eksenini olmayan yapılar için bazı örneklerin şematik planları Şekil 2.7' de gösterilmiştir.



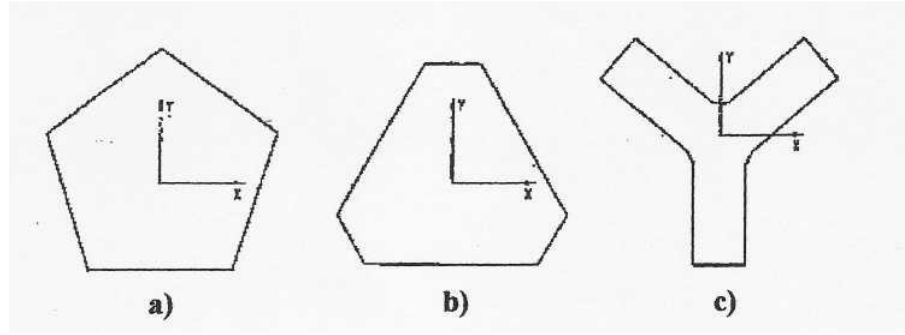
Şekil 2.7. Simetrik Olmayan Yapılar

Görüldüğü gibi bu tür yapıların bazılarında tek simetri eksenini vardır; bazılarında ise hiç simetri eksenini bulunmamaktadır. Bu yapılar, simetriden şaşma



miktarına ve özellikle de perde konumlarına bağlı olarak, az veya çok miktarda burulma düzensizliği olabilmektedir.

Ortogonal olmayan, yani bazı çerçeveleri ve/veya perdeleri birbirine dik düzlemler içinde olmayan yapılar, genellikle simetrik olmayan yapılar sınıfına girerler. Bu tür bazı yapıların planda ikiden çok sayıda, fakat orthogonal olmayan simetri eksenleri vardır. Merkezi simetrisi olan bu yapılara aşt bazı örneklerin şematik planları **Şekil 2.8'**de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Merkezi Simetrisi Olmayan Yapılar

Deprem yönetmeliklerinde, bu tür yapıların deprem hesaplarının iki orthogonal doğrultuda yapılması ve tasarım büyüklüklerinin özel bir süperpozisyon formülü ile elde edilmesi öngörülmektedir. Ortogonal deprem doğrultularından biri sistemin simetri eksenlerinden biri olarak seçilebilir. Örneğin **Şekil 2.8'** de gösterilen yapıların Y eksenleri doğrultusundaki davranışları simetrik olduğu halde X eksenleri doğrultusundaki davranışları simetrik değildir. Uygulamada özellikle perdelerin ve/veya çekirdeklerin konumları nedeniyle bu tür yapıların merkezi simetri özellikleri de bozulmaktadır.

## 2.6. Burulma Yapan Yapıların Sınıflandırılması

Burulma yapan yapıların dört sınıfa ayrılabilirdiği gözlenmiştir.

1. Geometrik bakımdan düzensiz olan yapılar,
2. Rijitlik dağılımı bakımından düzensiz olan yapılar
3. Geometri ve rijitlik dağılımı bakımından düzensiz olan yapılar
4. Gizli burulma düzensizliği olan yapılar

İlk üç sınıfa giren yapılarda burulma düzensizliğinin mevcut olması doğaldır.

4. sınıfa giren yapılar, hem geometri hem de rijitlik dağılımı bakımından tamamen simetrik oldukları halde burulma bakımından düzensiz olan yapılardır.<sup>(2)</sup>

Burulma düzensizliği binanın plan geometrisinden daha taşıyıcı sistemin rijitlik dağılımı ile ilgili bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, yapının taşıyıcı sisteminin belirlenmesi, projelendirme aşamasında en dikkat edilmesi gereken konuların başında gelmektedir. Burulma düzensizliği oluşturmamak için, özellikle yapıya konulacak perde yerleri ve boyutlarının iyi seçilmesi, mümkün olduğu ölçüde perdelerin simetrik şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde bilgisayar programlarının yaygınlaşması, çok ayrıntılı çözümün yapılmasını mümkün kılmaktadır. Bu konuda dikkat edilmesi gereken konu, taşıyıcı sistemin modelinin çalışma biçimine uygun yapılmış olmasıdır. Sistemin her zaman kendisinden beklenen şekilde çalışmayacağı unutulmamalıdır.<sup>(12)</sup>

## 2.7. Rijitlik Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisi

1. Rijitlik dağılımı bakımından düzensiz olan yapılarda, burulma düzensizliği çok yüksek düzeylerde olabilmektedir.
2. Burulma bakımından en elverişsiz nitelikteki yapılarda  $\eta_b$  burulma düzensizliği katsayıları, ABYYHY'te eşdeğer deprem yükü uygulaması için sınır değer olarak belirtilen 2.00 değerinin altında kalmaktadır.
3. Bu tür yapıların "Zayıf akslarındaki taşıyıcı elemanlarda yapılacak düzenlemelerle burulma düzensizliği geniş ölçüde giderilebilmektedir.
4. Burulma düzensizliğini azaltmak için en etkili önlem zayıf akslara, kısıtlı sayı ve boyutta da olsa, perde (ler) yerleştirilmiştir.
5. Zayıf akslardaki kolon ve/veya kiriş boyutlarının arttırılması da burulma düzensizliğini azaltma yönünde bir miktar yararlı olmaktadır.
6. Yüksek oranda burulma düzensizliği olan yapılarda bile, boyutlandırma bakımından önemli bir olumsuzlukla karşılaşılmamaktadır. Yönetmeliklerde burulma düzensizliği için öngörülen önlemlerde değişiklik (ler) yapılmasının gerektiği ileri sürülebilir.<sup>(3)</sup>

Deprem yönetmeliğinde tanımlanan düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriye yakın düzenlenmelidir. Binaların tasarımında burulma düzensizliğinden olabildiğince kaçınılmalıdır. Bu da ancak perde vb. rijit taşıyıcı sistem elamanlarının, binanın burulma rijitliğini arttırmayacak biçimde yerleştirilmesi ile mümkündür.<sup>(5)</sup>

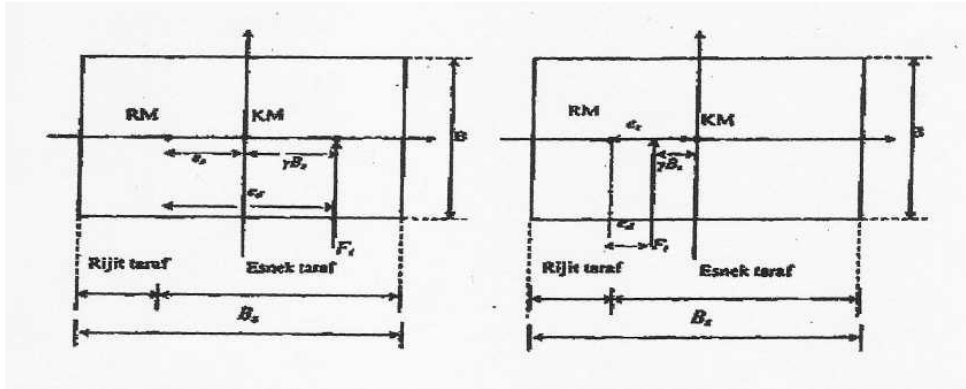
Birçok deprem yönetmeliğinde deprem kuvvetlerinin kat seviyelerinde ek dışmerkezlik etkisi göz önüne alınarak hesaplanması öngörülmektedir. Çoğu deprem

yönetmeliğinde her bir eleman için en büyük tasarım kuvvetini meydana getirecek dinamik tasarım dış merkezliği ( $e_d$ ) aşağıdaki bağıntılar yardımıyla belirlenmektedir.

$$e_d = \alpha e_s + \gamma B_s \quad (2.5)$$

$$e_d = \delta e_s - \gamma B_s \quad (2.6)$$

Burada  $B_s$  yer hareketi yönüne dik olan plan boyutu,  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  belirli katsayıları,  $e_s$  ise sistemin mevcut dışmerkezliğini göstermektedir. Bunlardan  $\alpha$  ve  $\delta$  katsayıları mevcut dışmerkezlik, burulma, süneklik ve dayanım etkilerini hesaba katabilmek için kullanılmakta ve yönetmeliklerde farklı şekillerde düzenlenmektedir. Bağıntılardaki  $\gamma B_s$  ise ek dışmerkezlik ya da gelişigüzel dışmerkezlik olarak da adlandırılmaktadır. Bu sebeple (2.5) bağıntısı esnek tarafta bulunan elemanlar için kullanılacak tasarım dışmerkezliğini, (2.6) bağıntısı ise rijit tarafta bulunan elemanlar için kullanılacak tasarım dışmerkezliğini göstermektedir. (Şekil 2.9) (Tezcan, Alhan, 2001, Chopra, Goel, 1991)



Şekil 2.9. Yapı Planında Esnek ve Rijit Taraflar

Örnek olarak Uniform Building Code (UBC-97) ve Applied Technology Council (ATC-3) bu parametreleri  $\gamma = 0.1$  ve  $\alpha = 1.5$ ,  $\delta = 0.5$  ve New Zealand Code

(NZC-84)' te  $\gamma=0.1$ ,  $\alpha = \delta=1.0$ , ABYYHY' te bu parametreler  $\gamma=0.05$  ve  $\alpha = \delta=1.0$  olarak dikkate alınmakta ve ek dışmerkezlik burulma düzensizliğinin derecesine bağlı olarak  $D_f=(\eta_b/1.2)^2$  katsayısı ile artırılmaktadır. Burada  $\alpha=1.0$  olması burulmadan kaynaklanabilecek artırıcı yönde etkinin olmadığı manasına gelmektedir.

Daha önce verilmiş olan (2.5) ve (2.6) bağıntılarının  $e_s'$  yi içeren ilk terimi planda mevcut dışmerkezliliğin yapıda meydana getirebileceği burulma etkilerini göz önüne alabilmek içindir. Buna karşın ikinci terim  $\delta B_S$  ise yapıda tahmin edilebilen belirgin faktörleri değil rijitlik dayanım, ve zati yüklerin hesaplanan değerleri ile gerçek değerleri arasındaki farkları hesaba katabilmek için kullanılmaktadır. Bu ek dışmerkezlik (accidental eccentricity) deprem yönüne dik yapı boyutunun bir oranı şeklinde ifade edilmekte ve rijitlik merkezinin bulunduğu doğrultuda uygulanmaktadır.<sup>(4)</sup>

## 2.8. Çok Katlı Yapılarda Burulma

Taşıyıcı sistemi birbirine dik iki doğrultuda düzenlenmiş simetrik binalarda, kütle merkezi ile rijitlik merkezi teorik olarak çakıştığı için taşıyıcı elemanlar burulma etkisine maruz olmayacaktır. Bu durumda yapıda, yatay yüklerden dolayı sadece öteleme hareketi meydana gelecektir.<sup>(13)</sup>

Kütle merkezinin bulunması oldukça kolaydır. Kat döşemesi ağırlığı, kirişlerin ağırlığı, kolonların ağırlığı, bölme duvarların ve diğer sabit ağırlıkların yanı sıra kat için düzgün yayılı kabul edilen hareketli yük ve diğer yükler dikkate alınır. Bu yüklerin x ve y eksenleri kullanılarak ağırlık merkezi hesaplanır. Bu merkez Kütle Merkezi (K. M.) olur ve deprem kuvvetlerinin  $F_{ix}$  ve  $F_{iy}$ , bu merkezden

geçen birbirine dik olan iki eksen doğrultusunda etkidikleri varsayılır.

Rijitlik Merkezi (R. M.) deprem kuvveti etkisi altında düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesinin geçtiği noktadır. Doğal olarak, deprem yükünün x - yönüne paralel etki ettiği durumda, düşey taşıyıcılarda oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesi de, deprem yüküne ters yönde ve x- eksenine paralel olacaktır (x - yönünde rijitlik aksı). Deprem yükünü kendi düzlemi içinden geçiren döşeme plağı, bu yükü düşey taşıyıcılara aktarır ve düşey taşıyıcılarda kesme kuvvetlerinin oluşmasına neden olur. Bu kesme kuvvetleri ile deprem yükü, her düzeyde dengelenmek zorundadır ( $\sum H= 0$ ).<sup>(14)</sup>

Taşıyıcı sistemi simetrik olmayan yapılarda ise yatay kuvvetlerin bileşkesi yapının g kütle merkezinden geçerken, yapı r rijitlik merkezi etrafında dönmeye çalışacaktır.

Yapılarda burulma momenti etkisini azaltabilmek için taşıyıcı sistemin mümkün olduğu kadar simetrik oluşturulmasına dikkat etmek gerekir.

Böyle bir durumun gerçekleştirilebilmesi için de mimari proje aşamasında mimar ve mühendislerin ortak çalışma yapmasında ya da bilgi alış-verişinde bulunmasında yarar vardır.

Çekirdek ve tüplerin kütle merkezine, perdelerin ise mümkün olduğu kadar binanın dış çevresine yakın ve bina kenarına paralel olarak yerleştirilmesi, burulma etkisini azaltıcı yönde katkıda bulunacaktır.<sup>(13)</sup>

## 2.9. Betonarme Yüksek Yapılarda Yatay Yük Etkisi

Tüm dünyada olduğu gibi, önemli deprem hattı üzerinde bulunan ülkemizde de inşa edilen binaların çoğunluğu betonarme olarak yapılmaktadır. Yüksek mukavemetli beton ve çelik kullanımı ile üretilen bu türden yapılar, uzun ömürlü ve ekonomik olma özellikleri yansın monolitik olma özelliğine de sahiptir. Konvansiyonel tarzda genellikle 8-10 katlı, seyrek olarak 12-16, nadir olarak da 20 ve daha fazla katlı binalar inşa edilmekte olan ülkemizde, 20 yıldan bu yana ön yapım tekniği ile her türlü bina yapılmaktadır.

Yüksek yapıların deprem etkisi altındaki davranışında bazı özelliklerin bulunması istenir. Örneğin sık olan ve hafif şiddetteki depremlerden doğan titreşimlerin bina içinde yaşayanlarca hissedilmemesi, seyrek olan orta şiddetteki depremlerin etkisi altında lineerlik sınırının aşılmaması, çok seyrek olan büyük şiddetteki depremlerde ise can kaybının olmaması ve yalnız onarılabılır hasarların meydana gelmesi istenir.

Taşıyıcı sistemin bütün bu özelliklere sahip olması için hafif ve orta şiddetteki deprem etkisi altında rijit, büyük şiddetteki deprem etkisinde ise sünek (düktil) bir davranış göstermesi gerekmektedir.

Yapılarda kat adedinin artması, alt katlardaki kesit boyutlarının büyümesine ve artan yük etkisiyle mukavemet açısından sorunların doğmasına neden olmaktadır. Bu türden problemler perde taşıyıcı elemanlarının kullanılmasıyla giderilebilmektedir.

Çerçeve süneklik oranının fazla, perde rijitliğinin yüksek olması bu iki taşıyıcının bir arada kullanılabilmesini mümkün hale getirmektedir.

Farklı davranış gösteren bu iki taşıyıcı elemanın birlikte çalışması, kendi düzleminde rijit kabul edilen döşemeler tarafından sağlanmaktadır.

Çerçeve sistemler, yatay yüklemeye karşı mukavemetini, kendisini meydana getiren elemanların düğüm noktalarının rijitliğinden alan taşıyıcı sistemlerdir.

Çerçeve tipi bir taşıyıcı sistemde yatay yer değiştirmenin, kiriş ve kolonlardaki eğilmeden ve kolonların aksenal şekil değiştirmelerinden meydana geldiği düşünülebilir. Yükseklik, genişlik oram arttıkça kolon aksenal şekil değiştirmeleri önem kazanır.

Ayrıca, çerçeve elemanlarında veya temeldeki bir çökme ile normal kuvvetlerin ve sistemlerin doğurduğu ikinci mertebe momentlerin etkisi de yatay yer değiştirmeyi arttırıcı etmenlerdir.<sup>(13)</sup>

## **2.10. Yatay Yer Değiştirmelerin Hesabı**

Yatay yük etkisi altındaki betonarme yüksek yapıda, dolgu duvarlarının çatlamasını, camların kırılmasını, doğramaların şekil değiştirmesini ve binada yaşayanların titreşimlerden doğan rahatsızlığın önlemek amacıyla taşıyıcı sistemin yatay yer değiştirmelerinin, belirli bir sınırı aşmaması istenir.<sup>(13)</sup>

Sistemin yatay kuvvetler etkisi altında dinamik ve statik analizi için bazı hesap yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler,

- a) Kesin Yöntemler
- b) Yaklaşık Yöntemler

**a) Kesin Yöntemler:** Genellikle deplasman yönteminin çok katlı yapılara uygulanmasıdır. Bu yöntemlerde bilinmeyen sayısı fazladır, uzun ve yorucu hesaplar



ancak bilgisayar yardımı ile yapılabilir. Bu yöntemde hesapların uzunluğundan dolayı doğan yuvarlanma hataları ortaya çıkabilmektedir.

**b) Yaklaşık Yöntemler:** Çok katlı yapıların yatay yüklere göre hesabı için taşıyıcı sistem türüne bağlı olarak geliştirilen yaklaşık yöntemler bazı basitleştirici kabuller yardımı ile hesapların büyük ölçüde kılmasını sağlayan yöntemlerdir. Bu yöntemlerle yapılan hesaplarda yuvarlanma ve kesme hataları önemsiz mertebelerde olduğundan, elde edilen sonuçlar yaklaşık fakat güvenilir olmaktadır. Bazı yaklaşık yöntemler kullanılarak ardışık yaklaşım yolu ile kesin sonuçlar elde etmek mümkündür.

Yatay yüklerin etkisi altındaki çok katlı yapı, geometrik olarak simetrik olmadığı takdirde kütle merkezi ile rijitlik merkezi altındaki dışmerkezlik yüzünden burulma etkisi altındadır. Diğer taraftan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" e göre simetrik yapılarda bile belli bir dışmerkezlik dikkate alınarak burulma etkisinin dahil edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Yine aynı yönetmelikte, burulma düzensizliği ön plana çıkarılmış ve tanımlanan bir katsayı ( $\eta_{bi}$ ) için sınırlar önerilmiş ve bu sınırlar haricinde, hesap şeklinin değiştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Burulma etkisi tüm yapılarda dikkate alınmalıdır. Bu etkinin belirlenmesi için bir çok çalışmacı tarafından değişik yöntemler geliştirilmiştir.

Bir yapının dönmeden öteleme yapabilmesi ancak yatay kuvvetlerin her katta, o katın "Rijitlik Merkezi" ne doğrudan etkimesi ile mümkündür.<sup>(5)</sup>

## 2.11. Yapı Sistemleri Serbestlik Dereceleri

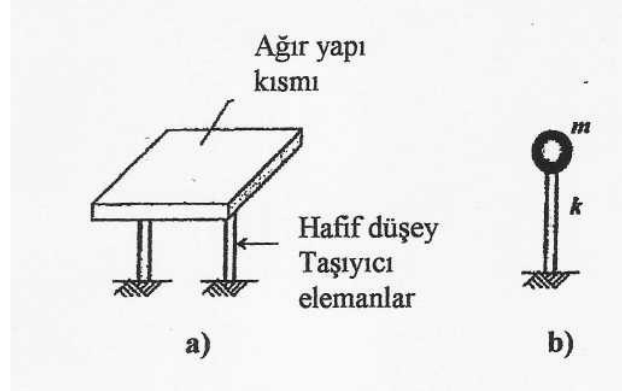
Yatay yük etkisindeki taşıyıcı sistemler herhangi bir yükleme durumu için üç boyutlu olarak Matris Deplasman Yöntemi uygulanarak hesaplanabilirler. Bu durumda her düğüm noktasında üçü x, y, z koordinat eksenleri etrafındaki ötelenme ve dönme olmak üzere altı serbestlik derecesi söz konusudur. Dolayısıyla taşıyıcı sistemdeki düğüm noktası sayısının altı katı kadar bilinmeyenle çalışmak gerekecektir. Her ne kadar böyle bir hesabın yürütülmesi için genellikle bilgisayar programları kullanılıyorsa da bilinmeyen sayısının çokluğu işlem sayısını arttırdığı için hem çözüm süresini uzatmakta, hem de kesme hataları birikimi nedeniyle hassas olmayan sonuçlar alınabilmektedir. Bu nedenle bilinmeyen sayısını azaltmak uygun olmaktadır.

Bu amaçla, yatay yük etkisindeki yapıların hesabı için yapılan varsayım, katların kendi düzlemleri içinde şekil değişimine uğramadan rijit cisim hareketi yaptığıdır. Bu şekilde, bir katta bulunan düğüm noktalarındaki kat düzlemi içinde kalan yer değiştirmeler ile kat düzlemine dik doğrultudaki dönmeleri, kendi düzlemi içinde rijit olduğu varsayılan katın iki yer değiştirme bileşeni ile düzlemi içinde dönmesi cinsinden ifade etme olanağı doğar.<sup>(15)</sup>

### 2.11.1. Tek Serbestlik Dereceli Sistemler

Tek serbestlik dereceli sistemlere uygun yapılara basit yapılar da denilmektedir. Bu tür yapıların özelliği yapı kütlelerinin önemli bir kısmının yapının belirli bir bölgesinde toplanmış olmasıdır. Bu tür yapılara örnek olarak, bir katlı yapılar, çardaklar, kameriyeler, ayaklı depolar ve hafif çelik profillerle desteklenmiş ağır çatılara sahip yapılar verilebilir. Bu yapılarda kütlelerin yoğun olduğu bölgede bir

noktada toplandığı ve mevcut bütün taşıyıcı eleman rijitliklerinin (katılıklarının) görelili olarak bir kolonda toplandığı kabul edilmektedir. Tek serbestlik dereceli yapılar için yapılan bu varsayımlar, yapı dinamiğinin temelini oluşturan varsayımlardan birkaçıdır.



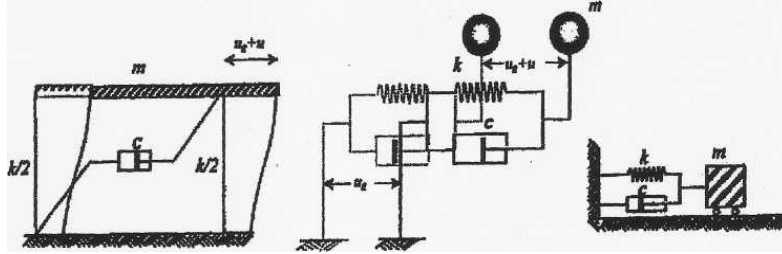
Şekil 2.10. Kütlenin Bir Noktada ve Rijitliğin Bir Elemanda Toplanması

Sönümün de dikkate alındığı tek serbestlik dereceli sistemlere ilişkin olarak kullanılan modeller Şekil 2.11'de görülmektedir. Bu şekildeki  $m$  yapı kütlelerini,  $C$  sönümü,  $k$  rijitliği,  $U_g$  zeminin,  $u$  ise yapının yer değiştirmesini temsil etmektedir.

Rijitlik için, yapı zemine göre yer değiştirdiğinde onu ilk durumuna getirmeye çalışın mekanizma yorumu yapılabilir. Kütle zemine göre  $u$  kadar yer değiştirdiğinde bunu ilk konumuna getirecek olan kuvvet  $F=ku$  olacaktır. Burada  $k$ 'ya rijitlik ya da orantı sabiti denilmektedir. Sönüm için ise yapı titreştiği zaman titreşimi zayıflatan mekanizma yorumu yapılabilir. Sönüm etkisinin belirlenmesi daha sonra da irdeleneceği gibi son derece zor olmaktadır. Hatta bir yapı için sönümün gerçekçi olarak belirlenmesinin imkânsız olduğu söylenebilir. Sönüm

etkisini hesaplarda dikkate alabilmek için genellikle viskoz sönüm esas alınmaktadır. Bununla ilgili kuvvet olarak, içerisinde viskoz özellikte sıvı bulunan bir silindirde piston belirli bir hızla hareket ettiğinde viskoz sönüm denilen hızla orantılı olarak meydana gelen kuvvet tanımı yapılmaktadır. Bu durum için pistonun hızı  $du/dt$  olduğundan bununla ilgili kuvvetin ifadesi  $c \dot{u}$  olmaktadır. Buradaki  $c$ ' ye sönüm katsayısı ya da orantı katsayısı denildiği gibi kısaca sönüm de denilmektedir.

Bu tür sistemler tek katlı yapı sistemi olarak da nitelendirilebilir. Geleneksel bir yapıda kirişler, kolonlar, duvarlar gibi yapı elemanları yukarıda adı geçen kütle, rijitlik ve sönüm özelliklerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Tüm bu özellikler dikkate alınarak tek serbestlik dereceli sistemlerin çeşitli şekillerdeki model görünümleri **Şekil 2.11'de** verilmektedir.



Şekil 2.11. Tek Serbestlik Dereceli Sistemler için Model Gösterimleri

**Şekil 2.11'de** verilen sistemlerdeki kütlelerin sadece bir doğrultuda yatay yer değiştirme yaptığı kabul edilmektedir. Bu nedenle sistem tek serbestlik dereceli sistem olarak adlandırılmakta, dolayısıyla da dinamik serbestlik derecesi bir olmaktadır. Dinamik serbestlik derecesi daha açık olarak sistemde bulunan her bir

kütlenin rölatif yer değiştirmelerini belirleyebilmek için gerekli bağımsız yer değiştirme sayısı olarak tanımlanmaktadır. **şekil 2.11**'de gösterilen modellerin davranışları dikkate alındığında **(a)** daki gösteriliş tarzı birçok kitapta kullanılmasına rağmen sistemde bulunan kütlenin çok az da olsa yukarı aşağı hareket edeceği düşünölebilir. Aynı şekilde **(b)** deki gösteriliş tarzında ise kütlenin dönme yapacağı da düşünölebileceğinden, bu gösteriliş tarzı da pek uygun gözökmemektedir. Bu yüzden gösterim olarak da tek serbestlik dereceli sistemi ifade eden en iyi gösteriliş tarzı **(c)** olmaktadır. Ancak inşaat mühendisliğinin ilgi alanına giren yapının araba üstüne bindirilmiş gibi modellenmesi uygun düşmemektedir (Oshaki, 1991).<sup>(4)</sup>

#### **2.11.2. Çok Serbestlik Dereceli Sistemler**

Bu sistemlerde, sistemin hareket halindeki konumu birden fazla parametrenin verilmesi ile belirlenebilmektedir. Sistemin serbestlik derecesi hareket halindeki konumunu tam olarak belirleyebilmek için gerekli ve yeterli parametre sayısına eşittir. Çok serbestlik dereceli sistem denildiğinde akla hemen çok katlı yapılar gelmektedir. Oysa çok katlı bir yapıda da sadece bir doğrultuda yatay yer değiştirme yerine, yapının iki doğrultuda yer değiştirme yapabildiği ya da iki yer değiştirmeye ilave olarak düşey eksen etrafında dönebildiği de dikkate alındığı durumda yapı tek katlı olmasına rağmen yine de çok serbestlik dereceli bir sistemdir.<sup>(4)</sup>

Kendi düzlemine paralel yüklenen döşeme plağı, deprem yükü altında ihmal edilecek kadar küçük eğilme sehimi oluşturur, ancak bütün düşey taşıyıcıları beraber sürükleyerek ötelenmelerini sağlar. Başka bir değişle, döşeme rijit kütle hareketi göstererek ötelenir. Döşemenin deprem yüklerini düşey taşıyıcılara aktarmasına

diyafram görevi adı verilir.

Etkin bir diyafram görevi için döşeme kendi düzlemi içinde etkileyen deprem yükü altında çok küçük sehim yapmalıdır,  $\delta \approx 0.0$ . Bunun sağlanması için döşemenin düzlem içi eğilme rijitliği büyük olmalıdır. Döşeme boşluklarının ise, bu rijitliği azalttığı açıktır.

Ayrıca, deprem yükleri altındaki döşeme plağı, kesme kuvvetlerine ve momente maruzdur. İşte bu kesme kuvvetleri ve momentler altında, döşeme plağında kesme kırılması veya moment kırılması oluşmamalıdır.<sup>(14)</sup>

## 2.12. Diyafram

Düşey taşıyıcıları kat düzeylerinde birbirine bağlar.

- Kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit kabul edilirler.
- Kat düzeyinde, düşey taşıyıcıların eşit ötelenme yapmasını sağlar.
- Her düşey taşıyıcı, kendi ötelenme rijitliğine orantılı olarak, toplam deprem kuvvetinden pay alır.
- Deprem oluşturduğu eylemsizlik kuvvetlerini düşey taşıyıcılara dağıtmak.
- Bu dağıtımda, diyafram içinde önemli kesme kuvvetleri ve momentler oluşacak.
- Döşemede delikler ve keskin köşeler, oluşan kesme kuvvetlerine ve momentlere karşı direnci zayıflayabilir.<sup>(14)</sup>

### 2.12.1. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışan Yapılar

Rijit diyafram kabulünde döşemelerin düzlemi içinde sonsuz rijit olduğu yani şekil değiştirmedeği kabul edilmektedir. Böylece döşeme üzerinde seçilen bir "Master Noktası"nın birbirine dik iki yatay öteleme ve döşeme düzlemine dik eksen etrafında dönme deplasmanlarının bilinmesi durumunda, döşeme üzerindeki diğer düğümlerin deplasmanları, master noktası deplasmanlarına bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Kolon, kiriş ve rijit diyafram döşemelerinden her katta;

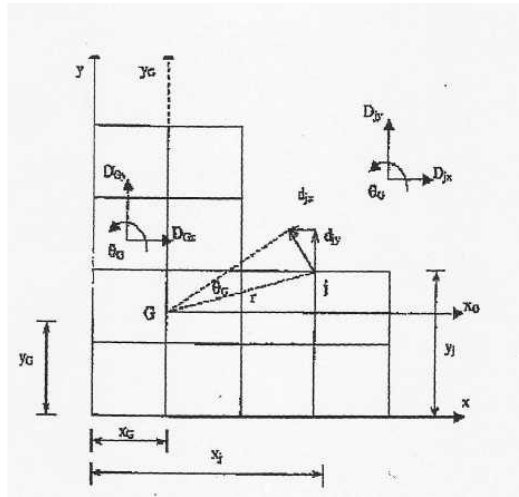
$$3 * (\text{Düğüm Sayısı}) + 3 \quad (2.7)$$

adet bilinmeyen deplasman bulunmaktadır. Dolayısıyla N katlı bir yapıda,

$$\text{Bilinmeyen sayısı} = N * (3 * j + 3) \quad (2.8)$$

$j =$  kattaki düğüm sayısı

olacaktır. Şekil 2.12' nin incelenmesinden görülebileceği gibi döşemeye ait  $j$  noktasındaki deplasmanlar master noktası deplasmanları cinsinden:



Şekil 2.12. Rijit Diyafram Modeli

$$\theta_j = \theta_g \quad (2.9)$$

$$D_{jx} = D_{Gx} - \theta_g * (y_j - y_g) \quad (2.10)$$

$$D_{jy} = D_{Gy} + \theta_g * (x_j - x_G) \quad (2.11)$$

Bağıntıları ile hesaplanabilir. Düğüm noktalarına diğer deplasmanlar ise (3\* i) düğümlerin iki yatay eksen etrafındaki dönme ve düşey eksen doğrultusundaki öteleme deplasmanları olup bu deplasmanlar master noktası deplasmanlarından bağımsızdır.

Ayrıca kirişler rijit diyafram içinde kaldığından bu elemanlarda aksenal deformasyon meydana gelmemektedir. Bu kabulün getirdiği kolaylıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1) Döşeme diyaframları dış yükler altında rijit cisim hareketi yapacağından kat kütleleri, bu diyaframın kütle merkezinde tanımlanabilmektedir.
- 2) Bilinmeyen sayısı büyük ölçüde azalacağından, çözüm kolaylaşmaktadır.
- 3) Döşemelerin varlığının hesaba katılması sağlanmaktadır. Aksi takdirde döşemelerin üç boyutlu kabuk elemanı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile sisteme dahil edilmesi gerekmektedir.<sup>(9)</sup>

### **2.12.2. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar**

Kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde, deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktaramadığı durumlarda rijit diyafram modelinin kullanılması sakıncalı olup yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bu durumda döşemenin düzlem içi davranışının göz önüne alınması gerekmektedir

İzlenecek yol, döşemenin yeterli sayıda üç boyutlu kabuk elemanlara bölünerek oluşturulacak sonlu elemanlar modelinin statik veya dinamik analizinin

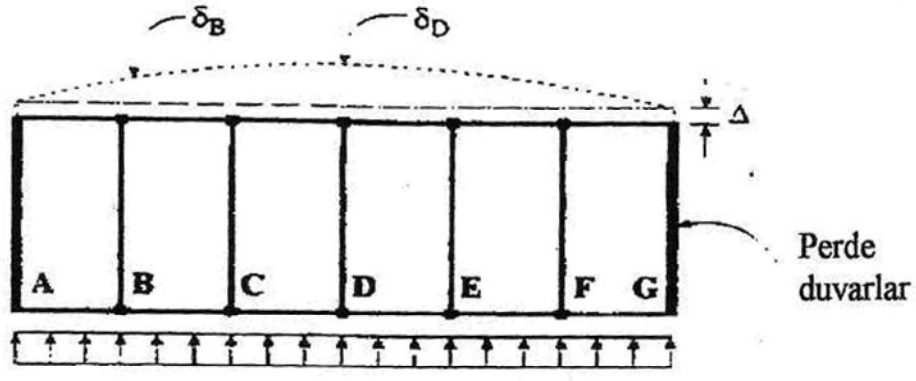


yapılmasıdır. Modelde kat kütlelerinin döşeme düğüm noktalarına uygun bir tarzda dağıtılması gerekmektedir.

Özellikle plandaki yapı düzensizliklerinin (A2, A3 düzensizlikleri) çok olumsuz olması durumunda rijit diyafram modeli ile yapılan analiz hatalı sonuçlar verebilir.

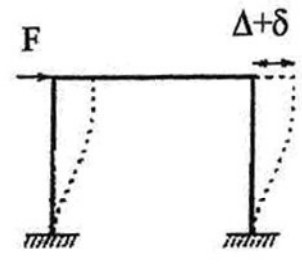
#### Esnek Diyafram Etkisi

- Kendi düzlemi içinde sonsuz rijit diyafram kabulü geçerli olmayabilir.
- Deprem kuvvetinin perde duvarlar arasında dağılımı, elastik kabuller ile yaptığı dağılımdan değişik olur. <sup>(14)</sup>



$$(\Delta + \delta_D) > (\Delta + \delta_B)$$

Kolon ve kiriş boyutları eşit  
iki çerçeve



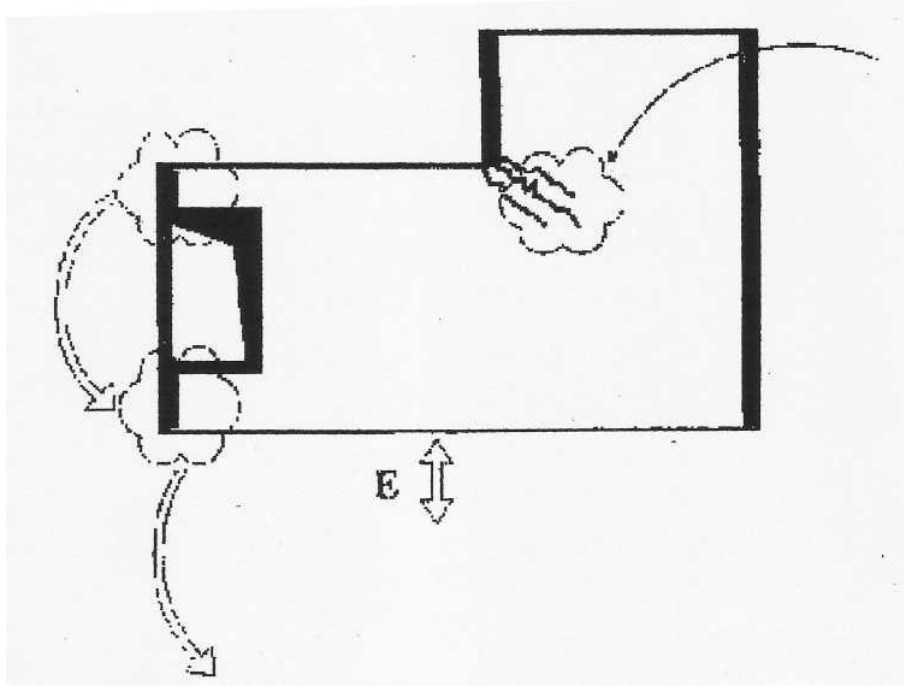
B ve D çerçeveleri

$(\Delta + \delta_D)$  ötelenmesini oluşturmak için  
daha büyük (F) gerekir

D çerçevesi daha büyük deprem  
kuvveti çekmiştir.

Bu fark %20-%40  
mertebelerine ulaşabilir.

Şekil 2.13. Esnek Diyafram



Şekil 2.14. Keskin Köşelerde Çatlaklar

Keskin köşelerde döşemede olabilecek keskin köşelerden başlayan çatlaklar, sonsuz rijit diyafram kabulünü geçersiz kılmaktadır. Döşemeden kuvvet aktarım küçük bir uzunlukta oluşur. Bu bağlantı yeterli olmazsa, perdenin yatay yük taşıma etkinliği büyük ölçüde kaybolur. Perde, ancak döşemede-perde bağlantı uzunluğunun yatay kuvvet aktarma kapasitesi kadar yatay yük taşıyabilir.<sup>(14)</sup>

Burulma düzensizliklerinin bulunduğu yapılar için Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanmasında bazı kısıtlamalar olup bu yöntemin sonuçları, Mod Birleştirme Yönteminden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmaktadır. Genel olarak dinamik yöntemlerle, Düzensizliklerin bulunduğu sistemlerin çözümünün daha geçekçi olduğu düşünülmektedir. Ancak, bu yapılar için Mod Birleştirme

Yöntemiyle elde edilen sonuçların yine de Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılması öngörülmektedir.<sup>(4)</sup>

### **2.13. Analiz Yöntemleri**

Yeni deprem yönetmeliğinde bina türü yapıların hesaplarında kullanılmak üzere üç yöntem önerilmektedir.

- a) Eşdeğer deprem yüğü yönetimi
- b) Mod birleştirme yöntemi
- c) Zaman tanım alanında hesap yöntemleri

Bu yöntemlerden Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri her türlü yapı sistemine uygulanabildiği halde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabilmesinde deprem bölgesi,  $H_N$  yapı yüksekliği, A1 Burulma Düzensizliği ve B2 -Yumuşak Kat Düzensizliği ile ilgili koşullara bağlıdır. Bu koşullar göz önüne alınarak hesap yönteminin seçimi için hazırlanan akış diyagramı aşağıda verilmiştir.<sup>(9)</sup>

Çizelge 2.2 Hesap Yönteminin Seçimi

1.ve 2. DEPREM BÖLGESİ				
$H_N < 25$ m		$25 < H_N < 60$ m		$H_N > 60$ m
B2 KONTROLÜ YOK		B2 KONTROLÜ VAR		DİNAMİK
A1 KONTROLÜ VAR		$\eta_{ki} \leq 1.5$	$\eta_{ki} > 1.5$	
$\eta_{bi} \leq 2$	$\eta_{bi} > 2$	A1 KONTROLÜ VAR	DİNAMİK	
STATİK	DİNAMİK	$\eta_{bi} \leq 2$	$\eta_{bi} > 2$	
		STATİK	DİNAMİK	
2. VE 4. DERECE DEPREM BÖLGESİ				
$H_N \leq 75$ m		$H_N > 75$ m		
STATİK		DİNAMİK		

### 2.13.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Deprem hesabı yapılacak binalarda, Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulanabilmesi için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekmektedir.

Çizelge 2.3. Eş Değer Deprem Yüğüünün Uygulanabileceği Binalar  $H_N$

DEPREM BÖLGESİ	BİNA TÜRÜ	TOPLAM YÜKSEKLİK SINIRI
1,2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1,2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 60$ m
3,4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

### 2.13.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Adımları

- TDY 98' e göre binaların deprem hesaplarının üç boyutlu yapı sistemi olarak modellenmesi gerekmektedir. Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilir. Her katta iki yatay yer değiştirme bileşenleri göz önüne alınacaktır.

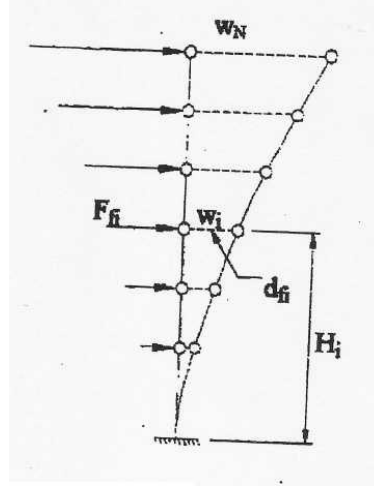
- Kat kütleleri kütle merkezinde tanımlanır.

- Katlara etkiyen yükler hesaplanır ( $F_{fi}$ )

$$F_{fi} = w_i \cdot H_i / \sum_{j=1}^N (w_j \cdot H_j) \quad (2.12)$$

$H_i$ : Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir.

$w_i$ : i'inci kat ağırlığıdır.



Şekil 2.15. Fiktif Yükler ve Yerdeğiştirmeleri

- Bulunan fiktif yükler ( $F_{fi}$ ) seçilen deprem doğrultusunda yapının kat kütle merkezlerine yerleştirilerek statik analiz yapılır ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar ( $d_{fi}$ ) bulunur.

- Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodu ( $T_1$ ) hesaplanır.

Yönetmelikte,  $T_1$ 'in hesabı:

**I) Ampirik yöntemle  $T_1$ 'in hesabı:**

Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde temel üstünde ölçülen toplam bina yüksekliğinin  $H_N \leq 25$  m koşulunu sağlayan üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin uygulandığı tüm binalarda, Birinci Doğal Titreşim Periyodu aşağıda verilen yaklaşık formül ile hesaplanmasına izin verilmektedir.

$$T_1 \equiv T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (2.13)$$

$H_N$  : Yapı yüksekliği

Bu bağıntıda görülen  $C_t$  değeri, bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

**a) Deprem yüklerinin tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda  $C_t$  değeri;**

$$C_t = 0,075 / A_t^{1/2} \leq 0,05 \quad (2.14)$$

formülü ile hesaplanacaktır.

$A_t$ : Eşdeğer alanı

$$A_t : \sum A_{wj} [0,2(LI_{wj}/H_N)^2] \quad (2.15)$$

ile verilmektedir. Burada,

$A_{wj}$ : Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin brüt en kesit alanı,

$LI_{wj}$  : Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin deprem doğrultusunda çalışan uzunluğudur.

$(LI_{wj}/H_N)$  oranının en büyük değeri 0.9 olarak göz önüne alınacaktır.

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

II) Rayleigh oranı ile  $T_1$ ' in hesabı:

$$T_1 = 2\pi[(m_i d_{fi}^2) / \sum(F_{fi} d_{fi})]^{1/2} \quad (2.16)$$

$$m_i = W_i / g \quad (2.17)$$

$m_i$  = Binanın  $i$ ' inci katının kütlesi,

$d_{fi}$  :  $F_{fi}$  fiktif yüklemesinden dolayı, binanın  $i$ ' inci katında meydana gelen yatay yer değiştirmeyi göstermektedir.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh Oranı ile hesaplanması halinde, periyot değeri bir kere de Ampirik Formül ile de hesaplanacak ve bu formülden bulunan değerin  $T_{1A} > 1.0$  sn olması durumunda,  $T_1$ ' in deprem hesabında kullanılacak en büyük değeri  $T_{1A}$ ' nın 1.30 katından daha büyük olmayacaktır.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodu, Rayleigh Oran ile hesaplanabilir. Ancak, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde  $H_N \leq 25$  m koşulunu sağlayan binaların üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ise Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodunun Ampirik Formül ile hesaplanmasına izin verilmiştir. Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde  $H_N > 25$  m olması durumunda ise Rayleigh Oranı ile hesaplanması zorunludur.

- Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (Taban Kesme Kuvveti) ( $V_t$ ) hesaplanır.

$$V_t = W A ( T_1 ) / R_a ( T_1 ) \geq 0,10 A_o . I . W \quad (2.18)$$



Bu ifadedeki büyüklükler;

W: Binanın deprem sırasındaki toplam ağırlığıdır

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (2.19)$$

$$w_i = g_i + nq_i \quad (2.20)$$

$w_i$ : i' inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı,

$g_i$ : i' inci katın toplam sabit yükü,

$q_i$ : i' inci katın toplam hareketli yükü,

n : Hareketli yük katılım katsayısıdır.

Çizelge 2.4 Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

BİNANIN KULLANIM AMACI	n
Depo, antre, vb.	0.8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.6
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.3

**Spektral İvme Katsayısı [A (T<sub>1</sub>)]** : Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak % 5 sönüm oranı için Elastik Tasarım İvme Spektrum'un yerçekimi ivmesi g' ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı, A(T<sub>1</sub>), aşağıdaki denklem ile verilmiştir.

$$A ( T_1 ) = A_0 \cdot I \cdot S(T_1) \quad (2.21)$$

A<sub>0</sub> : Etkin Yer İvmesi Katsayısı,

I : Bina Önem Katsayısı,

S(T<sub>1</sub>) : Spektrum Katsayısıdır.

**Etkin Yer İvmesi Katsayısı (  $A_0$  )** : Maksimum deprem ivmesinin  $g'$  ye oranı olarak tanımlıdır. Bu katsayı deprem analizini yaptığımız yapının hangi deprem bölgesinde olduğuna bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2.5. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (  $A_0$  )

<b>Deprem Bölgesi</b>	<b><math>A_0</math></b>
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

**Bina Önem Katsayısı (  $I$  )** : Yapının kullanım amacına bağlı olarak belirlenmektedir. Aşağıda görüleceği üzere depremden hemen sonrası kullanımı gereken binalarda, tehlikeli madde içeren binalarda, insanların uzun süreli ve yoğun olarak buldukları binalarda bu katsayı daha büyüktür.

Çizelge 2.6. Bina Önem Katsayısı

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

**Spektrum Katsayısı [ S ( T<sub>1</sub> ) ] :** Yerel zemin koşullarına ve yapının birinci doğal periyoduna bağlı olarak aşağıdaki denklem ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1)=1+1.5T_1/T_A \quad (0 \leq T_1 \leq T_A) \quad (2.22)$$

$$S(T_1) = 2.5 \quad (T_A \leq T_1 \leq T_B) \quad (2.23)$$

$$S(T_1) = 2.5(T_B/T_1)^{0.8} \quad (T_1 > T_B) \quad (2.24)$$

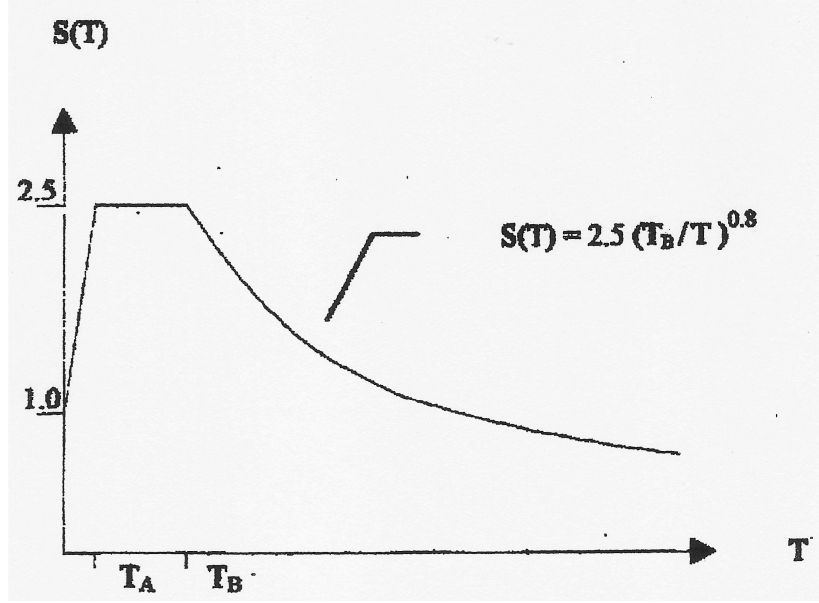
**Spektrum Karakteristik Periyotları ( T<sub>A</sub> , T<sub>B</sub> ) :** Bu periyotlar Yerel Zemin Sınıflarına bağlı olarak aşağıda verilmiştir.

Çizelge 2.7. Spektrum Karakteristik Periyotları ( $T_A$ ,  $T_B$ )

<b>YEREL ZEMİN</b>	<b><math>T_A</math></b>	<b><math>T_B</math></b>
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, aşağıdaki ilgili karakteristik periyotlar göz önüne alınarak denklem (2.22), (2.23) ve (2.24)'den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.

## Özel Tasarım İvme Spektrumları



Şekil 2.16. Tasarım İvme Spektrumu Grafiği

Zemin sınıfına göre  $T_A = 0.1 - 0.2$  sn arasında değişmektedir. Bu tür zeminlerde, spektrum eğrisinin  $0 \leq T \leq T_A$  bölümü arasında bulunan yapılar bir veya en çok iki katlı binalara karşı gelmektedir. Yeni deprem yönetmeliğinde spektrum katsayısı değeri  $S(T) \geq 0.1R$  alt sınırı verilmektedir.

Spektrum katsayısı yukarıdan da görüleceği gibi maksimum değerini, yapı periyodu  $T$ ' nin spektrum karakteristik periyotları  $T_A$  ve  $T_B$  arasında yer aldığı zaman 2.5 değerine karşılık gelmektedir.

Yapı periyot değerlerinin  $T_B$  değerinden daha büyük olması durumunda ise spektrum katsayısı küçülmektedir. Yukarıdaki tasarım ivme spektrum grafiği %5 sönüm için hazırlanmıştır.

**Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı [  $R_a(T_1)$  ]:** Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere,  $A_0 \cdot I \cdot S \cdot (T_1)$  spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı'na bölünecektir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı,  $R_a(T_1)$ , çeşitli taşıyıcı sistemler için aşağıdaki çizelgede tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı,  $R'$  ye ve doğal titreşim periyodu,  $T'$  ye bağılı olarak aşağıdaki denklemler ile belirlenecektir.

$$R_a(T_1) = 1.5 + (R - 1.5) T_1 / T_A \quad (0 < T_1 < T_A) \quad (2.25)$$

$$R_a(T_1) = R \quad (T_1 > T_A) \quad (2.26)$$

Çizelge 2.8. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	SÜNEKLİK DÜZEYİ NORMAL SİSTEMLER	SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK SİSTEMLER
<b>YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</b>		
(1.1) Çerçeve	4	8
(1.2) Bağ kirişli boşluklu perde	4	7
(1.3) Perde	4	6
(1.4) Çerçeve+Perde (Boşluklu ve/veya Boşluksuz Perde)	4	7

Hesaplanan Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü ( $V_t$ ) bina katlarına etkileyen Eşdeğer Deprem yüklerinin toplamı olarak sağdaki ifade ile belirlenecektir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (2.27)$$

$N$  : Toplam Kat Sayısı

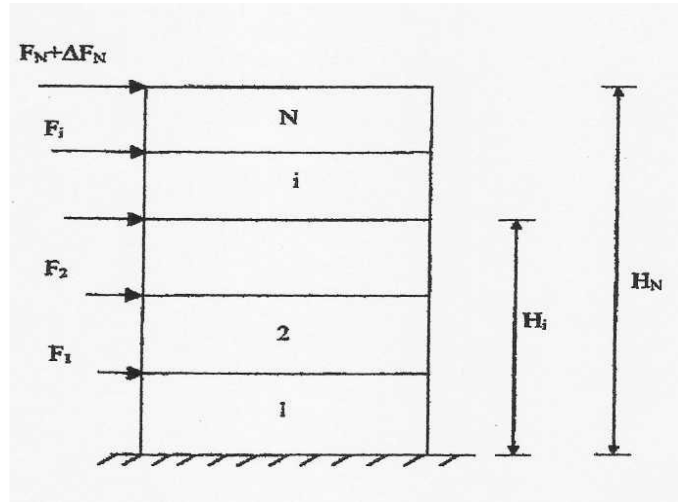
$\Delta F_N$ : Ek Eşdeğer Deprem Yüğü

$H_N > 25$  m için binanın N' inci katına (tepesine) etkiyen Ek Eşdeğer Deprem Yüğü  $\Delta F_N$  ' in değeri, hesaplanan Birinci Doğal Titreşim Periyodu  $T_1$  ' e bağlı olarak, aşağıdaki ifade ile belirlenecektir.  $H_N \leq 25$  m için  $\Delta F_N = 0$  alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad (2.28)$$

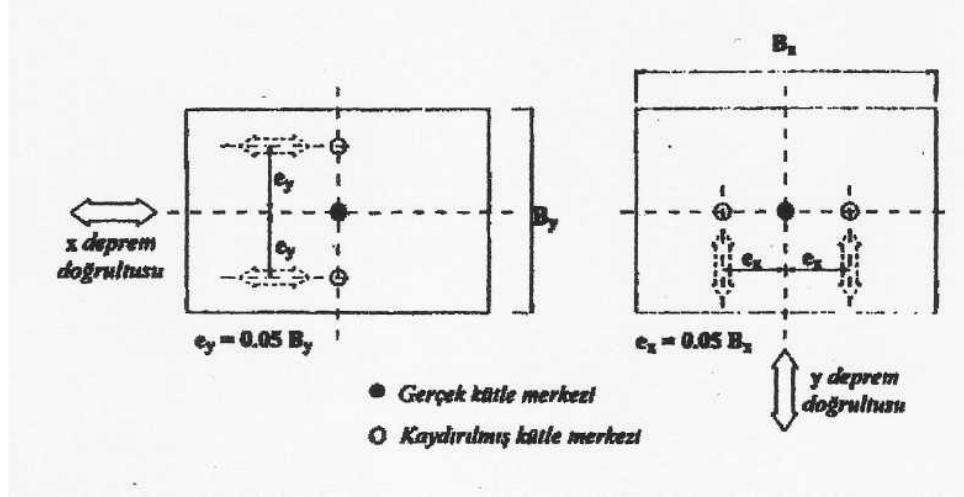
Toplam eşdeğer deprem yükünün  $\Delta F_N$  dışında geri kalan kısmı, N' inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıdaki denklem ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) * \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} \quad (2.29)$$



Şekil 2.17. Kat Hizalarına Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri

Her katta belirlenen eşdeğer deprem yükleri kat kütle merkezine ve ayrıca ek dışmerkezlilik etkisinin hesaba katılması için kaydırılmış kütle merkezlerine tekil yatay yük olarak uygulanmalıdır. Yapılan Analiz sonucunda kat deplasmanları ve iç kuvvetler bulunur. Kaydırılmış kütle merkezleri, gerçek kütle merkezinin  $\pm\%5$  kaydırılması ile belirlenen noktalardır.



Şekil 2. 18. Kaydırılmış Kütle Merkezleri

A1 burulma düzensizliği ve B2 yumuşak kat düzensizliği kontrolleri yapılır.

Yapılan kontrollerde,

1 ve 2. Derece Deprem bölgelerinde  $\eta_{bi} > 1.5$  ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

$1.2 < \eta_{bi} < 2$  ise eksantrisite değerleri  $D_1$  katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve yeniden eşdeğer deprem yükleri büyütülmüş eksantrisite değerlerinin olduğu yerlere uygulanarak analiz tekrarlanmalıdır.

$$D_1 = (\eta_{bi} / 1.2)^2 \dots \dots \dots (2.30)$$

\* Görelî Kat Ötelemeleri kontrolü yapılır.



Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden

- Göreli Kat Ötelemesi,

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (2.31)$$

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

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir  $i$ 'inci katındaki kolon veya perdelerde, (2.30) denklemi ile hesaplanan göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri  $(\Delta_i)_{\max}$  aşağıda verilenlerden elverişsiz olanı sağlayacaktır.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035 \quad (2.32)$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/R \quad (2.33)$$

Yukarıda verilen koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacak ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb.), elde edilen göreli kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanmalıdır.

- İkinci mertebeye etkilerinin kontrolü yapılır.

Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebeye etkileri aşağıda belirtildiği gibi göz önüne alınabilir.

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, ikinci mertebe Gösterge Değeri,  $\theta_i$ 'nin (2.33) ile verilen koşulun sağlanması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta i)_{ort} \sum_{j=1}^N W_j}{V_i H_i} \quad (2.34)$$

Burada;

$(\Delta i)_{ort}$  : i' inci kattaki kolon ve perdelerle hesaplanan görelî kat ötelemelerinin kat içindeki ortalama değerini,

$V_i$  = i' inci kattaki kesme kuvvetini,

$H_i$  : i' inci kat yüksekliği

$\sum_{j=1}^N W_j$  : i' inci katın üstündeki kat ağırlıkları toplamını göstermektedir.

İkinci Mertebe Gösterge Değeri,  $\theta_i$  değerinin herhangi bir katta 0.12' den büyük olması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır. <sup>(9)</sup>

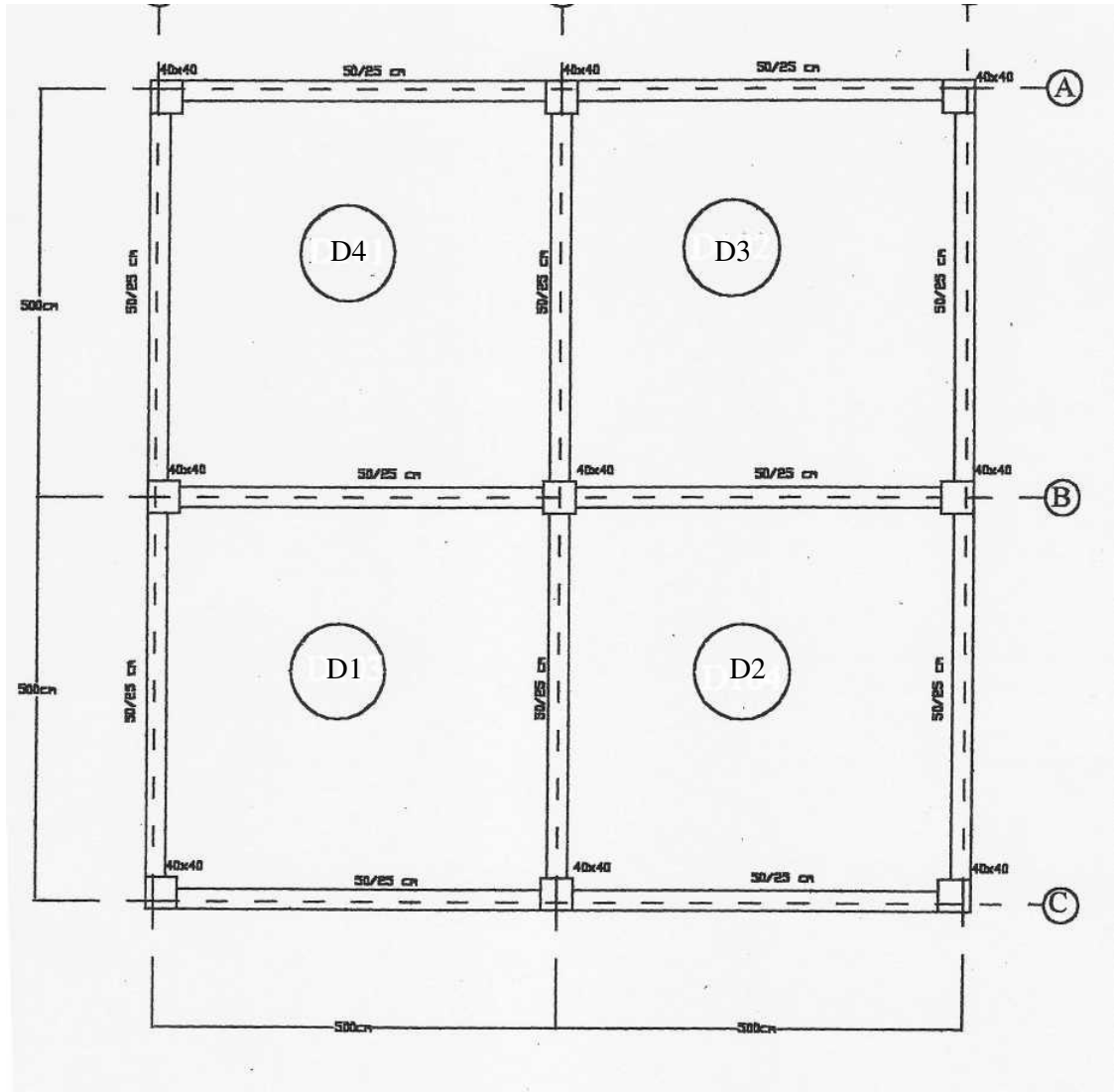
$$\theta_i \leq 0.12 \quad (2.35)$$

Yatay yüklere karşı kirişleri birbirine bağlayarak yapıyı rijitlendirmek gerekir. Döşemeler genelde kirişlere, bazen de kolonlara oturur. Kirişsiz döşemeleri olan yapılar genellikle esnek olduklarından deprem kuvvetleri altında büyük yatay ötelenmeler yaparlar. İkinci dereceden momentlerin şiddetli depremlerde kritik durumlar yaratma ihtimali vardır. Depremlerde yapıya gelen kuvvetler yapının ağırlığı ile orantılıdır. Yapının ağır olması deprem etkisini artıracaktır. Kesitleri küçük tutarak kuvvetin azalmasının sağlanması halinde yapı esnek olacak, yatay

yükler altında büyük öteleme deplasman yapmasına sebep olabilecektir. Büyük ötelemeler ikinci dereceden momentlerin oluşmasına yol açtıklarından yapının göçme olasılığı artacaktır. Betonarme yapılarda bölme ve dolguların hafif olması önem kazanmaktadır.

Yapıların planları basit ve simetrik olmalıdır. Basit ve simetrik olmayan yapılarda ise analizler güç olması nedeniyle statik ve dinamik çözümler hassas yapılmamaktadır. Ayrıca simetrik olmayan yapılarda burulma etkisi de ortaya çıkmaktadır.

Yapılara deprem anında kuvvetlerin etkidiği noktalar yapının kütle merkezidir. Bir bakıma bu noktalar yapının geometrik merkezidir. Rijitlik merkezi ise yapının taşıyıcı elemanlarının rijitlikleri merkezidir. Kütle merkezi ile Rijitlik merkezlerinin farklı oluşu yapıya gelen deprem kuvvetlerinin yapıyı düşey bir eksen çevresinde burmasına sebep olmaktadır. Kolonlar, Rijitlik merkezinden olan uzaklıklarına göre burulma momentlerinin doğurduğu etkileri almaya başlar.<sup>(16)</sup>



Şekil 3.1. Model'e ait Kat Planı

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Modellerin analizinde; SAP2000 programı yardımıyla Eşdeğer Deprem Yüku Yöntemi kullanılmıőtır.

#### 3.1. Q200-I1 Modelleri

Modellerdeki hareketli yükün  $Q=200 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları , vb. olabilir.

##### 3.1.1. Model-1 (Q200-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.1.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

### 3.1.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	: 8
Deprem Yönü	: X

### 3.1.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):  $W_i$  (TON)**

Çizelge 3.1 Model-1 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.3
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

Çizelge 3.2 Model-1 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	124,084
3	129,484
2	129,484
1	129,484
$\Sigma$	512,536

#### 3.1.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.3 Model-1 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i$ (t)	$H_i$ (m)	$W_i * H_i$	$F_{fi}$ (t)
4	124,084	12	1489,008	0,390
3	129,484	9	1165,356	0,305
2	129,484	6	776,904	0,203
1	129,484	3	388,452	0,102
$\Sigma$	512,536		3819,720	1

#### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00091 m; -0.00091 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.1.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.4 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	dfi(m)
4	0,01268
3	0,01069
2	0,00738
1	0,00325

### 3.1.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülrken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5200 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5200 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5200 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :  $V(T_1)=\sum W* A(T_1)/ R_a(T_1)$

$$=512.536*1.00/8=64.067 \text{ t}$$

$V(T_1)= 64.067 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliğı  $< 25 \text{ m}$



### 3.1.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlilik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51$  m

Çizelge 3.5 Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	124,084	12	1489,008	24,975
3	129,484	9	1165,356	19,546
2	129,484	6	776,904	13,031
1	129,484	3	388,452	6,515
Σ	512,536		3819,720	64,067

### 3.1.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı (di)<sub>max</sub>

Çizelge 3.6 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,01361	0,01176
3	0,01148	0,00991
2	0,00792	0,00683
1	0,00349	0,00300

### 3.1.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.7 Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
4	0,00213	0,00185	0,00199	1,07035
3	0,00356	0,00308	0,00332	1,07229
2	0,00443	0,00383	0,00413	1,07264
1	0,00349	0,00300	0,00325	1,07550

### 3.1.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.8 Model-1'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

KAT NO	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
4	3	0,00213	0,00071
3	3	0,00356	0,00119
2	3	0,00443	0,00148
1	3	0,00349	0,00116

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8 = 0.0025$$

### 3.1.2. Model-2(Q200-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.1.2.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.1.2.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.1.2.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.9 Model-2 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.10 Model-2 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	126,312
3	131,712
2	131,712
1	131,712
Σ	521,448

### 3.1.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.11 Model-2 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	126,312	12	1515,744	0,390
3	131,712	9	1185,408	0,305
2	131,712	6	790,272	0,203
1	131,712	3	395,136	0,102
$\Sigma$	521,448		3886,560	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.04310 m; -0.04310 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.1.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.12 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01291
3	0,01089
2	0,00751
1	0,00330

### 3.1.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5246 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5246 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5246 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 65.181 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 65.181 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.1.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.13 Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	126,312	12	1515,744	25,420
3	131,712	9	1185,408	19,880
2	131,712	6	790,272	13,254
1	131,712	3	395,136	6,627
Σ	521,448		3886,560	65,181

### 3.1.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.14 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,01393	0,01188
3	0,01175	0,01001
2	0,00811	0,00690
1	0,00357	0,00303

### 3.1.2.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.15 Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00218	0,00187	0,00203	1,07654
<b>3</b>	0,00364	0,00311	0,00338	1,07852
<b>2</b>	0,00454	0,00387	0,00421	1,07967
<b>1</b>	0,00357	0,00303	0,00330	1,08182

### 3.1.2.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.16 Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00218	0,00073
<b>3</b>	3	0,00364	0,00121
<b>2</b>	3	0,00454	0,00151
<b>1</b>	3	0,00357	0,00119

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



### 3.1.3. Model-3(Q200-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.1.3.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.1.3.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.1.3.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.17 Model-3 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.8
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemeleri depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.18 Model-3 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	128,538
3	133,938
2	133,938
1	133,938
Σ	530,352

### 3.1.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.19 Model-3 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	128,538	12	1542,456	0,390
3	133,938	9	1205,442	0,305
2	133,938	6	803,628	0,203
1	133,938	3	401,814	0,102
$\Sigma$	530,352		3953,340	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00097 m; -0.08386 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.1.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.20 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01315
3	0,01109
2	0,00765
1	0,00336

### 3.1.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülrken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözümler sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5292 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5292 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5292 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 66.294 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 66.294 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.1.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.21 Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	128,538	12	1542,456	25,866
3	133,938	9	1205,442	20,214
2	133,938	6	803,628	13,476
1	133,938	3	401,814	6,738
Σ	530,352		3953,340	66,294

### 3.1.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.22 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,01425	0,01201
3	0,01202	0,01012
2	0,00830	0,00698
1	0,00365	0,00307

### 3.1.3.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.23 Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
4	0,00223	0,00189	0,00206	1,08252
3	0,00372	0,00314	0,00343	1,08455
2	0,00465	0,00391	0,00428	1,08645
1	0,00365	0,00307	0,00336	<b>1,08631</b>

### 3.1.3.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.24 Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

KAT NO	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
4	3	0,00223	0,00074
3	3	0,00372	0,00124
2	3	0,00465	0,00155
1	3	0,00365	0,00122

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.1.4. Model-4(Q200-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.1.4.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.1.4.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.1.4.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.25 Model-4 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür. (Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.26 Model-4 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	125,421
3	130,821
2	130,821
1	130,821
Σ	517,884



### 3.1.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.27 Model-4 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	125,421	12	1505,052	0,390
3	130,821	9	1177,389	0,305
2	130,821	6	784,926	0,203
1	130,821	3	392,463	0,102
$\Sigma$	517,884		3859,830	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.02640 m; -0.02640 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.1.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.28 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01282
3	0,01081
2	0,00746
1	0,00328

### 3.1.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5227 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5227 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5227 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 64.375 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 64.375 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.1.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.29 Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	125,421	12	1505,052	25,242
3	130,821	9	1177,389	19,747
2	130,821	6	784,926	13,164
1	130,821	3	392,463	6,582
Σ	517,884		3859,830	64,735

### 3.1.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.30 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,01380	0,01183
3	0,01164	0,00997
2	0,00804	0,00687
1	0,00354	0,00302

### 3.1.4.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.31 Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00216	0,00186	0,00201	1,07463
<b>3</b>	0,00360	0,00310	0,00335	1,07463
<b>2</b>	0,00450	0,00385	0,00418	1,07784
<b>1</b>	0,00354	0,00302	0,00328	<b>1,07927</b>

### 3.1.4.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.32 Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00216	0,00072
<b>3</b>	3	0,00360	0,00120
<b>2</b>	3	0,00450	0,00150
<b>1</b>	3	0,00354	0,00118

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.1.5. Model-5(Q200-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.1.5.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.1.5.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.1.5.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.33 Model-5 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.6
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemelerinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema,tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür.(Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.34 Model-5 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	126,757
3	132,157
2	132,157
1	132,157
Σ	523,228

### 3.1.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.35 Model-5 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	126,757	12	1521,084	0,390
3	132,157	9	1189,413	0,305
2	132,157	6	792,942	0,203
1	132,157	3	396,471	0,102
$\Sigma$	523,228		3899,910	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00095 m; -0.05135 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.1.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.36 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01296
3	0,01093
2	0,00754
1	0,00332

### 3.1.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülrken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5255 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5255 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5255 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 65.403 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 65.403 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliğı  $< 25 \text{ m}$

### 3.1.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$



Çizelge 3.37 Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	126,757	12	1521,084	25,509
3	132,157	9	1189,413	19,947
2	132,157	6	792,942	13,298
1	132,157	3	396,471	6,649
Σ	523,228		3899,910	65,403

### 3.1.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.38 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,01399	0,01191
3	0,01180	0,01003
2	0,00815	0,00692
1	0,00358	0,00304

### 3.1.5.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.39 Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00219	0,00188	0,00204	1,07617
<b>3</b>	0,00365	0,00311	0,00338	1,07988
<b>2</b>	0,00457	0,00388	0,00423	1,08166
<b>1</b>	0,00358	0,00304	0,00331	<b>1,08157</b>

### 3.1.5.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.40 Model-5'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00219	0,00073
<b>3</b>	3	0,00365	0,00122
<b>2</b>	3	0,00457	0,00152
<b>1</b>	3	0,00358	0,00119

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.2. Q200-I1.5 Modelleri:

Modellerdeki hareketli yükün  $Q=200 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1.5 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar 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) , Toksik, patlayıcı, parlayıcı vb- özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar olabilir.

#### 3.2.1. Model-1 (Q200-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.1.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

### 3.1.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi : 1

Etkin Yer İvmesi Katsayısı :  $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları :  $T_A=0.20, T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı : 8

Deprem Yönü : X

### 3.1.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):  $W_i$  (TON)**

Çizelge 3.41 Model-1 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.3
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

Çizelge 3.42 Model-1 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	124,084
3	129,484
2	129,484
1	129,484
$\Sigma$	512,536

### 3.2.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.43 Model-1 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	124,084	12	1489,008	0,390
3	129,484	9	1165,356	0,305
2	129,484	6	776,904	0,203
1	129,484	3	388,452	0,102
$\Sigma$	512,536		3819,720	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00091 m; -0.00091 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.2.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.44 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01903
3	0,01604
2	0,01107
1	0,00487

### 3.2.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülrken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5200 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5200 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5200 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 96.100 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 96.100 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliğı  $< 25 \text{ m}$

### 3.2.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.45 Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	124,084	12	1489,008	37,462
3	129,484	9	1165,356	29,319
2	129,484	6	776,904	19,546
1	129,484	3	388,452	9,773
Σ	512,536		3819,720	96,100

### 3.2.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı $(d_i)_{max}$

Çizelge 3.46 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$
4	0,02042	0,01763
3	0,01722	0,01486
2	0,01189	0,01025
1	0,00523	0,00450

### 3.2.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.47 Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00320	0,00277	0,00299	1,07203
<b>3</b>	0,00533	0,00461	0,00497	1,07243
<b>2</b>	0,00666	0,00575	0,00621	1,07333
<b>1</b>	0,00523	0,00450	0,00487	<b>1,07503</b>

### 3.2.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.48 Model-1'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00320	0,00107
<b>3</b>	3	0,00533	0,00178
<b>2</b>	3	0,00666	0,00222
<b>1</b>	3	0,00523	0,00174

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



### 3.2.2. Model-2(Q200-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.2.2.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.2.2.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.2.2.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):  $W_i$  (TON)**

Çizelge 3.49 Model-2 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.50 Model-2 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	126,312
3	131,712
2	131,712
1	131,712
$\Sigma$	521,448

### 3.2.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.51 Model-2 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	126,312	12	1515,744	0,390
3	131,712	9	1185,408	0,305
2	131,712	6	790,272	0,203
1	131,712	3	395,136	0,102
$\Sigma$	521,448		3886,560	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.04310 m; -0.04310 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.2.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.52 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01937
3	0,01633
2	0,01127
1	0,00496

### 3.2.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5246 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5246 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5246 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 97.771 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 97.771 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.2.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.53 Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	126,312	12	1515,744	38,130
3	131,712	9	1185,408	29,820
2	131,712	6	790,272	19,880
1	131,712	3	395,136	9,940
Σ	521,448		3886,560	97,771

### 3.2.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.54 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,02089	0,01782
3	0,01763	0,01502
2	0,01216	0,01035
1	0,00535	0,00455

### 3.2.2.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.55 Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00326	0,00280	0,00303	1,07591
<b>3</b>	0,00547	0,00467	0,00507	1,07890
<b>2</b>	0,00681	0,00580	0,00631	1,08010
<b>1</b>	0,00535	0,00455	0,00495	<b>1,08081</b>

### 3.2.2.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.56 Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00326	0,00109
<b>3</b>	3	0,00547	0,00182
<b>2</b>	3	0,00681	0,00227
<b>1</b>	3	0,00535	0,00178

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.2.3. Model-3 (Q200-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.2.3.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.2.3.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.2.3.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.57 Model-3 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.8
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemeleri depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.58 Model-3 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	128,538
3	133,938
2	133,938
1	133,938
Σ	530,352



### 3.2.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.59 Model-3 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	128,538	12	1542,456	0,390
3	133,938	9	1205,442	0,305
2	133,938	6	803,628	0,203
1	133,938	3	401,814	0,102
$\Sigma$	530,352		3953,340	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00097 m; -0.08386 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.2.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.60 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01972
3	0,01663
2	0,01147
1	0,00504

### 3.2.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5292 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5292 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5292 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 99.441 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 99.441 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.2.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.61 Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	128,538	12	1542,456	38,798
3	133,938	9	1205,442	30,321
2	133,938	6	803,628	20,214
1	133,938	3	401,814	10,107
Σ	530,352		3953,340	99,441

### 3.2.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.62 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,02137	0,01801
3	0,01803	0,01518
2	0,01244	0,01046
1	0,00547	0,00460

### 3.2.3.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.63 Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
4	0,00334	0,00283	0,00309	1,08266
3	0,00559	0,00472	0,00516	1,08438
2	0,00697	0,00586	0,00642	1,08652
1	0,00547	0,00460	0,00504	<b>1,08640</b>

### 3.2.3.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.64 Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

KAT NO	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
4	3	0,00334	0,00111
3	3	0,00559	0,00186
2	3	0,00697	0,00232
1	3	0,00547	0,00182

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.2.4. Model-4 (Q200-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.2.4.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.2.4.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.2.4.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.65 Model-4 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür. (Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.66 Model-4 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	125,421
3	130,821
2	130,821
1	130,821
Σ	517,884

### 3.2.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.67 Model-4 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	125,421	12	1505,052	0,390
3	130,821	9	1177,389	0,305
2	130,821	6	784,926	0,203
1	130,821	3	392,463	0,102
$\Sigma$	517,884		3859,830	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.02640 m; -0.02640 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.2.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.68 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01923
3	0,01622
2	0,01119
1	0,00492

### 3.2.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5227 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5227 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5227 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 97.103 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 97.103 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.2.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$



Çizelge 3.69 Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	125,421	12	1505,052	37,863
3	130,821	9	1177,389	29,620
2	130,821	6	784,926	19,747
1	130,821	3	392,463	9,873
Σ	517,884		3859,830	97,103

### 3.2.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.70 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,02070	0,01775
3	0,01747	0,01495
2	0,01205	0,01031
1	0,00530	0,00453

### 3.2.4.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.71 Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00323	0,00280	0,00302	1,07131
<b>3</b>	0,00542	0,00464	0,00503	1,07753
<b>2</b>	0,00675	0,00578	0,00627	1,07741
<b>1</b>	0,00530	0,00453	0,00492	<b>1,07833</b>

### 3.2.4.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.72 Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00323	0,00108
<b>3</b>	3	0,00542	0,00181
<b>2</b>	3	0,00675	0,00225
<b>1</b>	3	0,00530	0,00177

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.2.5. Model-5 (Q200-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.2.5.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.2.5.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.2.5.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.73 Model-5 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.6
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemelerinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema,tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür.(Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.74 Model-5 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	126,757
3	132,157
2	132,157
1	132,157
Σ	523,228

### 3.2.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.75 Model-5 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	126,757	12	1521,084	0,390
3	132,157	9	1189,413	0,305
2	132,157	6	792,942	0,203
1	132,157	3	396,471	0,102
$\Sigma$	523,228		3899,910	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00095 m; -0.05135 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.2.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.76 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01944
3	0,01639
2	0,01131
1	0,00497

### 3.2.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5255 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5255 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5255 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 98.105 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 98.105 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.2.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.77 Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	126,757	12	1521,084	38,264
3	132,157	9	1189,413	29,921
2	132,157	6	792,942	19,947
1	132,157	3	396,471	9,974
Σ	523,228		3899,910	98,105

### 3.2.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.78 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,02099	0,01786
3	0,01771	0,01505
2	0,01222	0,01038
1	0,00538	0,00456

### 3.2.5.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.79 Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
4	0,00328	0,00281	0,00305	1,07718
3	0,00549	0,00467	0,00508	1,08071
2	0,00684	0,00582	0,00633	1,08057
1	0,00538	0,00456	0,00497	<b>1,08249</b>

### 3.2.5.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.80 Model-5'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

KAT NO	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
4	3	0,00328	0,00109
3	3	0,00549	0,00183
2	3	0,00684	0,00228
1	3	0,00538	0,00179

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



### 3.3. Q500-I1 Modelleri

Modellerdeki hareketli yükün  $Q=500 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları , vb. olabilir.

#### 3.3.1. Model-1 (Q500-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.3.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	:4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçeve Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.3.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A=0.20$ ,  $T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı :8

Deprem Yönü :X

### 3.3.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):  $W_i$  (TON)**

Çizelge 3.81 Model-1 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.3
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

Çizelge 3.82 Model-1 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	132,100
3	137,500
2	137,500
1	137,500
$\Sigma$	544,600

### 3.3.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.83 Model-1 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	132,100	12	1585,200	0,390
3	137,500	9	1237,500	0,305
2	137,500	6	825,000	0,203
1	137,500	3	412,500	0,102
$\Sigma$	544,600		4060,200	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00102 m; -0.00102 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.3.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.84 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01348
3	0,01137
2	0,00784
1	0,00345

### 3.3.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5362 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5362 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5362 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 68.075 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 68.075 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.3.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.85 Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	132,100	12	1585,200	26,578
3	137,500	9	1237,500	20,748
2	137,500	6	825,000	13,832
1	137,500	3	412,500	6,916
Σ	544,600		4060,200	68,075

### 3.3.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı $(d_i)_{max}$

Çizelge 3.86 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$
4	0,01447	0,01250
3	0,01220	0,01053
2	0,00842	0,00726
1	0,00371	0,00319

### 3.3.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.87 Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
4	0,00227	0,00197	0,00212	1,07075
3	0,00378	0,00327	0,00353	1,07234
2	0,00471	0,00407	0,00439	1,07289
1	0,00371	0,00319	0,00345	<b>1,07536</b>

### 3.3.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.88 Model-1'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

KAT NO	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
4	3	0,00227	0,00076
3	3	0,00378	0,00126
2	3	0,00471	0,00157
1	3	0,00371	0,00124

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.3.2. Model-2 (Q500-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.3.2.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.3.2.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.3.2.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n): $W_i$ (TON)

Çizelge 3.89 Model-2 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.90 Model-2 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	137,670
3	143,070
2	143,070
1	143,070
$\Sigma$	566,880



### 3.3.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.91 Model-2 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	137,670	12	1652,040	0,391
3	143,070	9	1287,630	0,305
2	143,070	6	858,420	0,203
1	143,070	3	429,210	0,102
$\Sigma$	566,880		4227,300	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.09811 m; -0.09811 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.3.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.92 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01406
3	0,01185
2	0,00818
1	0,00360

### 3.3.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5473 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5473 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5473 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 70.860 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 70.860 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.3.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.93 Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	137,670	12	1652,040	27,692
3	143,070	9	1287,630	21,584
2	143,070	6	858,420	14,389
1	143,070	3	429,210	7,195
Σ	566,880		4227,300	70,860

### 3.3.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.94 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,01526	0,01281
3	0,01287	0,01079
2	0,00888	0,00744
1	0,00391	0,00327

### 3.3.2.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.95 Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00239	0,00202	0,00221	1,08390
<b>3</b>	0,00399	0,00335	0,00367	1,08719
<b>2</b>	0,00497	0,00417	0,00457	1,08753
<b>1</b>	0,00391	0,00327	0,00359	<b>1,08914</b>

### 3.3.2.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.96 Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00239	0,00080
<b>3</b>	3	0,00399	0,00133
<b>2</b>	3	0,00497	0,00166
<b>1</b>	3	0,00391	0,00130

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.3.3. Model-3 (Q500-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.3.3.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.3.3.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.3.3.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.97 Model-3 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.8
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemeleri depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.98 Model-3 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	143,236
3	148,636
2	148,636
1	148,636
$\Sigma$	589,144

### 3.3.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.99 Model-3 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	143,236	12	1718,832	0,391
3	148,636	9	1337,724	0,304
2	148,636	6	891,816	0,203
1	148,636	3	445,908	0,101
$\Sigma$	589,144		4394,280	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00115 m; -0.18788 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.3.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.100 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01466
3	0,01236
2	0,00853
1	0,00376

### 3.3.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5584 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5584 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5584 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 73.643 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 73.643 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.3.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$



Çizelge 3.101 Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	143,236	12	1718,832	28,806
3	148,636	9	1337,724	22,419
2	148,636	6	891,816	14,946
1	148,636	3	445,908	7,473
Σ	589,144		4394,280	73,643

### 3.3.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.102 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,01607	0,01314
3	0,01355	0,01107
2	0,00936	0,00764
1	0,00412	0,00336

### 3.3.3.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.103 Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00252	0,00207	0,00230	1,09804
<b>3</b>	0,00419	0,00343	0,00381	1,09974
<b>2</b>	0,00524	0,00428	0,00476	1,10084
<b>1</b>	0,00412	0,00336	0,00374	<b>1,10160</b>

### 3.3.3.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.104 Model-3'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00252	0,00084
<b>3</b>	3	0,00419	0,00140
<b>2</b>	3	0,00524	0,00175
<b>1</b>	3	0,00412	0,00137

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.3.4. Model-4 (Q500-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.3.4.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.3.4.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.3.4.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.105 Model-4 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür. (Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.106 Model-4 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	135,442
3	140,842
2	140,842
1	140,842
Σ	557,968

### 3.3.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.107 Model-4 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	135,442	12	1625,304	0,391
3	140,842	9	1267,578	0,305
2	140,842	6	845,052	0,203
1	140,842	3	422,526	0,102
$\Sigma$	557,968		4160,460	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.06019 m; -0.06019 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.3.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.108 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01383
3	0,01166
2	0,00804
1	0,00354

### 3.3.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5428 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5428 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5428 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 69.746 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 69.746 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.3.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.109 Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	135,442	12	1625,304	27,247
3	140,842	9	1267,578	21,250
2	140,842	6	845,052	14,166
1	140,842	3	422,526	7,083
Σ	557,968		4160,460	69,746

### 3.3.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.110 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,01494	0,01269
3	0,01261	0,01069
2	0,00870	0,00737
1	0,00383	0,00324

### 3.3.4.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.111 Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00233	0,00200	0,00217	1,07621
<b>3</b>	0,00391	0,00332	0,00362	1,08160
<b>2</b>	0,00487	0,00413	0,00450	1,08222
<b>1</b>	0,00383	0,00324	0,00354	<b>1,08345</b>

### 3.3.4.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.112 Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00233	0,00078
<b>3</b>	3	0,00391	0,00130
<b>2</b>	3	0,00487	0,00162
<b>1</b>	3	0,00383	0,00128

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



### 3.3.5. Model-5 (Q500-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.3.5.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.3.5.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.3.5.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.113 Model-5 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.6
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemelerinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema,tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür.(Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.114 Model-5 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	138,782
3	144,182
2	144,182
1	144,182
Σ	571,328

### 3.3.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.115 Model-5 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	138,782	12	1665,384	0,391
3	144,182	9	1297,638	0,305
2	144,182	6	865,092	0,203
1	144,182	3	432,546	0,102
$\Sigma$	571,328		4260,660	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00110 m; -0.11660 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.3.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.116 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01418
3	0,01195
2	0,00824
1	0,00363

### 3.3.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5495 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5495 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5495 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 71.416 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 71.416 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.3.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.117 Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	138,782	12	1665,384	27,915
3	144,182	9	1297,638	21,751
2	144,182	6	865,092	14,500
1	144,182	3	432,546	7,250
Σ	571,328		4260,660	71,416

### 3.3.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.118 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,01542	0,01288
3	0,01301	0,01085
2	0,00897	0,00748
1	0,00395	0,00329

### 3.3.5.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.119 Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00241	0,00203	0,00222	1,08559
<b>3</b>	0,00404	0,00337	0,00371	1,09042
<b>2</b>	0,00502	0,00419	0,00461	1,09012
<b>1</b>	0,00395	0,00329	0,00362	<b>1,09116</b>

### 3.3.5.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.120 Model-5'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00241	0,00080
<b>3</b>	3	0,00404	0,00135
<b>2</b>	3	0,00502	0,00167
<b>1</b>	3	0,00395	0,00132

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.4. Q500-I1.5 Modelleri

Modellerdeki hareketli yükün  $Q=500 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1.5 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar 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) , Toksik, patlayıcı, parlayıcı vb- özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar olabilir.

#### 3.4.1. Model-1 (Q500-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.4.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

### 3.4.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi : 1

Etkin Yer İvmesi Katsayısı :  $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları :  $T_A=0.20, T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı : 8

Deprem Yönü : X

### 3.4.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):  $W_i$  (TON)**

Çizelge 3.121 Model-1 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.3
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

Çizelge 3.122 Model-1 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	132,100
3	137,500
2	137,500
1	137,500
$\Sigma$	544,600



#### 3.4.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.123 Model-1 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	124,084	12	1489,008	0,390
3	129,484	9	1165,356	0,305
2	129,484	6	776,904	0,203
1	129,484	3	388,452	0,102
$\Sigma$	512,536		3819,720	1

#### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00102 m; -0.00102 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

#### 3.4.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.124 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,02022
3	0,01705
2	0,01176
1	0,00517

### 3.4.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5362 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5362 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5362 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 102.113 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 102.113 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.4.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.125 Model-1'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	132,100	12	1585,200	39,867
3	137,500	9	1237,500	31,123
2	137,500	6	825,000	20,748
1	137,500	3	412,500	10,374
Σ	544,600		4060,200	102,113

### 3.4.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya

#### Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı $(d_i)_{max}$

Çizelge 3.126 Model-1'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$
4	0,02171	0,01874
3	0,01831	0,01579
2	0,01264	0,01088
1	0,00556	0,00478

### 3.4.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta i)_{max}}{(\Delta i)_{ort}} < 1.2$$

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

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

$$(\Delta i)_{ort} = [(\Delta i)_{max} + (\Delta i)_{min}] / 2$$

Çizelge 3.127 Model-1'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00340	0,00295	0,00318	1,07087
<b>3</b>	0,00567	0,00491	0,00529	1,07183
<b>2</b>	0,00708	0,00610	0,00659	1,07436
<b>1</b>	0,00556	0,00478	0,00517	<b>1,07544</b>

### 3.4.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.128 Model-1'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00340	0,00113
<b>3</b>	3	0,00567	0,00189
<b>2</b>	3	0,00708	0,00236
<b>1</b>	3	0,00556	0,00185

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.4.2. Model-2 (Q500-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.3.2.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.4.2.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.4.2.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):  $W_i$  (TON)**

Çizelge 3.129 Model-2 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

<b>Döşeme Adı</b>	<b>Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)</b>
D1	0.8
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.130 Model-2 'e ait Kat Ağırlıkları

<b>KAT NO</b>	<b><math>W_i</math> (TON)</b>
4	137,670
3	143,070
2	143,070
1	143,070
$\Sigma$	566,880

#### 3.4.2.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.131 Model-2 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	137,670	12	1652,040	0,391
3	143,070	9	1287,630	0,305
2	143,070	6	858,420	0,203
1	143,070	3	429,210	0,102
$\Sigma$	566,880		4227,300	1

#### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.09811 m; -0.09811 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

#### 3.4.2.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.132 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,02109
3	0,01778
2	0,01226
1	0,00539

### 3.4.2.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5473 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5473 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5473 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü } : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 106.920 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 106.920 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.4.2.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$



Çizelge 3.133 Model-2'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	137,670	12	1652,040	41,538
3	143,070	9	1287,630	32,376
2	143,070	6	858,420	21,584
1	143,070	3	429,210	10,792
Σ	566,880		4227,300	106,290

### 3.4.2.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.134 Model-2'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,02289	0,01922
3	0,01931	0,01619
2	0,01332	0,01116
1	0,00586	0,00491

### 3.4.2.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.135 Model-2'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

Kat No	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
4	0,00358	0,00303	0,00331	1,08321
3	0,00599	0,00503	0,00551	1,08711
2	0,00746	0,00625	0,00686	1,08826
1	0,00586	0,00491	0,00539	<b>1,08821</b>

### 3.4.2.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.136 Model-2'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

KAT NO	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
4	3	0,00358	0,00119
3	3	0,00599	0,00200
2	3	0,00746	0,00249
1	3	0,00586	0,00195

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.4.3. Model-3 (Q500-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.4.3.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.4.3.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.4.3.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.137 Model-3 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.8
D2	0.8
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1ve D2 döşemeleri depo olarak düşünülmüş. Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.138 Model-3 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	143,236
3	148,636
2	148,636
1	148,636
$\Sigma$	589,144

### 3.4.3.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.139 Model-3 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	143,236	12	1718,832	0,391
3	148,636	9	1337,724	0,304
2	148,636	6	891,816	0,203
1	148,636	3	445,908	0,101
$\Sigma$	589,144		4394,280	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00115 m; -0.18788 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.4.3.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.140 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,02197
3	0,01852
2	0,01277
1	0,00562

### 3.4.3.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5584 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5584 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5584 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 110.465 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 110.465 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.4.3.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.141 Model-3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	143,236	12	1718,832	43,208
3	148,636	9	1337,724	33,628
2	148,636	6	891,816	22,419
1	148,636	3	445,908	11,209
Σ	589,144		4394,280	110,465

### 3.4.3.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.142 Model-3'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,02408	0,01970
3	0,02031	0,01659
2	0,01401	0,01143
1	0,00617	0,00502

### 3.4.3.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.143 Model-3'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00377	0,00311	0,00344	1,09593
<b>3</b>	0,00630	0,00516	0,00573	1,09948
<b>2</b>	0,00784	0,00641	0,00713	1,10035
<b>1</b>	0,00617	0,00502	0,00560	<b>1,10277</b>

### 3.4.3.10. Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.144 Model-3'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00377	0,00126
<b>3</b>	3	0,00630	0,00210
<b>2</b>	3	0,00784	0,00261
<b>1</b>	3	0,00617	0,00206

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



### 3.4.4. Model-4 (Q500-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.4.4.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.4.4.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.4.4.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.145 Model-4 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.3
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 döşemesinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema,tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür.(Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.146 Model-4 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	135,442
3	140,842
2	140,842
1	140,842
Σ	557,968

#### 3.4.4.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.147 Model-4 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	135,442	12	1625,304	0,391
3	140,842	9	1267,578	0,305
2	140,842	6	845,052	0,203
1	140,842	3	422,526	0,102
$\Sigma$	557,968		4160,460	1

#### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.06019 m; -0.06019 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

#### 3.4.4.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.148 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,02074
3	0,01749
2	0,01206
1	0,00530

### 3.4.4.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5428 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5428 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5428 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 104.619 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 104.619 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.4.4.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.149 Model-4'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	135,442	12	1625,304	40,870
3	140,842	9	1267,578	31,875
2	140,842	6	845,052	21,250
1	140,842	3	422,526	10,625
Σ	557,968		4160,460	104,619

### 3.4.4.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.150 Model-4'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,02242	0,01903
3	0,01891	0,01603
2	0,01305	0,01105
1	0,00574	0,00486

### 3.4.4.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.151 Model-4'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00351	0,00300	0,00326	1,07834
<b>3</b>	0,00586	0,00498	0,00542	1,08118
<b>2</b>	0,00731	0,00619	0,00675	1,08296
<b>1</b>	0,00574	0,00486	0,00530	<b>1,08302</b>

### 3.4.4.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.152 Model-4'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00351	0,00117
<b>3</b>	3	0,00586	0,00195
<b>2</b>	3	0,00731	0,00244
<b>1</b>	3	0,00574	0,00191

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.4.5. Model-5 (Q500-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

#### 3.4.5.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

#### 3.4.5.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4
Spektrum Karakteristik Periyotları	: $T_A=0.20, T_B=0.90$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	:8
Deprem Yönü	:X

### 3.4.5.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.153 Model-5 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0.6
D2	0.6
D3	0.3
D4	0.3

**Not:** D1 ve D2 döşemelerinin yapıda okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb. olarak düşünülmüştür. (Yapının bir bölümünün bu amaçlarda kullanıldığı varsayılmıştır.) Yapının diğer bölümlerindeki hareketli yük normal olarak düşünülmüştür.

Çizelge 3.154 Model-5 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	W <sub>i</sub> (TON)
4	138,782
3	144,182
2	144,182
1	144,182
Σ	571,328



#### 3.4.5.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.155 Model-5 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	138,782	12	1665,384	0,391
3	144,182	9	1297,638	0,305
2	144,182	6	865,092	0,203
1	144,182	3	432,546	0,102
$\Sigma$	571,328		4260,660	1

#### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00110 m; -0.11660 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

#### 3.4.5.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.156 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,02127
3	0,01793
2	0,01236
1	0,00544

### 3.4.5.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülrken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5495 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5495 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5495 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 521.448 * 1.00 / 8 = 107.124 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 107.124 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.4.5.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.157 Model-5'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	138,782	12	1665,384	41,872
3	144,182	9	1297,638	32,626
2	144,182	6	865,092	21,751
1	144,182	3	432,546	10,875
Σ	571,328		4260,660	107,124

### 3.4.5.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.158 Model-5'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(di) <sub>max</sub>	(di) <sub>min</sub>
4	0,02313	0,01931
3	0,01951	0,01627
2	0,01346	0,01121
1	0,00592	0,00493

### 3.4.5.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.159 Model-5'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00362	0,00304	0,00333	1,08709
<b>3</b>	0,00605	0,00506	0,00556	1,08911
<b>2</b>	0,00754	0,00628	0,00691	1,09117
<b>1</b>	0,00592	0,00493	0,00543	<b>1,09124</b>

### 3.4.5.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.160 Model-5'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00362	0,00121
<b>3</b>	3	0,00605	0,00202
<b>2</b>	3	0,00754	0,00251
<b>1</b>	3	0,00592	0,00197

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.5. Q0-I1 Modelleri (Statik Model)

Bu modelde hiçbir döşemede hareketli yük olmadığı kabulü yapılmıştır. Modellerdeki hareketli yükün  $Q=0 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları , vb. olabilir. Bu durum tek bir model için denemiştir.

#### 3.5.1. Model-6 (Q0-I1):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.5.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.5.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları :  $T_A=0.20$ ,  $T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı :8

Deprem Yönü :X

### 3.5.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):**

Çizelge 3.161 Model-6 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0
D2	0
D3	0
D4	0

Çizelge 3.162 Model-6 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	118,740
3	124,140
2	124,140
1	124,140
$\Sigma$	491,160

### 3.5.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.163 Model-6 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	W <sub>i</sub> (t)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> *H <sub>i</sub>	F <sub>fi</sub> (t)
4	118,740	12	1424,880	0,389
3	124,140	9	1117,260	0,305
2	124,140	6	744,840	0,204
1	124,140	3	372,420	0,102
Σ	491,160		3659,400	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00083 m; -0.00083 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.5.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.164 Model-6'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	dfi(m)
4	0,01215
3	0,01025
2	0,00707
1	0,00311

### 3.5.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5089 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5089 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5089 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 61.395 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 61.395 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.5.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$



Çizelge 3.165 Model-6'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	118,740	12	1424,880	23,906
3	124,140	9	1117,260	18,745
2	124,140	6	744,840	12,496
1	124,140	3	372,420	6,248
Σ	491,160		3659,400	61,395

### 3.5.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı $(d_i)_{max}$

Çizelge 3.166 Model-6'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$
4	0,01304	0,01126
3	0,01100	0,00949
2	0,00759	0,00655
1	0,00334	0,00288

### 3.5.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.167 Model-6'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00204	0,00177	0,00191	1,07087
<b>3</b>	0,00341	0,00294	0,00318	1,07402
<b>2</b>	0,00425	0,00367	0,00396	1,07323
<b>1</b>	0,00334	0,00288	0,00311	<b>1,07395</b>

### 3.5.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.168 Model-6'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00204	0,00068
<b>3</b>	3	0,00341	0,00114
<b>2</b>	3	0,00425	0,00142
<b>1</b>	3	0,00334	0,00111

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.6. Q0-I1.5 Modelleri (Statik Model)

Bu modelde hiçbir döşemede hareketli yük olmadığı kabulü yapılmıştır. Modellerdeki hareketli yükün  $Q=0$  kg/cm<sup>2</sup> ve bina önem katsayısının 1.5 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu durum tek bir model için denemiştir.

#### 3.6.1. Model-6 (Q0-I1.5):

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.6.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	:4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.6.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$
Yerel Zemin Sınıfı	: Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A=0.20$ ,  $T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı :8

Deprem Yönü :X

### 3.6.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):**

Çizelge 3.169 Model-6 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0
D2	0
D3	0
D4	0

Çizelge 3.170 Model-6 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	118,740
3	124,140
2	124,140
1	124,140
$\Sigma$	491,160

### 3.6.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.171 Model-6 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	118,740	12	1424,880	0,389
3	124,140	9	1117,260	0,305
2	124,140	6	744,840	0,204
1	124,140	3	372,420	0,102
$\Sigma$	491,160		3659,400	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00083 m; -0.00083 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.6.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.172 Model-6'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01823
3	0,01537
2	0,01060
1	0,00466

### 3.6.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5089 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5089 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5089 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 92.093 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 92.093 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.6.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.173 Model-6'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	118,740	12	1424,880	35,859
3	124,140	9	1117,260	28,117
2	124,140	6	744,840	18,745
1	124,140	3	372,420	9,372
Σ	491,160		3659,400	92,093

### 3.6.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya

#### Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı $(d_i)_{max}$

Çizelge 3.174 Model-6'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$
4	0,01956	0,01689
3	0,01650	0,01424
2	0,01139	0,00982
1	0,00501	0,00432

### 3.6.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.175 Model-6'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00306	0,00265	0,00286	1,07180
<b>3</b>	0,00511	0,00442	0,00477	1,07240
<b>2</b>	0,00638	0,00550	0,00594	1,07407
<b>1</b>	0,00501	0,00432	0,00467	<b>1,07395</b>

### 3.6.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.176 Model-6'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00306	0,00102
<b>3</b>	3	0,00511	0,00170
<b>2</b>	3	0,00638	0,00213
<b>1</b>	3	0,00501	0,00167

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



### 3.7. Q200-I1 Modelleri

Bu modelde yalnızca D3 ve D4 döşemelerinde hareketli yük olduğu kabulü yapılmıştır.( Yani sol tarafın tam yüklü olması durumu) .Modellerdeki hareketli yükün  $Q=200 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları , vb. olabilir. Bu durum tek bir model için denemiştir.

#### 3.7.1. Model-7 (Q200-I1)

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.7.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçeve Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.7.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
----------------	-----

Etkin Yer İvmesi Katsayısı : $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A=0.20, T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı :8

Deprem Yönü :X

### 3.7.1.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.177 Model-7 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0
D2	0
D3	0.3
D4	0.3

Çizelge 3.178 Model-7 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	121,411
3	126,811
2	126,811
1	126,811
$\Sigma$	501,844

### 3.7.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.179 Model-7 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	121,411	12	1456,932	0,390
3	126,811	9	1141,299	0,305
2	126,811	6	760,866	0,203
1	126,811	3	380,433	0,102
$\Sigma$	501,844		3739,530	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00087 m; -0.05165 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.7.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.180 Model-7'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01242
3	0,01047
2	0,00722
1	0,00318

### 3.7.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5145 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5145 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5145 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 62.731 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 62.731 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.7.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.181 Model-7'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	121,411	12	1456,932	24,440
3	126,811	9	1141,299	19,145
2	126,811	6	760,866	12,764
1	126,811	3	380,433	6,382
Σ	501,844		3739,530	62,731

### 3.7.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı $(d_i)_{max}$

Çizelge 3.182 Model-7'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$
4	0,01341	0,01141
3	0,01131	0,00961
2	0,00780	0,00662
1	0,00343	0,00291

### 3.7.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{max}}{(\Delta_i)_{ort}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.183 Model-7'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00210	0,00180	0,00195	1,07692
<b>3</b>	0,00351	0,00299	0,00325	1,08000
<b>2</b>	0,00437	0,00371	0,00404	1,08168
<b>1</b>	0,00343	0,00291	0,00317	<b>1,08202</b>

### 3.7.1.10. Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.184 Model-7'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00210	0,00070
<b>3</b>	3	0,00351	0,00117
<b>2</b>	3	0,00437	0,00146
<b>1</b>	3	0,00343	0,00114

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.8. Q200-I1.5 Modelleri

Bu modelde yalnızca D3 ve D4 döşemelerinde hareketli yük olduğu kabulü yapılmıştır.( Yani sol tarafın tam yüklü olması durumu) .Modellerdeki hareketli yükün  $Q=200 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1.5 olması durumu göz önüne alınmıştır.

#### 3.8.1. Model-7 (Q200-I1.5)

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.8.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.8.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları :  $T_A=0.20$ ,  $T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı : 8

Deprem Yönü : X

### 3.8.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):**

Çizelge 3.185 Model-7 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0
D2	0
D3	0.3
D4	0.3

Çizelge 3.186 Model-7 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	121,411
3	126,811
2	126,811
1	126,811
$\Sigma$	501,844



### 3.8.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.187 Model-7 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	121,411	12	1456,932	0,390
3	126,811	9	1141,299	0,305
2	126,811	6	760,866	0,203
1	126,811	3	380,433	0,102
$\Sigma$	501,844		3739,530	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00087 m; -0.05165 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.8.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.188 Model-7'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01864
3	0,01572
2	0,01084
1	0,00477

### 3.8.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5145 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5145 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5145 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 94.096 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 94.096 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.8.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.189 Model-7'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	121,411	12	1456,932	36,660
3	126,811	9	1141,299	28,718
2	126,811	6	760,866	19,145
1	126,811	3	380,433	9,573
Σ	501,844		3739,530	94,096

### 3.8.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı (d<sub>i</sub>)<sub>max</sub>

Çizelge 3.190 Model-7'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,02013	0,01713
3	0,01698	0,01443
2	0,01172	0,00995
1	0,00516	0,00437

### 3.8.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.191 Model-7'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00315	0,00270	0,00293	1,07692
<b>3</b>	0,00526	0,00448	0,00487	1,08008
<b>2</b>	0,00656	0,00558	0,00607	1,08072
<b>1</b>	0,00516	0,00437	0,00477	<b>1,08290</b>

### 3.8.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.192 Model-7'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00315	0,00105
<b>3</b>	3	0,00526	0,00175
<b>2</b>	3	0,00656	0,00219
<b>1</b>	3	0,00516	0,00172

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.9. Q=500-I1 Modelleri

Bu modelde yalnızca D3 ve D4 döşemelerinde hareketli yük olduğu kabulü yapılmıştır.( Yani sol tarafın tam yüklü olması durumu) .Modellerdeki hareketli yükün  $Q=500 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1 olması durumu göz önüne alınmıştır. Bu tür yapılar Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları , vb. olabilir. Bu durum tek bir model için denemiştir.

#### 3.9.1. Model-8 (Q500-I1)

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.9.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçeve Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.9.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
----------------	-----

Etkin Yer İvmesi Katsayısı : $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A=0.20, T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı :8

Deprem Yönü :X

### 3.9.1.3 Kat Ağırlıkları

#### Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):

Çizelge 3.193 Model-8 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0
D2	0
D3	0.8
D4	0.8

Çizelge 3.194 Model-8 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	136,549
3	141,949
2	141,949
1	141,949
$\Sigma$	562,396

### 3.9.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.195 Model-8 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	136,549	12	1638,588	0,391
3	141,949	9	1277,541	0,305
2	141,949	6	851,694	0,203
1	141,949	3	425,847	0,102
$\Sigma$	562,396		4193,670	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00107 m; -0.31177 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.9.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.196 Model-8'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,01403
3	0,01183
2	0,00816
1	0,00359

### 3.9.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülrken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözümler sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5464 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5464 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5464 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü} : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 70.300 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 70.300 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.9.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğülerinin Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$



Çizelge 3.197 Model-8'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	136,549	12	1638,588	27,468
3	141,949	9	1277,541	21,416
2	141,949	6	851,694	14,277
1	141,949	3	425,847	7,139
Σ	562,396		4193,670	70,300

### 3.9.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı (d<sub>i</sub>)<sub>max</sub>

Çizelge 3.198 Model-8'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,01557	0,01228
3	0,01313	0,01035
2	0,00906	0,00713
1	0,00399	0,00313

### 3.9.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.199 Model-8'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00244	0,00193	0,00219	1,11670
<b>3</b>	0,00407	0,00322	0,00365	1,11660
<b>2</b>	0,00507	0,00400	0,00454	1,11797
<b>1</b>	0,00399	0,00313	0,00356	<b>1,12079</b>

### 3.9.1.10. Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.200 Model-7'e ait Göreli Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	<b><math>h_i</math> (m)</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00244	0,00081
<b>3</b>	3	0,00407	0,00136
<b>2</b>	3	0,00507	0,00169
<b>1</b>	3	0,00399	0,00133

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$

### 3.10. Q=500-I1.5 Modelleri

Bu modelde yalnızca D3 ve D4 döşemelerinde hareketli yük olduğu kabulü yapılmıştır.( Yani sol tarafın tam yüklü olması durumu) .Modellerdeki hareketli yükün  $Q=500 \text{ kg/cm}^2$  ve bina önem katsayısının 1.5 olması durumu göz önüne alınmıştır.

#### 3.10.1. Model-8 (Q500-I1.5)

Döşeme	:10cm
Duvar Kalınlığı	: 20 cm
Kirişler	:50x25 cm
Kolonlar	:40x40 cm

##### 3.10.1.1. Bina Bilgileri

Kat Sayısı	: 4
Bodrum Kat Sayısı	: -
Bina Önem Katsayısı	:1.5
Taşıyıcı Sistem Türü	:Yerinde Dökme Betonarme Çerçevesel Sistem
Kat Yükseklikleri	:3 m

##### 3.10.1.2. Deprem Bilgileri

Deprem Bölgesi	: 1
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $A_0=0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z4

Spektrum Karakteristik Periyotları :  $T_A=0.20$ ,  $T_B=0.90$

Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı :8

Deprem Yönü :X

### 3.10.1.3 Kat Ağırlıkları

**Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n):**

Çizelge 3.201 Model-8 'e ait Döşeme Hareketli yük Artırma Katsayıları

Döşeme Adı	Hareketli Yük Artırma Katsayısı (n)
D1	0
D2	0
D3	0.8
D4	0.8

Çizelge 3.202 Model-8 'e ait Kat Ağırlıkları

KAT NO	$W_i$ (TON)
4	136,549
3	141,949
2	141,949
1	141,949
$\Sigma$	562,396

### 3.10.1.4. Fiktif Kat Yüklerinin Hesabı:

Çizelge 3.203 Model-8 'e ait Fiktif Yüklerin hesabı

KAT NO	$W_i(t)$	$H_i(m)$	$W_i*H_i$	$F_{fi}(t)$
4	136,549	12	1638,588	0,391
3	141,949	9	1277,541	0,305
2	141,949	6	851,694	0,203
1	141,949	3	425,847	0,102
$\Sigma$	562,396		4193,670	1

### Kütle Merkezleri

Normal Kat: (-0.00107 m; -0.31177 m)

**Not:** Normal kat ve çatı katı sabit, hareketli yükleri aynı kabul edildiği için kütle merkezleri aynıdır.

### 3.10.1.5. Kat Deplasmanları Hesabı

Çizelge 3.204 Model-8'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	$d_{fi}(m)$
4	0,02104
3	0,01774
2	0,01224
1	0,00538

### 3.10.1.6. Öz Değer Analiz ile Bina Periyodunun Hesabı ve Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

SAP2000 Programı ile model çözülürken mode sayısı 1 olarak girilir. Ve çözüm sonucunda bulunan periyot asal periyottur ve direk deprem hesabında bu kullanılır.

SAP2000 ile Periyot Hesabı

$$T_1=0.5464 \text{ sn}$$

Bina önem Katsayısı  $I=1.0$

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı ( $0.5464 > T_A$ )  $R_a(T_1)=R=8$

Spektrum Katsayısı ( $T_A < 0.5464 < T_B$ )  $S(T_1) = 2.5$

Spektral İvme Katsayısı  $A(T_1)=A_0IS(T_1)=0.40*1*2.5=1.00$

$$\begin{aligned} \text{Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü } : V(T_1) &= \sum W * A(T_1) / R_a(T_1) \\ &= 512.536 * 1.00 / 8 = 105.449 \text{ t} \end{aligned}$$

$V(T_1) = 105.449 \text{ t}$  alınacaktır.

Ek Eşdeğer Deprem yüğü yok. Çünkü bina yüksekliği  $< 25 \text{ m}$

### 3.10.1.7. Eşdeğer Kat Deprem Yüğü Hesabı

$$F_i = V(T_1) \frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j} = V(T_1) F_{fi}$$

Dışmerkezlik  $+ \%5 (10.20 \times 0.05) = 0.51 \text{ m}$

Çizelge 3.205 Model-8'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri

KAT NO	Wi(t)	Hi(m)	Wi*Hi	Ffi(t)
4	136,549	12	1638,588	41,202
3	141,949	9	1277,541	32,124
2	141,949	6	851,694	21,416
1	141,949	3	425,847	10,708
Σ	562,396		4193,670	105,449

### 3.10.1.8. Eşdeğer Kat Deprem Yüklerinin +%5 Eksantrik olarak Yapıya

#### Yüklenmesi ve Kat Deplasmanları Hesabı (d<sub>i</sub>)<sub>max</sub>

Çizelge 3.206 Model-8'e ait Kat Deplasmanları

KAT NO	(d <sub>i</sub> ) <sub>max</sub>	(d <sub>i</sub> ) <sub>min</sub>
4	0,02335	0,01843
3	0,01970	0,01552
2	0,01360	0,01069
1	0,00598	0,00470

### 3.10.1.9. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü

Yapı birinci derece deprem bölgesinde bulunduğundan A1 Burulma Düzensizliği kontrolünün yapılması gerekmektedir.

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{\max}}{(\Delta_i)_{\text{ort}}} < 1.2$$

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

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

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

Çizelge 3.207 Model-8'e ait Burulma Düzensizliği Kontrolü

<b>Kat No</b>	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	$\eta_b$
<b>4</b>	0,00365	0,00291	0,00328	1,11280
<b>3</b>	0,00610	0,00483	0,00547	1,11619
<b>2</b>	0,00762	0,00599	0,00681	1,11976
<b>1</b>	0,00598	0,00470	0,00534	<b>1,11985</b>

### 3.10.1.10. Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü

Çizelge 3.208 Model-8'e ait Görelî Kat Ötelenmeleri Kontrolü

<b>KAT NO</b>	$h_i$ (m)	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
<b>4</b>	3	0,00365	0,00122
<b>3</b>	3	0,00610	0,00203
<b>2</b>	3	0,00762	0,00254
<b>1</b>	3	0,00598	0,00199

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02/8=0.0025$$



#### 4.TARTIŞMA VE SONUÇ

Kat düzleminde farklı döşemelerin farklı hareketli yükle yüklenmesi, kütle merkezinin rijitlik merkezinden uzaklaşması nedeniyle ilave dışmerkezlilikler getirecektir. Seçilen modelde değişim oranı az görülmektedir. Bunun nedeni olarak seçilen modellerin basit ve küçük olmasına bağlanmaktadır.

Bu çalışmada yapılan analizlerde, hareketli yükün uniform bir yayılı yük olmayıp, farklı döşemelerde farklı zamanlarda, farklı büyüklüklerde olabilir. Binaların farklı bölümlerinin farklı amaçlarla kullanılması sonucu bazı döşemelerde hareketli yük sıfır olurken diğer döşemelerde maksimum dolulukta olabilir. Bunun bir sonucu olarak ilave dışmerkezlilikler getirmekte ve burulma düzensizliğinde ve görelî kat ötelenmesi katsayılarında beklenmeyen, hesaba katılmayan artışlar meydana gelmektedir.

Dikkat çekmek istediğim konulardan bir tanesi de yapı projesi çözülrken sadece yatay yüklerin etkisi göz önünde tutularak yapı boyutlandırılmaktadır. Halbuki bunun yanında deprem sırasında düşey yüklerin etkisi önemsenmemektedir. Halbuki yapının önem katsayısı, aynı kat düzleminde bulunan döşemelerin farklı amaçlarla kullanılması gibi parametreler değiştirilerek modeller üzerinde yapılan analizlerde yapı burulma katsayısında %4.36 'lara varan değişimler meydana gelmektedir. Görelî Kat Ötelenmelerinde ise % 23.53'lere varan değişimler görülmüştür. En elverişsiz yükleme koşullarda eksantiristenin %23'lere varan bir beklenmedik artışa sebep olduğu bu yüzden standartlara göre %5'lik eksantiristenin mevcut parametrelere bağlı olarak artırılmasına gidilmesi gerekmektedir.

Çizelge 4.1 Q=200 I=1.0 durumuna ait Göreli Kat Ötelenmeleri

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	0,00068	0,00071	0,00073	0,00074	0,00072	0,00073	0,00070
3	0,00114	0,00119	0,00121	0,00124	0,00120	0,00122	0,00117
2	0,00142	0,00148	0,00151	0,00155	0,00150	0,00152	0,00146
1	0,00111	0,00116	0,00119	0,00122	0,00118	0,00119	0,00114

Çizelge 4.2 Q=200 I=1.0 durumuna ait Göreli Kat Ötelenmeleri Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	4,41	6,86	9,31	5,88	7,35	2,94
3	1,00	4,40	6,74	9,09	5,57	7,04	2,93
2	1,00	4,24	6,82	9,41	5,88	7,53	2,82
1	1,00	4,49	6,89	9,28	5,99	7,19	2,69

Çizelge 4.3 Q=200 I=1.5 durumuna ait Göreli Kat Ötelenmeleri

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	0,00102	0,00107	0,00109	0,00111	0,00108	0,00109	0,00105
3	0,00170	0,00178	0,00182	0,00186	0,00181	0,00183	0,00175
2	0,00213	0,00222	0,00227	0,00232	0,00225	0,00228	0,00219
1	0,00167	0,00174	0,00178	0,00182	0,00177	0,00179	0,00172

Çizelge 4.4 Q=200 I=1.5 durumuna ait Göreli Kat Ötelenmeleri Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	4,58	6,54	9,15	5,56	7,19	2,94
3	1,00	4,31	7,05	9,39	6,07	7,44	2,94
2	1,00	4,39	6,74	9,25	5,80	7,21	2,82
1	1,00	4,39	6,79	9,18	5,79	7,39	2,99

Çizelge 4.5 Q=500 I=1.0 durumuna ait Göreli Kat Ötelenmeleri

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	0,00068	0,00076	0,00080	0,00084	0,00078	0,00080	0,00081
3	0,00114	0,00126	0,00133	0,00140	0,00130	0,00135	0,00136
2	0,00142	0,00157	0,00166	0,00175	0,00162	0,00167	0,00169
1	0,00111	0,00124	0,00130	0,00137	0,00128	0,00132	0,00133

Çizelge 4.6 Q=500 I=1.0 durumuna ait Göreli Kat Ötelenmeleri Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	11,27	17,16	<b>23,53</b>	14,22	18,14	19,61
3	1,00	10,85	17,01	22,87	14,66	18,48	19,35
2	1,00	10,82	16,94	23,29	14,59	18,12	19,29
1	1,00	11,08	17,07	23,35	14,67	18,26	19,46

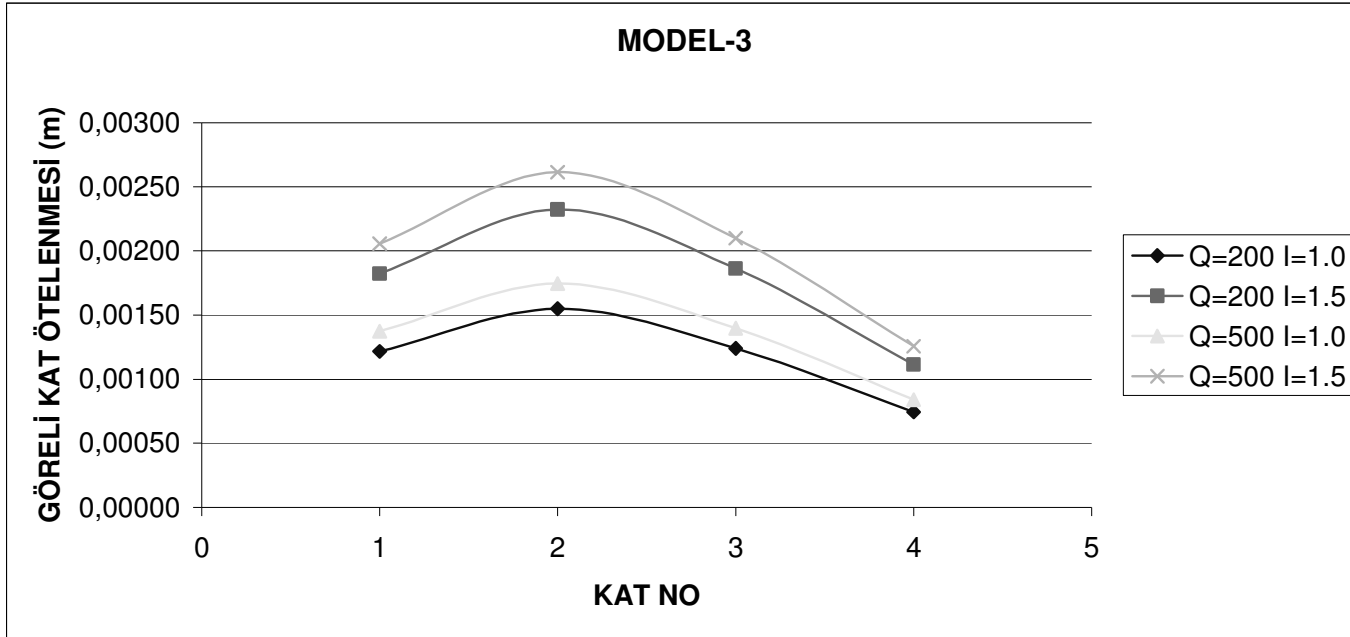
Çizelge 4.7 Q=500 I=1.5 durumuna ait Görelî Kat Ötelenmeleri

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	0,00102	0,00113	0,00119	0,00126	0,00117	0,00121	0,00122
3	0,00170	0,00189	0,00200	0,00210	0,00195	0,00202	0,00203
2	0,00213	0,00236	0,00249	0,00261	0,00244	0,00251	0,00254
1	0,00167	0,00185	0,00195	0,00206	0,00191	0,00197	0,00199

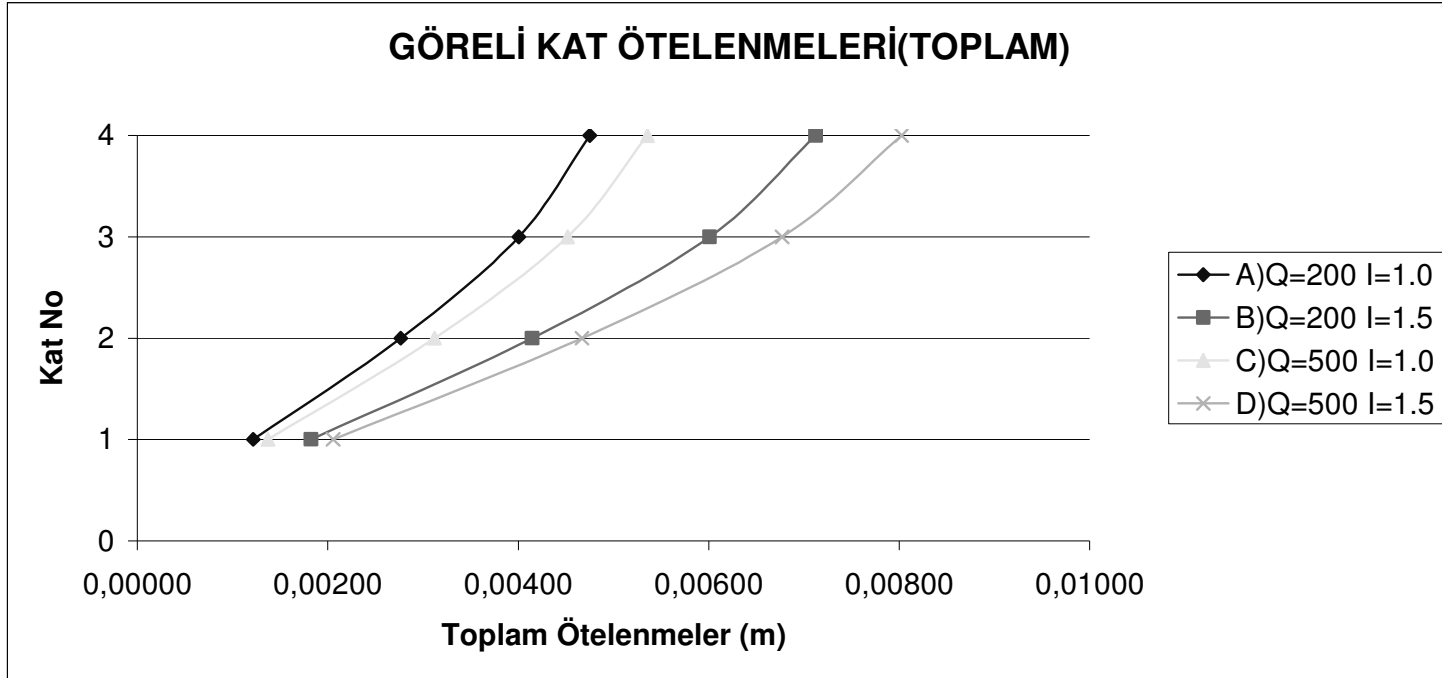
Çizelge 4.8 Q=500 I=1.5 durumuna ait Görelî Kat Ötelenmeleri Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	11,11	16,99	23,20	14,71	18,30	19,28
3	1,00	10,96	17,22	23,29	14,68	18,40	19,37
2	1,00	10,97	16,93	22,88	14,58	18,18	19,44
1	1,00	10,98	16,97	23,15	14,57	18,16	19,36

Şekil 4.1 Model-3'e ait Görelî Kat Ötelenmesi Grafiği



Şekil 4.2 Model-3'e ait Görelî Kat Ötelenmesi Toplam Grafiği



Çizelge 4.9 Q=200 I=1.0 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,07087	1,07035	1,07654	1,08252	1,07463	1,07617	1,07692
3	1,07402	1,07229	1,07852	1,08455	1,07463	1,07988	1,08000
2	1,07323	1,07264	1,07967	1,08645	1,07784	1,08166	1,08168
1	1,07395	1,07550	1,08182	1,08631	1,07927	1,08157	1,08202

Çizelge 4.10 Q=200 I=1.0 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	-0,05	0,53	1,09	0,35	0,50	0,57
3	1,00	-0,16	0,42	0,98	0,06	0,55	0,56
2	1,00	-0,06	0,60	1,23	0,43	0,78	0,79
1	1,00	0,14	0,73	1,15	0,49	0,71	0,75



Çizelge 4.11 Q=200 I=1.5 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,07180	1,07203	1,07591	1,08266	1,07131	1,07718	1,07692
3	1,07240	1,07243	1,07890	1,08438	1,07753	1,08071	1,08008
2	1,07407	1,07333	1,08010	1,08652	1,07741	1,08057	1,08072
1	1,07395	1,07503	1,08081	1,08640	1,07833	1,08249	1,08290

Çizelge 4.12 Q=200 I=1.5 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	0,02	0,38	1,01	-0,05	0,50	0,48
3	1,00	0,00	0,61	1,12	0,48	0,77	0,72
2	1,00	-0,07	0,56	1,16	0,31	0,60	0,62
1	1,00	0,10	0,64	1,16	0,41	0,80	0,83

Çizelge 4.13 Q=500 I=1.0 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,07087	1,07075	1,08390	1,09804	1,07621	1,08559	1,11670
3	1,07402	1,07234	1,08719	1,09974	1,08160	1,09042	1,11660
2	1,07323	1,07289	1,08753	1,10084	1,08222	1,09012	1,11797
1	1,07395	1,07536	1,08914	1,10160	1,08345	1,09116	1,12079

Çizelge 4.14 Q=500 I=1.0 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	-0,01	1,22	<b>2,54</b>	0,50	1,37	4,28
3	1,00	-0,16	1,23	2,39	0,71	1,53	3,96
2	1,00	-0,03	1,33	2,57	0,84	1,57	4,17
1	1,00	0,13	1,41	2,57	0,88	1,60	4,36

Çizelge 4.15 Q=500 I=1.5 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,07180	1,07087	1,08321	1,09593	1,07834	1,08709	1,11280
3	1,07240	1,07183	1,08711	1,09948	1,08118	1,08911	1,11619
2	1,07407	1,07436	1,08826	1,10035	1,08296	1,09117	1,11976
1	1,07395	1,07544	1,08821	1,10277	1,08302	1,09124	1,11985

Çizelge 4.16 Q=500 I=1.5 durumuna ait Burulma Düzensizliği Katsayıları Yüzde Artışı

KAT NO	Model-6	Model-1	Model-2	Model-3	Model-4	Model-5	Model-7
4	1,00	-0,09	1,06	2,25	0,61	1,43	3,83
3	1,00	-0,05	1,37	2,52	0,82	1,56	4,08
2	1,00	0,03	1,32	2,45	0,83	1,59	4,25
1	1,00	0,14	1,33	2,68	0,84	1,61	4,27

Çizelge 4.17 Q=200 I=1.0 durumuna ait Hareketli Yükün Miktarı ve Konumu Tablosu

Model Adı	Deprem Bölgesi	Zemin Sınıfı	Depo olarak kullanılan döşeme	Artırma Katsayısı(n)	Hareketli Yük ( kN/m <sup>2</sup> )	$\eta_{bmax}$
MODEL-1	1	Z4	0	0,3	2	1,07550
MODEL-2	1	Z4	D1	0,8	2	1,08182
MODEL-3	1	Z4	D1 ve D2	0,8	2	1,08631
MODEL-4	1	Z4	D1	0,6	2	1,07927
MODEL-5	1	Z4	D1 ve D2	0,6	2	1,08157
MODEL-6	1	Z4	0	0	0	1,07395
MODEL-7	1	Z4	0	0	2	1,08202

Çizelge 4.18 Q=200 I=1.5 durumuna ait Hareketli Yükün Miktarı ve Konumu Tablosu

Model Adı	Deprem Bölgesi	Zemin Sınıfı	Depo olarak kullanılan döşeme	Artırma Katsayısı(n)	Hareketli Yük ( kN/m <sup>2</sup> )	η <sub>bmax</sub>
MODEL-1	1	Z4	0	0,3	2	1,07503
MODEL-2	1	Z4	D1	0,8	2	1,08081
MODEL-3	1	Z4	D1 ve D2	0,8	2	1,08640
MODEL-4	1	Z4	D1	0,6	2	1,07833
MODEL-5	1	Z4	D1 ve D2	0,6	2	1,08249
MODEL-6	1	Z4	0	0	0	1,07395
MODEL-7	1	Z4	D1 ve D2	0,6	2	1,08290

Çizelge 4.19 Q=500 I=1.0 durumuna ait Hareketli Yükün Miktarı ve Konumu Tablosu

Model Adı	Deprem Bölgesi	Zemin Sınıfı	Depo olarak kullanılan döşeme	Artırma Katsayısı(n)	Hareketli Yük ( kN/m <sup>2</sup> )	η <sub>bmax</sub>
MODEL-1	1	Z4	0	0,3	2	1,07550
MODEL-2	1	Z4	D1	0,8	2	1,08182
MODEL-3	1	Z4	D1 ve D2	0,8	2	1,08631
MODEL-4	1	Z4	D1	0,6	2	1,07927
MODEL-5	1	Z4	D1 ve D2	0,6	2	1,08157
MODEL-6	1	Z4	0	0	0	1,07395
MODEL-8	1	Z4	0	0	2	1,12079

Çizelge 4.20 Q=500 I=1.5 durumuna ait Hareketli Yükün Miktarı ve Konumu Tablosu

Model Adı	Deprem Bölgesi	Zemin Sınıfı	Depo olarak kullanılan döşeme	Artırma Katsayısı(n)	Hareketli Yük ( kN/m <sup>2</sup> )	η <sub>b</sub> max
MODEL-1	1	Z4	0	0,3	2	1,07503
MODEL-2	1	Z4	D1	0,8	2	1,08081
MODEL-3	1	Z4	D1 ve D2	0,8	2	1,08640
MODEL-4	1	Z4	D1	0,6	2	1,07833
MODEL-5	1	Z4	D1 ve D2	0,6	2	1,08249
MODEL-6	1	Z4	0	0	0	1,08290
MODEL-8	1	Z4	D1 ve D2	0,6	2	1,11985

## KAYNAKLAR

1. Haluk Boğa, Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliğinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 2000.
2. Günay Özmen, TMH Sayı 410\_2000/6, Plan Geometrisinin Burulma Düzensizliğine Etkisi;37 (2000).
3. Günay Özmen, TMH Sayı 4112001/1, Rijitlik Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisi;37 (2001).
4. Ramazan Livaoğlu, Yapıların Deprem Hesabında Burulma Düzensizliğinin ve Hesap Yöntemlerinin Etkinliğinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. KATÜ, Trabzon, 2001.
5. H.Murat Tanarşlan, Çok Katlı Yapılarda Burulma Düzensizliğinin Sürekli Burulma Çubuğu Analjisi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 1999.
6. Fatih Aydınalev, Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY'98)'ne göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2000.
7. Oğuzhan Erol, Planda Düzensiz Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. İTÜ, İstanbul, 1999.
8. Günay Özmen, Engin Orakdöğen, Kutlu Darılmaz. Örneklerle SAP2000,Birsen Yayınevi, İstanbul, 2002.
9. İsmail H. Çağatay, Sena Güzeldağ, Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY-98) SAP2000N Uygulamaları, Adana, 2002.



10. Ümit Çelebi, Burulma Yapan Çok Katlı Perde Çerçeve Sistemlerin Yatay Yüklere Göre Hesabı için İki Ayrı Yöntem, Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 1990,
11. Zekai Celep, Nahit Kumbasar, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul, 2000.
12. Alper Erduramaz, Burulma Düzensizliği Olan Çok Katlı Betonarme Bir Yapının Taşıyıcı Sisteminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 2001.
13. Yıldırım Ertutar, Betonarme Yüksek Yapılarda Yatay Yük Etkisi, İzmir, 1999.
14. Ergin Atımtay, Açıklamalı Örneklerle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Cilt 1, Ankara, 2000.
15. Zekai Celep, Nahit Kumbasar, Betonarme Çok Katlı Yapılar, İstanbul, 2000.
16. Mehmet Emin Tuna, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarım İlkeleri, Ankara, 1991.
17. Bakırcı Şule, Hareketli Yük Dağılımının Burulma Düzensizliğine Etkisinin SAP 2000 ile Analizi, Yüksek Lisans Tezi. Kırıkkale, 2003.