

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİNALARDA DOLGU DUVARLARIN DEPREM ETKİSİ
ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kadir Erkan UYSAL

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİNALARDA DOLGU DUVARLARIN DEPREM ETKİSİ
ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Kadir Erkan UYSAL
(501111028)**

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501111028 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Kadir Erkan UYSAL**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BETONARME BİNALARDA DOLGU DUVARLARIN DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. İrfan COŞKUN**

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **2 Mayıs 2013**

Savunma Tarihi : **5 Haziran 2013**

ÖNSÖZ

Çalışmalarım sırasında bana hoşgörü ile yardımlarını esirgemeyip yol gösteren değerli hocam Sayın Prof. Dr. Tülay AKSU ÖZKUL' a teşekkürü bir borç bilir, en içten sevgi ve saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2013

Kadir Erkan UYSAL
(İnşaat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xxi
SEMBOL LİSTESİ	xxv
ÖZET.....	xxix
SUMMARY	xxxii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	3
1.2 Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar	4
2. DEPREM ETKİSİNDEKİ DOLGU DUVARLI ÇERÇEVELER	13
2.1 Betonarme Yapıların Dolgu Duvarlarında Kullanılan Malzemeler	13
2.1.1 Yatay delikli dolgu tuğlası	13
2.1.2 Dolu harman tuğlası	13
2.1.3 Hafif beton briket-cüruf briket	14
2.1.4 Gazbeton	14
2.2 Dolgu Duvar Özellikleri	15
2.2.1 Dolgu duvarların basınç dayanımı	15
2.2.2 Dolgu duvarların kesme dayanımı	16
2.2.3 Derz kalınlığının etkisi	16
2.2.4 Tuğla ve harç dayanımının etkisi	17
2.2.5 Tuğla dolgu duvar elastisite modülü ve diğer fiziksel özellikleri	19
2.2.6 Gazbeton dolgu duvar elastisite modülü ve diğer fiziksel özellikleri	23
2.3 Dolgu Duvarların Çerçeve ve Yapılar Üzerindeki Etkileri	24
2.3.1 Yük taşıma kapasitesi	26
2.3.2 Rijitlik	28
2.3.3 Süneklik.....	30
2.3.4 Enerji yutma özelliği	31
2.4 Dolgu Duvarlı Yapıların Serbest Titreşim Periyotları	33
2.4.1 Dolgu duvarların yapı periyotlarına etkisi	33
2.4.2 Yapı periyodu için yapılan araştırmalar ve verilen formüller	34
2.5 Dolgu Duvarların Yapı Davranışına Olumsuz Etkileri	37
2.5.1 Burulma etkileri	37
2.5.2 Yumuşak kat etkileri	38
2.5.3 Kısa kolon etkileri	39
2.6 Dolgu Duvarların Deprem Kuvveti Altında Davranışı ve Göçme Biçimleri... ..	40
2.7 Eşdeğer Sanal Çubuk Modeli	45
3. YAPI SİSTEMLERİNİN DEPREM HESABI	53
3.1 Düzensiz Binalar	53
3.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	57
3.3 Etkin Göreli Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması	69

4. ÖRNEK BETONARME BİNALAR.....	71
4.1 Binaların Tanıtımı	71
4.2 Betonarme Taşıyıcı Elemanların Ön Boyutlandırılması	80
4.2.1 Kirişlerin ön boyutlandırılması	80
4.2.2 Döşemelerin ön boyutlandırılması	81
4.2.3 Kolonların ön boyutlandırılması	83
4.3 Eşdeğer Sanal Çubuk Boyutlarının Belirlenmesi	96
4.4 Döşeme Yüklerinin Belirlenmesi	100
4.4.1 Sabit yükler.....	100
4.4.2 Hareketli yükler.....	101
4.4.3 Hesap yükleri.....	101
4.5 Dolgu Duvar Yüklerinin Belirlenmesi	102
4.5.1 Tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yüklerinin belirlenmesi.....	102
4.5.2 Gazbeton dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yüklerinin belirlenmesi.....	103
5. ANALİZLER	105
5.1 Giriş	105
5.2 Yük Kombinasyonları	106
5.3 Analizi Yapılan Modeller ve Analiz Sonuçları	107
5.3.1 A Binası modelleri.....	108
5.3.1.1 A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modeli	108
A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	109
A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	112
5.3.1.2 A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	114
A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar.....	115
A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	117
5.3.1.3 A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	119
A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar.....	120
A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	122
5.3.1.4 A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli	124
A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	125
A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	127
5.3.1.5 A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli	129

A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	130
A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	132
5.3.2 B Binası modelleri.....	134
5.3.2.1 B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modeli ...	134
B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	135
B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	137
5.3.2.2 B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli	140
B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	141
B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	143
5.3.2.3 B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli	146
B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	147
B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	149
5.3.2.4 B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli	152
B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	153
B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar.....	155
5.3.2.5 B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli	158
B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar	159
B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar.....	161
6. ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	165
6.1 Bina Ağırlıklarının Karşılaştırılması	165
6.2 Periyotların Karşılaştırılması.....	167
6.2.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması	167
6.2.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması.....	169
6.3 Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması	171
6.3.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.....	171
6.3.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.....	173
6.4 Maksimum Yer Değiştirmelerin Karşılaştırılması	175

6.4.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması	175
6.4.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması	177
6.5 Kat Rijitliklerinin Karşılaştırılması	179
6.5.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması	179
6.5.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması .	183
6.6 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırılması.....	187
6.6.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması	187
6.6.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması	189
6.7 Maksimum Etkin Görelü Kat Ötelemesi/Kat Yüksekliği Oranlarının Karşılaştırılması.....	191
6.7.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelü kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması	191
6.7.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelü kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması	193
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	195
KAYNAKLAR.....	201
ÖZGEÇMİŞ.....	207

KISALTMALAR

- DBYBHY** : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
TS 500 : Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
TS 498 : Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Tuğla duvar elastisite modülleri	21
Çizelge 2.2 : Ebatlarına göre yatay delikli tuğlanın özellikleri	22
Çizelge 2.3 : Farklı özgül ağırlıklardaki gazbeton duvarların fiziksel özellikleri	23
Çizelge 2.4 : Farklı malzeme mukavemet sınıflarındaki gazbeton duvarların fiziksel özellikleri.....	23
Çizelge 2.5 : Ebatlarına göre gazbetonun özellikleri.....	24
Çizelge 3.1 : Düzensiz binalar	53
Çizelge 3.2 : Eşdeğer Deprem yükü Yöntemi' nin uygulanabileceği binalar	57
Çizelge 3.3 : Hareketli yük katılım katsayısı.....	58
Çizelge 3.4 : Bina önem katsayısı.....	59
Çizelge 3.5 : Etkin yer ivme katsayısı	59
Çizelge 3.6 : Yerel zemin sınıfları	60
Çizelge 3.7 : Spektrum karakteristik periyotları.....	60
Çizelge 3.8 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	63
Çizelge 4.1 : A Binası Genel Bilgileri	78
Çizelge 4.2 : B Binası Genel Bilgileri	79
Çizelge 4.3 : A Binası için döşeme kalınlığının belirlenmesi.	82
Çizelge 4.4 : B Binası için döşeme kalınlığının belirlenmesi.....	82
Çizelge 4.5 : A Binası' nın kolonları için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri	84
Çizelge 4.6 : B Binası' nın bodrum, zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.	89
Çizelge 4.7 : B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.	93
Çizelge 4.8 : A Binası' nın zemin ve tüm normal katları için eşdeğer sanal çubuk boyutları.....	97
Çizelge 4.9 : B Binası' nın zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katı için eşdeğer sanal çubuk boyutları.....	98
Çizelge 4.10 : B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katı için eşdeğer sanal çubuk boyutları.	99
Çizelge 4.11 : Döşeme yükleri.....	101
Çizelge 4.12 : Tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yükleri....	102
Çizelge 4.13 : Gazbeton dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yükleri.	103
Çizelge 5.1 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	109
Çizelge 5.2 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	109
Çizelge 5.3 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	110
Çizelge 5.4 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	110

Çizelge 5.5 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.....	111
Çizelge 5.6 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	112
Çizelge 5.7 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.....	112
Çizelge 5.8 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.	113
Çizelge 5.9 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	113
Çizelge 5.10 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.....	113
Çizelge 5.11 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	115
Çizelge 5.12 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.....	115
Çizelge 5.13 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri	116
Çizelge 5.14 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	116
Çizelge 5.15 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	116
Çizelge 5.16 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	117
Çizelge 5.17 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.....	117
Çizelge 5.18 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri	118
Çizelge 5.19 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	118
Çizelge 5.20 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	118
Çizelge 5.21 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	120

Çizelge 5.22 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	120
Çizelge 5.23 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	121
Çizelge 5.24 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	121
Çizelge 5.25 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	121
Çizelge 5.26 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	122
Çizelge 5.27 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	122
Çizelge 5.28 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.	123
Çizelge 5.29 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	123
Çizelge 5.30 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	123
Çizelge 5.31 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	125
Çizelge 5.32 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	125
Çizelge 5.33 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	126
Çizelge 5.34 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	126
Çizelge 5.35 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	126
Çizelge 5.36 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	127
Çizelge 5.37 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	127
Çizelge 5.38 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.	128
Çizelge 5.39 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	128

Çizelge 5.40 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	128
Çizelge 5.41 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	130
Çizelge 5.42 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	130
Çizelge 5.43 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	131
Çizelge 5.44 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	131
Çizelge 5.45 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	131
Çizelge 5.46 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	132
Çizelge 5.47 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	132
Çizelge 5.48 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.	133
Çizelge 5.49 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	133
Çizelge 5.50 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	133
Çizelge 5.51 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	135
Çizelge 5.52 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	135
Çizelge 5.53 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	136
Çizelge 5.54 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	136
Çizelge 5.55 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	137
Çizelge 5.56 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler	137
Çizelge 5.57 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	138
Çizelge 5.58 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.	138
Çizelge 5.59 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	139

Çizelge 5.60 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	139
Çizelge 5.61 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	141
Çizelge 5.62 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	141
Çizelge 5.63 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri	142
Çizelge 5.64 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.....	142
Çizelge 5.65 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.....	143
Çizelge 5.66 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	143
Çizelge 5.67 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	144
Çizelge 5.68 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri	144
Çizelge 5.69 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.....	145
Çizelge 5.70 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.....	145
Çizelge 5.71 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	147
Çizelge 5.72 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	147
Çizelge 5.73 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	148
Çizelge 5.74 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	148

Çizelge 5.75 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	149
Çizelge 5.76 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.	149
Çizelge 5.77 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	150
Çizelge 5.78 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.....	150
Çizelge 5.79 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.....	151
Çizelge 5.80 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.	151
Çizelge 5.81 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	153
Çizelge 5.82 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	153
Çizelge 5.83 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.....	154
Çizelge 5.84 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	154
Çizelge 5.85 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	155
Çizelge 5.86 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	155
Çizelge 5.87 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.....	156
Çizelge 5.88 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.	156
Çizelge 5.89 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.....	157
Çizelge 5.90 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	157
Çizelge 5.91 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	159
Çizelge 5.92 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	159

Çizelge 5.93 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.	160
Çizelge 5.94 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	160
Çizelge 5.95 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	161
Çizelge 5.96 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.....	161
Çizelge 5.97 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.	162
Çizelge 5.98 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.....	162
Çizelge 5.99 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.....	163
Çizelge 5.100 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	163
Çizelge 6.1 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	187
Çizelge 6.2 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	188
Çizelge 6.3 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	189
Çizelge 6.4 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.	190
Çizelge 6.5 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	191
Çizelge 6.6 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	192
Çizelge 6.7 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	193
Çizelge 6.8 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları	194

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Tek yönlü gerilme altında tuğla ve harçtaki yatay deformasyonlar.	15
Şekil 2.2 : Farklı derz kalınlıklarında duvar basınç dayanımları.....	17
Şekil 2.3 : Tuğla dayanımı ile duvar dayanımı ilişkisi.	17
Şekil 2.4 : Harç, tuğla ve duvar basınç dayanımları ilişkisi.	18
Şekil 2.5 : Beton blok, harç ve duvar basınç dayanımı ilişkisi.....	19
Şekil 2.6 : Prizma testi dolgu duvar gerilme-şekil değiştirme ilişkisi.	20
Şekil 2.7 : Yatay delikli tuğla.	22
Şekil 2.8 : Gazbeton blok.....	24
Şekil 2.9 : Dolgu duvarlı çerçevenin yatay yükler altındaki davranışa etkisi.	26
Şekil 2.10 : Tekrarlı ve yön değiştiren yüklemenin değişimi.	27
Şekil 2.11 : Rijitliğin dolgu duvar üzerine etkisinin analitik olarak modellenmesi. .	28
Şekil 2.12 : Dolgu duvarlı ve basit çerçevede çevrimsel yükler sonucunda rijitliğin değişimi	29
Şekil 2.13 : Sünek ve sünek olmayan davranışa ait yük-yer değiştirme eğrisi.....	30
Şekil 2.14 : Tekrarlı ve yön değiştiren yükleme etkisinde sünekliklerin karşılaştırılması.	31
Şekil 2.15 : Yük çevrimleri sırasında söndürülen enerji miktarı.	32
Şekil 2.16 : Yük çevrimleri sırasında söndürülen toplam enerji miktarı.	32
Şekil 2.17 : Betonarme çerçevesel yapılarda dolgu duvarlarının yapı periyotlarına etkisi.	33
Şekil 2.18 : İki çerçevesi dolgu duvar içeren çok katlı betonarme yapının kat planı.	38
Şekil 2.19 : Yumuşak kat oluşumunun muhtemel nedenleri.	39
Şekil 2.20 : Boşluklu dolgu duvarlı çerçeve.....	39
Şekil 2.21 : Dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yük altındaki davranışı.....	40
Şekil 2.22 : Dolgu duvarların çapraz diyagonal çubuklarla modellenmesi.	41
Şekil 2.23 : Yatay derzlere paralel etkiyen yükler altında yığma duvarlarda kırılma biçimleri.	42
Şekil 2.24 : Diyagonal gerilme sonucunda oluşan köşe çatlakları.	43
Şekil 2.25 : Kayma gerilmesi sonucu duvarda oluşan kesme çatlakları.....	44
Şekil 2.26 : Diyagonal gerilme sonucunda oluşan orta şiddetteki çatlaklar.	44
Şekil 2.27 : Düzlem dışı yükler altında oluşan ağır şiddetteki düzlem dışı kırılmalar.	45
Şekil 2.28 : Dolgu duvarın çözümlenme modelinde temsil edilmesi.	46
Şekil 2.29 : Dolgu duvarlı çerçevenin iki ucu mafsallı çapraz eşdeğer sanal çubukla temsil edilmesi.	47
Şekil 2.30 : Dolgu duvarlı çerçevede rijitlik değişimi.....	48
Şekil 3.1 : A1 türü düzensizlik durumu.	55
Şekil 3.2 : A2 türü düzensizlik durumu – 1.	55
Şekil 3.3 : A2 türü düzensizlik durumu – 2.	56
Şekil 3.4 : A2 türü düzensizlik durumu – 2 ve 3.	56
Şekil 3.5 : A3 türü düzensizlik durumu.	56
Şekil 3.6 : B3 türü düzensizlik durumu.	56

Şekil 3.7 : Zaman-Spektrum katsayısı grafiği.	61
Şekil 3.8 : Katlara etkiyen fiktif yüklerin elde edilmesi.	62
Şekil 3.9 : Kat ağırlıkları ve katlara gelen deprem yükleri.	64
Şekil 3.10 : Rijit bodrum kata sahip binalarda üst katlar için yapılacak eşdeğer deprem yükü hesabı.....	66
Şekil 3.11 : Bodrum kata ait eşdeğer deprem yükü hesabı.	66
Şekil 3.12 : Kütle merkezinin yeri ve kaydırılmış kütle merkezinin konumları.....	67
Şekil 3.13 : Planda düzensiz ve kat seviyesinde tek bir rijit diyaframa sahip olmayan yapıya deprem yüklerinin uygulanması..	68
Şekil 3.14 : X ve Y doğrultusunda depremin ortak etkisi.....	68
Şekil 4.1 : A Binası mimari planı.	72
Şekil 4.2 : B Binası mimari planı.....	73
Şekil 4.3 : A Binası zemin ve normal kat kalıp planı.	75
Şekil 4.4 : B Binası zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal kat kalıp planı.	76
Şekil 4.5 : B Binası 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal kat kalıp planı.	77
Şekil 4.6 : Kiriş kesit boyutları.	80
Şekil 4.7 : Kolonların ön boyutlandırılması işlemlerinde yük etki alanlarının belirlenmesi.	88
Şekil 4.8 : Kolon kesitinin değişmesi.	92
Şekil 5.1 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.	108
Şekil 5.2 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli.	114
Şekil 5.3 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli.	119
Şekil 5.4 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli	124
Şekil 5.5 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.....	129
Şekil 5.6 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.....	134
Şekil 5.7 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.	140
Şekil 5.8 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.	146
Şekil 5.9 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.....	152
Şekil 5.10 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.....	158
Şekil 6.1 : A Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılması.	165
Şekil 6.2 : B Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılması.	166
Şekil 6.3 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması	167
Şekil 6.4 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması	168
Şekil 6.5 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması	169
Şekil 6.6 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması	170
Şekil 6.7 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.	171

Şekil 6.8 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması..	172
Şekil 6.9 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması..	173
Şekil 6.10 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması..	174
Şekil 6.11 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması..	175
Şekil 6.12 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması..	176
Şekil 6.13 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması..	177
Şekil 6.14 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması..	178
Şekil 6.15 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	179
Şekil 6.16 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	179
Şekil 6.17 : B Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	181
Şekil 6.18 : B Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	181
Şekil 6.19 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	183
Şekil 6.20 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	183
Şekil 6.21 : B Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	185
Şekil 6.22 : B Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması..	185
Şekil 6.23 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması..	187
Şekil 6.24 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması..	188
Şekil 6.25 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması..	189
Şekil 6.26 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması..	190
Şekil 6.27 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması..	191
Şekil 6.28 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması..	192
Şekil 6.29 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması..	193
Şekil 6.30 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması..	194

SEMBOL LİSTESİ

f_H	: Harç dayanımı
f_{BB}	: Beton blok basınç dayanımı
f_{BD}	: Dolgu duvar basınç dayanımı
f_m	: Dolgu duvar prizma basınç dayanımı
E_m	: Dolgu duvar başlangıç elastisite modülü
θ	: Elemanda oluşan dönme
Δ	: Diyagonal çubuğun birim yer değiştirmesi
k	: Diyagonal çubuğun birim uzama rijitliği
E	: Yapı elastisite modülü
F	: Enkesit alanı
L_d	: Eşdeğer sanal çubuğun boyu
K_t	: Dolgu duvarın çerçevenin yatay rijitliğine katkısı
μ	: Süneklik
Δ_u	: Ulaşılabilecek toplam yer değiştirme
Δ_y	: Elastik sınırdaki yer değiştirme
T	: Titreşim periyodu
H	: Bina yüksekliği
D	: Titreşim istikametinde bina genişliği
w_i	: Binanın i ' inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
δ_i	: Kat yer değiştirmesi
F_i	: Katlara etkileyen yatay kuvvet
g	: Yerçekimi ivmesi
I	: Eşdeğer elemanın atalet momenti
α	: Yapının toplam bina yüksekliğine oranı
N	: Toplam katsayısı
h_n	: Binanın temel üst kodunda ölçülen yüksekliği
x_i	: Kuvvet yönündeki yer değiştirme
P_i	: i ' inci kata etkileyen yatay kuvvet
V_d	: Hesap kesme kuvveti
$M_{\bar{U}}$: Kolon üst uç momenti
M_A	: Kolon alt uç momenti
K_i	: Dolgu duvarlı çerçevelerin başlangıç rijitliği
K_e	: Dolgu duvarlı çerçevelerin efektif rijitliği
K_c	: Dolgu duvarlı çerçevelerin kayma dayanımına ulaştığı andaki rijitliği
H_s	: Dolgu duvarda büyük çatlaklar oluştuğu andaki dayanımı
H_u	: Dolgu duvarlı çerçevenin kayma dayanımı
E_p	: Dolgu duvarın elastisite modülü
E_f	: Çerçevenin elastisite modülü
h_p	: Çatlamamış dolgu duvar yüksekliği
h_c	: Kolonun yüksekliği
G_p	: Dolgu duvarın kayma modülü
G_f	: Çerçevenin kayma modülü
A_p	: Dolgu duvarın kesit alanı

A_f	: Çerçevenin kesit alanı
A_e	: Etkili kesit alanı
I_p	: Dolgu duvarın atalet momenti
I_f	: Çerçevenin atalet momenti
I_e	: Etkili kesitin atalet momenti
I_c	: Kolon atalet momenti
C_E	: Dolgu duvar ve çerçeve arasındaki ilişki parametresi
l_p	: Dolgu duvar çerçeve genişliği
t	: Dolgu duvar kalınlığı
w	: Eşdeğer sanal çubuk genişliği
E_c	: Kolonun elastisite modülü
K	: Dolgu duvar için düzlem içi rijitlik
h	: Kolon yüksekliği
l	: Kiriş uzunluğu
τ_0	: Kayma sürtünme gerilmesi
R_s	: Eşdeğer sanal çubuk basınç yükü taşıma kapasitesi
d	: Eşdeğer sanal çubuk uzunluğu
R_{cd}	: Göçme durumu için eşdeğer sanal çubuk basınç yükü taşıma kapasitesi
z	: Dolgu duvarla çerçevenin yatayda temas ettiği mesafe
η_{bi}	: i ' inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
H_N	: Bina toplam yükseklik sınırı
W	: Binanın toplam ağırlığı
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu
$A(T)$: Spektral ivme katsayısı
$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
A_o	: Etkin yer ivmesi katsayısı
g_i	: Sabit yükler
q_i	: Hareketli yükler
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
I	: Bina önem katsayısı
$S(T)$: Spektrum katsayısı
h_1	: En üst zemin tabakası kalınlığı
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
m_i	: i ' inci katın kütlesi
F_{fi}	: i ' inci kata etkileyen fiktif yükler
d_{fi}	: Binanın i ' inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü
ΔF_N	: En üst kata etkileyen ek eşdeğer deprem yükü
w_{bk}	: Bodrum kat ağırlığı
F_{bk}	: Bodrum kata etkileyen eşdeğer deprem yükü
D_i	: Dış merkezlik büyütme katsayısı
B_a	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksenini doğrultusunda, x' e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_b	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü

- B_{bx}** : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- B_{by}** : Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
- Δ_i** : Herhangi bir i' inci kattaki görelî kat ötelemesi
- (Δ_i)_{max}** : Herhangi bir i' inci kattaki en büyük görelî kat ötelemesi
- (Δ_i)_{ort}** : Herhangi bir i' inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi
- η_{ci}** : i' inci katta tanımlanan dayanım düzensizliğı katsayısı
- (ΣA_e)_i** : Herhangi bir i' inci kattaki etkili kesme alanı
- η_{ki}** : i' inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliğı katsayısı
- A_b** : Boşluk alanları toplamı
- A** : Brüt kat alanı
- d_i** : Binanın i' inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değıştirme
- l_{sn}** : Döşemenin kısa kenar doğrultusundaki serbest açıklığı
- α_s** : Döşeme sürekli kenar uzunlukları toplamının tüm döşeme kenar uzunlukları toplamına oranı
- m** : Döşeme uzun kenar uzunluğunun kısa kenar uzunluğuna oranı
- L_{sn}** : Döşemenin uzun kenar doğrultusundaki serbest açıklığı
- L_x** : Döşemenin x doğrultusundaki açıklığı
- L_y** : Döşemenin y doğrultusundaki açıklığı
- N_d** : Kolon aksenal hesap yükü
- A_c** : Kolon kesit alanı
- g** : Sabit yük
- q** : Hareketli yük
- G** : Toplam sabit yük
- Q** : Toplam hareketli yük
- f_{ck}** : Beton karakteristik basınç dayanımı
- g₁** : Döşeme öz ağırlığı
- g₂** : Toplam ilave sabit yük
- P_d** : Hesap yükü
- C** : Taban kesme kuvveti katsayısı
- H_i** : i' inci katın döşemesinin zeminden yüksekliğı
- F_i** : i' inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü

BETONARME BİNALARDA DOLGU DUVARLARIN DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

ÖZET

Yapıların projelerinin hazırlanması ve inşası sırasında deprem etkilerinin hesaplanması büyük önem taşımaktadır. Yapıların ömürleri boyunca önemli yüklemeler olan deprem etkilerine en az bir kere maruz kalabilecekleri kabul edilmektedir. Özellikle büyük şehirlerde yüksek yapıların tercih edilmesinden dolayı, yapısal deprem güvenliği daha kritik hale gelmektedir.

Yapısal geometri, yapı elemanlarının sürekliliği, yapısal rijitlik ve dayanım, göçme modu ve yapısal süneklik gibi faktörler depreme dayanıklı yapı tasarımında mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Doğru geometrik yapısal tasarım ekonomik kesitler oluşturmakta ve deprem sırasında yapısal davranışın zorlanmamasını sağlamaktadır.

Büyük hasarlara yol açan depremlerin azaltılması için binaların tasarımları doğru bir şekilde yapılmalıdır. Bu işlemin ilk aşaması yapının uygun modellenmesidir. Genellikle, dolgu duvarların etkileri modellemede önemli olmasına karşın, yapısal sisteme olan katkıları tam olarak yansıtılmamaktadır. Betonarme binaların analiz ve tasarımlarında, dolgu duvarlar genel olarak ölü yükler olarak dikkate alınır. Bu durumun nedeni literatürde önerilen modellerin karmaşık hesaplamalara sahip olmaları ve aynı zamanda tam olarak geçerli olmamalarıdır. Homojen olmayan ve genellikle farklı malzemelerden oluşturulan dolgu duvarların modelleri kurulurken birçok etkili faktörden dolayı çalışmalar zorlaşmaktadır. Ayrıca mevcut şartnameler, ne yazık ki dolgu duvarlı yapıların modellenmesi, analizi ve tasarımı konusunda yeterli bir yol göstericiliğe sahip değildir.

Ancak kolon ve kirişlerin oluşturduğu taşıyıcı çerçeve sistemin boşluklarını dolduran dolgu duvarlar deprem yükleri altında büyük önem taşırlar. Dolgu duvarlar, bina yüklerinin ve bina dinamik karakteristik değerlerinin değişiminde en önemli etkidir. Dolgu duvarların dikkate alınmadığı durumlardaki analiz sonuçlarının gerçek değerleri temsil etmediği deneysel çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Gerçekçi bir yapı tasarımı için, kullanılacak analiz sonuçları dolgu duvarların taşıyıcı sistem üzerindeki etkisini dikkate alarak elde edilmelidir.

Gün geçtikçe, dolgu duvarlı yapılar için gerçekleştirilen analitik ve deneysel çalışmaların sayısı artmıştır. Dolgu duvarlı çerçeve yapılar, malzeme özellikleri, çerçeve eleman boyutları, yükleme tipi gibi faktörlerden etkilenirler ve davranışları karmaşıktır. Dolgu duvarların sönüm, rijitlik, periyot gibi yapısal davranış etkileyebilen özellikleri dikkate alınmalıdır. Ayrıca, yapı içerisindeki dolgu duvarların dağılımından dolayı, burulma, yumuşak kat, kısa kolon davranışı gibi olumsuz etkiler oluşabilmektedir. Dolgu duvarların olumsuz etkileri ortadan kaldırılarak olumlu etkilerini ön plana çıkarmak mümkündür.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada yedi bölüm bulunmaktadır.

Birinci bölümde, konu tanıtılmış, çalışmanın amacı verilmiş ve literatürdeki araştırma çalışmaları incelenmiştir. Literatürde, dolgu duvarlar için çok sayıda

modelleme tekniği ileri sürülmüş ve dolgu duvarların modelde yer alması durumunda yapısal davranış üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

İkinci bölümde, betonarme yapıların dolgu duvarlarında kullanılan malzemeler, dolgu duvar özellikleri, dolgu duvarların çerçeve ve yapılar üzerindeki etkileri, dolgu duvarlı yapıların serbest titreşim periyotları, dolgu duvarların yapı davranışına olumsuz etkileri, dolgu duvarların deprem kuvveti altında davranışı ve göçme biçimleri ve dolgu duvar modelleri ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, DBYBHY 2007' ye göre anlatılmıştır. Ayrıca, DBYBHY 2007' de lineer çözüme esas teşkil eden yapısal düzensizlikler ve yapısal deprem analizi sonrasında yapılması gerekli olan kontroller hakkında bilgi verilmiştir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi yaygın bir deprem yüğü hesaplama yöntemidir. Dünyada birçok deprem yönetmeliğinde, bu yöntem yarı dinamik yöntem ya da yarı statik yöntem gibi farklı isimlerde bulunmaktadır. Bu yöntemde binaya etkiyecek toplam deprem yüğü bölgenin deprem özelliği, yerel zemin koşulları, yapının dinamik özellikleri, kütle dağılımı ve yapı işlevinin türünü göz önüne alarak belirlenebilmektedir.

Dördüncü bölümde, çalışma için kullanılan betonarme yapılar tanıtılmış ve taşıyıcı çerçeve sistemleri oluşturulmuştur. 1 bodrum kat, 1 zemin kat, 4 normal kattan oluşan 6 katlı bir bina ve 1 bodrum kat, 1 zemin kat, 10 normal kattan oluşan 12 katlı bir bina çalışma için kullanılan betonarme yapılarıdır. Her iki bina için her bir kat 3 metre yüksekliğe sahiptir. Binalar birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Binalar dolgu duvarsız, tuğla dolgu duvarlı ve gazbeton dolgu duvarlı olarak oluşturulmuştur.

Bir yapının taşıyıcı sistemini oluşturmak önemli bir konudur. Analiz öncesinde, sistemdeki yapı elemanlarının kesit boyutlarının hesabı doğru bir şekilde yapılmalıdır. Bu kapsamda, TS 498' de verilen zati ve hareketli ağırlıklar göz önünde bulundurularak, TS 500' de açıklanan kurallara göre sistemdeki yapı elemanlarına ön boyutlar verilmiştir.

Beşinci bölümde, tuğla dolgu duvarlı, gazbeton dolgu duvarlı ve dolgu duvarsız binaların taşıyıcı çerçeve sistemlerinin üç boyutlu modelleri SAP2000 yapı analiz programında oluşturulmuş ve Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Dolgu duvarlar, deneysel ve analitik çalışmaların ışığında eşdeğer diyagonal çubuklar olarak modellenmiştir. Analizlerin sonrasında tüm modellerin doğal titreşim periyodu, taban kesme kuvveti, yer değiştirme, kat rijitlik, burulma düzensizliği katsayısı ve etkin görelî kat ötelemesi değerleri verilmiştir.

Altıncı bölümde, tüm modellerin doğal titreşim periyodu, taban kesme kuvveti, yer değiştirme, kat rijitlik, burulma düzensizliği katsayısı ve etkin görelî kat ötelemesi değerleri karşılaştırılmıştır.

Yedinci bölümde, çalışmanın sonuçlarına göre genel değerlendirmeler ve yorumlar yapılmıştır.

REVIEWING BEHAVIOUR OF INFILL WALLS IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS UNDER EARTHQUAKE EFFECT

SUMMARY

The calculation of earthquake effects at the time of preparing the projects and building of structures are critically important. It is supposed that structures are exposed to earthquake effects which are important loadings at least once during their life. Because of preferring high-rise buildings in especially metropolises, structural earthquake safety becomes more critical situation.

The factors such as structural geometry, continuity of structural elements, structural rigidity and resistance, collapse mode and structural ductility must be considered in the design of earthquake-resistant structure. Correct geometric structural design constitutes economic sections and satisfies not constraining the structural behaviour.

For reduction of earthquakes induce big damages, the designs of structures must be made correctly. First stage of this process is proper modelling of the structure. Generally, although the effects of infill walls are important in the modelling, their contribution to the structural system can not reflected accurately. In the analyses and designs of reinforced concrete buildings, infill walls are generally considered as dead loads. The reason of this case is that the models offered in the literature have complex calculations and they are not also exactly valid. When the models of infill walls that are nonhomogeneous and generally consist of different materials are set up, the studies get difficult because of so many effective factors. Furthermore, present codes, unfortunately, do not have an adequate guidance for treating the modeling, analysis and design of infilled structures.

Nevertheless, infill walls which fill in the gaps of the bearing frame system consisting of columns and beams are critically important under earthquake loads. Infill walls are the most important effect on the variation of building loads and buildings dynamic characteristics. As a result of empirical studies it has been determined that the analysis results in the cases which the infill walls are disregarded do not represent real values. For the real design of a structure, analysis results which will be used must be got by considering the effect of infill walls on the bearing system.

By the day, the number of empirical and analytical studies which are performed for the structures with infilled walls has been increased. The frame structures with infill walls are affected by the factors such as material properties, frame element dimensions, loading type and their behaviour is complex. The properties of infill walls that can impact on the structural behaviours such as damping, rigidity, period must be considered. Furthermore, because of the distribution of the infill walls in the structure, negative effects such as torsion, soft story, short column behaviour can occur. It is possible to bring the positive effects of infill walls in the foreground by removing their negative effects.

There are seven chapters in this study which is introduced as a master thesis.

In the first chapter, the subject has been introduced, the purpose of the study has been given and the research studies in the literature have been reviewed. In the literature, various modelling techniques for infill walls have been put forward and the effects of infill walls on the structural behaviour have been researched when they are based in the model.

In the second chapter, materials used in the infill walls of reinforced concrete structures, properties of infill walls, effects of infill walls on frames and structures, free vibration periods of the infilled structures, negative effects of infill walls on the behaviour of the structure, the behaviour and the kind of collapse of infill walls under the earthquake force and the models of infill walls have been explained at large.

In the third chapter, Equivalent Seismic Load Method has been explained according to Turkish Earthquake Code 2007. Besides, some information about the structural irregularities which are based on linear solution in Turkish Earthquake Code 2007 and the controls that should be done after the structural seismic analysis has been given.

Determining the proper analysis methods of structures is a very important subject. This issue gains importance for the critical subjects like researching the effects of infill walls. Proper analysis methods for different systems are given in Turkish Earthquake Code 2007. Equivalent Seismic Load Method, Modal Superposition Method and Time Increment Methods are the seismic load calculation methods given by Turkish Earthquake Code 2007.

Equivalent Seismic Load Method is a widespread seismic load calculation method. In many seismic codes in the world, this method can exist in different names such as semi dynamic method or semi static method. In this method, the total earthquake force which will be applied to building can be determined by considering seismic property of the area, local soil conditions, dynamic properties of the structure, mass distribution and function of the structure.

In Mode Superposition Method, by combining the maximum contributions of each adequate vibration modes statistically, the maximum internal forces and displacements are determined. In the method, the behaviour of the structural system is obtained by means of the superposition of each vibration mode.

In Time History Analysis, the dynamics analysis is made with direct integration by using earthquake acceleration-time records that acquired previously or similar records constituted artificially.

In the fourth chapter, the reinforced concrete structures used for the study have been introduced and their bearing frame systems have been constituted. A 6-story building consisting of 1 basement story, 1 ground floor and 4 official stories and a 12-story building consisting of 1 basement story, 1 ground floor and 10 official stories are the reinforced concrete structures used for the study. Each story for both of the buildings are 3 meters high. The buildings are located in the first degree seismic zone. The buildings have been constituted without infill walls, with brick infill walls and with aerated concrete infill walls.

Constitution of the bearing system of a structure is a very important subject. Before the analysis, the calculation of section sizes of the structural elements in the system should be made correctly. In this meaning, by considering the effects of self weight and live loads given in Turkish Standards 498, preliminary dimensions are assigned

to the structural elements in the system according to the rules explained in Turkish Standards 500.

In the fifth chapter, three dimensional models of the bearing frame systems of the buildings with brick infill walls, with aerated concrete infill walls and without infill walls have been constituted in SAP2000 structural analysis program and analysed by using Equivalent Seismic Load Method. Infill walls have been modeled as equivalent diagonal bars in the light of experimental and analytical works. After the analyses the values of free vibration periods, base shear forces, displacements, rigidities of stories, torsional irregularity factors and effective relative story drifts of all models have been given.

Computer programs used for modelling the structures are important because of results that will be got. In this meaning, SAP2000 structural analysis program is a computer program that is often preferred. In SAP2000 structural analysis program that works with Finite Element Method, three dimensional models of the structures can be constituted and their analyses can be made. The program can calculate the section effects under loads and all internal forces of structural elements.

In the sixth chapter, the values of free vibration periods, base shear forces, displacements, rigidities of stories, torsional irregularity factors and effective relative story drifts of all models have been compared.

In the seventh chapter, according to the resultants of the study general evaluations and comments have been made.

1. GİRİŞ

Ülkemizin dünyanın önemli deprem kuşaklarından birinin üzerinde yer alması, yapıların projelendirilmesi ve inşası sırasında deprem etkilerinin göz önüne alınıp hesaba katılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Deprem etkisinin, önemli yüklemelerden biri olduğu ve yapının ömrü boyunca bu etkiye en az bir kere maruz kalabileceği kabul edilmektedir.

Ülkemizde, özellikle yoğun yapılaşma bölgelerinde çok katlı yapıların yaygın olarak kullanılması ve giderek daha yüksek yapıların uygulama alanı bulması, bu yapıların önemini hem ekonomik yönden hem de güvenlik yönünden arttırmaktadır.

Binalarda, taşıyıcı sistemi oluşturan kolon, kiriş, perde ve döşemelerin dışında, birbirinden bağımsız yaşam alanları oluşturmak amacıyla, kullanım amacına yönelik, değişik yapı malzemeleriyle oluşturulan, bazen tek parça olarak bazen de daha küçük yapı malzemelerinin yapı elemanlarıyla birleştirilmesiyle meydana getirilen yapı birimi dolgu duvar olarak adlandırılmaktadır. Dolgu duvarlar kendisini oluşturan yapı malzemesine, oluşturduğu yerin boyutlarına bağlı olarak farklı özelliktedirler. Boyutlar ve yapı malzemesi, genellikle mimari ve mekanik ihtiyaçların göz önünde bulundurulmasıyla belirlenmektedir.

Depremde meydana gelebilecek şekil ve yer değiştirmeleri azaltmak, yapının rijitliğini arttırarak mümkündür. Bu kapsamda taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan kısımlardaki hasarlar azaltılabilmektedir. Bunun yanında yapı içinde yer alan alet ve teçhizatın işlevselliğini sürdürebilmesi amacıyla rijit yapı tercih edilmektedir. Yatay yer değiştirmelerin büyümesi ile ikinci mertebe etkilerin artması elastik yapılarda istenmeyen bir durumdur. Donatısı iyi düzenlenmiş kolon ve kirişlerin oluşturduğu betonarme çerçeve sistem elastik olarak kabul edilmektedir. Bu tür çerçevelerde orta şiddetli depremlerde dahi katlar arasında büyük yer değiştirmeler meydana gelmekte ve dolgu duvarlarda büyük çatlamlar oluşmaktadır. Ancak yapıda dolgu duvarların bulunması çerçeveye ek bir rijitlik kazandırmakta, genellikle yapının periyodunu düşürmekte ve yapıdaki kuvvet dağılımında etkili bir rol oynamaktadır [1].

Ancak bölme duvarlarının katkısını göz önüne alan güvenilir bir hesap yöntemi bulunmadığından ve bu katkıyı modele yansıtacak hesap yöntemlerinin karmaşık olmasından dolayı dolgu duvarları hesaplarda dikkate alınmamaktadır.

Ülkemizde yapıların çoğu çerçeve sistemlerden oluşmakta ve çeşitli bölme duvar dolgu modelleri ile yapı sistemleri doldurulmaktadır. Tasarım aşamasında bu yapıların taşıyıcı sistemleri sadece kolon, kiriş ve döşeme gibi birbirine bağlanmış rijit elemanlar ile analiz edilmekte; duvar gibi mimari ve estetik oluşturan ara bölmelerin hiçbiri analizlerde göz önünde bulundurulmamakta ve hesaplara katılmamaktadır. Hesaplarda dikkate alınmayan bölme duvar elemanları, taşıyıcı sistem olarak bir görev yapmasa da, depremden dolayı büyük yatay yükler etkisindeki yapılarda taşıyıcı çerçeve sistemlerin çalışmasını ve davranışlarını olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedirler.

Dolgu duvarların etkisi, çeşitli ülkelerin deprem yönetmeliklerinde de taşıyıcı sistem elemanlarının yanında göz ardı edilmiştir. Dolgu duvarları yalnızca yapıya etkiyen dik yükler olarak ele alınmıştır. Oysaki dolgu duvarlar deprem sırasında yapıya rijitlik kazandırdığı gibi büyük kalıcı şekil değiştirmeleri sayesinde enerji sönmülemeye de katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda; son senelerde gerçekleştirilen analitik ve deneysel çalışmalar, taşıyıcı sistemliği sayesinde dolgu duvarlarının yapı davranışını önemli ölçüde değiştirdiğini ortaya koymuş ve söz konusu durumlar için çeşitli modelleme yöntemlerini öne sürmüştür.

Bu çalışmada, taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan 6 katlı yapı ile taşıyıcı sistemi perde çerçevelerden oluşan 12 katlı yapı ele alınmıştır. 6 katlı yapı bodrum, zemin ve 4 normal kattan; 12 katlı yapı ise bodrum, zemin ve 10 normal kattan oluşmaktadır. Taşıyıcı elemanların ön boyutlandırması yönetmelik ve standartlar çerçevesinde yapılmıştır. 6 katlı yapıda kolonlar tüm yapı yüksekliği boyunca aynı kesitte devam etmekte olup 12 katlı yapıda 5. normal katta kesit değişimi söz konusudur. 12 katlı yapıda asansör mevcuttur ve asansör çevresi perde ile çevrilidir. 12 katlı yapının ayrıca tüm cephe köşe kısımlarında perdeler bulunmaktadır. 6 katlı yapıda asansör ve herhangi bir perde bulunmamaktadır. Yapıların bodrum katı rijit perdelerle çevrilidir ve zemin kotu altında bulunmaktadır. Yapıların kat yükseklikleri 3 m' dir. Yapılar birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır ve üzerindeki buldukları zemin Z1 yerel zemin sınıfındadır. Yapılarda C30 sınıfı beton ve S420 sınıfı betonarme çeliği kullanılmıştır. Yapıların taşıyıcı sistemi üç boyutlu olarak SAP2000 yapı

analiz programında modellenmiş ve depremlı durum çözümlemesi gerçekleştirilmiştir. Yapılan modellemelerde kolonlar ve kirişler çubuk eleman, perdeler ise kabuk eleman olarak tanımlanmıştır. Kat döşemesinin rijit diyafraım hareketi yaptığı kabulüyle, kat kütlelerinin kat döşemesi hizasında, binanın kütle merkezinde toplandığı kabul edilmiştir. Her iki yapı dolgu duvarsız, tuğla dolgu duvarlı ve gazbeton dolgu duvarlı olarak modellenmiş, her modelin analizi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Dolgu duvarlı modellerde “iki ucu mafsallı eşdeğer diyagonal basınç çubuğu” tekniğı ele alınmıştır. Analizlerde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmıştır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Yapı sistemlerinin tasarımında yapıya ağırlık dışında herhangi bir katkısının olmadığı varsayılan dolgu duvar malzemelerinin dayanım ve davranış özellikleri üzerinde fazla durulmamaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen kuramsal ve deneysel çalışmalar bize dolgu duvarların, yapının deprem ve düşey yükler altında, rijitlik, taşıma gücü, periyot ve sönüm gibi dinamik özelliklerine önemli katkıları olduğunu göstermiştir. Söz konusu katkılar dolgu duvar malzemelerinin dayanımlarının değışken olması ve duvar işçiliğindeki denetimin güçlüğünden dolayı tasarımlarda göz önüne alınmamaktadır. Her ne kadar son yıllarda yoğun çalışmalar gerçekleştirilse de, teori eksikliği ve hesap karmaşıklığı sebebiyle dolgu duvarlar yapı standartlarında yapısal eleman olarak görülmemektedir. Ancak betonarme yapıda dolgu duvarın yapı davranışına olumlu katkı yapacak özelliklerini tanımak ve olumsuz etkilerinden korunmak amacıyla dolgu duvarların özellikleri hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir [2].

Teorik anlamda mühendislik tasarımlarında dikkate alınan unsurların sayısı arttıkça risk faktörü düşmektedir. Bu kapsamda dolgu duvarlı yapıların davranışlarının, dikkate alınması gereken bir unsur olduğu yadsınamaz bir gerçektir.

Dolgu duvarlı yapı sistemlerinin hesabı için geliştirilmiş olan hesap yöntemlerini esas alan bu çalışmanın amacı, dolgu duvarların betonarme çerçeve davranışını hangi açılardan etkilediğini saptamaktır.

1.2 Konu ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Dolgu duvarlı çerçeveler üzerine gerçekleştirilen çalışmalara bakıldığında, genel olarak aynı tarzda çalışmalar olduğu görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir kısmında, dolgu duvarlı çerçevelerden çeşitli numuneler alarak devirli yanal yükleme testleri yapılmış ve çerçevelerin hareketleri incelenerek birtakım yaklaşık sonuçlara ulaşılmıştır.

Literatürde, dolgu duvarlar için çok sayıda modelleme tekniği ileri sürülmüş ve dolgu duvarların modelde yer alması durumunda yapısal davranış üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Polyakov, gerçekleştirdiği çalışmalar kapsamında, çelik, dört yanı mafsallı çerçeveler ele almıştır. Gerçekleştirdiği çalışmalarında “eşdeğer sanal basınç çubuk” modelinin dolgu duvarlı çerçevelerin rijitliklerinin temsillerinde en etkili yöntem olduğu sonucuna ulaşmıştır. Eşdeğer sanal basınç çubuğu davranışını ilk öngörenlerden biri olan Polyakov çubuk genişliğini belirleyen formüller ortaya koymuştur [3].

Holmes, gerçekleştirdiği çalışmalarıyla, Polyakov’un ileri sürdüğü eşdeğer basınç çubuğu yöntemini geliştirmiştir. Diyagonal basınç çubuğunun elastik kısılmasına ve göçmedeki dolgu duvar birim şekil değiştirmesine bağlı olarak göçme durumundaki dolgu duvarlı çerçevelerin yapabileceği yatay yer değiştirme formülünü önermiştir [4].

Stafford Smith ve Carter, gerçekleştirdiği çalışmalarıyla, eşdeğer basınç çubuğu teorisine yenilikler kazandırmışlardır. Geliştirdikleri formülasyonlarında, etkili göğüsleme kirişi eni değerinin, kolon ve dolgu duvar görelî rijitliğine bağlı olduğunu göstermeye çalışmışlardır. Çalışmalarında kolon ve dolgu duvar görelî rijitlik değerlerinin dolgu duvar açıklık/yükseklik oranına, dolgu duvar malzemesinin gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisine ve dolgu duvar diyagonaline etkiyen yük değerine bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Sisteme yük etkimesi durumunda çerçeve köşe bölgeleri haricindeki dolgu duvar ile çerçeve arasındaki temas noktalarının belli oranda kaybolduğunu ifade etmişler ve köşe bölgelerdeki temas uzunluğunu veren denklemler geliştirmişlerdir [5].

Fiorato, Sozen ve Gamble tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yer değiştirme ifadesi “kayma kirişi” kavramına göre ortaya

konmuştur. Fiorato tarafından öne sürülen ifadeler kapsamında Mehrabi yanal rijitlik denklemleri oluşturulmuştur [6].

Mainstone, küçük ölçekli mikro-beton dolgu duvarlı ve ölçekli tuğla duvarlı numuneler ile birtakım deneysel çalışmalar yapmıştır. Gerçekleştirdiği çalışmalar kapsamında aynı zamanda Stafford Smith ve Carter tarafından ileri sürülen görelî rijitlik parametresini de kullanmıştır. Eşdeğer diyagonal basınç çubuğu ve dolgu duvar ile çerçeve arasındaki görelî rijitlik arasında bir uyum olduğunu düşünerek tuğla ve beton dolgu duvarlı çerçeveli sistemler için denklemler geliştirmiştir [7].

Ersoy ve Uzsoy, dolgu duvarlı çerçevelerin davranış ve dayanımını gözlemlemek üzere farklı yükler altında dokuz adet betonarme çerçeve üzerinde deney yapmışlardır. Gerçekleştirdikleri çalışmalarında; dolgu kalınlığı, dolgulu çerçevelerin yük taşıma kapasitesi ve rijitliğine birince derecede etki edeceği tahmin edilen çerçeve açıklığının çerçeve yüksekliğine oranı, çerçeve ile dolgu arasında aderansın bulunması ve çerçeveye etki eden yatay yükün düşey yüke oranı gibi birtakım değişkenler göz önünde tutmuşlardır. Gerçekleştirdikleri analizlerde çerçevenin köşelerine bağlanmış olan basınç çubuklarını ele almışlardır. Deney sonuçlarına göre dolgunun, yatay yük taşıma kapasitesini % 700 arttırdığını ve yatay yer değiştirmeyi % 6 azalttığını gözlemlemişler; aynı zamanda sistemin elastik yatay rijitliğinin % 500 arttığını saptamışlardır [8].

Meli ve Bazan, kargir duvarlı yapıların deprem hesabı için tekrarlayan yükler altında doğrusal olmayan davranış modellerini ifade etmişlerdir. İfade edilen modellerin analizleri değişik şiddetteki yükler altında çözümlenmiş ve sonuçları elastik davranış ile kıyaslanmıştır. Kargir duvarların doğrusal ve çatlama sonrası evredeki davranışı modellenmiştir. Sonuç olarak, çerçevenin ayrılma ve kayma sonrasında dolgu duvarın bir basınç çubuğu biçiminde çalıştığı ortaya konmuştur [9].

Bertero ve Brokken, dinamik yükleme altında bir dizi deney yapmışlardır. Bu kapsamda tek açıklıklı, dört katlı dolgulu çerçeveler seçilip, doğu duvar ile çerçeve arasındaki bağlantılar ve dolguda boşlukların etkisi gibi parametreler incelenmiştir. Deprem davranışını yansıtan tersinir yükler altında 18 numuneyi incelemiş ve 4 farklı tip dolgu ele almışlardır. Sonuç olarak, ele alınan dolgunun tipine bağlı olmaksızın boş çerçeve üzerine yerleştirilen dolgu duvarın sistemin rijitliğini büyük oranla arttırdığını, sistemin dinamik özelliklerini etkilediğini, en büyük yer

değiştirmeleri % 56-85 oranında azalttığını ve tüm numunelerde hasarların ilk katta yoğunlaştığını saptamışlardır [10].

Liau ve Kwan tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, eşdeğer diyagonal basınç çubuğunun genişlik değerini belirleyen denklem geliştirilmiştir. Ayrıca yatay yük etkisi altındaki sistem için sonlu elemanlar ağı modellenmesi kapsamında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Sistemdeki çerçevenin çok rijit olduğu ve dolgu duvarların rijit olmadığı durumlarda bile, eşdeğer diyagonal basınç çubuğunun genişlik değerinin bir üst sınırının olduğu sonucuna ulaşılmıştır [11].

Decanni ve Fantin tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, yatay yük etkisi altındaki sistemde dolgu duvarların çatlamış olup olmaması durumlarına ve rijitlik parametresi değerine bağılı olarak denklemler geliştirilmiştir. Bu çalışmalar Crisafulli tarafından düzenlenerek çatlamış ve çatlamamış dolgu duvar panelli çerçeve sistemler için yeni denklemler öne sürülmüştür [12].

Moghaddam ve Dowling tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, ölçekli tuğla dolgu duvarlı çerçeveler ele alınmıştır. Deneyle sonucunda eşdeğer diyagonal basınç çubuğu etkili genişliği diyagonal uzunluğun bir yüzdesi olarak tarif edilmiştir [13].

Stafford Smith ve Coull tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, dolgu duvar panel modelleme tekniğı daha ileri bir boyut kazanmıştır. Eşdeğer diyagonal sanal basınç çubuğu teorisi kapsamında sanal basınç çubuğunun etkili genişliği yanı sıra etkili kalınlık değeri de hesaplanmıştır. Etkili basınç çubuğunun en kesit alanı da, hesaplanan bu iki değerin çarpımıyla elde edilebilmekte ve bu sayede dolgu duvarlı çerçeve sisteminin yatay yer değiştirmesi yaklaşık olarak belirlenebilmektedir. Söz konusu geliştirilen yöntemle göre etkili basınç çubuğu alanı değeri, temsili yapılacak dolgu duvar panelinin gerçek kalınlığı ile dolgu duvar diyagonal uzunluğunun onda birinin çarpımına eşit olmaktadır. Aynı zamanda gerçek yer değiştirme değerlerine yakınsaması açısından eşdeğer çubuk elemanın elastisite modülünün $7 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ alınmasının uygun olacağı öne sürülmüştür [14].

Paulay ve Priestley, gerçekleştirdikleri çalışmalarıyla, dolgu duvarlı çerçeveli sistemin taşıyabileceğı maksimum yükün yarısının etkimesi durumunda, eşdeğer diyagonal basınç çubuğu genişliğinin, çerçeve diyagonal uzunluğunun dörtte biri alınmasıyla, sistemi yeterli şekilde temsil ettiğini öngörmüşlerdir [15].

Durrani ve Luo, gerçekleştirdikleri çalışmalarıyla, Mainstone' un dolgu duvarlı çerçeveli sistemlere dair sonlu elemanlar denklemlerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Dolgu duvar rijitliğinin temsil edilmesi amacıyla “etkili genişlik faktörü” şeklinde ifade edilen bir parametre tarif etmişlerdir. Söz konusu parametreyle etkili diyagonal dolgu duvar genişliğini belirlemeye çalışmışlardır [16].

Al – Chaar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, dolgu duvarlı çerçevelerin rijitlik değerlerinin hesaplanmasına dair denklemler geliştirilmiş ve dolgu duvarlı çerçeve için “şekil faktörü” ifadesi tarif edilmiştir [17].

Zarnic ve Tomasevic, gerçekleştirdikleri çalışmalarıyla, dolgu duvarların yapılar üzerine yararlı ve zararlı etkileri olduğunu saptamışlardır. Bu nedenle de yapının inşası ve hesap aşaması için iki metot önermişlerdir. Bunlardan ilki dolgu duvarların, ikinci derece yapı elemanı olarak kabul edilmesi gerektiği ve yeterli miktarda derzler sayesinde sistemden koparılmasıdır. Böylece deprem esnasında yapının serbest deformasyonu sağlanmış olur. İkincisi ise dolgu duvarlar yapının önemli parçaları olarak inşa edilirlerse, hesap aşamasında dolgu duvarlar ve çerçeveler arasındaki değişik kuvvet dağılımı uygun bir şekilde göz önüne alınmalıdır [18].

Ersin, gerçekleştirdiği çalışmada, dolgu duvarı meydana getiren malzeme özellikleri ve dolgu duvar şekillerinin, yer değiştirmelere ve yapının periyoduna etkisini ele almıştır. Çalışmalarının sonucunda, yer değiştirmelerde ve yapı temel titreşim periyodunda azalmalar olduğunu belirlemiştir [19].

Yalçın, gerçekleştirdiği çalışmada, dolgu duvarların ve konumlarının çok katlı betonarme yapıların deprem kuvvetleri altındaki davranışına etkilerini araştırmıştır. Dolgu duvarların yapılar üzerindeki etkileri dört farklı modelde ele alınmıştır. Gerçekleştirilen analizler sonucunda dolgu duvarlı modellerde yer değiştirmelerin azaldığı, toplam kesme kuvvetlerinin arttığı, periyotların küçüldüğü gösterilmiştir [20].

Gürel, gerçekleştirdiği çalışmada, deprem etkileri altındaki kargir dolgu duvarların davranışlarını gözlemlemiştir. Yararlanılan esas model ile edinilen sonuçların, kargir dolgu duvarların dayanımları için alt sınırlar olarak kabul edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Söz konusu çalışmadaki modellerin birtakım sınır koşullarına sahip duvarlar için verdiği düzleme dik atalet kuvveti dayanım

değerlerinin, literatürdeki kemerlenme etkisi modellerinin verdiği dayanım değerlerinden daha gerçeğe yakın değerler olabileceğini belirtmiştir [21].

Erol, gerçekleştirdiği çalışmada, yüksek dayanımlı tuğlalardan oluşturulmuş duvarlarda kayma mukavemetini incelemiştir. İTÜ Yapı ve Deprem Mühendisliği Laboratuvarı'nda, ASTM C 1391-81 standartında tanımlanan deney tekniğinden yararlanarak, 755 mm x 755 mm x 120 mm ebatlarında 40 adet duvar örneğinin deneylerini gerçekleştirmiştir. Bunun yanında, SAP2000 programı ile sayısal çözümler yapmış ve deneysel çalışma ile kıyaslamıştır. Söz konusu çalışmada, köşegeni doğrultusunda basınca tabi tutulan deney örneğinin, eşdeğer bir çubuk ile modellenmesi istendiğinde, deney verileri yardımıyla hesaplanabilen bir eşdeğer çubuk rijitliği değeri önermiştir [22].

Canbay, gerçekleştirdiği çalışmada, iki katlı, üç açıklıklı, 1/3 geometrik ölçeğe sahip bir deney elemanı üzerinde betonarme dolgu duvarı ile onarılmış olan boş çerçeveleri incelemiştir. Gerçek yapılarda uygulanan onarım işlemi sonucunda, betonarme dolgu duvarı ile onarılmış olan çerçeve ve yapıyı oluşturan diğer çerçeve elemanları arasındaki etkileşimin ve yük paylaşımının gerçeğe daha yakın bir biçime incelenmesini hedeflemiştir. Sonuçta, boş çerçeveye dolgu duvar eklenmesiyle yatay yük taşıma kapasitesinin 4 kat ve rijitliğin 15 kat arttığını görmüştür [23].

Yel, gerçekleştirdiği çalışmada, mevcut bir yapıda güçlendirme sonucu, bölme duvarların yapının birinci doğal titreşim periyoduna etkisini gözlemlemiştir [24].

Anıl, gerçekleştirdiği çalışmada, yerinde dökme kısmi dolgulu betonarme yapıların güçlendirilmesiyle yanal yükler altında kısmi dolgu duvar ile güçlendirilen betonarme çerçevelerin sünekliğini araştırmıştır. Tek açıklıklı, tek katlı, 1/3 oranında 9 adet örneği tersinir yanal yüklere tabi tutmuştur. Kısmi dolgu duvarın belirlenen genişliğini ve yüksekliğini farklı biçimlerde saptamıştır. Kısmi duvarın genişlik/yükseklik oranının arttıkça çerçevenin dayanımı ile yanal rijitliğinin arttığı ve çerçeve ile dolgu duvar arasındaki bağlantının dolgulu çerçeve sistem davranışını etkilediği sonucuna ulaşmıştır [25].

Öktem, gerçekleştirdiği çalışmada, dolgu duvarların yapı davranışına sistem rijitliği, dayanımı ve sünekliği açısından etkisini gözlemlemiştir. Dolgu duvarları yansıtan eşdeğer sanal çubuk modeli ele almıştır. Gerçekleştirdiği analizde, çıplak

çerçeve sonuçlarıyla dolgu duvarlı çerçeve sonuçlarını ve kuramsal sonuçlarla da deneysel sonuçları kıyaslamıştır [26].

Sayın, gerçekleştirdiği çalışmada, dolgu duvarları, STA4-CAD ve SAP2000 yapı analiz programlarıyla modellemiştir. Dolgu duvarları eşdeğer diyagonal basınç çubuğu ve panel olarak modellemiştir. Sistemde mevcut olan dolgu duvarların yapı analiz programlarıyla analiz kıyaslamasını gerçekleştirmiştir [27].

Karslıoğlu, gerçekleştirdiği çalışmada, çok katlı binalardaki tuğla duvarların yapı davranışına etkisini araştırmıştır. 2 bodrum katı, 1 zemin katı, 1 asma katı ve 10 normal katı bulunan binanın çerçeve sistemini üç boyutlu olarak SAP2000 programında modellemiş ve bu model yardımıyla dolgu duvarsız ve dolgu duvarlı iki ayrı modelin dinamik analiz sonuçlarını kıyaslamıştır. Sonuçta, tuğla dolgu duvarın yapıya eklenmesiyle yatay deplasman, periyot, taban kesme kuvveti ve yumuşak kat oluşumunda değişiklikler fark etmiştir [28].

Çağatay, gerçekleştirdiği çalışmada, kısa kolon oluşumuna yol açan yapı açıklık sayısının ve dolgu duvar yüksekliğinin binanın kısa kolon kesme kuvvetine etkilerini incelemiştir. Yapının dolgu duvarsız ve değişik oranlarda dolgu duvarlı olması halinde boşluk oranının kesme kuvvetine etkisini incelemiştir. Söz konusu çalışmada tek açıklıklı bir yapıdan beş açıklıklı bir yapıya kadar olan açıklık sayısının yapının kısa kolon kesme kuvvetine olan etkisini araştırmıştır. Dolgu duvar uzunluğu yönünde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemini kullanarak SAP2000 programıyla yapının deprem analizini gerçekleştirmiştir. Analizler sonucunda açıklık sayısının ve dolgu duvardaki boşlukların, dolgu duvarların bağlandığı kolonların kesme kuvvetini önemli derecede etkilediği sonucuna ulaşmıştır [29].

Çağlayan, gerçekleştirdiği çalışmada, dolgulu betonarme çerçevelerin doğrusal olmayan analizini, tüm eleman malzeme özelliklerinin gerçeğe daha yakın alındığı genel amaçlı sonlu elemanlar programıyla yapmıştır [30].

Dündar, gerçekleştirdiği çalışmada, betonarme yapıların deprem davranışına bölme duvarların etkilerini incelemiştir. Bunun için öncelikle düzlem modeller oluşturmuştur. Bölme duvarlar için çoklu payandalı modelleri ve sonlu elemanlar yöntemini kullanarak SAP2000 programında değişik davranış özelliklerine sahip yapı elemanlarının birbirleri ile etkileşimini modellemek amacıyla, temas bölgelerine bağlantı elemanı yerleştirmek suretiyle analizler yapmış ve deneysel sonuçlarla

kıyaslamıştır. Sonuçta, taşıyıcı elemanlardaki kesit tesirlerinin birtakım noktalarda duvarsız modellerdeki sistemlere göre daha yüksek çıkmasına yol açtığını ve duvarın yük dağılımını değiştirdiğini göstermiştir [31].

Özdoğu, gerçekleştirdiği çalışmasında, 10 katlı, zemin kat yükseklikleri farklı 3 tip çerçeve ve her farklı çerçeve tipinde 4 farklı duvar modelleriyle, toplam 12 adet çerçeve sistemin SAP2000 yapı analiz programıyla zaman tanım alanında dinamik analizlerini gerçekleştirmiştir [32].

Dönmez, gerçekleştirdiği çalışmasında, deprem etkisinde betonarme binalarda hasarın oluşmasında dolgu duvarların modellenmesini ve taşıyıcı sisteme katkısını araştırmıştır. Söz konusu çalışmada dolgu duvarları, eşdeğer sanal çubuk modeli kullanarak modellemiştir. Gerçekleştirdiği analizler neticesinde, kullandığı yapı modellerinin maksimum yer değiştirmelerini, taban kesme kuvvetlerini, 1.mod titreşim periyotlarını elde etmiş; farklı taşıyıcı sistemlerin analiz sonuçlarını kıyaslamış ve dolgu duvarların taşıyıcı sistem davranış özelliklerini önemsenecek derecede değiştirebildiğini gözlemlemiştir [33].

Kızıloğlu, gerçekleştirdiği çalışmasında, 4 ve 12 katlı iki betonarme binayı çıplak çerçeve, sıvasız dolgu duvarlı çerçeve ve sıvalı dolgu duvarlı çerçeve olarak modellemiş ve çözümlenmeyi statik itme analiziyle yapmıştır. Analiz kapsamındaki dolgu duvarları eşdeğer çapraz çubuklar olarak modellemiştir [34].

Akkuzu, gerçekleştirdiği çalışmasında, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde orta derecede hasar görmüş sonrasında güçlendirilmiş altı katlı betonarme bir yapının doğrusal olmayan dinamik analizle farklı dolgu duvar sistemleri için yapıya olan etkilerini araştırmıştır. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi ve 12 Kasım 1999 Düzce depremi sırasında kaydedilen 5 adet güçlü hareket kaydından oluşan bir deprem grubunu ele alarak analiz yapmıştır [35].

Toker, gerçekleştirdiği çalışmasında, bölme duvarlar göz önüne alınmadan başka bir çalışmada incelenmiş olan 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde Yalova ilinde orta derecede hasar görmüş bir binayı ele almıştır. Söz konusu binada dolgu duvarları da göz önüne alarak, binanın güçlendirme öncesi ve güçlendirme sonrası durumlarına ait doğrusal olmayan dinamik çözümlenme sonuçlarını karşılaştırmıştır [36].

Mutlu, gerçekleştirdiği çalışmasında, deprem etkisindeki betonarme binalarda kısa kolon etkisinin taşıyıcı sistemde ve dolgu duvarlarda nasıl deprem hasarları

oluşturduğunu araştırmıştır. Üç katlı bir binayı modellemiş, zemin katta farklı şekil ve ebatlarda bant pencereleri kullanmış; taşıyıcı elemanlar ile duvarları, malzeme bakımından doğrusal olmayan şekilde modellemiştir. Sonuçta, tuğla duvarların bitişik oldukları kolonların deformasyonlarını önlediğini ve kolon boyu çok kısaldığından dolayı oluşan kesme kuvvetlerinde ani artmaların ortaya çıktığını gözlemlemiştir [37].

Tetik, gerçekleştirdiği çalışmasında, dolgu duvarların ve planda duvar yerleşiminin yapı davranışına etkisini araştırmak için değişik dolgu duvar yerleşimlerine sahip betonarme yapıları ele almıştır. Bu kapsamda dolgu duvarların modellenmesinde iki ucu mafsallı çapraz pandül çubukları kullanmıştır. Sonuçta, dolgu duvarların yapının rijitliğini önemli ölçüde arttırdığını ve bunun sonucunda da yapı periyodunda azalmaya sebep olduklarını belirlemiştir. Dolgu duvarlardaki boşlukların rijitlikte yol açtığı azalmayı incelemiş ve boşluksuz durumunda % 56 mertebelerinde olan periyot azalma oranının % 37' ye düştüğünü hesaplamıştır. Ele alınan binalarda, dolgu duvarların yapı periyotlarında yaklaşık % 50-70 oranında azalmaya yol açtıklarını gözlemlemiştir [38].

Beklen, gerçekleştirdiği çalışmasında, bir binayı 5 ve 10 katlı modelleyerek farklı kolon boyutları için analiz yapmıştır. Söz konusu modelleri ayrıca tuğla ve gazbeton dolgu duvarlı olarak modellemiş; sonrasında duvarsız ve duvarlı modellerin analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır. Düzlem çerçeve ve üç boyutlu çerçevede dolgu duvarın olumsuz etkileri olan kısa kolon, yumuşak kat ve burulma düzensizliğini araştırmıştır. Çalışmasının sonucunda, dolgu duvarların rijitlik, periyot, yatay deplasman, taban kesme kuvveti ve bina davranışını etkilediğini görmüştür [39].

2. DEPREM ETKİSİNDEKİ DOLGU DUVARLI ÇERÇEVELER

2.1 Betonarme Yapıların Dolgu Duvarlarında Kullanılan Malzemeler

Yatay delikli dolgu tuğlası, dolu harman tuğlası, hafif beton briket-cüruf briket ve gazbeton betonarme yapıların dolgu duvarında kullanılan malzemeleri oluşturmaktadır. Bu malzemeler dayanım ve kullanım alanları açısından farklılık göstermektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınacak olan dolgu duvar malzemeleri yatay delikli dolgu tuğlası ve gazbetondur.

2.1.1 Yatay delikli dolgu tuğlası

Boşluk oranlarının büyük olması ve boşlukların doğrultusuna dik yönde yüklenmelerinden dolayı yatay delikli dolgu tuğlalarının basınç dayanımı düşüktür. Ancak duvara yerleştirme şekli sebebiyle ara yüzeylerin tamamı harçla doldurulabilir. Düşey derzlerde genellikle harç tercih edilmemektedir. İmalat yük taşımadığı kabulü nedeniyle çoğu zaman çok az harç ve basınç dayanımı çok düşük olan yatay delikli tuğla kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Söz konusu dolgu duvar malzemesinin yapının düşey ve yatay deprem yüklerine karşı dayanımına katkısı sınırlıdır [2].

2.1.2 Dolu harman tuğlası

Harman tuğlası dolu olduğundan dolayı iki tuğla arasındaki tüm yüzeye harç uygulanabilir. Bu suretle tuğlanın bütün alt ve üst yüzü harç ile yapışır. Düşey derzlere de harç konulmaktadır. “Harç cebi” harman tuğlasının üst yüzünde bulunan önemli bir özelliktir. İki tuğla arasındaki bu çukurluğa giren harç bir “kesme takozu” meydana getirmektedir. Duvarın kesme dayanımını tuğla cebindeki harç büyük ölçüde artırmaktadır. Dolu harman tuğlası kullanılarak imalatı yapılmış dolgu duvarın rijitlik katkısı ve yatay yük dayanımı yüksek olmaktadır. Buna karşın küçük ebatlara sahip olmasından dolayı duvar işçiliğini artırmaktadır. Piyasada yaygın olarak bulunan fabrika tuğlaları, dolu harman tuğlasının betonarme yapılardaki kullanımını engellemiştir [2].

Boşluksuz olması sebebiyle birim ağırlığı büyük olan harman tuğlasından yapılmış duvarlar yapının ağırlığını büyük ölçüde artırmaktadır [2].

1995 Dinar depreminde deliksiz harman tuğlası ile yapılmış yığma yapıların az hasar görüp ayakta kaldığı; üstlerine sonradan çok delikli blok tuğla ile yapılmış katların ise yıkıldığı tespit edilmiştir [2].

2.1.3 Hafif beton briket-cüruf briket

Bu malzemelerden yapılmış duvar blokları çoğu zaman boşluklu olup basınç dayanımları yapıldıkları agregaların gözenekli ve blokların boşluklu olmasından dolayı düşüktür. Basınç dayanımları genellikle 15-25 kg/cm² arasındadır. Bu malzemeler ile yapılmış duvarların dayanımı ve rijitliğe katkısı sınırlı olmaktadır. Malzemenin hafif olmasından dolayı yapının ağırlığına olumlu bir katkı söz konusudur. Düşük dayanımlı olan bu dolgu duvar malzemesi kullanılarak yapılmış duvarlar hafif ve orta şiddetli depremlerde yıkılabilmekte ve büyük onarım masrafları çıkarabilmektedir [2].

2.1.4 Gazbeton

Literatürde gazbeton olarak adlandırılan ytong, hava boşluklu hafif beton blok olarak bilinmektedir. Gazbeton, hacim olarak % 70-80 oranında, küçük, yuvarlak ve homojen gözeneklerden oluşan, hafif, depreme ve yangına dayanıklılık gösteren bir yapı malzemesidir. Dış ve iç dolgu duvar malzemesi olarak betonarme yapı sistemlerinde ya da taşıyıcı dış ve iç duvar malzemesi olarak yığma yapılarda kullanılmaktadırlar.

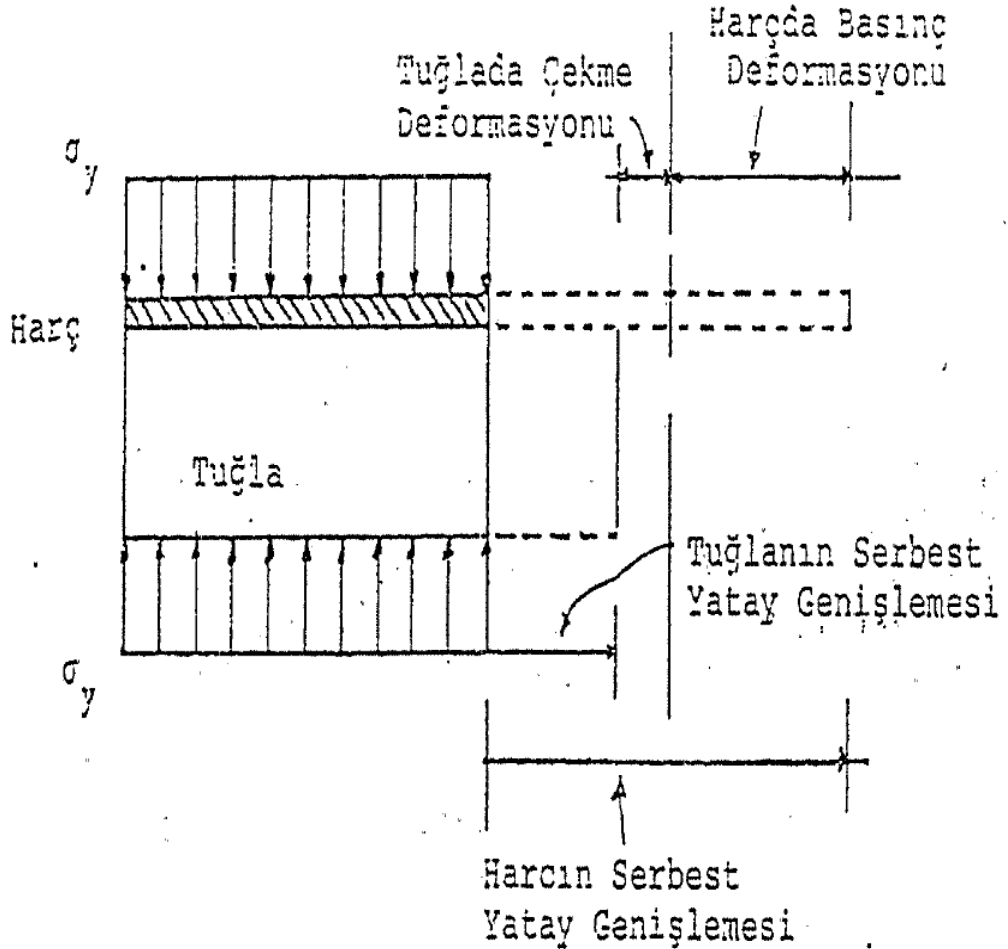
Bu malzemenin hafif olması duvarların yapının ağırlığına katkısını sınırlamaktadır. Bu kapsamda yapıya gelen deprem kuvvetinin azalması açısından olumlu bir özellik söz konusudur. Bu malzemedan blokları bağlamak amacıyla yüksek dayanımlı özel harç ele alınmaktadır. Buna karşın malzemeyi birbirine yapıştıran harcın iki blok arasındaki yüzeylere, yatay ve düşey derzlere tam olarak sürülmemesi durumunda duvarın kesme dayanımı yüksek dayanımlı harca göre sınırlı hale gelmektedir [2].

2.2 Dolgu Duvar Özellikleri

2.2.1 Dolgu duvarların basınç dayanımı

Yapay taşlardan meydana getirilen duvarların basınç dayanımlarını büyük ölçüde belirleyen faktörlerin başında tuğla ya da beton blok ve harcın basınç ve kesme dayanımları gelmektedir. Bunlarla beraber harcın yapay taşa yapışma dayanımı olan aderans, yapay taş birimlerinin ebatları, yapay taşın su emme kapasitesi, derz kalınlığı, duvar işçiliği, kullanılan harcın tazeliği gibi sayısal olarak ifade edilemeyen ya da yapı tasarımı sırasında bilinmeyen faktörler de basınç dayanımlarını belirleyen faktörler arasında gelmektedir.

Tuğla ve harçtan meydana gelen ve malzemelerin elastik olup aralarında tam bir aderansın bulunduğu varsayılan bir model için, tuğla ve harçta düşey yükler altında beliren deformasyonlar Şekil 2.1’ de gösterilmiştir [33].



Şekil 2.1 : Tek yönlü gerilme altında tuğla ve harçtaki yatay deformasyonlar [33].

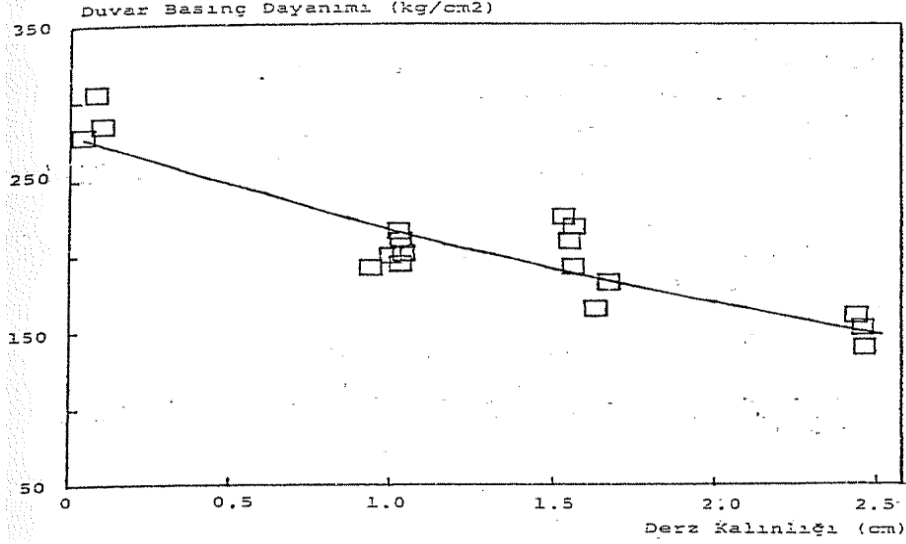
Söz konusu verilen modelde harç yatay yönde tuğlaya göre daha fazla uzayacaktır. Çünkü harç tuğlaya göre daha elastik bir malzemedir. Bir başka ifadeyle harç ile tuğla arasındaki tam aderansın neticesinde tuğlada çekme ve yatay uzama, harçta ise basınç gerilmesi ve yatay kısalma meydana gelecektir. Serbest yatay deformasyondaki fark tuğladaki yatay uzama ile harçtaki yatay kısalmanın toplamı olacaktır. Tuğla ve harcın boyutları aynı olduğundan dolayı bu deformasyonlar birim deformasyona dönüştürülebilir.

2.2.2 Dolgu duvarların kesme dayanımı

Tuğla ile harç arasındaki aderans duvar çatlayınca yok olur. Bu çatlak ara yüzeyindeki tuğlalar ya da bloklarla harç arasındaki sürtünme kuvveti ile duvarın kesme dayanımı oluşur. Çatlak genişleyip duvar blokları birbiri üzerinde kaydıka sürtünmeye bağlı kesme dayanımı sürtünme alanının azalmasından dolayı giderek düşmektedir. Sürtünmeye bağlı kesme dayanımı duvardaki düşey yük büyük ise daha yüksek olmaktadır. Betonarme çerçeveli yapıların dolgu duvarlarının nominal kesme dayanımlarının 1,0 ile 2,0 kg/cm² arasında değiştiği öngörülmektedir. Bu kapsamda 350 cm açıklığında ve 20 cm genişliğinde bir dolgu duvar örnek olarak ele alınacak olursa, söz konusu dolgu duvarın düzlemine paralel olarak taşıyabileceği kesme kuvveti $350 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 1,0 \text{ kg/cm}^2 = 7000 \text{ kg}$ olmaktadır [2].

2.2.3 Derz kalınlığının etkisi

Derzlerin ince ya da kalın oluşu, tuğla yüksekliğinin derz kalınlığına oranının büyük ya da küçük oluşu, daha kalın ya da ince tuğla kullanılması tuğla duvar dayanımını etkilemektedir. Teorik kapsamda derzlerin inceltilmesi duvar basınç dayanımında önemli bir artış getirmemektedir. Ancak derzlerin kalınlaştırılması ile duvar basınç dayanımında teorik olarak daha büyük azalmalar gerçekleşmektedir. Yapılan çalışmalarda tuğla derinliği ile derzlerin kalınlığı arasındaki oranın duvarın taşıma gücü üzerinde ciddi bir etkisi olduğu ispatlanmıştır. Derz kalınlığı değiştirilerek gerçekleştirilen deneylerde, derz kalınlığının azalması ile basınç dayanımının büyük oranda arttığı görülmüştür. Farklı derz kalınlıklarında duvar basınç dayanımlarına ait durum Şekil 2.2' de gösterilmektedir. Sonuçta derz kalınlıklarının tuğla duvarlarda 1,0 cm civarında olması ya da derz kalınlığına göre tuğla ya da briket derinliğinin yüksek olması duvarın basınç dayanımını arttırmaktadır [33].

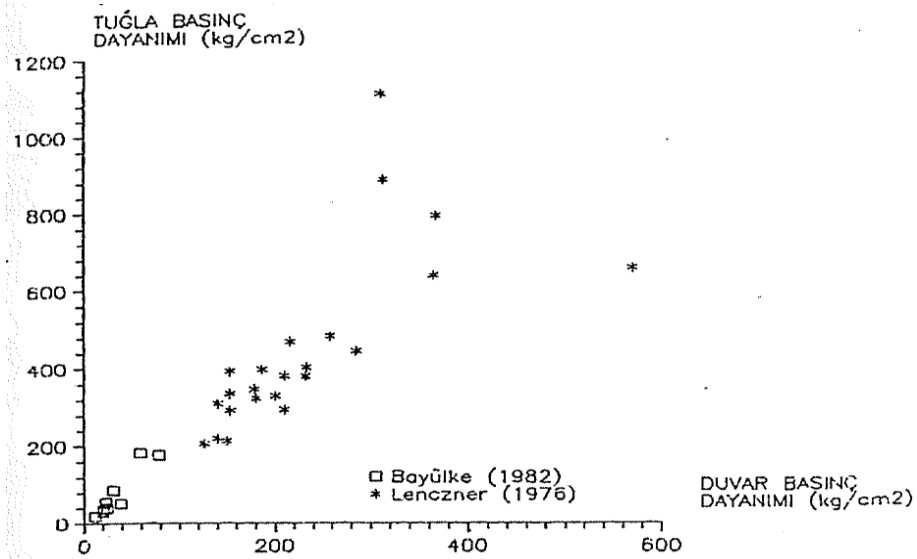


Şekil 2.2 : Farklı derz kalınlıklarında duvar basınç dayanımları [33].

2.2.4 Tuğla ve harç dayanımının etkisi

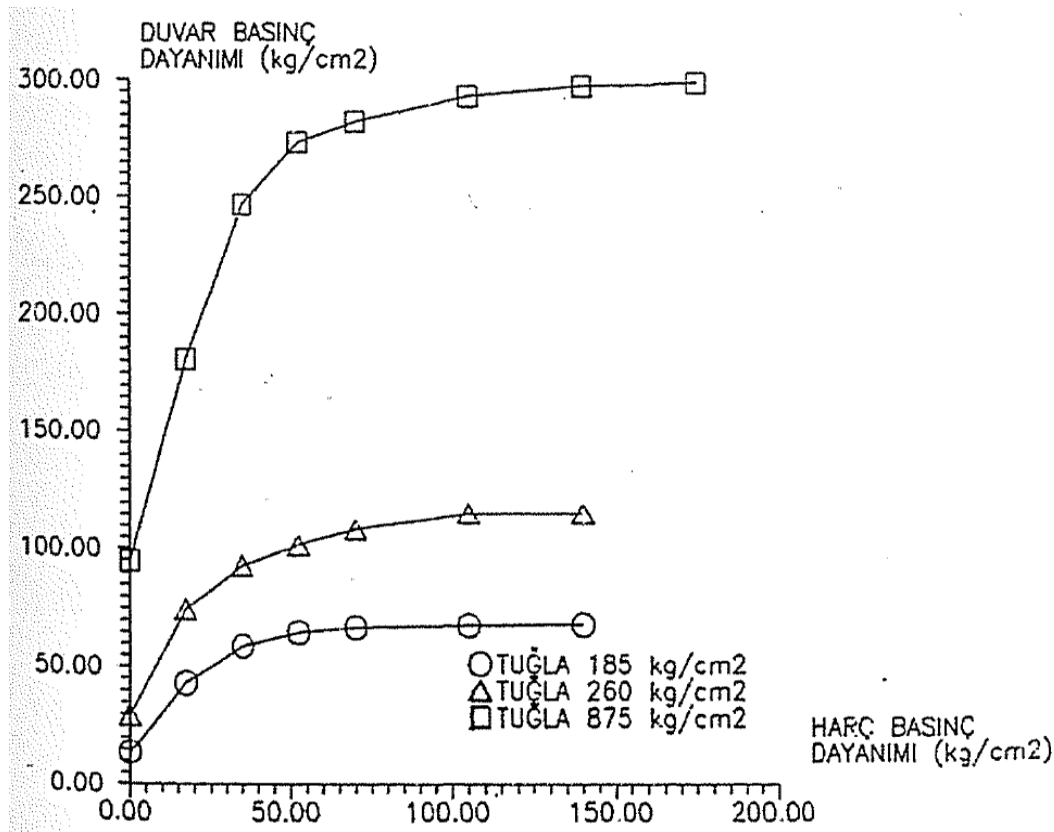
Tuğla duvarların basınç dayanımları pratik olarak kullanılan tuğla ya da başka cins malzemenin basınç dayanımının bir yüzdesi olarak alınmakta ve bu şekilde hesaba katılmaktadır. Söz konusu bu yüzde 0,25-0,50 arasında değişmektedir. Kullanılan tuğla ve bağlayıcı harcın basınç dayanımları, tuğla ile harç arasındaki yapışma dayanımı olan aderans gibi faktörlere göre bu oran farklılık göstermektedir.

Lenczner, tuğla ile duvar basınç dayanımı arasındaki ilişkiyi Şekil 2.3' te vermektedir [9]. Söz konusu eğri deneysel sonuçlardan elde edilmiştir. Grafikten de anlaşılacağı üzere duvarda yüksek dayanımlı tuğla kullanılması ile tuğla duvar dayanımında aynı oranda bir artış sağlanamamaktadır.



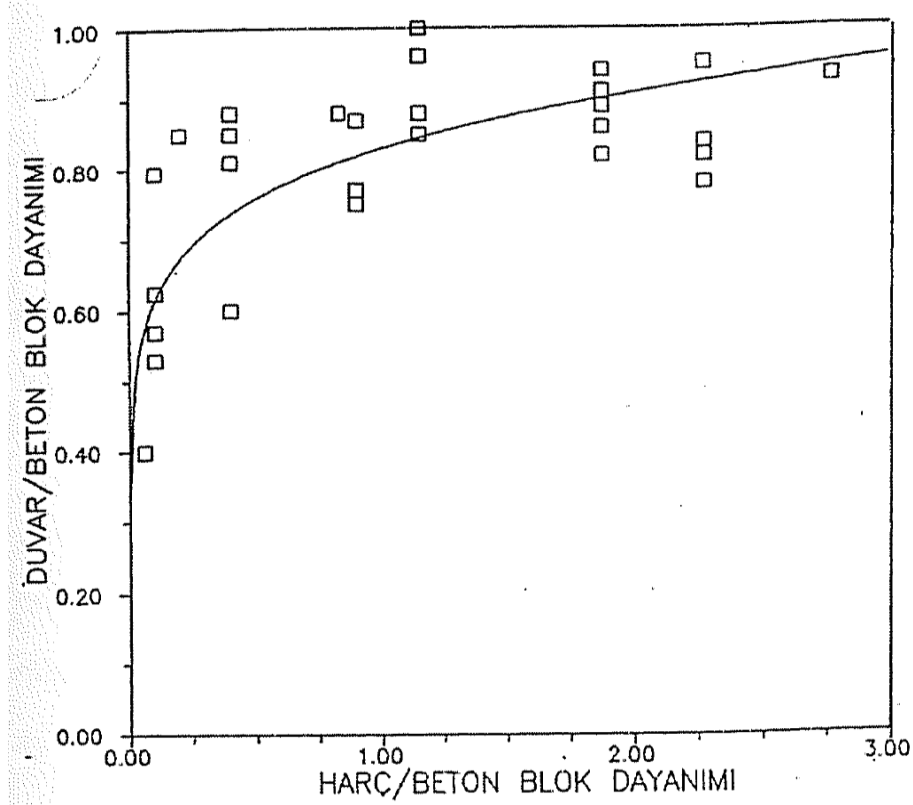
Şekil 2.3 : Tuğla dayanımı ile duvar dayanımı ilişkisi [9].

Foster tarafından tanımlanan tuğla ve tuğla duvar basınç dayanımları arasındaki bir başka ilişki Şekil 2.4' te verilmiştir [9]. Grafikten de anlaşılabilirdiği üzere harç dayanımının birkaç kat artırılması ile tuğla duvar dayanımında % 25-30 kadar bir artış sağlanmaktadır. Aynı tuğla ile birkaç kat daha yüksek dayanımlı harç kullanılması durumunda duvar dayanımında kayda değer bir artış görülmemektedir. Ancak aynı harç ile daha yüksek dayanımlı tuğla kullanılması duvar basınç dayanımında çok daha ciddi artışlar getirmektedir. Özetle, duvarın basınç dayanımının artırılması için daha yüksek basınç dayanımlı tuğla kullanılması gerektiği ifade edilebilir.



Şekil 2.4 : Harç, tuğla ve duvar basınç dayanımları ilişkisi [9].

Beton bloklardan oluşturulmuş duvarlar için; harç, beton blok ve de duvar basınç dayanımları arasındaki benzer bir ilişki Şekil 2.5' te gösterilmiştir [33]. Harç basınç dayanımları (f_H) ve beton blok basınç dayanımları (f_{BB}) birbirine yakınsa, duvar basınç dayanımı (f_{BD}) beton blok basınç dayanımına yaklaşmaktadır. Farklı zamanlarda üretildiklerinden dolayı harç ile beton blok arasında tam aderans sağlanamamaktadır. Buna karşın beton blok dayanımına yakın ya da daha büyük dayanımlı harç kullanılması durumunda, duvar basınç dayanımı beton blok basınç dayanımının yaklaşık % 80-85' i kadar bir değer alabilmektedir.



Şekil 2.5 : Beton blok, harç ve duvar basınç dayanımı ilişkisi [33].

Tuğla duvarın basınç dayanımını büyük oranda düşüren faktörlerden biri tuğlalarda yüksek su emme kapasitesinin bulunmasıdır. Tuğla harcın suyunu emerek hidrasyon için yeterli su bırakmamakta ve harcın gerektiği kadar sertleşmesi sağlanamamaktadır. Bu durum diğer bir taraftan harç ile tuğla arasındaki aderansın azalmasına da yol açmaktadır [35].

2.2.5 Tuğla dolgu duvar elastisite modülü ve diğer fiziksel özellikleri

Duvarın rijitliğini etkileyecek olan dolgu duvar elastisite modülü, dolgu duvar davranışının çerçeve sistemlere etkisinde büyük bir öneme sahiptir. Homojen bir eleman olmayan dolgu duvarın düşey, yatay, çapraz gibi çeşitli yönlerdeki elastisite modülü birbirinden farklıdır.

Tuğla elemanlardan meydana gelmiş olan dolgu duvar elastisite modülü;

- tuğla basınç dayanımı
- tuğla yüksekliği
- harç tabakası yüksekliği
- harç tabakası basınç dayanımı

gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir.

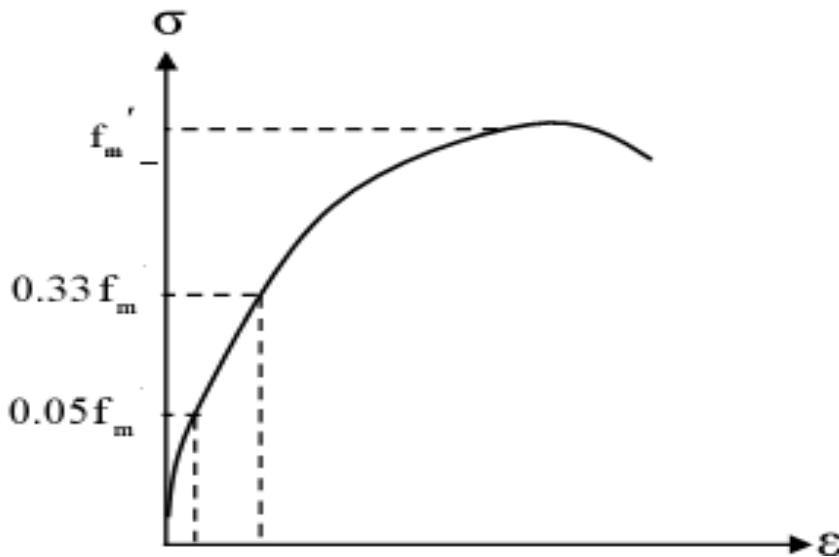
Bunun dışında, sıvasız ve sıvalı duvarlar için dolgu duvar elastisite modülü değişik değerler almaktadır. Sıva kalınlığı dolgu duvar elastisite modülünü değiştiren bir faktördür. E_m basınç altındaki duvarın elastisite modülü ve f_m duvarın basınç dayanımı olmak üzere, aşağıda verilen Denklem (2.1) kullanılabilir.

$$E_m = 700.f_m \quad (2.1)$$

Bu eşitlikle ifade edilen elastisite modülü çoğu zaman düşük gerilme seviyelerine karşılık gelmekte olup artan gerilmelerle beraber düşük değerler almaktadır. Gerilme-şekil değiştirme diyagramının eğimi bazı durumlarda önce azalan sonra artan değerler almaktadır. Söz konusu bu dalgalanma, duvarı meydana getiren malzemelerin dayanım özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Başlangıçta zayıf harc düşük elastisite modülüne sahiptir. Harcın kırılıp tuğla ile bir bütün hale gelmesi sonucu, duvar daha dik gerilme-şekil değiştirme diyagramına ve daha yüksek elastisite modülüne sahip olur.

Dolgu duvar elastisite modülü kurumsal düzeyde gerçekleştirilen çalışmalarda çoğu zaman dolgu duvar prizma basınç dayanımının (f_m) bir fonksiyonu şeklinde belirtilmektedir.

ACI530-95 standardının esaslarına göre; dolgu duvar elastisite modülü, dolgu duvar prizma testinden elde edilen gerilme-şekil değiştirme bağıntısındaki maksimum gerilme değeri olan dolgu duvar prizma basınç dayanımının (f_m) % 5 ve % 33' lük değerlerine karşılık gelen iki noktası arasındaki doğrunun eğimi olarak belirtilmektedir. Söz konusu bu durum Şekil 2.6' da gösterilmektedir [33].



Şekil 2.6 : Prizma testi dolgu duvar gerilme-şekil değiştirme ilişkisi [33].

Dolgu duvar elastisite modülü aşağıda verilen Denklem (2.2) ile elde edilebilmektedir.

$$E_m = (\sigma_{0,33} - \sigma_{0,05}) / (\varepsilon_{0,33} - \varepsilon_{0,05}) \quad (2.2)$$

Söz konusu verilen bağıntıda; $\varepsilon_{0,33}$ duvar prizma basınç dayanımının % 33' ü olan $\sigma_{0,33}$ gerilmesine karşılık gelen şekil değiştirme, $\varepsilon_{0,05}$ de duvar prizma basınç dayanımının % 5' i olan $\sigma_{0,05}$ gerilmesine karşılık gelen şekil değiştirmedir.

Gerçekleştirilen bazı çalışmalar incelenerek araştırmacıların çalışmalarında kullandıkları tuğla dolgu duvar elastisite modülleri Çizelge 2.1' de gösterilmiştir [39]. Burada E_d basınç altındaki duvarın elastisite modülü ve E_c betonun elastisite modülüdür.

Çizelge 2.1 : Tuğla duvar elastisite modülleri [39].

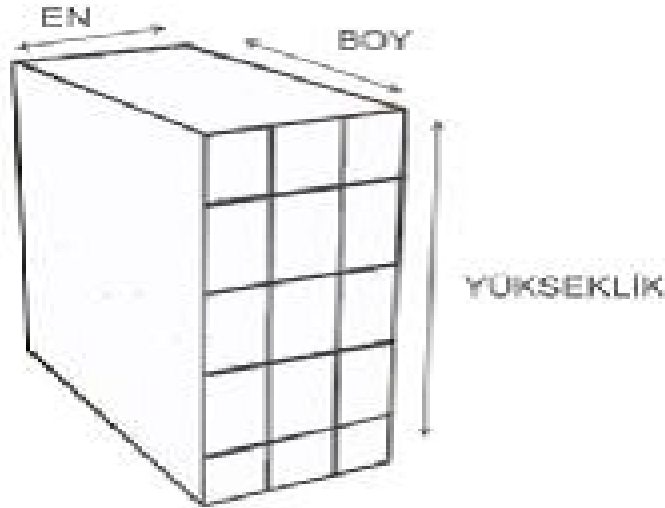
E_d (Mpa)	E_c (Mpa)	Çalışmayı Yapan, Yıl	Üniversite	E_d/E_c
5200	30000	Aydoğdu, 1995	YTÜ	1/6
6000	28500	Erkaya, 1996	İTÜ	1/5
1240	30000	Yalçın, 1999	İTÜ	1/24
5000	28500	Tüzün, 1999	DEÜ	1/6
2850	28500	Çağatay, 2002	ÇÜ	1/10
6000	12000	Öktem, 2003	İTÜ	1/2
15200	29600	Erçetin, 2004	CBÜ	1/2
1393	28500	Karlıoğlu, 2005	KSÜ	1/20
700	25310	Dündar, 2006	ÇÜ	1/36
1650	25000	Özdoğu, 2006	SAÜ	1/15
17000	28500	Budak, 2006	YTÜ	1/1,7
714	29600	Çağlayan, 2006	CBÜ	1/40
1000	28000	Tarakçı, 2006	PAÜ	1/28
3000	32000	Dönmez, 2006	İTÜ	1/10
1000	-	DBYBHY, 2007	-	-

Yücesan, gerçekleştirdiği çalışmada, nominal ebatları 215 x 105 x 65 mm olan, üzerinde 2,5 cm çaplı 5 x 2 düzeninde 10 adet delik bulunan pres tuğla kullanmıştır. Duvar elemanının elastisite modülünü netleştirebilmek amacıyla 3 ve 4 sıralı pres tuğladan oluşan 5' er numuneyi basınç kuvvetlerine maruz bırakmış, deneyler

esnasında numunedeki boy değişimini saptamış ve bu verilerden de gerilme-şekil değiştirme grafiklerini oluşturmuştur. Daha sonra söz konusu grafikleri ele alarak duvar elemanının y yönündeki elastisite modülünü, 10 adet elastisite modülü değerinin ortalama ve standart sapmasından hareketle % 90 güvenlikte kullanılabilme üzere 6781 MPa olarak saptamış ve x yönü için 4272 MPa olarak belirlemiştir [40].

Bu çalışma kapsamında tuğla dolgu duvar için elastisite modülü, Dönmez tarafından gerçekleştirilen çalışmada kullanıldığı gibi 3000 MPa olarak alınmıştır.

Yatay delikli tuğlaların ebatlarına göre görsel tanımı Şekil 2.7’ deki gibidir. Modelleme gerçekleştirilirken dış duvarlarda 13,5’ luk, iç duvarlarda ise 8,5’ luk yatay delikli tuğla kullanılmıştır. Söz konusu kullanılan tuğlanın ebatlarına göre özellikleri Çizelge 2.2’ de belirtilmiştir.



Şekil 2.7 : Yatay delikli tuğla [39].

Çizelge 2.2 : Ebatlarına göre yatay delikli tuğlanın özellikleri.

Özellik	8,5 cm Kalınlığındaki Yatay Delikli Tuğla	13,5 cm Kalınlığındaki Yatay Delikli Tuğla
En x Boy x Yükseklik (cm)	8,5 x 19 x 19	13,5 x 19 x 19
Birim Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	800	800
Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)	3,1	3,1
1 adet Ağırlığı (kg)	1,9	3,1
1m ² ' ye düşen tuğla sayısı	25	25 ya da 38
1 m ³ ' e düşen tuğla sayısı	277	205

2.2.6 Gazbeton dolgu duvar elastisite modülü ve diğer fiziksel özellikleri

Karaduman, gerçekleştirdiği çalışmasında, G2 sınıfı gazbeton kullanmış ve sıvasız olarak dolgu duvarın elastisite modülünü 1500 MPa olarak seçmiştir. Bu kapsamda sıva etkisinin dikkate alınması durumunda dolgu duvarın elastisite modülü 2091 MPa, birim hacim ağırlığı 400 kg/m^3 , basınç dayanımı ise 2,5 MPa olmaktadır [41].

Babayev ve arkadaşları, gerçekleştirdikleri çalışmalarında, ele almış oldukları gazbeton bloklardan $10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ olan küpler ve $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ olan prizmalar keserek dayanımlarını, elastisite modüllerini ve Poisson oranlarını deneysel olarak saptamışlardır. Söz konusu saptanan değerler Çizelge 2.3' te gösterilmiştir [42].

Çizelge 2.3 : Farklı özgül ağırlıklardaki gazbeton duvarların fiziksel özellikleri [42].

Özgül Ağırlığı (N/m^3)	Ortalama Küp Dayanımı (MPa)	Ortalama Prizmatik Dayanımı (MPa)	Ortalama Başlangıç Elastisite Modülü (MPa)	Ortalama Poisson Oranı
7500-8000	4,90	3,32	1620	0,21
9000	4,60	3,08	1570	0,20
8000-8500	3,60	2,64	1490	0,19

Sesigür ve arkadaşları, gerçekleştirdikleri çalışmalarında, duvar panelinde gaz betonun elastisite modülünü 1750 MPa olarak ifade etmişlerdir [43].

Türkiye Gazbeton Üreticileri Birliği, farklı malzeme mukavemet sınıflarındaki gazbeton duvarların fiziksel özelliklerini Çizelge 2.4' teki gibi belirtmiştir [44].

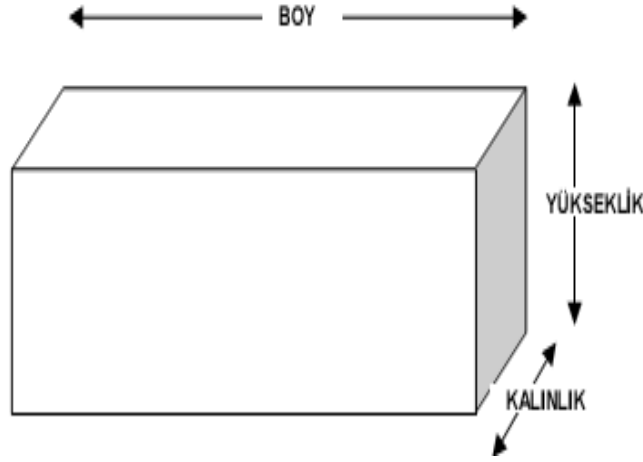
Çizelge 2.4 : Farklı malzeme mukavemet sınıflarındaki gazbeton duvarların fiziksel özellikleri [44].

Malzeme Mukavemet Sınıfı	G2	G3	G4	
Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)	2,5	3,5	5,0	
Elastisite Modülü (MPa)	1250	1750	2250	2750

Çıtıpıtıoğlu ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmalarla, gazbeton ile örülmüş dolgu duvarın kırılma dayanımının delikli tuğla ile örülmüş dolgu duvarın kırılma dayanımının yaklaşık iki katı olduğu sonucuna ulaşılmıştır [45].

Bu çalışma kapsamında gazbeton dolgu duvar için elastisite modülü, Türkiye Gazbeton Üreticileri Birliği' nin G2 sınıfı gazbeton için belirlediği gibi 1500 MPa olarak alınmıştır.

Gazbetonun ebatlarına göre görsel tanımı Türkiye Gazbeton Üreticileri Birliği' ne göre Şekil 2.8' deki gibi yapılmıştır. Modelleme gerçekleştirilirken dolgu duvar olarak G2 sınıfı gazbeton kullanılmıştır. Söz konusu kullanılmış olan gazbetonun ebatlarına göre özellikleri Çizelge 2.5' te belirtilmiştir [44].



Şekil 2.8 : Gazbeton blok [39].

Çizelge 2.5 : Ebatlarına göre gazbetonun özellikleri [44].

Özellik	8,5 cm Kalınlığındaki Blok	13,5 cm Kalınlığındaki Blok
Boy x Yükseklik x Kalınlık (cm)	60 x 25 x 8,5	60 x 25 x 13,5
Birim Hacim Ağırlığı (kg/m ³)	400	400
Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)	2,5	2,5
1 adet Ağırlığı (kg)	5,1	8,1
1m ² ' ye düşen blok sayısı	6,7	6,7
1 m ³ ' e düşen blok sayısı	78	49

2.3 Dolgu Duvarların Çerçeve ve Yapılar Üzerindeki Etkileri

Betonarme ya da çelik taşıyıcı sisteme sahip her yapının vazgeçilmez bir unsuru olan dolgu duvarlar yalnızca mimari elemanlar olarak düşünülüp söz konusu etkileri statik ve dinamik çözümlerinde dikkate alınmamaktadır. Analizlerde dolguların etkilerini hesaba katma zorluğu aşağıdaki nedenlerden kaynaklanmaktadır [46];

- Malzeme özelliklerin değişken olması ve dolayısıyla dayanım ve şekil değiştirmelerin farklı olması
- Dolgu elemanlarının çerçeve elemanlar ile etkileşimi
- Yer hareketi sırasında hasarların büyük ölçüde düzensiz olması.

Betonarme yapılarda dolgu duvarlar taşıyıcı olarak düşünülmeyip iç ve dış mekanların bölünmesinde kullanılan elemanlar olarak ele alınmaktadır. Yapısal analizlerde de sadece düşey yük veya yapıya etkiyen sabit yük olarak göz önüne alınmaktadır. Bundan dolayı imalatları çoğunlukla boşluklu olarak yapılmaktadır. Söz konusu boşlukları sebebiyle yapıya daha az yük gelmekte, buna karşın dayanımları düşmektedir [47]. Bununla beraber, gerçekleştirilen çalışmalar dolgu duvarların rijitlik katkısının kütle katkısına oranla çok daha etkili olduğunu göstermiştir [48]. Yapının rijitliğini arttıran dolgu duvarlar yapının enerji yutma ve sönüm kapasitesini de arttırmakta; bununla beraber yapı periyotlarını azaltmaktadır. Gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda dolgu duvarlı çerçevelerin dayanımlarının farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır.

Yapılarda yatay yük taşımayacağı varsayılan bütün duvarların, deprem yükleri karşısında taşıma güçlerine erişinceye kadar perde duvar gibi davranış sergilediği, betonarme çerçeveli yapılarda kolonlar arasındaki dolgu duvarların sınırlı da olsa yatay yük taşıma gücü olduğu saptanmıştır [49].

Yatay yük etkisindeki yapı sistemlerinde, dolgu duvar çerçeve etkileşimini yok saymak güvenli bir yapı tasarımını engelleyebilmektedir. Dolgu duvarların çerçevelerle etkileşimi, yapının yatay yükler altındaki davranışını olumlu ya da olumsuz yönde değiştirebilen bir konudur. Dolgu duvarlar,

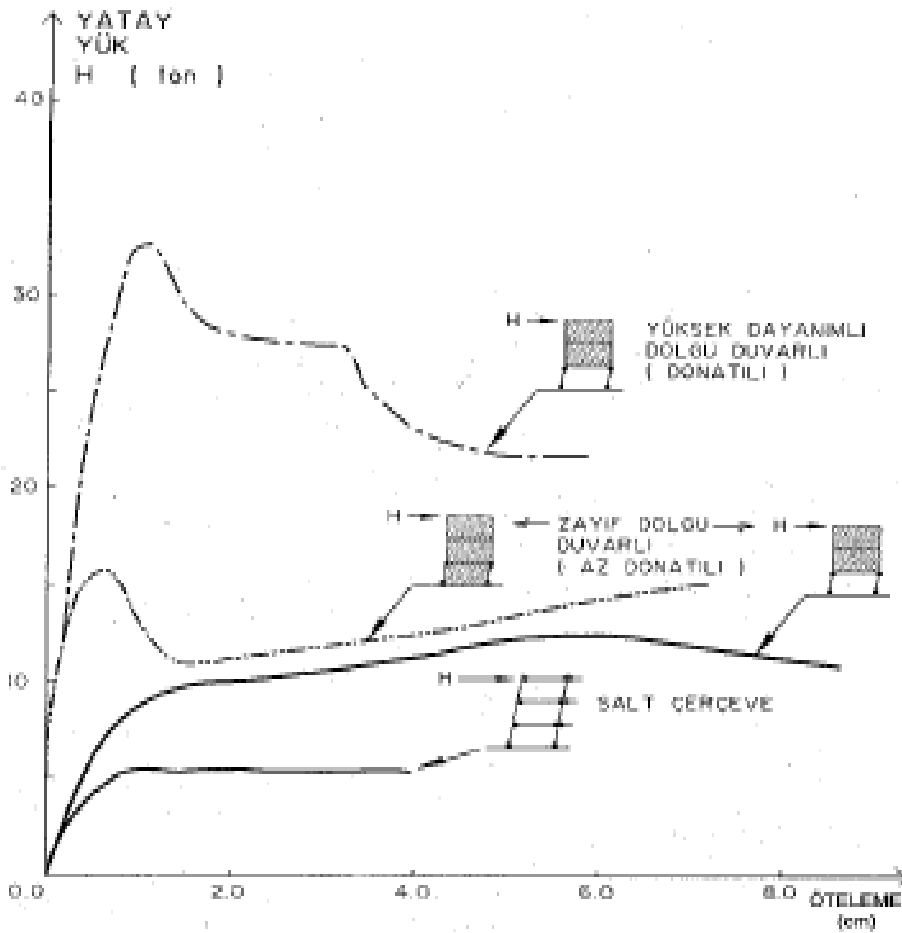
- Yük taşıma kapasitesi
- Rijitlik
- Süneklik
- Enerji yutma kapasitesi

gibi başlıca kavramlar açısından yapı sistemlerinin davranışını olumlu ve/veya olumsuz yönde değiştirmektedir [35].

Yapının yatay rijitliğini artıran dolgu duvarlar, yatay yer değiştirmeleri küçültmekte ve yapıda meydana gelebilecek ikinci mertebe etkileri azaltmaktadır. Sistemin periyodu yapı sisteminin rijitliğinin artmasından dolayı azalmakta ve dolayısıyla deprem anında sergilenen dinamik davranış da aynı olmamaktadır. Bunlara ilave olarak dolgu duvarlar yapının enerji yutma kapasitesini de arttırmaktadır [33].

2.3.1 Yük taşıma kapasitesi

Bina hesaplarında tuğla, beton, gazbeton, briket gibi malzemelerden oluşturulan bölme duvarlarının yük almadıkları kabul edilmesine karşın; bu duvarların düşük yatay yükler altındaki rijitlik ve yatay kuvvet taşıma güçlerinin göz önüne alınmasının gerekliliği kaçınılmazdır. Özellikle hafif depremlerde ve şiddetli bir depremin başlangıcında, çerçeve kolonları ve duvarlar beraber hareket edip ötelendiklerinden dolayı deprem başlangıcında büyük rijitlikler söz konusu olmaktadır. Bu durum Şekil 2.9' daki grafikte gösterilmektedir [50].

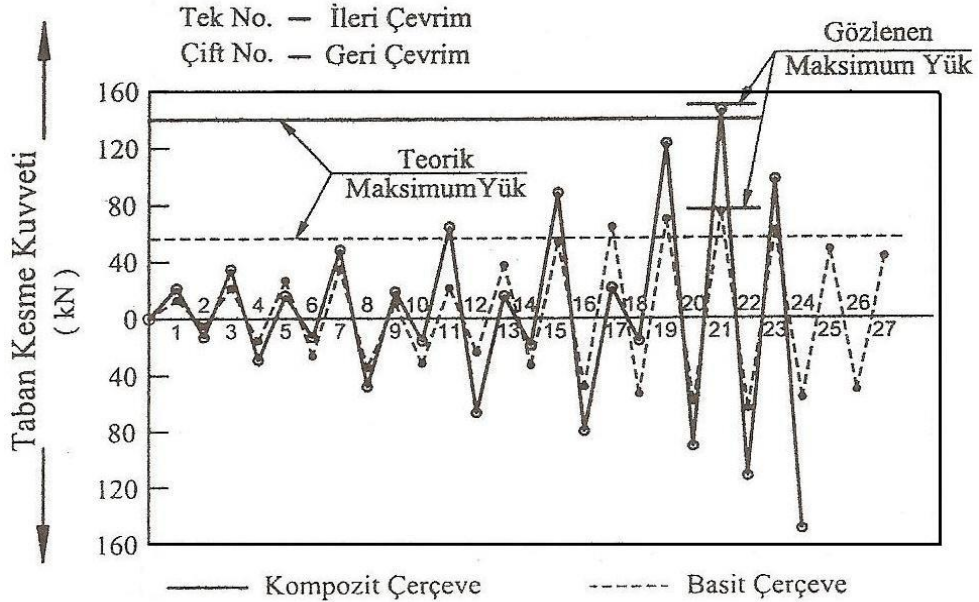


Şekil 2.9 : Dolgu duvarlı çerçevenin yatay yükler altındaki davranışa etkisi [50].

Yapının ötelenmeleri, betonarme çerçevenin içinde yer alan tuğla dolgu duvarlar tarafından sınırlanmaktadır. Ancak bu durumun geçerliliği şiddetli bir depremin başlangıcında ya da hafif şiddetli depremlerde olmaktadır. Hasar görmeden önce perde duvar davranışı sergileyen bölme duvarları, betonarme perde duvarlarda olduğu gibi planda yapının bazı bölümlerinde yoğunlaşmış iseler yapıda burulma etkileri meydana getirirler [50].

Kompozit çerçevelerin rijitlik yük taşıma kapasitesi ve sünekliliğinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırmalarda deprem yüklerini temsil etmek üzere tekrarlı ve yön değiştiren yükler seçilen örnek yapılara etkilmiş ve basit çerçevelerle karşılaştırılmıştır.

Govinden ve arkadaşlarının dolgu duvarlı çerçevelerin yük taşıma kapasitelerinin saptanmasına ilişkin tek açıklıklı ve 7 katlı numuneler üzerinde gerçekleştirdikleri deneylerde, dolgu duvarlı çerçevelerin basit çerçeveye oranla 2 kat daha fazla yük taşıma kapasitelerine sahip oldukları gözlemlenmiştir. Deney sırasında farklı çevrimler boyunca her iki deney numunesine ait taban kesme kuvvetlerinin değişimi ve teorik olarak hesaplanmış maksimum kesme kuvvetleri Şekil 2.10' da gösterilmiştir [51].

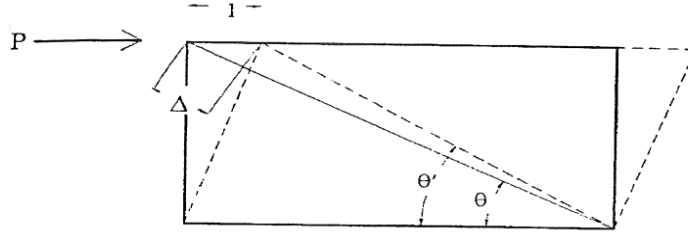


Şekil 2.10 : Tekrarlı ve yön değiştiren yüklemenin değişimi [51].

Negro ve Verzeletti, dolgu duvarlı ve duvarsız betonarme yapıların davranışını, gerçekleştirdikleri 1/1 ölçekli deneylerle gözlemlemiştir. Planda her iki doğrultuda 2 açıklıklı 4 katlı betonarme yapıyı deney numunesi olarak oluşturmuşlardır. Bununla beraber deneylerde zemin katında duvarları olmayan yumuşak katlı betonarme bir yapı oluşturulmuş ve bu yapının davranışı da gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen deneyler sonucunda, dolgu duvarlı yapının yatay yük taşıma kapasitesinin, duvarsız betonarme yapıya oranla 1,5 kat daha fazla olduğu, duvarsız betonarme yapı ile yumuşak katlı betonarme yapının yatay yük taşıma kapasitelerinin birbirine oldukça yakın olduğu saptanmıştır [52].

2.3.2 Rijitlik

Tepe noktasının birim yer değiştirme yapması için uygulanması gereken kuvvet, dolgu duvarlı bir çerçevenin yatay rijitliğidir. Bu şekilde tarif edilen bir çerçevenin yatay rijitliğini hesaplamak amacıyla dolgu duvarın diyagonal çubuk ile temsil edildiği Şekil 2.11’ de gösterilen mekanik bir model ele alınabilir [35].



Şekil 2.11 : Rijitliğin dolgu duvar üzerine etkisinin analitik olarak modellenmesi [35].

$\theta = \theta'$ olduğu kabul edildiğinde dolgu duvarın yatay rijitliğini temsil eden diyagonal çubuktaki kısalma aşağıda verilen Denklem (2.3) ile elde edilebilmektedir.

$$\Delta = \cos \theta \quad (2.3)$$

Çubuk boyu L_d , elastisite modülü E ve enkesit alanı F olmak üzere diyagonal çubuğun birim uzama rijitliği k , aşağıda belirtilen Denklem (2.4) kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$k = E.F / L_d \quad (2.4)$$

Bu kapsamda sistemin birim yer değiştirme yapması için diyagonal çubuğa uygulanması gereken aksenal kuvvet, Denklem (2.3) ve Denklem (2.4) kullanılarak oluşturulan Denklem (2.5) ile belirlenebilmektedir.

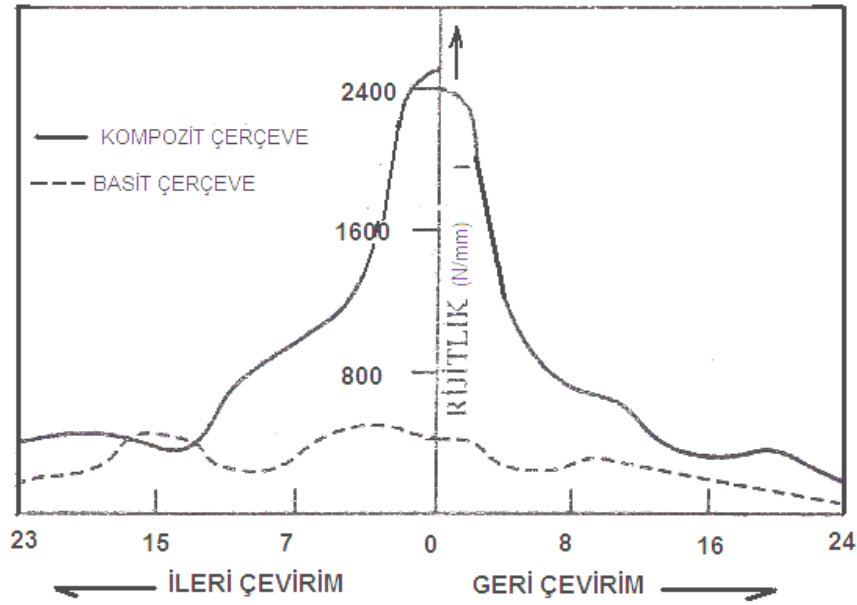
$$k.\Delta = (E.F / L_d). \cos \theta \quad (2.5)$$

Bu kuvvet değerinin yatay bileşeni de, dolgu duvarın, çerçevenin yatay rijitliğine katkısını vermektedir ve Denklem (2.6) ile elde edilebilmektedir.

$$K_r = (E.F / L_d). \cos^2 \theta \quad (2.6)$$

Govindan ve arkadaşlarının üzerinde çalıştıkları duvarsız ve duvarlı betonarme çerçevelerin tekrarlı yükler altında rijitliklerinin değişimi Şekil 2.12’ de verilmiştir

[51]. Burada ifade edilen söz konusu rijitlik en üst katta birim yer değiştirme meydana gelmesi için gerekli olan kuvvettir. İlk çatlamamanın meydana gelişinden önce olan yüklemenin başlangıç evrelerinde duvarlı betonarme çerçeve duvarsız betonarme çerçeveye göre 5 kat daha rijittir. Yatay yükler altında, duvarsız çerçevenin işletme yükü 36 kN' dur. Söz konusu bu işletme yükü altında dolgu duvarlı çerçevenin rijitliği duvarsız çerçeve rijitliğinin 2,67 katı kadardır. Diğer yandan dolgu duvarlı çerçeveye ait göçme yükü 146,1 kN' dur. Bu kapsamda, 73,05 kN' luk işletme yükü altında dolgu duvarlı çerçevenin işlevini devam ettirdiği belirtilebilir. Söz konusu bu yük altında, dolgu duvarlı betonarme çerçevenin rijitliği ile 36 kN' luk işletme yükü altındaki duvarsız çerçevenin rijitliği birbirine oldukça yakın bulunmaktadır. Sonuçta bu durum göz önüne alınarak dolgu duvarlı çerçevelerin, dolgu duvarsız çerçevenin işletme yükünden daha büyük işletme yükleri altında, rijitlikte azalma meydana geleceği endişesi bulunmaksızın işlevini devam ettirebileceği rahatlıkla belirtilebilmektedir.



Şekil 2.12 : Dolgu duvarlı ve basit çerçevede çevrimsel yükler sonucunda rijitliğin değişimi [51].

Negro ve Verzelletti tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmalar kapsamında, iki doğrultuda 2 açıklıklı 4 katlı çerçeveler, basit çerçeve ve dolgu duvarlı çerçeve olarak oluşturulup test edilmiştir. Yatay yükler altında dolgu duvarlı çerçevelerin basit çerçeveye oranla daha rijit oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bununla beraber yatay yükler altında dolgu duvarlı çerçevelerin basit çerçevelere oranla 2,6 kat daha az yer değiştirme yaptığı saptanmıştır [52].

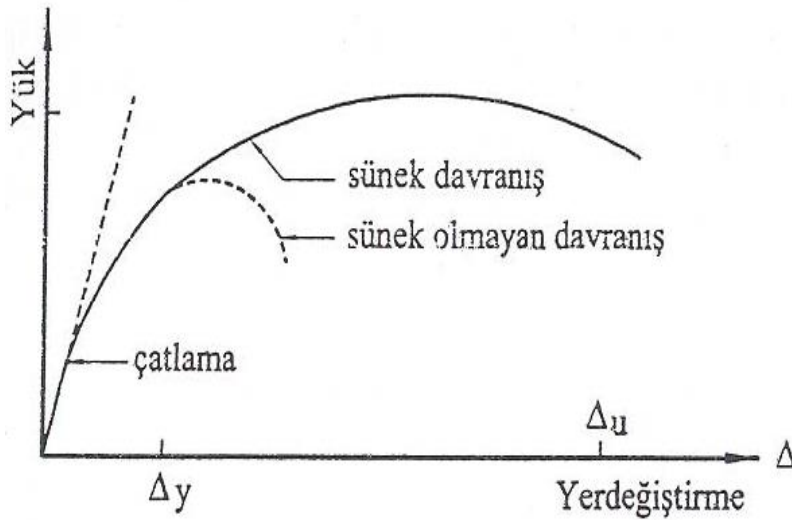
2.3.3 Süneklik

Süneklik, bir kesit veya elemanın elastik ötesi şekil değiştirme yapabilme yeteneğidir. Süneklik haberli göçmenin daha önceden öğrenilebilmesi için taşıyıcı sistemlerde aranan bir özelliktir.

Süneklik, taşıyıcı sistemin veya elemanlarının ya da kullanılan malzemenin doğrusal olmayan davranışta da dayanımının önemli bir kısmını devam ettirebilme özelliğidir. Buna ilave olarak sünek ifadesi, büyük şekil değiştirme ve yer değiştirme yapabilme, tekrarlı yüklemde enerji yutabilme özelliğini de kapsamaktadır. Matematiksel anlamdaki süneklik (μ) ise, Denklem (2.7)' de ifade edildiği üzere ulaşılabilecek toplam yer değiştirmenin (Δ_u), elastik sınıra erişildiğindeki yer değiştirmeye (Δ_y) oranı şeklinde tanımlanmaktadır [53].

$$\mu = \Delta_u / \Delta_y \quad (2.7)$$

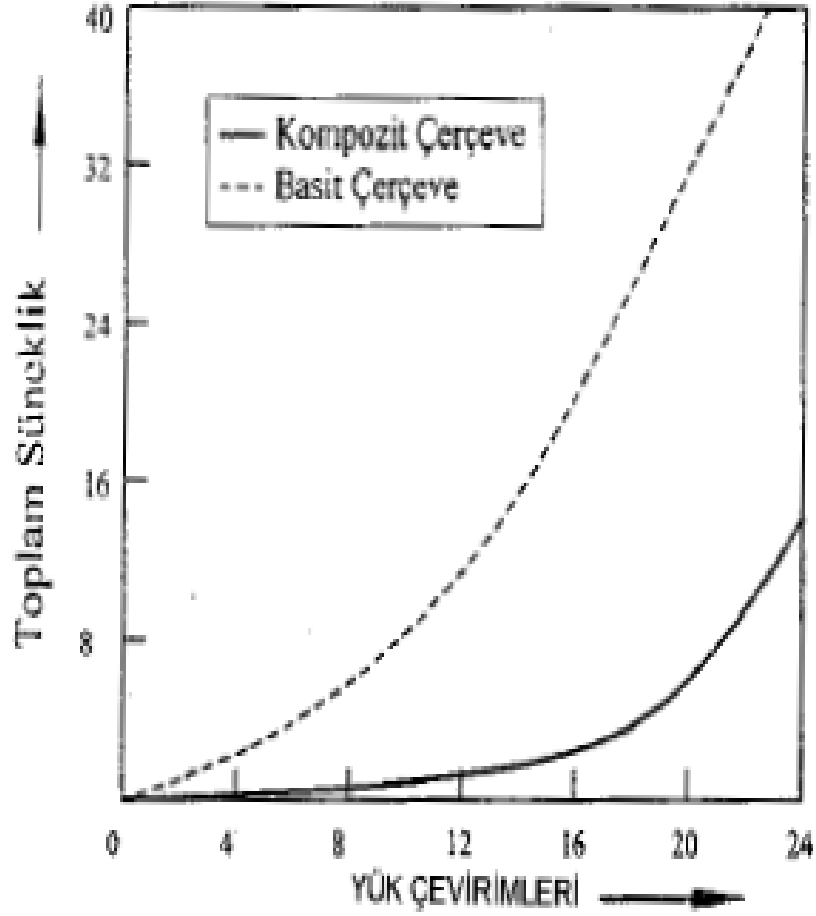
Sünek olan ve sünek olmayan davranışa ait yük-yer değiştirme eğrileri Şekil 2.13' te verilmiştir [34]. Sünek davranışta, sisteme giren enerjinin bir kısmı doğrusal olmayan davranış ile söndürülmektedir. Bu durumda önemli mertebedeki deformasyonlar tekrar dağılıma olanak tanıyacak ve taşıma kapasiteleri olan diğer elemanların daha fazla yük almasına zemin hazırlayacaktır [20].



Şekil 2.13 : Sünek ve sünek olmayan davranışa ait yük-yer değiştirme eğrisi [34].

Basit çerçeve ile kompozit çerçeve sistemlerinin süneklikleri kıyaslandığında, basit betonarme çerçevenin daha sünek davranış gösterebileceği ifade edilebilmektedir [20].

Govindan ve Santhakumar tarafından basit çerçeve ile kompozit çerçeve sistemlerinin sünekliklerinin karşılaştırması yapılmıştır. Bu kapsamda yük çevrimlerine göre çerçevelerdeki süneklik değişimini veren eğri Şekil 2.14' teki gibi elde edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmaların sonucunda basit çerçevenin sünekliğinin, kompozit çerçeveninkinin 3,29 katı kadar daha büyük olduğu saptanmıştır [51].

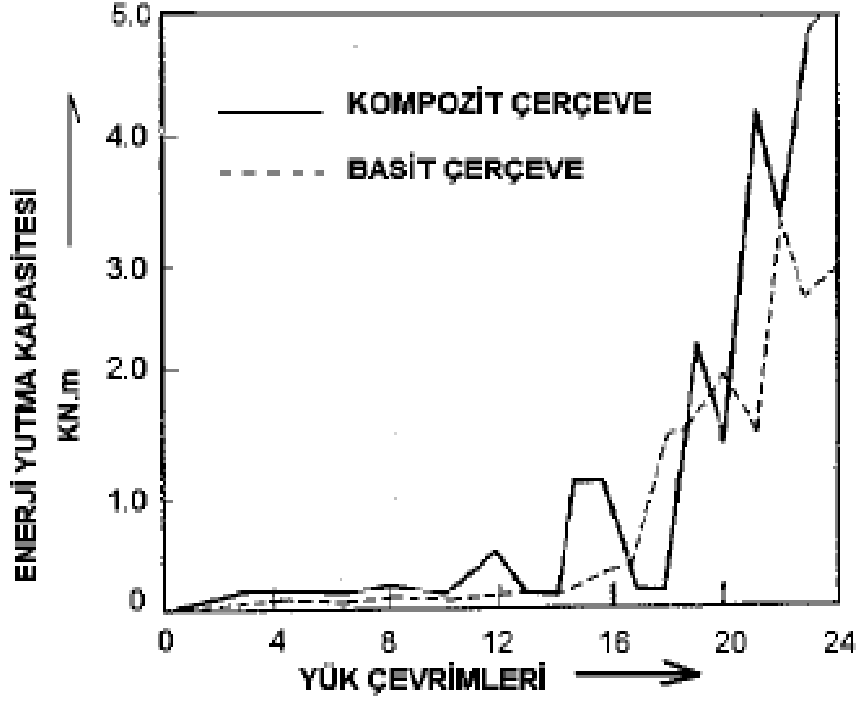


Şekil 2.14 : Tekrarlı ve yön değiştiren yükleme etkisinde sünekliklerin karşılaştırılması [51].

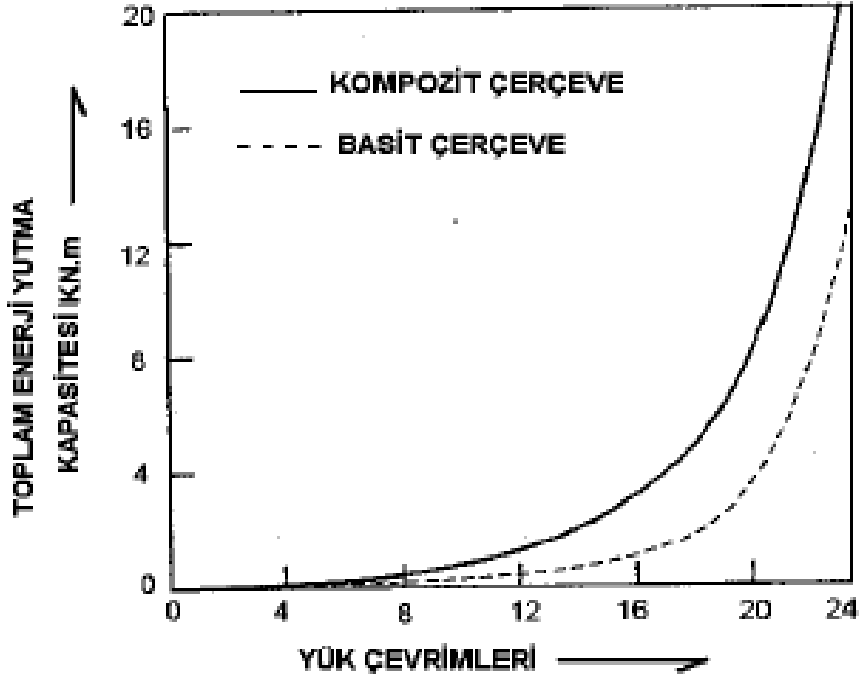
2.3.4 Enerji yutma özelliği

Enerji yutma kapasitesi, sisteme uygulanan yükleme ile oluşan yük-yer değiştirme eğrisinin altında kalan alanın hesaplanması şeklinde ifade edilebilir.

Govinden ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çerçeve deneylerinde her yük çevrimi sonucunda basit ve dolgu duvarlı çerçevelerde yutulan enerji miktarları saptanmıştır. Yük çevrimleri sırasında söndürülen enerji miktarı Şekil 2.15' te; söndürülen toplam enerji miktarı ise Şekil 2.16' da gösterilmiştir [51].



Şekil 2.15 : Yük çevrimleri sırasında söndürülen enerji miktarı [51].



Şekil 2.16 : Yük çevrimleri sırasında söndürülen toplam enerji miktarı [51].

Söz konusu çalışmalarda basit çerçeve dayanımları dolgu duvarlı çerçeve dayanımlarından daha düşük olmaktadır. Bu bağlamda, dolgu duvarlı çerçevelerin sönüm kapasitesi basit çerçevelere göre daha yüksek olmaktadır. Deney sonuçlarına göre dolgu duvarlı çerçevelerin sönüm kapasitesi basit çerçevelerinkinin 3,29 katı kadardır.

2.4 Dolgu Duvarlı Yapıların Serbest Titreşim Periyotları

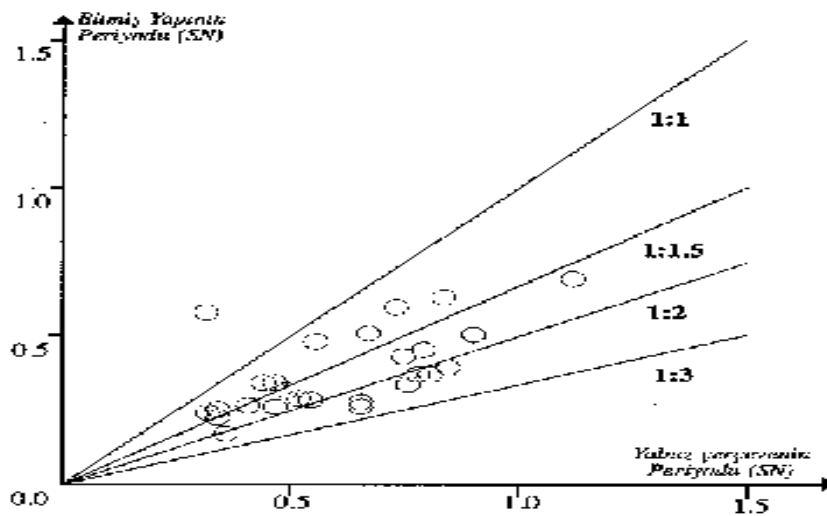
2.4.1 Dolgu duvarların yapı periyotlarına etkisi

Yapı tasarımında deprem etkisi dikkate alınırken en önemli faktörlerden biri yapının periyodudur. Yapının depremdeki davranışında önemli olan bu değer bulunurken yapının dolgu duvarları ihmal edilmektedir. Ancak dolgu duvarların yapının rijitliğini arttırdığı hesaba katılırsa yapının periyodunda bir azalma oluşacaktır.

Yatay rijitlik herhangi bir deprem görmemiş yapıda en yüksek düzeydedir. Tasarımda göz önüne alınmayıp yük almayacağı varsayılan dolgu duvarlar yapıya rijitlik kazandırmaktadır. Dolgu duvarlı çerçeve bir yapı bir depremin başında “perde duvarlı” bir yapı şeklinde davranır. Çerçevesiz taşıyıcı bir sistem ile betonarme perde duvarlı bir sistemin 1. mod titreşim periyotları arasındaki fark makul derecede olmaktadır [34].

Betonarme çerçeve taşıyıcı sisteme sahip bir yapının Rayleigh Yöntemi ile yalnızca çerçeveyi esas alarak çözümlenmesi sonucu hesaplanan periyodu, aynı yapının dolgu duvarlı modelinin sahip olacağı periyodunun % 100’ ü kadar daha büyük olabilmektedir [54].

Bu konu kapsamında Bayülke’ nin Ankara ve çevresinde 4-5 katlı betonarme yapılar üzerinde gerçekleştirdiği deneysel çalışmalarda, çerçevesiz ve sıvalı tuğla duvarlarla örülmüş yapıların serbest titreşim periyotları arasında % 70 ile % 100 küçülmeler olduğu saptanmıştır. Söz konusu durum Şekil 2.17’ de gösterilmiştir [54].



Şekil 2.17 : Betonarme çerçevesiz yapılarda dolgu duvarlarının yapı periyotlarına etkisi [54].

Deprem başlangıcında yüksek rijitlik ve kısa periyoda sahip olan yapı; ilerleyen süreçlerde deprem kuvvetleri etkisinden dolayı dolgu duvarların çatlamasıyla beraber dolgu duvarların rijitlik katkısını alamamaya başlar. Ayrıca kolon ve kiriş elemanlarda meydana gelen çatlaklar sistemin rijitliğini önemli oranda azaltmaktadır. Devam eden depremle beraber yapı rijitliğinde meydana gelen azalış yapının 1. mod titreşim periyodunu başlangıç periyodunun 1-2 katı kadar uzatabilmektedir. 1. Mod periyodunda gelen ivmeler azalırken daha yüksek titreşim modlarından gelen uç ivme değerleri artabilmektedir [34].

Deprem sonucunda yapıda meydana gelen hasarlardan dolayı yapı periyodunda ciddi artışlar göz önüne çıkabilir. Genellikle yapıda gözle görülür bir hasar oluşmasa dahi yapı periyodunda önemli artışlar oluşabilir. Deprem sonrasında hasarlı yapı üzerinde bir onarım ya da güçlendirme söz konusu olacaksa deprem kuvvetlerinin hesaplanmasında esas alınacak yapı periyodu en az deprem öncesi periyodu kadar kısa alınması gerekmektedir [54].

Yapıların deprem başlangıcındaki periyotları, yalnızca taşıyıcı sisteminin rijitliğine dayanan hesap yöntemlerinin kullanılmasından dolayı gerçekçi olarak elde edilememektedir. Taşıyıcı olmayan elemanların katkısını hesaba katmak da uğraştırıcı olmaktadır. Söz konusu katkının kabul görmüş ve yeterli ölçümlere dayanak ileri sürülmüş matematik modelleri tam olarak mevcut değildir. Bu durumda dolgu duvar malzemelerinin değişik mekanik özelliklere sahip olmasının rolü de büyüktür. Bu sebeple ölçümler yapılarak elde edilmiş ampirik formüller kullanılmaktadır [34].

2.4.2 Yapı periyodu için yapılan araştırmalar ve verilen formüller

Titreşim periyotları ve söndürme katsayıları, binaların depreme karşı davranışında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebepten binaların titreşimi üzerine uygulamaya yönelik çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiş ve birtakım ampirik formüllerin geliştirilmesine çalışılmıştır.

Bu kapsamda San Francisco Deprem ve Rüzgar Yanal Kuvvetleri Müşterek Komitesi' nin önerdiği Denklem (2.8) diğerlerine oranla büyük öneme sahiptir.

$$T = 0,09.H / \sqrt{D} \quad (2.8)$$

Burada;

H: Bina yüksekliği

D: Titreşim istikametinde bina genişliği olarak tanımlanmıştır.

Bunun dışında dünya deprem yönetmeliklerinde önerilen çeşitli formüller de mevcuttur.

- **Almanya yönetmeliklerinde verilen periyot formülü**

Periyot, Denklem (2.9) kullanılarak belirlenebilmektedir.

$$T = 2.\pi.\sqrt{\frac{\sum w_i.\delta_i^2}{g.(\sum F_i.\delta_i)}} \quad (2.9)$$

Burada;

w_i : Kat ağırlığı

δ_i : Kat yer değiştirmesi

F_i : Katlara etkiyen yatay kuvvet

g : Yerçekimi ivmesi olarak tanımlanmıştır.

- **Japonya yönetmeliklerinde verilen periyot formülü**

Periyot, Denklem (2.10) kullanılarak belirlenebilmektedir.

$$T = H.(0,02 + 0,01.\alpha) \quad (2.10)$$

Burada;

H: Bina yüksekliği

α : Yapının toplam bina yüksekliğine oranı olarak tanımlanmıştır.

- **Amerika yönetmeliklerinde verilen periyot formülü**

Periyot, pratik olarak, düktil çerçeveveli binalar için Denklem (2.11); diğer binalar için Denklem (2.12) kullanılarak belirlenebilmektedir. Periyodun hesaplar kullanılarak belirlenmesi durumunda ise Denklem (2.13) ele alınmaktadır.

$$T = 0,10.N \quad (2.11)$$

$$T = \frac{0,05 \cdot h_n}{\sqrt{D}} \quad (2.12)$$

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\sum w_i \cdot \delta_i^2}{g \cdot (\sum F_i \cdot \delta_i)}} \quad (2.13)$$

Burada;

N: Toplam kat sayısı

h_n : Bina temel üst kotunda ölçülen yükseklik

D: Yatay yükler doğrultusunda bina genişliği

w_i : Kat ağırlığı

δ_i : Elastik yer değiştirmeler

F_i : Katlara etkiyen yatay kuvvet

g: Yer çekimi ivmesi olarak tanımlanmıştır.

- **Hindistan yönetmeliklerinde verilen periyot formülü**

Periyot, pratik olarak, düktil çerçeveli binalar için Denklem (2.14); diğer binalar için Denklem (2.15) kullanılarak belirlenebilmektedir.

$$T = 0,10 \cdot N \quad (2.14)$$

$$T = 0,09 \cdot H / \sqrt{D} \quad (2.15)$$

Burada;

N: Bodrum kat dahil toplam kat sayısı

H: Bina yüksekliği

D: Uygulanan deprem yüküne paralel yönde bina genişliği olarak tanımlanmıştır.

- **Meksika yönetmeliklerinde verilen periyot formülü**

Periyot, Denklem (2.16) kullanılarak belirlenebilmektedir.

$$T = 2.\pi.\sqrt{\frac{\sum w_i . x_i^2}{g . (\sum P_i . x_i)}} \quad (2.16)$$

Burada;

w_i : Kat ağırlığı

x_i : Kuvvet yönündeki yer değiştirme

P_i : i. kata etkileyen yatay kuvvet

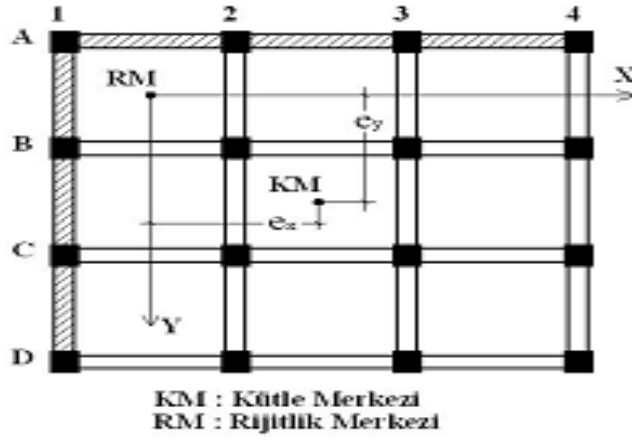
g : Yer çekimi ivmesi olarak tanımlanmıştır.

2.5 Dolgu Duvarların Yapı Davranışına Olumsuz Etkileri

Yapılarda alanları bölmek amacıyla oluşturulan dolgu duvarların sadece yatay yük taşıma kapasitesinde artışa neden olduğu ve dolayısıyla dinamik etkiler altındaki davranışı olumlu yönde etkilediği yaygın bir düşüncedir. Ancak, gerçekte dolgu duvarlar nedeniyle yapının davranışının değiştiği ve bu sebeple depremde oluşan hasarın beklenenden daha büyük olduğu çok sayıda örnek bulunmaktadır. Dolgu duvarlar burulma, yumuşak kat, kısa kolon gibi olumsuz yapı sistem davranışlarına yol açabilmektedir.

2.5.1 Burulma etkileri

Yapının rijitlik merkezinin yeri dolgu duvarların yapı içerisinde simetrik dağılması sonucunda değişebilmekte ve yapıda öngörülmeyen burulma etkileri oluşabilmektedir [55]. Bu kapsamda Şekil 2.18’ de gösterilen kat planı örnek olarak verilebilir. Söz konusu kat planı ‘1’ ve ‘A’ akslarında dolgu duvar mevcut olan bir yapıya aittir. Dolgu duvarların göz önüne alınmaması ile çözümlenecek olan sistemin her bir doğrultusundaki çerçevelerin benzer etkilere maruz kalacağı tasarım aşamasında söylenebilmektedir. Ancak gerçekte, dolgu duvarlardan dolayı ‘1’ ve ‘A’ aksı çerçevelerinin rijitlikleri, diğer akslara göre daha büyük olacaktır [56]. Genel olarak sistemin tamamı göz önüne alındığında rijitlikteki bu artıştan dolayı yapının doğal periyodu küçülecek ve sistemin rijitlik merkezinin kütle merkezinden uzaklaşması ile oluşacak eksantirisite sebebiyle yapıda, hesaplarda öngörülmeyen burulma etkileri meydana gelecektir [39].



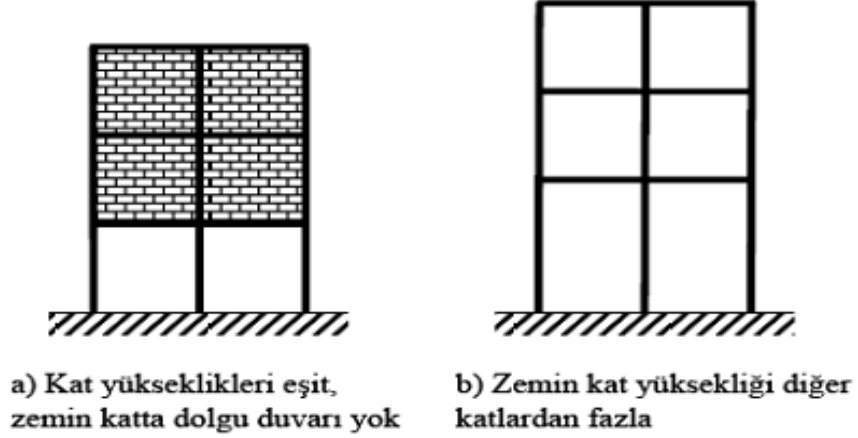
Şekil 2.18 : İki çerçevesi dolgu duvar içeren çok katlı betonarme yapının kat planı [56].

2.5.2 Yumuşak kat etkileri

DBYBHY 2007’ de birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} ’ nin 2,0’ den fazla olması durumunda yumuşak kat oluştuğu ifade edilmektedir [39]. Yönetmeliğe göre birinci ve ikinci deprem bölgelerinde yumuşak kat oluşan yapıların deprem yükü hesabı eşdeğer deprem yükü yöntemine göre değil; mod birleştirme yöntemine veya zaman tanım alanında hesap yöntemine göre yapılmaktadır.

Dolgu duvarların varlığı yapılarda yumuşak kat meydana gelmesine yol açmaktadır. Söz konusu durum yapının tüm katlarında bulunan dolgu duvarların bir katta bulunmaması durumunda ortaya çıkmaktadır. Yumuşak kat rölatif yer değiştirmesi, yumuşak katlı yapının taban kesme kuvveti ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Yumuşak kattaki yer değiştirme artışı sebebiyle kesit tesirleri artmakta ve yapı daha güvensiz bir duruma gelmektedir [57, 55].

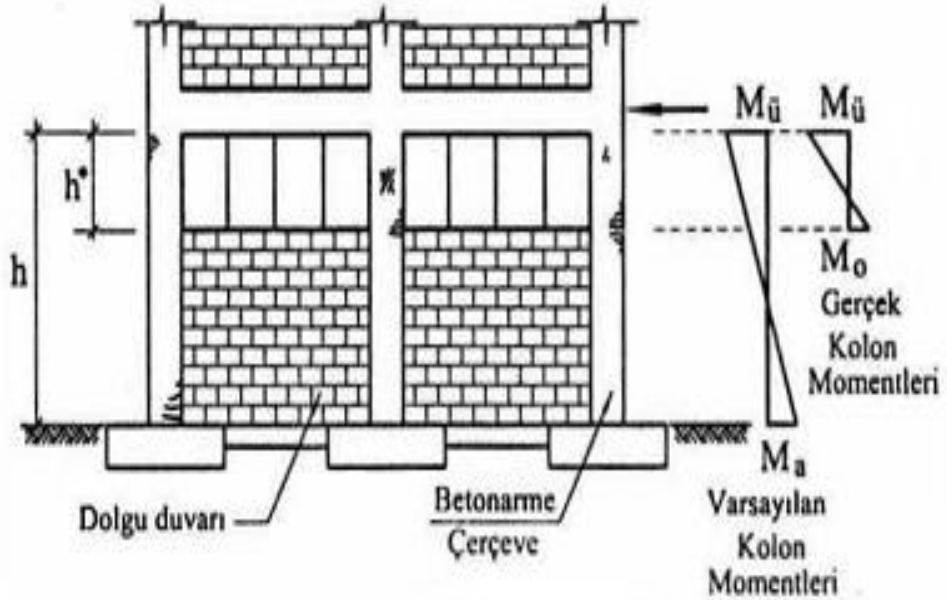
Büyük oranda yumuşak katta toplanan yapısal hasarlar genellikle binanın göçmesine neden olurlar. Göçme meydana gelmemiş dahi olsa hasarlar önemli mertebede olmaktadır. Zemin katın yumuşak kat olması durumunda öncelikle bu katın kolonları kırılmakta, sonrasında da üst katlar bu katın üzerine yıkılmaktadır. Çoğu zaman caddelerde zemin katın ticari amaçlı kullanılmasının yaygınlığından dolayı birçok binada bu katların kat yükseklikleri diğer katlara oranla daha büyük olmakta ve aynı zamanda bölme duvarları da eksik olmaktadır. Bu kapsamda olası yumuşak kat oluşum nedenleri Şekil 2.19’ da verilmiştir [58].



Şekil 2.19 : Yumuşak kat oluşumunun muhtemel nedenleri [58].

2.5.3 Kısa kolon etkileri

Dolgu duvarlar, pencere veya boşluk gibi sebeplerden dolayı kat yüksekliği boyunca devam etmeyebilmekte ve bu sebeple kısa kolon oluşumuna yol açabilmektedir [59]. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik’ te de yer alan dolgu duvarlardan kaynaklı kısa kolon oluşumları Şekil 2.20’ deki örnekte gösterilmektedir. Yönetmelik bu şekildeki kısa kolon oluşumları için kesme kuvveti, moment hesabı ve donatı koşullarında değişiklik şartı koymaktadır [56].



Şekil 2.20 : Boşluklu dolgu duvarlı çerçeve [56].

Duvar etkisi yok sayıldığında, yatay kuvvetler altında, kolonlarda plastik kesitlerin kolon alt ve üst uçlarında meydana gelmesi öngörülür ve kolonlar Denklem (2.17) kullanılarak hesaplanan kayma kuvvetini belirli bir güvenlikle karşılayabilecek biçimde tasarlanır.

$$V_d = (M_a + M_{ii}) / h \quad (2.17)$$

Buna karşın, gerçekte dolgu duvarların varlığından dolayı, sağ ve orta kolonun serbest açıklığı küçülecek ve bu kolonlarda, kolon alt ucunda öngörülen plastik kesit, duvarın üst bitim bölgesi seviyesinde meydana gelecektir. Bu durumda, sağ ve orta kolonda oluşacak kayma kuvveti Denklem (2.18) kullanılarak belirlenebilir.

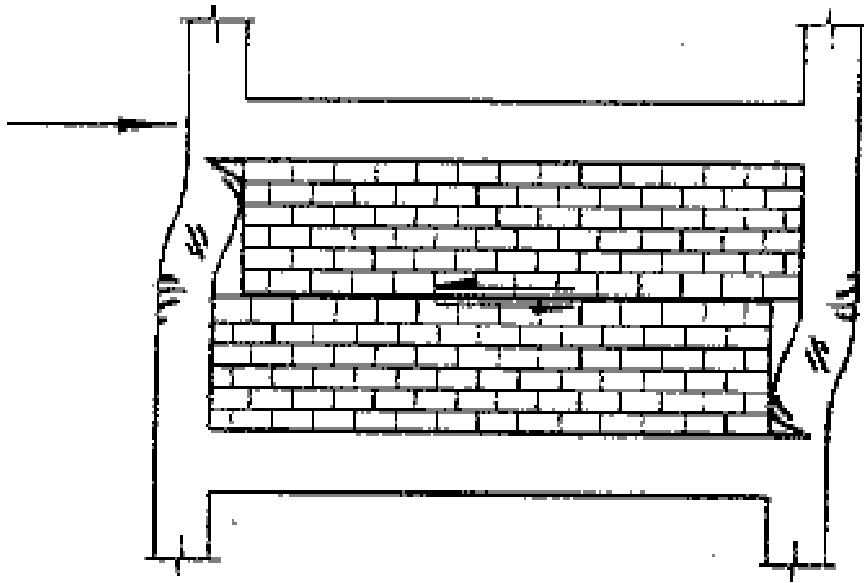
$$V_d^* = (M_{ii} + M_o) / h^* \quad (2.18)$$

Burada, V_d^* değerinin, V_d değerinden büyük olacağı görülmektedir. Diğer bir ifadeyle, kolonlar tasarlandıkları maksimum kuvvetten daha büyük bir kesme kuvvetinin etkisi altında kalacaklardır [56].

2.6 Dolgu Duvarların Deprem Kuvveti Altında Davranışı ve Göçme Biçimleri

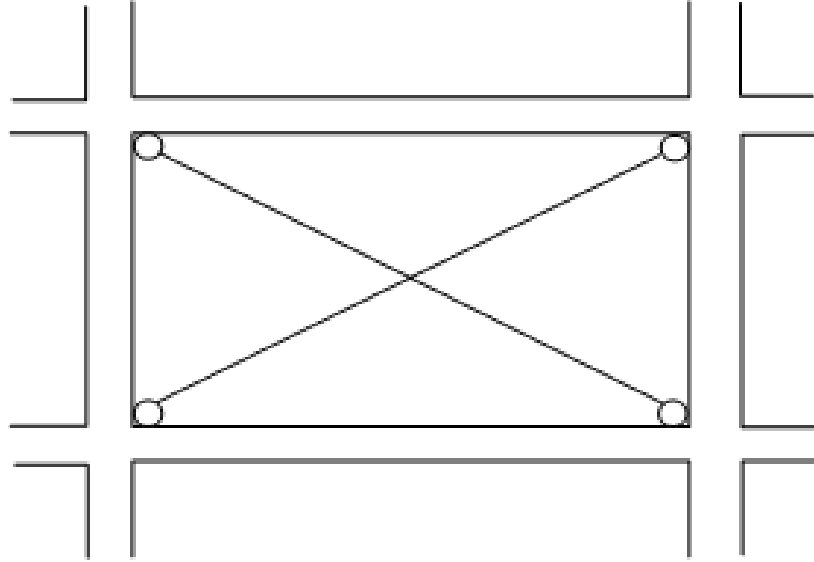
Betonarme çerçeveli dolgu duvarlı yapı tiplerinin deprem esnasındaki davranışları incelendiğinde bazı temel davranış biçimleri belirlenebilir.

Tekrarlı yükler altında dolgu duvarlı çerçeveler yatay yükün veya yatay yer değiştirmenin küçük değerlerinde perde davranışı sergilemektedirler. Söz konusu davranışta dolgu duvar ile çerçeve beraber hareket etmektedir. Ancak daha sonra yer değiştirmenin artmasıyla beraber dolgu duvarlar kayma davranışı, çerçeve elemanlar ise eğilme davranışı sergilerler. Bu durum Şekil 2.21' de gösterilmektedir [34].



Şekil 2.21 : Dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yük altındaki davranışı [34].

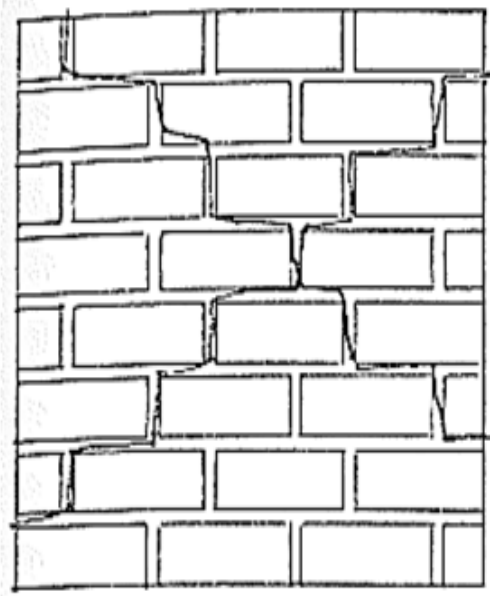
Dolgu duvarlı çerçevenin davranışı ilk başta Şekil 2.22' de verilen çapraz çubuklu çerçevenin davranışıyla aynı olacaktır. Ancak dolgu duvarlı çerçevenin davranışı daha sonra dolgu duvarlarda kayma davranışı sonucu kesme kırılmalarının meydana gelmesiyle birlikte Şekil 2.21' deki gibi olacaktır [59].



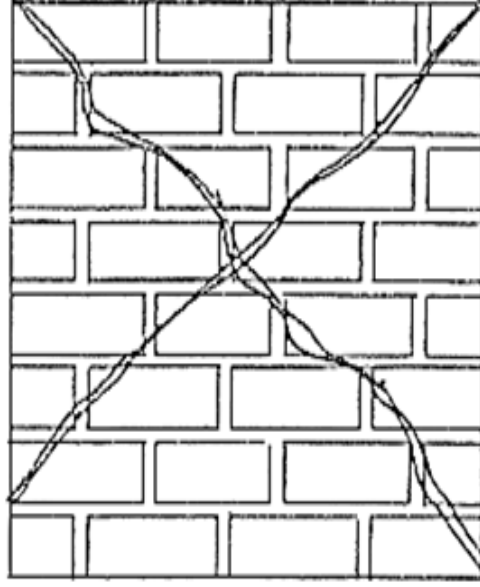
Şekil 2.22 : Dolgu duvarların çapraz diyagonal çubuklarla modellenmesi [59].

Yapı elemanlarının sehiminden ve düşey yük, deprem vb. yüklerden ötürü betonarme yapı içinde bulunan dolgu duvarlar hasar almaktadırlar. Duvar hasarında duvarda kullanılan tuğlanın cinsi, duvar kalınlığı, duvarda ve tuğlalar arasında kullanılan sıva ve harç, dolgu duvarların diğer taşıyıcı elemanlarla bağlantısı, duvarda yer alan kapı ve pencere boşlukları gibi faktörler etkili olmaktadır [34].

Deprem hasarı betonarme yapılarda öncelikle sıva çatlaklarıyla başlamaktadır. Sıva kalınlığının az olduğu bölgelerde ilk sıva çatlakları oluşmaktadır. Bununla beraber sonrasında kiriş-duvar ve kolon-duvar birleşim derzlerinde de sıva çatlakları oluşmaktadır. Eğer binaya ait hasar sadece bu tip sıva çatlaklarından oluşmakta ise, yapının betonarme taşıyıcı elemanlarında çoğu zaman hasar söz konusu olmamaktadır. İki eksenli gerilme altındaki duvar elemanın kırılma şekli harç ve tuğla dayanımına ve düşey yükler ile yatay yükler arasındaki orana bağlı olarak değişmektedir. Eğer harç tuğladan daha zayıf ise derzlerde yatay kesme ya da diyagonal kesme biçiminde kırılma oluşmaktadır. Eğer tuğlanın basınç dayanımı harçtan az ise kırılma yine diyagonal çekme biçiminde ancak çatlakların tuğlaların içinden geçmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Söz konusu durumlar Şekil 2.23' te gösterilmiştir [35].



a) Harç dayanımının tuğla dayanımından küçük olması durumunda derzlerden geçen çatlaklar



b) Harç dayanımının tuğla dayanımından yüksek olması durumunda tuğlaları da kesen çatlaklar

Şekil 2.23 : Yatay derzlere paralel etkiyen yükler altında yığma duvarlarda kırılma biçimleri [35].

Daha şiddetli depremlerde, dolgu duvarın tuğla ya da daha zayıf mukavemetli boşluklu briket olmasına da bağlı olarak, dolgu duvar hasarı başlamaktadır. Derzleri izleyen kırıklı X biçiminde derin çatlaklar duvar düzlemine karşıdan bakıldığında gözle görülebilmektedir. Duvarların taşıyıcı elemanlardan ayrılması ve tuğla ya da briket parçalarının kopup düşmeye başlaması ise dolgu duvar hasarının ilerleyen aşamasında meydana gelmektedir. Dolgu duvarların iyice parçalanıp iri parçalar halinde dökülmeye başlaması ile, özellikle kolon-kiriş birleşimlerine yakın bölgelerde, kirişlerde ve kolonlarda mafsallaşmalar görülmektedir. Dolgu duvarın ayrıca betonarme hatıl ile çerçeveye bağlanmadığı çok yüksek duvarlarda ise duvar düzlemine dik atalet kuvvetleri ile yana yıkılmalar da ortaya çıkabilmektedir [21].

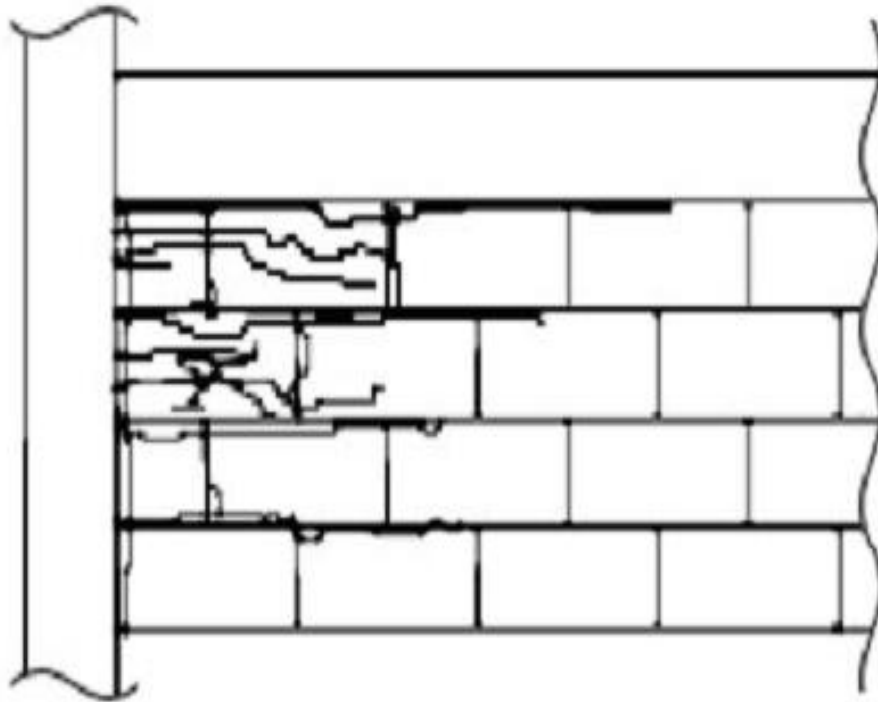
Dolgu duvarların çeşitli göçme biçimleri vardır:

- **Eğilme-çekme kırılması**

Dolgu duvarlı çerçevelerde yükseklik/genişlik oranının büyük olduğu durumlarda ortaya çıkan bir kırılma şeklidir. Eğilme ve buna bağlı olarak çekme kolonundaki çeliğin akması sonucu çerçevedeki dolgu duvarda göçme oluşabilmektedir. Bu koşullar altında çerçevenin konsol çalışma davranışı sergilemesi ve sünek bir göçme gerçekleşmesi olasıdır [35].

- **Köşe kırılması**

Yatay yükleme altındaki çerçevenin dolgu duvarlarında meydana gelen diyagonal gerilmelerin köşelerden herhangi birinde yüksek değerler alması ile ortaya çıkan bir kırılma şeklidir. Rijit kolonların ve kirişlerin birleşim bölgelerinin zayıf olması sebebiyle bu tip köşe kırılmaları, Şekil 2.24' teki gibi meydana gelmektedir. Eğer çerçeve elemanları da zayıf ise, çatlaklar bu elemanlarda da oluşabilmektedir. Dolgu duvar köşeleri yer değiştirme değerlerinin artmasına bağlı olarak oluşan köşe gerilmeleri sonucunda ezilmektedir. Aynı zamanda çatlakların zayıf olan çerçeve elemanlarında orta kısımlara doğru ilerlemesi söz konusu olmaktadır [36].

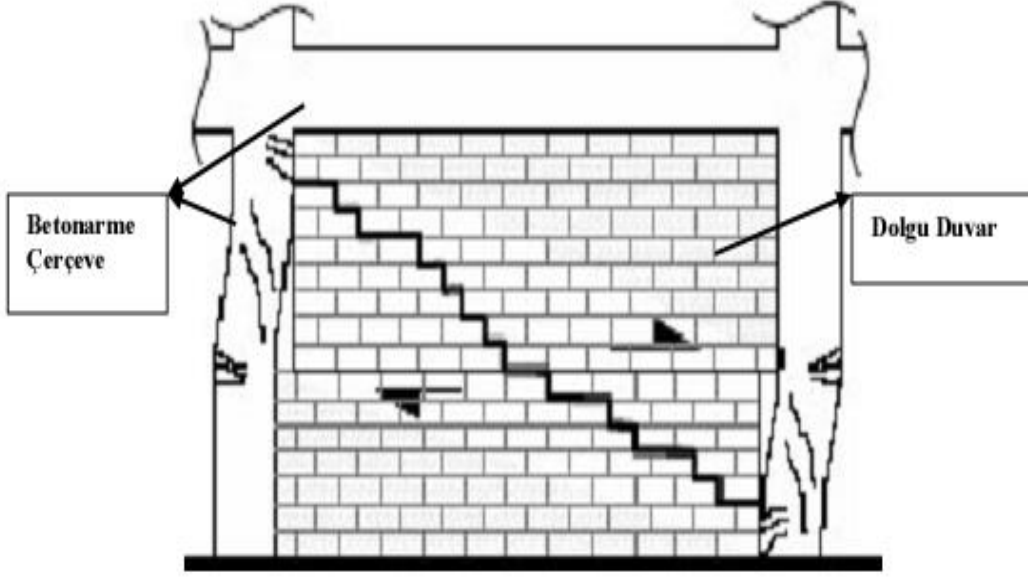


Şekil 2.24 : Diyagonal gerilme sonucunda oluşan köşe çatlakları [36].

- **Kayma kırılması**

Dolgu duvarın kendi içinde yatay şekilde kayması ile ortaya çıkan bir kırılma şeklidir. Bu kırılma türü kuvvetli çerçeve ve zayıf harç tabakasının kullanıldığı dolgu duvarlı sistemlerde görülmektedir [33].

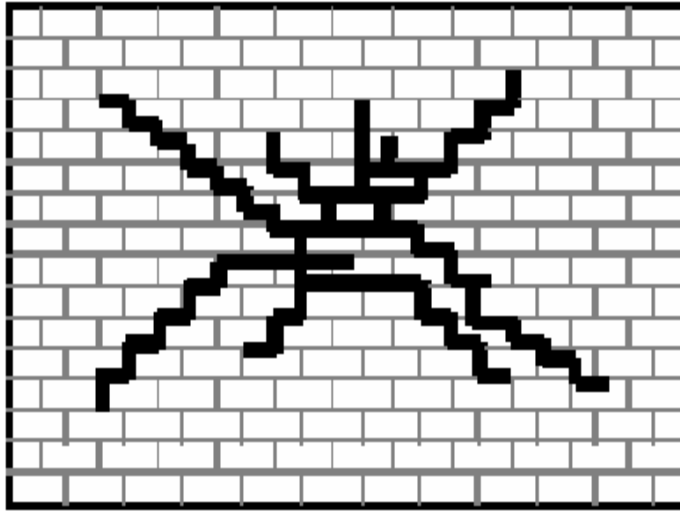
Kayma kırılmasında dolgu duvarların orta bölgesinde meydana gelen kayma gerilmelerinin, harç tabakasının kayma dayanımı değerini aşması söz konusudur. Dolgu duvarları kesme kuvvetini taşıyamayacak hale gelmektedir. Artan yer değiştirmeler sonucunda kolonlardaki kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri büyümektedir. Söz konusu davranış biçimi Şekil 2.25' te verilmiştir [36].



Şekil 2.25 : Kayma gerilmesi sonucu duvarda oluşan kesme çatlakları [36].

- **Çapraz çatlama**

Çoğu zaman zayıf çerçeve ya da zayıf düğüm noktalarına sahip olan çerçevelerin daha rijit dolgu duvarlarla doldurulması ile meydana gelen bir çatlama türüdür [33]. Yatay yüklemeler etkisindeki dolgu duvarlı bir çerçevenin köşegenleri doğrultusunda yüklemenin yönüne göre çekme ve basınç bölgeleri meydana gelmektedir. Çerçeve sistemdeki birim yer değiştirme değerlerinin dolgu duvarın değerlerini aşması ile bu tip çatlaklar oluşmaktadır. Katlar arasındaki yer değiştirme değerlerinin artmasıyla beraber söz konusu çatlaklar köşelere doğru ilerlemeye başlarlar. Depremlerden sonra sık sık karşılaşılan ve dolgu duvarların modellenmesine yön veren bu çatlama türü Şekil 2.26’ da gösterilmiştir [36].



Şekil 2.26 : Diyagonal gerilme sonucunda oluşan orta şiddetteki çatlaklar [36].

- **Çapraz kırılma**

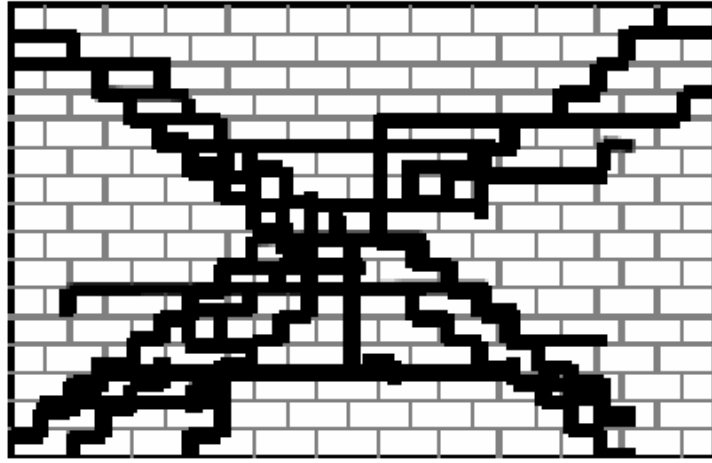
Duvarın basınç bölgesindeki çaprazda dolgu duvarın orta bölgesinin kırılması biçiminde meydana gelen bu kırılma türü rölatif olarak daha narin olan duvarın düzlem dışı burkulmasıyla ortaya çıkmaktadır [33].

- **Çerçeve göçmesi**

Dolgu duvarda büyük bir hasar gerçekleşmeden çerçevede plastik mafsalların meydana gelmesi durumunda görülen ve çoğunlukla rijit dolgu duvarla doldurulmuş zayıf çerçeve sistemlerde rastlanan göçme türüdür [33].

- **Düzlem dışı kırılma**

Bu tür kırılmalar yapının dolgu duvar düzlemine dik gelişen aşırı yüklerle zorlanması neticesinde meydana gelmektedir. Düzlem dışı kırılmada dolgu duvarlarda hem düşey çatlaklar, hem de diyagonal çatlaklar ortaya çıkmaktadır. Söz konusu davranış tipi Şekil 2.27' de verilmiştir [36].



Şekil 2.27 : Düzlem dışı yükler altında oluşan ağır şiddetteki düzlem dışı kırılmalar [36].

2.7 Eşdeğer Sanal Çubuk Modeli

Dolgu duvarların yatay yükler altındaki davranışı ve çerçeve sistemlere olan etkileri birçok araştırmacı tarafından ele alınıp incelenmiştir. Gerçekleştirilen araştırmalar sonucunda çeşitli modelleme türleri ve formülasyonlar öne sürülmüştür.

Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında dolgu duvarların modellenmesinde, dolgu duvar özelliklerinin eşdeğer sanal çubukla idealleştirildiği bir makro modelleme kullanılmıştır.

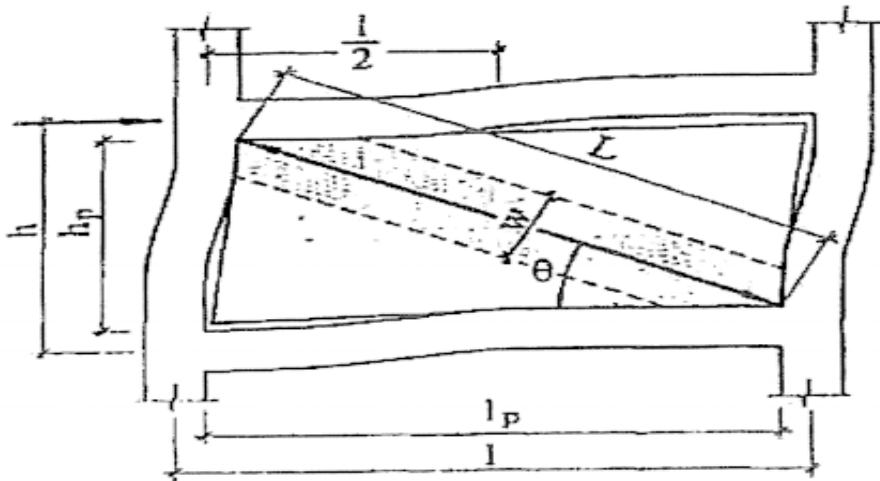
Dolgu duvarları modellenirken çerçeve sistemine etkisinin doğru bir biçimde yansıtılabilmesi amacıyla iki temel kabul yapılmaktadır [35];

- Dolgu duvarı oluşturan tuğla elemanlar arasında boşluklar olmamalı, bu elemanlar birbirine harç vasıtasıyla kenetlenmelidir.
- Yük aktarımının tam yapılabilmesi için çerçeve sistem ve dolgu duvar bağlantısı iyi yapılmalıdır.

Çerçeve sistem ve dolgu duvar etkileşiminde, düşük yatay yük seviyelerinde betonarme çerçeve ve dolgu duvar beraber hareket etmektedirler. Sistemde yatay yer değiştirmelerin artmasıyla birlikte çerçeve eğilme davranışı göstermeye çalışırken dolgu duvar bu durumu engelleyen bir davranış sergilemektedir. Çerçeve ve dolgu duvar birleşiminde artan yükler altında açılmalar ortaya çıkmaktadır. Söz konusu açılmalar başlangıçta çekme çaprazındaki karşılıklı iki köşe civarında başlamakta, fakat sonrasında yük seviyesinin artmasıyla genişlemektedir. Bu şartlar altında dolgu duvarda basınç kuvvetlerinin etkin olduğu çapraz basınç bölgesinin meydana geldiği görülmektedir [33].

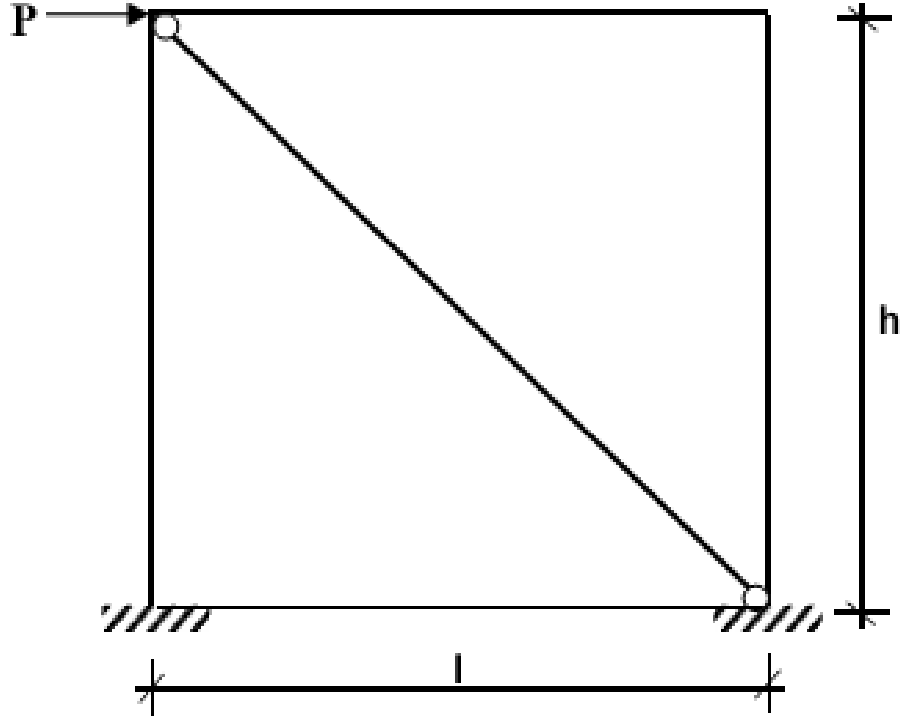
Dolgulu çerçeveler için oldukça basit bir hesap tarzı getiren eşdeğer diyagonal basınç çubuğu yaklaşımında, kat hizalarına etkiyen yatay kuvvetler altındaki dolgunun, kuvvetin etkideği bu düğüm noktası ile diyagonaldeki düğüm noktası arasında bir basınç çubuğu şeklinde davranış gösterdiği kabul edilmektedir [60].

Zarnic tarafından gerçekleştirilen çalışmada dolgu duvarlı çerçeveler L uzunluğunda ve w genişliğinde bir çubuk olarak modellenmiştir. Yapılan söz konusu modelleme Şekil 2.28' de verilmiştir [61].



Şekil 2.28 : Dolgu duvarın çözümleme modelinde temsil edilmesi [61].

Şekil 2.28’ de görülen basınç yükü taşıyan bu taralı bölge, dış yükler etkisindeki çerçeve sistemlerin statik çözümlemesinde bir eşdeğer sanal çubuk ile temsil edilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında dolgu duvarların çerçeve sistemlerin davranışına etkisi iki ucu mafsallı çapraz eşdeğer sanal çubuk kullanılarak incelenmiştir. Söz konusu bu modelleme Şekil 2.29’ da gösterilmektedir.

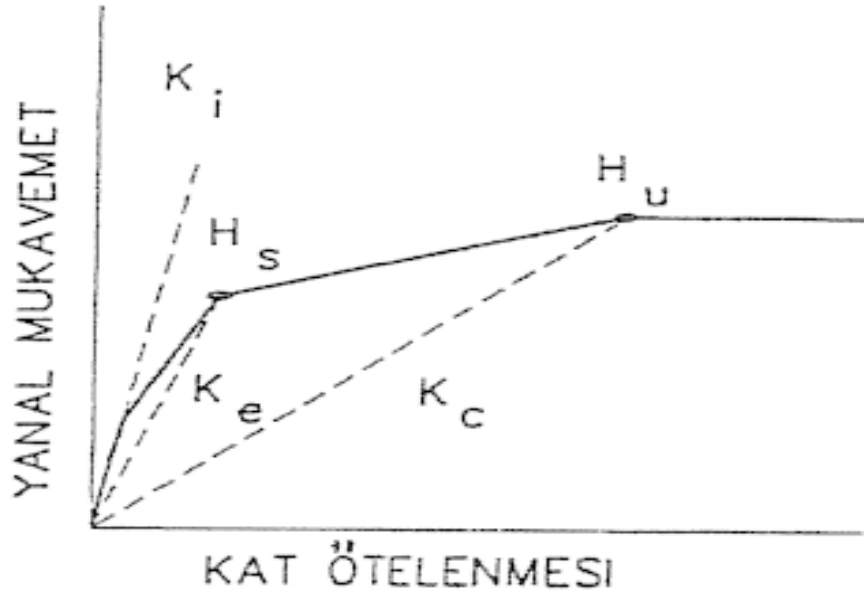


Şekil 2.29 : Dolgu duvarlı çerçevenin iki ucu mafsallı çapraz eşdeğer sanal çubukla temsil edilmesi.

R. Zarnic ve M. Tomazevic gerçekleştirdikleri çalışmalarında çok çeşitli test numunelerini devirli yanal yükleme testlerine tabi tutmuşlardır. Testlerden elde edilen sonuçlar ve analitik araştırmalar neticesinde bir metot öne sürmüşlerdir.

Test numunelerinin davranışlarının analiz edilebilmesi, yanal mukavemet ve deformasyonun başlıca parametrelerinin hesaplanabilmesi için birtakım denklemler geliştirilmiştir. Parametreler, dolgu duvarlı çerçevelerin ilgili elemanlarının boyutlarına, dolgu duvar ve çerçeve arasındaki temasın türüne ve malzemelerin mekanik özelliklerine bağlı fonksiyonlar cinsinden ifade edilmiştir.

Dolgu duvarlarının rijitliklerinde yatay yükün artmasıyla beraber azalış gerçekleşecektir. Zarnic gerçekleştirdiği deneysel ve kuramsal çalışmalarda, yüklemenin kritik anlarındaki başlangıç, çatlama ve göçme rijitliklerini ideal bir zarf ile tarif etmiştir. Söz konusu değişim Şekil 2.30’ da verilmiştir [62].



Şekil 2.30 : Dolgu duvarlı çerçevede rijitlik değişimi [62].

Şekil 2.30' da görülen idealleştirilmiş grafikte;

K_i : Dolgu duvarlı çerçevelerin başlangıç rijitliği

K_e : Dolgu duvarlı çerçevelerin efektif rijitliği

K_c : Dolgu duvarlı çerçevelerin kayma dayanımına ulaştığı andaki rijitliği

H_s : Dolgu duvarda büyük çatlaklar oluştuğu andaki dayanımı

H_u : Dolgu duvarlı çerçevenin kayma dayanımı olarak tanımlanmıştır.

Dolgu duvarların başlangıç rijitliği, yalnızca elastik yer değiştirmelerin olduğu çok küçük bir kısım için geçerli olmaktadır. Çekme gerilmelerinin meydana geldiği bölgede, çerçeve ile dolgu duvarın kesiştiği kısımlardaki ilk çatlama ve ayrılmalardan sonra rijitlikte azalma gerçekleşmektedir. Bu sebepten dolgu duvarlı çerçevelerin elastik bölge dışındaki davranışlarının göz önünde bulundurulmasında yarar vardır. Dolgu duvarlı çerçevenin doğrusal olmayan davranışının incelenmesinde elastik yer değiştirmelerin olduğu bölgeyi göz ardı eden Zarnic, yeni bir efektif rijitlik (K_e) tarif etmiştir. Dolgu duvarlı çerçevenin bu efektif yatay rijitliği, kolonlardan ve dolgu duvardan oluşan perde duvarın yatay rijitliği gibi modellenmiştir. Bu değer küçük çatlakların duvar boyunca yayıldığı andaki kayma modülünün (G_p) bir fonksiyonudur. Dolgu duvarları üzerinde gerçekleştirilen deneyler neticesinde kayma modülü Denklem (2.19)' daki şekilde tanımlanmıştır. Zarnic, dolgu duvar kayma modülü başlangıç değerinin, elastisite modülünün % 6-12' si kadar olduğunu gözlemlemiştir.

Aşağıda verilen eşitliklerde atalet momenti I, kesit alanı A, elastisite modülü E ve kayma modülü G olarak temsil edilmiştir. Ayrıca, f indisi değerlerin çerçeveye, p indisi değerlerin duvar panellerine aitliğini belirtmektedir [33].

$$G_p = \frac{1,2}{\frac{A_p}{h_p \cdot K_{ep}} \cdot \frac{1}{E_p} \left(\frac{h_p}{I_p} \right)^2} \quad (2.19)$$

Bu eşitlikte yer alan K_{ep} değeri dolgu duvarlı çerçeve kayma dayanımının % 30' una ulaşıldığı anda dolgu duvarın rijitliğine karşı gelmektedir. Hesaplamalar doğrultusunda efektif rijitlik (K_e), efektif kesit alanı (A_e) ve efektif atalet momenti (I_e) değerleri sırasıyla Denklem (2.20), Denklem (2.21) ve Denklem (2.22) kullanılarak belirlenebilmektedir.

$$K_e = \frac{1}{\frac{h_p^3}{3 \cdot E_p \cdot I_{ep}} \cdot \frac{1,2 \cdot h_p}{G_p \cdot A_e}} \quad (2.20)$$

$$A_e = A_p + 2 \cdot C_E \cdot A_f \cdot \frac{G_f}{G_p} \quad (2.21)$$

$$I_e = I_p + 2 \cdot C_E \cdot \frac{E_f}{E_p} \cdot I_f + A_f \cdot \left(\frac{h_c + I_p}{4} \right)^2 \quad (2.22)$$

Denklem (2.21) ve Denklem (2.22)' de yer alan C_E katsayısı; dolgu duvarlı çerçevenin, rijitliğe olan katkısını ifade etmektedir. C_E katsayısı, çerçeve ile dolgu duvar arasında tam bir bağlantı sağlandığında 1, dolgu duvar ile çerçeve arasında boşluk olduğunda 0 olarak kabul edilmiştir.

Eşdeğer sanal çubuğun özelliklerinin dolgu duvar davranışını iyi bir şekilde yansıtacak biçimde belirlenmesi, modelleme için önemli bir yer tutmaktadır. Yapı sistemlerinin analizi kapsamında eşdeğer sanal çubuğun tanımlanması için gerekli olan parametreler şu şekildedir;

d: Eşdeğer sanal çubuk uzunluğu

t: Eşdeğer sanal çubuk kalınlığı

w: Eşdeğer sanal çubuk genişliği

E_p : Eşdeğer sanal çubuk (dolgu duvar) elastisite modülü

R: Eşdeğer sanal çubuk taşıma kapasitesi

h_p : Dolgu duvar çerçeve yüksekliği

l_p : Dolgu duvar çerçeve genişliği

Eşdeğer sanal çubuğun uzunluğu Denklem (2.23) ile hesaplanmaktadır.

$$d = \sqrt{h_p^2 + l_p^2} \quad (2.23)$$

Eşdeğer sanal çubuk alanı ise; Denklem (2.24) ile belirlenmektedir.

$$F = t.w \quad (2.24)$$

Dolgu duvar kalınlığı olan t değeri eşdeğer sanal çubuk kalınlığı olarak kabul edilmektedir. Eşdeğer sanal çubuğun genişliği olan w değeri ise çapraz basınç bölgesinin genişliğini belirtmektedir ve parametrik ifadelerle bağlı olarak hesaplanmaktadır.

Dolgu duvarı temsil eden eşdeğer sanal çubukların mekanik özellikleri farklı araştırmacılar tarafından da ele alınmıştır.

Mainstone başlangıç olarak ' λh ' ifadesini Denklem (2.25)' teki gibi vermiş; daha sonrasında bu ifadeye göre diyagonal pandül çubuğun efektif genişliği olan w' yı Denklem (2.26) ile tanımlamıştır. Söz konusu efektif genişliğe bağlı olarak da dolgu duvarlar için bir düzlem içi rijitlik olan K' yı Denklem (2.27) ile tarif etmiştir [63].

$$\lambda h = \sqrt[4]{\frac{E_p \cdot t \cdot \sin 2\theta}{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot h_p}} \quad (2.25)$$

$$w = 0,175 \cdot (\lambda h)^{-0,4} \cdot \sqrt{h^2 + l^2} \quad (2.26)$$

$$K = \frac{E_p \cdot w \cdot t \cdot \cos^2 \theta}{\sqrt{h^2 + l^2}} \quad (2.27)$$

Bu bağıntılarda;

h_p : Dolgu duvar çerçeve yüksekliği

t : Dolgu duvar kalınlığı

θ : Eşdeğer sanal çubuğun yatayla yaptığı açı

E_p : Eşdeğer sanal çubuk (dolgu duvar) elastisite modülü

E_c : Kolon elastisite modülü

I_c : Kolon atalet momenti

h : Kolonun yüksekliği

l : Kiriş uzunluğu

K : Dolgu duvarlar için düzlem içi rijitlik olarak tanımlanmıştır.

Paulay ve Priestley, Denklem (2.23)' te verilen eşdeğer sanal çubuk uzunluğu olan d parametresini kullanarak eşdeğer sanal çubuk genişliği için dolgu duvarı temsilen rijit bir değer verecek Denklem (2.28)' i öne sürmüşlerdir [15].

$$w = 0,25.d \quad (2.28)$$

Dolgu duvar davranışının çerçeve sistemlere etkisinde, duvarın rijitliğini etkileyen dolgu duvar elastisite modülünün önemi büyüktür.

Duvarın rijitliğini etkileyen dolgu duvar elastisite modülü, dolgu duvar davranışının çerçeve sistemlere etkisinde önemli bir yer tutar.

Madan ve diğerleri, Denklem (2.29) ile verilen r parametresini kullanarak dolgu duvar gerilme-şekil değiştirme ilişkisi için Denklem (2.30)' un kullanılabilceğini öne sürmüşlerdir [64].

$$r = \frac{E_m}{E_m - \frac{f'_m}{\epsilon'_m}} \quad (2.29)$$

$$f_m = \frac{f'_m \cdot \epsilon_m \cdot r}{r - 1 + \epsilon'_m} \quad (2.30)$$

Bu bağıntılarda;

E_m : Dolgu duvar başlangıç elastisite modülü

f_m : Herhangi bir ε_m şekil değiştirmesine karşı gelen basınç gerilmesi

ε_m : Dolgu duvar basınç dayanımına karşı gelen şekil değiştirme olarak tanımlanmıştır.

Dolgu duvarı temsil eden eşdeğer sanal çubuk taşıma kapasitesi için duvarın göçme şekillerine göre farklı bağıntılar önerilmiştir.

Paulay ve Priestley, dolgu duvarın kayma kırılması durumu için eşdeğer sanal çubuğun basınç yükü taşıma kapasitesinin (R_s), kayma sürtünme gerilmesine (τ_0), dolgu duvarın yükseklik/genişlik oranına (h_p/l_p), eşdeğer sanal çubuk uzunluğuna (d) ve eşdeğer sanal çubuk kalınlığına (t) bağlı olacağını ifade etmişlerdir. Söz konusu kırılma şekli için, Denklem (2.31) ile verilen kayma sürtünme gerilmesi (τ_0) değerini kullanarak eşdeğer sanal çubuğun basınç yükü taşıma kapasitesini (R_s) tarif eden Denklem (2.32)'yi önermişlerdir.

$$\tau_0 = 0,03 \cdot f'_m \quad (2.31)$$

$$R_s = \frac{\tau_0}{1 - 0,3 \cdot (h_p / l_p)} \cdot d \cdot t \quad (2.32)$$

Dolgu duvarın basınç kırılması ve göçme durumu için de; Denklem (2.33)'te verilen dolgu duvarla çerçevenin yatayda temas ettiği mesafe (z) değeri kullanılarak, eşdeğer sanal çubuk basınç yükü taşıma kapasitesini (R_{cd}) tarif eden Denklem (2.34) ifade edilmiştir.

$$z = \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt[4]{\frac{4 \cdot E_c \cdot I_c \cdot h_p}{E_m \cdot t \cdot \sin 2\theta}} \quad (2.33)$$

$$R_{cd} = \frac{2}{3} \cdot z \cdot t \cdot f'_m \cdot \sec \theta \quad (2.34)$$

3. YAPI SİSTEMLERİNİN DEPREM HESABI

3.1 Düzensiz Binalar

Düzensiz binalar, depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken binalardır. Bu kapsamda, DBYBHY 2007’ de, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Çizelge 3.1’ de açıklanmıştır [65].

Çizelge 3.1 : Düzensiz binalar [65].

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
A1 – Burulma Düzensizliği: Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} ’ nin 1,2’ den büyük olması durumu (Şekil 3.1). $[\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1,2]$ Görelî kat ötelemelerinin hesabı, \pm % 5 ek dış merkezlik etkileri de göz önüne alınarak yapılacaktır.
A2 – Döşeme Süreksizlikleri: Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4); 1 - Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3’ ünden fazla olması durumu, 2 - Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, 3 - Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu.
A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması: Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının % 20’ sinden daha büyük olması durumu (Şekil 3.5).
B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat): Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı’ nın, bir üst kattaki etkili kesme alanı’ na oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} ’ nin 0,80’ den küçük olması durumu. $[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0,80]$ Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı: $\sum A_e = \sum A_w + \sum A_r + 0,15 \sum A_k$
B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat): Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i’ inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} ’ nin 2,0’ den fazla olması durumu. $[\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{ort} > 2,0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{ort} > 2,0]$ Görelî kat ötelemelerinin hesabı, \pm % 5 ek dış merkezlik etkileri de göz önüne alınarak yapılacaktır.
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 3.6).

A1 ve B2 türü düzensizlikler, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin uygulanabilirliğini belirlemektedir [65].

A2 ve A3 türü düzensizliklerin söz konusu olduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği çözümlenmelerle kontrol edilmelidir [65].

B1 türü düzensizliğin söz konusu olduğu binalarda, göz önüne alınan i' inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} ' nin hesabında dolgu duvarları dikkate alınmamaktadır. $0,60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0,80$ aralığında; taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1,25 \cdot (\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0,60$ olmaması gerekmektedir. Aksi durumda, deprem hesabı zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak yeniden yapılmalıdır [65].

B3 türü düzensizliğin söz konusu olduğu binalar, hangi deprem bölgesinde olursa olsun gerekli şartları sağlamalıdır. Bu kapsamda;

(a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan güselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmemektedir [65].

(b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve bunun yanında dikkate alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri % 50 oranında artırılmalıdır [65].

(c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmemektedir [65].

(d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmemektedir [65].

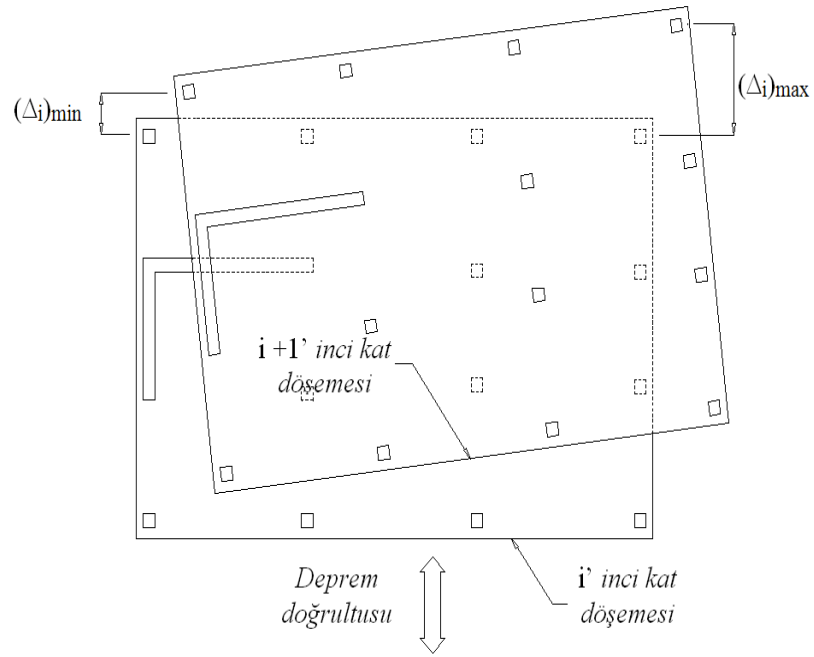
A1 türü düzensizlik durumu Şekil 3.1' de gösterilmiştir. Bu düzensizlik türünde, döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

Denklem (3.1) ele alınmaktadır. Sonrasında; Denklem (3.2) ile burulma düzensizliği katsayısı belirlenmektedir [65].

$$(\Delta_i)_{ort} = \frac{1}{2} \cdot [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (3.1)$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} \quad (3.2)$$

Burulma düzensizliği durumu, $\eta_{bi} > 1,2$ olması halidir [65].

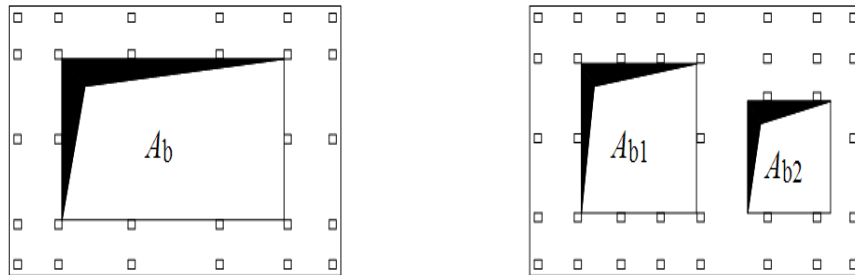


Şekil 3.1 : A1 türü düzensizlik durumu [65].

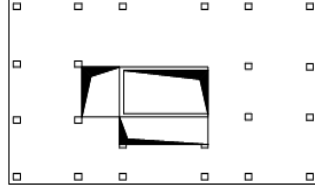
A2 türü düzensizlik durumu Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4' te gösterilmiştir. Bu düzensizlik türü; $A_b / A > 1/3$ koşulunda oluşmaktadır. Söz konusu ifade;

A_b : Boşluk alanları toplamı

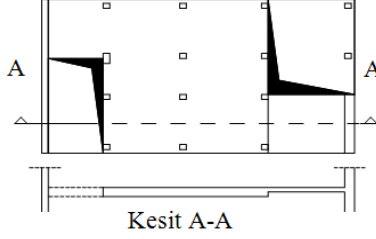
A : Brüt kat alanı olarak tanımlanmıştır [65].



Şekil 3.2 : A2 türü düzensizlik durumu - 1 [65].

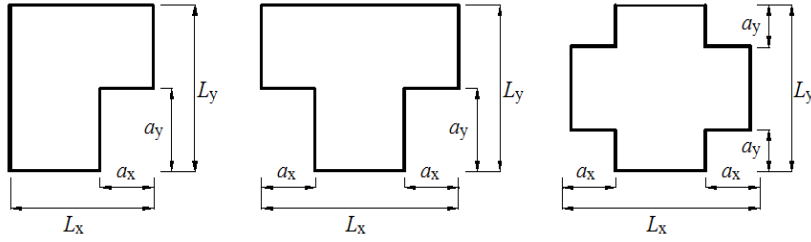


Şekil 3.3 : A2 türü düzensizlik durumu – 2 [65].



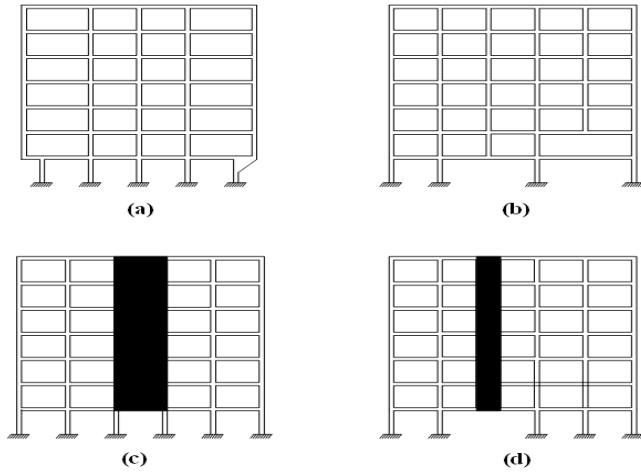
Şekil 3.4 : A2 türü düzensizlik durumu – 2 ve 3 [65].

A3 türü düzensizlik durumu Şekil 3.5’ te gösterilmiştir. Söz konusu düzensizlik türü; $a_x > 0,2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0,2 L_y$ koşulunda oluşmaktadır [65].



Şekil 3.5 : A3 türü düzensizlik durumu [65].

B3 türü düzensizlik durumu Şekil 3.6’ da gösterilmiştir. Önceden maddeler halinde verilen açıklamaların ışığında, söz konusu düzensizliğin farklı durumları Şekil 3.6’ da mevcuttur [65].



Şekil 3.6 : B3 türü düzensizlik durumu [65].

3.2 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi DBYBHY 2007' de belirtilen yapı sistemlerinin deprem hesap yöntemlerinden biridir. Bu bölümde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi hakkında DBYBHY 2007' de uyulması ve izlenmesi gereken adımlar ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır [65].

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nin uygulanabileceği binalar Çizelge 3.2' de verilmiştir [65].

Çizelge 3.2 : Eşdeğer Deprem yüğü Yöntemi' nin uygulanabileceği binalar [65].

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

Çizelgede yer alan H_N ifadesi bina toplam yüksekliğini belirtmektedir. Dikkate alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü; yani Taban Kesme Kuvveti ifadesi olan V_t , Denklem (3.3) kullanılarak saptanacaktır [65].

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \quad (3.3)$$

Bu denklemde;

W: Binanın toplam ağırlığı

T_1 : Binanın birinci doğal titreşim periyodu

A(T): Spektral ivme katsayısı

$R_a(T)$: Deprem yüğü azaltma katsayısı

A_0 : Etkin yer ivmesi katsayısı olarak tanımlanmıştır [65].

Binanın deprem anındaki toplam ağırlığını ifade eden W, Denklem (3.4) kullanılarak bulunacaktır [65].

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.4)$$

Burada kullanılan ve kat ağırlıklarını ifade eden w_i ise, Denklem (3.5) kullanılarak belirlenecektir [65].

$$w_i = g_i + n.q_i \quad (3.5)$$

Bu eşitlikte;

w_i : Her bir kata ait ağırlık

g_i : Sabit yükler

q_i : Hareketli Yükler

n : Hareketli yük katılım katsayısı olarak tanımlanmıştır [65].

Çizelge 3.3' te binanın kullanım amacına göre hareketli yük katılım katsayısı, n verilmiştir. Deprem yüklerinin saptanmasında ele alınacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin % 30' u dikkate alınacaktır [65].

Çizelge 3.3 : Hareketli yük katılım katsayısı [65].

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

Denklem (3.6)' da tarif edilen Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, deprem yüklerinin bulunmasında esas alınacaktır. Denklem (3.7)' de tanımlanan Elastik Spektral İvme, $S_{ae}(T)$, % 5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu' nun ordinatı olup Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi, g ' nin çarpımıdır [65].

$$A(T) = A_o \cdot I \cdot S(T) \quad (3.6)$$

$$S_{ae}(T) = A(T) \cdot g \quad (3.7)$$

Burada;

A_o : Etkin yer ivmesi katsayısı

I : Bina önem katsayısı

S(T): Spektrum katsayısı olarak tanımlanmıştır [65].

Bina Önem Katsayısı, I, farklı bina kullanım amaçlarına göre Çizelge 3.4' te verilmiştir [65].

Çizelge 3.4 : Bina önem katsayısı [65].

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

Denklem (3.6)' da kullanılan etkin yer ivme katsayısı, A_0 , farklı deprem bölgelerine göre Çizelge 3.5' te tanımlanmıştır [65].

Çizelge 3.5 : Etkin yer ivme katsayısı [65].

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

Denklem (3.6)' da kullanılan Spektrum Katsayısı, S(T), yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu, T' ye bağlı olarak Denklem (3.8) ele alınarak saptanacaktır [65].

$$\begin{aligned}
S(T) &= 1 + 1,5 \cdot \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\
S(T) &= 2,5 & (T_A < T \leq T_B) \\
S(T) &= 2,5 \cdot \left(\frac{T_B}{T}\right)^{0,8} & (T_B < T)
\end{aligned} \tag{3.8}$$

Denklem (3.8)' deki Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B , Çizelge 3.6 ile tanımlanan Yerel Zemin Sınıfları' na bağlı olarak Çizelge 3.7' de verilmiştir. T_A spektrum karakteristik alt periyodu, T_B ise spektrum karakteristik üst periyodudur. Yapı periyodu karakteristik alt ve üst periyotlar arasında iken yapıya en büyük deprem yükü etkimektedir. Yapının dinamik analiz sonrasında saptanan doğal titreşim periyotlarından x ve y doğrultularında etkili olan birinci doğal titreşim periyotları S(T) hesabında ele alınacaktır [65].

Çizelge 3.6 : Yerel zemin sınıfları [65].

Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Çizelge 3.7 : Spektrum karakteristik periyotları [65].

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

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kapsamında, binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal periyodu, Denklem (3.9) ile bulunan değerden daha büyük alınmayacaktır [65].

$$T_1 = 2.\pi.\left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i . d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} . d_{fi}}\right)^{1/2} \quad (3.9)$$

Bu denklemde;

m_i : i ' inci katın kütlesi

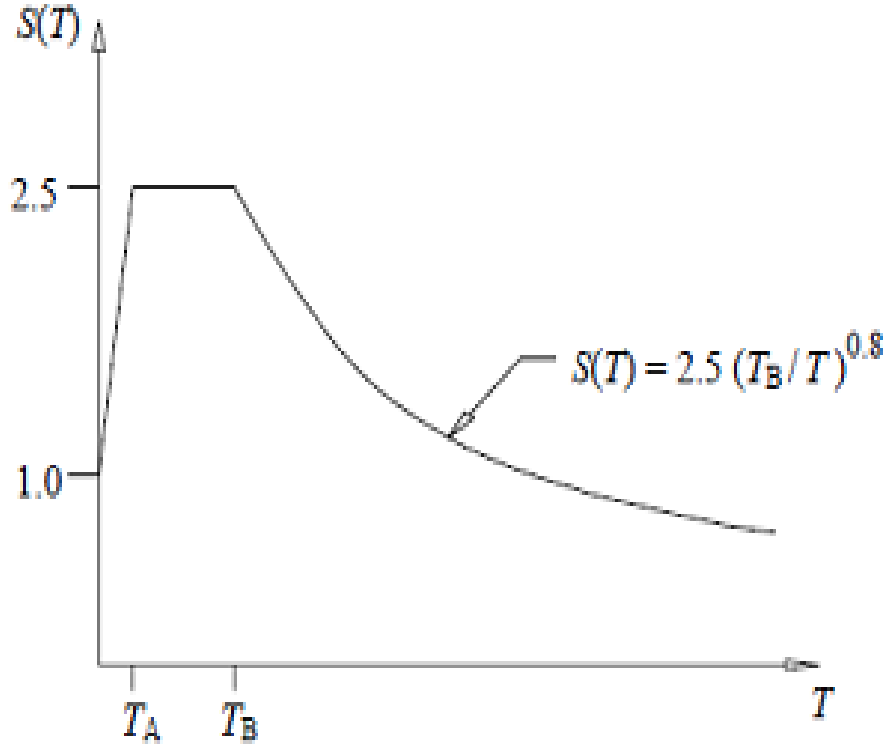
F_{fi} : i ' inci kata etkiyen fiktif yükler

d_{fi} : Fiktif yüklerin etkisi altında, aynı noktalarda deprem doğrultusunda hesaplanan yer değiştirmeler olarak tanımlanmıştır [65].

i ' inci kata etkiyen fiktif yükleri ifade eden F_{fi} , Denklem (3.10) ile hesaplanmaktadır [65].

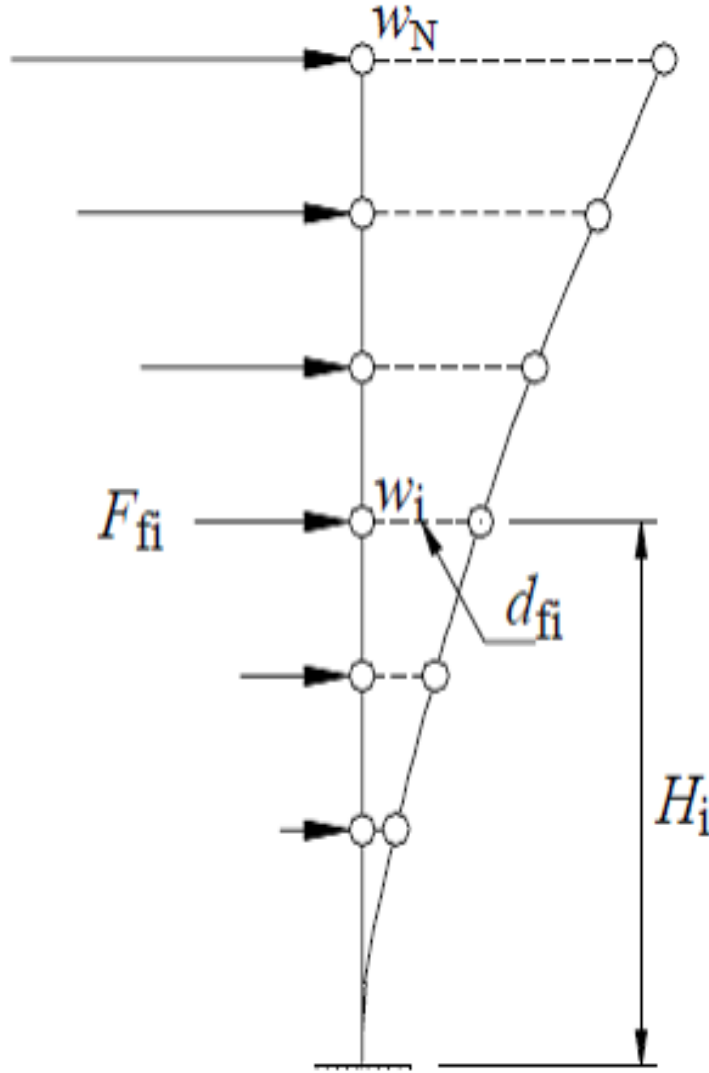
$$F_{fi} = \frac{w_i . H_i}{\sum_{j=1}^N w_j . H_j} \quad (3.10)$$

Zaman-Spektrum katsayısı grafiği Şekil 3.7' de gösterilmiştir [65].



Şekil 3.7 : Zaman-Spektrum katsayısı grafiği [65].

Katlara etkiyen fiktif yükler, Şekil 3.8’ de gösterilmiştir [65].



Şekil 3.8 : Katlara etkiyen fiktif yüklerin elde edilmesi [65].

Deprem hesaplamalarında taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını dikkate almak üzere, spektral ivme katsayısına göre hesaplanacak elastik deprem yükleri, aşağıda tarif edilen Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı’ na bölünecektir. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R çeşitli taşıyıcı sistemler için Çizelge 3.8’ de verilmiştir. Bu kapsamda, Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$, Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R’ ye ve doğal titreşim periyodu, T’ ye bağlı olarak Denklem (3.11) ile bulunacaktır [65].

$$\begin{aligned}
 R_a(T) &= 1,5 + (R - 1,5) \cdot \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\
 R_a(T) &= R & (T_A < T)
 \end{aligned}
 \tag{3.11}$$

Çizelge 3.8 : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı [65].

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	7
(2) Prefabrike Betonarme Binalar		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	-	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar.....	-	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
(3) Çelik Binalar		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	-	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

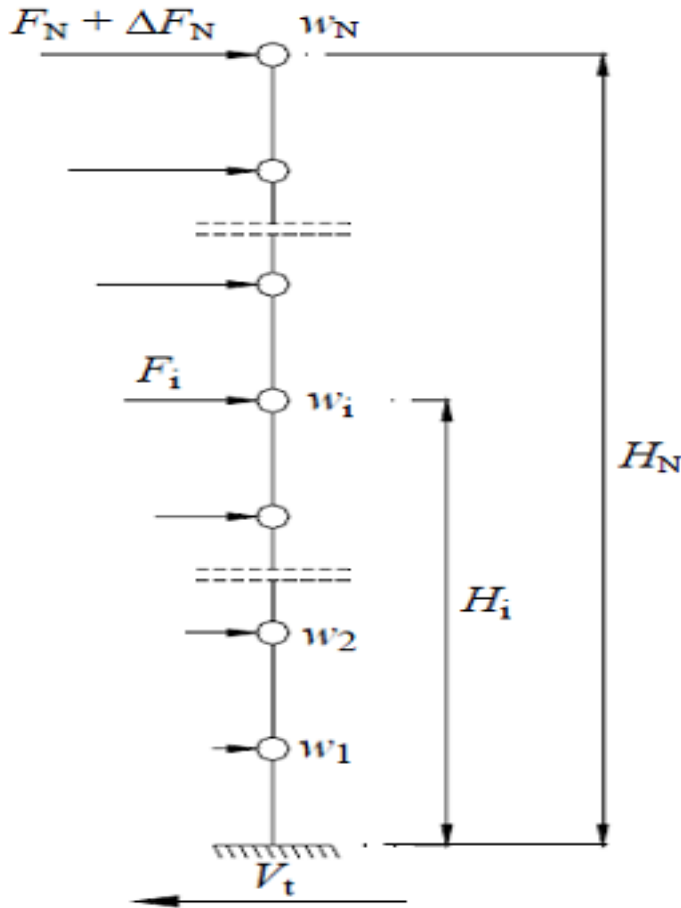
Dikkate alınan deprem doğrultusunda, Denklem (3.3) ile belirlenen yapıya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denklem (3.12) ile ifade edilmektedir. Söz konusu durum Şekil 3.9’ da verilmiştir [65].

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.12)$$

Burada;

V_t : Toplam eşdeğer deprem yükü

ΔF_N : En üst kata etkiyen ek eşdeğer deprem yükü olarak tanımlanmıştır [65].



Şekil 3.9 : Kat ağırlıkları ve katlara gelen deprem yükleri [65].

Binanın N’ inci katına; yani tepesine etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, ΔF_N , Denklem (3.13) ile hesaplanacaktır [65].

$$\Delta F_N = 0,0075 \cdot N \cdot V_t \quad (3.13)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N' inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denklem (3.14) kullanılarak dağıtılacaktır [65].

$$F_i = (V_i - \Delta F_N) \cdot \frac{w_i \cdot H_i}{\sum_{j=1}^N w_j \cdot H_j} \quad (3.14)$$

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara göre çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda anlatıldığı şekilde, ayrı ayrı hesaplanacaktır. Üst ve alt katların birleşiminden meydana gelen taşıyıcı sisteme söz konusu yükler beraber uygulanacaktır [65].

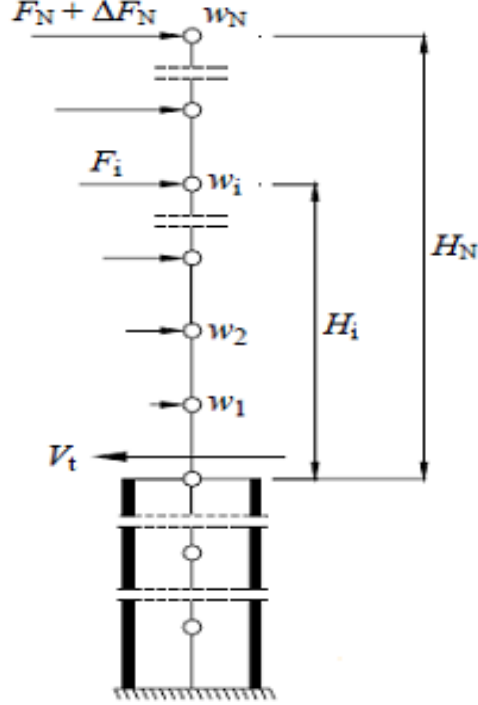
Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın Çizelge 3.8' den alınan R katsayısı kullanılacak ve yalnızca üstteki katların ağırlıkları dikkate alınacaktır. Bu kapsamda ilgili tanım ve bağıntıların tümünde temel üst kotu yerine zemin katın kotu göz önünde bulundurulacaktır. Denklem (3.9)' a göre belirlenecek birinci doğal titreşim periyodunun bulunmasında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları Şekil 3.10' da gösterildiği gibi kullanılacaktır [65].

Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, yalnızca bodrum kat ağırlıkları göz önünde bulundurulacak ve Spektrum Katsayısı olarak $S(T)=1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, Denklem (3.15)' ten elde edilen spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve bulunan elastik yükler, $R_a(T)=1,5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır [65].

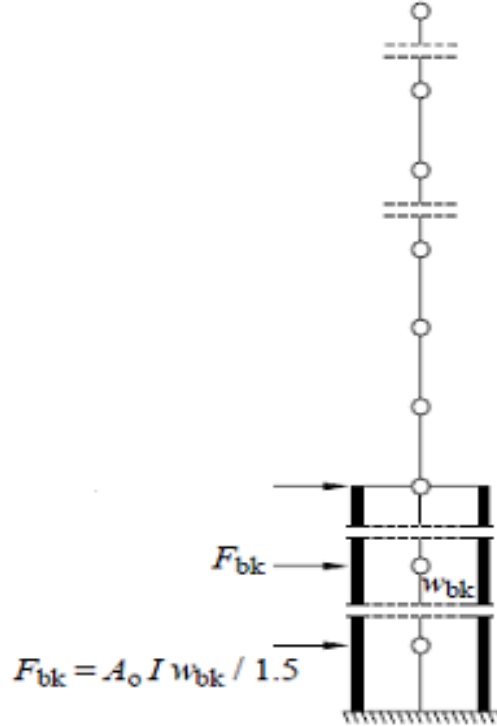
$$S_a(T) = A(T) \cdot g \quad (3.15)$$

Şekil 3.10' da rijit bodrum kata sahip binalarda üst katlar için gerçekleştirilecek eşdeğer deprem yükü hesabında, üst katlara etkiyecek deprem kuvvetleri ve bu kuvvetlerin uygulama noktalarının yükseklikleri; Şekil 3.11' de ise söz konusu bu durumun rijit bodrum kat için açıklaması verilmiştir [65].

Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta bulunan iç kuvvetler esas alınarak kontrol edilecektir [65].

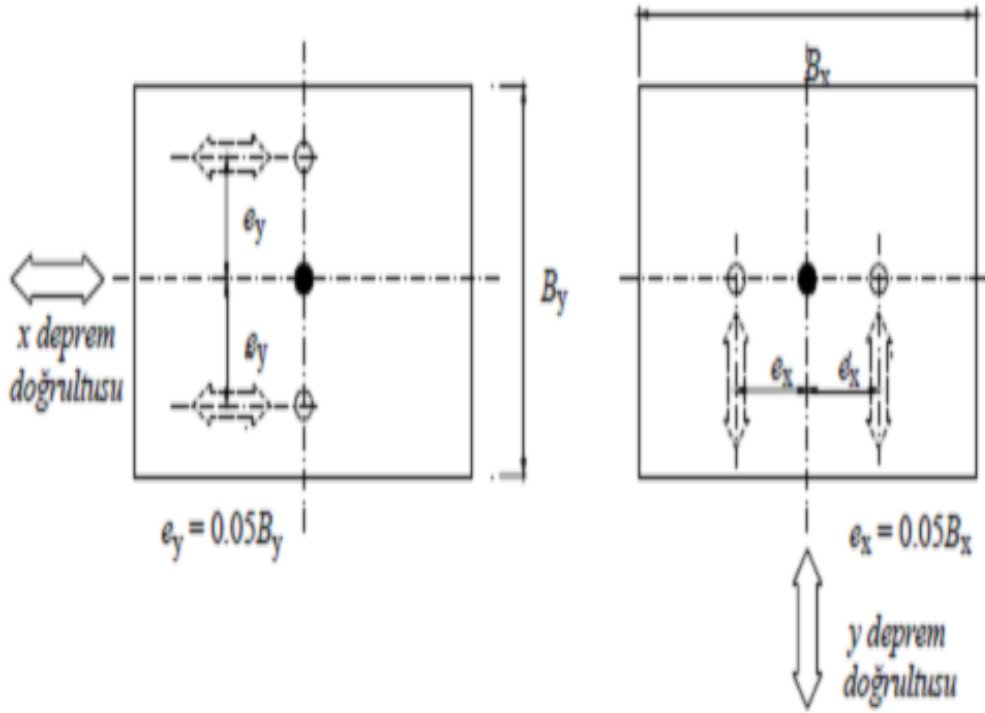


Şekil 3.10 : Rijit bodrum kata sahip binalarda üst katlar için yapılacak eşdeğer deprem yükü hesabı [65].



Şekil 3.11 : Bodrum kata ait eşdeğer deprem yükü hesabı [65].

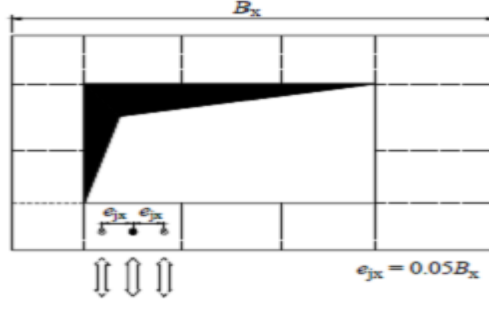
Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bağımsız yer değiştirme bileşenleri olarak her katta iki yatay yer değiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme göz önünde bulundurulacaktır. Her kat için bulunan eşdeğer deprem yükleri, ek dış merkezlik etkisinin göz önüne alınması amacıyla, dikkate alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +% 5' i ve -% 5' i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır. Söz konusu durum Şekil 3.12' de gösterilmiştir [65].



Şekil 3.12 : Kütle merkezinin yeri ve kaydırılmış kütle merkezinin konumları [65].

Yapının taşıyıcı sistem davranış katsayısı yapının sahip olduğu taşıyıcı sistem tipine göre Çizelge 3.8' den alınıp spektrum katsayısı ve deprem yükü hesabında kullanılacaktır [65].

Eğer ele alınan binada A2 türü düzensizlik ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmaması söz konusu ise, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin dikkate alınmasını sağlayacak yeterlikte bağımsız statik yer değiştirme bileşeni hesaplamalarda göz önünde bulundurulacaktır. Ek dış merkezlik etkisinin hesaplamalarda dikkate alınması amacıyla, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +% 5' i ve -% 5' i kadar Şekil 3.13' te görüldüğü gibi kaydırılacaktır [65].



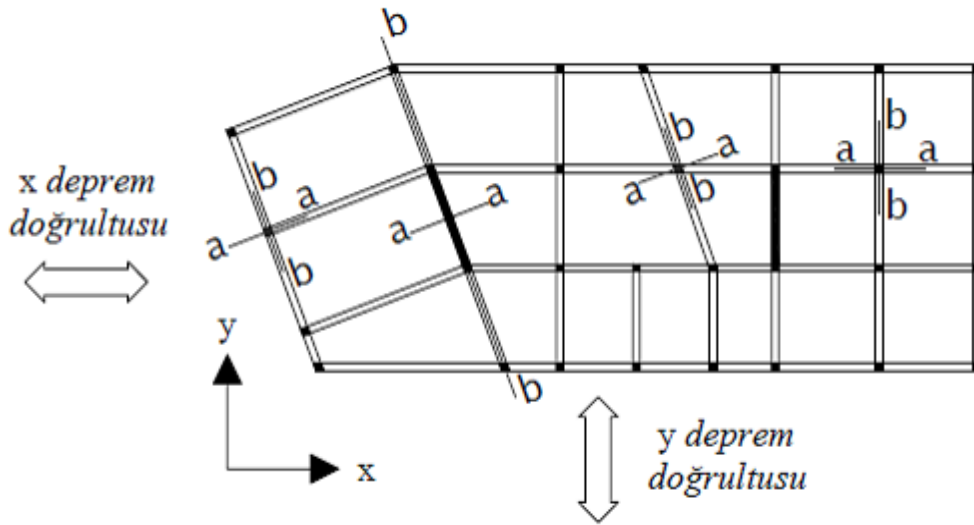
Şekil 3.13 : Planda düzensiz ve kat seviyesinde tek bir rijit diyaframa sahip olmayan yapıya deprem yüklerinin uygulanması [65].

Eğer ele alınan binada herhangi bir i ' inci katta A1 türü burulma düzensizliği söz konusu ise, $1,2 < \eta_{bi} \leq 2,0$ olmak şartıyla bu katta uygulanan $\pm\% 5$ ek dış merkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem (3.16)' da verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir [65].

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1,2} \right)^2 \quad (3.16)$$

Şekil 3.14' te verilen taşıyıcı sisteme ayrı ayrı etki ettirilen x ve y doğrultularındaki depremlerin ortak etkisi altında, taşıyıcı sistem elemanlarının a ve b asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler, en elverişsiz sonucu verecek şekilde Denklem (3.17) ile bulunacaktır [65].

$$\begin{aligned} B_a &= \pm B_{ax} \pm 0,30.B_{ay} \quad \text{veya} \quad B_a = \pm 0,30B_{ax} \pm B_{ay} \\ B_b &= \pm B_{bx} \pm 0,30.B_{by} \quad \text{veya} \quad B_b = \pm 0,30B_{bx} \pm B_{by} \end{aligned} \quad (3.17)$$



Şekil 3.14 : X ve Y doğrultusunda depremin ortak etkisi [65].

3.3 Etkin Görelî Kat Ötelemelerinin Hesaplanması ve Sınırlandırılması

Azaltılmış görelî kat ötelemesi, Δ_i , herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değıştirme farkını ifade etmektedir ve Denklem (3.18) ile hesaplanmaktadır [65].

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.18)$$

Denklem (3.18)' de yer alan d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i ' inci ve $(i-1)$ ' inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değıştirmeleri ifade etmektedir. Burada; bodrum katlar hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyodun, $0,1.N$ ' den daha büyük alınmaması şartı ve Denklem (3.3)' te tanımlanan minimum eşdeğer deprem yükü koşulu, d_i ' nin ve Δ_i ' nin hesabında göz önüne alınmayabilir [65].

Her bir deprem doğrultusu için, binanın i ' inci katındaki kolon veya perdeler için etkin görelî kat ötelemesi, δ_i , Denklem (3.19) ile belirlenmektedir [65].

$$\delta_i = R.\Delta_i \quad (3.19)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde, Denklem (3.19) ile hesaplanan δ_i etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$, Denklem (3.20)' de verilen koşulu sağlamalıdır [65].

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0,02 \quad (3.20)$$

Bu sınır, deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çelik çerçevelerle taşındığı tek katlı binalarda en çok % 50 arttırılabilmektedir [65].

Denklem (3.20)' de verilen koşulun binanın her hangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanması gerekir. Ancak verilen koşul sağlansa bile, cephe elemanları gibi yapısal olmayan gevrek elemanların etkin görelî kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanmalıdır [65].

4. ÖRNEK BETONARME BİNALAR

4.1 Binaların Tanıtımı

Çalışma kapsamında; taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan 6 katlı betonarme A Binası ve taşıyıcı sistemi perde çerçevelerden oluşan 12 katlı betonarme B Binası ele alınmıştır. A Binası, 1 bodrum kat, 1 zemin kat ve 4 normal kattan; B Binası ise 1 bodrum kat, 1 zemin kat ve 10 normal kattan oluşmaktadır. A Binası' nın mimari planı Şekil 4.1' de, B Binası' nın mimari planı ise şekil 4.2' de verilmiştir.

Binalarda tek doğrultuda simetri mevcuttur. Simetri eksenini binaların kısa doğrultularında olup mimari planlarda belirtilmiştir.

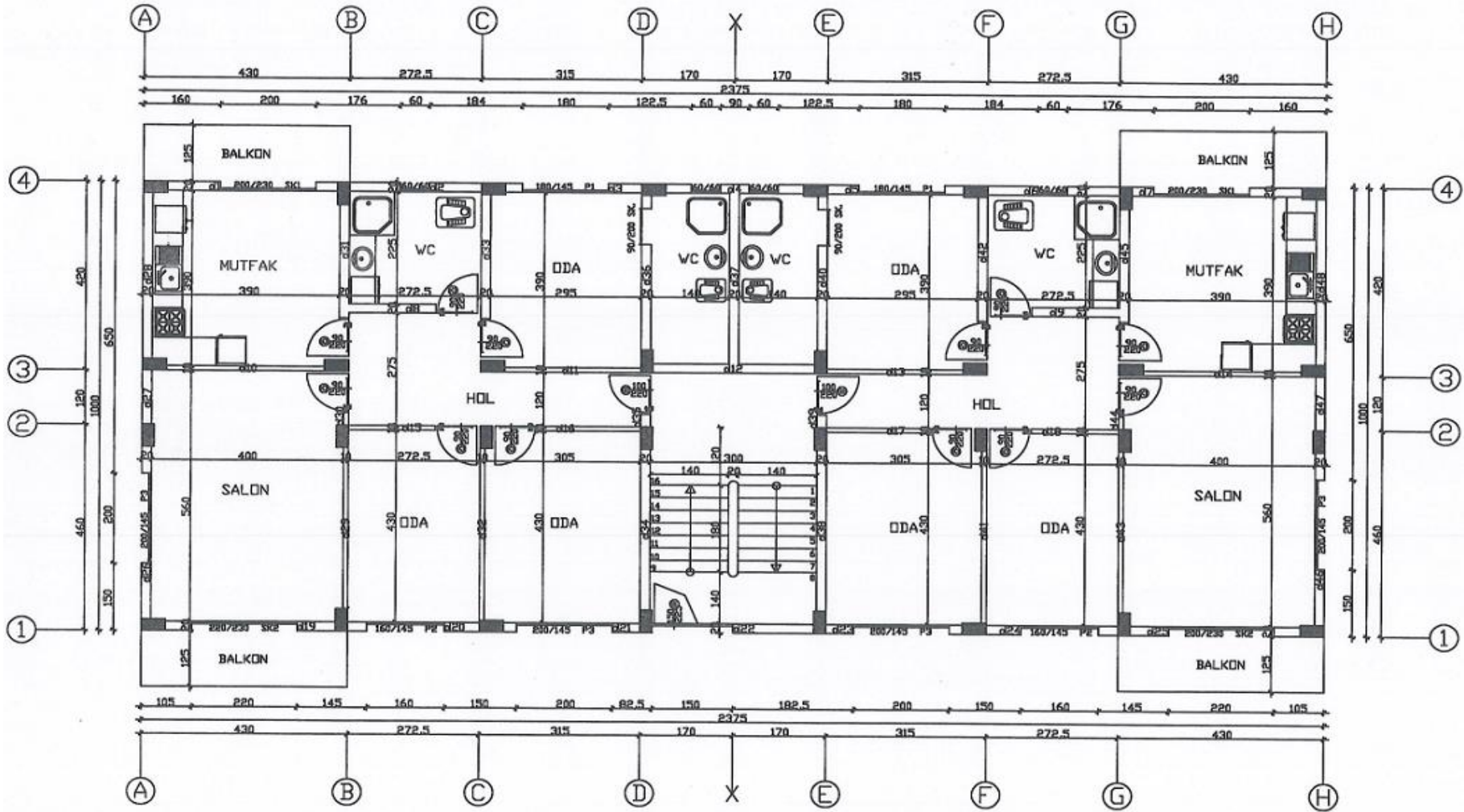
B Binası' nda asansör mevcuttur ve asansör çevresi perde ile çevrilidir. B Binası' nın ayrıca tüm cephe köşe kısımlarında perdeler bulunmaktadır. A Binası' nda asansör ve herhangi bir perde bulunmamaktadır.

Binalarda bodrum katlar mevcuttur. Söz konusu bodrum katlar rijit perde duvarlarla çevrilidir ve zemin kotu altında bulunmaktadır.

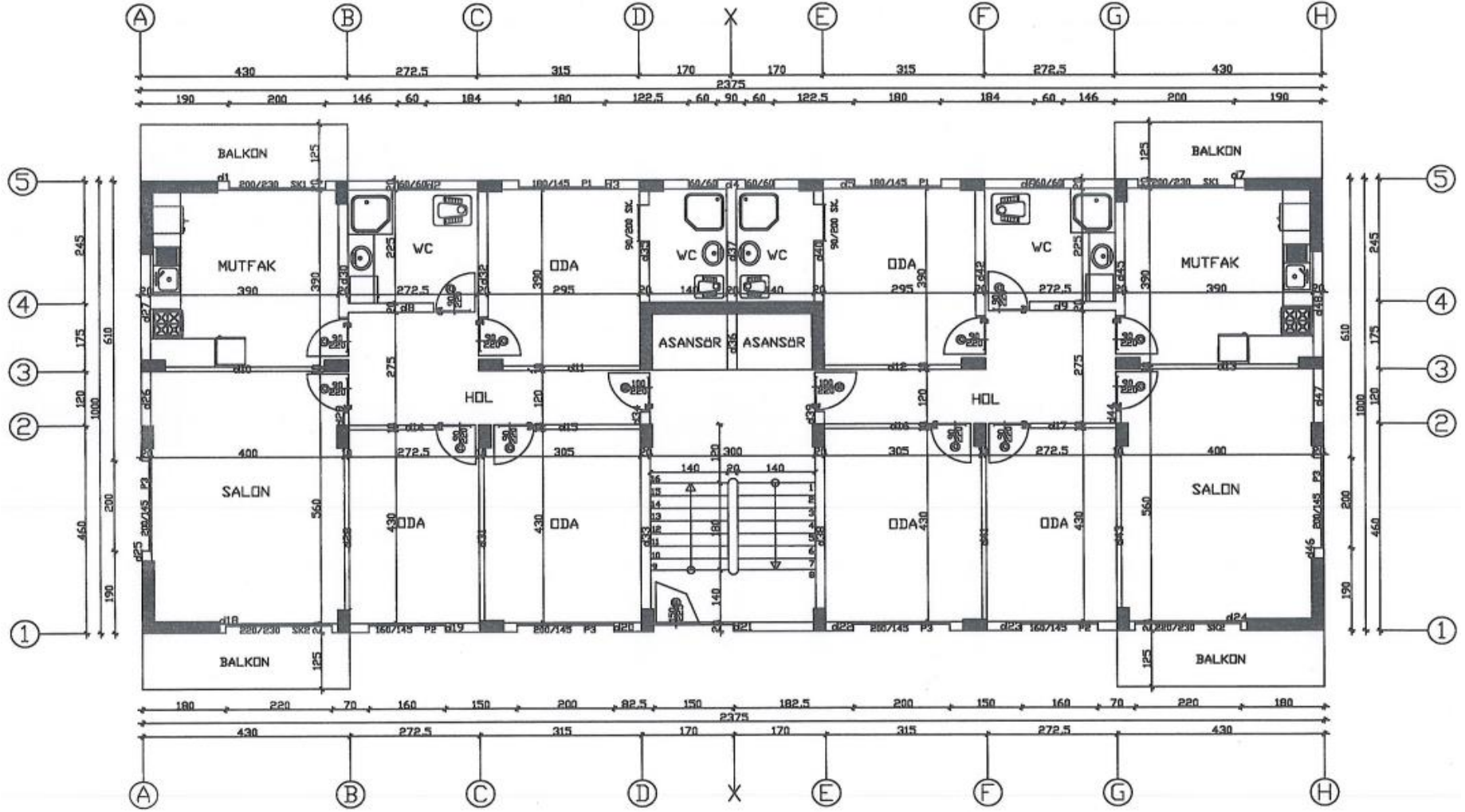
Binaların tüm kat yükseklikleri 3 m' dir. Binalar birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır ve üzerinde buldukları zemin Z1 yerel zemin sınıfındadır. Binalarda C30 sınıfı beton ve S420 sınıfı betonarme çeliği kullanılmıştır.

Binaların köşe cephelerinde aynı tip balkonlar yer almaktadır. Söz konusu balkonlar binalarda ağırlık etkisi olarak göz önünde bulundurulmuştur.

Binaların çatı katlarında tüm cepheler boyunca 1 m yüksekliğinde parapet duvarlar bulunmaktadır. Ayrıca çatı merdiven çıkışlarında 2 m yüksekliğinde merdiven kovaları mevcuttur. Söz konusu parapet duvarlar ve merdiven kovaları binalarda ağırlık etkisi olarak göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 4.1 : A Binası mimari planı.



Şekil 4.2 : B Binası mimari planı.

Binalar için oluşturulan kalıp planları ön boyutlandırmalar sonrası tasarlanmış olan taşıyıcı eleman kesitlerine göre çizilmiştir. Taşıyıcı elemanların ön boyutlandırmaları yönetmelik ve standartlar çerçevesinde yapılmıştır. Binaların taşıyıcı sistemlerinde yapı davranışını olumsuz yönde etkileyebilecek, hesap öncesi görülebilecek türden planda ve düşey düzlemde düzensizlik durumları mevcut değildir.

Binaların kalıp planlarının oluşturulması kapsamında kolon ve perdelerin doğrultusal konumlarının belirlenmesi işlemi mimari plana uygun olarak binaların her iki yöndeki atalet rijitliğini birbirine yakın tutmayı esas alacak şekilde yapılmıştır.

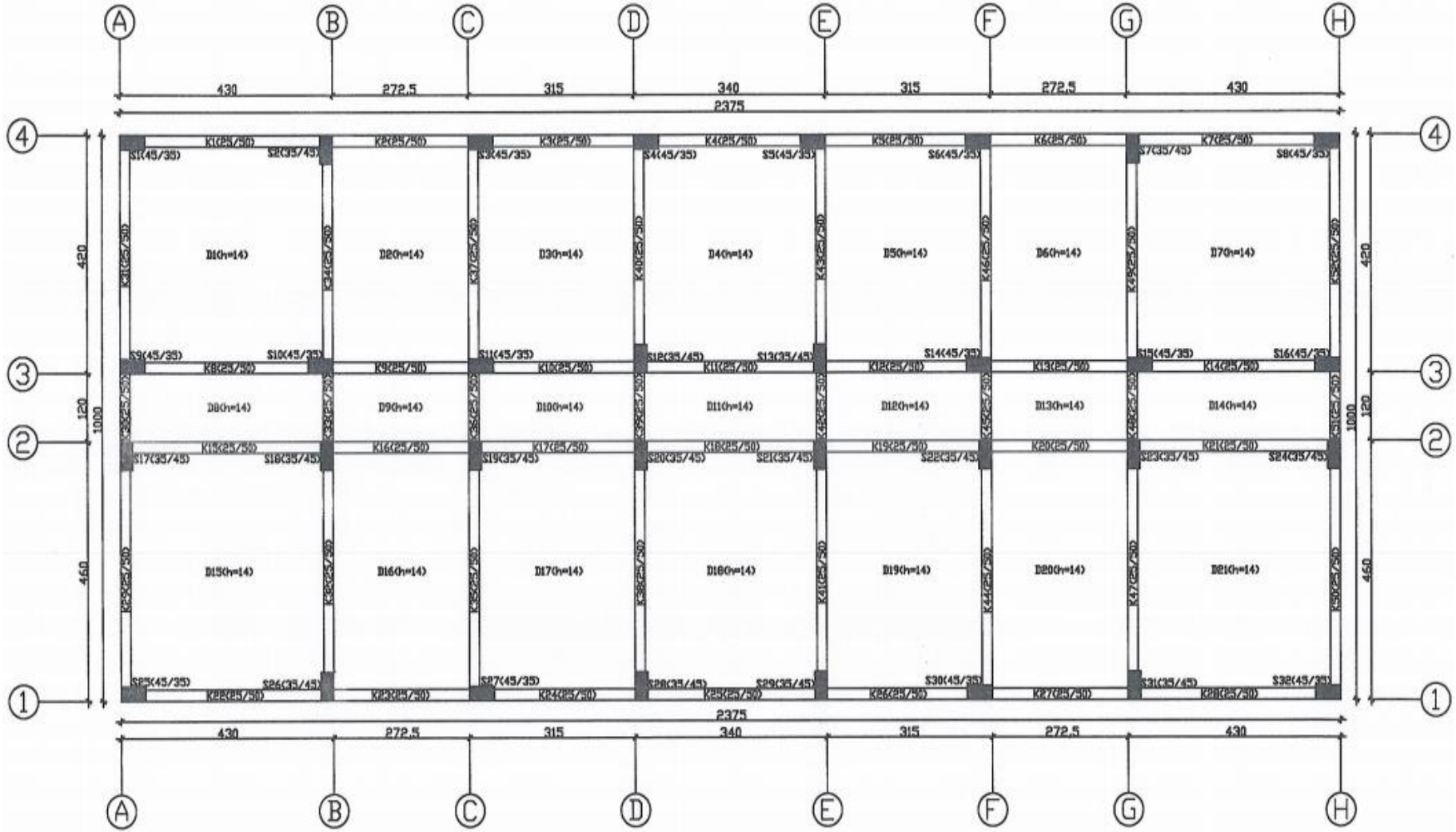
A Binası'nda kolonlar tüm yapı yüksekliği boyunca aynı kesitte devam etmekte iken B Binası'nın 5. normal katından itibaren kolonlar için kesit değişimi söz konusudur.

A Binası'nın ön boyutlandırılması sonrasında zemin ve 4 adet normal katına ait kalıp planı Şekil 4.3' te verilmiştir. B Binası'nın ön boyutlandırılması sonrasında zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katına ait kalıp planı Şekil 4.4' te ve 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katına ait kalıp planı da Şekil 4.5' te verilmiştir.

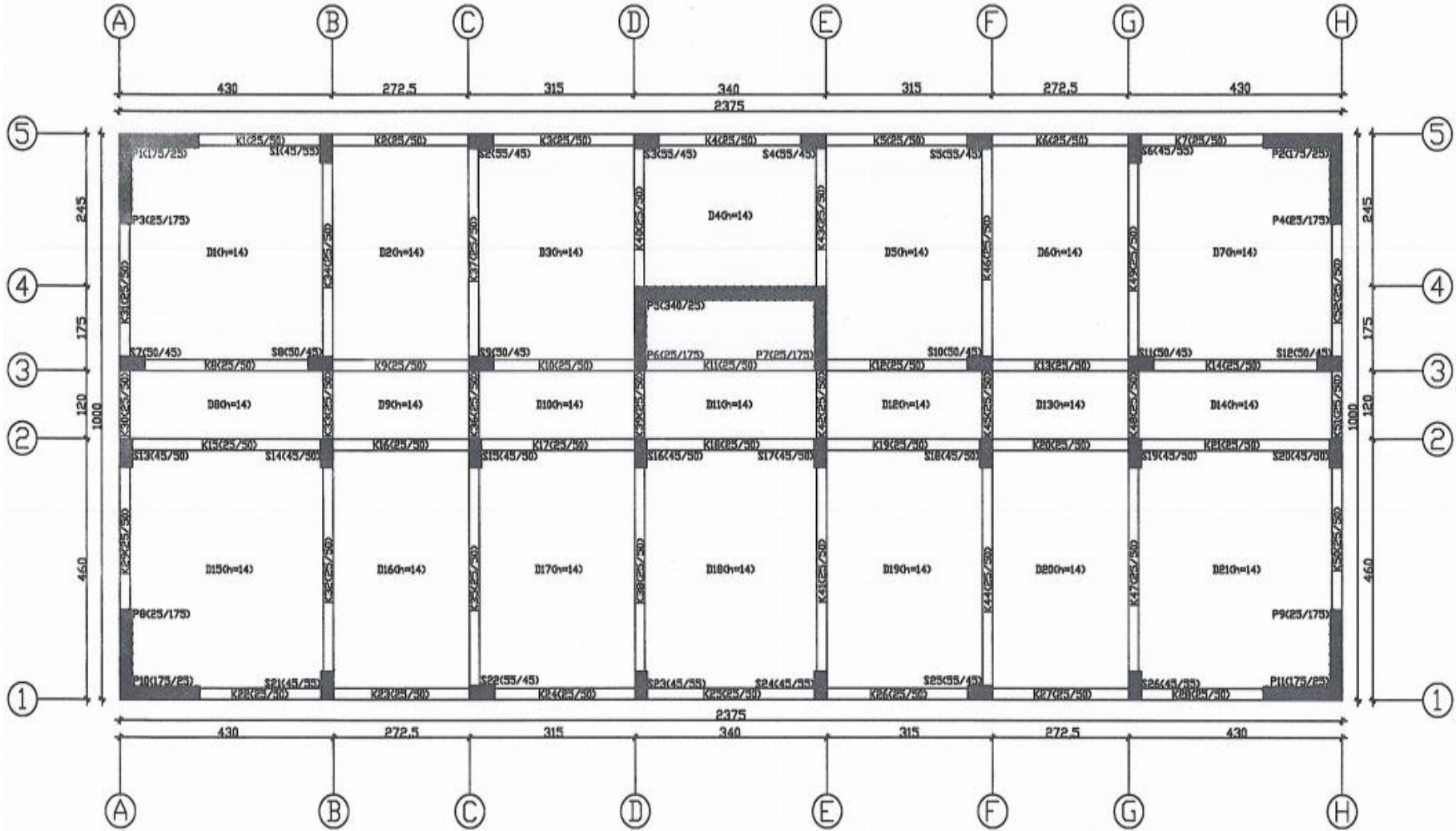
A Binası planda 32 adet kolon, 52 adet kiriş ve 21 adet döşemeye sahip iken; B Binası planda 26 adet kolon, 11 adet perde, 52 adet kiriş ve 21 adet döşemeye sahiptir.

Kolon kesiti açısından, A Binası'nda planda tek tip kolon mevcut iken; B Binası'nda iki tip kolon mevcuttur. Perde kesiti açısından, B Binası'nda planda iki tip perde mevcuttur. Her iki bina da planda tek tip kiriş ve döşemeye sahiptir.

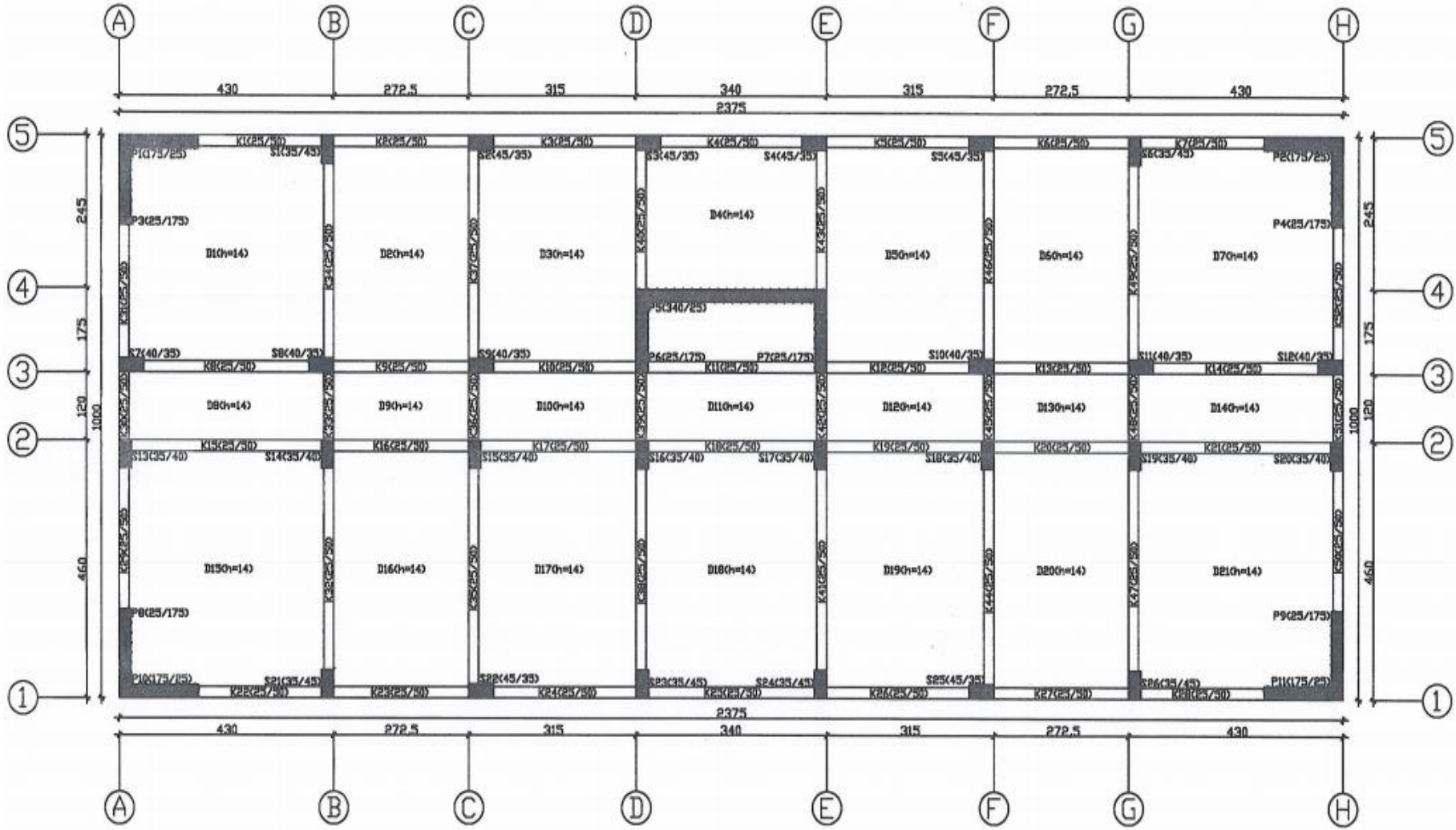
B Binası'nda, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak belirlenen kat ağırlıklarında farklılıklar mevcuttur. Bunun sebebi binanın 5. normal katından itibaren kolon kesitlerindeki değişimdir. Döşemelerin rijit diyafram davranış göstermesi kabulüne dayanarak kat ağırlıklarının döşeme hizasında toplanmış bir kütle olarak esas alınmasıyla beraber kolon kesit değişimi binanın 4. normal katında diğer katlara göre daha farklı bir ağırlık değeri oluşmasına sebep olmuştur.



Şekil 4.3 : A Binası zemin ve normal kat kalıp planı.



Şekil 4.4 : B Binası zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal kat kalıp planı.



Şekil 4.5 : B Binası 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal kat kalıp planı.

İnceleme konusu olan binalar dolgu duvarsız, tuğla dolgu duvarlı ve gazbeton dolgu duvarlı olarak modellenmiştir. Yapı modellerinde dolgu duvar kalınlıkları olarak 8,5 cm ve 13,5 cm değerleri kullanılmıştır. Tuğla birim hacim ağırlığı olarak 8 kN/m^3 ve gazbeton birim hacim ağırlığı olarak 4 kN/m^3 değerleri kullanılmıştır.

Analizleri yapılmış olan 6 katlı betonarme A Binası' na ait genel bilgiler Çizelge 4.1' de; 12 katlı betonarme B Binası' na ait genel bilgiler de Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : A Binası genel bilgileri.

A Binası				
Kat Adedi	Bodrum + Zemin + 4 Normal Kat			
Kullanım Amacı veya Türü	Konut			
Bina Önem Katsayısı (I)	1,0			
Yapı Süneklik Düzeyi	Yüksek			
Bina Taşıyıcı Sistem Sınıfı	Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar			
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	8			
Yerel Zemin Sınıfı	Z1			
Spektrum Karakteristik Periyotları (saniye)	$T_A = 0,10$	$T_B = 0,30$		
Deprem Bölgesi	1. Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40			
Malzeme	Beton Sınıfı: C30	Çelik Sınıfı: S420		
Beton Elastisite Modülü (MPa)	32000			
Tuğla Dolgu Duvar Elastisite Modülü (MPa)	3000			
Gazbeton Dolgu Duvar Elastisite Modülü (MPa)	1500			
Kat No	Kat Ağırlıkları (kN)			Kat Yükseklikleri (m)
	Dolgu Duvarsız	Tuğla Dolgu Duvarlı	Gazbeton Dolgu Duvarlı	
Zemin	2405	3310	3140	3
1	2405	3310	3140	3
2	2405	3310	3140	3
3	2405	3310	3140	3
4	2725	3275	3145	3
Σ	12345	16515	15705	15

Çizelge 4.2 : B Binası genel bilgileri.

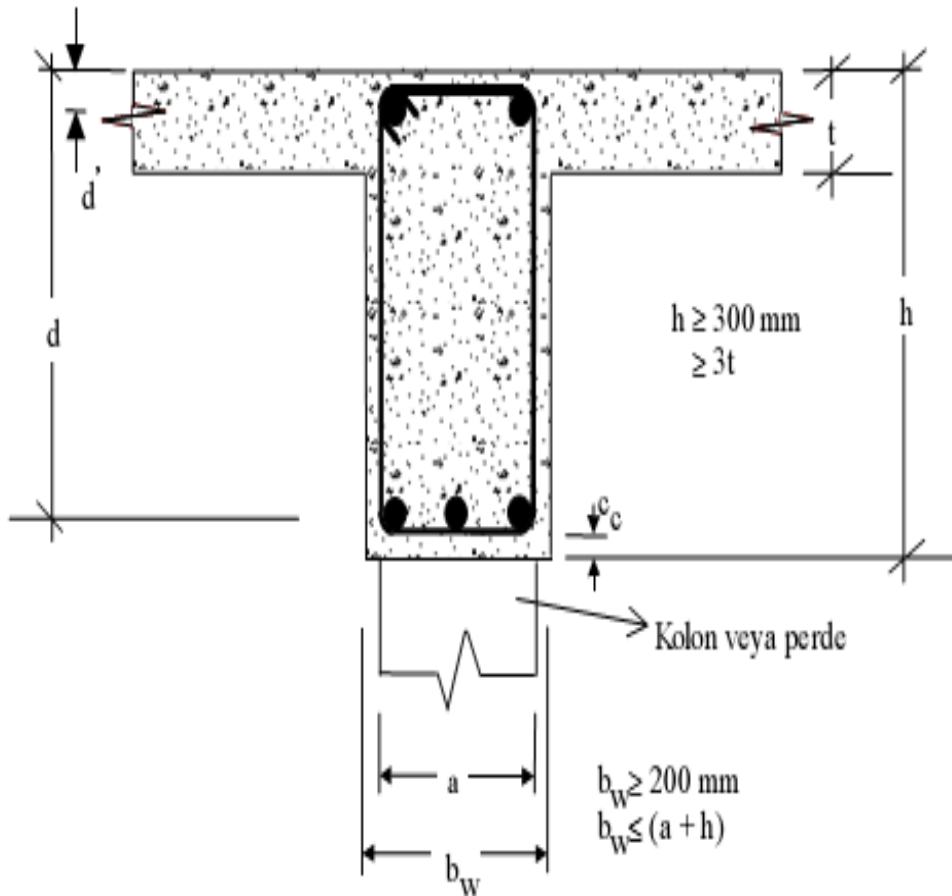
B Binası				
Kat Adedi	Bodrum + Zemin + 10 Normal Kat			
Kullanım Amacı veya Türü	Konut			
Bina Önem Katsayısı (I)	1,0			
Yapı Süneklik Düzeyi	Yüksek			
Bina Taşıyıcı Sistem Sınıfı	Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar			
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	7			
Yerel Zemin Sınıfı	Z1			
Spektrum Karakteristik Periyotları (saniye)	$T_A = 0,10$	$T_B = 0,30$		
Deprem Bölgesi	1. Derece Deprem Bölgesi			
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	0,40			
Malzeme	Beton Sınıfı: C30	Çelik Sınıfı: S420		
Beton Elastisite Modülü (MPa)	32000			
Tuğla Dolgu Duvar Elastisite Modülü (MPa)	3000			
Gazbeton Dolgu Duvar Elastisite Modülü (MPa)	1500			
Kat No	Kat Ağırlıkları (kN)			Kat Yükseklikleri (m)
	Dolgu Duvarsız	Tuğla Dolgu Duvarlı	Gazbeton Dolgu Duvarlı	
Zemin	2795	3645	3500	3
1	2795	3645	3500	3
2	2795	3645	3500	3
3	2795	3645	3500	3
4	2725	3580	3435	3
5	2655	3515	3370	3
6	2655	3515	3370	3
7	2655	3515	3370	3
8	2655	3515	3370	3
9	2655	3515	3370	3
10	2850	3375	3255	3
Σ	30030	39110	37540	33

4.2 Betonarme Taşıyıcı Elemanların Ön Boyutlandırılması

4.2.1 Kirişlerin ön boyutlandırılması

Kirişlerin genişliği DBYBHY 2007' ye göre en az 25 cm olmalıdır. Ayrıca TS 500' e göre sehim hesabı gerektirmeyen kriter esas alınarak kiriş yüksekliği açıklığının yaklaşık onda biri ile on iki de biri alınabilir. Mevcut bina içerisinde yer alan en uzun açıklıklı kirişin onda biri alınması uygundur.

Kiriş kesit boyutlarına dair kurallar TS 500 kapsamında ayrıntılı olarak verilmiştir. Söz konusu kurallara göre, kiriş toplam yüksekliği, 300 mm' den ve döşeme kalınlığının üç katından daha küçük olamaz. Kiriş gövde genişliği 200 mm' den az, kiriş toplam yüksekliği ile kolon genişliği toplamından fazla olamaz. Söz konusu kiriş kesit boyutları Şekil 4.6' daki gibi tanımlanmıştır [66].



Şekil 4.6 : Kiriş kesit boyutları [66].

Söz konusu esaslar doğrultusunda, çalışma kapsamındaki A Binası ve B Binası için belirlenen kiriş kesitleri tüm planda ve katlarda 25 cm / 50 cm olmuştur.

4.2.2. Döşemelerin ön boyutlandırılması

Döşeme kalınlıkları iki doğrultuda çalışan plak döşemeler için Denklem (4.1) ve Denklem (4.2)' ye göre; tek doğrultuda çalışan plak döşemeler için ise Denklem (4.2) ve Denklem (4.3)' e göre belirlenmiştir [66].

$$h \geq \left(\frac{l_{sn}}{15 + \frac{20}{m}} \right) \cdot \left(1 - \frac{\alpha_s}{4} \right) \quad (4.1)$$

$$h \geq 80mm \quad (4.2)$$

$$h \geq \frac{L_{sn}}{30} \quad (4.3)$$

Burada;

h: Döşeme kalınlığı

l_{sn} : Döşemenin kısa kenar doğrultusundaki serbest açıklığı

α_s : Döşeme sürekli kenar uzunlukları toplamının tüm döşeme kenar uzunlukları toplamına oranı

m: Döşeme uzun kenar uzunluğunun kısa kenar uzunluğuna oranı

L_{sn} : Döşemenin uzun kenar doğrultusundaki serbest açıklığı olarak tanımlanmıştır.

A Binası' nın her bir döşemesi için hesaplanan minimum kalınlıklar ve bu doğrultuda seçilen kalınlıklar Çizelge 4.3' te; B Binası' nın her bir döşemesi için hesaplanan minimum kalınlıklar ve bu doğrultuda seçilen kalınlıklar ise Çizelge 4.4' te verilmiştir. Her iki bina için yapılan döşeme kalınlıkları hesabına göre, plak döşemelerin kalınlıkları tüm planda ve katlarda 14 cm olarak belirlenmiştir. Plak döşemelerin kalınlıkları balkonlarda 15 cm olarak alınmıştır.

Çizelge 4.3 : A Binası için döşeme kalınlığının belirlenmesi.

Döşeme Adı	L_x	L_y	m	Plak Döşemenin Çalıştığı Doğrultu Sayısı	α_s	h_{min}	$h_{seçilen}$
	cm	cm	-		-	cm	cm
D1 ve D7	405,0	395	1,025	iki	0,753	8,702	14
D2 ve D6	297,5	405	1,361	iki	0,785	7,375	14
D3 ve D5	315,0	395	1,254	iki	0,778	7,548	14
D4	315,0	395	1,254	iki	0,778	7,548	14
D8 ve D14	405,0	145	2,793	bir	-	12,667	14
D9 ve D13	297,5	145	2,052	bir	-	9,083	14
D10 ve D12	315,0	145	2,172	bir	-	9,667	14
D11	315,0	145	2,172	bir	-	9,667	14
D15 ve D21	405,0	435	1,074	iki	0,741	9,208	14
D16 ve D20	297,5	435	1,462	iki	0,797	7,608	14
D17 ve D19	315,0	435	1,381	iki	0,790	7,894	14
D18	315,0	435	1,381	iki	0,790	7,894	14

Çizelge 4.4 : B Binası için döşeme kalınlığının belirlenmesi.

Döşeme Adı	L_x	L_y	m	Plak Döşemenin Çalıştığı Doğrultu Sayısı	α_s	h_{min}	$h_{seçilen}$
	cm	cm	-		-	cm	cm
D1 ve D7	405,0	395	1,025	iki	0,753	8,702	14
D2 ve D6	297,5	405	1,361	iki	0,785	7,375	14
D3 ve D5	315,0	395	1,254	iki	0,778	7,548	14
D4	315,0	245	1,286	iki	0,438	6,412	14
D8 ve D14	405,0	145	2,793	bir	-	12,667	14
D9 ve D13	297,5	145	2,052	bir	-	9,083	14
D10 ve D12	315,0	145	2,172	bir	-	9,667	14
D11	315,0	145	2,172	bir	-	9,667	14
D15 ve D21	405,0	435	1,074	iki	0,741	9,208	14
D16 ve D20	297,5	435	1,462	iki	0,797	7,608	14
D17 ve D19	315,0	435	1,381	iki	0,790	7,894	14
D18	315,0	435	1,381	iki	0,790	7,894	14

4.2.3. Kolonların ön boyutlandırılması

Kolonların boyutları DBYBHY 2007' ye göre genişliği 25 cm ve kesit alanı 750 cm², den az olmayacak şekilde seçilmektedir [65]. Bu doğrultuda seçilebilecek minimum kolon kesiti 25 cm / 30 cm olmaktadır.

Kolonların ön boyutlandırılması kolonların eksenel yüklerine göre yapılmaktadır. Kolon kesitlerinin belirlenmesi için, kolonların yük etki alanlarından hareket ederek taşımaları gereken normal kuvvetler bulunur. Söz konusu yük etki alanları; kolonların komşu kolonlarla birlikte ortalarından geçecek eksenlere göre planın bölündüğü her bir parçanın alanıdır. Yük etki alanları esas alınarak kolonlara döşemelerden sabit ve hareketli, kirişlerden sabit, duvarlardan sabit, kendisinden sabit ve üst kattan da sabit ve hareketli yük gelmektedir. Bu yükler kullanılarak tüm kolonlar için toplam sabit yük ve toplam hareketli yük değerleri elde edilir. Toplam sabit yük ve toplam hareketli yük değerleri kullanılarak TS 500' e göre ifade edilen hesap yükleri Denklem (4.4)' e göre belirlenir [66]. Sonrasında kolon kesit alanının belirlenmesi için DBYBHY 2007 tarafından aşağıdaki gibi ifade edilen Denklem (4.5) kullanılır [65].

$$N_d = 1,4.G + 1,6.Q \quad (4.4)$$

$$A_c = N_d / (0,5.f_{ck}) \quad (4.5)$$

Ayrıca deprem bölgeleri için DBYBHY 2007' ye göre kuşatılmış kolon, güçlü kolon tahkiklerinin de yapılabilmesi için yaklaşık hesaplama sonucu Denklem (4.4) ile elde edilen kesit alanlarının % 30 artırılması önerilmektedir [65]. % 30 arttırılmış kesit alanlarına göre kolonlar, her bir kolon boyutu 5 cm' nin katı olacak şekilde boyutlandırılırlar. Deprem etkilerinin karşılanmasında kolon kesitlerinde aşırı ekonomiye kaçınılmaması uygundur.

A Binası' nın kolonları için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri Çizelge 4.5' te verilmiştir.

Çizelge 4.5 : A Binası' nın kolonları için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _d =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _d /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	q							
		kN	kN	kN	kN	kN	kN							
S1 ve S8	4	35,95	21,67	9,00	17,36	10	0,00	0,00	72,31	21,67	135,9060	90,6040	117,7852	45/35
	3	34,59	21,67	9,00	46,50	10	72,31	21,67	172,40	43,34	310,7040	207,1360	269,2768	
	2	34,59	21,67	9,00	46,50	10	172,40	43,34	272,49	65,01	485,5020	323,6680	420,7684	
	1	34,59	21,67	9,00	46,50	10	272,49	65,01	372,58	86,68	660,3000	440,2000	572,2600	
	Zemin	34,59	21,67	9,00	46,50	10	372,58	86,68	472,67	108,35	835,0980	556,7320	723,7516	
	Bodrum	34,59	21,67	9,00	46,50	10	472,67	108,40	572,76	130,07	1009,9760	673,3173	875,3125	
S2 ve S7	4	51,81	27,54	12,35	15,25	10	0,00	0,00	89,41	27,54	169,2380	112,8253	146,6729	35/45
	3	49,45	37,95	12,35	62,11	10	89,41	27,54	223,32	65,49	417,4320	278,2880	361,7744	
	2	49,45	37,95	12,35	62,11	10	223,32	65,49	357,23	103,44	665,6260	443,7507	576,8759	
	1	49,45	37,95	12,35	62,11	10	357,23	103,44	491,14	141,39	913,8200	609,2133	791,9773	
	Zemin	49,45	37,95	12,35	62,11	10	491,14	141,39	625,05	179,34	1162,0140	774,6760	1007,0788	
	Bodrum	49,45	37,95	12,35	62,11	10	625,05	179,34	758,96	217,29	1410,2080	940,1387	1222,1803	
S3 ve S6	4	32,66	12,10	11,33	13,29	10	0,00	0,00	67,28	12,10	113,5520	75,7013	98,4117	45/35
	3	30,61	21,17	11,33	56,87	10	67,28	12,10	176,09	33,27	299,7580	199,8387	259,7903	
	2	30,61	21,17	11,33	56,87	10	176,09	33,27	284,90	54,44	485,9640	323,9760	421,1688	
	1	30,61	21,17	11,33	56,87	10	284,90	54,44	393,71	75,61	672,1700	448,1133	582,5473	
	Zemin	30,61	21,17	11,33	56,87	10	393,71	75,61	502,52	96,78	858,3760	572,2507	743,9259	
	Bodrum	30,61	21,17	11,33	56,87	10	502,52	96,78	611,33	117,95	1044,5820	696,3880	905,3044	
S4 ve S5	4	33,59	12,44	11,53	13,67	10	0,00	0,00	68,79	12,44	116,2100	77,4733	100,7153	45/35
	3	31,48	21,77	11,53	57,89	10	68,79	12,44	179,69	34,21	306,3020	204,2013	265,4617	
	2	31,48	21,77	11,53	57,89	10	179,69	34,21	290,59	55,98	496,3940	330,9293	430,2081	
	1	31,48	21,77	11,53	57,89	10	290,59	55,98	401,49	77,75	686,4860	457,6573	594,9545	
	Zemin	31,48	21,77	11,53	57,89	10	401,49	77,75	512,39	99,52	876,5780	584,3853	759,7009	
	Bodrum	31,48	21,77	11,53	57,89	10	512,39	99,52	623,29	121,29	1066,6700	711,1133	924,4473	

Çizelge 4.5 (Devam) : A Binası' nın kolonları için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _a =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _a /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S9 ve S16	4	29,52	10,94	10,63	11,72	10	0,00	0,00	61,87	10,94	104,1220	69,4147	90,2391	45/35
	3	27,67	10,94	10,63	48,13	10	61,87	10,94	158,30	21,88	256,6280	171,0853	222,4109	
	2	27,67	10,94	10,63	48,13	10	158,30	21,88	254,73	32,82	409,1340	272,7560	354,5828	
	1	27,67	10,94	10,63	48,13	10	254,73	32,82	351,16	43,76	561,6400	374,4267	486,7547	
	Zemin	27,67	10,94	10,63	48,13	10	351,16	43,76	447,59	54,70	714,1460	476,0973	618,9265	
	Bodrum	27,67	10,94	10,63	48,13	10	447,59	54,70	544,02	65,64	866,6520	577,7680	751,0984	
S10 ve S15	4	51,21	18,97	13,98	0,00	10	0,00	0,00	75,19	18,97	135,6180	90,4120	117,5356	45/35
	3	47,99	33,19	13,98	44,00	10	75,19	18,97	191,16	52,16	351,0800	234,0533	304,2693	
	2	47,99	33,19	13,98	44,00	10	191,16	52,16	307,13	85,35	566,5420	377,6947	491,0031	
	1	47,99	33,19	13,98	44,00	10	307,13	85,35	423,10	118,54	782,0040	521,3360	677,7368	
	Zemin	47,99	33,19	13,98	44,00	10	423,10	118,54	539,07	151,73	997,4660	664,9773	864,4705	
	Bodrum	47,99	33,19	13,98	44,00	10	539,07	151,73	655,04	184,92	1212,9280	808,6187	1051,2043	
S11 ve S14	4	44,65	16,54	12,97	0,00	10	0,00	0,00	67,62	16,54	121,1320	80,7547	104,9811	45/35
	3	41,84	28,94	12,97	34,30	10	67,62	16,54	166,73	45,48	306,1900	204,1267	265,3647	
	2	41,84	28,94	12,97	34,30	10	166,73	45,48	265,84	74,42	491,2480	327,4987	425,7483	
	1	41,84	28,94	12,97	34,30	10	265,84	74,42	364,95	103,36	676,3060	450,8707	586,1319	
	Zemin	41,84	28,94	12,97	34,30	10	364,95	103,36	464,06	132,30	861,3640	574,2427	746,5155	
	Bodrum	41,84	28,94	12,97	34,30	10	464,06	132,30	563,17	161,24	1046,4220	697,6147	906,8991	
S12 ve S13	4	45,93	17,01	13,16	0,00	10	0,00	0,00	69,09	17,01	123,9420	82,6280	107,4164	35/45
	3	43,04	29,77	13,16	59,06	10	69,09	17,01	194,35	46,78	346,9380	231,2920	300,6796	
	2	43,04	29,77	13,16	59,06	10	194,35	46,78	319,61	76,55	569,9340	379,9560	493,9428	
	1	43,04	29,77	13,16	59,06	10	319,61	76,55	444,87	106,32	792,9300	528,6200	687,2060	
	Zemin	43,04	29,77	13,16	59,06	10	444,87	106,32	570,13	136,09	1015,9260	677,2840	880,4692	
	Bodrum	43,04	29,77	13,16	59,06	10	570,13	136,09	695,39	165,86	1238,9220	825,9480	1073,7324	

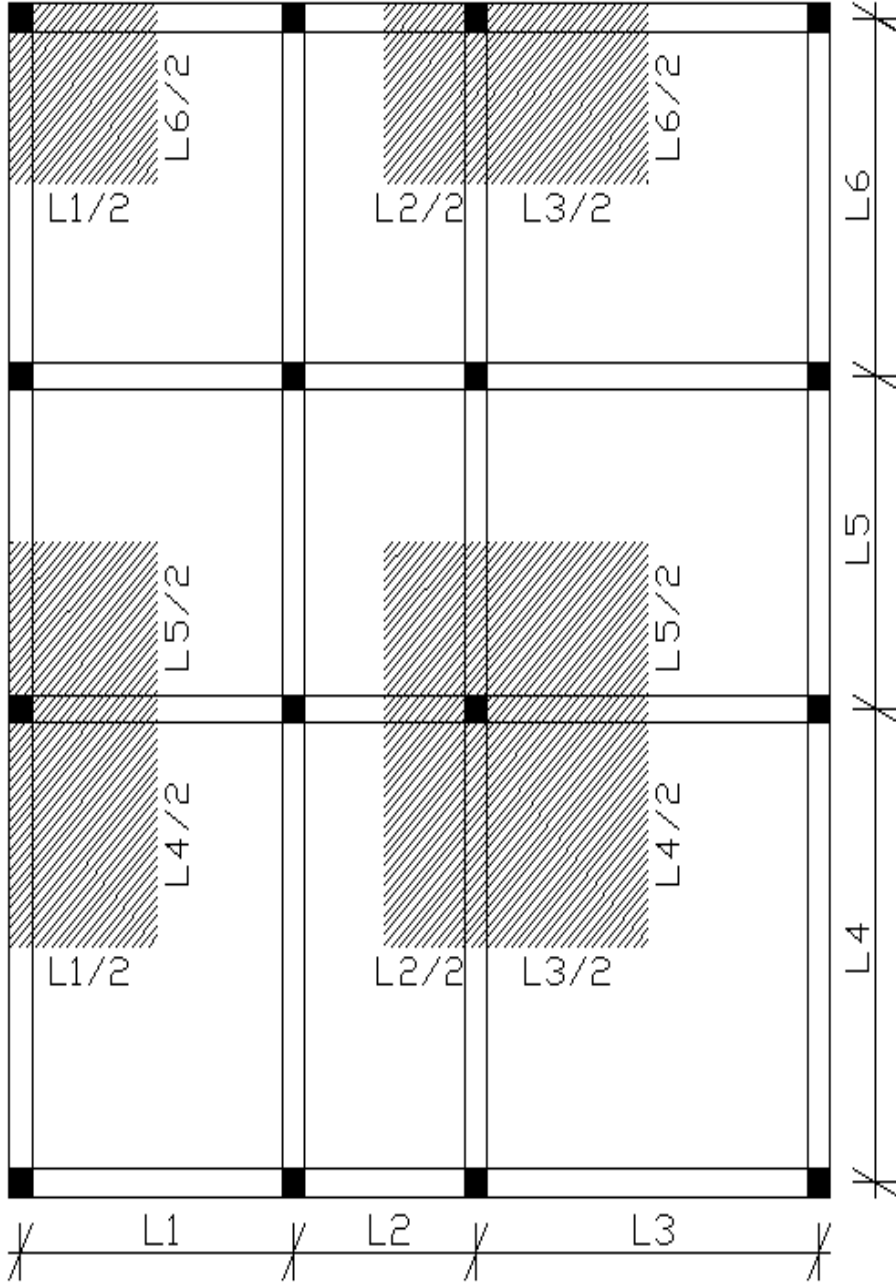
Çizelge 4.5 (Devam) : A Binası' nın kolonları için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Düşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _a =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _a /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S17 ve S24	4	31,71	11,75	11,08	12,59	10	0,00	0,00	65,38	11,75	110,3320	73,5547	95,6211	35/45
	3	29,71	11,75	11,08	33,71	10	65,38	11,75	149,88	23,50	247,4320	164,9547	214,4411	
	2	29,71	11,75	11,08	33,71	10	149,88	23,50	234,38	35,25	384,5320	256,3547	333,2611	
	1	29,71	11,75	11,08	33,71	10	234,38	35,25	318,88	47,00	521,6320	347,7547	452,0811	
	Zemin	29,71	11,75	11,08	33,71	10	318,88	47,00	403,38	58,75	658,7320	439,1547	570,9011	
	Bodrum	29,71	11,75	11,08	33,71	10	403,38	58,75	487,88	70,50	795,8320	530,5547	689,7211	
S18 ve S23	4	55,01	20,37	14,43	0,00	10	0,00	0,00	79,44	20,37	143,8080	95,8720	124,6336	35/45
	3	51,54	20,37	14,43	36,28	10	79,44	20,37	191,69	40,74	333,5500	222,3667	289,0767	
	2	51,54	20,37	14,43	36,28	10	191,69	40,74	303,94	61,11	523,2920	348,8613	453,5197	
	1	51,54	20,37	14,43	36,28	10	303,94	61,11	416,19	81,48	713,0340	475,3560	617,9628	
	Zemin	51,54	20,37	14,43	36,28	10	416,19	81,48	528,44	101,85	902,7760	601,8507	782,4059	
	Bodrum	51,54	20,37	14,43	36,28	10	528,44	101,85	640,69	122,22	1092,5180	728,3453	946,8489	
S19 ve S22	4	47,96	17,76	13,42	0,00	10	0,00	0,00	71,38	17,76	128,3480	85,5653	111,2349	35/45
	3	44,94	17,76	13,42	43,28	10	71,38	17,76	183,02	35,52	313,0600	208,7067	271,3187	
	2	44,94	17,76	13,42	43,28	10	183,02	35,52	294,66	53,28	497,7720	331,8480	431,4024	
	1	44,94	17,76	13,42	43,28	10	294,66	53,28	406,30	71,04	682,4840	454,9893	591,4861	
	Zemin	44,94	17,76	13,42	43,28	10	406,30	71,04	517,94	88,80	867,1960	578,1307	751,5699	
	Bodrum	44,94	17,76	13,42	43,28	10	517,94	88,80	629,58	106,56	1051,9080	701,2720	911,6536	
S20 ve S21	4	49,33	18,27	20,55	32,55	10	0,00	0,00	112,43	18,27	186,6340	124,4227	161,7495	35/45
	3	46,22	18,27	20,55	44,26	10	112,43	18,27	233,46	36,54	385,3080	256,8720	333,9336	
	2	46,22	18,27	20,55	44,26	10	233,46	36,54	354,49	54,81	583,9820	389,3213	506,1177	
	1	46,22	18,27	20,55	44,26	10	354,49	54,81	475,52	73,08	782,6560	521,7707	678,3019	
	Zemin	46,22	18,27	20,55	44,26	10	475,52	73,08	596,55	91,35	981,3300	654,2200	850,4860	
	Bodrum	46,22	18,27	20,55	44,26	10	596,55	91,35	717,58	109,62	1180,0040	786,6693	1022,6701	

Çizelge 4.5 (Devam) : A Binası' nın kolonları için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _a =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _a /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S25 ve S32	4	38,13	22,48	9,45	18,23	10	0,00	0,00	75,81	22,48	142,1020	94,7347	123,1551	45/35
	3	36,64	22,48	9,45	38,33	10	75,81	22,48	170,23	44,96	310,2580	206,8387	268,8903	
	2	36,64	22,48	9,45	38,33	10	170,23	44,96	264,65	67,44	478,4140	318,9427	414,6255	
	1	36,64	22,48	9,45	38,33	10	264,65	67,44	359,07	89,92	646,5700	431,0467	560,3607	
	Zemin	36,64	22,48	9,45	38,33	10	359,07	89,92	453,49	112,40	814,7260	543,1507	706,0959	
	Bodrum	36,64	22,48	9,45	38,33	10	453,49	112,40	547,91	134,88	982,8820	655,2547	851,8311	
S26 ve S31	4	55,60	28,95	12,80	15,25	10	0,00	0,00	93,65	28,95	177,4300	118,2867	153,7727	35/45
	3	53,01	28,95	12,80	58,81	10	93,65	28,95	228,27	57,90	412,2180	274,8120	357,2556	
	2	53,01	28,95	12,80	58,81	10	228,27	57,90	362,89	86,85	647,0060	431,3373	560,7385	
	1	53,01	28,95	12,80	58,81	10	362,89	86,85	497,51	115,80	881,7940	587,8627	764,2215	
	Zemin	53,01	28,95	12,80	58,81	10	497,51	115,80	632,13	144,75	1116,5820	744,3880	967,7044	
	Bodrum	53,01	28,95	12,80	58,81	10	632,13	144,75	766,75	173,70	1351,3700	900,9133	1171,1873	
S27 ve S30	4	35,97	13,32	11,78	13,29	10	0,00	0,00	71,04	13,32	120,7680	80,5120	104,6656	45/35
	3	33,70	13,32	11,78	53,58	10	71,04	13,32	180,10	26,64	294,7640	196,5093	255,4621	
	2	33,70	13,32	11,78	53,58	10	180,10	26,64	289,16	39,96	468,7600	312,5067	406,2587	
	1	33,70	13,32	11,78	53,58	10	289,16	39,96	398,22	53,28	642,7560	428,5040	557,0552	
	Zemin	33,70	13,32	11,78	53,58	10	398,22	53,28	507,28	66,60	816,7520	544,5013	707,8517	
	Bodrum	33,70	13,32	11,78	53,58	10	507,28	66,60	616,34	79,92	990,7480	660,4987	858,6483	
S28 ve S29	4	37,00	13,70	11,98	39,84	10	0,00	0,00	98,82	13,70	160,2680	106,8453	138,8989	35/45
	3	34,67	23,98	11,98	60,04	10	98,82	13,70	215,51	37,68	362,0020	241,3347	313,7351	
	2	34,67	23,98	11,98	60,04	10	215,51	37,68	332,20	61,66	563,7360	375,8240	488,5712	
	1	34,67	23,98	11,98	60,04	10	332,20	61,66	448,89	85,64	765,4700	510,3133	663,4073	
	Zemin	34,67	23,98	11,98	60,04	10	448,89	85,64	565,58	109,62	967,2040	644,8027	838,2435	
	Bodrum	34,67	23,98	11,98	60,04	10	565,58	109,62	682,27	133,60	1168,9380	779,2920	1013,0796	

Kolonların ön boyutlandırılması işlemlerinde yük etki alanlarının belirlenmesi Şekil 4.7’ de örneklendirilmiştir. Örnek olarak ele alınan planda çeşitli kolonların yük etki alanları kenar uzunluklarıyla beraber taralı olarak ifade edilmiştir.



Şekil 4.7 : Kolonların ön boyutlandırılması işlemlerinde yük etki alanlarının belirlenmesi.

B Binası’ nın bodrum, zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri Çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6 : B Binası' nın bodrum, zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _d =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _d /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S1 ve S6	4	49,45	37,95	12,35	62,11	10	758,96	217,29	892,87	255,24	1658,4020	1105,6013	1437,2817	45/55
	3	49,45	37,95	12,35	62,11	10	892,87	255,24	1026,78	293,19	1906,5960	1271,0640	1652,3832	
	2	49,45	37,95	12,35	62,11	10	1026,78	293,19	1160,69	331,14	2154,7900	1436,5267	1867,4847	
	1	49,45	37,95	12,35	62,11	10	1160,69	331,14	1294,60	369,09	2402,9840	1601,9893	2082,5861	
	Zemin	49,45	37,95	12,35	62,11	10	1294,60	369,09	1428,51	407,04	2651,1780	1767,4520	2297,6876	
	Bodrum	49,45	37,95	12,35	62,11	10	1428,51	407,04	1562,42	444,99	2899,3720	1932,9147	2512,7891	
S2 ve S5	4	30,61	21,17	11,33	56,87	10	611,33	117,95	720,14	139,12	1230,7880	820,5253	1066,6829	55/45
	3	30,61	21,17	11,33	56,87	10	720,14	139,12	828,95	160,29	1416,9940	944,6627	1228,0615	
	2	30,61	21,17	11,33	56,87	10	828,95	160,29	937,76	181,46	1603,2000	1068,8000	1389,4400	
	1	30,61	21,17	11,33	56,87	10	937,76	181,46	1046,57	202,63	1789,4060	1192,9373	1550,8185	
	Zemin	30,61	21,17	11,33	56,87	10	1046,57	202,63	1155,38	223,80	1975,6120	1317,0747	1712,1971	
	Bodrum	30,61	21,17	11,33	56,87	10	1155,38	223,80	1264,19	244,97	2161,8180	1441,2120	1873,5756	
S3 ve S4	4	31,48	21,77	11,53	57,89	10	623,29	121,29	734,19	143,06	1256,7620	837,8413	1089,1937	55/45
	3	31,48	21,77	11,53	57,89	10	734,19	143,06	845,09	164,83	1446,8540	964,5693	1253,9401	
	2	31,48	21,77	11,53	57,89	10	845,09	164,83	955,99	186,60	1636,9460	1091,2973	1418,6865	
	1	31,48	21,77	11,53	57,89	10	955,99	186,60	1066,89	208,37	1827,0380	1218,0253	1583,4329	
	Zemin	31,48	21,77	11,53	57,89	10	1066,89	208,37	1177,79	230,14	2017,1300	1344,7533	1748,1793	
	Bodrum	31,48	21,77	11,53	57,89	10	1177,79	230,14	1288,69	251,91	2207,2220	1471,4813	1912,9257	
S7 ve S12	4	27,67	10,94	10,63	48,13	10	544,02	65,64	640,45	76,58	1019,1580	679,4387	883,2703	50/45
	3	27,67	10,94	10,63	48,13	10	640,45	76,58	736,88	87,52	1171,6640	781,1093	1015,4421	
	2	27,67	10,94	10,63	48,13	10	736,88	87,52	833,31	98,46	1324,1700	882,7800	1147,6140	
	1	27,67	10,94	10,63	48,13	10	833,31	98,46	929,74	109,40	1476,6760	984,4507	1279,7859	
	Zemin	27,67	10,94	10,63	48,13	10	929,74	109,40	1026,17	120,34	1629,1820	1086,1213	1411,9577	
	Bodrum	27,67	10,94	10,63	48,13	10	1026,17	120,34	1122,60	131,28	1781,6880	1187,7920	1544,1296	

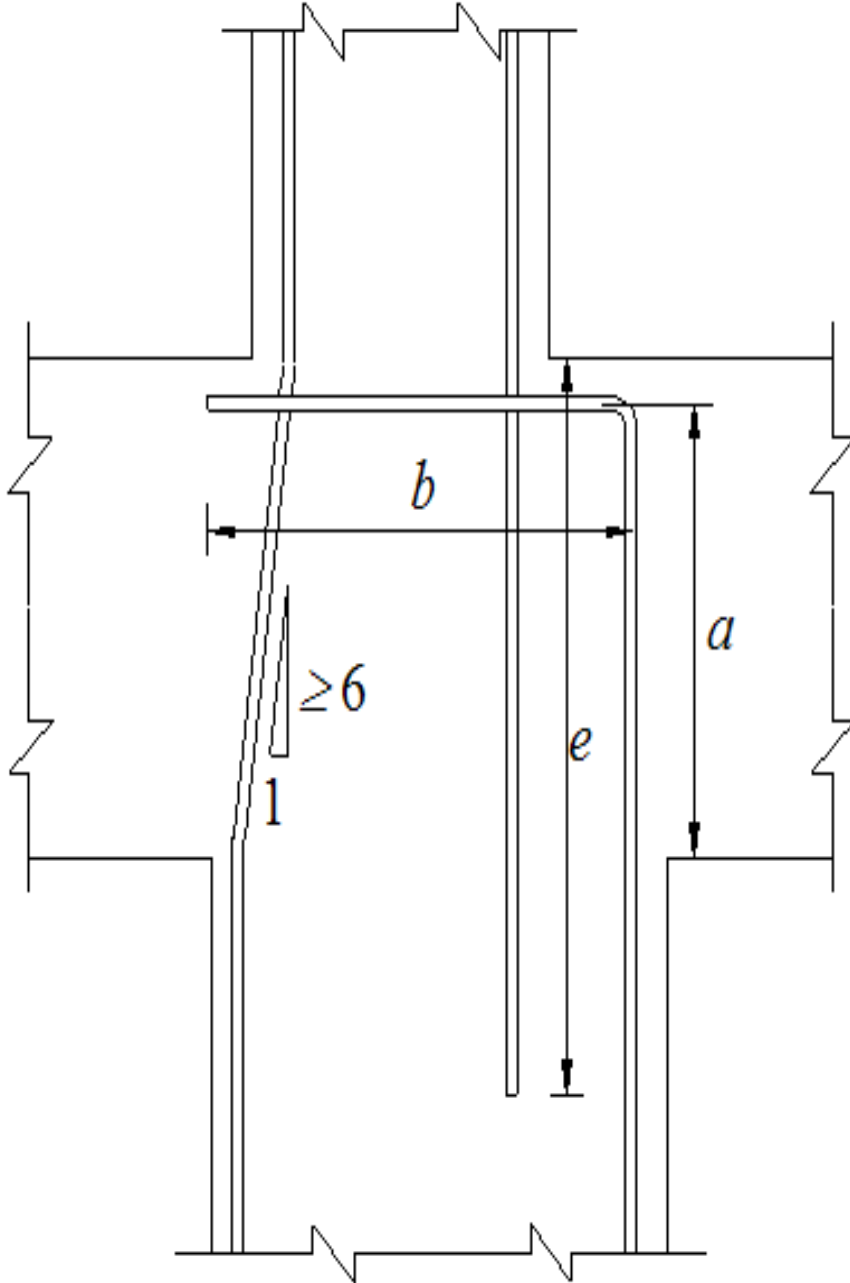
Çizelge 4.6 (Devam) : B Binası' nın bodrum, zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _d =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _d /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S8 ve S11	4	47,99	33,19	13,98	44,00	10	655,04	184,92	771,01	218,11	1428,3900	952,2600	1237,9380	50/45
	3	47,99	33,19	13,98	44,00	10	771,01	218,11	886,98	251,30	1643,8520	1095,9013	1424,6717	
	2	47,99	33,19	13,98	44,00	10	886,98	251,30	1002,95	284,49	1859,3140	1239,5427	1611,4055	
	1	47,99	33,19	13,98	44,00	10	1002,95	284,49	1118,92	317,68	2074,7760	1383,1840	1798,1392	
	Zemin	47,99	33,19	13,98	44,00	10	1118,92	317,68	1234,89	350,87	2290,2380	1526,8253	1984,8729	
	Bodrum	47,99	33,19	13,98	44,00	10	1234,89	350,87	1350,86	384,06	2505,7000	1670,4667	2171,6067	
S9 ve S10	4	41,84	28,94	12,97	34,30	10	563,17	161,24	662,28	190,18	1231,4800	820,9867	1067,2827	50/45
	3	41,84	28,94	12,97	34,30	10	662,28	190,18	761,39	219,12	1416,5380	944,3587	1227,6663	
	2	41,84	28,94	12,97	34,30	10	761,39	219,12	860,50	248,06	1601,5960	1067,7307	1388,0499	
	1	41,84	28,94	12,97	34,30	10	860,50	248,06	959,61	277,00	1786,6540	1191,1027	1548,4335	
	Zemin	41,84	28,94	12,97	34,30	10	959,61	277,00	1058,72	305,94	1971,7120	1314,4747	1708,8171	
	Bodrum	41,84	28,94	12,97	34,30	10	1058,72	305,94	1157,83	334,88	2156,7700	1437,8467	1869,2007	
S13 ve S20	4	29,71	11,75	11,08	33,71	10	487,88	70,50	572,38	82,25	932,9320	621,9547	808,5411	45/50
	3	29,71	11,75	11,08	33,71	10	572,38	82,25	656,88	94,00	1070,0320	713,3547	927,3611	
	2	29,71	11,75	11,08	33,71	10	656,88	94,00	741,38	105,75	1207,1320	804,7547	1046,1811	
	1	29,71	11,75	11,08	33,71	10	741,38	105,75	825,88	117,50	1344,2320	896,1547	1165,0011	
	Zemin	29,71	11,75	11,08	33,71	10	825,88	117,50	910,38	129,25	1481,3320	987,5547	1283,8211	
	Bodrum	29,71	11,75	11,08	33,71	10	910,38	129,25	994,88	141,00	1618,4320	1078,9547	1402,6411	
S14 ve S19	4	51,54	20,37	14,43	36,28	10	640,69	122,22	752,94	142,59	1282,2600	854,8400	1111,2920	45/50
	3	51,54	20,37	14,43	36,28	10	752,94	142,59	865,19	162,96	1472,0020	981,3347	1275,7351	
	2	51,54	20,37	14,43	36,28	10	865,19	162,96	977,44	183,33	1661,7440	1107,8293	1440,1781	
	1	51,54	20,37	14,43	36,28	10	977,44	183,33	1089,69	203,70	1851,4860	1234,3240	1604,6212	
	Zemin	51,54	20,37	14,43	36,28	10	1089,69	203,70	1201,94	224,07	2041,2280	1360,8187	1769,0643	
	Bodrum	51,54	20,37	14,43	36,28	10	1201,94	224,07	1314,19	244,44	2230,9700	1487,3133	1933,5073	

Çizelge 4.6 (Devam) : B Binası' nın bodrum, zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _d =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _d /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S15 ve S18	4	44,94	17,76	13,42	43,28	10	629,58	106,56	741,22	124,32	1236,6200	824,4133	1071,7373	45/50
	3	44,94	17,76	13,42	43,28	10	741,22	124,32	852,86	142,08	1421,3320	947,5547	1231,8211	
	2	44,94	17,76	13,42	43,28	10	852,86	142,08	964,50	159,84	1606,0440	1070,6960	1391,9048	
	1	44,94	17,76	13,42	43,28	10	964,50	159,84	1076,14	177,60	1790,7560	1193,8373	1551,9885	
	Zemin	44,94	17,76	13,42	43,28	10	1076,14	177,60	1187,78	195,36	1975,4680	1316,9787	1712,0723	
	Bodrum	44,94	17,76	13,42	43,28	10	1187,78	195,36	1299,42	213,12	2160,1800	1440,1200	1872,1560	
S16 ve S17	4	46,22	18,27	20,55	44,26	10	717,58	109,62	838,61	127,89	1378,6780	919,1187	1194,8543	45/50
	3	46,22	18,27	20,55	44,26	10	838,61	127,89	959,64	146,16	1577,3520	1051,5680	1367,0384	
	2	46,22	18,27	20,55	44,26	10	959,64	146,16	1080,67	164,43	1776,0260	1184,0173	1539,2225	
	1	46,22	18,27	20,55	44,26	10	1080,67	164,43	1201,70	182,70	1974,7000	1316,4667	1711,4067	
	Zemin	46,22	18,27	20,55	44,26	10	1201,70	182,70	1322,73	200,97	2173,3740	1448,9160	1883,5908	
	Bodrum	46,22	18,27	20,55	44,26	10	1322,73	200,97	1443,76	219,24	2372,0480	1581,3653	2055,7749	
S21 ve S26	4	53,01	28,95	12,80	58,81	10	766,75	173,70	901,37	202,65	1586,1580	1057,4387	1374,6703	45/55
	3	53,01	28,95	12,80	58,81	10	901,37	202,65	1035,99	231,60	1820,9460	1213,9640	1578,1532	
	2	53,01	28,95	12,80	58,81	10	1035,99	231,60	1170,61	260,55	2055,7340	1370,4893	1781,6361	
	1	53,01	28,95	12,80	58,81	10	1170,61	260,55	1305,23	289,50	2290,5220	1527,0147	1985,1191	
	Zemin	53,01	28,95	12,80	58,81	10	1305,23	289,50	1439,85	318,45	2525,3100	1683,5400	2188,6020	
	Bodrum	53,01	28,95	12,80	58,81	10	1439,85	318,45	1574,47	347,40	2760,0980	1840,0653	2392,0849	
S22 ve S25	4	33,70	13,32	11,78	53,58	10	616,34	79,92	725,40	93,24	1164,7440	776,4960	1009,4448	55/45
	3	33,70	13,32	11,78	53,58	10	725,40	93,24	834,46	106,56	1338,7400	892,4933	1160,2413	
	2	33,70	13,32	11,78	53,58	10	834,46	106,56	943,52	119,88	1512,7360	1008,4907	1311,0379	
	1	33,70	13,32	11,78	53,58	10	943,52	119,88	1052,58	133,20	1686,7320	1124,4880	1461,8344	
	Zemin	33,70	13,32	11,78	53,58	10	1052,58	133,20	1161,64	146,52	1860,7280	1240,4853	1612,6309	
	Bodrum	33,70	13,32	11,78	53,58	10	1161,64	146,52	1270,70	159,84	2034,7240	1356,4827	1763,4275	
S23 ve S24	4	34,67	23,98	11,98	60,04	10	682,27	133,60	798,96	157,58	1370,6720	913,7813	1187,9157	45/55
	3	34,67	23,98	11,98	60,04	10	798,96	157,58	915,65	181,56	1572,4060	1048,2707	1362,7519	
	2	34,67	23,98	11,98	60,04	10	915,65	181,56	1032,34	205,54	1774,1400	1182,7600	1537,5880	
	1	34,67	23,98	11,98	60,04	10	1032,34	205,54	1149,03	229,52	1975,8740	1317,2493	1712,4241	
	Zemin	34,67	23,98	11,98	60,04	10	1149,03	229,52	1265,72	253,50	2177,6080	1451,7387	1887,2603	
	Bodrum	34,67	23,98	11,98	60,04	10	1265,72	253,50	1382,41	277,48	2379,3420	1586,2280	2062,0964	

Katlar arasında kolon kesitinin değişmesi durumunda, boyuna donatının kolon-kiriş birleşim bölgesi içinde dūřeye gōre eğimi $1/6$ 'dan daha fazla olmayacaktır. Sōz konusu durum Őekil 4.8' de gōsterilmiřtir [65]. Bu esasa gōre eęer yapının kolon kesitlerinde değişme sōz konusuysa kolon boyutlarındaki daralmaya dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu durum 5. normal katında kolon kesit değişimi sōz konusu olan B Binası için gōz önüne alınmıştır.



Şekil 4.8 : Kolon kesitinin değişmesi [65].

B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katlarındaki kolonlar için kolonların n boyutlandırılması işlemleri izelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7 : B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _d =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _d /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S1 ve S6	10	51,81	27,54	12,35	15,25	10	0,00	0,00	89,41	27,54	169,2380	112,8253	146,6729	35/45
	9	49,45	37,95	12,35	62,11	10	89,41	27,54	223,32	65,49	417,4320	278,2880	361,7744	
	8	49,45	37,95	12,35	62,11	10	223,32	65,49	357,23	103,44	665,6260	443,7507	576,8759	
	7	49,45	37,95	12,35	62,11	10	357,23	103,44	491,14	141,39	913,8200	609,2133	791,9773	
	6	49,45	37,95	12,35	62,11	10	491,14	141,39	625,05	179,34	1162,0140	774,6760	1007,0788	
	5	49,45	37,95	12,35	62,11	10	625,05	179,34	758,96	217,29	1410,2080	940,1387	1222,1803	
S2 ve S5	10	32,66	12,10	11,33	13,29	10	0,00	0,00	67,28	12,10	113,5520	75,7013	98,4117	45/35
	9	30,61	21,17	11,33	56,87	10	67,28	12,10	176,09	33,27	299,7580	199,8387	259,7903	
	8	30,61	21,17	11,33	56,87	10	176,09	33,27	284,90	54,44	485,9640	323,9760	421,1688	
	7	30,61	21,17	11,33	56,87	10	284,90	54,44	393,71	75,61	672,1700	448,1133	582,5473	
	6	30,61	21,17	11,33	56,87	10	393,71	75,61	502,52	96,78	858,3760	572,2507	743,9259	
	5	30,61	21,17	11,33	56,87	10	502,52	96,78	611,33	117,95	1044,5820	696,3880	905,3044	
S3 ve S4	10	33,59	12,44	11,53	13,67	10	0,00	0,00	68,79	12,44	116,2100	77,4733	100,7153	45/35
	9	31,48	21,77	11,53	57,89	10	68,79	12,44	179,69	34,21	306,3020	204,2013	265,4617	
	8	31,48	21,77	11,53	57,89	10	179,69	34,21	290,59	55,98	496,3940	330,9293	430,2081	
	7	31,48	21,77	11,53	57,89	10	290,59	55,98	401,49	77,75	686,4860	457,6573	594,9545	
	6	31,48	21,77	11,53	57,89	10	401,49	77,75	512,39	99,52	876,5780	584,3853	759,7009	
	5	31,48	21,77	11,53	57,89	10	512,39	99,52	623,29	121,29	1066,6700	711,1133	924,4473	
S7 ve S12	10	29,52	10,94	10,63	11,72	10	0,00	0,00	61,87	10,94	104,1220	69,4147	90,2391	40/35
	9	27,67	10,94	10,63	48,13	10	61,87	10,94	158,30	21,88	256,6280	171,0853	222,4109	
	8	27,67	10,94	10,63	48,13	10	158,30	21,88	254,73	32,82	409,1340	272,7560	354,5828	
	7	27,67	10,94	10,63	48,13	10	254,73	32,82	351,16	43,76	561,6400	374,4267	486,7547	
	6	27,67	10,94	10,63	48,13	10	351,16	43,76	447,59	54,70	714,1460	476,0973	618,9265	
	5	27,67	10,94	10,63	48,13	10	447,59	54,70	544,02	65,64	866,6520	577,7680	751,0984	

Çizelge 4.7 (Devam) : B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg	Q=Σq	N _a =1,4.G+1,6.Q	A _c =N _a /(0,5.f _{ck})	1,30.A _c	Seçilen kesit
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S8 ve S11	10	51,21	18,97	13,98	0,00	10	0,00	0,00	75,19	18,97	135,6180	90,4120	117,5356	40/35
	9	47,99	33,19	13,98	44,00	10	75,19	18,97	191,16	52,16	351,0800	234,0533	304,2693	
	8	47,99	33,19	13,98	44,00	10	191,16	52,16	307,13	85,35	566,5420	377,6947	491,0031	
	7	47,99	33,19	13,98	44,00	10	307,13	85,35	423,10	118,54	782,0040	521,3360	677,7368	
	6	47,99	33,19	13,98	44,00	10	423,10	118,54	539,07	151,73	997,4660	664,9773	864,4705	
	5	47,99	33,19	13,98	44,00	10	539,07	151,73	655,04	184,92	1212,9280	808,6187	1051,2043	
S9 ve S10	10	44,65	16,54	12,97	0,00	10	0,00	0,00	67,62	16,54	121,1320	80,7547	104,9811	40/35
	9	41,84	28,94	12,97	34,30	10	67,62	16,54	166,73	45,48	306,1900	204,1267	265,3647	
	8	41,84	28,94	12,97	34,30	10	166,73	45,48	265,84	74,42	491,2480	327,4987	425,7483	
	7	41,84	28,94	12,97	34,30	10	265,84	74,42	364,95	103,36	676,3060	450,8707	586,1319	
	6	41,84	28,94	12,97	34,30	10	364,95	103,36	464,06	132,30	861,3640	574,2427	746,5155	
	5	41,84	28,94	12,97	34,30	10	464,06	132,30	563,17	161,24	1046,4220	697,6147	906,8991	
S13 ve S20	10	31,71	11,75	11,08	12,59	10	0,00	0,00	65,38	11,75	110,3320	73,5547	95,6211	35/40
	9	29,71	11,75	11,08	33,71	10	65,38	11,75	149,88	23,50	247,4320	164,9547	214,4411	
	8	29,71	11,75	11,08	33,71	10	149,88	23,50	234,38	35,25	384,5320	256,3547	333,2611	
	7	29,71	11,75	11,08	33,71	10	234,38	35,25	318,88	47,00	521,6320	347,7547	452,0811	
	6	29,71	11,75	11,08	33,71	10	318,88	47,00	403,38	58,75	658,7320	439,1547	570,9011	
	5	29,71	11,75	11,08	33,71	10	403,38	58,75	487,88	70,50	795,8320	530,5547	689,7211	
S14 ve S19	10	55,01	20,37	14,43	0,00	10	0,00	0,00	79,44	20,37	143,8080	95,8720	124,6336	35/40
	9	51,54	20,37	14,43	36,28	10	79,44	20,37	191,69	40,74	333,5500	222,3667	289,0767	
	8	51,54	20,37	14,43	36,28	10	191,69	40,74	303,94	61,11	523,2920	348,8613	453,5197	
	7	51,54	20,37	14,43	36,28	10	303,94	61,11	416,19	81,48	713,0340	475,3560	617,9628	
	6	51,54	20,37	14,43	36,28	10	416,19	81,48	528,44	101,85	902,7760	601,8507	782,4059	
	5	51,54	20,37	14,43	36,28	10	528,44	101,85	640,69	122,22	1092,5180	728,3453	946,8489	

Çizelge 4.7 (Devam) : B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katlarındaki kolonlar için kolonların ön boyutlandırılması işlemleri.

Kolon No	Kat No	Döşeme		Kiriş	Duvar	Kolon	Üst kat		G=Σg kN	Q=Σq kN	N _a =1,4.G+1,6.Q kN	A _c =N _a /(0,5.f _{ck}) cm ²	1,30.A _c cm ²	Seçilen kesit cm/cm
		g	q	g	g	g	g	q						
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN						
S15 ve S18	10	47,96	17,76	13,42	0,00	10	0,00	0,00	71,38	17,76	128,3480	85,5653	111,2349	35/40
	9	44,94	17,76	13,42	43,28	10	71,38	17,76	183,02	35,52	313,0600	208,7067	271,3187	
	8	44,94	17,76	13,42	43,28	10	183,02	35,52	294,66	53,28	497,7720	331,8480	431,4024	
	7	44,94	17,76	13,42	43,28	10	294,66	53,28	406,30	71,04	682,4840	454,9893	591,4861	
	6	44,94	17,76	13,42	43,28	10	406,30	71,04	517,94	88,80	867,1960	578,1307	751,5699	
	5	44,94	17,76	13,42	43,28	10	517,94	88,80	629,58	106,56	1051,9080	701,2720	911,6536	
S16 ve S17	10	49,33	18,27	20,55	32,55	10	0,00	0,00	112,43	18,27	186,6340	124,4227	161,7495	35/40
	9	46,22	18,27	20,55	44,26	10	112,43	18,27	233,46	36,54	385,3080	256,8720	333,9336	
	8	46,22	18,27	20,55	44,26	10	233,46	36,54	354,49	54,81	583,9820	389,3213	506,1177	
	7	46,22	18,27	20,55	44,26	10	354,49	54,81	475,52	73,08	782,6560	521,7707	678,3019	
	6	46,22	18,27	20,55	44,26	10	475,52	73,08	596,55	91,35	981,3300	654,2200	850,4860	
	5	46,22	18,27	20,55	44,26	10	596,55	91,35	717,58	109,62	1180,0040	786,6693	1022,6701	
S21 ve S26	10	55,60	28,95	12,80	15,25	10	0,00	0,00	93,65	28,95	177,4300	118,2867	153,7727	35/45
	9	53,01	28,95	12,80	58,81	10	93,65	28,95	228,27	57,90	412,2180	274,8120	357,2556	
	8	53,01	28,95	12,80	58,81	10	228,27	57,90	362,89	86,85	647,0060	431,3373	560,7385	
	7	53,01	28,95	12,80	58,81	10	362,89	86,85	497,51	115,80	881,7940	587,8627	764,2215	
	6	53,01	28,95	12,80	58,81	10	497,51	115,80	632,13	144,75	1116,5820	744,3880	967,7044	
	5	53,01	28,95	12,80	58,81	10	632,13	144,75	766,75	173,70	1351,3700	900,9133	1171,1873	
S22 ve S25	10	35,97	13,32	11,78	13,29	10	0,00	0,00	71,04	13,32	120,7680	80,5120	104,6656	45/35
	9	33,70	13,32	11,78	53,58	10	71,04	13,32	180,10	26,64	294,7640	196,5093	255,4621	
	8	33,70	13,32	11,78	53,58	10	180,10	26,64	289,16	39,96	468,7600	312,5067	406,2587	
	7	33,70	13,32	11,78	53,58	10	289,16	39,96	398,22	53,28	642,7560	428,5040	557,0552	
	6	33,70	13,32	11,78	53,58	10	398,22	53,28	507,28	66,60	816,7520	544,5013	707,8517	
	5	33,70	13,32	11,78	53,58	10	507,28	66,60	616,34	79,92	990,7480	660,4987	858,6483	
S23 ve S24	10	37,00	13,70	11,98	39,84	10	0,00	0,00	98,82	13,70	160,2680	106,8453	138,8989	35/45
	9	34,67	23,98	11,98	60,04	10	98,82	13,70	215,51	37,68	362,0020	241,3347	313,7351	
	8	34,67	23,98	11,98	60,04	10	215,51	37,68	332,20	61,66	563,7360	375,8240	488,5712	
	7	34,67	23,98	11,98	60,04	10	332,20	61,66	448,89	85,64	765,4700	510,3133	663,4073	
	6	34,67	23,98	11,98	60,04	10	448,89	85,64	565,58	109,62	967,2040	644,8027	838,2435	
	5	34,67	23,98	11,98	60,04	10	565,58	109,62	682,27	133,60	1168,9380	779,2920	1013,0796	

4.3. Eşdeğer Sanal Çubuk Boyutlarının Belirlenmesi

“İki ucu mafsallı eşdeğer diyagonal basınç çubuğu modeli” binaları dolgu duvarlı modelleme tekniklerinden biridir. Literatürde bu modelleme tekniğine farklı açılardan yaklaşımlar getirilmiştir. Modelleme için uygulanması öngörülen çok sayıda bağıntılar geliştirilmiştir.

Modelleme tekniği kapsamında eşdeğer sanal çubuk boyutlarının belirlenmesinde çok sayıda denklem mevcuttur. Söz konusu denklemlerde sonuca ulaşmak için kullanılan parametrelerin sayısı değişken olmaktadır. Uygulamada eşdeğer sanal çubuk boyutlarının belirlenmesinde sık tercih edilen yaklaşımlarda genellikle basit denklemlerin ele alındığı görülmektedir.

Çalışma kapsamında, eşdeğer sanal çubuk genişliklerinin belirlenmesi amacıyla, Paulay ve Priestley tarafından önerilen, eşdeğer sanal çubuk genişliğinin (w) eşdeğer sanal çubuk uzunluğunun (d) dörtte biri olduğunu ifade eden Denklem (2.28), A Binası ve B Binası için kullanılmıştır. Gerçekleştirilen hesaplamalarda eşdeğer sanal çubuk uzunluğu (d) dolgu duvar çerçeve diyagonalinin uzunluğunu ve eşdeğer sanal çubuk kalınlığı (t) da dolgu duvarın kalınlığını belirtmektedir.

A Binası ve B Binası' na ait yapı sistemlerinde çerçeve açıklıkları farklı olduğundan dolayı farklı boyutlarda sanal çubuklar oluşmaktadır. Dolgu duvar isimleri örnek betonarme binaların mimari planlarında gösterilmiştir.

Eşdeğer sanal çubukların boyutları, A Binası' nın zemin ve tüm normal katları için Çizelge 4.8' de; B Binası' nın zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katı için Çizelge 4.9' da ve 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katı için de Çizelge 4.10' da verilmiştir.

Çizelge 4.8 : A Binası' nın zemin ve tüm normal katları için eşdeğer sanal çubuk boyutları.

Duvar No	Dolgu duvar çerçeve genişliği	Dolgu duvar çerçeve yüksekliği	Eşdeğer sanal çubuk uzunluğu	Eşdeğer sanal çubuk genişliği	Eşdeğer sanal çubuk kalınlığı
	l	h	d	w	t
	m	m	m	m	m
d1 ve d7	3,500	2,500	4,301163	1,075291	0,135
d2 ve d6	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d3 ve d5	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d4	2,500	2,500	3,535534	0,883883	0,135
d8 ve d9	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d10 ve d14	3,400	2,500	4,220190	1,055047	0,085
d11 ve d13	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,085
d12	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d15 ve d18	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,085
d16 ve d17	2,800	2,500	3,753665	0,938416	0,085
d19 ve d25	3,500	2,500	4,301163	1,075291	0,135
d20 ve d24	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d21 ve d23	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d22	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d26 ve d46	3,800	2,500	4,548626	1,137157	0,135
d27 ve d47	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d28 ve d48	3,500	2,500	4,301163	1,075291	0,135
d29 ve d43	3,700	2,500	4,465423	1,116356	0,085
d30 ve d44	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,085
d31 ve d45	3,400	2,500	4,220190	1,055047	0,135
d32 ve d41	3,800	2,500	4,548626	1,137157	0,085
d33 ve d42	3,500	2,500	4,301163	1,075291	0,135
d34 ve d38	3,700	2,500	4,465423	1,116356	0,135
d35 ve d39	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d36 ve d40	3,400	2,500	4,220190	1,055047	0,135
d37	3,700	2,500	4,465423	1,116356	0,135

Çizelge 4.9 : B Binası' nın zemin, 1, 2, 3 ve 4. normal katı için eşdeğer sanal çubuk boyutları.

Duvar No	Dolgu duvar çerçeve genişliği	Dolgu duvar çerçeve yüksekliği	Eşdeğer sanal çubuk uzunluğu	Eşdeğer sanal çubuk genişliği	Eşdeğer sanal çubuk kalınlığı
	l	h	d	w	t
	m	m	m	m	m
d1 ve d7	2,100	2,500	3,264966	0,816241	0,135
d2 ve d6	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d3 ve d5	2,600	2,500	3,606938	0,901734	0,135
d4	2,300	2,500	3,397058	0,849264	0,135
d8 ve d9	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d10 ve d13	3,300	2,500	4,140048	1,035012	0,085
d11 ve d12	2,650	2,500	3,643144	0,910786	0,085
d14 ve d17	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,085
d15 ve d16	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,085
d18 ve d24	2,100	2,500	3,264966	0,816241	0,135
d19 ve d23	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d20 ve d22	2,600	2,500	3,606938	0,901734	0,135
d21	2,500	2,500	3,535534	0,883883	0,135
d25 ve d46	2,350	2,500	3,431108	0,857777	0,135
d26 ve d47	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d27 ve d48	2,000	2,500	3,201562	0,800391	0,135
d28 ve d43	3,550	2,500	4,341947	1,085487	0,085
d29 ve d44	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d30 ve d45	3,200	2,500	4,060788	1,015197	0,135
d31 ve d41	3,650	2,500	4,424082	1,106020	0,085
d32 ve d42	3,300	2,500	4,140048	1,035012	0,135
d33 ve d38	3,550	2,500	4,341947	1,085487	0,135
d34 ve d39	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d35 ve d40	2,000	2,500	3,201562	0,800391	0,135
d36	1,500	2,500	2,915476	0,728869	0,135
d37	2,200	2,500	3,330165	0,832541	0,135

Çizelge 4.10 : B Binası' nın 5, 6, 7, 8, 9 ve 10. normal katı için eşdeğer sanal çubuk boyutları.

Duvar No	Dolgu duvar çerçeve genişliği	Dolgu duvar çerçeve yüksekliği	Eşdeğer sanal çubuk uzunluğu	Eşdeğer sanal çubuk genişliği	Eşdeğer sanal çubuk kalınlığı
	l	h	d	w	t
	m	m	m	m	m
d1 ve d7	2,200	2,500	3,330165	0,832541	0,135
d2 ve d6	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d3 ve d5	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d4	2,500	2,500	3,535534	0,883883	0,135
d8 ve d9	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d10 ve d13	3,500	2,500	4,301163	1,075291	0,085
d11 ve d12	2,750	2,500	3,716517	0,929129	0,085
d14 ve d17	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,085
d15 ve d16	2,800	2,500	3,753665	0,938416	0,085
d18 ve d24	2,200	2,500	3,330165	0,832541	0,135
d19 ve d23	2,725	2,500	3,698057	0,924514	0,135
d20 ve d22	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d21	2,700	2,500	3,679674	0,919918	0,135
d25 ve d46	2,450	2,500	3,500357	0,875089	0,135
d26 ve d47	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d27 ve d48	2,100	2,500	3,264966	0,816241	0,135
d28 ve d43	3,750	2,500	4,506939	1,126735	0,085
d29 ve d44	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d30 ve d45	3,400	2,500	4,220190	1,055047	0,135
d31 ve d41	3,850	2,500	4,590479	1,147620	0,085
d32 ve d42	3,500	2,500	4,301163	1,075291	0,135
d33 ve d38	3,750	2,500	4,506939	1,126735	0,135
d34 ve d39	1,200	2,500	2,773085	0,693271	0,135
d35 ve d40	2,100	2,500	3,264966	0,816241	0,135
d36	1,500	2,500	2,915476	0,728869	0,135
d37	2,200	2,500	3,330165	0,832541	0,135

4.4 Döşeme Yüklerinin Belirlenmesi

A Binası ve B Binası için tüm kat döşemelerinin sabit, hareketli ve hesap yükleri elde edilmiştir. Söz konusu hareketli yükler TS 498’ de verilen şekilde alınmıştır [67].

4.4.1 Sabit yükler

Sabit yükler normal kat döşemeleri, balkon döşemeleri ve çatı katı döşemeleri için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

- Normal kat döşemeleri için;

$$\text{Döşeme öz ağırlığı} = 0,14 * 25 = 3,50 \text{ kN/m}^2$$

İlave sabit yükler;

$$\text{Kaplama (seramik) ağırlığı} = 0,02 * 22 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap ağırlığı} = 0,05 * 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva ağırlığı} = 0,03 * 18 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Isı ve ses yalıtım malzemesi (taşyünü) ağırlığı} = 0,04 * 1 = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Toplam ilave sabit yük} = 2,12 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Toplam sabit yük} = 5,62 \text{ kN/m}^2 \text{ olarak elde edilmiştir.}$$

- Balkon döşemeleri için;

$$\text{Döşeme öz ağırlığı} = 0,15 * 25 = 3,75 \text{ kN/m}^2$$

İlave sabit yükler;

$$\text{Kaplama (seramik) ağırlığı} = 0,02 * 22 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap ağırlığı} = 0,05 * 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva ağırlığı} = 0,03 * 18 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Toplam ilave sabit yük} = 2,08 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Toplam sabit yük} = 5,83 \text{ kN/m}^2 \text{ olarak elde edilmiştir.}$$

- Çatı katı döşemeleri için;

$$\text{Döşeme öz ağırlığı} = 0,14 * 25 = 3,50 \text{ kN/m}^2$$

İlave sabit yükler;

$$\text{Kaplama (seramik) ağırlığı} = 0,02 * 22 = 0,44 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Şap ağırlığı} = 0,05 * 22 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sıva ağırlığı} = 0,04 * 20 = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Isı ve ses yalıtım malzemesi (taşyünü) ağırlığı} = 0,04 * 1 = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Su yalıtım malzemesi ağırlığı} = 0,04 * 1 = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Toplam ilave sabit yük} = 2,42 \text{ kN/m}^2$$

Toplam sabit yük = 5,92 kN/m² olarak elde edilmiştir.

4.4.2. Hareketli yükler

Normal kat döşemelerinde hareketli yük döşemenin üzerinde duvar bulunmaması durumunda 2,0 kN/m²; döşemenin üzerinde duvar bulunması durumunda ise 3,5 kN/m² olarak alınmıştır. Hareketli yük balkon döşemeleri için 5,0 kN/m² ve çatı katı döşemeleri için 2,0 kN/m² olarak alınmıştır.

4.4.3. Hesap yükleri

Döşemelerdeki hesap yükleri belirlenirken TS 500' e göre sadece düşey hesap yük birleşimini ifade eden aşağıdaki Denklem (4.6) kullanılmıştır.

$$P_d = 1,4.G + 1,6.Q \quad (4.6)$$

Döşemeler için belirlenen yükler Çizelge 4.11' de verilmiştir.

Çizelge 4.11 : Döşeme yükleri.

Döşemeler	Döşeme Öz Ağırlığı	Toplam İlave Sabit Yük	Toplam Sabit Yük	Toplam Hareketli Yük	Hesap Yüğü
	g_1	g_2	$G = g_1 + g_2$	Q	$P_d = 1,4.G + 1,6.Q$
	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²
Normal kat döşemeleri	3,50	2,12	5,62	2,0	11,068
Normal kat döşemeleri	3,50	2,12	5,62	3,5	13,468
Balkon döşemeleri	3,75	2,08	5,83	5,0	16,162
Çatı katı döşemeleri	3,50	2,42	5,92	2,0	11,488

4.5. Dolgu Duvar Yüklerinin Belirlenmesi

4.5.1. Tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yüklerinin belirlenmesi

A Binası ve B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı olması durumunda tüm katlarındaki mevcut duvarların sabit yükleri aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

- 8,5 cm kalınlığında tuğlanın kullanıldığı iç duvarlar için;

$$\text{Duvar öz ağırlığı} = 0,085 * 2,5 * 8 = 1,700 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç sıva ağırlığı} = 2 * 0,03 * 2,5 * 18 = 2,700 \text{ kN/m}$$

Toplam sabit yük = 4,400 kN/m olarak elde edilmiştir.

- 13,5 cm kalınlığında tuğlanın kullanıldığı iç duvarlar için;

$$\text{Duvar öz ağırlığı} = 0,135 * 2,5 * 8 = 2,700 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç sıva ağırlığı} = 2 * 0,03 * 2,5 * 18 = 2,700 \text{ kN/m}$$

Toplam sabit yük = 5,400 kN/m olarak elde edilmiştir.

- 13,5 cm kalınlığında tuğlanın kullanıldığı dış duvarlar için;

$$\text{Duvar öz ağırlığı} = (0,135 + 0,085) * 2,5 * 8 = 4,400 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç sıva ağırlığı} = 0,03 * 2,5 * 18 = 1,350 \text{ kN/m}$$

$$\text{Dış sıva ağırlığı} = 0,04 * 2,5 * 20 = 2,000 \text{ kN/m}$$

$$\text{Isı ve ses yalıtım malzemesi (taşyünü) ağırlığı} = 0,03 * 2,5 * 1 = 0,075 \text{ kN/m}$$

Toplam sabit yük = 7,825 kN/m olarak elde edilmiştir.

Kullanılan yatay delikli tuğlanın kalınlık değeri ve dolgu duvarın yerine göre tuğla dolgu duvarların toplam sabit yükleri Çizelge 4.12' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.12 : Tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yükleri.

Tuğla Kalınlığı	Dolgu Duvar Yeri	Tuğla Dolgu Duvar Toplam Sabit Yüğü
cm	-	kN/m
8,5	iç	4,400
13,5	iç	5,400
13,5	dış	7,825

4.5.2. Gazbeton dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yüklerinin belirlenmesi

A Binası ve B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda tüm katlarındaki mevcut duvarların sabit yükleri aşağıdaki gibi elde edilmiştir.

- 8,5 cm kalınlığında bloğun kullanıldığı iç duvarlar için;

$$\text{Duvar öz ağırlığı} = 0,085 * 2,5 * 4 = 0,850 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç sıva ağırlığı} = 2 * 0,01 * 2,5 * 12 = 0,600 \text{ kN/m}$$

Toplam sabit yük = 1,450 kN/m olarak elde edilmiştir.

- 13,5 cm kalınlığında bloğun kullanıldığı iç duvarlar için;

$$\text{Duvar öz ağırlığı} = 0,135 * 2,5 * 4 = 1,350 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç sıva ağırlığı} = 2 * 0,01 * 2,5 * 12 = 0,600 \text{ kN/m}$$

Toplam sabit yük = 1,950 kN/m olarak elde edilmiştir.

- 13,5 cm kalınlığında bloğun kullanıldığı dış duvarlar için;

$$\text{Duvar öz ağırlığı} = 0,135 * 2,5 * 4 = 1,350 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç sıva ağırlığı} = 0,01 * 2,5 * 12 = 0,300 \text{ kN/m}$$

$$\text{Dış sıva ağırlığı} = 0,02 * 2,5 * 18 = 0,900 \text{ kN/m}$$

Toplam sabit yük = 2,550 kN/m olarak elde edilmiştir.

Kullanılan gazbeton bloğun kalınlık değeri ve dolgu duvarın yerine göre gazbeton dolgu duvarların toplam sabit yükleri Çizelge 4.13' te özetlenmiştir.

Çizelge 4.13 : Gazbeton dolgu duvar kullanılması durumunda dolgu duvar yükleri.

Gazbeton Blok Kalınlığı	Dolgu Duvar Yeri	Gazbeton Dolgu Duvar Toplam Sabit Yüğü
cm	-	kN/m
8,5	iç	1,450
13,5	iç	1,950
13,5	dış	2,550

5. ANALİZLER

5.1 Giriş

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizlerde SAP2000 yapı analiz programı kullanılmıştır. Analizler Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılarak yapılmıştır.

DBYBHY 2007' de açıklanan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi gereğince çalışma kapsamında ele alınan binaların SAP2000 modelleri zemin kotu üzerindeki kısım esas alınarak oluşturulmuştur.

Analiz modelleri, taşıyıcı sistemi ve yapıdaki taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanları gerçekçi ve yakın bir şekilde temsil edecek bir şekilde üç boyutlu olarak oluşturulmuştur.

Analiz modellerinde balkon döşemeleri modellenmemiş, fakat balkonlardan gelecek yükler oturdukları kirişe sabit yük olarak etkilmiştir. B Binası' nda bulunan perdeler analiz modellerinde shell eleman olarak oluşturulmuştur.

Tüm analizlerde çerçeve taşıyıcı sistemlerin üç boyutlu modelleri döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı kabulüne göre oluşturulmuştur. Ayrıca, katlara etkileyen eşdeğer deprem kuvvetleri +% 5 ve -% 5 dışmerkezlilik etkisi göz önüne alınarak etki ettirilmiştir.

Analizlerde kullanılan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' nde, S(T), spektral ivme katsayılarının belirlenmesi için gereken her iki yöne ait 1. mod titreşim periyot değerleri SAP2000 yapı analiz programına hesaplatılmıştır.

Analiz ve hesaplarda kullanılan taban kesme kuvveti katsayısı, C, Denklem (5.1) kullanılarak belirlenmiştir.

$$C = \frac{A(T)}{R_a(T)} \quad (5.1)$$

Burada, A(T) spektral ivme katsayısını ve R_a(T) deprem yüğü azaltma katsayısını göstermektedir.

Analizler sırasında kullanılan deprem yükü kombinasyonlarında, DBYBHY 2007' de belirtildiği üzere, deprem kuvvetlerinin yapıya bir doğrultuda etki ederken diğer doğrultuda da % 30 oranında etkidiği dikkate alınmıştır.

5.2 Yük Kombinasyonları

SAP2000 programında çözümlenmeleri gerçekleştirilen bina modellerinin analizlerinde ele alınan yükleme kombinasyonları DBYBHY 2007 ve TS 500 esas alınarak oluşturulmuştur. Söz konusu kombinasyonlar aşağıda belirtilmiştir.

- $1,4.G+1,6.Q$
- $G+Q+E_x+0,3.E_y$
- $G+Q+E_x-0,3.E_y$
- $G+Q-E_x+0,3.E_y$
- $G+Q-E_x-0,3.E_y$
- $G+Q+E_y+0,3.E_x$
- $G+Q+E_y-0,3.E_x$
- $G+Q-E_y+0,3.E_x$
- $G+Q-E_y-0,3.E_x$
- $0,9.G+E_x+0,3.E_y$
- $0,9.G+E_x-0,3.E_y$
- $0,9.G-E_x+0,3.E_y$
- $0,9.G-E_x-0,3.E_y$
- $0,9.G+E_y+0,3.E_x$
- $0,9.G+E_y-0,3.E_x$
- $0,9.G-E_y+0,3.E_x$
- $0,9.G-E_y-0,3.E_x$
- X-Combo (Envelope)
- Y-Combo (Envelope)

Burada;

G: Sabit yükler

Q: Hareketli yükler

E_x : x doğrultusundaki deprem kuvvetleri

E_y : y doğrultusundaki deprem kuvvetleri

X-Combo (Envelope): Deprem kuvvetlerinin yapıya +x yönünde etki ederken +y yönünde de % 30 oranında etkidiğini ifade eden yükleme kombinasyonlarının esas alınmasıyla oluşturulan elverişsiz yükleme kombinasyonu

Y-Combo (Envelope): Deprem kuvvetlerinin yapıya +y yönünde etki ederken +x yönünde de % 30 oranında etkidiğini ifade eden yükleme kombinasyonlarının esas alınmasıyla oluşturulan elverişsiz yükleme kombinasyonu olarak tanımlanmıştır.

5.3 Analizi Yapılan Modeller ve Analiz Sonuçları

Çalışma kapsamında örnek betonarme binalar için çeşitli analizler yapıp sonuçlar elde edilmiştir.

A Binası için analizi yapıp sonuçları elde edilen modeller şu şekildedir;

- Dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan model
- Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan model
- Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan model
- Tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan model
- Gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan model

B Binası için analizi yapıp sonuçları elde edilen modeller şu şekildedir;

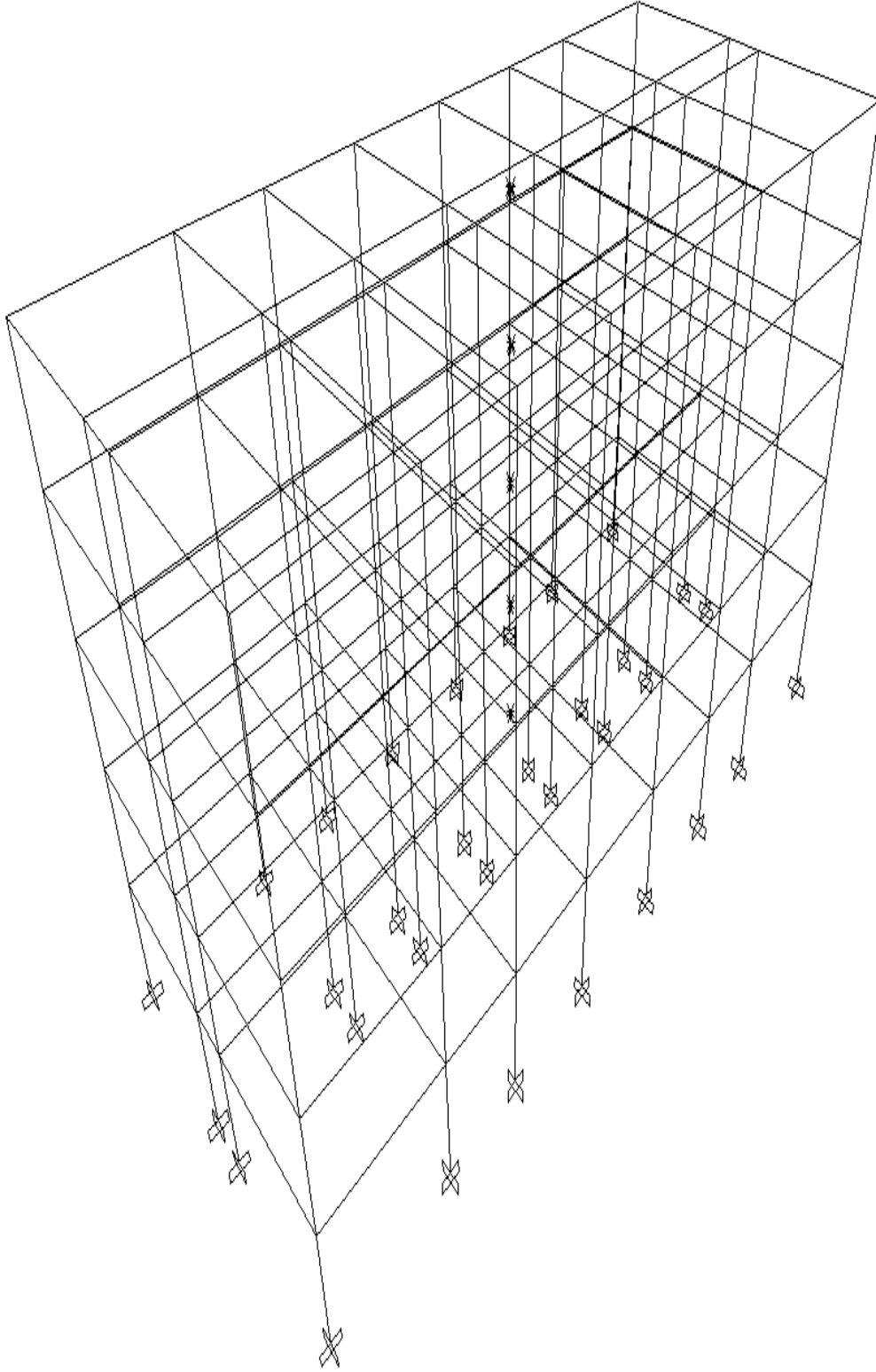
- Dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan model
- Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan model
- Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan model
- Tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan model
- Gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan model

Binaların dolgu duvarsız modelleri dolgu duvar etkisinin hiçbir şekilde dikkate alınmadığı modellerdir. Binaların dolgu duvarlı modellerinde “iki ucu mafsallı eşdeğer diyagonal basınç çubuğu” tekniği ele alınmıştır.

5.3.1 A Binası modelleri

5.3.1.1 A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.1' de verilmiştir.



Şekil 5.1 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,417
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,921
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,768
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,096
Yapı Ağırlığı	W	kN	12345
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1185,120
Ek Eşdeğer Deprem Yükü	ΔF_N	kN	44,442

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.2' de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i·H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	2405	3	7215	72,816
1	2405	6	14430	145,631
2	2405	9	21645	218,447
3	2405	12	28860	291,263
4	2725	15	40875	412,521
Σ	12345	-	113025	-

Burada;

w_i: Binanın i' inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı

H_i: i' inci katın döşemesinin zeminden yüksekliği

F_i: i' inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü olarak tanımlanmıştır.

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri izelge 5.3' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.3 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Grelil Kat telemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1185,120	0,00161	0,00161	736099,379
1	1112,304	0,00327	0,00166	670062,651
2	966,673	0,00469	0,00142	680755,634
3	748,226	0,00577	0,00108	692801,852
4	456,963	0,00639	0,00062	737037,097

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve izelge 5.4' te verilmiştir.

Çizelge 5.4 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00650	0,00626	0,00063	0,00061	0,000620	1,01613
3	0,00587	0,00565	0,00110	0,00105	0,001075	1,02326
2	0,00477	0,00460	0,00145	0,00140	0,001425	1,01754
1	0,00332	0,00320	0,00168	0,00162	0,001650	1,01818
Zemin	0,00164	0,00158	0,00164	0,00158	0,001610	1,01863

Burada;

$(d_i)_{max}$: Binanın i' inci katındaki maksimum köşe kolon ya da perde yer değiştirmesi

$(d_i)_{min}$: Binanın i' inci katındaki minimum köşe kolon ya da perde yer değiştirmesi

$(\Delta_i)_{max}$: Binanın i' inci katındaki maksimum azaltılmış grelil kat telemesi

$(\Delta_i)_{min}$: Binanın i' inci katındaki minimum azaltılmış grelil kat telemesi

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i' inci katındaki ortalama azaltılmış grelil kat ötelemesi

η_{bi} ; Binanın i' inci katında tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.5' te verilmiştir.

Çizelge 5.5 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşun modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i m	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$ -
		$(d_i)_{max}$ m	$(d_i)_{min}$ m	$(\Delta_i)_{max}$ m	$(\Delta_i)_{min}$ m	$(\delta_i)_{max}$ m	$(\delta_i)_{min}$ m	
		4	3	0,00650	0,00626	0,00063	0,00061	
3	3	0,00587	0,00565	0,00110	0,00105	0,00880	0,00840	0,00293
2	3	0,00477	0,00460	0,00145	0,00140	0,01160	0,01120	0,00387
1	3	0,00332	0,00320	0,00168	0,00162	0,01344	0,01296	0,00448
Zemin	3	0,00164	0,00158	0,00164	0,00158	0,01312	0,01264	0,00437

Burada;

h_i : Binanın i' inci katının kat yüksekliği

$(d_i)_{max}$: Binanın i' inci katındaki maksimum köşe kolon ya da perde yer değiştirmesi

$(d_i)_{min}$: Binanın i' inci katındaki minimum köşe kolon ya da perde yer değiştirmesi

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

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

R: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

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

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

$(\delta_i)_{max}/h_i$: Binanın i' inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı olarak tanımlanmıştır.

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.6' da verilmiştir.

Çizelge 5.6 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,456
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,788
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,715
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,089
Yapı Ağırlığı	W	kN	12345
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1098,705
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	41,201

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.7' de verilmiştir.

Çizelge 5.7 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	2405	3	7215	67,506
1	2405	6	14430	135,012
2	2405	9	21645	202,519
3	2405	12	28860	270,025
4	2725	15	40875	382,442
Σ	12345	-	113025	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değıştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.8' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değıştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğı yer değıştirmelerdir.

Çizelge 5.8 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1098,705	0,00158	0,00158	695382,911
1	1031,199	0,00335	0,00177	582598,305
2	896,187	0,00502	0,00167	536638,922
3	693,668	0,00641	0,00139	499041,727
4	423,643	0,00737	0,00096	441294,792

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.9' da verilmiştir.

Çizelge 5.9 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00882	0,00592	0,00113	0,00079	0,000960	1,17708
3	0,00769	0,00513	0,00166	0,00113	0,001395	1,18996
2	0,00603	0,00400	0,00200	0,00134	0,001670	1,19760
1	0,00403	0,00266	0,00211	0,00141	0,001760	1,19886
Zemin	0,00192	0,00125	0,00192	0,00125	0,001585	1,21136

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Yalnızca zemin kattaki değer 1,2' nin biraz üzerinde olması sebebiyle, DBYBHY 2007' de tanımlanan ek dışmerkezlik büyütme katsayısı ile ek dışmerkezlikler büyütülerek modelin analizi tekrarlanmış, fakat sonuçlarda bir değişim olmadığı gözlenmiştir.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.10' da verilmiştir.

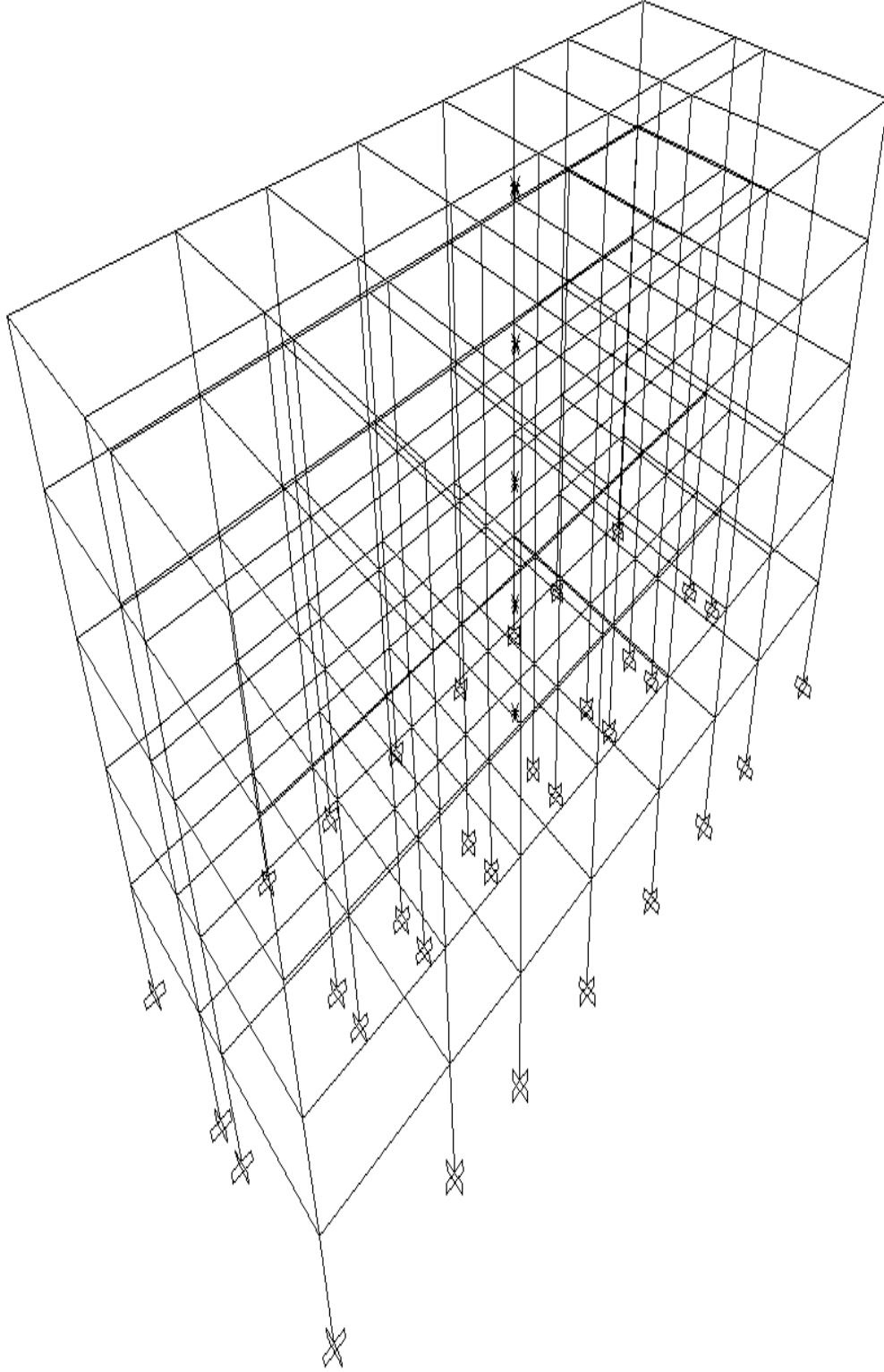
Çizelge 5.10 : A Binası' nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$\delta_i = R \cdot \Delta_i$		$(\delta_i)_{max} / h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00882	0,00592	0,00113	0,00079	0,00904	0,00632	0,00301
3	3	0,00769	0,00513	0,00166	0,00113	0,01328	0,00904	0,00443
2	3	0,00603	0,00400	0,00200	0,00134	0,01600	0,01072	0,00533
1	3	0,00403	0,00266	0,00211	0,00141	0,01688	0,01128	0,00563
Zemin	3	0,00192	0,00125	0,00192	0,00125	0,01536	0,01000	0,00512

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.1.2 A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.2' de verilmiştir.



Şekil 5.2 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.11' de verilmiştir.

Çizelge 5.11 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,469
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,749
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,700
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,088
Yapı Ağırlığı	W	kN	16515
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1453,320
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	54,500

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.12' de verilmiştir.

Çizelge 5.12 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3310	3	9930	93,585
1	3310	6	19860	187,169
2	3310	9	29790	280,754
3	3310	12	39720	374,338
4	3275	15	49125	462,975
Σ	16515	-	148425	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.13' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.13 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1453,321	0,00191	0,00191	760901,047
1	1359,736	0,00385	0,00194	700894,845
2	1172,567	0,00551	0,00166	706365,663
3	891,813	0,00673	0,00122	730994,262
4	517,475	0,00739	0,00066	784053,030

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.14' te verilmiştir.

Çizelge 5.14 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00752	0,00724	0,00068	0,00064	0,000660	1,03030
3	0,00684	0,00660	0,00124	0,00120	0,001220	1,01639
2	0,00560	0,00540	0,00169	0,00162	0,001655	1,02115
1	0,00391	0,00378	0,00197	0,00191	0,001940	1,01546
Zemin	0,00194	0,00187	0,00194	0,00187	0,001905	1,01837

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.15' te verilmiştir.

Çizelge 5.15 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$\delta_i = R \cdot \Delta_i$		$(\delta_i)_{max} / h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00752	0,00724	0,00068	0,00064	0,00544	0,00512	0,00181
3	3	0,00684	0,00660	0,00124	0,00120	0,00992	0,00960	0,00331
2	3	0,00560	0,00540	0,00169	0,00162	0,01352	0,01296	0,00451
1	3	0,00391	0,00378	0,00197	0,00191	0,01576	0,01528	0,00525
Zemin	3	0,00194	0,00187	0,00194	0,00187	0,01552	0,01496	0,00517

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.16' da verilmiştir.

Çizelge 5.16 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,511
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,633
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,653
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,082
Yapı Ağırlığı	W	kN	16515
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1354,230
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	50,784

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.17' de verilmiştir.

Çizelge 5.17 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3310	3	9930	87,204
1	3310	6	19860	174,408
2	3310	9	29790	261,611
3	3310	12	39720	348,815
4	3275	15	49125	431,408
Σ	16515	-	148425	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.18' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.18 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1354,230	0,00188	0,00188	720335,106
1	1267,026	0,00396	0,00208	609147,115
2	1092,618	0,00591	0,00195	560316,923
3	831,007	0,00750	0,00159	522645,912
4	482,192	0,00856	0,00106	454898,113

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.19' da verilmiştir.

Çizelge 5.19 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,01021	0,00685	0,00125	0,00087	0,001060	1,17925
3	0,00896	0,00598	0,00188	0,00128	0,001580	1,18987
2	0,00708	0,00470	0,00233	0,00156	0,001945	1,19794
1	0,00475	0,00314	0,00248	0,00166	0,002070	1,19807
Zemin	0,00227	0,00148	0,00227	0,00148	0,001875	1,21067

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Yalnızca zemin kattaki değer 1,2' nin biraz üzerinde olması sebebiyle, DBYBHY 2007' de tanımlanan ek dışmerkezlik büyütme katsayısı ile ek dışmerkezlikler büyütülerek modelin analizi tekrarlanmış, fakat sonuçlarda bir değişim olmadığı gözlenmiştir.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.20' de verilmiştir.

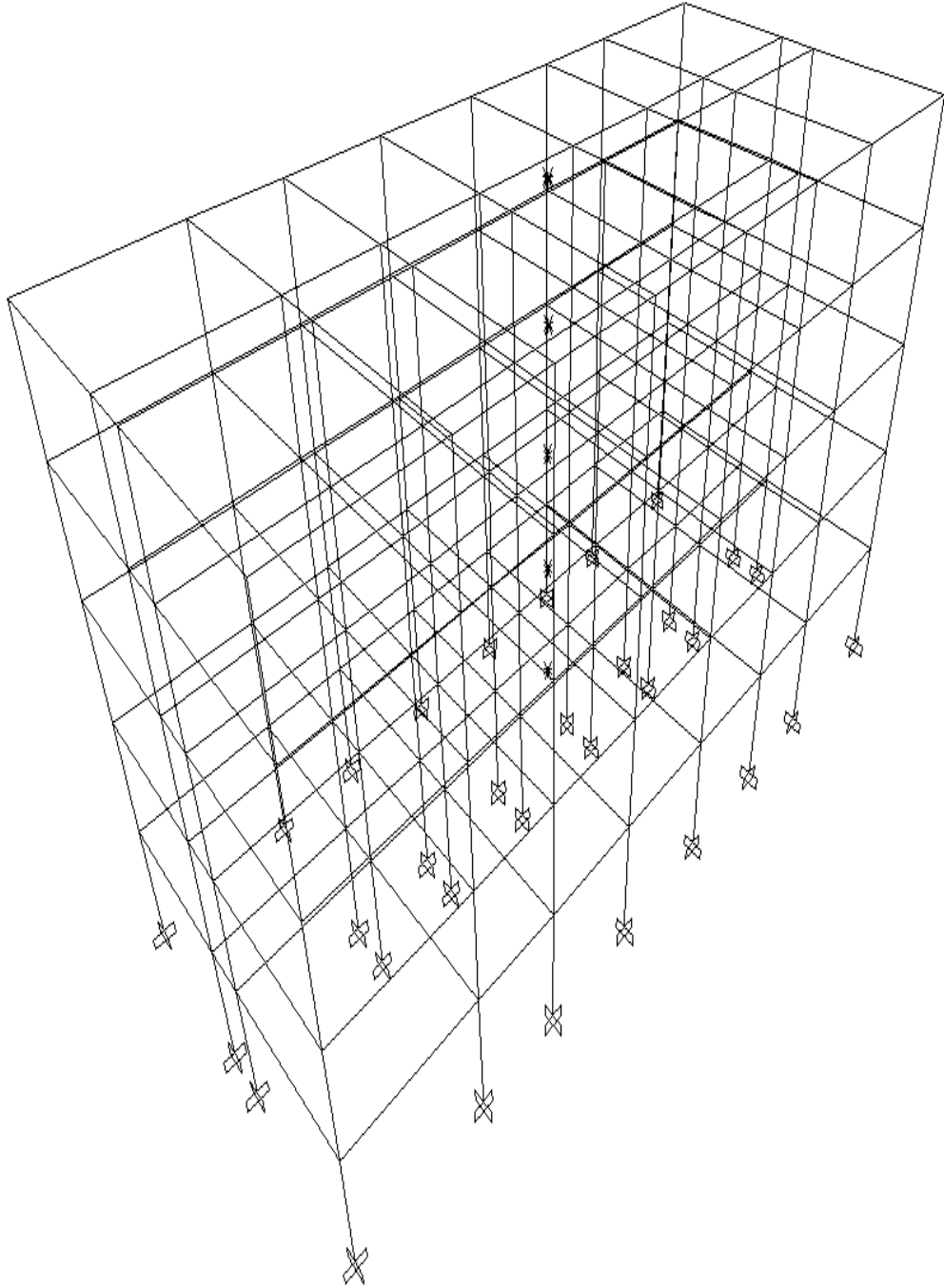
Çizelge 5.20 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,01021	0,00685	0,00125	0,00087	0,01000	0,00696	0,00333
3	3	0,00896	0,00598	0,00188	0,00128	0,01504	0,01024	0,00501
2	3	0,00708	0,00470	0,00233	0,00156	0,01864	0,01248	0,00621
1	3	0,00475	0,00314	0,00248	0,00166	0,01984	0,01328	0,00661
Zemin	3	0,00227	0,00148	0,00227	0,00148	0,01816	0,01184	0,00605

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinî kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.1.3 A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.3' te verilmiştir.



Şekil 5.3 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.21' de verilmiştir.

Çizelge 5.21 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,436
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,854
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,742
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,093
Yapı Ağırlığı	W	kN	15705
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1460,565
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	54,771

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.22' de verilmiştir.

Çizelge 5.22 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3140	3	9420	93,670
1	3140	6	18840	187,340
2	3140	9	28260	281,010
3	3140	12	37680	374,680
4	3145	15	47175	469,095
Σ	15705	-	141375	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.23' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.23 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1460,565	0,00172	0,00172	849165,698
1	1366,896	0,00348	0,00176	776645,455
2	1179,556	0,00498	0,00150	786370,667
3	898,546	0,00611	0,00113	795173,451
4	523,866	0,00675	0,00064	818540,625

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.24' te verilmiştir.

Çizelge 5.24 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00687	0,00660	0,00065	0,00062	0,000635	1,02362
3	0,00622	0,00598	0,00115	0,00110	0,001125	1,02222
2	0,00507	0,00488	0,00153	0,00147	0,001500	1,02000
1	0,00354	0,00341	0,00179	0,00173	0,001760	1,01705
Zemin	0,00175	0,00168	0,00175	0,00168	0,001715	1,02041

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.25' te verilmiştir.

Çizelge 5.25 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$\delta_i = R \cdot \Delta_i$		$(\delta_i)_{max} / h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00687	0,00660	0,00065	0,00062	0,00520	0,00496	0,00173
3	3	0,00622	0,00598	0,00115	0,00110	0,00920	0,00880	0,00307
2	3	0,00507	0,00488	0,00153	0,00147	0,01224	0,01176	0,00408
1	3	0,00354	0,00341	0,00179	0,00173	0,01432	0,01384	0,00477
Zemin	3	0,00175	0,00168	0,00175	0,00168	0,01400	0,01344	0,00467

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.26' da verilmiştir.

Çizelge 5.26 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,476
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,728
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,691
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,086
Yapı Ağırlığı	W	kN	15705
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1350,630
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	50,649

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.27' de verilmiştir.

Çizelge 5.27 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3140	3	9420	86,619
1	3140	6	18840	173,239
2	3140	9	28260	259,858
3	3140	12	37680	346,478
4	3145	15	47175	433,787
Σ	15705	-	141375	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.28' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.28 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1350,630	0,00169	0,00169	799189,349
1	1264,011	0,00358	0,00189	668788,889
2	1090,772	0,00535	0,00177	616255,367
3	830,914	0,00681	0,00146	569119,178
4	484,436	0,00782	0,00101	479639,604

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.29' da verilmiştir.

Çizelge 5.29 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00932	0,00625	0,00117	0,00082	0,000995	1,17588
3	0,00815	0,00543	0,00174	0,00118	0,001460	1,19178
2	0,00641	0,00425	0,00211	0,00141	0,001760	1,19886
1	0,00430	0,00284	0,00226	0,00151	0,001885	1,19894
Zemin	0,00204	0,00133	0,00204	0,00133	0,001685	1,21068

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Yalnızca zemin kattaki değerin 1,2' nin biraz üzerinde olması sebebiyle, DBYBHY 2007' de tanımlanan ek dışmerkezlik büyütme katsayısı ile ek dışmerkezlikler büyütülerek modelin analizi tekrarlanmış, fakat sonuçlarda bir değişim olmadığı gözlenmiştir.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.30' da verilmiştir.

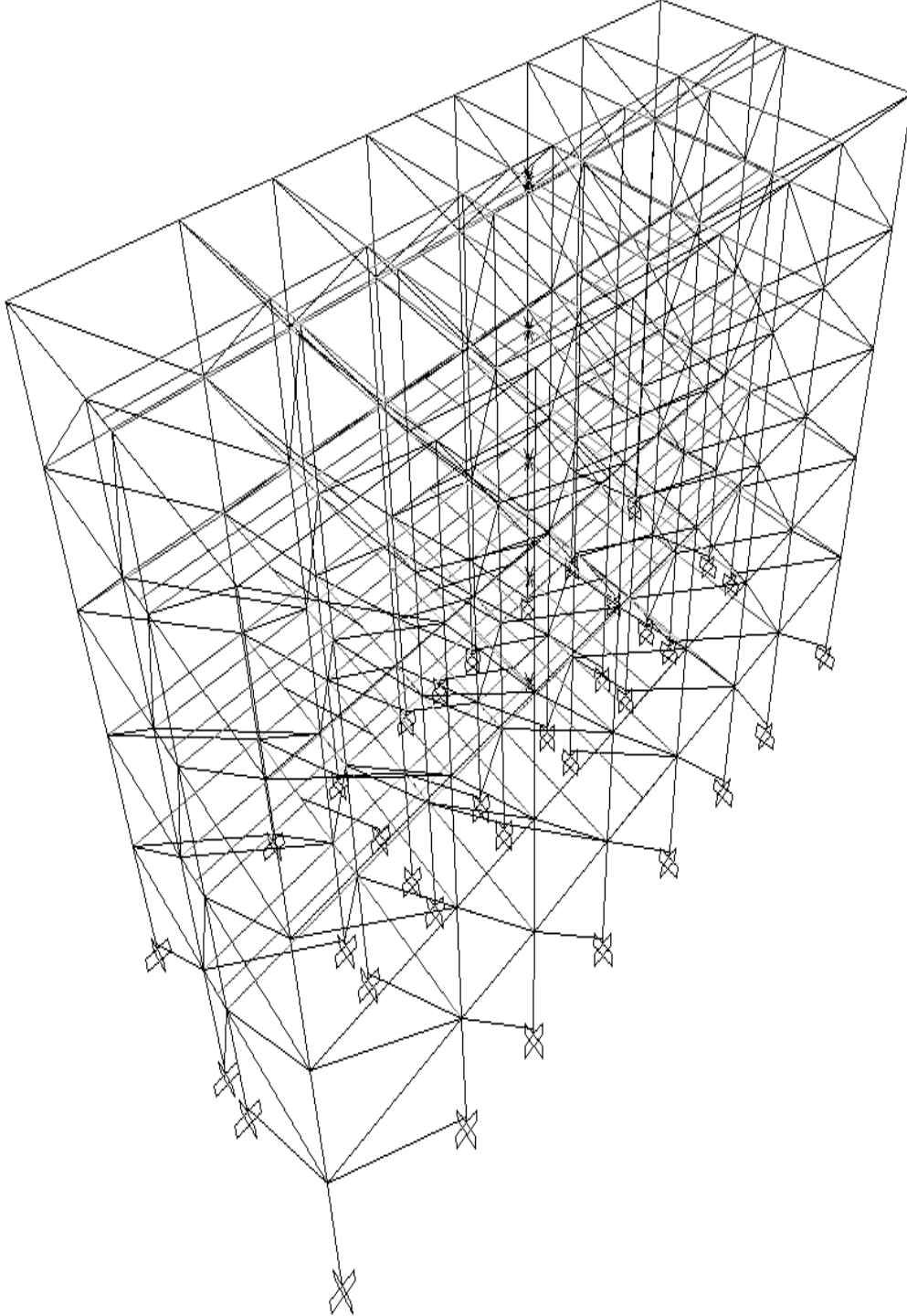
Çizelge 5.30 : A Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00932	0,00625	0,00117	0,00082	0,00936	0,00656	0,00312
3	3	0,00815	0,00543	0,00174	0,00118	0,01392	0,00944	0,00464
2	3	0,00641	0,00425	0,00211	0,00141	0,01688	0,01128	0,00563
1	3	0,00430	0,00284	0,00226	0,00151	0,01808	0,01208	0,00603
Zemin	3	0,00204	0,00133	0,00204	0,00133	0,01632	0,01064	0,00544

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.1.4 A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.4' te verilmiştir.



Şekil 5.4 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.31' de verilmiştir.

Çizelge 5.31 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,315
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	2,404
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,962
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,120
Yapı Ağırlığı	W	kN	16515
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1981,800
Ek Eşdeğer Deprem Yükü	ΔF_N	kN	74,318

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.32' de verilmiştir.

Çizelge 5.32 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3310	3	9930	127,615
1	3310	6	19860	255,231
2	3310	9	29790	382,846
3	3310	12	39720	510,461
4	3275	15	49125	631,329
Σ	16515	-	148425	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.33' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.33 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1981,800	0,00106	0,00106	1869622,642
1	1854,185	0,00215	0,00109	1701087,156
2	1598,954	0,00310	0,00095	1683109,474
3	1216,108	0,00381	0,00071	1712828,169
4	705,647	0,00421	0,00040	1764117,500

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.34' te verilmiştir.

Çizelge 5.34 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00472	0,00451	0,00043	0,00042	0,000425	1,01176
3	0,00429	0,00409	0,00078	0,00075	0,000765	1,01961
2	0,00351	0,00334	0,00105	0,00101	0,001030	1,01942
1	0,00246	0,00233	0,00122	0,00117	0,001195	1,02092
Zemin	0,00124	0,00116	0,00124	0,00116	0,001200	1,03333

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.35' te verilmiştir.

Çizelge 5.35 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$\delta_i = R \cdot \Delta_i$		$(\delta_i)_{max} / h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00472	0,00451	0,00043	0,00042	0,00344	0,00336	0,00115
3	3	0,00429	0,00409	0,00078	0,00075	0,00624	0,00600	0,00208
2	3	0,00351	0,00334	0,00105	0,00101	0,00840	0,00808	0,00280
1	3	0,00246	0,00233	0,00122	0,00117	0,00976	0,00936	0,00325
Zemin	3	0,00124	0,00116	0,00124	0,00116	0,00992	0,00928	0,00331

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.36' da verilmiştir.

Çizelge 5.36 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,340
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	2,262
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,905
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,113
Yapı Ağırlığı	W	kN	16515
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1866,195
Ek Eşdeğer Deprem Yükü	ΔF_N	kN	69,982

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.37' de verilmiştir.

Çizelge 5.37 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3310	3	9930	120,171
1	3310	6	19860	240,342
2	3310	9	29790	360,513
3	3310	12	39720	480,684
4	3275	15	49125	594,502
Σ	16515	-	148425	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.38' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.38 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1866,195	0,00110	0,00110	1696540,909
1	1746,023	0,00228	0,00118	1479680,508
2	1505,681	0,00338	0,00110	1368800,909
3	1145,168	0,00427	0,00089	1286705,618
4	664,484	0,00487	0,00060	1107473,333

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.39' da verilmiştir.

Çizelge 5.39 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00610	0,00420	0,00070	0,00050	0,000600	1,16667
3	0,00540	0,00370	0,00110	0,00080	0,000950	1,15789
2	0,00430	0,00290	0,00140	0,00094	0,001170	1,19658
1	0,00290	0,00196	0,00145	0,00099	0,001220	1,18852
Zemin	0,00145	0,00097	0,00145	0,00097	0,001210	1,19835

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafraz olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.40' ta verilmiştir.

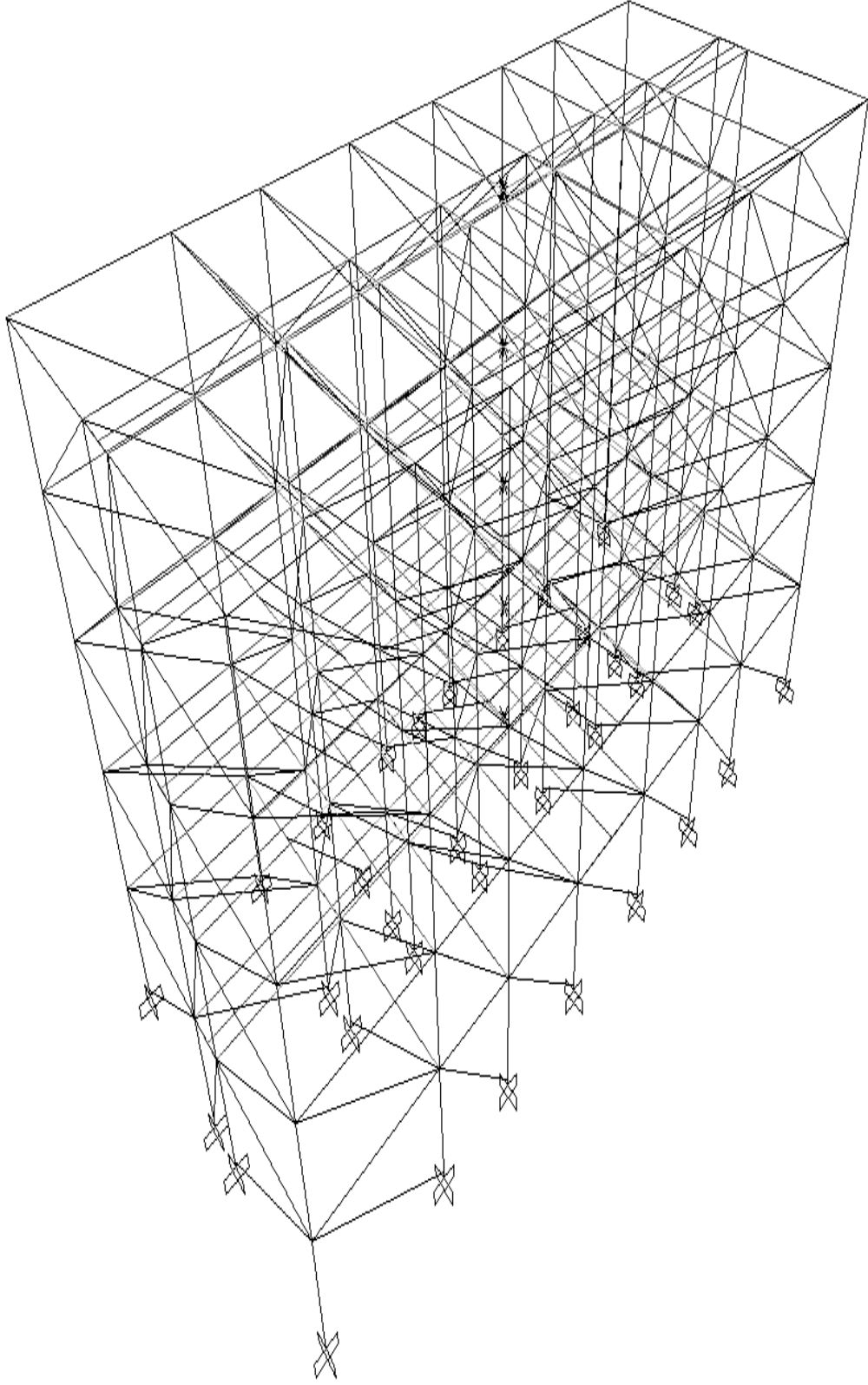
Çizelge 5.40 : A Binası' nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$\delta_i = R \cdot \Delta_i$		$(\delta_i)_{max} / h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00610	0,00420	0,00070	0,00050	0,00560	0,00400	0,00187
3	3	0,00540	0,00370	0,00110	0,00080	0,00880	0,00640	0,00293
2	3	0,00430	0,00290	0,00140	0,00094	0,01120	0,00752	0,00373
1	3	0,00290	0,00196	0,00145	0,00099	0,01160	0,00792	0,00387
Zemin	3	0,00145	0,00097	0,00145	0,00097	0,01160	0,00776	0,00387

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.1.5 A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.5' te verilmiştir.



Şekil 5.5 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.41' de verilmiştir.

Çizelge 5.41 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,341
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	2,256
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,902
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,113
Yapı Ağırlığı	W	kN	15705
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1774,665
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	66,550

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.42' de verilmiştir.

Çizelge 5.42 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3140	3	9420	113,814
1	3140	6	18840	227,628
2	3140	9	28260	341,442
3	3140	12	37680	455,256
4	3145	15	47175	569,976
Σ	15705	-	141375	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değıştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.43' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değıştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğı yer değıştirmelerdir.

Çizelge 5.43 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1774,665	0,00122	0,00122	1454643,443
1	1660,852	0,00246	0,00124	1339396,774
2	1433,224	0,00354	0,00108	1327059,259
3	1091,782	0,00436	0,00082	1331441,463
4	636,526	0,00483	0,00047	1354310,638

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.44' te verilmiştir.

Çizelge 5.44 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00517	0,00496	0,00049	0,00047	0,000480	1,02083
3	0,00468	0,00449	0,00086	0,00084	0,000850	1,01176
2	0,00382	0,00365	0,00115	0,00110	0,001125	1,02222
1	0,00267	0,00255	0,00134	0,00128	0,001310	1,02290
Zemin	0,00133	0,00127	0,00133	0,00127	0,001300	1,02308

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.45' te verilmiştir.

Çizelge 5.45 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$\delta_i = R \cdot \Delta_i$		$(\delta_i)_{max} / h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00517	0,00496	0,00049	0,00047	0,00392	0,00376	0,00131
3	3	0,00468	0,00449	0,00086	0,00084	0,00688	0,00672	0,00229
2	3	0,00382	0,00365	0,00115	0,00110	0,00920	0,00880	0,00307
1	3	0,00267	0,00255	0,00134	0,00128	0,01072	0,01024	0,00357
Zemin	3	0,00133	0,00127	0,00133	0,00127	0,01064	0,01016	0,00355

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.46' da verilmiştir.

Çizelge 5.46 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,366
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	2,132
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,853
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	8
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	8
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,107
Yapı Ağırlığı	W	kN	15705
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	1680,435
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	63,016

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.47' de verilmiştir.

Çizelge 5.47 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3140	3	9420	107,771
1	3140	6	18840	215,541
2	3140	9	28260	323,312
3	3140	12	37680	431,083
4	3145	15	47175	539,712
Σ	15705	-	141375	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değıştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.48' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değıştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğı yer değıştirmelerdir.

Çizelge 5.48 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	1680,435	0,00123	0,00123	1366207,317
1	1572,664	0,00256	0,00133	1182454,135
2	1357,123	0,00378	0,00122	1112395,902
3	1033,811	0,00477	0,00099	1044253,535
4	602,728	0,00544	0,00067	899594,030

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiş ve Çizelge 5.49' da verilmiştir.

Çizelge 5.49 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
4	0,00668	0,00452	0,00079	0,00056	0,000675	1,17037
3	0,00589	0,00396	0,00122	0,00083	0,001025	1,19024
2	0,00467	0,00313	0,00148	0,00099	0,001235	1,19838
1	0,00319	0,00214	0,00165	0,00111	0,001380	1,19565
Zemin	0,00154	0,00103	0,00154	0,00103	0,001285	1,19844

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe kolonlarındaki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.50' de verilmiştir.

Çizelge 5.50 : A Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

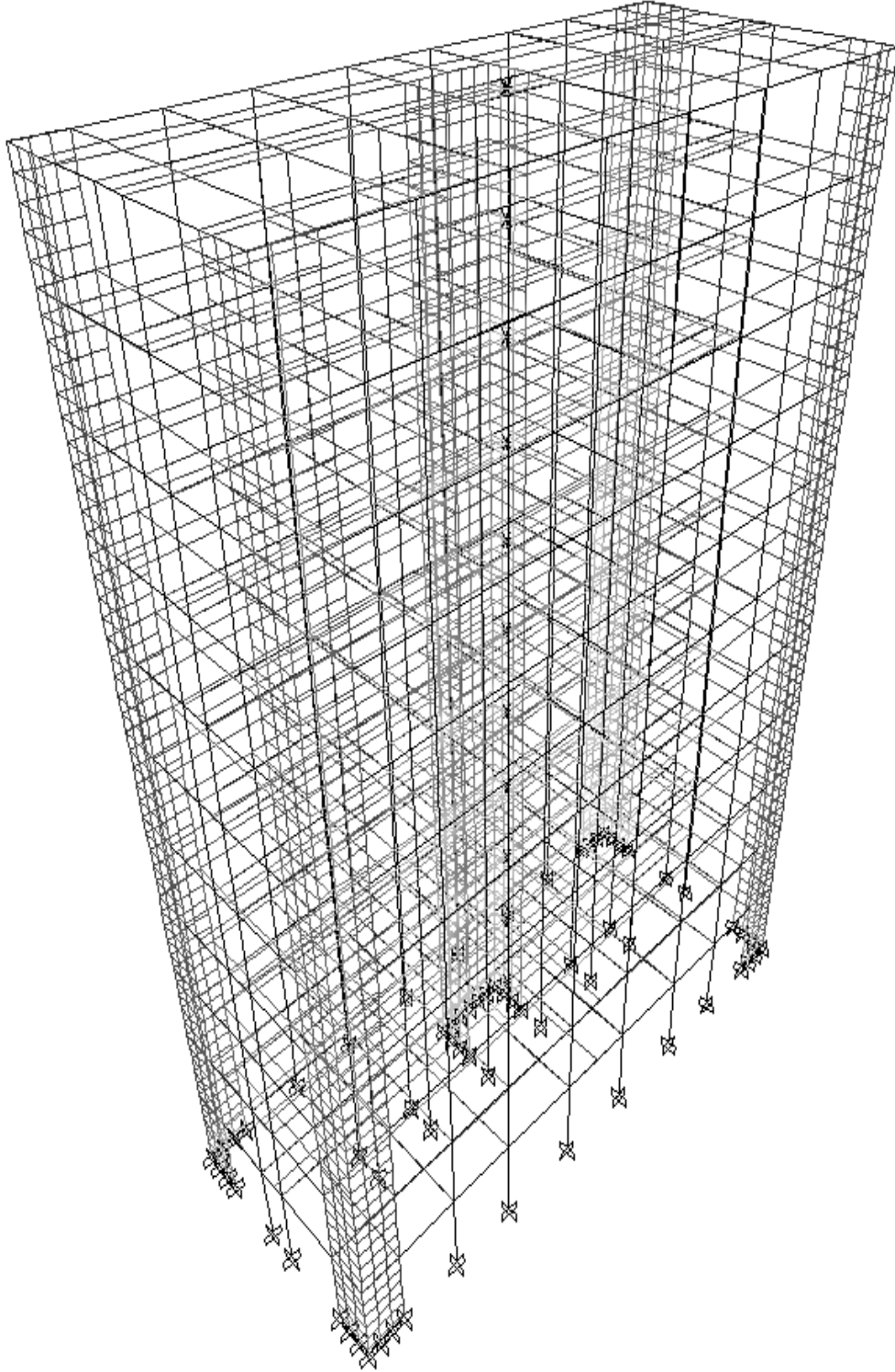
Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
4	3	0,00668	0,00452	0,00079	0,00056	0,00632	0,00448	0,00211
3	3	0,00589	0,00396	0,00122	0,00083	0,00976	0,00664	0,00325
2	3	0,00467	0,00313	0,00148	0,00099	0,01184	0,00792	0,00395
1	3	0,00319	0,00214	0,00165	0,00111	0,01320	0,00888	0,00440
Zemin	3	0,00154	0,00103	0,00154	0,00103	0,01232	0,00824	0,00411

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.2 B Binası modelleri

5.3.2.1 B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.6' da verilmiştir.



Şekil 5.6 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.51' de verilmiştir.

Çizelge 5.51 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,646
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_0	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	$S(T)$	-	1,353
Spektral İvme Katsayısı	$A(T)$	-	0,541
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	$R_a(T)$	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,077
Yapı Ağırlığı	W	kN	30030
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2312,310
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	190,766

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.52' de verilmiştir.

Çizelge 5.52 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	2795	3	8385	33,104
1	2795	6	16770	66,208
2	2795	9	25155	99,311
3	2795	12	33540	132,415
4	2725	15	40875	161,374
5	2655	18	47790	188,674
6	2655	21	55755	220,119
7	2655	24	63720	251,565
8	2655	27	71685	283,011
9	2655	30	79650	314,456
10	2850	33	94050	371,307
Σ	30030	-	537375	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.53' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.53 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2312,310	0,00063	0,00063	3670333,333
1	2279,206	0,00175	0,00112	2035005,357
2	2212,998	0,00310	0,00135	1639257,778
3	2113,687	0,00458	0,00148	1428166,986
4	1981,272	0,00610	0,00152	1303468,421
5	1819,898	0,00776	0,00166	1096324,096
6	1631,224	0,00935	0,00159	1025927,044
7	1411,105	0,01082	0,00147	959935,374
8	1159,540	0,01211	0,00129	898868,217
9	876,529	0,01322	0,00111	789665,766
10	562,073	0,01417	0,00095	591655,789

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değıştirme değeri edinilerek her kata ait burulma düzensizliğı katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değeri Çizelge 5.54' te verilmiştir.

Çizelge 5.54 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliğı katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01449	0,01377	0,00095	0,00094	0,000945	1,00529
9	0,01354	0,01283	0,00113	0,00109	0,001110	1,01802
8	0,01241	0,01174	0,00131	0,00127	0,001290	1,01550
7	0,01110	0,01047	0,00150	0,00142	0,001460	1,02740
6	0,00960	0,00905	0,00163	0,00155	0,001590	1,02516
5	0,00797	0,00750	0,00170	0,00160	0,001650	1,03030
4	0,00627	0,00590	0,00156	0,00148	0,001520	1,02632
3	0,00471	0,00442	0,00151	0,00143	0,001470	1,02721
2	0,00320	0,00299	0,00140	0,00131	0,001355	1,03321
1	0,00180	0,00168	0,00115	0,00107	0,001110	1,03604
Zemin	0,00065	0,00061	0,00065	0,00061	0,000630	1,03175

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliğı katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değeri 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliğı oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değıştirme değeri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliğı oranı belirlenmiştir. Söz konusu değeri Çizelge 5.55' te verilmiştir.

Çizelge 5.55 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,01449	0,01377	0,00095	0,00094	0,00665	0,00658	0,00222
9	3	0,01354	0,01283	0,00113	0,00109	0,00791	0,00763	0,00264
8	3	0,01241	0,01174	0,00131	0,00127	0,00917	0,00889	0,00306
7	3	0,01110	0,01047	0,00150	0,00142	0,01050	0,00994	0,00350
6	3	0,00960	0,00905	0,00163	0,00155	0,01141	0,01085	0,00380
5	3	0,00797	0,00750	0,00170	0,00160	0,01190	0,01120	0,00397
4	3	0,00627	0,00590	0,00156	0,00148	0,01092	0,01036	0,00364
3	3	0,00471	0,00442	0,00151	0,00143	0,01057	0,01001	0,00352
2	3	0,00320	0,00299	0,00140	0,00131	0,00980	0,00917	0,00327
1	3	0,00180	0,00168	0,00115	0,00107	0,00805	0,00749	0,00268
Zemin	3	0,00065	0,00061	0,00065	0,00061	0,00455	0,00427	0,00152

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.56' da verilmiştir.

Çizelge 5.56 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,701
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,268
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,507
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,072
Yapı Ağırlığı	W	kN	30030
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2162,160
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	178,378

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.57' de verilmiştir.

Çizelge 5.57 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	2795	3	8385	30,954
1	2795	6	16770	61,908
2	2795	9	25155	92,863
3	2795	12	33540	123,817
4	2725	15	40875	150,895
5	2655	18	47790	176,422
6	2655	21	55755	205,826
7	2655	24	63720	235,230
8	2655	27	71685	264,633
9	2655	30	79650	294,037
10	2850	33	94050	347,196
Σ	30030	-	537375	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.58' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.58 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2162,160	0,00071	0,00071	3045295,775
1	2131,205	0,00199	0,00128	1665003,906
2	2069,297	0,00354	0,00155	1335030,323
3	1976,434	0,00521	0,00167	1183493,413
4	1852,617	0,00696	0,00175	1058638,286
5	1701,722	0,00890	0,00194	877176,289
6	1525,300	0,01081	0,00191	798586,387
7	1319,474	0,01258	0,00177	745465,537
8	1084,244	0,01416	0,00158	686230,380
9	819,611	0,01551	0,00135	607119,259
10	525,574	0,01669	0,00118	445401,695

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.59' da verilmiştir.

Çizelge 5.59 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01908	0,01436	0,00135	0,00102	0,001185	1,13924
9	0,01773	0,01334	0,00156	0,00117	0,001365	1,14286
8	0,01617	0,01217	0,00180	0,00136	0,001580	1,13924
7	0,01437	0,01081	0,00203	0,00153	0,001780	1,14045
6	0,01234	0,00928	0,00218	0,00165	0,001915	1,13838
5	0,01016	0,00763	0,00222	0,00167	0,001945	1,14139
4	0,00794	0,00596	0,00200	0,00149	0,001745	1,14613
3	0,00594	0,00447	0,00192	0,00143	0,001675	1,14627
2	0,00402	0,00304	0,00176	0,00132	0,001540	1,14286
1	0,00226	0,00172	0,00146	0,00110	0,001280	1,14063
Zemin	0,00080	0,00062	0,00080	0,00062	0,000710	1,12676

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.60' ta verilmiştir.

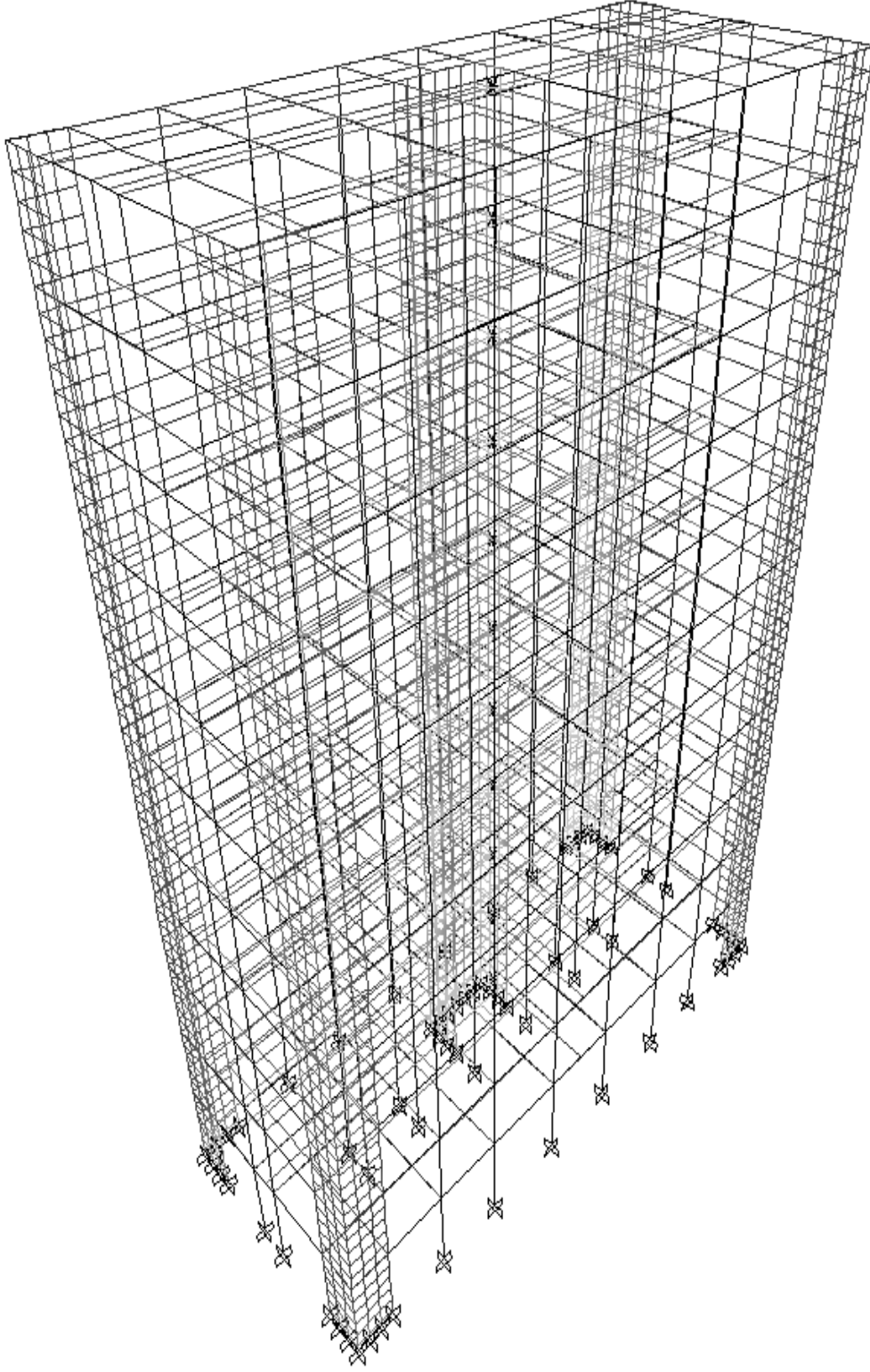
Çizelge 5.60 : B Binası' nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,01908	0,01436	0,00135	0,00102	0,00945	0,00714	0,00315
9	3	0,01773	0,01334	0,00156	0,00117	0,01092	0,00819	0,00364
8	3	0,01617	0,01217	0,00180	0,00136	0,01260	0,00952	0,00420
7	3	0,01437	0,01081	0,00203	0,00153	0,01421	0,01071	0,00474
6	3	0,01234	0,00928	0,00218	0,00165	0,01526	0,01155	0,00509
5	3	0,01016	0,00763	0,00222	0,00167	0,01554	0,01169	0,00518
4	3	0,00794	0,00596	0,00200	0,00149	0,01400	0,01043	0,00467
3	3	0,00594	0,00447	0,00192	0,00143	0,01344	0,01001	0,00448
2	3	0,00402	0,00304	0,00176	0,00132	0,01232	0,00924	0,00411
1	3	0,00226	0,00172	0,00146	0,00110	0,01022	0,00770	0,00341
Zemin	3	0,00080	0,00062	0,00080	0,00062	0,00560	0,00434	0,00187

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.2.2 B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.7' de verilmiştir.



Şekil 5.7 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.61' de verilmiştir.

Çizelge 5.61 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,722
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,238
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,495
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,071
Yapı Ağırlığı	W	kN	39110
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2776,810
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	229,087

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.62' de verilmiştir.

Çizelge 5.62 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri

Kat No	w_i	H_i	w_i·H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3645	3	10935	40,015
1	3645	6	21870	80,030
2	3645	9	32805	120,045
3	3645	12	43740	160,059
4	3580	15	53700	196,506
5	3515	18	63270	231,526
6	3515	21	73815	270,114
7	3515	24	84360	308,702
8	3515	27	94905	347,290
9	3515	30	105450	385,877
10	3375	33	111375	407,559
Σ	39110	-	696225	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.63' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.63 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2776,810	0,00073	0,00073	3803849,315
1	2736,795	0,00202	0,00129	2121546,512
2	2656,765	0,00359	0,00157	1692207,006
3	2536,720	0,00530	0,00171	1483461,988
4	2376,661	0,00705	0,00175	1358092,000
5	2180,155	0,00895	0,00190	1147450,000
6	1948,629	0,01078	0,00183	1064824,590
7	1678,515	0,01245	0,00167	1005098,802
8	1369,813	0,01391	0,00146	938228,082
9	1022,523	0,01516	0,00125	818018,400
10	636,646	0,01622	0,00106	600609,434

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.64' te verilmiştir.

Çizelge 5.64 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01658	0,01576	0,00106	0,00105	0,001055	1,00474
9	0,01552	0,01471	0,00126	0,00123	0,001245	1,01205
8	0,01426	0,01348	0,00149	0,00143	0,001460	1,02055
7	0,01277	0,01205	0,00171	0,00162	0,001665	1,02703
6	0,01106	0,01043	0,00187	0,00177	0,001820	1,02747
5	0,00919	0,00866	0,00195	0,00184	0,001895	1,02902
4	0,00724	0,00682	0,00179	0,00171	0,001750	1,02286
3	0,00545	0,00511	0,00175	0,00165	0,001700	1,02941
2	0,00370	0,00346	0,00162	0,00152	0,001570	1,03185
1	0,00208	0,00194	0,00133	0,00124	0,001285	1,03502
Zemin	0,00075	0,00070	0,00075	0,00070	0,000725	1,03448

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.65' te verilmiştir.

Çizelge 5.65 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i m	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$ -
		$(d_i)_{max}$ m	$(d_i)_{min}$ m	$(\Delta_i)_{max}$ m	$(\Delta_i)_{min}$ m	$(\delta_i)_{max}$ m	$(\delta_i)_{min}$ m	
		10	3	0,01658	0,01576	0,00106	0,00105	
9	3	0,01552	0,01471	0,00126	0,00123	0,00882	0,00861	0,00294
8	3	0,01426	0,01348	0,00149	0,00143	0,01043	0,01001	0,00348
7	3	0,01277	0,01205	0,00171	0,00162	0,01197	0,01134	0,00399
6	3	0,01106	0,01043	0,00187	0,00177	0,01309	0,01239	0,00436
5	3	0,00919	0,00866	0,00195	0,00184	0,01365	0,01288	0,00455
4	3	0,00724	0,00682	0,00179	0,00171	0,01253	0,01197	0,00418
3	3	0,00545	0,00511	0,00175	0,00165	0,01225	0,01155	0,00408
2	3	0,00370	0,00346	0,00162	0,00152	0,01134	0,01064	0,00378
1	3	0,00208	0,00194	0,00133	0,00124	0,00931	0,00868	0,00310
Zemin	3	0,00075	0,00070	0,00075	0,00070	0,00525	0,00490	0,00175

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.66' da verilmiştir.

Çizelge 5.66 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,784
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,159
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,464
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,066
Yapı Ağırlığı	W	kN	39110
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2581,260
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	212,954

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.67' de verilmiştir.

Çizelge 5.67 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri

Kat No	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3645	3	10935	37,197
1	3645	6	21870	74,394
2	3645	9	32805	111,591
3	3645	12	43740	148,788
4	3580	15	53700	182,668
5	3515	18	63270	215,222
6	3515	21	73815	251,092
7	3515	24	84360	286,962
8	3515	27	94905	322,833
9	3515	30	105450	358,703
10	3375	33	111375	378,858
Σ	39110	-	696225	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.68' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.68 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2581,260	0,00083	0,00083	3109951,807
1	2544,065	0,00231	0,00148	1718962,838
2	2469,671	0,00409	0,00178	1387455,618
3	2358,080	0,00601	0,00192	1228166,667
4	2209,292	0,00802	0,00201	1099150,249
5	2026,624	0,01025	0,00223	908800,000
6	1811,402	0,01243	0,00218	830918,349
7	1560,310	0,01444	0,00201	776273,632
8	1273,348	0,01621	0,00177	719405,650
9	950,515	0,01773	0,00152	625338,816
10	591,812	0,01904	0,00131	451764,885

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.69' da verilmiştir.

Çizelge 5.69 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,02187	0,01636	0,00151	0,00112	0,001315	1,14829
9	0,02036	0,01524	0,00175	0,00132	0,001540	1,14007
8	0,01861	0,01392	0,00204	0,00154	0,001790	1,13966
7	0,01657	0,01238	0,00232	0,00173	0,002025	1,14568
6	0,01425	0,01065	0,00250	0,00188	0,002190	1,14155
5	0,01175	0,00877	0,00256	0,00191	0,002235	1,14541
4	0,00919	0,00686	0,00232	0,00172	0,002020	1,14851
3	0,00687	0,00514	0,00221	0,00164	0,001925	1,14805
2	0,00466	0,00350	0,00205	0,00152	0,001785	1,14846
1	0,00261	0,00198	0,00168	0,00126	0,001470	1,14286
Zemin	0,00093	0,00072	0,00093	0,00072	0,000825	1,12727

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.70' te verilmiştir.

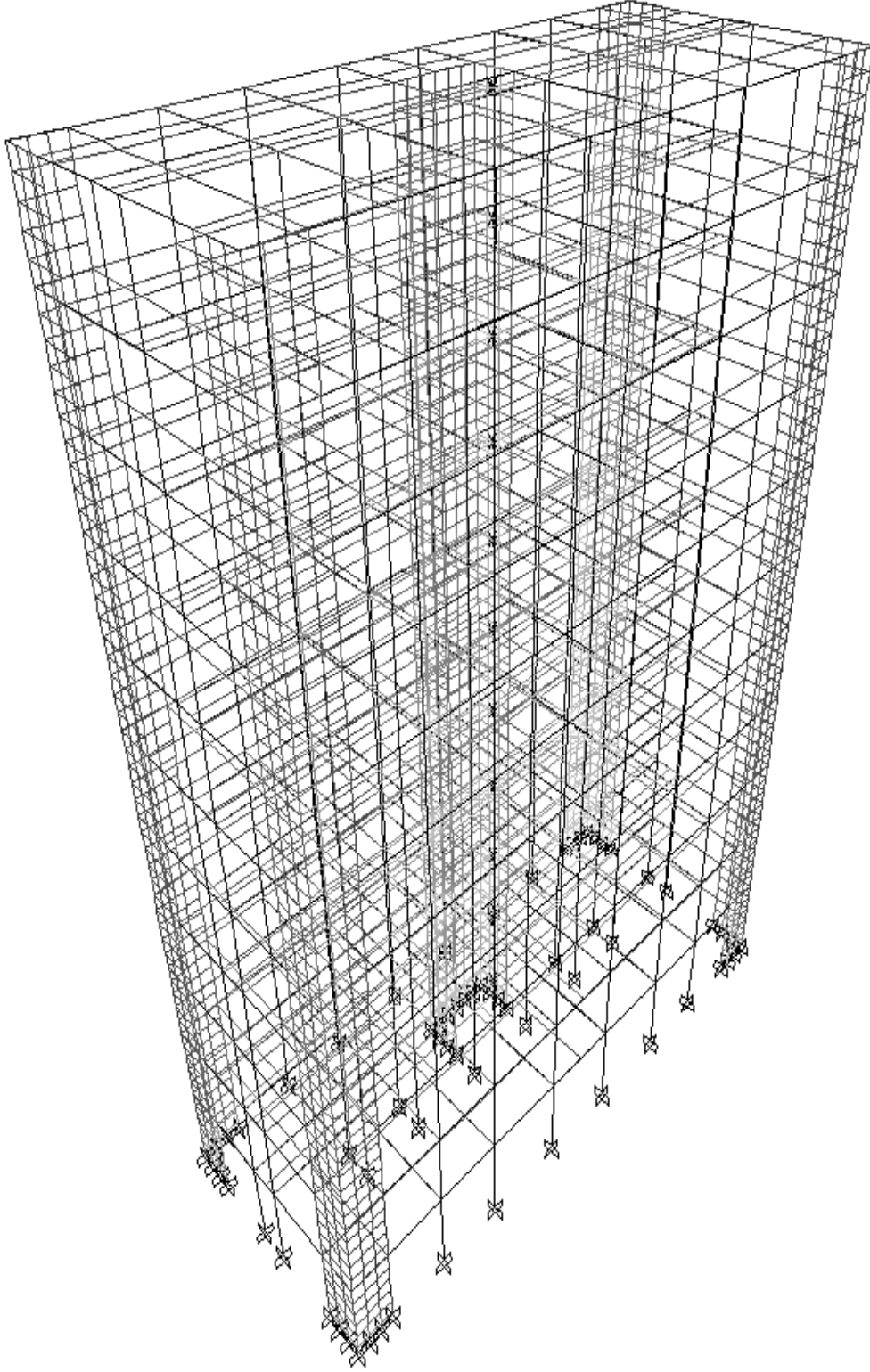
Çizelge 5.70 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,02187	0,01636	0,00151	0,00112	0,01057	0,00784	0,00352
9	3	0,02036	0,01524	0,00175	0,00132	0,01225	0,00924	0,00408
8	3	0,01861	0,01392	0,00204	0,00154	0,01428	0,01078	0,00476
7	3	0,01657	0,01238	0,00232	0,00173	0,01624	0,01211	0,00541
6	3	0,01425	0,01065	0,00250	0,00188	0,01750	0,01316	0,00583
5	3	0,01175	0,00877	0,00256	0,00191	0,01792	0,01337	0,00597
4	3	0,00919	0,00686	0,00232	0,00172	0,01624	0,01204	0,00541
3	3	0,00687	0,00514	0,00221	0,00164	0,01547	0,01148	0,00516
2	3	0,00466	0,00350	0,00205	0,00152	0,01435	0,01064	0,00478
1	3	0,00261	0,00198	0,00168	0,00126	0,01176	0,00882	0,00392
Zemin	3	0,00093	0,00072	0,00093	0,00072	0,00651	0,00504	0,00217

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.2.3 B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.8' de verilmiştir.



Şekil 5.8: B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.71' de verilmiştir.

Çizelge 5.71 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,673
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,310
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,524
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,075
Yapı Ağırlığı	W	kN	37540
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2815,500
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	232,279

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.72' de verilmiştir.

Çizelge 5.72 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri

Kat No	w_i	H_i	w_i.H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3500	3	10500	40,584
1	3500	6	21000	81,168
2	3500	9	31500	121,752
3	3500	12	42000	162,335
4	3435	15	51525	199,151
5	3370	18	60660	234,459
6	3370	21	70770	273,535
7	3370	24	80880	312,612
8	3370	27	90990	351,688
9	3370	30	101100	390,765
10	3255	33	107415	415,173
Σ	37540	-	668340	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.73' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.73 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değişimleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2815,500	0,00066	0,00066	4265909,091
1	2774,917	0,00184	0,00118	2351624,576
2	2693,749	0,00328	0,00144	1870659,028
3	2571,997	0,00484	0,00156	1648716,026
4	2409,662	0,00644	0,00160	1506038,750
5	2210,511	0,00818	0,00174	1270408,621
6	1976,052	0,00986	0,00168	1176221,429
7	1702,517	0,01140	0,00154	1105530,519
8	1389,905	0,01275	0,00135	1029559,259
9	1038,217	0,01391	0,00116	895014,655
10	647,452	0,01490	0,00099	653991,919

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.74' te verilmiştir.

Çizelge 5.74 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i = d_i - d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01522	0,01449	0,00099	0,00099	0,000990	1,00000
9	0,01423	0,01350	0,00117	0,00114	0,001155	1,01299
8	0,01306	0,01236	0,00137	0,00132	0,001345	1,01859
7	0,01169	0,01104	0,00157	0,00150	0,001535	1,02280
6	0,01012	0,00954	0,00172	0,00162	0,001670	1,02994
5	0,00840	0,00792	0,00179	0,00169	0,001740	1,02874
4	0,00661	0,00623	0,00164	0,00156	0,001600	1,02500
3	0,00497	0,00467	0,00159	0,00151	0,001550	1,02581
2	0,00338	0,00316	0,00148	0,00138	0,001430	1,03497
1	0,00190	0,00178	0,00122	0,00114	0,001180	1,03390
Zemin	0,00068	0,00064	0,00068	0,00064	0,000660	1,03030

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.75' te verilmiştir.

Çizelge 5.75 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i m	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$ -
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,01522	0,01449	0,00099	0,00099	0,00693	0,00693	0,00231
9	3	0,01423	0,01350	0,00117	0,00114	0,00819	0,00798	0,00273
8	3	0,01306	0,01236	0,00137	0,00132	0,00959	0,00924	0,00320
7	3	0,01169	0,01104	0,00157	0,00150	0,01099	0,01050	0,00366
6	3	0,01012	0,00954	0,00172	0,00162	0,01204	0,01134	0,00401
5	3	0,00840	0,00792	0,00179	0,00169	0,01253	0,01183	0,00418
4	3	0,00661	0,00623	0,00164	0,00156	0,01148	0,01092	0,00383
3	3	0,00497	0,00467	0,00159	0,00151	0,01113	0,01057	0,00371
2	3	0,00338	0,00316	0,00148	0,00138	0,01036	0,00966	0,00345
1	3	0,00190	0,00178	0,00122	0,00114	0,00854	0,00798	0,00285
Zemin	3	0,00068	0,00064	0,00068	0,00064	0,00476	0,00448	0,00159

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.76' da verilmiştir.

Çizelge 5.76 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,731
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,226
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,490
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,070
Yapı Ağırlığı	W	kN	37540
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2627,800
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	216,794

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.77' de verilmiştir.

Çizelge 5.77 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3500	3	10500	37,878
1	3500	6	21000	75,757
2	3500	9	31500	113,635
3	3500	12	42000	151,513
4	3435	15	51525	185,874
5	3370	18	60660	218,828
6	3370	21	70770	255,300
7	3370	24	80880	291,771
8	3370	27	90990	328,242
9	3370	30	101100	364,714
10	3255	33	107415	387,495
Σ	37540	-	668340	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.78' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.78 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2627,800	0,00075	0,00075	3503733,333
1	2589,923	0,00211	0,00136	1904355,147
2	2514,166	0,00374	0,00163	1542433,129
3	2400,531	0,00550	0,00176	1363938,068
4	2249,018	0,00735	0,00185	1215685,405
5	2063,144	0,00939	0,00204	1011345,098
6	1844,316	0,01140	0,00201	917570,149
7	1589,016	0,01326	0,00186	854309,677
8	1297,245	0,01491	0,00165	786209,091
9	969,003	0,01632	0,00141	687236,170
10	604,289	0,01754	0,00122	495318,852

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.79' da verilmiştir.

Çizelge 5.79 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,02009	0,01508	0,00141	0,00105	0,001230	1,14634
9	0,01868	0,01403	0,00163	0,00123	0,001430	1,13986
8	0,01705	0,01280	0,00189	0,00142	0,001655	1,14199
7	0,01516	0,01138	0,00212	0,00161	0,001865	1,13673
6	0,01304	0,00977	0,00230	0,00173	0,002015	1,14144
5	0,01074	0,00804	0,00234	0,00175	0,002045	1,14425
4	0,00840	0,00629	0,00212	0,00158	0,001850	1,14595
3	0,00628	0,00471	0,00203	0,00150	0,001765	1,15014
2	0,00425	0,00321	0,00186	0,00139	0,001625	1,14462
1	0,00239	0,00182	0,00154	0,00116	0,001350	1,14074
Zemin	0,00085	0,00066	0,00085	0,00066	0,000755	1,12583

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmalarını durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.80' de verilmiştir.

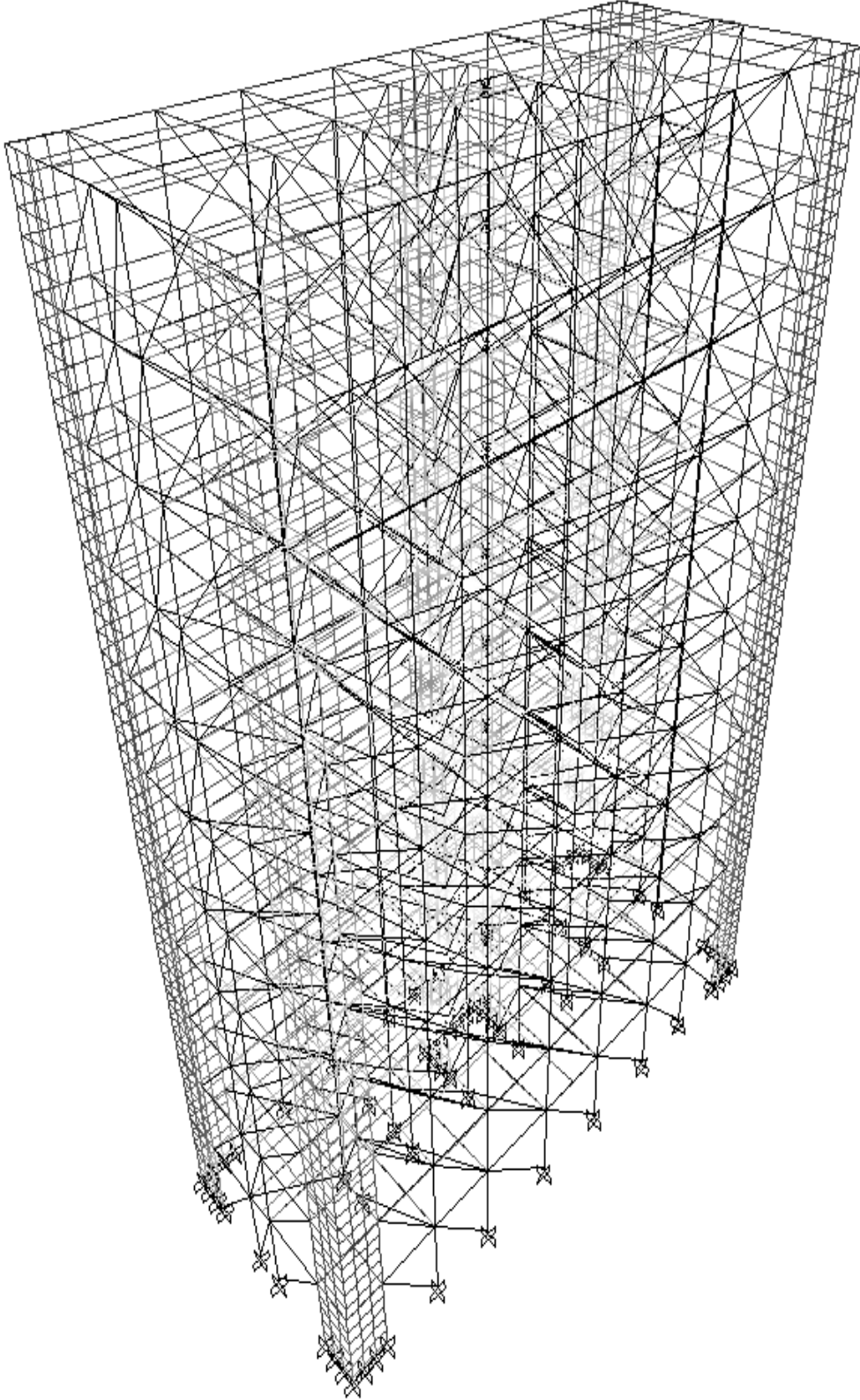
Çizelge 5.80 : B Binası' nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,02009	0,01508	0,00141	0,00105	0,00987	0,00735	0,00329
9	3	0,01868	0,01403	0,00163	0,00123	0,01141	0,00861	0,00380
8	3	0,01705	0,01280	0,00189	0,00142	0,01323	0,00994	0,00441
7	3	0,01516	0,01138	0,00212	0,00161	0,01484	0,01127	0,00495
6	3	0,01304	0,00977	0,00230	0,00173	0,01610	0,01211	0,00537
5	3	0,01074	0,00804	0,00234	0,00175	0,01638	0,01225	0,00546
4	3	0,00840	0,00629	0,00212	0,00158	0,01484	0,01106	0,00495
3	3	0,00628	0,00471	0,00203	0,00150	0,01421	0,01050	0,00474
2	3	0,00425	0,00321	0,00186	0,00139	0,01302	0,00973	0,00434
1	3	0,00239	0,00182	0,00154	0,00116	0,01078	0,00812	0,00359
Zemin	3	0,00085	0,00066	0,00085	0,00066	0,00595	0,00462	0,00198

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.2.4 B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.9' da verilmiştir.



Şekil 5.9 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.81' de verilmiştir.

Çizelge 5.81 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,490
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,688
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,675
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yükü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,096
Yapı Ağırlığı	W	kN	39110
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	3754,560
Ek Eşdeğer Deprem Yükü	ΔF_N	kN	309,751

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.82' de verilmiştir.

Çizelge 5.82 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i·H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3645	3	10935	54,105
1	3645	6	21870	108,209
2	3645	9	32805	162,314
3	3645	12	43740	216,418
4	3580	15	53700	265,699
5	3515	18	63270	313,050
6	3515	21	73815	365,225
7	3515	24	84360	417,400
8	3515	27	94905	469,575
9	3515	30	105450	521,750
10	3375	33	111375	551,066
Σ	39110	-	696225	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.83' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.83 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	3754,560	0,00067	0,00067	5603820,896
1	3700,457	0,00176	0,00109	3394914,679
2	3592,248	0,00300	0,00124	2896974,194
3	3429,934	0,00430	0,00130	2638410,769
4	3213,516	0,00558	0,00128	2510559,375
5	2947,817	0,00689	0,00131	2250241,985
6	2634,767	0,00810	0,00121	2177493,388
7	2269,542	0,00918	0,00108	2101427,778
8	1852,142	0,01009	0,00091	2035320,879
9	1382,567	0,01083	0,00074	1868333,784
10	860,817	0,01142	0,00059	1459011,864

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.84' te verilmiştir.

Çizelge 5.84 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01219	0,01198	0,00061	0,00061	0,000610	1,00000
9	0,01158	0,01137	0,00077	0,00077	0,000770	1,00000
8	0,01081	0,01060	0,00097	0,00096	0,000965	1,00518
7	0,00984	0,00964	0,00115	0,00113	0,001140	1,00877
6	0,00869	0,00851	0,00130	0,00127	0,001285	1,01167
5	0,00739	0,00724	0,00140	0,00138	0,001390	1,00719
4	0,00599	0,00586	0,00136	0,00134	0,001350	1,00741
3	0,00463	0,00452	0,00139	0,00136	0,001375	1,01091
2	0,00324	0,00316	0,00133	0,00131	0,001320	1,00758
1	0,00191	0,00185	0,00117	0,00114	0,001155	1,01299
Zemin	0,00074	0,00071	0,00074	0,00071	0,000725	1,02069

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.85' te verilmiştir.

Çizelge 5.85 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h _i m	d _i		Δ _i =d _i -d _{i-1}		δ _i =R.Δ _i		(δ _i) _{max} /h _i -
		(d _i) _{max} m	(d _i) _{min} m	(Δ _i) _{max} m	(Δ _i) _{min} m	(δ _i) _{max} m	(δ _i) _{min} m	
		10	3	0,01219	0,01198	0,00061	0,00061	
9	3	0,01158	0,01137	0,00077	0,00077	0,00539	0,00539	0,00180
8	3	0,01081	0,01060	0,00097	0,00096	0,00679	0,00672	0,00226
7	3	0,00984	0,00964	0,00115	0,00113	0,00805	0,00791	0,00268
6	3	0,00869	0,00851	0,00130	0,00127	0,00910	0,00889	0,00303
5	3	0,00739	0,00724	0,00140	0,00138	0,00980	0,00966	0,00327
4	3	0,00599	0,00586	0,00136	0,00134	0,00952	0,00938	0,00317
3	3	0,00463	0,00452	0,00139	0,00136	0,00973	0,00952	0,00324
2	3	0,00324	0,00316	0,00133	0,00131	0,00931	0,00917	0,00310
1	3	0,00191	0,00185	0,00117	0,00114	0,00819	0,00798	0,00273
Zemin	3	0,00074	0,00071	0,00074	0,00071	0,00518	0,00497	0,00173

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.86' da verilmiştir.

Çizelge 5.86 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,629
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A₀	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,383
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,553
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,079
Yapı Ağırlığı	W	kN	39110
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	3089,690
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	254,899

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.87' de verilmiştir.

Çizelge 5.87 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3645	3	10935	44,524
1	3645	6	21870	89,047
2	3645	9	32805	133,571
3	3645	12	43740	178,094
4	3580	15	53700	218,648
5	3515	18	63270	257,614
6	3515	21	73815	300,550
7	3515	24	84360	343,485
8	3515	27	94905	386,421
9	3515	30	105450	429,356
10	3375	33	111375	453,481
Σ	39110	-	696225	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.88' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.88 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	3089,690	0,00068	0,00068	4543661,765
1	3045,166	0,00182	0,00114	2671198,246
2	2956,119	0,00314	0,00132	2239484,091
3	2822,548	0,00455	0,00141	2001807,092
4	2644,454	0,00600	0,00145	1823761,379
5	2425,806	0,00754	0,00154	1575198,701
6	2168,192	0,00903	0,00149	1455162,416
7	1867,642	0,01041	0,00138	1353363,768
8	1524,157	0,01165	0,00124	1229158,871
9	1137,736	0,01273	0,00108	1053459,259
10	708,380	0,01368	0,00095	745663,158

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.89' da verilmiştir.

Çizelge 5.89 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01654	0,01255	0,00109	0,00091	0,001000	1,09000
9	0,01545	0,01164	0,00128	0,00103	0,001155	1,10823
8	0,01417	0,01061	0,00148	0,00117	0,001325	1,11698
7	0,01269	0,00944	0,00166	0,00129	0,001475	1,12542
6	0,01103	0,00815	0,00180	0,00137	0,001585	1,13565
5	0,00923	0,00678	0,00186	0,00140	0,001630	1,14110
4	0,00737	0,00538	0,00177	0,00131	0,001540	1,14935
3	0,00560	0,00407	0,00172	0,00126	0,001490	1,15436
2	0,00388	0,00281	0,00163	0,00118	0,001405	1,16014
1	0,00225	0,00163	0,00141	0,00101	0,001210	1,16529
Zemin	0,00084	0,00062	0,00084	0,00062	0,000730	1,15068

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.90' da verilmiştir.

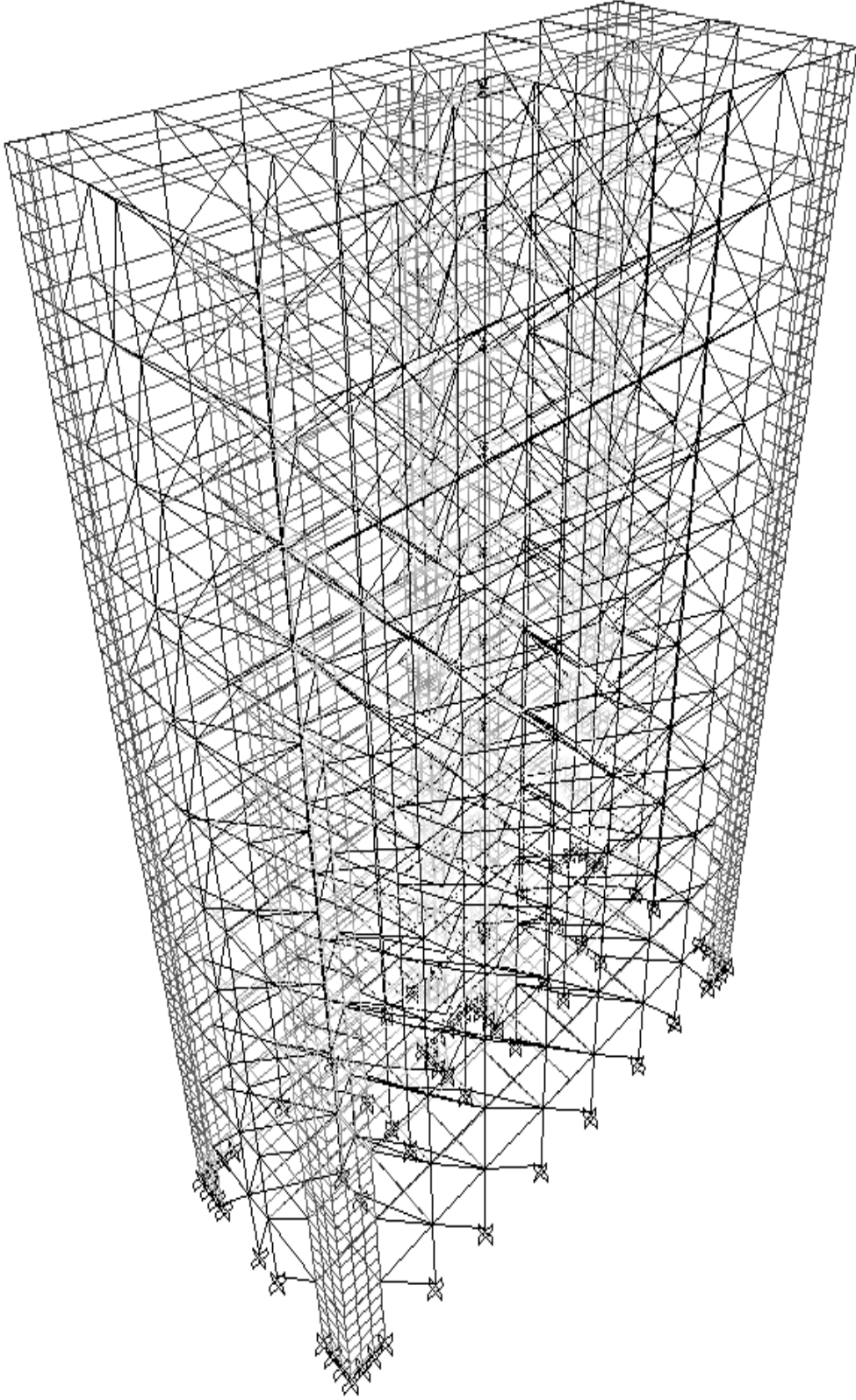
Çizelge 5.90 : B Binası' nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,01654	0,01255	0,00109	0,00091	0,00763	0,00637	0,00254
9	3	0,01545	0,01164	0,00128	0,00103	0,00896	0,00721	0,00299
8	3	0,01417	0,01061	0,00148	0,00117	0,01036	0,00819	0,00345
7	3	0,01269	0,00944	0,00166	0,00129	0,01162	0,00903	0,00387
6	3	0,01103	0,00815	0,00180	0,00137	0,01260	0,00959	0,00420
5	3	0,00923	0,00678	0,00186	0,00140	0,01302	0,00980	0,00434
4	3	0,00737	0,00538	0,00177	0,00131	0,01239	0,00917	0,00413
3	3	0,00560	0,00407	0,00172	0,00126	0,01204	0,00882	0,00401
2	3	0,00388	0,00281	0,00163	0,00118	0,01141	0,00826	0,00380
1	3	0,00225	0,00163	0,00141	0,00101	0,00987	0,00707	0,00329
Zemin	3	0,00084	0,00062	0,00084	0,00062	0,00588	0,00434	0,00196

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

5.3.2.5 B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli

Modelin üç boyutlu görünüşü Şekil 5.10' da verilmiştir.



Şekil 5.10 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan üç boyutlu modeli.

B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.91' de verilmiştir.

Çizelge 5.91 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,564
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,509
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,604
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,086
Yapı Ağırlığı	W	kN	37540
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	3228,440
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	266,346

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.92' de verilmiştir.

Çizelge 5.92 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	w_i·H_i	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3500	3	10500	46,536
1	3500	6	21000	93,072
2	3500	9	31500	139,609
3	3500	12	42000	186,145
4	3435	15	51525	228,360
5	3370	18	60660	268,846
6	3370	21	70770	313,654
7	3370	24	80880	358,462
8	3370	27	90990	403,269
9	3370	30	101100	448,077
10	3255	33	107415	476,065
Σ	37540	-	668340	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değıştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.93' te verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değıştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğı yer değıştirmelerdir.

Çizelge 5.93 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme	Kat Yer	Görelî Kat	Kat
	Kuvvetleri	Değiştirmeleri	Ötelemeleri	Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	3228,440	0,00061	0,00061	5292524,590
1	3181,905	0,00164	0,00103	3089228,155
2	3088,833	0,00285	0,00121	2552754,545
3	2949,224	0,00412	0,00127	2322223,622
4	2763,079	0,00540	0,00128	2158655,469
5	2534,719	0,00674	0,00134	1891581,343
6	2265,873	0,00799	0,00125	1812698,400
7	1952,219	0,00912	0,00113	1727627,434
8	1593,757	0,01008	0,00096	1660163,542
9	1190,488	0,01088	0,00080	1488110,000
10	742,411	0,01154	0,00066	1124865,152

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.94' te verilmiştir.

Çizelge 5.94 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m	m	-
10	0,01209	0,01173	0,00067	0,00067	0,000670	1,00000
9	0,01142	0,01106	0,00083	0,00081	0,000820	1,01220
8	0,01059	0,01025	0,00100	0,00099	0,000995	1,00503
7	0,00959	0,00926	0,00118	0,00115	0,001165	1,01288
6	0,00841	0,00811	0,00132	0,00127	0,001295	1,01931
5	0,00709	0,00684	0,00140	0,00136	0,001380	1,01449
4	0,00569	0,00548	0,00134	0,00130	0,001320	1,01515
3	0,00435	0,00418	0,00134	0,00130	0,001320	1,01515
2	0,00301	0,00288	0,00127	0,00122	0,001245	1,02008
1	0,00174	0,00166	0,00109	0,00104	0,001065	1,02347
Zemin	0,00065	0,00062	0,00065	0,00062	0,000635	1,02362

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.95' te verilmiştir.

Çizelge 5.95 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde uzun doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,01209	0,01173	0,00067	0,00067	0,00469	0,00469	0,00156
9	3	0,01142	0,01106	0,00083	0,00081	0,00581	0,00567	0,00194
8	3	0,01059	0,01025	0,00100	0,00099	0,00700	0,00693	0,00233
7	3	0,00959	0,00926	0,00118	0,00115	0,00826	0,00805	0,00275
6	3	0,00841	0,00811	0,00132	0,00127	0,00924	0,00889	0,00308
5	3	0,00709	0,00684	0,00140	0,00136	0,00980	0,00952	0,00327
4	3	0,00569	0,00548	0,00134	0,00130	0,00938	0,00910	0,00313
3	3	0,00435	0,00418	0,00134	0,00130	0,00938	0,00910	0,00313
2	3	0,00301	0,00288	0,00127	0,00122	0,00889	0,00854	0,00296
1	3	0,00174	0,00166	0,00109	0,00104	0,00763	0,00728	0,00254
Zemin	3	0,00065	0,00062	0,00065	0,00062	0,00455	0,00434	0,00152

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultuda yapılan analiz ve hesaplar

Modelin analizi Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi' ne göre yapılmıştır. Programdan edinilen 1. mod titreşim periyodu kullanılarak gerekli parametreler belirlenmiş ve taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Söz konusu değerler Çizelge 5.96' da verilmiştir.

Çizelge 5.96 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki periyot, taban kesme kuvveti ve diğer parametreler.

Periyot	T	s	0,640
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	A_o	-	0,4
Bina Önem Katsayısı	I	-	1
Spektrum Katsayısı	S(T)	-	1,364
Spektral İvme Katsayısı	A(T)	-	0,546
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	R	-	7
Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı	R_a(T)	-	7
Taban Kesme Kuvveti Katsayısı	C	-	0,078
Yapı Ağırlığı	W	kN	37540
Taban Kesme Kuvveti	V_t	kN	2928,120
Ek Eşdeğer Deprem Yüğü	ΔF_N	kN	241,570

Taban kesme kuvveti kullanılarak katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanmış ve Çizelge 5.97' de verilmiştir.

Çizelge 5.97 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki eşdeğer deprem yükleri.

Kat No	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
	kN	m	kNm	kN
Zemin	3500	3	10500	42,207
1	3500	6	21000	84,414
2	3500	9	31500	126,622
3	3500	12	42000	168,829
4	3435	15	51525	207,117
5	3370	18	60660	243,837
6	3370	21	70770	284,477
7	3370	24	80880	325,116
8	3370	27	90990	365,756
9	3370	30	101100	406,395
10	3255	33	107415	431,780
Σ	37540	-	668340	-

Kat kesme kuvvetleri ve programdan edinilen kat yer değiştirmeleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda elde edilen kat rijitlikleri Çizelge 5.98' de verilmiştir. Burada belirtilen kat yer değiştirmeleri, kat kütle merkezinin elverişsiz kombinasyonlar sonucunda yapmış olduğu yer değiştirmelerdir.

Çizelge 5.98 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki kat rijitlikleri.

Kat No	Kat Kesme Kuvvetleri	Kat Yer Değiştirmeleri	Görelî Kat Ötelemeleri	Kat Rijitlikleri
	kN	m	m	kN/m
Zemin	2928,120	0,00068	0,00068	4306058,824
1	2885,913	0,00185	0,00117	2466592,308
2	2801,499	0,00323	0,00138	2030071,739
3	2674,877	0,00471	0,00148	1807349,324
4	2506,048	0,00623	0,00152	1648715,789
5	2298,931	0,00787	0,00164	1401787,195
6	2055,094	0,00946	0,00159	1292511,950
7	1770,617	0,01093	0,00147	1204501,361
8	1445,501	0,01224	0,00131	1103435,878
9	1079,745	0,01337	0,00113	955526,549
10	673,350	0,01436	0,00099	680151,515

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait burulma düzensizliği katsayısı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.99' da verilmiştir.

Çizelge 5.99 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$(\Delta_i)_{ort}$	$\eta_{bi}=(\Delta_i)_{max}/(\Delta_i)_{ort}$
	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$		
	m	m	m	m		
10	0,01689	0,01281	0,00113	0,00090	0,001015	1,11330
9	0,01576	0,01191	0,00132	0,00104	0,001180	1,11864
8	0,01444	0,01087	0,00153	0,00119	0,001360	1,12500
7	0,01291	0,00968	0,00173	0,00133	0,001530	1,13072
6	0,01118	0,00835	0,00187	0,00142	0,001645	1,13678
5	0,00931	0,00693	0,00193	0,00146	0,001695	1,13864
4	0,00738	0,00547	0,00180	0,00134	0,001570	1,14650
3	0,00558	0,00413	0,00175	0,00129	0,001520	1,15132
2	0,00383	0,00284	0,00164	0,00121	0,001425	1,15088
1	0,00219	0,00163	0,00139	0,00102	0,001205	1,15353
Zemin	0,00080	0,00061	0,00080	0,00061	0,000705	1,13475

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda her kat için hesaplanan burulma düzensizliği katsayıları kontrol edilmiştir. Her kat için hesaplanan değerler 1,2' den küçük çıkmış ve bu sebeple yapıda burulma düzensizliği oluşmamıştır.

Programdan her katın köşe perdelerindeki yer değiştirme değerleri edinilerek her kata ait etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranı belirlenmiştir. Söz konusu değerler Çizelge 5.100' de verilmiştir.

Çizelge 5.100 : B Binası' nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modelinde kısa doğrultudaki etkin görelî kat ötelemeleri ve maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

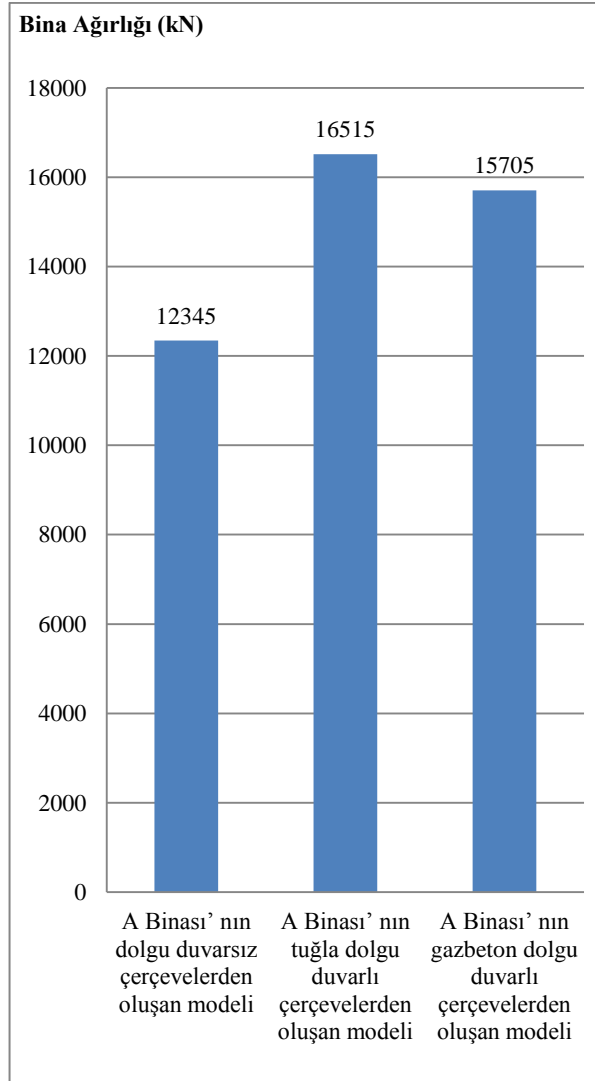
Kat No	h_i	d_i		$\Delta_i=d_i-d_{i-1}$		$\delta_i=R.\Delta_i$		$(\delta_i)_{max}/h_i$
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\delta_i)_{max}$	$(\delta_i)_{min}$	
		m	m	m	m	m	m	
10	3	0,01689	0,01281	0,00113	0,00090	0,00791	0,00630	0,00264
9	3	0,01576	0,01191	0,00132	0,00104	0,00924	0,00728	0,00308
8	3	0,01444	0,01087	0,00153	0,00119	0,01071	0,00833	0,00357
7	3	0,01291	0,00968	0,00173	0,00133	0,01211	0,00931	0,00404
6	3	0,01118	0,00835	0,00187	0,00142	0,01309	0,00994	0,00436
5	3	0,00931	0,00693	0,00193	0,00146	0,01351	0,01022	0,00450
4	3	0,00738	0,00547	0,00180	0,00134	0,01260	0,00938	0,00420
3	3	0,00558	0,00413	0,00175	0,00129	0,01225	0,00903	0,00408
2	3	0,00383	0,00284	0,00164	0,00121	0,01148	0,00847	0,00383
1	3	0,00219	0,00163	0,00139	0,00102	0,00973	0,00714	0,00324
Zemin	3	0,00080	0,00061	0,00080	0,00061	0,00560	0,00427	0,00187

Her kat için hesaplanan etkin görelî kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değerinin kat yüksekliğine oranı olan sınır oranlarının tamamı 0,02' den küçük çıkarak DBYBHY 2007' deki koşul sağlanmıştır.

6. ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

6.1 Bina Ağırlıklarının Karşılaştırılması

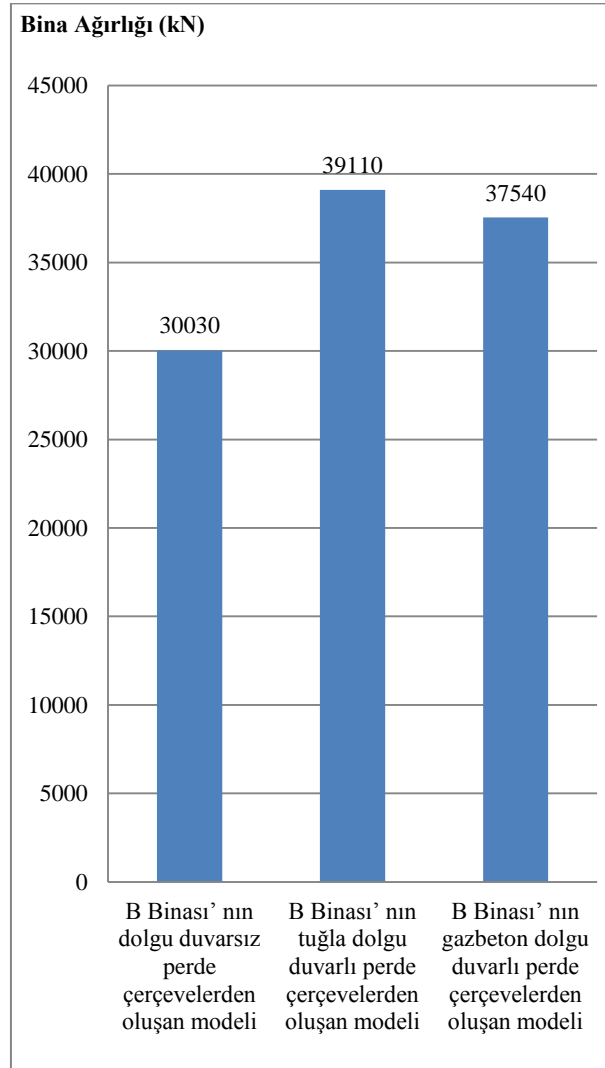
A Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılması Şekil 6.1' de verilmiştir.



Şekil 6.1 : A Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin bina ağırlığı esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda, bina ağırlığında % 33,8' lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda, bina ağırlığında % 27,2' lik bir artış olduğu görülmektedir.

B Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılması Şekil 6.2' de verilmiştir.



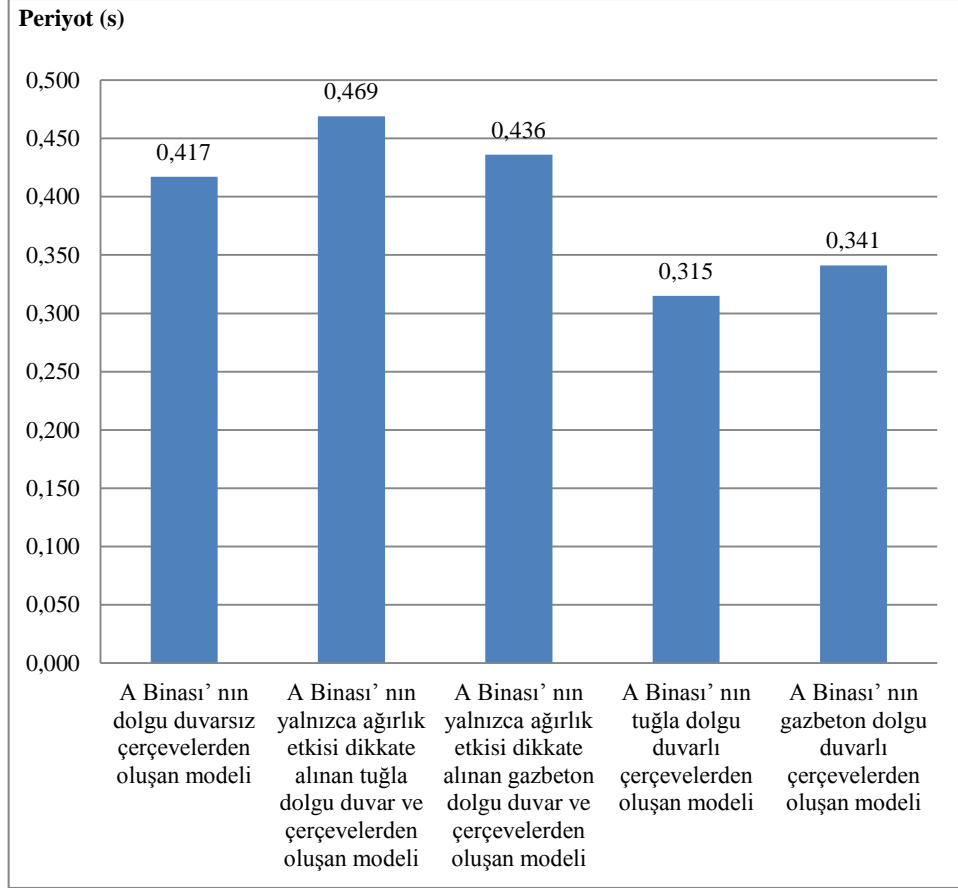
Şekil 6.2 : B Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin bina ağırlıklarının karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin bina ağırlığı esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda, bina ağırlığında % 30,2' lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda, bina ağırlığında % 25' lik bir artış olduğu görülmektedir.

6.2 Periyotların Karşılaştırılması

6.2.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması

A Binası modellerinin uzun doğrultudaki 1. mod titreşim periyotlarının karşılaştırılması Şekil 6.3' te verilmiştir.

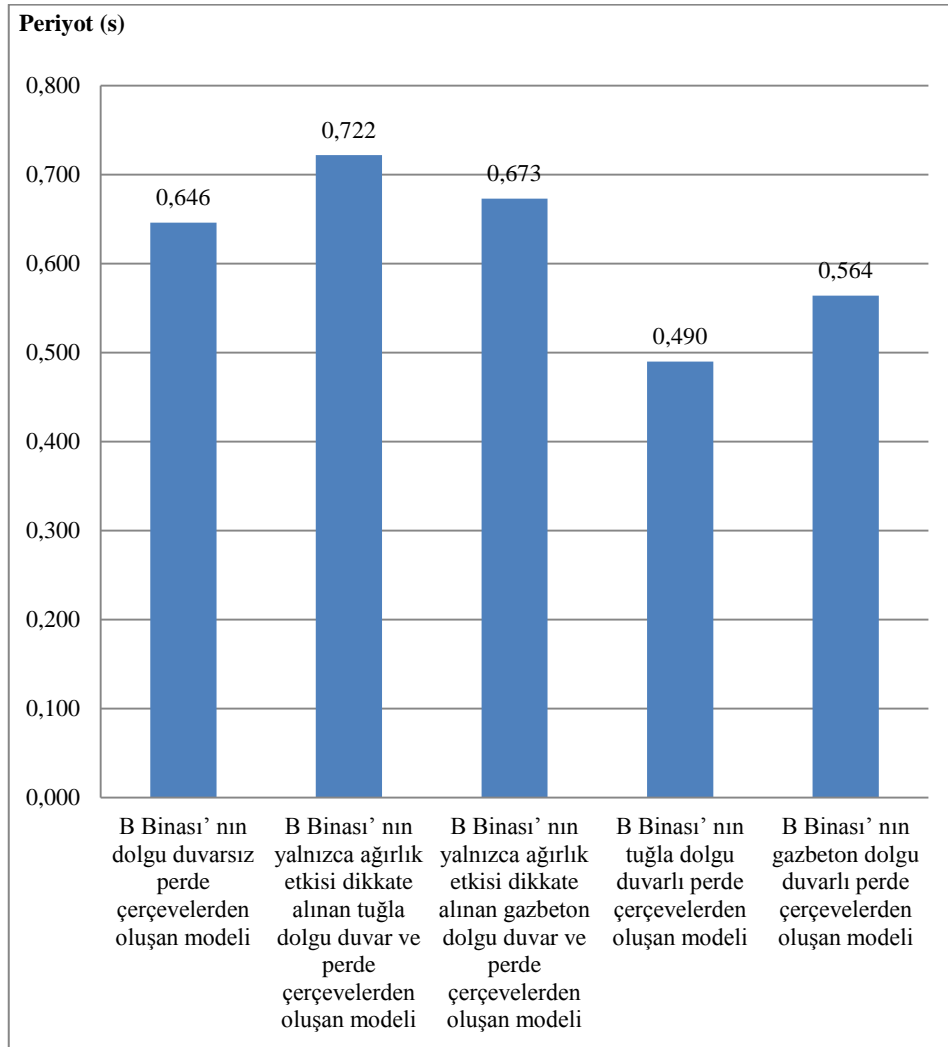


Şekil 6.3 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin periyodu esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 24,5' lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 18,2' lik bir azalış olduğu görülmektedir.

A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin periyotları esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 32,8' lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 21,8' lik bir azalış olduğu görülmektedir.

B Binası modellerinin uzun doğrultudaki 1. mod titreşim periyotlarının karşılaştırılması Şekil 6.4' te verilmiştir.



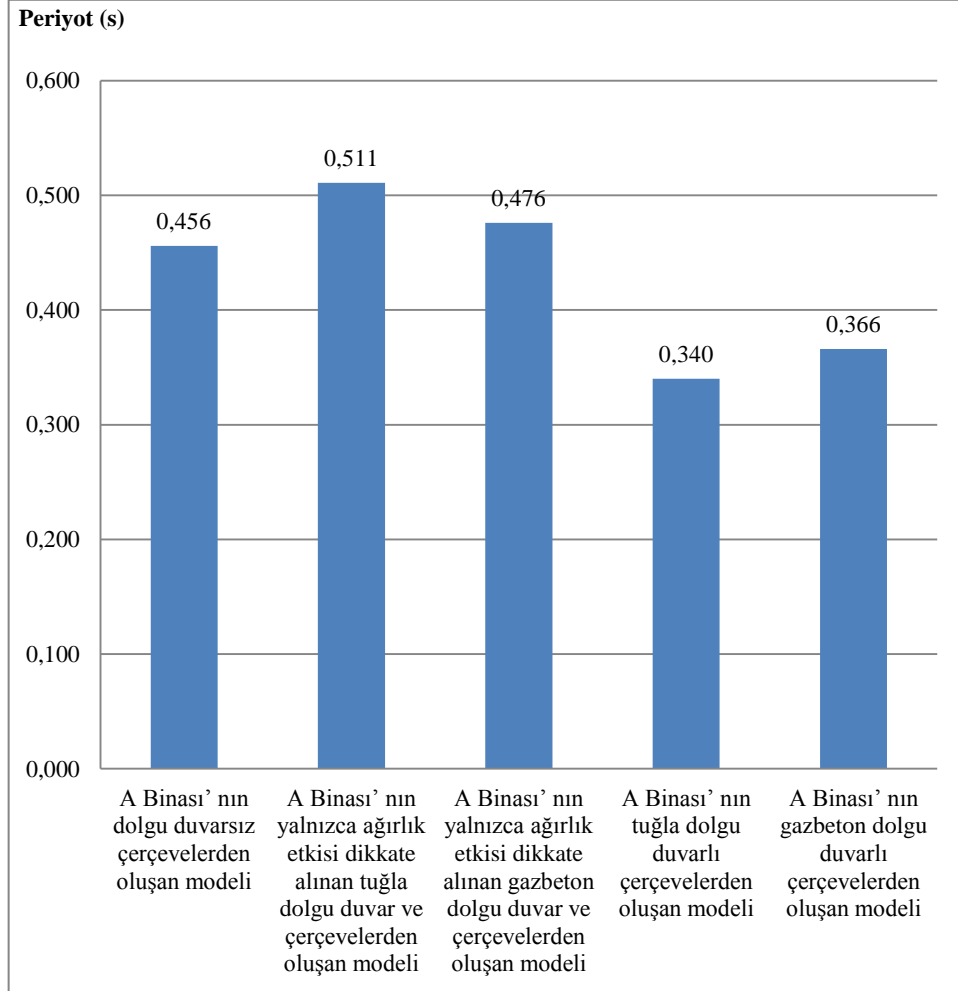
Şekil 6.4 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin uzun doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin periyodu esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 24,1' lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 12,7' lik bir azalış olduğu görülmektedir.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin periyotları esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 32,1' lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 16,2' lik bir azalış olduğu görülmektedir.

6.2.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması

A Binası modellerinin kısa doğrultudaki 1. mod titreşim periyotlarının karşılaştırılması Şekil 6.5’ te verilmiştir.

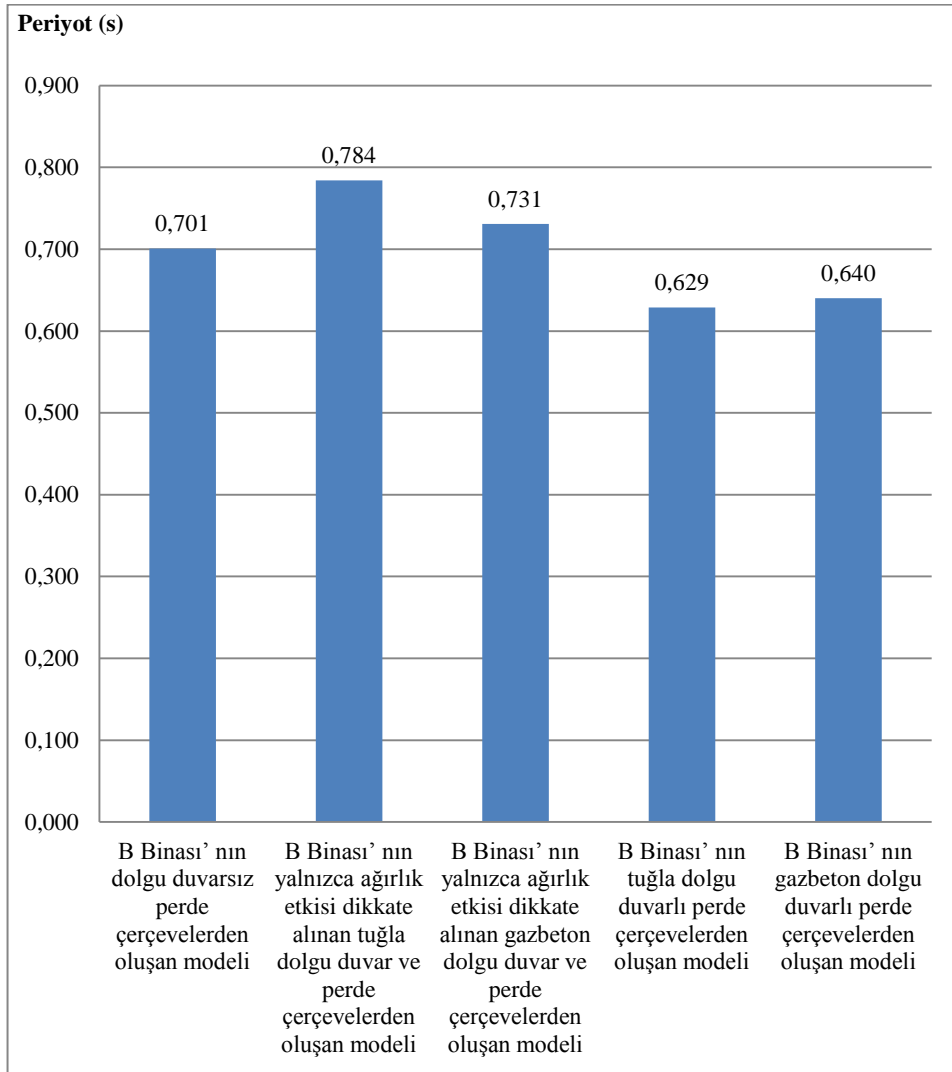


Şekil 6.5 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin periyodu esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 25,4’ lük bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 19,7’ lik bir azalış olduğu görülmektedir.

A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin periyotları esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 33,5’ lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 23,1’ lik bir azalış olduğu görülmektedir.

B Binası modellerinin kısa doğrultudaki 1. mod titreşim periyotlarının karşılaştırılması Şekil 6.6' da verilmiştir.



Şekil 6.6 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılması.

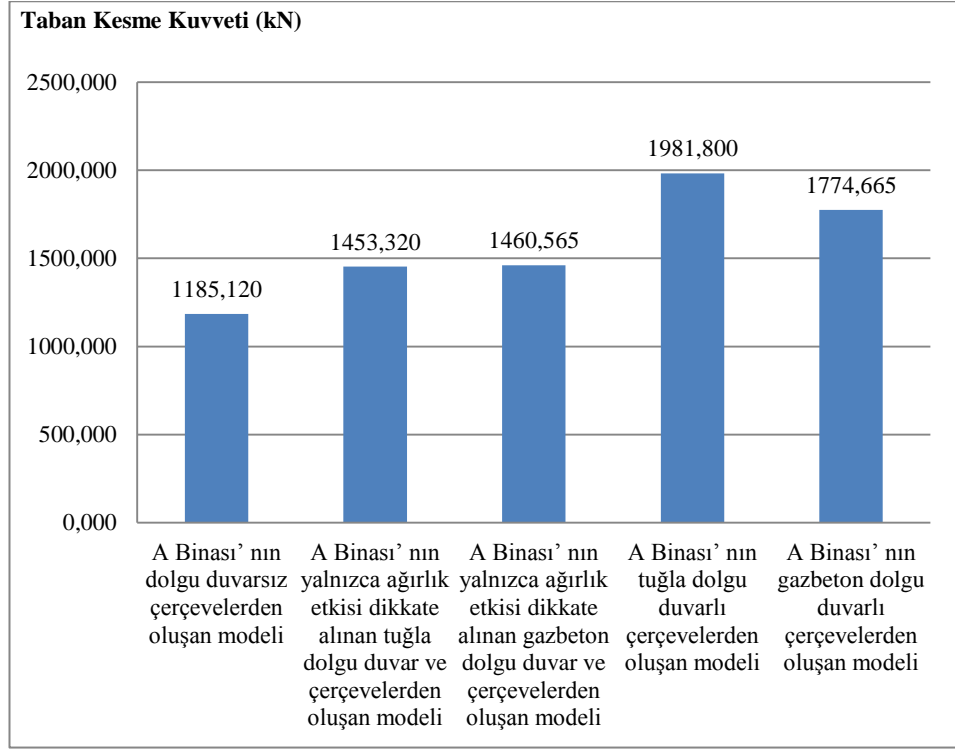
Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin kısa doğrultudaki periyotlarının karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin periyodu esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 10,3' lük bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 8,7' lik bir azalış olduğu görülmektedir.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin periyotları esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyodunda % 19,8' lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise periyodunda % 12,4' lük bir azalış olduğu görülmektedir.

6.3 Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

6.3.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

A Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması Şekil 6.7’ de verilmiştir.

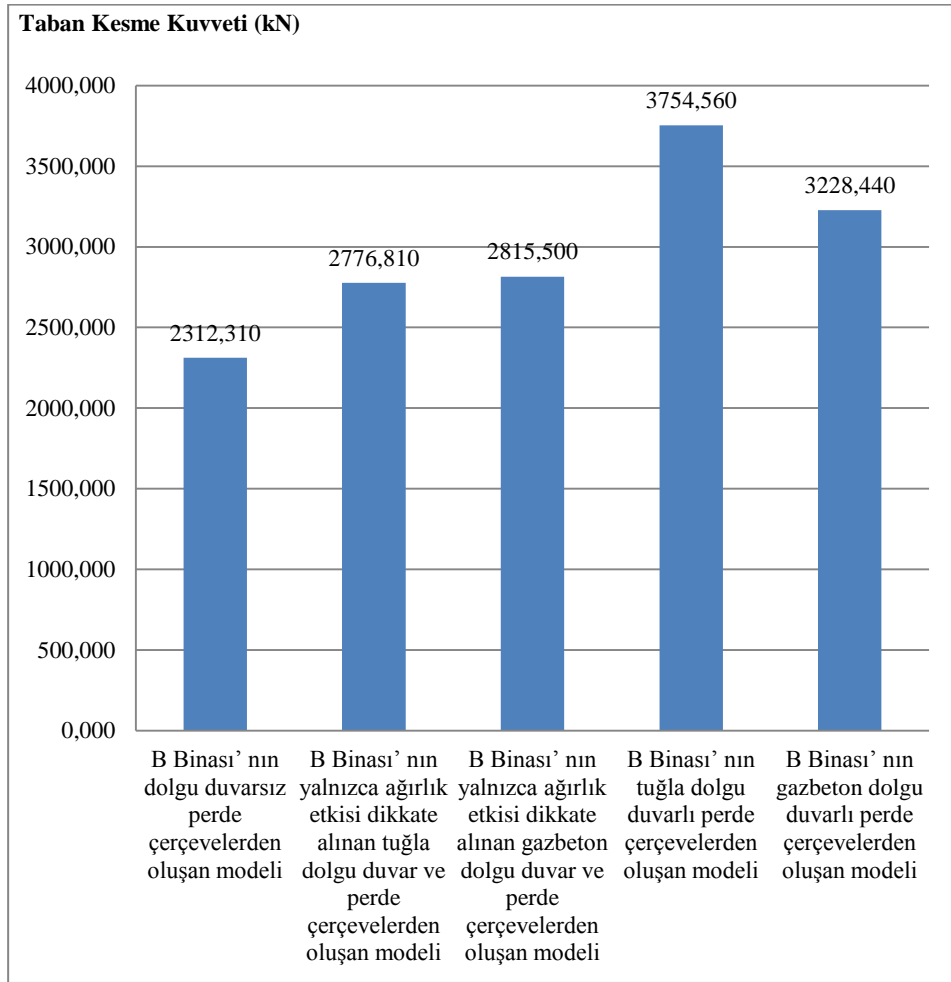


Şekil 6.7 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin taban kesme kuvveti esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 67,2’ lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 49,7’ lik bir artış olduğu görülmektedir.

A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin taban kesme kuvvetleri esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 36,4’ lük bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 21,5’ lik bir artış olduğu görülmektedir.

B Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması Şekil 6.8’ de verilmiştir.



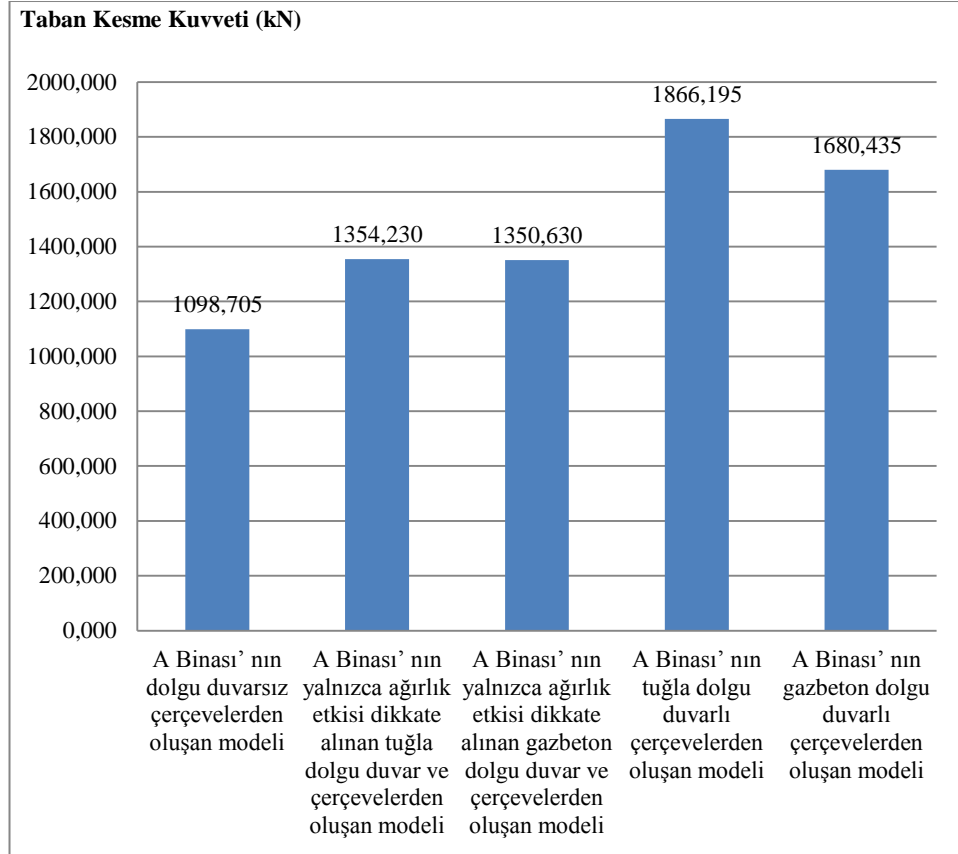
Şekil 6.8 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin taban kesme kuvveti esas alınırsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 62,4’ lük bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 39,6’ lık bir artış olduğu görülmektedir.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin taban kesme kuvvetleri esas alınırsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 35,2’ lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 14,7’ lik bir artış olduğu görülmektedir.

6.3.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

A Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması Şekil 6.9’ da verilmiştir.

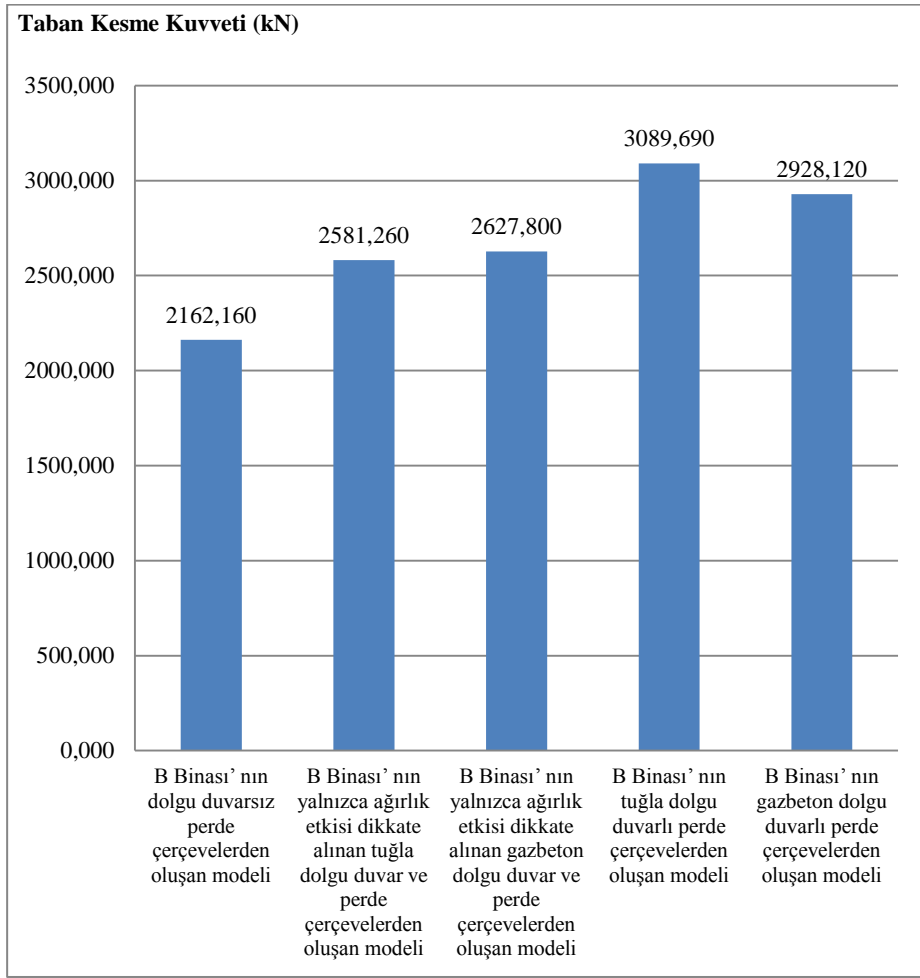


Şekil 6.9 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin taban kesme kuvveti esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 69,9’ luk bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 52,9’ luk bir artış olduğu görülmektedir.

A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin taban kesme kuvvetleri esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 37,8’ lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 24,4’ lük bir artış olduğu görülmektedir.

B Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması Şekil 6.10' da verilmiştir.



Şekil 6.10 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması.

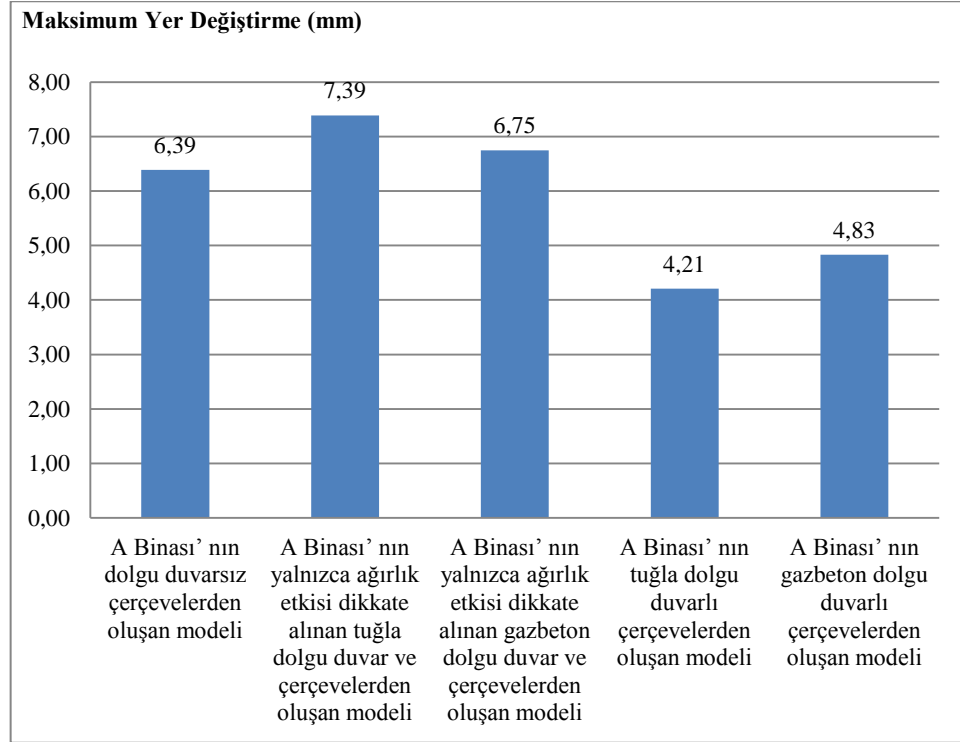
Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin taban kesme kuvveti esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 42,9' luk bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 35,4' lük bir artış olduğu görülmektedir.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin taban kesme kuvvetleri esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvvetinde % 19,7' lik bir artış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise taban kesme kuvvetinde % 11,4' lük bir artış olduğu görülmektedir.

6.4 Maksimum Yer Değişikliklerinin Karşılaştırılması

6.4.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değişikliklerinin karşılaştırılması

A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değişikliklerinin karşılaştırılması Şekil 6.11’ de verilmiştir.

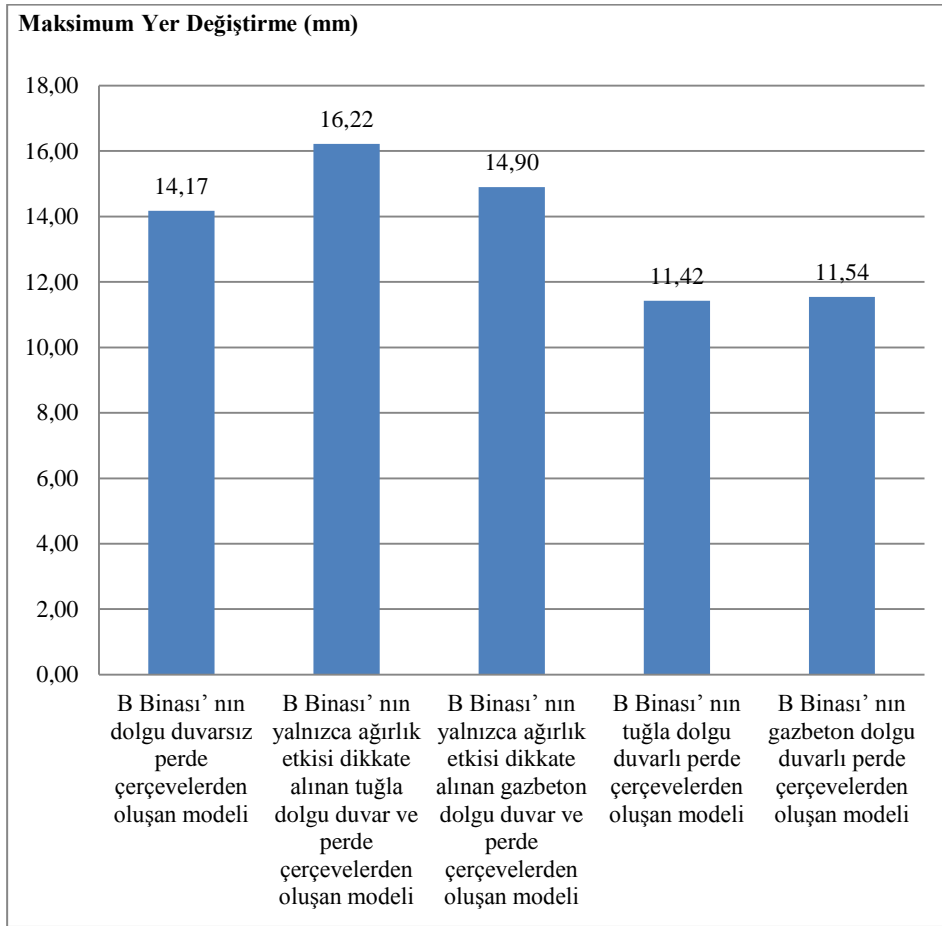


Şekil 6.11 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değişikliklerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değişikliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin maksimum yer değişikliği esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değişikliğinde % 34,1’ lik bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değişikliğinde % 24,4’ lük bir azalış olduğu görülmektedir.

A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin maksimum yer değişiklikleri esas alınır, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değişikliğinde % 43’ lük bir azalış olduğu görülmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değişikliğinde % 28,4’ lük bir azalış olduğu görülmektedir.

B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması Şekil 6.12’ de verilmiştir.



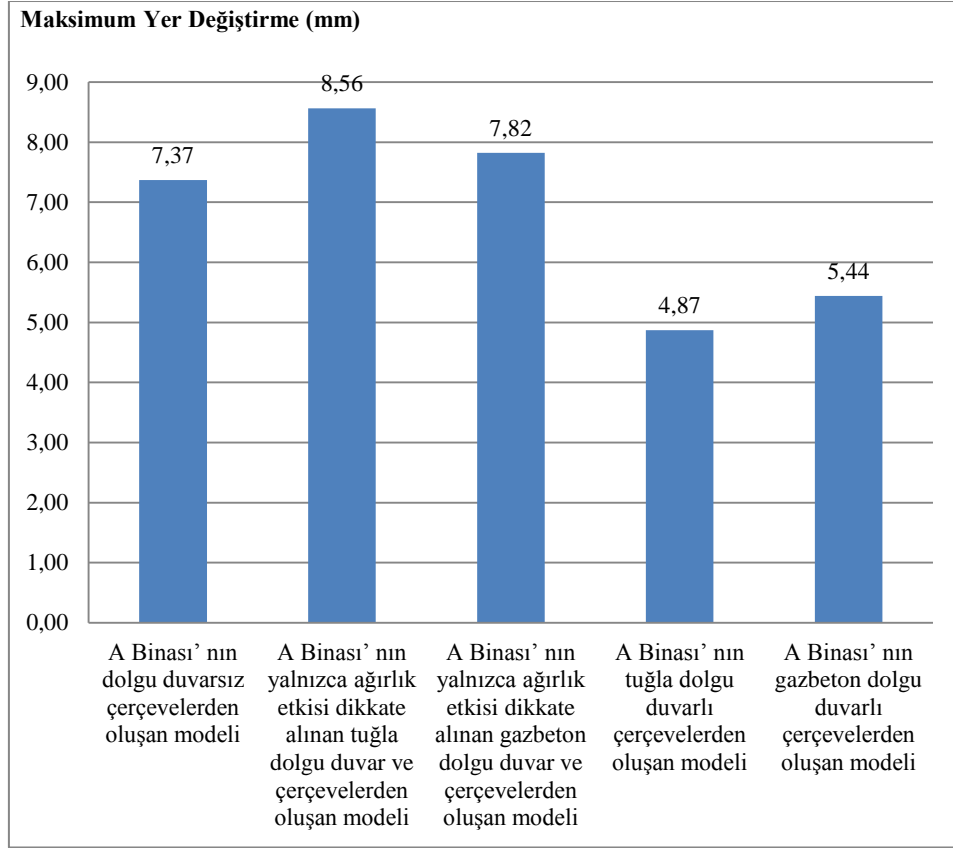
Şekil 6.12 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekteştirilen B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevesinden oluşan modelin maksimum yer değiştirmesi esas alınırđsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirmesinde % 19,4’ lük bir azalış olduğu görölmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değiştirmesinde % 18,6’ lık bir azalış olduğu görölmektedir.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevesinden oluşan modellerin maksimum yer değiştirmeleri esas alınırđsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirmesinde % 29,6’ lık bir azalış olduğu görölmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değiştirmesinde % 22,6’ lık bir azalış olduğu görölmektedir.

6.4.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması

A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması Şekil 6.13’ te verilmiştir.

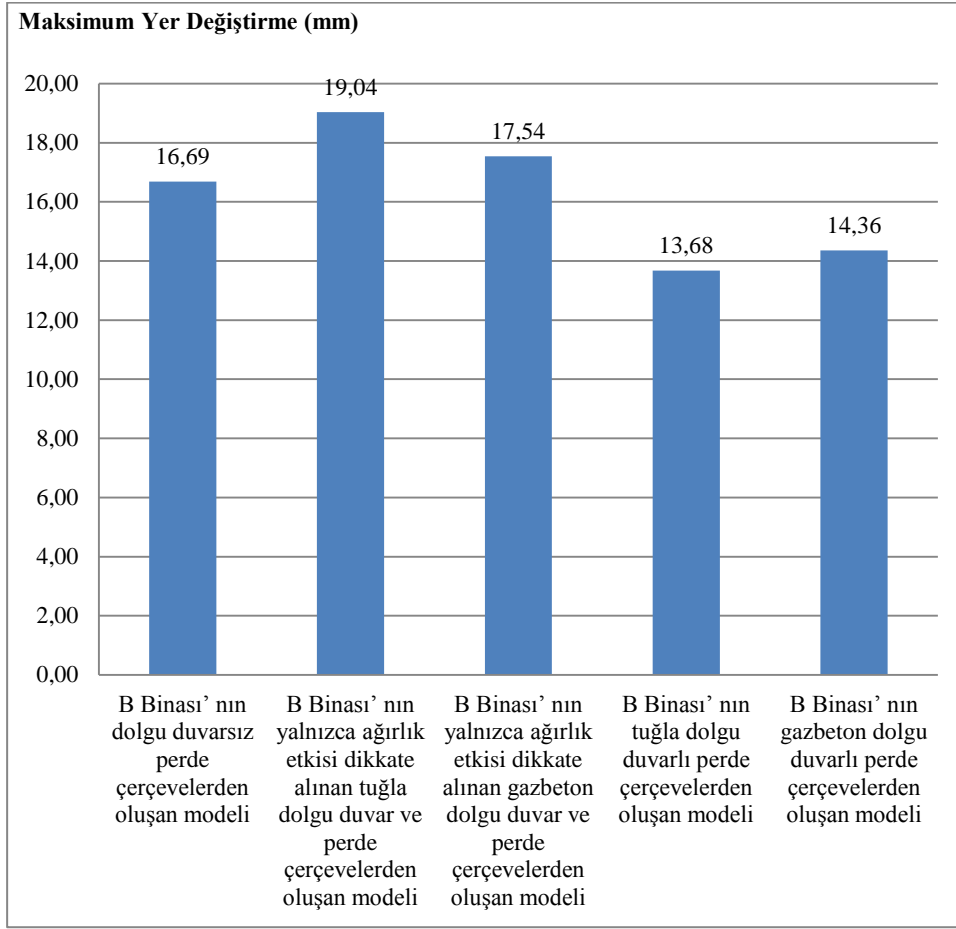


Şekil 6.13 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekteştirilen A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevesinden oluşan modelin maksimum yer değiştirmesi esas alınırđsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirmesinde % 33,9’ luk bir azalış olduğu görölmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değiştirmesinde % 26,2’ lik bir azalış olduğu görölmektedir.

A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevesinden oluşan modellerin maksimum yer değiştirmeleri esas alınırđsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirmesinde % 43,1’ lik bir azalış olduğu görölmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değiştirmesinde % 30,4’ lük bir azalış olduğu görölmektedir.

B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması Şekil 6.14’ te verilmiştir.



Şekil 6.14 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılması.

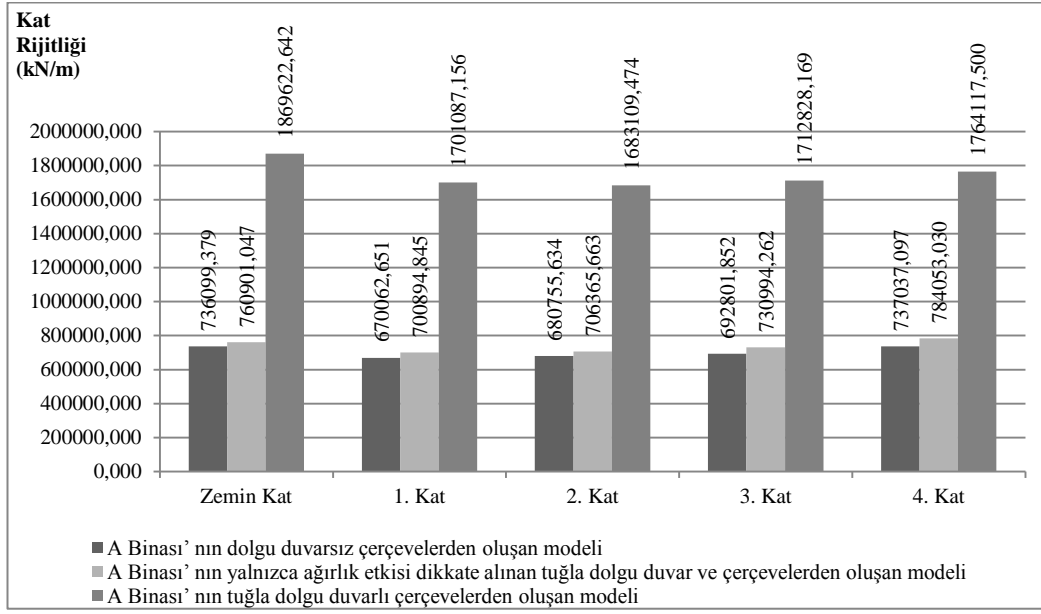
Çözümlemesi gerçekteştirilen B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmelerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin maksimum yer değiştirmesi esas alınırđsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirmesinde % 18’ lik bir azalış olduğu görölmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değiştirmesinde % 14’ lük bir azalış olduğu görölmektedir.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin maksimum yer değiştirmeleri esas alınırđsa, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirmesinde % 28,2’ lik bir azalış olduğu görölmektedir. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise maksimum yer değiştirmesinde % 18,1’ lik bir azalış olduğu görölmektedir.

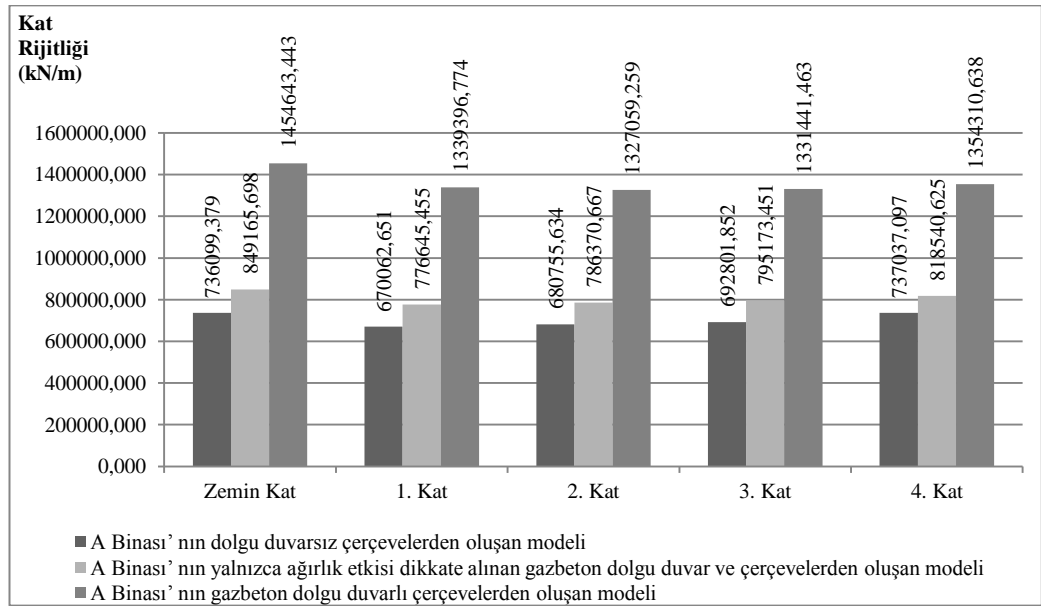
6.5 Kat Rijitliklerinin Karşılaştırılması

6.5.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması

A Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması Şekil 6.15' te, dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması ise Şekil 6.16' da verilmiştir.



Şekil 6.15 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.



Şekil 6.16 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.

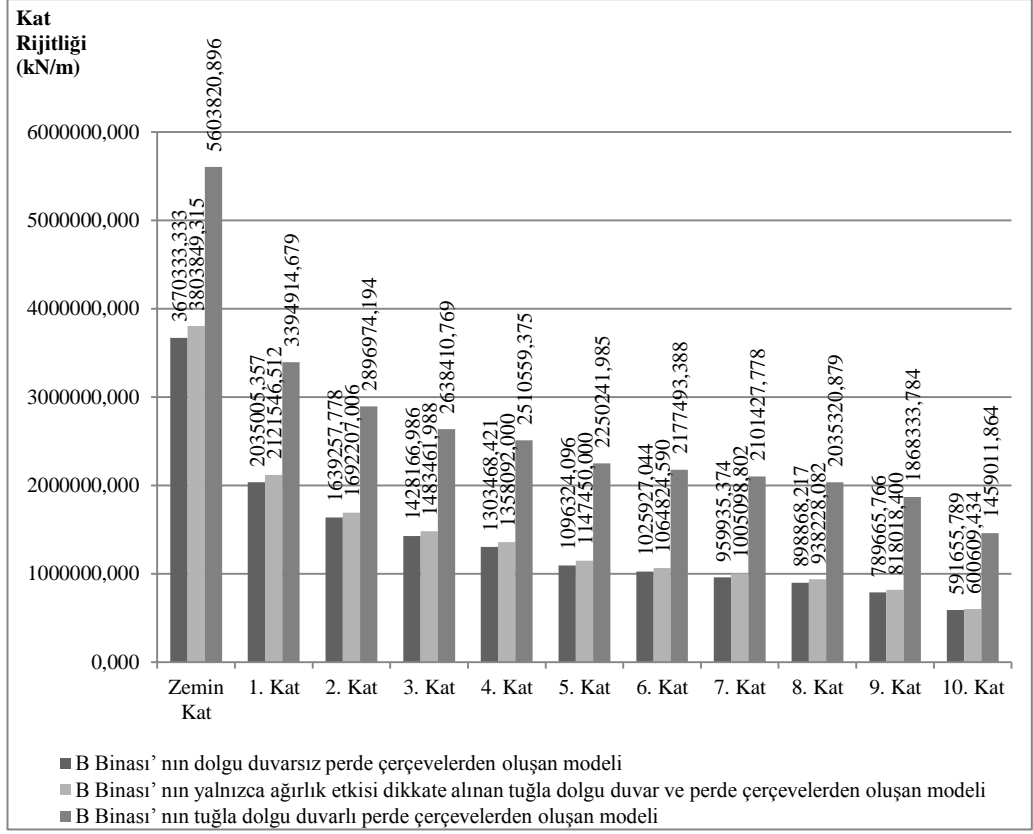
Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 2,540 katına, 1. katta 2,539 katına, 2. katta 2,472 katına, 3. katta 2,472 katına ve 4. katta 2,394 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,976 katına, 1. katta 1,999 katına, 2. katta 1,949 katına, 3. katta 1,922 katına ve 4. katta 1,838 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, A Binası için uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 2,483 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,932 katına çıkmıştır.

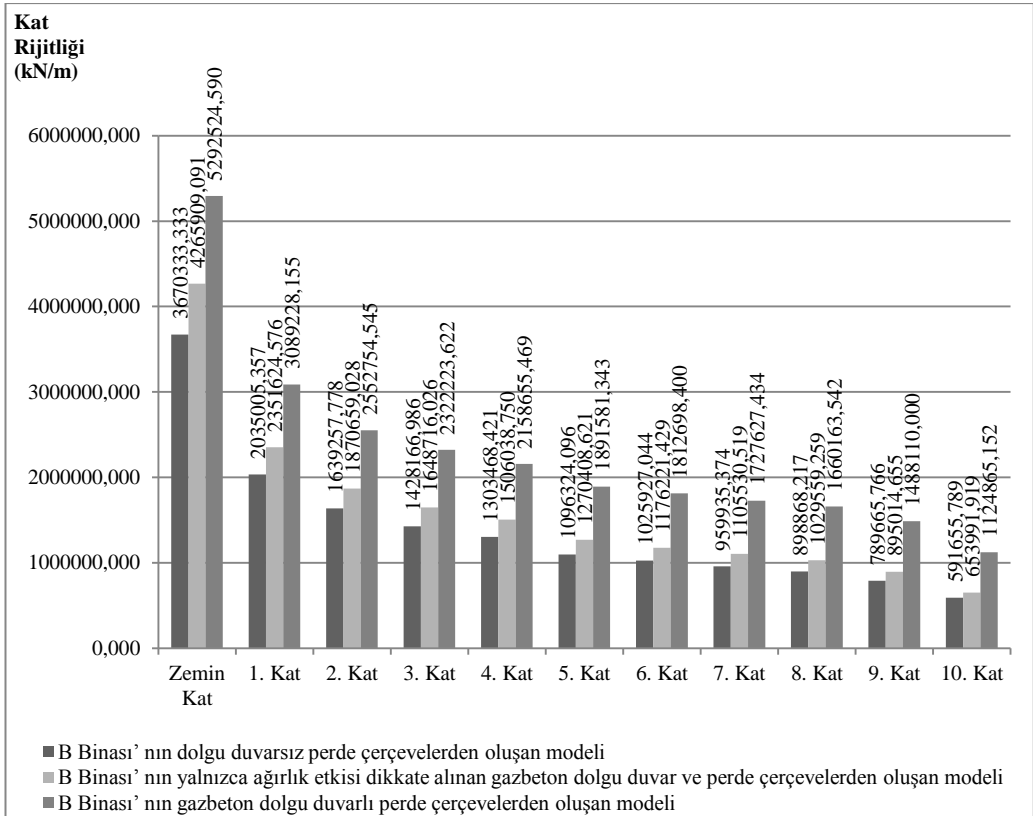
A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 2,457 katına, 1. katta 2,427 katına, 2. katta 2,383 katına, 3. katta 2,343 katına ve 4. katta 2,250 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,713 katına, 1. katta 1,725 katına, 2. katta 1,688 katına, 3. katta 1,674 katına ve 4. katta 1,655 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, A Binası için uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 2,372 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,688 katına çıkmıştır.

B Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması Şekil 6.17' de, dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması ise Şekil 6.18' de verilmiştir.



Şekil 6.17 : B Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.



Şekil 6.18 : B Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 1,527 katına, 1. katta 1,668 katına, 2. katta 1,767 katına, 3. katta 1,847 katına, 4. katta 1,926 katına, 5. katta 2,053 katına, 6. katta 2,122 katına, 7. katta 2,189 katına, 8. katta 2,264 katına, 9. katta 2,366 katına ve 10. katta 2,466 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,442 katına, 1. katta 1,518 katına, 2. katta 1,557 katına, 3. katta 1,626 katına, 4. katta 1,656 katına, 5. katta 1,725 katına, 6. katta 1,767 katına, 7. katta 1,800 katına, 8. katta 1,847 katına, 9. katta 1,884 katına ve 10. katta 1,901 katına çıkmıştır.

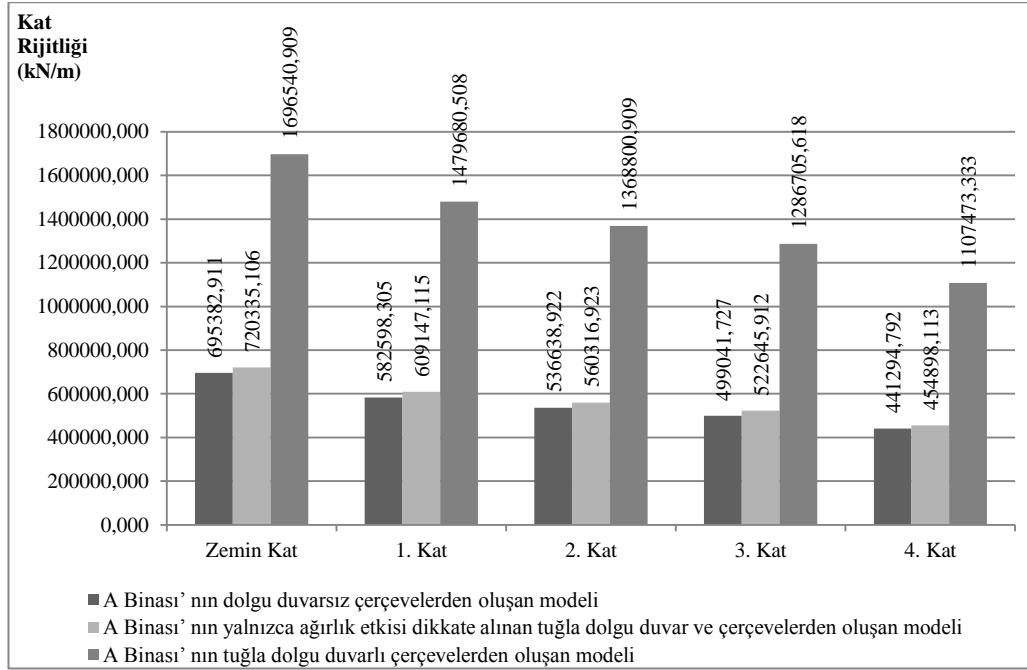
Sonuç olarak, B Binası için uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 2,018 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,702 katına çıkmıştır.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 1,473 katına, 1. katta 1,600 katına, 2. katta 1,712 katına, 3. katta 1,779 katına, 4. katta 1,849 katına, 5. katta 1,961 katına, 6. katta 2,045 katına, 7. katta 2,091 katına, 8. katta 2,169 katına, 9. katta 2,284 katına ve 10. katta 2,429 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,241 katına, 1. katta 1,314 katına, 2. katta 1,365 katına, 3. katta 1,409 katına, 4. katta 1,433 katına, 5. katta 1,489 katına, 6. katta 1,541 katına, 7. katta 1,563 katına, 8. katta 1,612 katına, 9. katta 1,663 katına ve 10. katta 1,720 katına çıkmıştır.

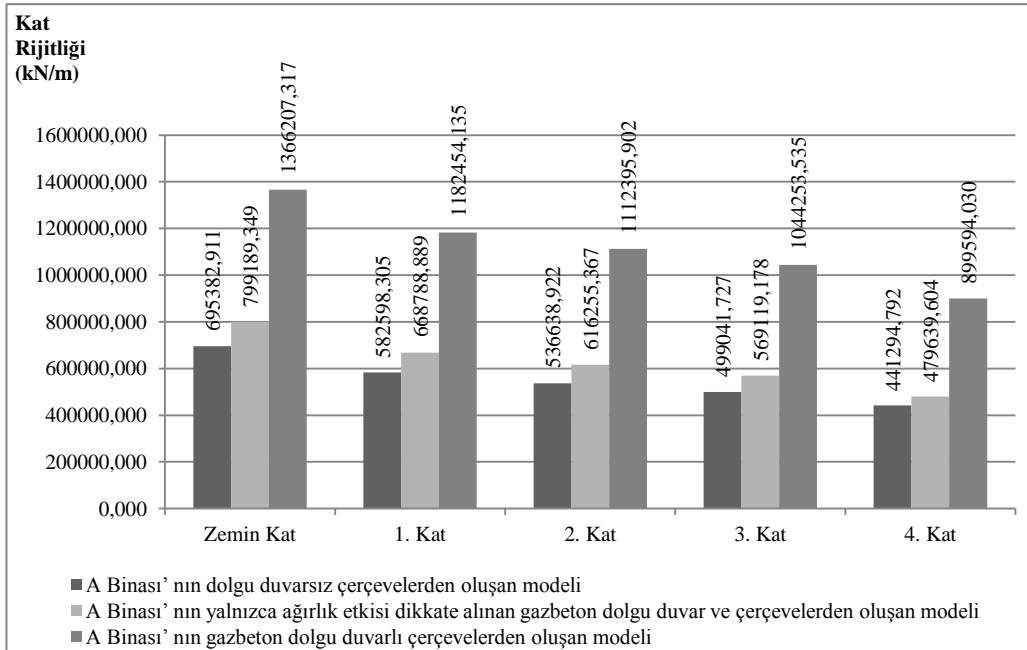
Sonuç olarak, B Binası için uzun doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 1,945 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,486 katına çıkmıştır.

6.5.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması

A Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması Şekil 6.19' da, dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması ise Şekil 6.20' de verilmiştir.



Şekil 6.19 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.



Şekil 6.20 : A Binası' nın dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.

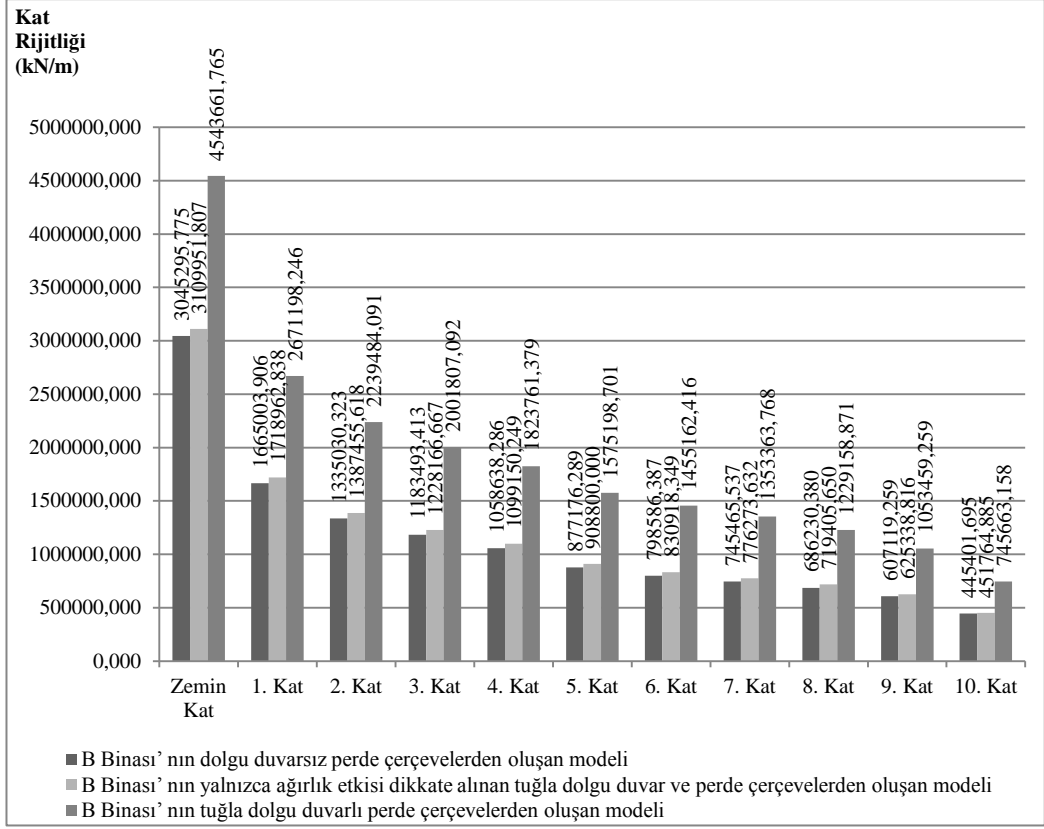
Çözümlemesi gerçekleştirilen A Binası modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 2,440 katına, 1. katta 2,540 katına, 2. katta 2,551 katına, 3. katta 2,578 katına ve 4. katta 2,510 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,965 katına, 1. katta 2,030 katına, 2. katta 2,073 katına, 3. katta 2,093 katına ve 4. katta 2,039 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, A Binası için kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 2,524 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 2,040 katına çıkmıştır.

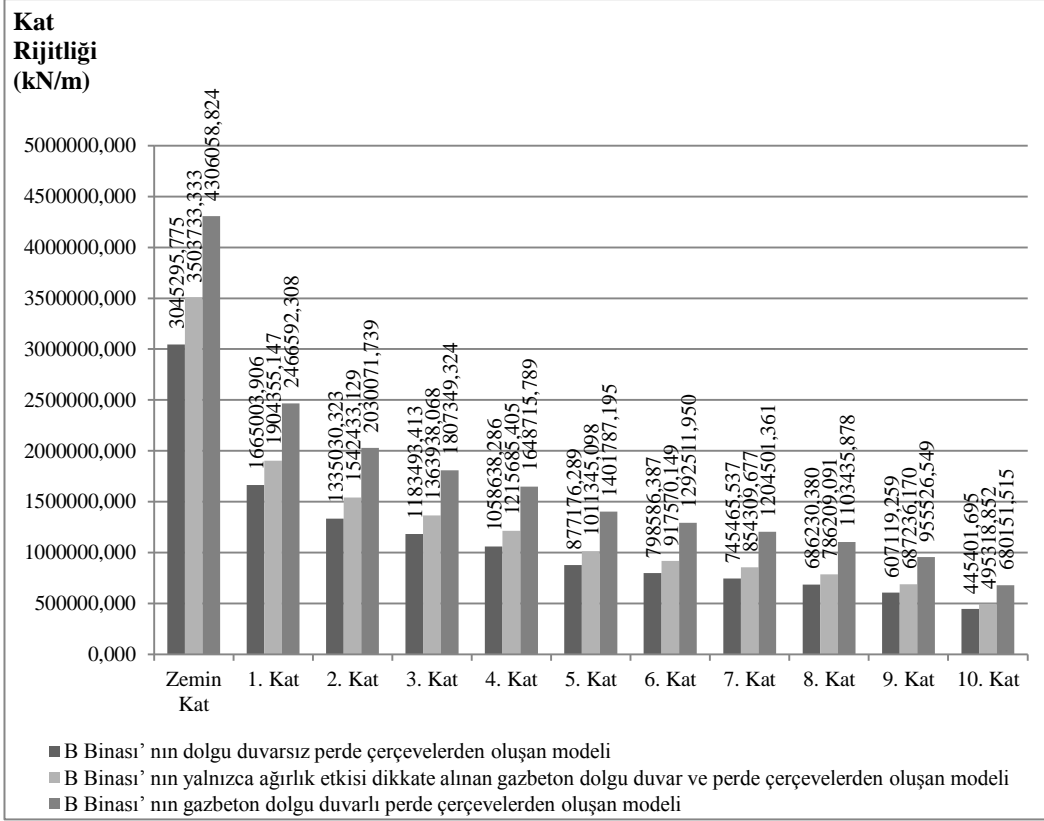
A Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 2,355 katına, 1. katta 2,429 katına, 2. katta 2,443 katına, 3. katta 2,462 katına ve 4. katta 2,435 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,709 katına, 1. katta 1,768 katına, 2. katta 1,805 katına, 3. katta 1,835 katına ve 4. katta 1,876 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, A Binası için kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 2,425 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,799 katına çıkmıştır.

B Binası' nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması Şekil 6.21' de, dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması ise Şekil 6.22' de verilmiştir.



Şekil 6.21 : B Binası'nın dolgu duvarsız ve tuğla dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.



Şekil 6.22 : B Binası'nın dolgu duvarsız ve gazbeton dolgu duvarlı modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılması.

Çözümlemesi gerçekleştirilen B Binası modellerinin kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 1,492 katına, 1. katta 1,604 katına, 2. katta 1,677 katına, 3. katta 1,691 katına, 4. katta 1,723 katına, 5. katta 1,796 katına, 6. katta 1,822 katına, 7. katta 1,815 katına, 8. katta 1,791 katına, 9. katta 1,735 katına ve 10. katta 1,674 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,414 katına, 1. katta 1,481 katına, 2. katta 1,521 katına, 3. katta 1,527 katına, 4. katta 1,557 katına, 5. katta 1,598 katına, 6. katta 1,618 katına, 7. katta 1,616 katına, 8. katta 1,608 katına, 9. katta 1,574 katına ve 10. katta 1,527 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, B Binası için kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modelin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 1,711 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,549 katına çıkmıştır.

B Binası için yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitliği zemin katta 1,461 katına, 1. katta 1,554 katına, 2. katta 1,614 katına, 3. katta 1,630 katına, 4. katta 1,659 katına, 5. katta 1,733 katına, 6. katta 1,751 katına, 7. katta 1,743 katına, 8. katta 1,709 katına, 9. katta 1,685 katına ve 10. katta 1,651 katına çıkmıştır. Aynı modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise kat rijitliği zemin katta 1,229 katına, 1. katta 1,295 katına, 2. katta 1,316 katına, 3. katta 1,325 katına, 4. katta 1,356 katına, 5. katta 1,386 katına, 6. katta 1,409 katına, 7. katta 1,410 katına, 8. katta 1,403 katına, 9. katta 1,390 katına ve 10. katta 1,373 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, B Binası için kısa doğrultudaki kat rijitliklerinin karşılaştırılmasında, yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modellerin kat rijitlikleri esas alındığında, kat rijitlikleri modelin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda ortalama olarak 1,654 katına, modelin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda ise ortalama olarak 1,354 katına çıkmıştır.

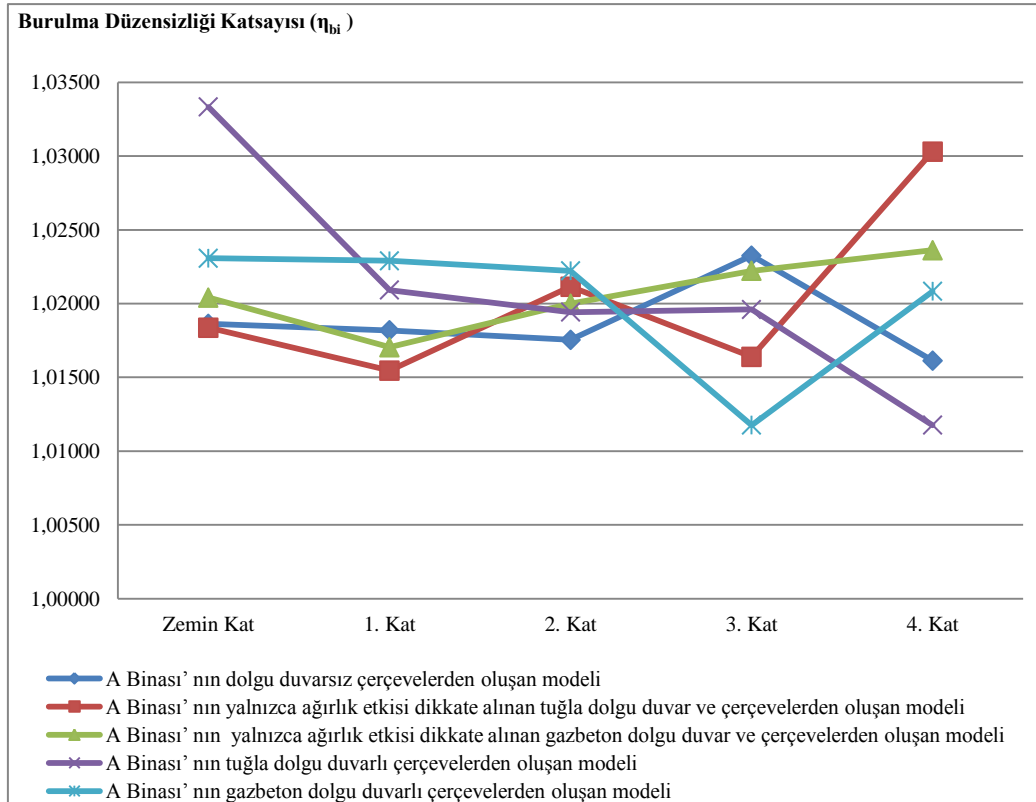
6.6 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırılması

6.6.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması

A Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 6.1’ de, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.23’ te verilmiştir.

Çizelge 6.1 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	A Binası’ nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli
Zemin	1,01863	1,01837	1,02041	1,03333	1,02308
1	1,01818	1,01546	1,01705	1,02092	1,02290
2	1,01754	1,02115	1,02000	1,01942	1,02222
3	1,02326	1,01639	1,02222	1,01961	1,01176
4	1,01613	1,03030	1,02362	1,01176	1,02083

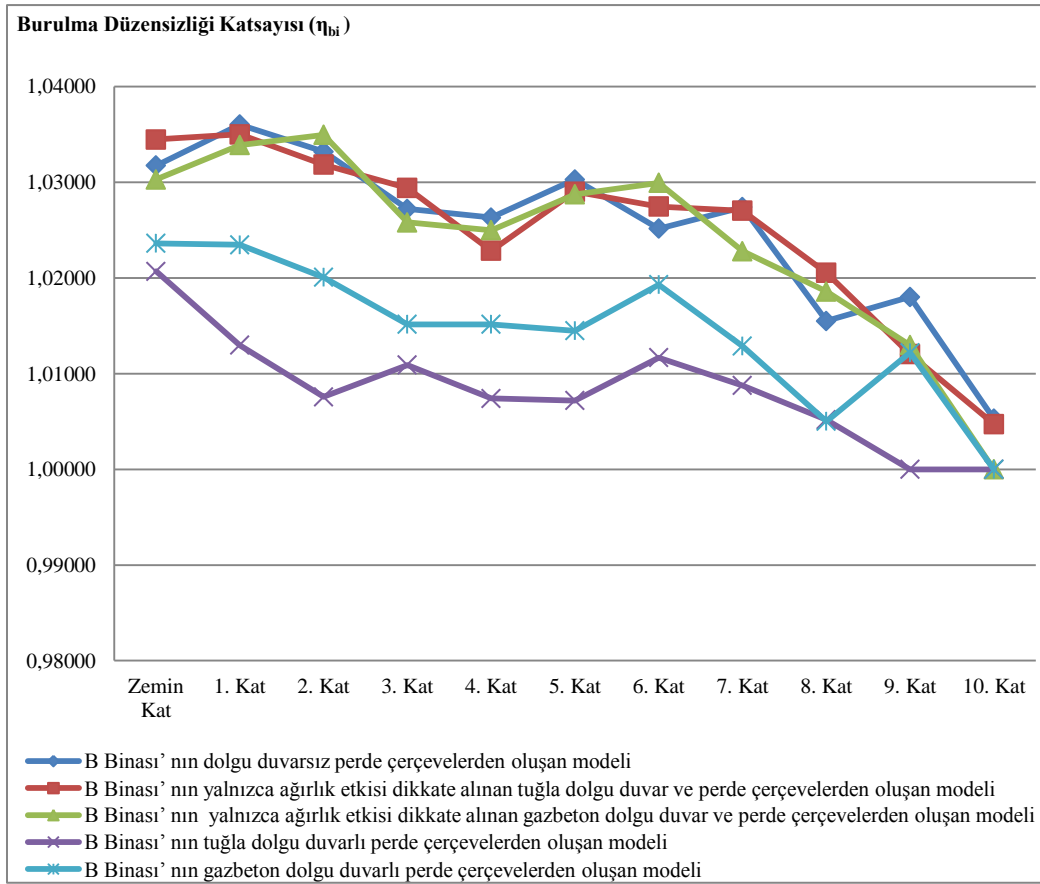


Şekil 6.23 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması.

B Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 6.2’ de, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.24’ te verilmiştir.

Çizelge 6.2 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	B Binası’ nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli
Zemin	1,03175	1,03448	1,03030	1,02069	1,02362
1	1,03604	1,03502	1,03390	1,01299	1,02347
2	1,03321	1,03185	1,03497	1,00758	1,02008
3	1,02721	1,02941	1,02581	1,01091	1,01515
4	1,02632	1,02286	1,02500	1,00741	1,01515
5	1,03030	1,02902	1,02874	1,00719	1,01449
6	1,02516	1,02747	1,02994	1,01167	1,01931
7	1,02740	1,02703	1,02280	1,00877	1,01288
8	1,01550	1,02055	1,01859	1,00518	1,00503
9	1,01802	1,01205	1,01299	1,00000	1,01220
10	1,00529	1,00474	1,00000	1,00000	1,00000



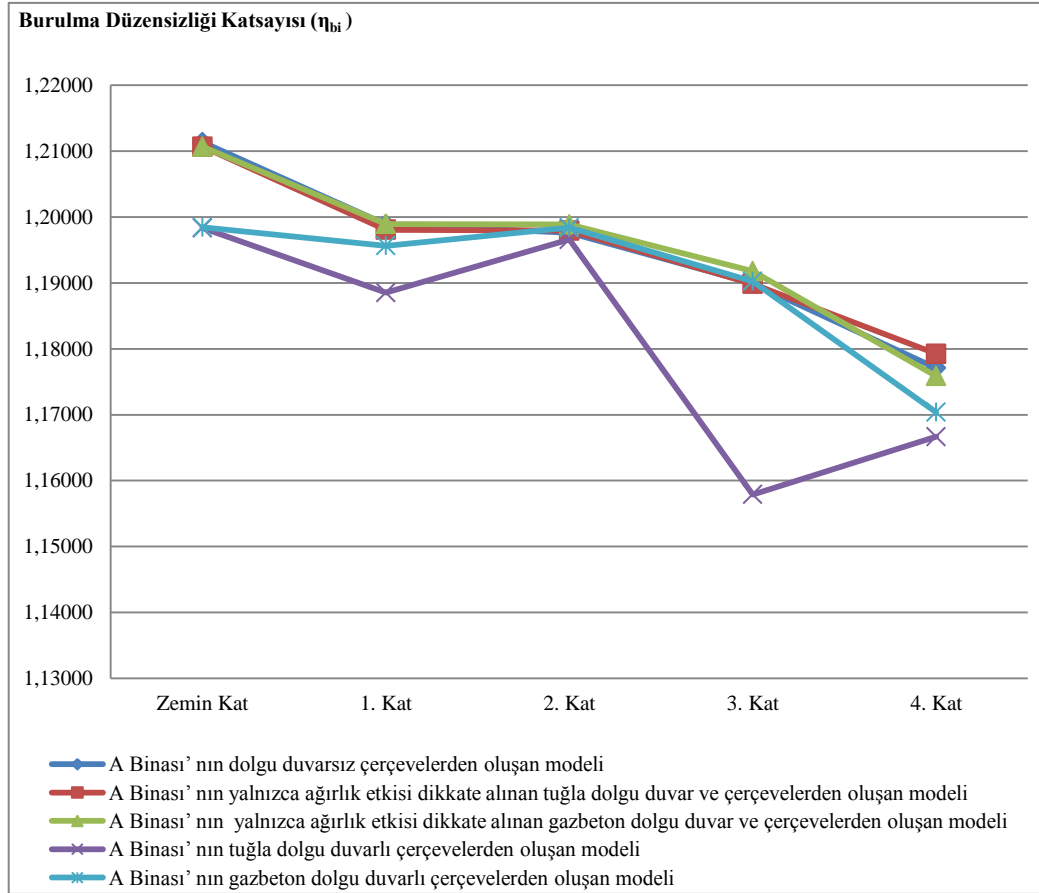
Şekil 6.24 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması.

6.6.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması

A Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 6.3’ te, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.25’ te verilmiştir.

Çizelge 6.3 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	A Binası’ nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli
Zemin	1,21136	1,21067	1,21068	1,19835	1,19844
1	1,19886	1,19807	1,19894	1,18852	1,19565
2	1,19760	1,19794	1,19886	1,19658	1,19838
3	1,18996	1,18987	1,19178	1,15789	1,19024
4	1,17708	1,17925	1,17588	1,16667	1,17037

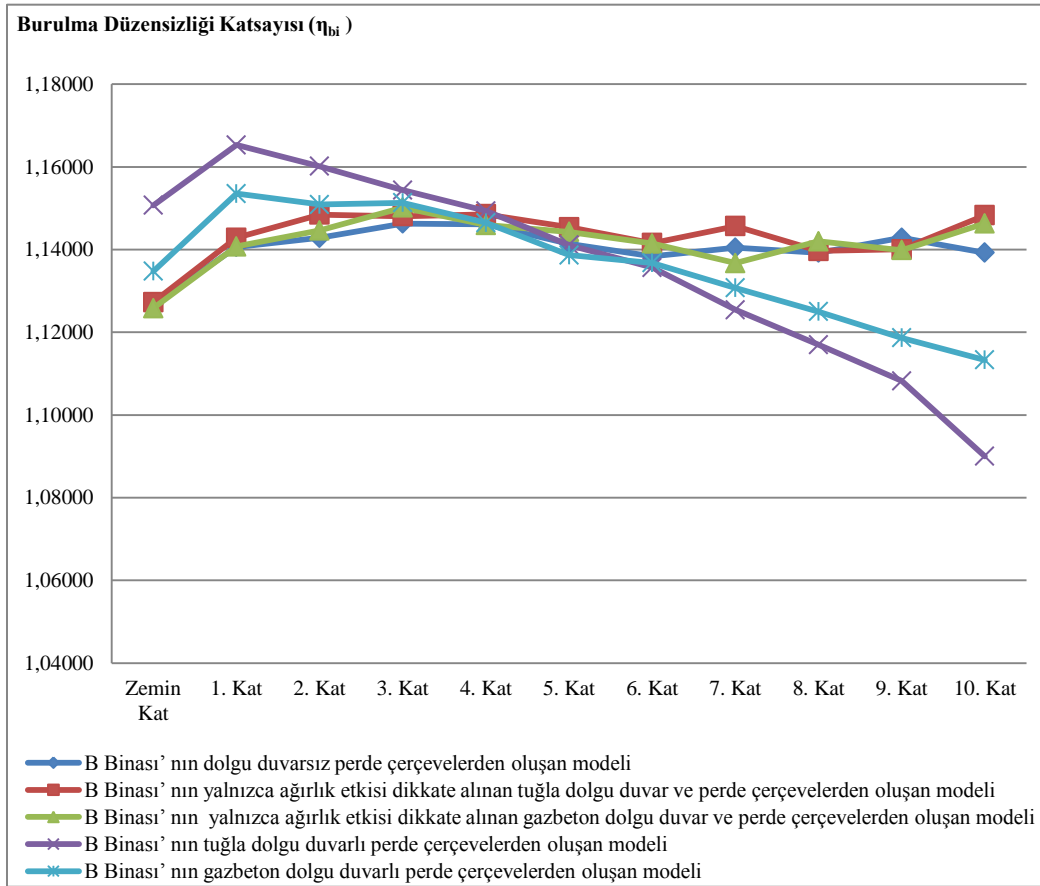


Şekil 6.25 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması.

B Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları Çizelge 6.4’ te, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.26’ da verilmiştir.

Çizelge 6.4 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları.

Kat No	B Binası’ nın dolgu duvarsız perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli	B Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçevelerden oluşan modeli
Zemin	1,12676	1,12727	1,12583	1,15068	1,13475
1	1,14063	1,14286	1,14074	1,16529	1,15353
2	1,14286	1,14846	1,14462	1,16014	1,15088
3	1,14627	1,14805	1,15014	1,15436	1,15132
4	1,14613	1,14851	1,14595	1,14935	1,14650
5	1,14139	1,14541	1,14425	1,14110	1,13864
6	1,13838	1,14155	1,14144	1,13565	1,13678
7	1,14045	1,14568	1,13673	1,12542	1,13072
8	1,13924	1,13966	1,14199	1,11698	1,12500
9	1,14286	1,14007	1,13986	1,10823	1,11864
10	1,13924	1,14829	1,14634	1,09000	1,11330



Şekil 6.26 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayılarının karşılaştırılması.

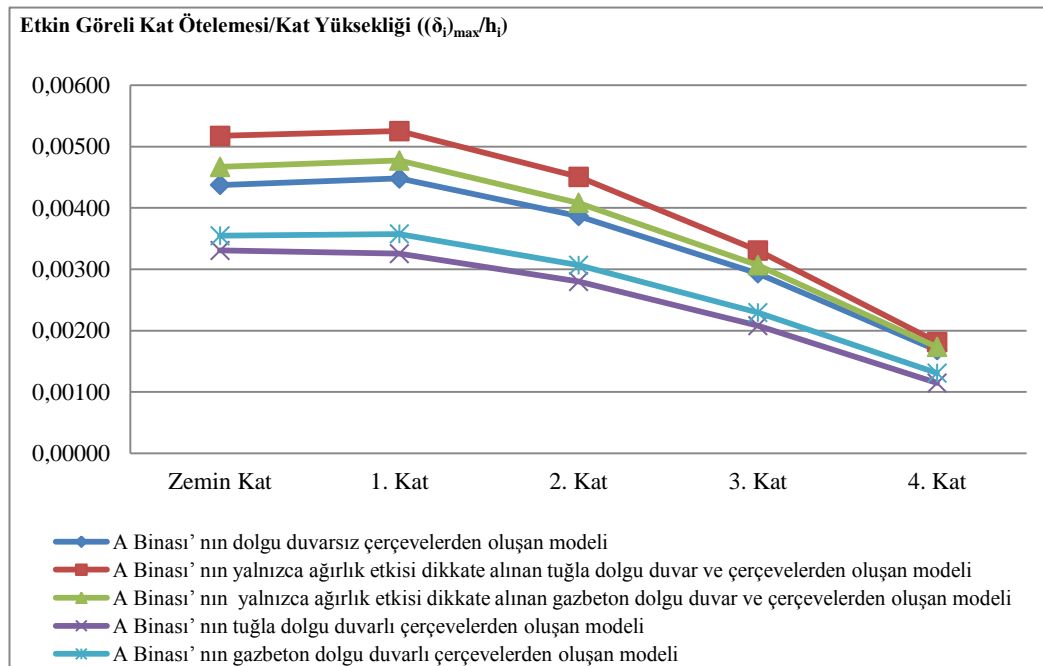
6.7 Maksimum Etkin Görelî Kat Ötelemesi/Kat Yüksekliği Oranlarının Karşılaştırılması

6.7.1 Bina modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması

A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları Çizelge 6.5’ te, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.27’ de verilmiştir.

Çizelge 6.5 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	A Binası’ nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli
Zemin	0,00437	0,00517	0,00467	0,00331	0,00355
1	0,00448	0,00525	0,00477	0,00325	0,00357
2	0,00387	0,00451	0,00408	0,00280	0,00307
3	0,00293	0,00331	0,00307	0,00208	0,00229
4	0,00168	0,00181	0,00173	0,00115	0,00131

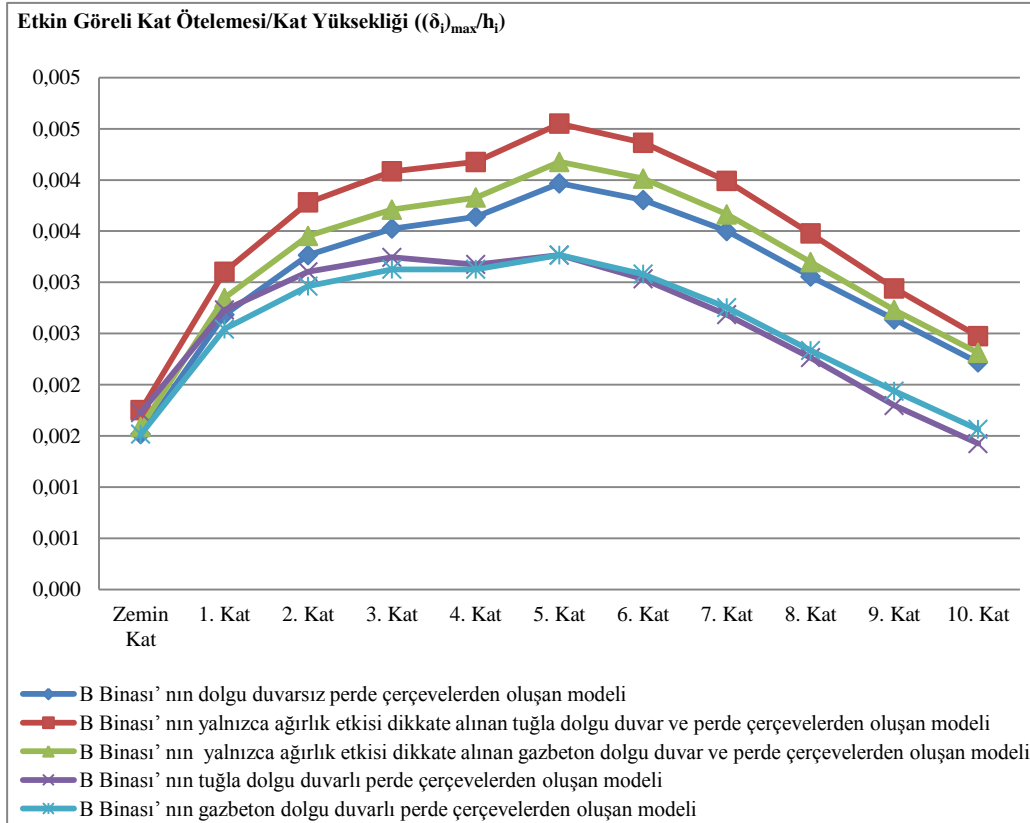


Şekil 6.27 : A Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması.

B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları Çizelge 6.6’ da, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.28’ de verilmiştir.

Çizelge 6.6 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	B Binası’ nın dolgu duvarsız perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçeveslerden oluşan modeli
Zemin	0,00152	0,00175	0,00159	0,00173	0,00152
1	0,00268	0,00310	0,00285	0,00273	0,00254
2	0,00327	0,00378	0,00345	0,00310	0,00296
3	0,00352	0,00408	0,00371	0,00324	0,00313
4	0,00364	0,00418	0,00383	0,00317	0,00313
5	0,00397	0,00455	0,00418	0,00327	0,00327
6	0,00380	0,00436	0,00401	0,00303	0,00308
7	0,00350	0,00399	0,00366	0,00268	0,00275
8	0,00306	0,00348	0,00320	0,00226	0,00233
9	0,00264	0,00294	0,00273	0,00180	0,00194
10	0,00222	0,00247	0,00231	0,00142	0,00156



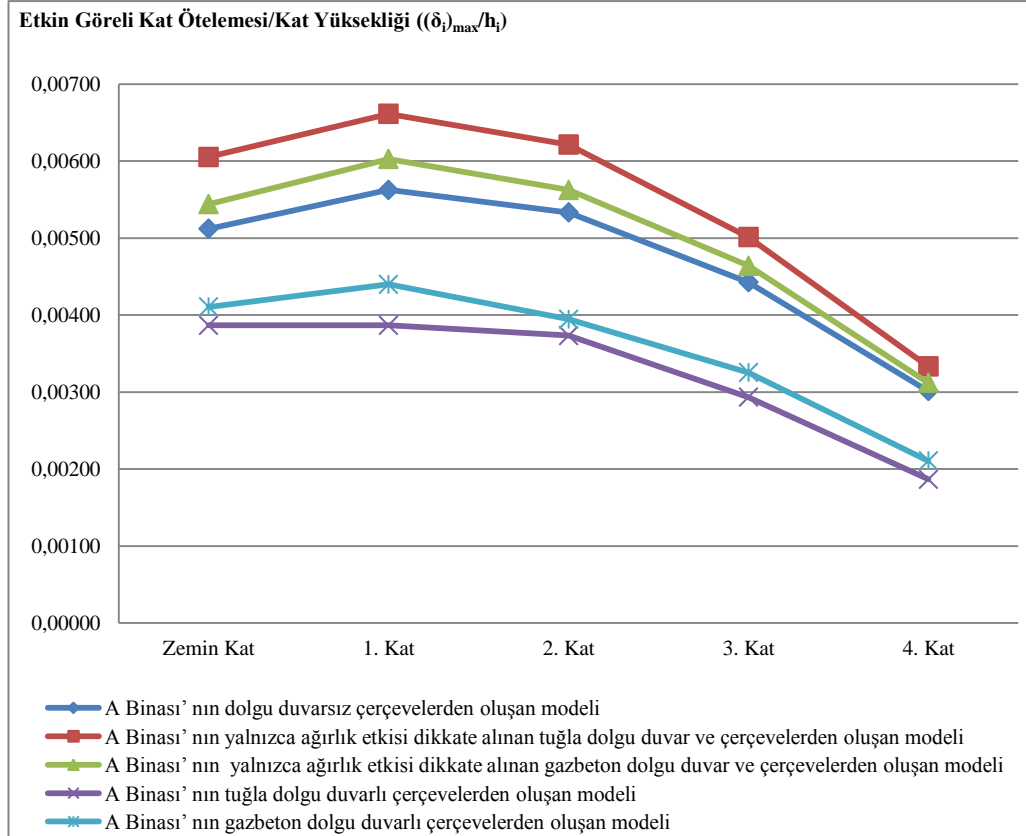
Şekil 6.28 : B Binası modellerinin uzun doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması.

6.7.2 Bina modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması

A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları Çizelge 6.7’ de, bu değerlerin grafiksel karşılaştırmaları ise Şekil 6.29’ da verilmiştir.

Çizelge 6.7 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	A Binası’ nın dolgu duvarsız çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli	A Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı çerçevelerden oluşan modeli
Zemin	0,00512	0,00605	0,00544	0,00387	0,00411
1	0,00563	0,00661	0,00603	0,00387	0,00440
2	0,00533	0,00621	0,00563	0,00373	0,00395
3	0,00443	0,00501	0,00464	0,00293	0,00325
4	0,00301	0,00333	0,00312	0,00187	0,00211

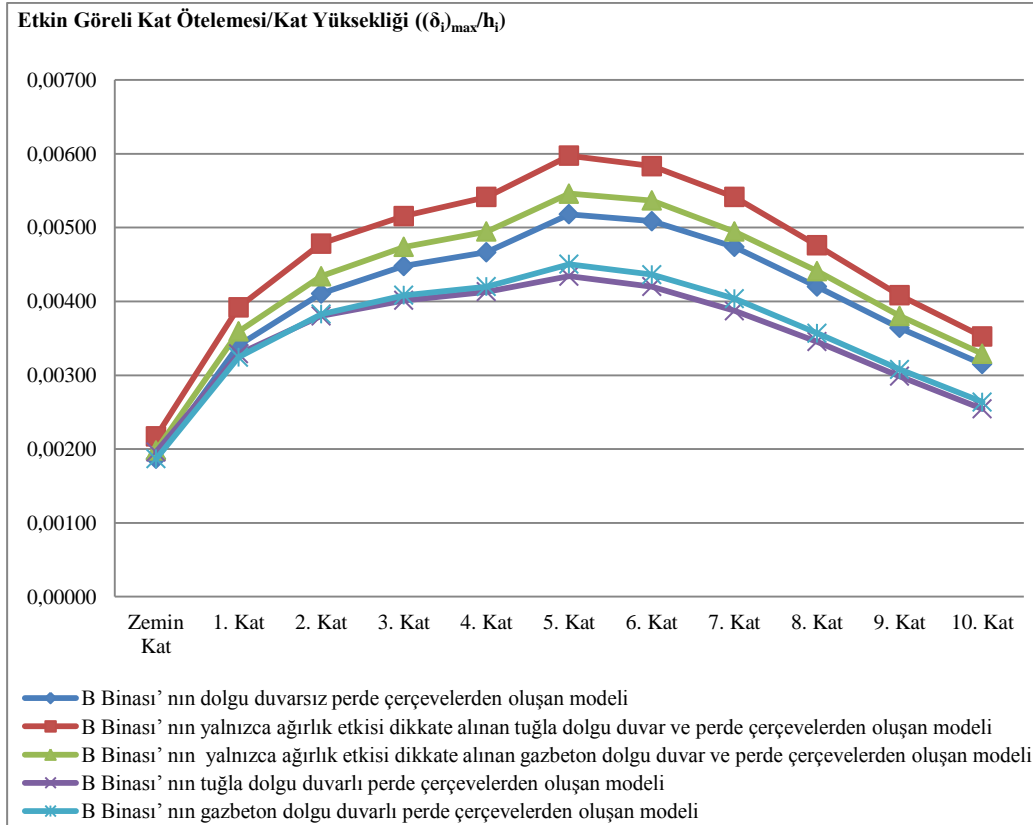


Şekil 6.29 : A Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması.

B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları Çizelge 6.8’ de, bu değerlerin grafiksel karşılaştırılmaları ise Şekil 6.30’ da verilmiştir.

Çizelge 6.8 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları.

Kat No	B Binası’ nın dolgu duvarsız perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın tuğla dolgu duvarlı perde çerçeveslerden oluşan modeli	B Binası’ nın gazbeton dolgu duvarlı perde çerçeveslerden oluşan modeli
Zemin	0,00187	0,00217	0,00198	0,00196	0,00187
1	0,00341	0,00392	0,00359	0,00329	0,00324
2	0,00411	0,00478	0,00434	0,00380	0,00383
3	0,00448	0,00516	0,00474	0,00401	0,00408
4	0,00467	0,00541	0,00495	0,00413	0,00420
5	0,00518	0,00597	0,00546	0,00434	0,00450
6	0,00509	0,00583	0,00537	0,00420	0,00436
7	0,00474	0,00541	0,00495	0,00387	0,00404
8	0,00420	0,00476	0,00441	0,00345	0,00357
9	0,00364	0,00408	0,00380	0,00299	0,00308
10	0,00315	0,00352	0,00329	0,00254	0,00264



Şekil 6.30 : B Binası modellerinin kısa doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranlarının karşılaştırılması.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında ele alınan binalara ait farklı modellerin analiz sonuçlarının karşılaştırılması bize dolgu duvarların, çerçevelerin deprem davranışlarını büyük oranda değiştirebildiğini göstermektedir. Betonarme binalarda dolgu duvarların deprem etkisi altındaki davranışının incelenmesini esas alan bu çalışmada göz önüne alınan bina tipleri için ulaşılan sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- **Bina ağırlıkları**

Dolgu duvarsız modellerin bina ağırlıkları esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda bina ağırlığı A Binası' nda % 33,8 ve B Binası' nda % 30,2 artış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda bina ağırlığı A Binası' nda % 27,2 ve B Binası' nda % 25 artış göstermiştir.

Sonuç olarak, dolgu duvarların modellere yansıtılması ile bina ağırlıklarında artışlar görülmüştür. Dolgu duvarların modele yansıtılması ile her iki dolgu duvar tipi için bina ağırlığındaki artış A Binası' nda B Binası' na göre daha fazla olmuştur. Her iki bina için bina ağırlığındaki artış tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda daha fazla olmuştur.

- **Periyotlar**

Dolgu duvarsız modellerin uzun doğrultudaki 1. mod titreşim periyotları esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 24,5 ve B Binası' nda % 24,1 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 18,2 ve B Binası' nda % 12,7 azalış göstermiştir.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin uzun doğrultudaki 1. mod titreşim periyotları esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 32,8 ve B Binası' nda % 32,1 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 21,8 ve B Binası' nda % 16,2 azalış göstermiştir.

Dolgu duvarsız modellerin kısa doğrultudaki 1. mod titreşim periyotları esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 25,4 ve B Binası' nda % 10,3 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 19,7 ve B Binası' nda % 8,7 azalış göstermiştir.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin kısa doğrultudaki 1. mod titreşim periyotları esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 33,5 ve B Binası' nda % 19,8 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda periyot A Binası' nda % 23,1 ve B Binası' nda % 12,4 azalış göstermiştir.

Sonuç olarak, dolgu duvarların modellere yansıtılması ile periyotlarda azalışlar görülmüştür. Dolgu duvarların modellere yansıtılması ile her iki dolgu duvar tipi ve her iki doğrultu için periyottaki azalış A Binası' nda B Binası' na göre daha fazla olmuştur. Her iki bina ve her iki doğrultu için periyottaki azalış tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda daha fazla olmuştur. Her iki dolgu duvar tipi için periyottaki azalış A Binası' nın kısa ve uzun doğrultusunda yaklaşık olarak aynı iken, B Binası' nın uzun doğrultusunda kısa doğrultusuna göre daha fazla olmuştur.

Genel olarak, dolgu duvarların modellere yansıtılması ile rijitliklerdeki artışların bina ağırlıklarındaki artışlara oranla daha fazla olmasından dolayı periyotlarda azalışlar görüldüğü ifade edilebilmektedir.

- **Taban kesme kuvvetleri**

Dolgu duvarsız modellerin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 67,2 ve B Binası' nda % 62,4 artış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 49,7 ve B Binası' nda % 39,6 artış göstermiştir.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin uzun doğrultudaki taban kesme kuvvetleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 36,4 ve B Binası' nda % 35,2 artış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 21,5 ve B Binası' nda % 14,7 artış göstermiştir.

Dolgu duvarsız modellerin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 69,9 ve B Binası' nda % 42,9 artış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 52,9 ve B Binası' nda % 35,4 artış göstermiştir.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin kısa doğrultudaki taban kesme kuvvetleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 37,8 ve B Binası' nda % 19,7 artış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda taban kesme kuvveti A Binası' nda % 24,4 ve B Binası' nda % 11,4 artış göstermiştir.

Sonuç olarak, dolgu duvarların modellere yansıtılması ile taban kesme kuvvetlerinde artışlar görülmüştür. Dolgu duvarların modellere yansıtılması ile her iki dolgu duvar tipi ve her iki doğrultu için taban kesme kuvvetindeki artış genel olarak A Binası' nda B Binası' na göre daha fazla olmuştur. Her iki bina ve her iki doğrultu için taban kesme kuvvetindeki artış tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda daha fazla olmuştur. Her iki dolgu duvar tipi için taban kesme kuvvetindeki artış A Binası' nın kısa doğrultusunda uzun doğrultusuna göre daha fazla iken, B Binası' nın uzun doğrultusunda kısa doğrultusuna göre daha fazla olmuştur.

- **Maksimum yer değiştirmeler**

Dolgu duvarsız modellerin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmeleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 34,1 ve B Binası' nda % 19,4 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 24,4 ve B Binası' nda % 18,6 azalış göstermiştir.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin uzun doğrultudaki maksimum yer değiştirmeleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 43 ve B Binası' nda % 29,6 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 28,4 ve B Binası' nda % 22,6 azalış göstermiştir.

Dolgu duvarsız modellerin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmeleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer

değiştirme A Binası' nda % 33,9 ve B Binası' nda % 18 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 26,2 ve B Binası' nda % 14 azalış göstermiştir.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin kısa doğrultudaki maksimum yer değiştirmeleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 43,1 ve B Binası' nda % 28,2 azalış göstermiştir. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda maksimum yer değiştirme A Binası' nda % 30,4 ve B Binası' nda % 18,1 azalış göstermiştir.

Sonuç olarak, dolgu duvarların modellere yansıtılması ile maksimum yer değiştirmelerde azalışlar görülmüştür. Dolgu duvarların modellere yansıtılması ile her iki dolgu duvar tipi ve her iki doğrultu için maksimum yer değiştirmedeki azalış A Binası' nda B Binası' na göre daha fazla olmuştur. Her iki bina ve her iki doğrultu için maksimum yer değiştirmedeki azalış tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda daha fazla olmuştur. Her iki dolgu duvar tipi için maksimum yer değiştirmedeki azalış A Binası' nın kısa ve uzun doğrultusunda yaklaşık olarak aynı iken, B Binası' nın uzun doğrultusunda kısa doğrultusuna göre daha fazla olmuştur.

- **Kat rijitlikleri**

Dolgu duvarsız modellerin uzun doğrultudaki kat rijitlikleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası' nda 2,483 katına ve B Binası' nda 2,018 katına çıkmıştır. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası' nda 1,932 katına ve B Binası' nda 1,702 katına çıkmıştır.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin uzun doğrultudaki kat rijitlikleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası' nda 2,372 katına ve B Binası' nda 1,945 katına çıkmıştır. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası' nda 1,688 katına ve B Binası' nda 1,486 katına çıkmıştır.

Dolgu duvarsız modellerin kısa doğrultudaki kat rijitlikleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası' nda 2,524 katına ve B Binası' nda 1,711 katına çıkmıştır. Aynı modellerin

gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası'nda 2,040 katına ve B Binası'nda 1,549 katına çıkmıştır.

Yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan dolgu duvarlı modellerin kısa doğrultudaki kat rijitlikleri esas alındığında, modellerin tuğla dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası'nda 2,425 katına ve B Binası'nda 1,654 katına çıkmıştır. Aynı modellerin gazbeton dolgu duvarlı olması durumunda kat rijitlikleri ortalama olarak A Binası'nda 1,799 katına ve B Binası'nda 1,354 katına çıkmıştır.

Sonuç olarak, dolgu duvarların modellere yansıtılması ile kat rijitliklerinde artışlar görülmüştür. Dolgu duvarların modellere yansıtılması ile her iki dolgu duvar tipi ve her iki doğrultu için kat rijitliğindeki ortalama artış A Binası'nda B Binası'na göre daha fazla olmuştur. Her iki bina ve her iki doğrultu için kat rijitliğindeki ortalama artış tuğla dolgu duvar kullanılması durumunda daha fazla olmuştur. Her iki dolgu duvar tipi için kat rijitliğindeki ortalama artış A Binası'nın kısa ve uzun doğrultusunda yaklaşık olarak aynı iken, B Binası'nın uzun doğrultusunda kısa doğrultusuna göre daha fazla olmuştur.

- **Burulma düzensizliği katsayıları**

A Binası'nın dolgu duvarsız çerçevelerden, yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvar ve çerçevelerden ve yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvar ve çerçevelerden oluşan modellerinde zemin katlara ait kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları yaklaşık olarak 1,21 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerlerin 1,2'nin üzerinde olması sebebiyle, DBYBHY 2007'de tanımlanan ek dışmerkezlik büyütme katsayısı ile ek dışmerkezlikler büyütülerek ilgili modellerin analizleri tekrarlanmış, fakat sonuçlarda bir değişim olmadığı gözlenmiştir. Sonuç olarak, söz konusu değerlerin 1,2'ye göre büyüklüğünün mühendislik anlamında ihmal edilebilir düzeyde olduğu ifade edilebilmektedir.

A Binası'nın yukarıda bahsedilen modellerinin zemin katlarına ait kısa doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları haricinde; çözümlenmeleri gerçekleştirilen diğer tüm modellerin tüm katlarına ait her iki doğrultudaki burulma düzensizliği katsayıları 1,2'nin altında değerler almıştır.

- **Maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları**

Çözömlenleri gerçekteştirilen tüm modellerin tüm katlarına ait her iki doğrultudaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları 0,02' nin altında değerler olarak DBYBHY 2007' deki koşulu sağlamışlardır.

Genel olarak, maksimum etkin görelî kat ötelemesi/kat yüksekliği oranları her iki bina için sırasıyla yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan tuğla dolgu duvarlı model, yalnızca ağırlık etkisi dikkate alınan gazbeton dolgu duvarlı model, dolgu duvarsız model, gazbeton dolgu duvarlı model ve tuğla dolgu duvarlı model olmak üzere büyükten küçüğe değerler almıştır.

KAYNAKLAR

- [1] **Celep, Z., ve Kumbasar, N.** (2000). Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul.
- [2] **Bayülke, N.** (2003). Betonarme Yapının Dolgu Duvarı. Türkiye Mühendislik Haberleri, 4, 426, 85-98.
- [3] **Polyakov, S.** (1956). Masonry Infilled Framed Buildings (An Investigation into the Strength and Stiffness of Masonry Infilling), Russia.
- [4] **Holmes, M.** (1961). Steel Frames with Brickwork and Concrete Infilling, Proceedings of the Institution of Civil Engineers.
- [5] **Smith, B. S., and Carter, C.** (1969). A Method of Analysis for Infilled Frames.
- [6] **Fiorato, A. E., Sozen, M. A., and Gamble, W. L.** (1970). An Investigation of the Interaction of Reinforced Concrete Frames with Masonry Filler Walls, Illinois University, Illinois.
- [7] **Mainstone, R. J.** (1971). On the Stiffness and Strengths of Infilled Frames.
- [8] **Ersoy, U., ve Uzsoy, Ş.** (1971). Dolgulu Çerçevelerin Davranış Mukavemeti, Ankara.
- [9] **Yıldırım, M.** (2004). Betonarme Yapılarda Dolgu Duvarların Çeşitli Yönlerden İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [10] **Bertero, V. V., and Brokken S. T.** (1981). Studies on Effects of Infills in Seismic Resistant Reinforced Concrete Construction, UBC/EERC-81/12, Earthquake Engineering Research Center, University of California Berkeley, California.
- [11] **Liauw, T. C., and Kwan, K. H.** (1984). Non-Linear Behaviour of Non-Integral Infilled Frames.
- [12] **Crisafulli, F. J.** (1997). Seismic Behaviour of Reinforced Concrete Structures with Masonry Infills, Doctoral Thesis, University of Canterbury.
- [13] **Moghaddam, H., and Dowling, P.** (1988). Earthquake Resistant Design of Brick Infilled Frames, Proceedings of the Eighth International Brick and Block Masonry Conference.
- [14] **Smith, B. S., and Coull, A.** (1991). Infilled Framed Structures.
- [15] **Paulay, T., and Priestley, M. J. N.** (1992). Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, USA.
- [16] **Durrani, A. J., and Luo, Y. H.** (1994). Seismic Retrofit of Flat – Slab Buildings with Masonry Infills, Proc.of the NCER Workshop on Seismic Response of Masonry Infills Tech. Report NCEER.

- [17] **Al-Chaar, G.** (2002). Evaluating Strength and Stiffness of Unreinforced Masonry Infill Structures, Construction Engineering Research Laboratory.
- [18] **Zarnic, R., and Tomazevic, M.** (1985). The Behaviour of Masonry Infilled Reinforced Concrete Frames Subjected to Cyclic Lateral Loading, References for Data Base of Confined Masonry Walls Proceeding of 8WCEE, pp. 863-870.
- [19] **Ersin, U. D.** (1997). Küçük Titreşim Ölçümleri ve Dolgu Duvarların Mekanik Modele Yansıtılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [20] **Yalçın, E.** (1999). Dolgu Duvarların Ve Konularının Çok Katlı Betonarme Yapıların Deprem Kuvvetleri Altındaki Davranışına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [21] **Gürel, M. A.** (2001). Kargir Dolgu Duvarların Düzlemlerine Dik Deprem Etkileri Altında Davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [22] **Erol, G.** (2001). Yüksek Mukavemetli Tuğlalardan Yapılmış Duvarlarda Kayma Dayanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [23] **Canbay, E.** (2001). Contribution of R/C Infills to the Seismic Behaviour of Structural System. A Doctor of Philosophy Thesis in Civil Engineering, Middle East Technical University, Ankara.
- [24] **Yel, N. H.** (2002). Mevcut Bir Yapının Deprem Güvenliği ve Güçlendirilmesi ile Birinci Titreşim Periyoduna Bölme Duvarları ve Perde Mesnet Koşullarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [25] **Anıl, Ö.** (2002). Betonarme Çerçevelerin Boşluklu Betonarme Dolgu Duvarlar İle Güçlendirilmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [26] **Öktem, O.** (2003). Betonarme Çerçeve Sistemlerin Lineer Olmayan Hesabı ve Dolgu Duvarların Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [27] **Sayın, B.** (2003). Mevcut Betonarme Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Projelendirilmesi ve Güçlendirilmesi Teknikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [28] **Karshoğlu, Ö.** (2005). Çok Katlı Binalarda Bulunan Tuğla Dolgu Duvarların Yapı Davranışına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- [29] **Çağatay, İ. H.** (2005). Failure Of An Industrial Building During A Recent Earthquake In Turkey, Engineering Failure Analysis.
- [30] **Çağlayan, E.** (2006). Betonarme Çerçevelerin Yatay Yüklere Göre Analizinde Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

- [31] **Dünder, E.** (2006). Çok Katlı Betonarme Yapılarda Bölme Duvarlarının Deprem Davranışına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [32] **Özdoğu, O. Z.** (2006). Deprem Etkisi Altındaki Binaların Davranışına Dolgu Duvarların Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [33] **Dönmez, S.** (2006). Deprem Etkisinde Betonarme Binalarda Hasarın Oluşmasında Dolgu Duvarların Modellenmesi Ve Taşıyıcı Sisteme Katkısı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [34] **Kızıloğlu, M. Y.** (2006). Deprem Etkisi Altında Dolgu Duvarların Betonarme Çerçeve Yapılar Üzerindeki Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] **Akkuzu, A. V.** (2007). Betonarme Çerçevesiz Dolgu Duvarların Deprem Etkisi Altındaki Dinamik Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [36] **Toker, A.** (2007). Betonarme Bir Yapıda Dolgu Duvar Etkisinin Doğrusal Olmayan Dinamik Hesap Yöntemiyle İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [37] **Mutlu, M.** (2007). Deprem Etkisindeki Betonarme Binalarda Kısa Kolon Etkisinin Doğrusal Olmayan Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- [38] **Tetik, D.** (2007). Dolgu Duvarların Betonarme Yapıların Serbest Titreşimine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] **Beklen, C.** (2009). Binalarda Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- [40] **Yücesan, B.** (2005). Betonarme Çerçevelerin Güçlendirilmesinde Yüksek Dayanımlı Tuğla Duvarlar, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [41] **Karaduman, A.** (2004). Dolgu Duvarlı Çerçevelerin Yatay Yükler Altındaki Davranışları Üzerine Deneysel Bir Çalışma, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Pamukkale, 11, 3, 345-349.
- [42] **Babayev, Z., Eyyubov, C., Murat, İ., ve Askerov, C.** (2002). Kireç Taşıyla Yapılmış Taşıyıcı Duvarların Düşey ve Yatay Yüklerin Etkisi Altındaki Davranışının Araştırılması, ACE Beşinci Uluslararası İnşaat Mühendisliğinde Gelişmeler Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [43] **Sesigür, H., Çelik, O. C., ve Çılı, F.** (2007). Deprem Riski Düşük Bölgelerde Orta Yükseklikteki Donatılı Gazbeton Binaların Uygulanabilirliği, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- [44] **TGÜB** (t.y.). Türkiye Gazbeton Üreticileri Birliği, adres: <http://www.tgub.org.tr>

- [45] **Öztorun, N. K., Çıtıpitoğlu, E., ve Yılmaz, Ç.** (1997). Depreme dayanıklı Yapıların Tasarım ve İnşaatı Hakkında Öneriler Gazi Üniversitesi, M.M.F. Dergisi, Cilt:12, Sayı:1-2, Ankara.
- [46] **Penelis, G.G., and Kappos, A.J.** (1997). Earthquake-Resistant Concrete Structure, & EFN Spon, An imprint of Chapman & Hall, London.
- [47] **Yorulmaz, M., ve Atlan, Y. T.** (1971). Çeşitli Forme Yapı Taşlarıyla Yapılmış Duvar Numunelerinin İki İstikametli Yükleme Altında Davranışları, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [48] **Ersoy, U., ve Tankut, T.** (1992). Hysteretic Response of Reinforced Concrete Infilled Frames, ASCE Journal of Structural Engineering, vol. 118, no. 8.
- [49] **FEMA-178** (2000). Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- [50] **Bayülke, N.** (2001). Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir Şubesi, İzmir.
- [51] **Govindan, P., and Santhakumar, A. R.** (1986). Ductility of Infilled Frames, ACI Journal, p. 567-576.
- [52] **Negro, P., and Verzeletti, G.** (1996). Effect of Infills on the Global Behavior of R/C Frames; Energy Considerations from Pseudodynamic Tests, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 25, p. 753-773.
- [53] **Celep, Z., ve Kumbasar, N.** (1996). Betonarme Yapılar, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- [54] **Bayülke, N.** (1998). Yapı Periyodu Nedir, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara Şubesi, Aralık Bülteni, S. 12-15.
- [55] **Korkmaz, A., ve Uçar, T.** (2006). Yumuşak Kat Düzensizliğinin Betonarme Binaların Deprem Davranışındaki Etkisi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi Sayı: 2, 65-76.
- [56] **Yıldırım, M. K.** (2009). Betonarme Çerçevesel Yapılarda Dolgu Duvar Oranına Göre Yapı Periyodunun Değişiminin Saptanması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [57] **Sivri, M., Demir, F., ve Kuyucular, A.** (2006). Dolgu Duvarların Çerçeve Yapının Deprem Davranışına ve Göçme Mekanizmasına Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 109-115.
- [58] **Yüksel, İ.** (2008). Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 260-276.
- [59] **Paulay, T., and Priestly, M. J. N.** (1992). Seismic Design of Masonry Buildings, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- [60] **Smith, B. S.** (1962). Lateral Stiffness of Infilled Frames. ASCE Structural Division Journal, pp.183- 199.

- [61] **Zarnic, R.** (1995). Modelling of Masonry Infilled Frames, 10th European Conference on Earthquake Engineering, Duma.
- [62] **Zarnic, R., Tomazevic, M., and Velechovsky, T.** (1986). Experimental Study of Methods for Repair and Strengthening of Masonry Infilled Reinforced Concrete Frames, 8th European Conference on Earthquake Engineering, Lisbon, Portugal.
- [63] **Mainstone, R. J.** (1974). Supplementary Note on the Stiffnesses and Strengths of Infilled Frames, Building Research station, UK.
- [64] **Madan, A., Reinhom, A. M., Mander, J. B., and Valles, R. E.** (1997). Modelling of Masonry Infill Panels for Structural Analysis, Journal of Structural Engineering V.123.
- [65] **DBYBHY** (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- [66] **TS 500** (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [67] **TS 498** (1997). Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Kadir Erkan UYSAL
Doğum Yeri ve Tarihi: Gölcük/KOCAELİ, 26.04.1989
Adres: 1834 sk. No:4/5 Karşıyaka/İZMİR
E-Posta: erkan.uysl@hotmail.com
Lisans: Dokuz Eylül Üniversitesi (2007-2011)
Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi (2011-2013)