

**AVRASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GELENEKSEL ÇERÇEVELİ SİSTEMLERE EĞİK ELEMANLARIN  
İLAVESİNİN KAT ÖTELENMELERİNE OLAN ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnş. Müh. Yavuz Selim ÇAVUŞ**

**Eylül 2017**

**TRABZON**

**AVRASYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GELENEKSEL ÇERÇEVELİ SİSTEMLERE EĞİK ELEMANLARIN  
İLAVESİNİN KAT ÖTELENMELERİNE OLAN ETKİSİ**

**İnş. Müh. Yavuz Selim ÇAVUŞ**

**Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“İNŞAAT YÜKSEK MÜHENDİSİ”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.08.2017  
Tezin Savunma Tarihi : 23.08.2017**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Basri ERTAŞ**

**Trabzon 2017**

Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında  
Yavuz Selim ÇAVUŞ tarafından hazırlanan

**GELENEKSEL ÇERÇEVELİ SİSTEMLERE EĞİK ELEMANLARIN  
İLAVESİNİN KAT ÖTELENMELERİNE OLAN ETKİSİ**

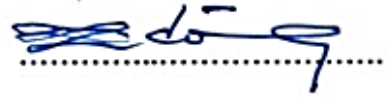
başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 16/08/2017 gün ve  
984786622.903.07.04/36 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

Başkan : Prof. Dr. Basri ERTAŞ




Üye : Prof. Dr. Ragıp ERDÖL



Üye : Prof. Dr. Mehmet TÜFEKÇİ



  
Yrd. Doç. Dr. Fatma SÖYLEMEZ  
Enstitü Müdür V.

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans çalışması süresinde, çalışmalarına yön veren, değerli katkılarını ve zamanını benden esirgemeyen Sayın Hocam, Prof. Dr. Basri ERTAŞ'a ve bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarda desteklerinden dolayı Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Hocalarından Doç. Dr. Ahmet Can ALTUNIŞIK'a ve Araştırma görevlisi arkadaşım Fatih Yesevi Okur'a teşekkür ederim.

Çalışmalarında yardımcı olan arkadaşlarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Maket modellerin yapımında yardımcı olan marangoz Şaban YILMAZ Ustaya teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında, desteklerini esirgemeyen anneme, babama ve abilerime teşekkür ederim.

Yavuz Selim ÇAVUŞ  
Trabzon, 2017

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Geleneksel Çerçevesel Sistemlere Eğik Elemanların İlavesinin Kat Ötelenmelerine Olan Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Basri ERTAŞ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 23/08/2017

Yavuz Selim ÇAVUŞ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
GRAFİKLER DİZİNİ .....	XV
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Seçimi.....	1
1.2.1. Taşıyıcı Sistemler .....	1
1.2.1.1. Geleneksel Çerçeveli Sistemler .....	2
1.2.1.2. Perde Duvarlı Sistemler.....	3
1.2.1.3. Eğik Elemanlı Çerçeveli Sistemler.....	4
1.2.1.4. Boşluklu Perde Duvarlı Sistemler .....	8
1.2.1.5. Perde Duvarlı-Çerçeveli Sistemler .....	9
1.2.1.6. Tüp Sistemler.....	10
1.3. Taşıyıcı Sistem Seçimine Etki Eden Faktörler .....	11
1.3.1. Deprem Durumu ve Yapının Davranışını Etkileyen Parametreler .....	11
1.3.1.1. A1-Burulma Düzensizliği Durumu.....	11
1.3.1.2. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat).....	13
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	15
2.1. Maketin Oluşturulması ve Yapım Aşamaları .....	15
2.2. Deneysel Çalışmalar .....	21
2.2.1. Deneyde Kullanılan Ekipmanlar.....	22
2.2.2. İvme Değerleri .....	25
3. BULGULAR.....	26
3.1. Genel Özellikler ve Varsayımlar .....	26
3.1.1. Hesap Yönteminin Seçilmesi.....	27

3.2.	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Hesaplar.....	28
3.2.1.	Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem.....	28
3.2.1.1.	Bina Bilgileri .....	28
3.2.1.2.	Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması .....	29
3.2.1.3.	Düzensizlik Kontrolleri .....	31
3.2.1.3.1.	A1-Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	31
3.2.1.3.2.	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı (Yumuşak Kat) Kontrolü.....	32
3.2.1.3.3.	İkinci Mertebe Etkileri.....	34
3.2.2.	Eğik Kolonlu Çerçevesel Sistem .....	35
3.2.2.1.	Bina Bilgileri .....	35
3.2.2.2.	Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması .....	37
3.2.2.3.	Düzensizlik Kontrolleri .....	38
3.2.2.3.1.	A1-Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	38
3.2.2.3.2.	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı (Yumuşak Kat) Kontrolü .....	40
3.2.2.3.3.	İkinci Mertebe Etkileri.....	41
3.3.	Mod Birleştirme Yöntemine Göre Deprem Yüğü Hesabı .....	42
3.3.1.	Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem.....	42
3.3.1.1.	Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması .....	43
3.3.1.2.	Düzensizlik Kontrolleri .....	44
3.3.1.2.1.	A1-Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	44
3.3.1.2.2.	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı (Yumuşak Kat) Kontrolü.....	45
3.3.1.2.3.	İkinci Mertebe Etkileri.....	46
3.3.2.	Eğik Kolonlu Çerçevesel Sistem .....	47
3.3.2.1.	Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması .....	47
3.3.2.2.	Düzensizlik Kontrolleri .....	48
3.3.2.2.1.	A1-Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	48
3.3.2.2.2.	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı (Yumuşak Kat) Kontrolü .....	50
3.3.2.2.3.	İkinci Mertebe Etkileri.....	51
3.4.	Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemine Göre Deprem Yüğü Hesabı .....	52
3.4.1.	Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem.....	52
3.4.1.1.	Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması .....	52
3.4.1.2.	Düzensizlik Kontrolleri .....	53
3.4.1.2.1.	A1-Burulma Düzensizliğı Kontrolü .....	53
3.4.1.2.2.	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliğı (Yumuşak Kat) Kontrolü .....	54

3.4.1.2.3.	İkinci Mertebe Etkileri.....	55
3.4.2.	Eğik Kolonlu Çerçevesel Sistem .....	56
3.4.2.1.	Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması .....	56
3.4.2.2.	Düzensizlik Kontrolleri .....	57
3.4.2.2.1.	A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü .....	57
3.4.2.2.2.	B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü .....	58
3.4.2.2.3.	İkinci Mertebe Etkileri.....	59
4.	İRDELEME .....	61
4.1.	Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sisteme Göre Deprem Yüğü Hesabı .....	61
4.1.1.	X Yönlünde EX ve EXP Yüklemleri .....	61
4.1.1.1.	Faktörler ve Katsayılar .....	61
4.1.1.2.	Sismik Tepki.....	61
4.1.1.4.	Hesaplanan Kuvvetler.....	62
4.1.1.5.	Katlara Gelen Kuvvetler .....	62
4.1.2.	Y Yönlünde EY, EYN ve EYP Yüklemleri.....	63
4.1.2.1.	Hesaplanan Kuvvetler.....	63
4.1.2.2.	Katlara Gelen Kuvvetler .....	64
4.1.3.	X Yönlünde EXN Yüklemleri.....	65
4.1.3.1.	Hesaplanan Kuvvetler.....	65
4.1.3.2.	Katlara Gelen Kuvvetler .....	66
4.2.	Eğik Kolonlu Çerçevesel Sisteme Göre Deprem Yüğü Hesabı.....	67
4.2.1.	X Yönlünde EX ve EXP Yüklemleri .....	67
4.2.1.1.	Faktörler ve Katsayılar .....	67
4.2.1.2.	Sismik Tepki.....	67
4.2.1.3.	Eşdeğer Yanal Kuvvetler.....	68
4.2.1.4.	Hesaplanan Kuvvetler.....	68
4.2.1.5.	Katlara Gelen Kuvvetler .....	68
4.2.2.	Y Yönlünde EY, EYN ve EYP Yüklemleri.....	69
4.2.2.1.	Hesaplanan Kuvvetler.....	69
4.2.2.2.	Katlara Gelen Kuvvetler .....	70
4.2.3.	X Yönlünde EXN Yüklemleri.....	71
4.2.3.2.	Katlara Gelen Kuvvetler .....	71
5.	SONUÇLAR.....	73



5.1.	Oluşturulan Maketlere Ait Sarsma Tablasında Elde Edilen Deneysel Sonuçlar .....	73
5.2.	ETABS Programında Modellenen yapıya ait sonuçlar.....	75
5.2.1.	Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemine Göre Hesap Sonuçları .....	75
5.2.1.1.	Düz Kolonlu Geleneksel ereveli Sistem.....	75
5.2.1.2.	Eğik Kolonlu ereveli Sistem .....	76
5.2.2.	Mod Birleştirme Yöntemine Göre Hesap Sonuçları.....	78
5.2.2.1.	Düz Kolonlu Geleneksel ereveli Sistem.....	78
5.2.2.2.	Eğik Kolonlu ereveli Sistem .....	79
5.2.3.	Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemine Göre Hesap Sonuçları .....	81
5.2.3.1.	Düz Kolonlu Geleneksel ereveli Sistem.....	81
5.2.3.2.	Eğik Kolonlu ereveli Sistem .....	83
6.	ÖNERİLER.....	86
7.	KAYNAKLAR.....	88
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

GELENEKSEL ÇERÇEVELİ SİSTEMLERE EĞİK ELEMANLARIN İLAVESİNİN  
KAT ÖTELENMELERİNE OLAN ETKİSİ

Yavuz Selim ÇAVUŞ

Avrasya Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Basri ERTAŞ  
2017, 89 Sayfa

Bu çalışmada eğik elemanların geleneksel çerçeve sistemlere eklenmesi durumunda özellikle deprem yükleri altında yapıda oluşan kat ötelenmelerine olan etkileri bir yapının geleneksel çerçeve sistemi olarak ve eğik elemanlı olarak iki şekilde incelemeye alınarak araştırılmıştır. İncelemeye alınan yapıların maketleri oluşturularak sarsma tablasında deprem etkisi altında gerçekte yapılarda meydana gelen etkileri incelenmiş ve ETABS programında matematik modelleri oluşturularak analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Bu çalışma genel olarak beş ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmadaki giriş bölümünde bu bölümde konu ve değerlendirmelerle ilgili genel bilgilendirmelere yer verilmiştir. Birinci bölümde çok katlı yapıların taşıyıcı sistemleri incelenmiştir. Bu bölümde taşıyıcı sistem tasarımı, taşıyıcı sistem türleri ve taşıyıcı sistem seçilirken dikkat edilmesi gereken hususlar gibi konulara yer verilmiştir. İkinci bölümde taşıyıcı sistem seçimine etki eden faktörler ve deprem durumunda yapının davranışını etkileyen parametrelerin bazıları ele alınmıştır. Üçüncü bölümde inceleme yapılan maketinin oluşturulması ve yapım aşamaları konusuna değinilmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde maketleri oluşturulan yapıların sarsma tablasındaki davranışları incelenmiş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde ETABS programında yapıların modelleri oluşturulmuş analiz sonuçları karşılaştırılmış ve düzensizlik kontrolleri yapılmıştır. Son olarak sonuç bölümünde yapılan deneyler ve program analizlerinin sonuçları karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eğik Kolon, Geleneksel Çerçeve Sistemler, Çapraz Kolonlar, Kat Ötelenmesi.

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECTS OF THE FLOOR DISPLACEMENTS WITH INCLINED ELEMENTS  
ADDED TO THE CONVENTIONAL FRAMED SYSTEMS

Yavuz Selim ÇAVUŞ

Avrasya University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Civil Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Basri ERTAŞ  
2017, 89 Pages

In this study, the effects of the inclined elements added to the conventional framed systems, especially the effects of the floor displacements occurring under the earthquake loads, have been investigated by taking a structure as a conventional frame system and oblique elements in two ways. The effects that occurred in the structures under the effect of earthquake in reality have been examined on the shake table by models of the structures taken into consideration and the results of the analyses were evaluated by way of mathematical models were created in the ETABS program. This study mainly consists of five main sections. The introduction to the study included general information on topics and assessments. In the first chapter, the carrier systems of multi-storey structures have been examined. In this section, topics such as carrier system design, types of carrier systems and matters to be considered when selecting a carrier system are mentioned. In the second part, some of the factors affecting the selection of the carrier system and the parameters affecting the behavior of the structure in case of earthquake are discussed. In the third chapter, it is mentioned about the construction of the examined model and the stages of construction. In the fourth part of the study, the behaviors of the constructions which are modeled, on the shake table are examined and the results obtained are evaluated. In the fifth part of the study, models of the structures were created in the ETABS program, the analysis results were compared and irregularity checks are completed. Finally, in the final section the results of the exerted tests and program analyzes, were compared and evaluated.

**Key Words:** Oblique Column, Conventional Framed Systems, Cross Columns, Floor Displacement.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Çerçeve sistemler .....	3
Şekil 1.2. Perdeli sistem bir yapının şematik kat planı.....	4
Şekil 1.3. Eğik elemanların farklı açıklık ve kata sahip çerçevelerde kullanımı .....	5
Şekil 1.4. Eğik elemanlı bazı sistemler (Onterie Center) .....	6
Şekil 1.5. Eğik elemanlı bazı sistemler (The Agora Garden).....	6
Şekil 1.6. Eğik elemanlı bazı sistemler (John Hancock Center) .....	7
Şekil 1.7. Eğik elemanlı bazı sistemler (John Hancock Center) .....	7
Şekil 1.8. Eğik elemanlara sahip betonarme bir yapı .....	8
Şekil 1.9. Perde duvarlarda boşluk bırakılması durumunda oluşan boşluklu perde duvarlı sistem .....	9
Şekil 1.10. Tüp sistemler .....	10
Şekil 1.11. (a) Deprem yüklerinin kütle merkezine etkimesi (b) rijitlik merkezi etrafında dönmesi ve (c) iki merkezin çakışması durumu.....	12
Şekil 1.12. Burulma düzensizliği [DY-2007, Şekil 2.1].....	13
Şekil 1.13. B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) .....	14
Şekil 2.1. Maket elemanlarının kesim aşaması .....	15
Şekil 2.2. Döşemelerin delinmesi .....	16
Şekil 2.3. Kolonların delinmesi ve filizlerin yerleştirilmesi.....	16
Şekil 2.4. Gönnye ile kolonların diklik kontrolü .....	17
Şekil 2.5. Tablaya yerleştirilen kolonlar .....	17
Şekil 2.6. Kurumaya bırakılan döşeme ve filizleri .....	18
Şekil 2.7. Tamamlanmış geleneksel çerçevesel model.....	19
Şekil 2.8. Tamamlanmış eğik elemanlı model .....	20
Şekil 2.9. Sarsma tablası.....	22
Şekil 2.10. Testbox .....	23
Şekil 2.11. İvmeölçer.....	23
Şekil 2.12. Sarsma tablasına bağlanmış eğik kolonlu model .....	24
Şekil 2.13. Sarsma tablasına bağlanmış düz kolonlu model .....	24
Şekil 2.14. 1999 gölcük depremi ivme zaman kaydı.....	25
Şekil 2.15. DASK yarışmasında kullanılan ivme .....	25
Şekil 3.1. Normal kat planı.....	28
Şekil 3.2. Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli.....	29

Şekil 3.3.	Görelî kat ötelenmelerinin sınırlandırılması .....	30
Şekil 3.4.	ikinci mertbe etkileri.....	34
Şekil 3.5.	Normal kat planı.....	36
Şekil 3.6.	Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli.....	37
Şekil 4.1.	Kat kesme kuvvetleri.....	63
Şekil 4.2.	Kat kesme kuvvetleri.....	65
Şekil 4.3.	Kat kesme kuvvetleri.....	66
Şekil 4.4.	Kat kesme kuvvetleri.....	68
Şekil 4.5.	Kat kesme kuvvetleri.....	70
Şekil 4.6.	Kat kesme kuvvetleri.....	71



## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Sarsma tablası teknik özellikleri .....	21
Tablo 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar [DBYBHY-2007 Tablo 2.6].....	27
Tablo 3.2. Görelî kat ötelenmesi kontrolü.....	30
Tablo 3.3. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	31
Tablo 3.4. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	32
Tablo 3.5. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	33
Tablo 3.6. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	33
Tablo 3.7. X yönünde ikinci merteye etkileri.....	34
Tablo 3.8. Y yönünde ikinci merteye etkileri.....	35
Tablo 3.9. Görelî kat ötelenmesi kontrolü.....	38
Tablo 3.10. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	38
Tablo 3.11. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	39
Tablo 3.12. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	40
Tablo 3.13. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	41
Tablo 3.14. X yönünde ikinci merteye etkileri.....	41
Tablo 3.15. X yönünde ikinci merteye etkileri.....	42
Tablo 3.16. Görelî kat ötelenmesi kontrolü.....	43
Tablo 3.17. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	44
Tablo 3.18. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	45
Tablo 3.19. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	46
Tablo 3.20. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	46
Tablo 3.21. X yönünde ikinci merteye etkileri.....	47
Tablo 3.22. Y yönünde ikinci merteye etkileri.....	47
Tablo 3.23. Görelî kat ötelenmesi kontrolü.....	48
Tablo 3.24. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	48
Tablo 3.25. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	49
Tablo 3.26. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	50
Tablo 3.27. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	51
Tablo 3.28. X yönünde ikinci merteye etkileri.....	51
Tablo 3.29. Y yönünde ikinci merteye etkileri.....	52

Tablo 3.30.	Görelî kat ötelenmesi kontrolü .....	52
Tablo 3.31.	X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	53
Tablo 3.32.	Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	54
Tablo 3.33.	X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	54
Tablo 3.34.	Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	55
Tablo 3.35.	X yönünde ikinci mertebe etkileri .....	55
Tablo 3.36.	Y yönünde ikinci mertebe etkileri .....	56
Tablo 3.37.	Görelî kat ötelenmesi kontrolü .....	56
Tablo 3.38.	X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	57
Tablo 3.39.	Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü .....	57
Tablo 3.40.	X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	58
Tablo 3.41.	Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü.....	59
Tablo 3.42.	X yönünde ikinci mertebe etkileri .....	59
Tablo 3.43.	Y yönünde ikinci mertebe etkileri .....	60
Tablo 4.1.	Hesap analizi sonuçları.....	62
Tablo 4.2.	Kat kesme kuvvetleri.....	63
Tablo 4.3.	Hesap analizi sonuçları.....	64
Tablo 4.4.	Kat kesme kuvvetleri.....	64
Tablo 4.5.	Hesap analizi sonuçları.....	65
Tablo 4.6.	Kat kesme kuvvetleri.....	66
Tablo 4.7.	Hesap analizi sonuçları.....	68
Tablo 4.8.	Kat kesme kuvvetleri.....	69
Tablo 4.9.	Hesap analizi sonuçları.....	69
Tablo 4.10.	Kat kesme kuvvetleri.....	70
Tablo 4.11.	Hesap analizi sonuçları.....	71
Tablo 4.12.	Kat kesme kuvvetleri.....	72
Tablo 5.1.	Düz kolonlu yapıya ait kat yer değiştirme değerleri .....	73
Tablo 5.2.	Eğik kolonlu yapıya ait kat yer değiştirme değerleri .....	73
Tablo 5.3.	Düz kolonlu yapıya ait kat yer değiştirme değerleri .....	74
Tablo 5.4.	Eğik kolonlu yapıya ait kat yer değiştirme değerleri .....	74

## GRAFİKLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Grafik 5.1. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	75
Grafik 5.2. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	76
Grafik 5.3. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	76
Grafik 5.4. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	77
Grafik 5.5. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	77
Grafik 5.6. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	78
Grafik 5.7. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	78
Grafik 5.8. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	79
Grafik 5.9. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	79
Grafik 5.10. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	80
Grafik 5.11. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	80
Grafik 5.12. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	81
Grafik 5.13. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	82
Grafik 5.14. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	82
Grafik 5.15. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	83
Grafik 5.16. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	84
Grafik 5.17. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri.....	84
Grafik 5.18. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri.....	85



## SEMBOLLER DİZİNİ

<b>A<sub>0</sub></b>	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
<b>A(T)</b>	: Spektral ivme Katsayısı
<b>T<sub>A</sub>, T<sub>B</sub></b>	: Spektrum Karakteristik Periyotları
<b>I</b>	: Bina Önem Katsayısı
<b>R</b>	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
<b>F<sub>i</sub></b>	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkileyen eşdeğer deprem yüğü
<b>H<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğı (Bodrumkatlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğı binalarda i'inci katın zemin katdöşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliğı)
<b>H<sub>N</sub></b>	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliğı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğı binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
<b>h<sub>f</sub></b>	: Döşeme Kalınlığı
<b>G</b>	: Sabit Yüğü
<b>Q</b>	: Hareketli Yüğü
<b>η<sub>ki</sub></b>	: i'inci katta tanımlanan rijitlik Düzensizliğı Katsayısı
<b>θ<sub>i</sub></b>	: i'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri
<b>d<sub>i</sub></b>	: binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değıştirme
<b>η<sub>bi</sub></b>	: i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliğı Katsayısı
<b>R<sub>a</sub>(T)</b>	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
<b>S(T)</b>	: Spektrum Katsayısı
<b>V<sub>i</sub></b>	: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
<b>H<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katının kat yüksekliğı
<b>w<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katının, hareketli yüğü katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
<b>T</b>	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
<b>Δ<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
<b>(Δ<sub>i</sub>)<sub>ort</sub></b>	: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelenmesi
<b>δ<sub>i</sub></b>	: Binanın i'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
<b>(δ<sub>i</sub>)<sub>max</sub></b>	: Binanın i'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi

- Vt** : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
- W** : Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı



## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

İçinde bulunduğumuz coğrafyanın büyük bir bölümünün 1. Derece deprem bölgesi olması nedeniyle günümüze dek birçok yıkıcı depremle karşılaşmış bulunmaktayız. Bunun sonucunda çok sayıda can kayıpları olmuştur. Yapılan araştırmalardaki amaç depremler ya da diğer tüm kuvvetler karşısında daha güvenli yapılar oluşturabilmektir. Bu konuda hem yurt içinde hem de yurt dışında birçok araştırma yapılmaktadır. Günümüzde yapılan binaların yüksek katlı olması nedeniyle katlara gelen yanal kuvvetlerin de etkisi artmaktadır.

Deprem esnasında katlarda oluşan yer değiştirmelerin yapıya büyük ölçekte hasar verdiği ve yıkımlara neden olduğu bilinmektedir. Bu doğrultudaki amaç yapıyı daha hafif ve daha rijit hale getirerek katlarda oluşan yer değiştirmelerin azaltılması böylelikle yapıyı daha güvenli hale getirmektir. Geleneksel çerçevesel sistemlere çelik yapılarda olduğu gibi çerçeveler arasına diyagonal olarak yerleştirilen çaprazlarla yanal kuvvetler altında kat ötelenmeleri azaltılmaktadır. Genelde çelik yapılarda kolaylıkla uygulanabilen bu sistem betonarme binalarda bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Taşıyıcı sistemlerin yanal kuvvetler etkisinde hasar görmesinin başlıca nedenleri taşıyıcı sistemin uygun tasarlanmamış olması, kullanılan malzemenin mukavemetinin projedeki değerleri sağlamaması, yapısal detaylara özen gösterilmemesi, statik ve betonarme hesaplamaların yeteri düzeyde olmamasından kaynaklanmaktadır. Yapıya uygun bir taşıyıcı sistem seçilmesi yapıya etkiyen yatay ve düşey yüklerin güvenli olarak en kısa yoldan zemine aktarılması gerekmektedir.

### **1.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Seçimi**

#### **1.2.1. Taşıyıcı Sistemler**

Taşıyıcı sistemin ana görevi, yapıya etkiyen yükleri kendi ağırlığı ile birlikte taşımak ve bu yükleri güvenle en kısa yoldan zemine aktarmak, yapının dengede kalmasını sağlamaktır. Taşıma sisteminin işlevi, yapıya gelen yükler altında çatlak vb. sorun

meydana gelmeden sınırlı şekil değiştirme yaparak gcmeye karşı yeterli güvenliğin elde edilmesi şeklinde açıklanabilmektedir.

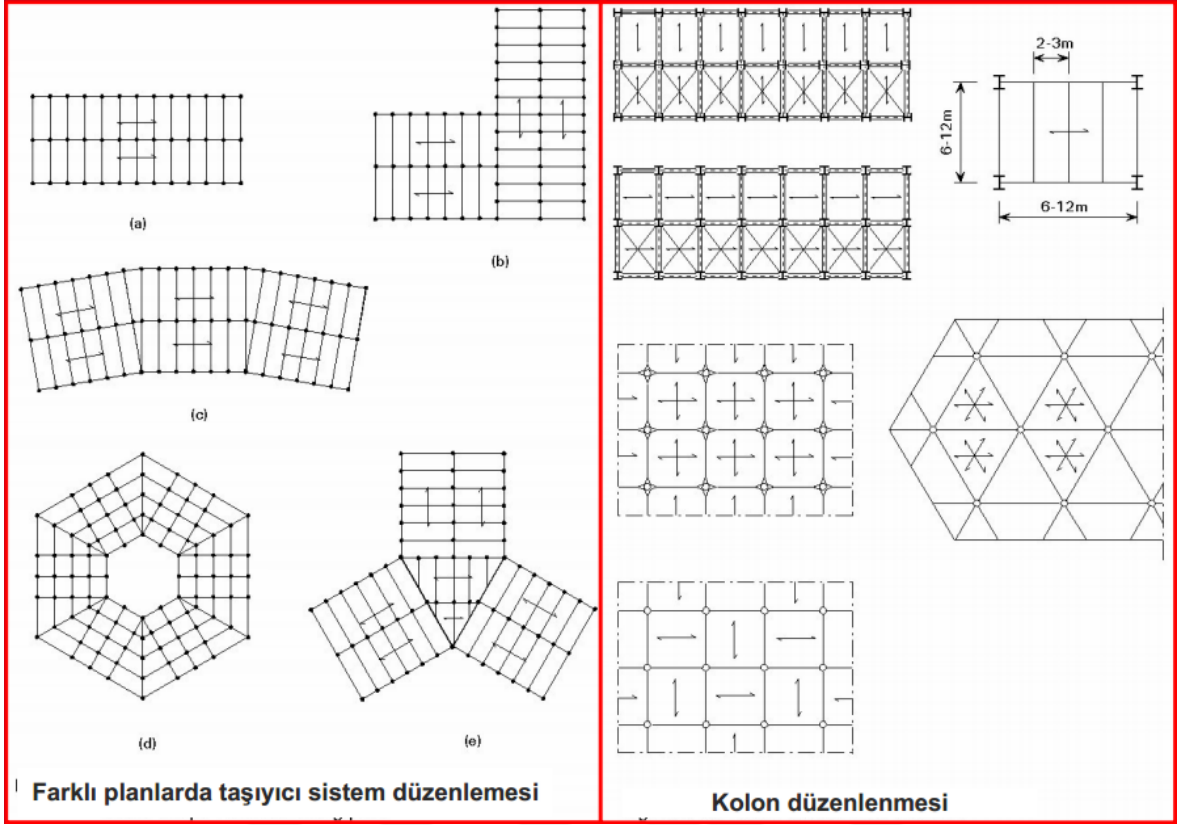
Betonarme taşıyıcı sistemler düşey yükleri doğrudan taşıyan kat döşemeleri, bu döşemelerin mesnetlerini oluşturan kirişler, kirişlerinde mesnetlerini oluşturan ve yüklerini alt katlara aktaran düşey taşıyıcılar olan kolon ve perdeler ile binanın zemine mesnetlenmesini sağlayan temellerden oluşmaktadır.

- Geleneksel ereveli sistemler
- Perde duvarlı sistemler
- Eğik elemanlı çerçeveli sistemler
- Boşluklu perde duvarlı sistemler
- Perde duvarlı-çerçeveli sistemler
- Tp sistemler

#### **1.2.1.1. Geleneksel ereveli Sistemler**

Kolonlar, kirişler ve/veya döşemelerin bir döküm olarak inşa edilmesiyle ereve adı verilen taşıyıcı sistem ortaya çıkmaktadır. Bu sisteme sahip az katlı yapıların maliyetlerinin düşük olmasının da etkisiyle ülkemizde en yaygın uygulanan sistem ereve sistem olmuştur. Ancak bu sisteme sahip betonarme yapılar, deprem etkisinde kaldıkları zaman, yatay yükleri düğüm noktalarındaki elemanların rijitlikleri ile karşılamaktadır. Çerçeveli sistem yapılar kolon ve kirişten oluşan sistemler gibi düşünülmesine rağmen, döşemenin bir kısmı kirişle birlikte çalışmakta, kolon ve kirişler arasında genellikle bölme duvarlar bulunmaktadır. Bölme duvarlar, her ne kadar taşıyıcı eleman olarak dikkate alınmayıp hesaplarda bunların yatay yük taşıma kapasiteleri ihmal edilse de, yapının yatay ötelemelerinin azaltılması konusunda, çerçeveli sisteme yardımcı olmaktadır. Diğer taraftan kütlesine ve rijitliğine bağlı olarak da yapı periyodunu değiştirmektedir. Dolayısıyla, yapıya depremden dolayı etkiyecek olan yükün büyüklüğünü de değiştirmektedir.

Bu sisteme sahip yapıların depremlerde enerji tktme güçleri, diğer sistemlere göre azdır. Deprem Yönetmeliğinde bu sistemlerin enerji tktme güçlerini artırabilmek için kolon ve kiriş boyutlarına, donatılarına ve etkisinde kaldıkları yk etkilerine birçok sınırlama getirilmiştir [6].

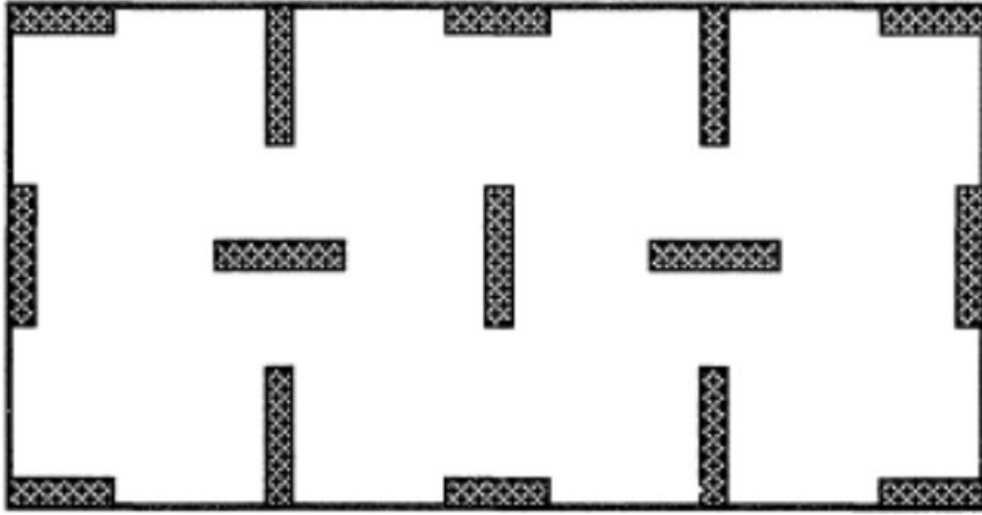


Şekil 1.1. Çerçeve sistemler [1].

### 1.2.1.2. Perde Duvarlı Sistemler

Perde duvarlar (betonarme duvarlar), düşey taşıyıcı elemanlar olup görevleri döşemelerden ve kirişlerden aldıkları yatay ve düşey yükleri güvenli bir şekilde zemine aktarmak ve özellikle deprem etkisinde kalan yapıların yatay ötelenmesini sınırlandırmaktır. Perde duvarlı yapıların depremde elastik enerji tüketme güçleri ise aynı düzeyde yüksek değildir.

Perde duvarlı yapılar; içinde hassas cihazların çalıştığı hastane, telefon santrali ve laboratuvar binası gibi yapılarda, halk ve çevre sağlığı açısından tehlikeli maddelerin bulunduğu nükleer santral gibi yapılarda, içinde değerli eşyaların bulunduğu müzelerde ve insanların yoğun olarak bulunduğu okul ve yurt gibi binalarda tercih edilmektedir. Taşıyıcı sistemi tamamen perdelerden oluşan bir yapının şematik planı Şekil 1.2 de görülmektedir.



Şekil 1.2. Perdeli sistem bir yapının şematik kat planı [6].

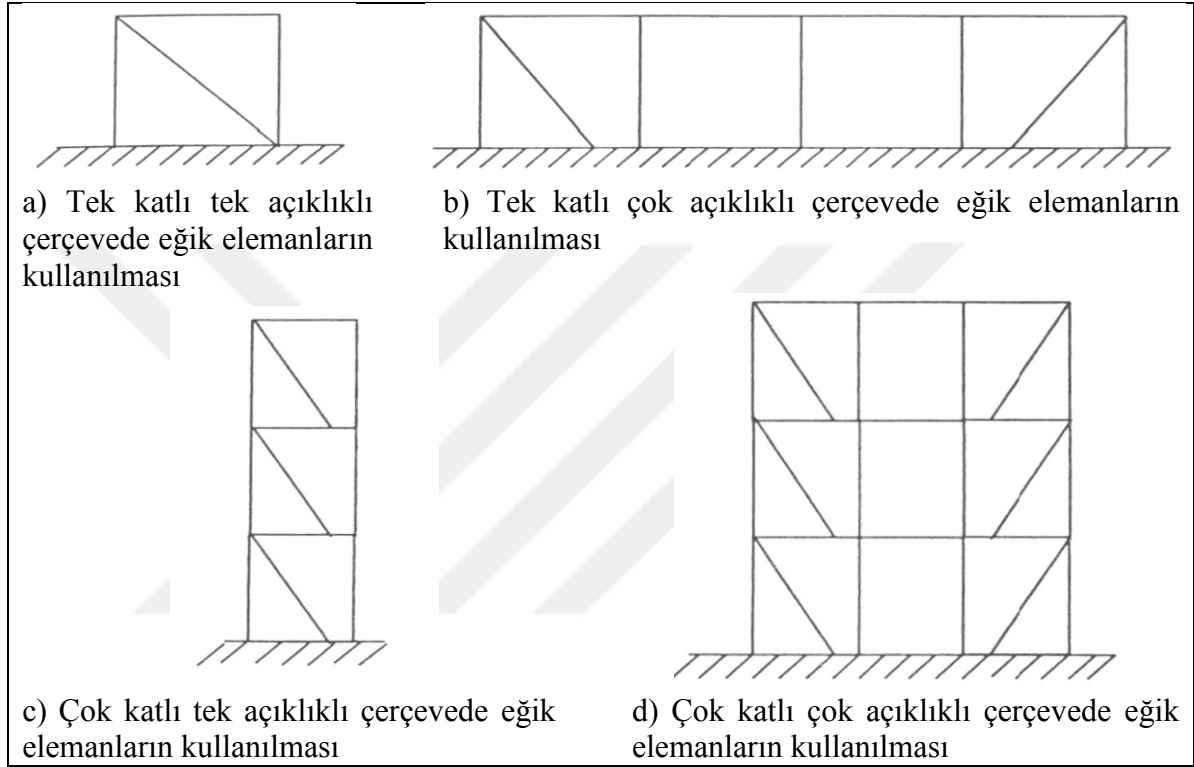
Perde duvarlarda yatay ötelenmeler yükseklikle artmaktadır. Diğer bir deyişle bu elemanların, düşey konsol kirişin elastik eğriyle benzer elastik eğriye sahip olduğu söylenebilir. Yükseklikle artsa da ötelenmeler çerçeve sistemli yapılara göre genellikle de küçük değerlerde kalmaktadır. Perde duvarların, çerçevesiz sisteme göre zayıf tarafları ise az katlı yapılarda ilk yapım maliyetinin yüksek olması ve daha az süneklığe sahip olmasıdır [6].

### 1.2.1.3. Eğik Elemanlı Çerçevesiz Sistemler

Yatay yüklere karşı bir çerçeveyi desteklemek için birçok yol olmasına karşın, ilk olarak çapraz takviye sisteminin tercih edildiği çerçeveleri ifade etmek için eğik elemanlar terimi kullanılır. Bu elemanlar yapının rijitliğini arttırmak böylece yatay yer değiştirmeleri azaltmak amacıyla kullanılan kolon ve kirişlerle 90 dereceden farklı açı yapan elemanlardır. Yatay yer değiştirmeleri engellemek için kullanılan bir diğer yöntem ise perde duvarların kullanılmasıdır.

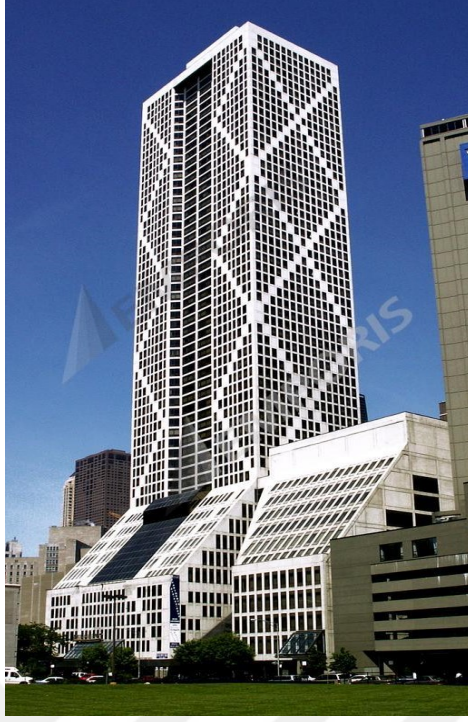
Eğik elemanlı çerçevesiz sistemlerin tasarımına ve yapım detaylarına bağlı olmakla birlikte, perde duvarlı sistemlere göre daha düşük dayanıma sahip olduğu söylenebilir. Ancak, bu sistemler süneklilik bakımından perde duvarlı sistemlerden daha üstündür. Diğer yandan yapıya betonarme perde duvarların eklenmesi, yapının ağırlığını ve dolayısıyla yapıya gelen deprem kuvvetlerini artırmaktadır. Bu artıştan kaçınmak ya da yapının

ağırlığını arttırmadan rijitliğini ya da sünekliğini artırmak için çerçeve boşlukları arasına diyagonal elemanlar konularak güçlendirme yapılmaktadır. Eğik elemanlar, tek katlı tek açıklıklı, tek katlı çok açıklıklı ya da tek açıklıklı çok katlı veya çok katlı çok açıklıklı çerçevelerde kullanılabilir. En yaygın olarak çok katlı çok açıklıklı çerçevelerde kullanılmaktadır [6,7].



Şekil 1.3. Eğik elemanların farklı açıklık ve kata sahip çerçevelerde kullanımı [8].

Aşağıda Şekil 1.4, 1.5, 1.6 ve 1.7’te bazı eğik elemanlı sistemler görülmektedir.



Şekil 1.4. Eğik elemanlı bazı sistemler (Onterie Center), [12].



Şekil 1.5. Eğik elemanlı bazı sistemler (The Agora Garden), [12].





Şekil 1.6. Eğik elemanlı bazı sistemler (John Hancock Center), [11].



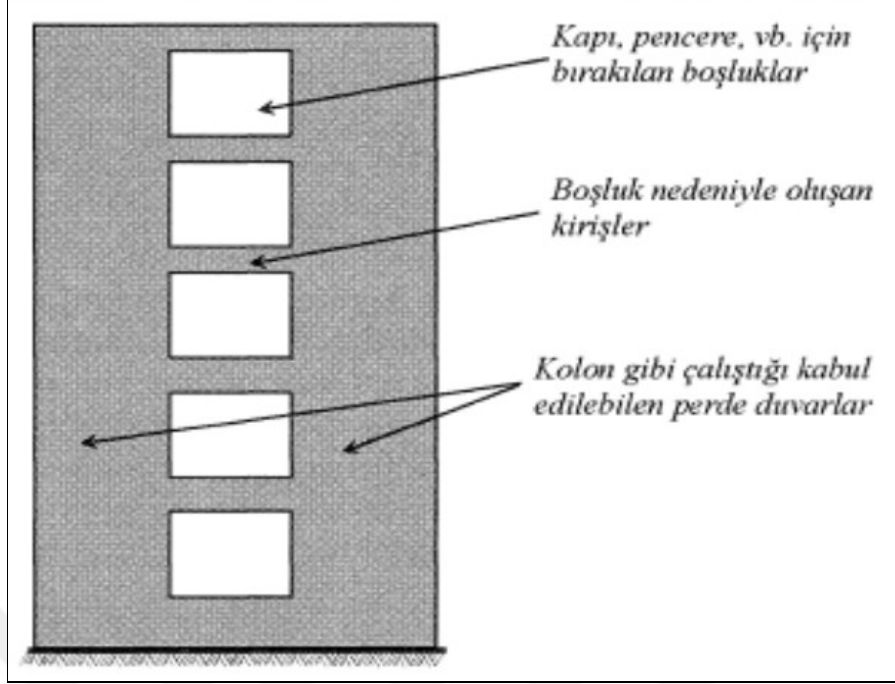
Şekil 1.7. Eğik elemanlı bazı sistemler (John Hancock Center), [11].



Şekil 1.8. Eğik elemanlara sahip betonarme bir yapı [8].

#### 1.2.1.4. Boşluklu Perde Duvarlı Sistemler

Kapı, pencere, asansör kapısı gibi perdede boşluk bırakılması halinde boşluklu perde duvarlı sistem ortaya çıkmaktadır (Şekil 1.9).



Şekil 1.9. Perde duvarlarda boşluk bırakılması durumunda oluşan boşluklu perde duvarlı sistem [6].

Bu sistemler çerçevesi sistemin davranışı ile perde duvarlı sistemin davranışı arasında bir davranış sergilemektedir. Boşluklu perde sistemi kolon rijitlikleri kiriş rijitliklerine göre çok büyük olan bir tür çerçeve sistem gibi düşünülebilir. Boşluğun iki kenarında kolon olarak dikkate alınan elemanlar çok rijit olduklarından çift eğrilik oluşturmazlar, buna karşılık kirişler çift eğrilikli bir şekil değiştirme göstermektedirler. Böylece boşluklu perde hem eğilme kirişi özelliği hem de kayma kirişi özelliği göstermektedir. Boşluklu perde duvarlı yapılarda en büyük problem perdeleri birbirine bağlayan bağ kirişlerinde olduğundan, tasarım ve yapıma bu kısma ayrı bir önem vermekte yarar bulunmaktadır. [6]

#### 1.2.1.5. Perde Duvarlı-Çerçevesi Sistemler

Çerçevelerle birlikte perdelerin kullanılması ile yatay yük taşınması için uygun bir taşıyıcı sistem elde edilir. Çerçeve ve perdelerle teşkil edilen sistemler karma sistemlerdir. Perdeler yapıya etkiyen yatay tesirlerin büyük kısmını taşırlar. Ayrıca çerçevelerin yer değiştirmesini sınırlayarak, yatay yükler etkisinde yapı elemanlarında oluşacak hasarların sınırlı kalmasını sağlarlar. Perdelerin şekil değiştirmesinde eğilme momenti etkili olur ve

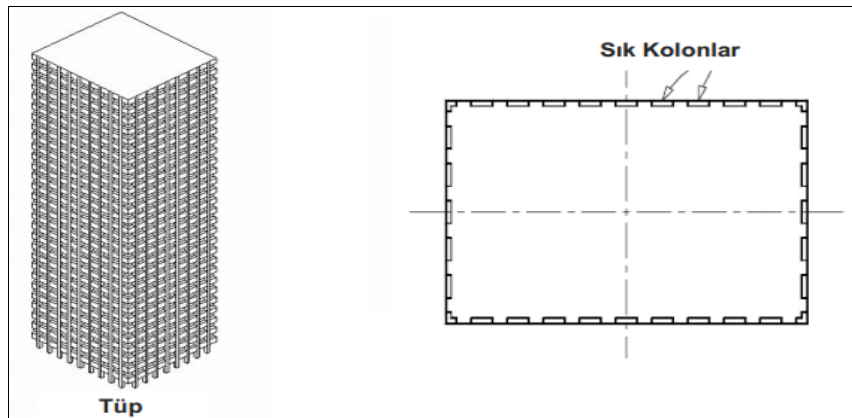
katlar arasındaki en büyük yer değiştirme üst katlarda meydana gelirken, çerçevelerde ise yatay ötelenme kesme kuvvetinin büyük olduğu alt katlarda oluşur.

Yer değiştirmelerin bu özelliği nedeniyle üst katlarda perdenin yer değiştirmesi çerçeve tarafından, alt katlarda çerçevenin yer değiştirmesi perde tarafından önlenir. Çok katlı perde duvarlı-çerçeve yapılarında kat sayısı arttıkça üst katlarda perde duvarların yatay yüklerden aldıkları pay giderek azalmakta, çerçeveler daha etkili olmaktadır. [6,7]

### 1.2.1.6. Tüp Sistemler

Yapı yüksekliği arttıkça perde duvarlı-çerçeve yapılarında, perdelerin aldıkları yatay yük miktarı giderek azalır. Yapı yüksekliğinin 30 kattan daha fazla olması durumunda, perde duvarlı-çerçeve sistemler yeterli yatay rijitliği sağlayamazlar ve bunun bir sonucu olarak, yapı ekonomik olarak çok pahalı ve/veya inşaat teknolojisi açısından zor olmaya başlamaktadır. Bu durumda tüp sistemler seçenek olarak görölmektedir.

Tüp sistemin yatay yük taşıyıcı elemanları boşluklu dikdörtgen halka tüp olarak düşünölebilen ve yapının dış yüzüne küçük aralıklarla yerleştirilen kolonlar ve bu kolonları kat seviyelerinde bağlayan kirişlerden oluşun elemanlardır. Kolon aralıkları 1,0-3,0 m arasında değişmekte, bazı durumlarda 5 m ye kadar artırılmaktadır. Kolonları kuşaklama bağlayan kirişlerin yüksekliği ise 0,6-1,2 m genişlikleri ise 0,25-1,00 m arasında değişmektedir. Bu sistemler çerçeve tüp olarak da adlandırılmaktadır [6].



şekil 1.10. Tüp sistemler [1].

### 1.3. Taşıyıcı Sistem Seçimine Etki Eden Faktörler

Taşıyıcı sistem seçimine etki eden faktörlerin başlıcaları mimari sınırlamalar, arazinin yapısı ve zeminin durumu, yapının meydana getirilme süresi yapının malzeme sınıfı, yapının yapılacağı bölgenin depremsellik etkileri, politik ve siyasi etkenlerdir.

#### 1.3.1. Deprem Durumu ve Yapının Davranışını Etkileyen Parametreler

Ülkemiz gibi topraklarının hemen hepsi deprem riski altında olan ülkelerde taşıyıcı sistem seçimini etkileyen parametrelerin başında bölgenin depremselliği gelmektedir. Çünkü sadece düşey yükler dikkate alınarak geleneksel olarak seçilen taşıyıcı sistemler, deprem etkisi altında genellikle yetersiz kalmaktadır.

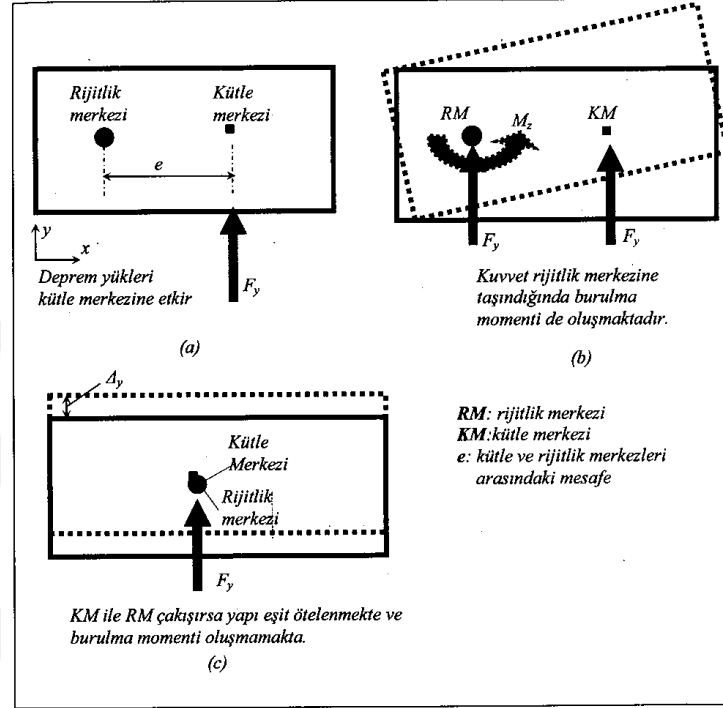
Taşıyıcı sistem seçiminde hata yapıldığı zaman, diğer aşamalarda hata yapılmaya bile yapı depremlerde kendisinden beklenen davranışı göstermeyecektir. Bu nedenle taşıyıcı sistem tasarımının tekniğine uygun olması gerekmektedir. Bir uçak mühendisinin aerodinamik koşullara uygun olmayan dikdörtgen bir gövde tasarlaması nasıl kabul edilemezse, bir mühendisin de depreme dayanıklılık bakımından hiç de uygun olmayan taşıyıcı sistemleri tasarlaması kabul edilemez.

Deprem Yönetmeliğinde düzensizlik durumları; planda ve düşeyde düzensizlik durumları olarak iki ana gruba ayrılmış ve bunlardan mümkün olduğunca kaçınılması öngörülmüş, bir kısmı ise yasaklanmıştır. Bu düzensizlik durumlarını da kapsayacak şekilde, depreme dayanıklı taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda açıklanmaktadır.

##### 1.3.1.1. A1-Burulma Düzensizliği Durumu

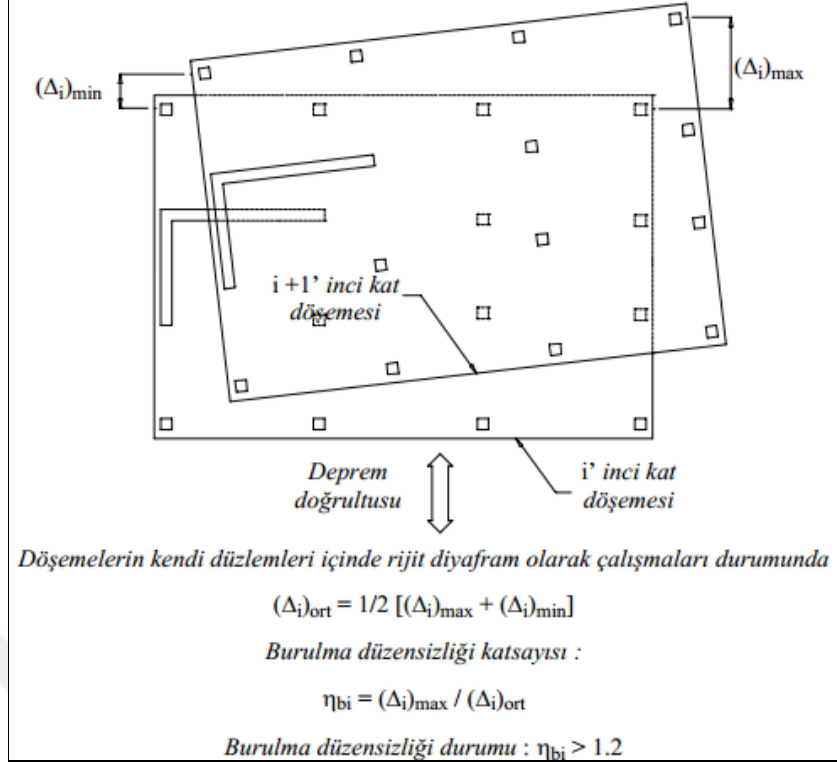
Deprem etkisinde kalan bir yapıda burulmanın hiç oluşmaması için, kütle ve rijitlik merkezlerinin çakışması gerekmektedir. Deprem kuvvetleri kat kütle merkezine etmektedir. Eğer rijitlik merkezi ile kütle merkezi çakışmıyorsa, yapı rijitlik merkezi etrafında dönecektir (Şekil 1.11a). Çünkü kütle merkezine etkiyen yatay kuvvet rijitlik merkezine taşındığı zaman, rijitlik merkezine  $F_y$  kuvvetinin yanında  $M_z = F_y \cdot e$  değerinde bir burulma momenti de etkiyecektir (Şekil 1.11b). Oysa, deprem yükünün doğrudan rijitlik

merkezine etkimesi durumunda, yani kütle ve rijitlik merkezlerinin çakışması durumunda, yapı kuvvet etkileyen doğrultuda eşit öteleme yapacağından burulma momenti oluşmayacaktır (Şekil 1.11c).



Şekil 1.11. (a) Deprem yüklerinin kütle merkezine etkimesi (b) rijitlik merkezi etrafında dönmesi ve (c) iki merkezin çakışması durumu

Deprem Yönetmeliğine göre burulma düzensizliği durumu; birbirine dik iki deprem doğrultusunun her biri için, herhangi bir katta, en büyük görelî kat ötelenmesinin ( $\Delta_{imax}$ ) o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî kat ötelenmesine ( $\Delta_{iort}$ ) oranı ile ifade edilmektedir (Şekil 1.12). Söz konusu oran *Burulma Düzensizliği Katsayısı* ( $\eta_{bi}$ ) olarak adlandırılmaktadır. Bu oranın 1,2 değerini geçmesi durumunda burulma düzensizliği olduğu kabul edilmektedir.

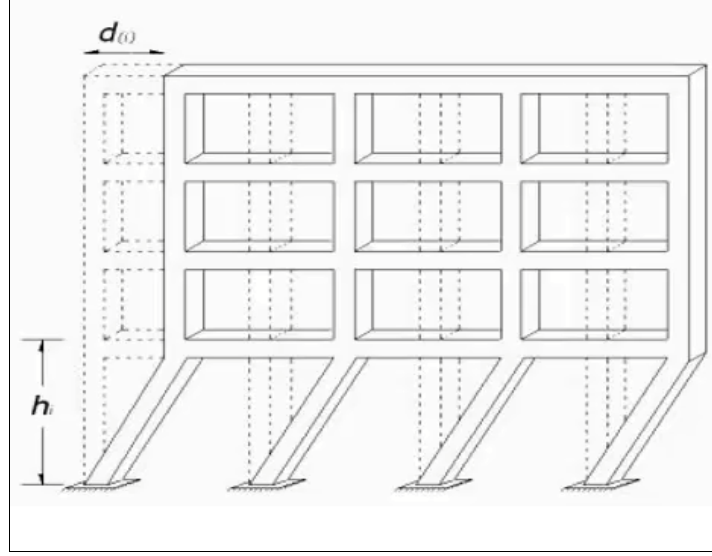


Şekil 1.12. Burulma düzensizliği [DY-2007, Şekil 2.1].

### 1.3.1.2. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Komşu katlardan birinin diğerine göre aşırı ötelenme yapması, depreme dayanıklı yapı tasarımı ilkelerine uygun düşmemektedir. Bu durum yumuşak kat oluşumu olarak adlandırılmakta ve deprem yönetmeliğinde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği olarak tanımlanmaktadır.

Bu düzensizlik B2 türü düzensizlik ya da görelî(rölatif) kat ötelemelerinden dolayı tehlike katı düzensizliği olarak da adlandırılmaktadır. Deprem yönetmeliğine göre, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir  $i$ . kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı*  $\eta_{ki}$ 'nin 2,0'den fazla olması durumunda düzensizlik oluşmaktadır.



Şekil 1.13. B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \quad [\text{DY-2007 Madde: 2.3.2.1}]$$

veya

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0 \quad [\text{DY-2007 Madde: 2.3.2.1}]$$

Burada  $(\Delta_i)_{ort}$  ,  $(\Delta_{i+1})$  sırasıyla  $i$  ,  $i+1$  . ve  $i-1$  . katların ortalama görelî kat ötelemelerini göstermektedir. Görelî kat ötelemelerinin hesabında,  $\pm\%5$  ek dışmerkezlik etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu bağıntıdan görüldüğü gibi, herhangi bir kattaki görelî ötelemesi için ortalama değer kullanılmaktadır. Ortalama değer maksimum ve minimum değerlerin ortalamasından belirlenebilir.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Maketin Oluşturulması ve Yapım Aşamaları

Maketlerin tüm elemanlarının ahşaptan imal edilmiştir. Kolonlar, döşemeler ve kolon döşeme birleşiminde kullanılan filizleri işinde uzman olan usta bir marangoz tarafından kesilmesi Şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2.1. Maket elemanlarının kesim aşaması

Döşemelerin üzerlerine Aks sistemi çizilerek tüm döşemeler üst üste koyularak tek seferde delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Döşemelerin delinmiş halleri Şekil 2.2’de görülmektedir.



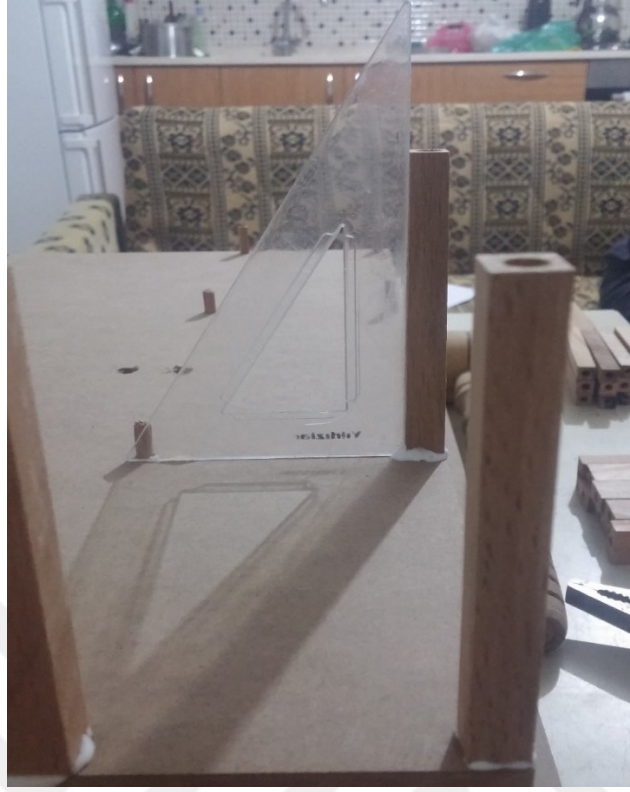
Şekil 2.2. Döşemelerin delinmesi

Kolonlar tek tek delinerek kolon filizlerine sıkıca bağlanmaları sağlandı. Yapıştırıcı olarak kuvvetli tutkal kullanıldı. Delinmiş kolonlar ve kolon filizleri Şekil 2.3'de görülmektedir.



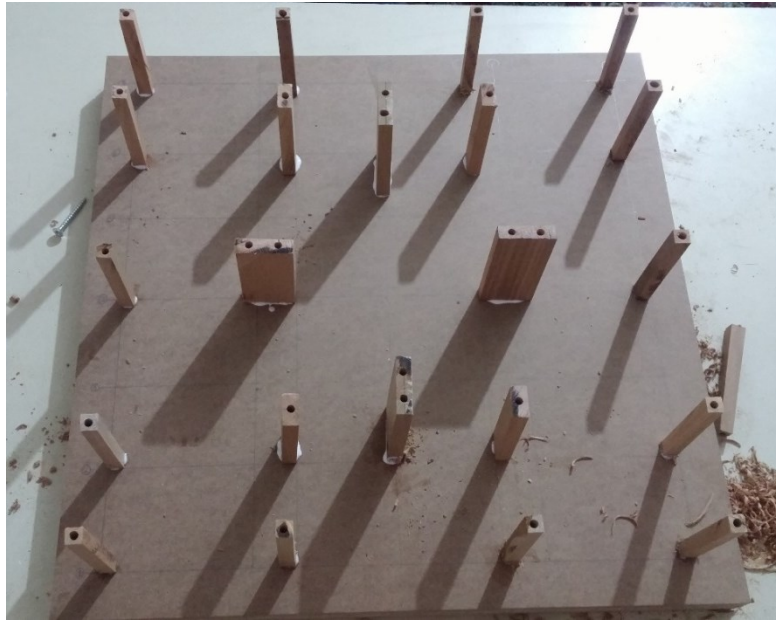
Şekil 2.3. Kolonların delinmesi ve filizlerin yerleştirilmesi

Tüm kolonlar  $90^{\circ}$  dik konumda durabilmeleri için gönnye ile kontrolleri sağlandığı Şekil 2.4'te görülmektedir.



Şekil 2.4. Gönye ile kolonların diklik kontrolü

Döşemeye yerleştirilen kolonlar tutkal ile yapıştırılmıştır. Tutkalın donması beklenmiştir. Tablaya yerleştirilen kolonlar Şekil 2.5’te görülmektedir.



Şekil 2.5. Tablaya yerleştirilen kolonlar

Kolonların tamamen donmasının ardından yeni tabliyeyi ve filizleri kolonlar üzerine yerleştirilmiştir. Bu aşamada yapıştırıcı tutkalın tamamen kuruması beklenilmiş dengeli bir kuruma sağlanmıştır. Kurumaya bırakılan döşeme ve filizleri Şekil 2.6 da görülmektedir.



Şekil 2.6. Kurumaya bırakılan döşeme ve filizleri

Geleneksel çerçevesi sistemle oluşturulmuş modelin tüm katlarının tamamlanmış görüntüsü Şekil 2.7 de görülmektedir.



Şekil 2.7. Tamamlanmış geleneksel çerçevesel model

Eğik elemanlı çerçevesel sistemle oluşturulmuş modelin tüm katlarının tamamlanmış görüntüsü Şekil 2.8 de görülmektedir.



Şekil 2.8. Tamamlanmış eğik elemanlı model

Maketlerin tamamlanmalarının ardından yapılacak deneylerin evvelinde kullanılan yapıştırıcının mukavemetini tamamı ile kazanması için belirli bir süre beklenmiştir. Oluşturulan maketler Karadeniz Teknik Üniversitesine ait olan sarsma tablası ile kayıtlı

yer ivmeleri deneyleri sonucunda elde edilecek olan ölçümlere bağlı olarak maketlerin dinamik karakteristikleri hesaplanacaktır.

## 2.2. Deneysel Çalışmalar

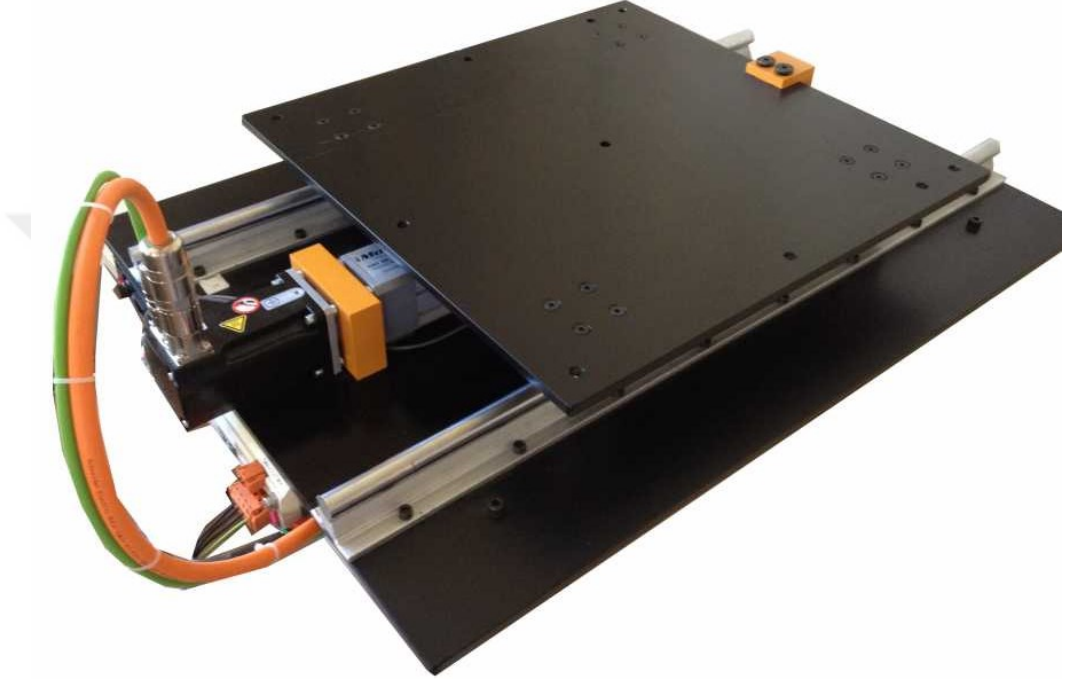
Deneysel çalışmada kullanılan eğik ve düz kolonlu olarak ölçeklendirilmiş modeller benzer malzemelerden üretilmiştir. Modeller TESTBOX SHAKETABLE adında bir tek eksenli bir sarsma tablası üzerinde test edilmiştir. Sarsma tablası servo motora sahip sahiptir ve kontrolü PC yazılımı yardımıyla tamamen bilgisayar üzerinden yapılmaktadır. Bu işlemler sarsma tablasını aktifleştirmek ve modellere bağlanan ivmeölçerlerin okuduğu verileri kayıt etmesi amacı ile iki adet PC programı kullanılmaktadır. Bunlar Shake Table ve Teslab programlarıdır. Kayıtlı depremleri simule edebilir veya kullanıcının tanımlayacağı herhangi bir ivme ya da pozisyon profilini uygulayabilir. Sarsma tablasına ait teknik bazı bilgiler tablo 2.1 de verilmiştir.

Tablo 2.1. Sarsma tablası teknik özellikleri [15].

	<b>TESTBOX SHAKETABLE</b>
<b>Üst Tabla Ölçüleri</b>	50x50x1 cm
<b>Genel Ölçüleri</b>	80x60x20 cm
<b>Kapasite</b>	± 1g @ 100 kg ± 2g @ 50 kg
<b>Ağırlık (Yaklaşık)</b>	45 kg
<b>Hareket Boyu</b>	200 mm
<b>Maksimum Güç (Teorik)</b>	1000 N
<b>Maksimum Doğrusal Hız</b>	500 mm/sn
<b>Frekans Aralığı</b>	±80mm – 1Hz ±2mm – 10Hz ±0.4 mm – 20 Hz
<b>Kontrol Hassasiyeti</b>	16 bit, analog çıkış
<b>Kontrol Türü</b>	Özel Hareket Kontrolörü ile Kapalı Devre PID Kontrol
<b>Geri Besleme</b>	Qaudrature Encoder
<b>Enkoder Hassasiyeti</b>	411 counts/mm
	<b>PC YAZILIMI</b>
<b>Uygulamalar</b>	Step, Çevrimsel ve Deprem Kaydı
<b>Çevrimsel Uygulamalar</b>	Sinüs, Üçgen, Testere Dişi ve Kare Dalga
<b>Deprem Dosya Formatı</b>	ASCII (Sekmeyle ayrılmış txt)
<b>Deprem/Profil Nokta Sayısı</b>	Sınırsız
<b>Grafik ve Göstergeler</b>	Pozisyon-Zaman ve FFT Gra

### 2.2.1. Deneyde Kullanılan Ekipmanlar

- **Sarsma tablası:** Rijit bir tabla üzerine sabitlenen modelin istenilen hız ve ivmeyle bir tahrik mekanizması tarafından hareket ettirilmesidir. Şekil 2.9 de bir sarsma tablası görülmektedir.



Şekil 2.9. Sarsma tablası [16].

- **Testbox:** ivme ölçerlerden aldığı sinyalleri küçük zaman aralıklarla işleyerek PC yazılımına yönlendirir. Şekil 2.10'da sarsma tablası ile beraber kullanılan testbox görülmektedir.





Şekil 2.10. Testbox

- **İvmeölçer:** İvme ölçen cihazdır. Şekil 2.11’te model üzerine yerleştirilmiş bir ivme ölçer görülmektedir.



Şekil 2.11. İvmeölçer

Modellerin sarsma tablasına bağlantılarının rijit olması amacı ile mingeneler kullanılmıştır. Eğik kolonlu ve geleneksel çerçevesi sisteme sahip yapıların modellerinin sarsma tablası üzerine sabitlenmiş durumları Şekil 2.12 ve Şekil 2.13'te görülmektedir.



Şekil 2.12. Sarsma tablasına bağlanmış eğik kolonlu model



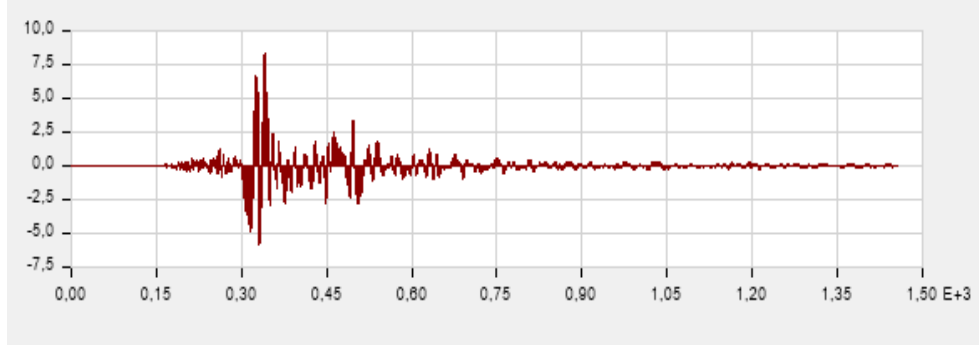
Şekil 2.13. Sarsma tablasına bağlanmış düz kolonlu model

### 2.2.2. İvme Değerleri

Yapılan deneyde ivmeölçerler zemin ve 7. Katlara yerleştirilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyde 1999 gölcük depreminde kaydedilmiş ivme değerleri ve DASK tarafından düzenlenen 2017 yılı depreme dayanıklı bina tasarımı yarışmasında kullanılan ivme değerleri kullanılmıştır. Kayıtlara ait ivme zaman grafikleri Şekil 2.14 ve Şekil 2.15 de görülmektedir.



Şekil 2.14. 1999 gölcük depremi ivme zaman kaydı



Şekil 2.15. DASK yarışmasında kullanılan ivme

### 3. BULGULAR

Bu bölümde iki adet yapı örneği ele alınmaktadır. Birinci örnek geleneksel çerçeveli sistem olup düşey taşıyıcı kolonlar düz bir aks sistemine sahipken ikinci örnekte geleneksel çerçeveli sistemin dış kolonlara eğim verilerek deprem etkisi altında katlarda oluşan yer değiştirmeler incelenmiştir. Örnekler 8 katlı ve taşıyıcı sistemi çerçevelerden oluşan bir binanın Doğrusal Elastik hesap yöntemlerinden Deprem yükü hesabı yapılırken TDY2007’ de verilen Eşdeğer deprem yükü yöntemi, Mod birleştirme yöntemi, Zaman tanım alanında hesap yöntemi ile performans değerlendirilmesi yapılarak, TDY2007’nin tasarım ilkeleri ile performans değerlendirme kriterlerinin birbiriyle uyumluluğu kontrol edilmektedir. Yöntemlerin uygulanması esnasında ETABS 2016 ve Sap2000 programlarından faydalanılmıştır.

#### 3.1. Genel Özellikler ve Varsayımlar

Her iki yapı ile ilgili parametreler aşağıda özetlenmiştir.

Kat adedi	8
Kat Yüksekliği	3m
Toplam bina yüksekliği	24m
Kullanım amacı	Konut

#### **Malzeme Bilgileri**

Beton	C30
Donatı Çeliği	S420
Beton Elastisite Modülü	32000Mpa
Donatı Çeliği Elastisite Modülü	$2 \times 10^5$ Mpa

#### **Deprem Parametreleri**

Deprem Bölgesi	1. Derece
Spektrum Karakteristik Periyodu	0.15/0.6

### **Binaya Etkiyen Yükle**

Beton Yoğunluğu	25kN/m <sup>3</sup>
Dış Duvar Yükleri	3.95 kN/m
İç Duvar yükü	3.35 kN/m
Hareketli Yük (Normal Katlarda)	2 kN/m <sup>2</sup>
Hareketli Yük (Çatı Katı)	1.5 kN/m <sup>2</sup>
Döşeme Kaplama (Fayans Kaplama)	1.7 kN/m <sup>2</sup>

#### **3.1.1. Hesap Yönteminin Seçilmesi**

DBYBHY-07'ne göre birden çok hesap yöntemi vardır. Bunlardan bazıları Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ya da Mod Birleştirme yöntemidir. DBYBHY-07 eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulama Sınırları aşağıda görülmektedir. İnceleme yapıların yapıdan elde edilen veriler doğrultusunda üç yöntemle göre de hesaplamaları yapılarak sonuçları karşılaştırılacaktır.

Tablo 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar [DBYBHY-2007 Tablo 2.6].

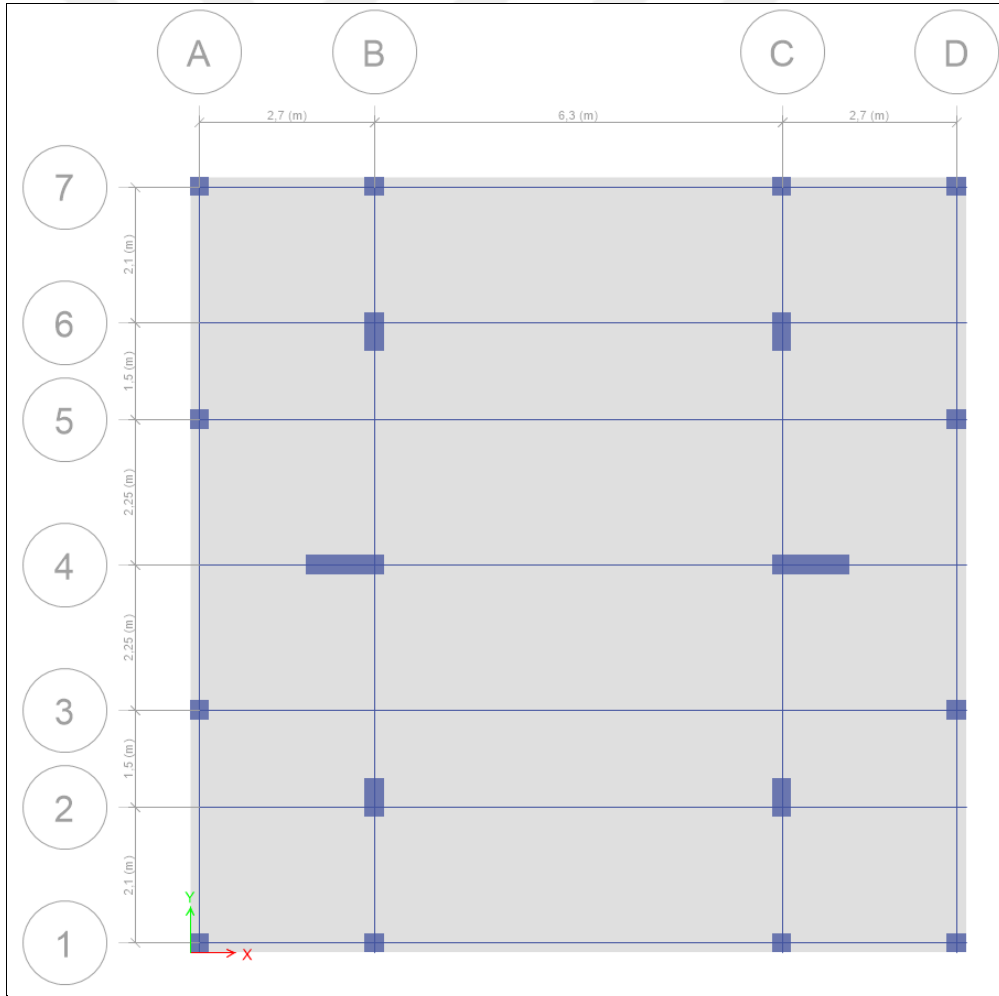
<b>Deprem Bölgesi</b>	<b>Bina Türü</b>	<b>Toplam Yükseklik Sınırı</b>
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$HN \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$HN \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$HN \leq 40$ m

## 3.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Hesaplar

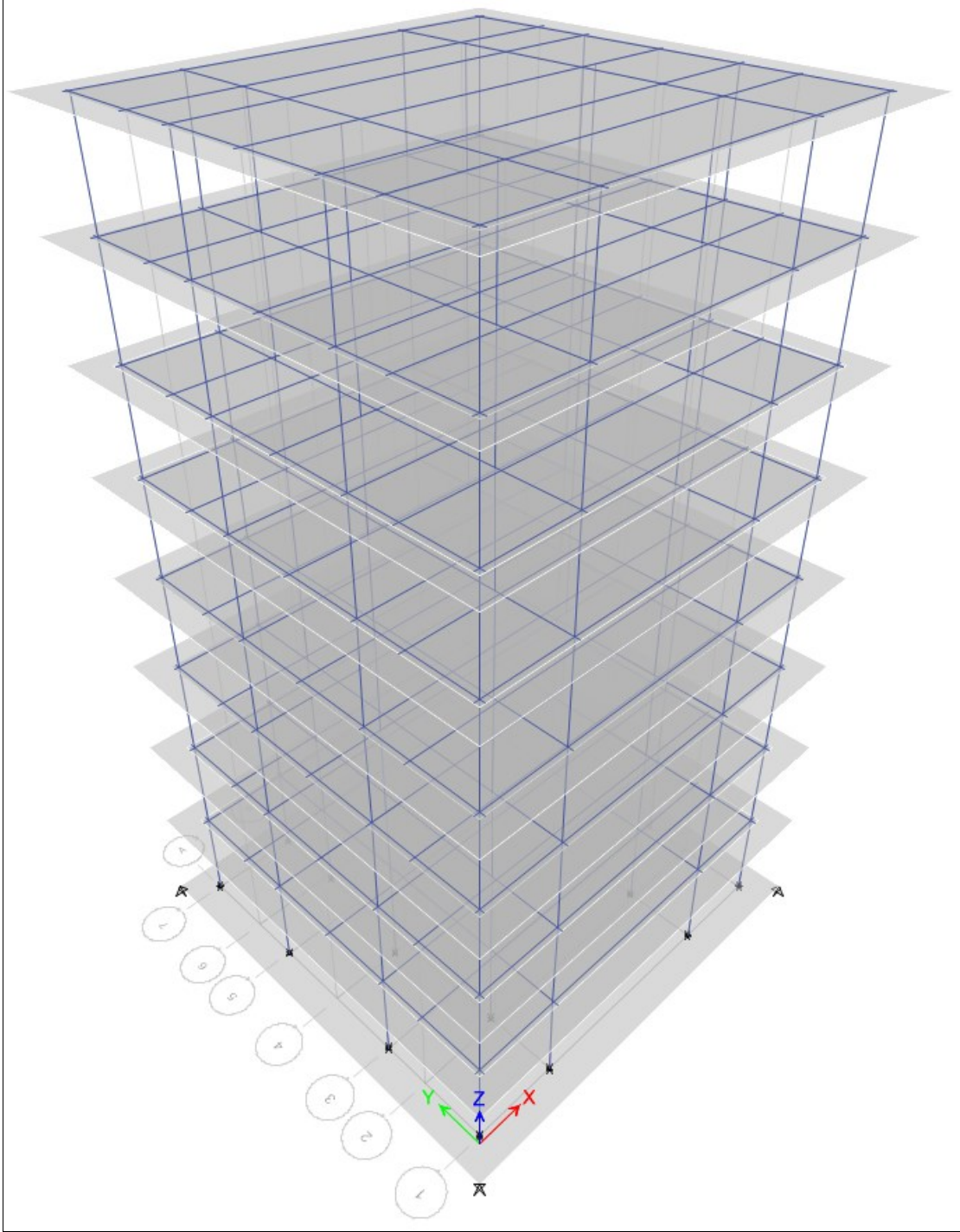
### 3.2.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem

#### 3.2.1.1. Bina Bilgileri

Performans değerlendirilmesi yapılacak bina 12.00x12.00 metre ölçülerinde x yönünde 3, y yönünde ise 6 açıklıklıdır. Yapı Z+7 katlı konut olarak tasarlanmıştır. Yapının kat planı Şekil 3.1'de, 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli ise Şekil 3.2'de görülmektedir. Yapının kiriş, kolon ve perdelerinin sarılma bölgelerinde enine donatı bakımından özel deprem etriyeleri ve çirozlar düzenlenmiştir.



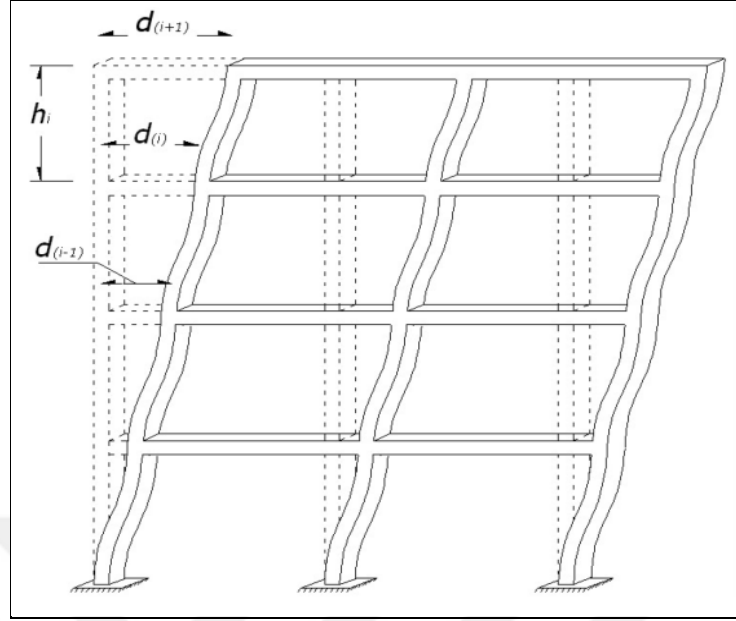
Şekil 3.1. Normal kat planı



Şekil 3.2. Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli

### 3.2.1.2. Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması

DBYBHY-2007'ye göre görelî kat ötelenmesi kontrolü aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplanmaktadır. Görelî kat ötelenmesi kontrolü Tablo 3.2'de irdelenmiştir.



Şekil 3.3. Görelî kat ötelenmelerinin sınırlandırılması [13].

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

$$\delta_i = R * \Delta_i$$

$$(\delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02$$

Tablo 3.2. Görelî kat ötelenmesi kontrolü

Görelî Kat Ötelenmesi Kontrolü						
Kat	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir	R	R*Δi/Hi	R*Δi/Hi≤0,02
	m	Δi/Hi	Δi/Hi			
7.KAT	24	0,001497	0	6	0,008982	OK
6.KAT	21	0,001931	0	6	0,011586	OK
5.KAT	18	0,002361	0	6	0,014166	OK
4.KAT	15	0,002711	0	6	0,016266	OK
3.KAT	12	0,002945	0	6	0,01767	OK
2.KAT	9	0,003012	0	6	0,018072	OK
1.KAT	6	0,002754	0	6	0,016524	OK
ZEMİN KAT	3	0,001613	0	6	0,009678	OK
TEMEL	0	0	0	6	0	OK

Hesaplamalar sonucunda görelî kat ötelenmesi DBYBHY-2007'ne göre sağlanmaktadır.



### 3.2.1.3. Düzensizlik Kontrolleri

#### 3.2.1.3.1. A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü

X ve Y Yönlerindeki Max Ve Ortalama Yer Değiştirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki A1 Burulma düzensizliğı kontrolü tablo 3.3 ve 3.4 te irdelenmiştir.

Tablo 3.3. X yönündeki A1 burulma düzensizliğı kontrolü

X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliğı Kontrolü					
KAT	Yükleme	Max	Ort	Ratio	KONTROL
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	EX	0,056466	0,056466	1	OK
6.KAT	EX	0,051977	0,051977	1	OK
5.KAT	EX	0,046185	0,046185	1	OK
4.KAT	EX	0,039103	0,039103	1	OK
3.KAT	EX	0,030972	0,030972	1	OK
2.KAT	EX	0,022137	0,022137	1	OK
1.KAT	EX	0,013101	0,013101	1	OK
ZEMİN KAT	EX	0,004838	0,004838	1	OK
7.KAT	EXN	0,033542	0,030618	1,095	OK
6.KAT	EXN	0,030944	0,028184	1,098	OK
5.KAT	EXN	0,027551	0,025043	1,1	OK
4.KAT	EXN	0,023382	0,021203	1,103	OK
3.KAT	EXN	0,018582	0,016794	1,106	OK
2.KAT	EXN	0,013352	0,012003	1,112	OK
1.KAT	EXN	0,007983	0,007104	1,124	OK
ZEMİN KAT	EXN	0,003019	0,002623	1,151	OK
7.KAT	EXP	0,061859	0,056466	1,095	OK
6.KAT	EXP	0,057067	0,051977	1,098	OK
5.KAT	EXP	0,05081	0,046185	1,1	OK
4.KAT	EXP	0,043122	0,039103	1,103	OK
3.KAT	EXP	0,034269	0,030972	1,106	OK
2.KAT	EXP	0,024625	0,022137	1,112	OK
1.KAT	EXP	0,014722	0,013101	1,124	OK
ZEMİN KAT	EXP	0,005568	0,004838	1,151	OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde burulma düzensizliğı bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.4. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	EY	0,051201	0,051201	1	OK
6.KAT	EY	0,047651	0,047651	1	OK
5.KAT	EY	0,042695	0,042695	1	OK
4.KAT	EY	0,03657	0,03657	1	OK
3.KAT	EY	0,029523	0,029523	1	OK
2.KAT	EY	0,021831	0,021831	1	OK
1.KAT	EY	0,013805	0,013805	1	OK
ZEMİN KAT	EY	0,005858	0,005858	1	OK
7.KAT	EYN	0,056861	0,051201	1,111	OK
6.KAT	EYN	0,052995	0,047651	1,112	OK
5.KAT	EYN	0,04755	0,042695	1,114	OK
4.KAT	EYN	0,040788	0,03657	1,115	OK
3.KAT	EYN	0,032984	0,029523	1,117	OK
2.KAT	EYN	0,024442	0,021831	1,12	OK
1.KAT	EYN	0,015506	0,013805	1,123	OK
ZEMİN KAT	EYN	0,006625	0,005858	1,131	OK
7.KAT	EYP	0,056861	0,051201	1,111	OK
6.KAT	EYP	0,052995	0,047651	1,112	OK
5.KAT	EYP	0,04755	0,042695	1,114	OK
4.KAT	EYP	0,040788	0,03657	1,115	OK
3.KAT	EYP	0,032984	0,029523	1,117	OK
2.KAT	EYP	0,024442	0,021831	1,12	OK
1.KAT	EYP	0,015506	0,013805	1,123	OK
ZEMİN KAT	EYP	0,006625	0,005858	1,131	OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.2.1.3.2. B2–Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (*Yumuşak Kat*) Kontrolü tablo 3.5 ve tablo 3.6 da irdelenmiştir.

Tablo 3.5. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

<b>X Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü</b>						
<b>KAT</b>	<b>Yükleme</b>	<b>H</b>	<b>Ort</b>	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m		$n_{ki}>2$	
7.KAT	EXP	3	0,056466	0,001496333	0,77503453	OK
6.KAT	EXP	3	0,051977	0,001930667	0,817848066	OK
5.KAT	EXP	3	0,046185	0,002360667	0,870987578	OK
4.KAT	EXP	3	0,039103	0,002710333	0,920316921	OK
3.KAT	EXP	3	0,030972	0,002945	0,977755644	OK
2.KAT	EXP	3	0,022137	0,003012	1,093549558	OK
1.KAT	EXP	3	0,013101	0,002754333	1,707937164	OK
ZEMİN KAT	EXP	3	0,004838	0,001612667		OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

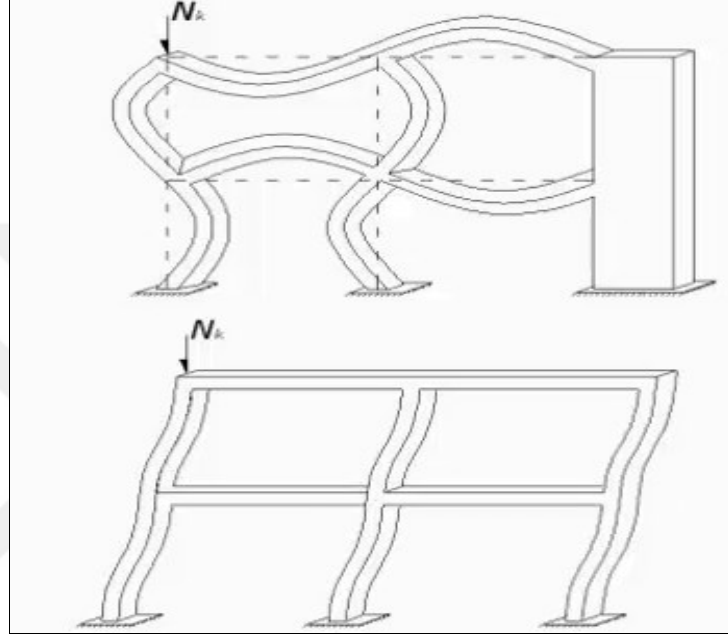
Tablo 3.6. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü</b>						
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>H</b>	<b>Ort</b>	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m		$n_{ki}>2$	
7.KAT	EYP	3	0,051201	0,001183333	0,716303471	OK
6.KAT	EYP	3	0,047651	0,001652	0,809142857	OK
5.KAT	EYP	3	0,042695	0,002041667	0,869164183	OK
4.KAT	EYP	3	0,03657	0,002349	0,916146646	OK
3.KAT	EYP	3	0,029523	0,002564	0,958385248	OK
2.KAT	EYP	3	0,021831	0,002675333	1,009940858	OK
1.KAT	EYP	3	0,013805	0,002649	1,35660635	OK
ZEMİN KAT	EYP	3	0,005858	0,001952667		OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.2.1.3.3. İkinci Mertebe Etkileri

DBYBHY-2007'ye göre 2. Mertebe Etkileri Kontrolü aşağıdaki formüller yardımı ile hesaplanmaktadır. DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerine ait ikinci mertebe kontrolleri Tablo 3.7 ve Tablo 3.8'de irdelenmiştir.



Şekil 3.4. ikinci mertebe etkileri [14].

$$\theta_i = (\Delta_i)_{ort} \Sigma w_i / V_i h_i \leq 0.12$$

Tablo 3.7. X yönünde ikinci mertebe etkileri

X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	h <sub>i</sub> m	Δ <sub>i</sub> (ort) m	ΣW <sub>j</sub> (kN)	V <sub>i</sub> (kN)	V <sub>i</sub> *h <sub>i</sub> (t.fm)	θ <sub>i</sub> =Δ <sub>i</sub> (ort)* Σw <sub>i</sub> /(V <sub>i</sub> *h <sub>i</sub> )	KONTROL
							θ <sub>i</sub> ≤0,12
7.KAT	3	0,056466	2115,3	435,309	1305,927	0,091461873	OK
6.KAT	3	0,051977	4230,6	742,5551	2227,6653	0,098710473	OK
5.KAT	3	0,046185	6345,9	1005,9089	3017,7267	0,097121251	OK
4.KAT	3	0,039103	8461,2	1225,3704	3676,1112	0,090002257	OK
3.KAT	3	0,030972	10576,5	1400,9396	4202,8188	0,077941823	OK
2.KAT	3	0,022137	12691,8	1532,6165	4597,8495	0,061106475	OK
1.KAT	3	0,013101	14807,1	1620,4011	4861,2033	0,039905308	OK
ZEMİN KAT	3	0,004838	16922,4	1664,2934	4992,8802	0,016397464	OK

Tablo 3.8. Y yönünde ikinci mertebe etkileri

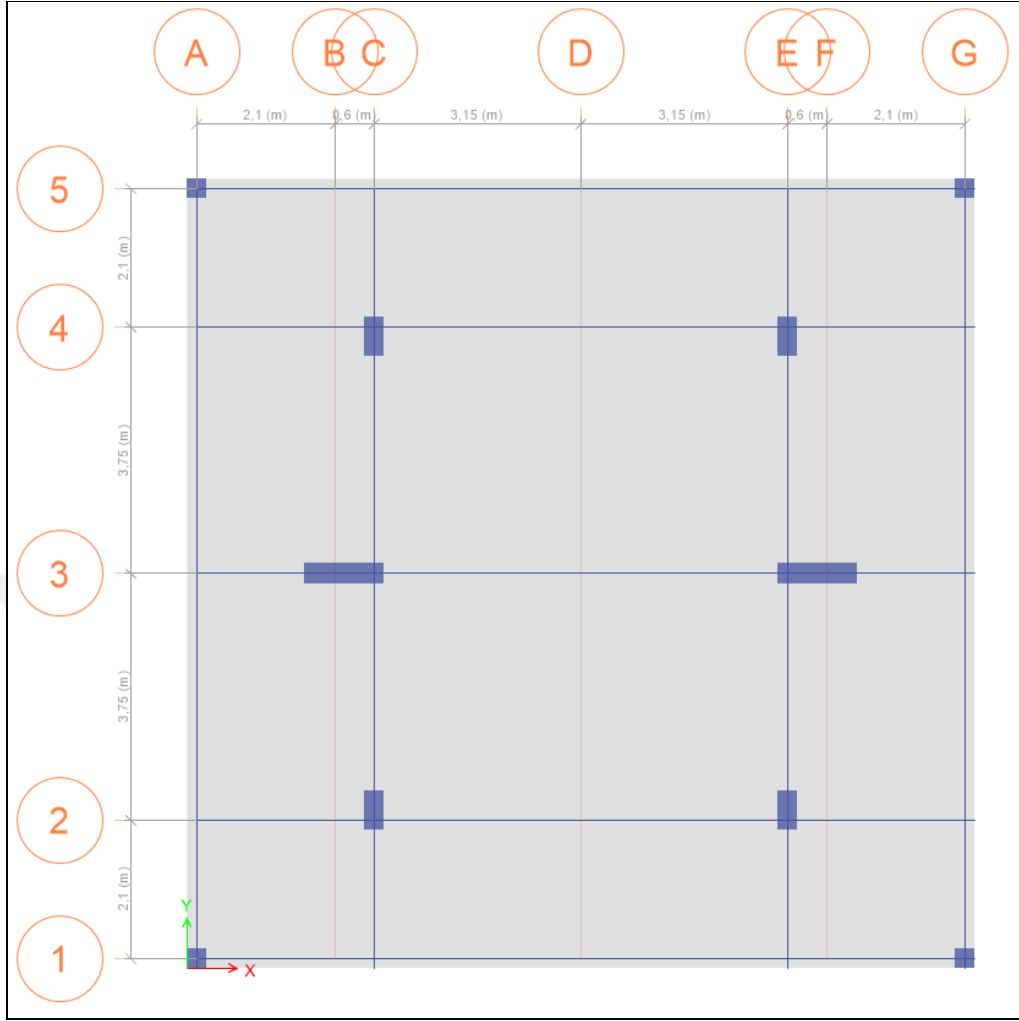
Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta_i$ (ort)	$\Sigma W_j$ (kN)	$V_i$ (kN)	$V_i * h_i$ (t.fm)	$\theta_i = \Delta_i(ort) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL
	m	m					$\theta_i \leq 0,12$
7.KAT	3	0,051201	2115,3	456,9333	1370,7999	0,079008961	OK
6.KAT	3	0,047651	4230,6	779,4421	2338,3263	0,086212228	OK
5.KAT	3	0,042695	6345,9	1055,8782	3167,6346	0,085533287	OK
4.KAT	3	0,03657	8461,2	1286,2416	3858,7248	0,080188689	OK
3.KAT	3	0,029523	10576,5	1470,5323	4411,5969	0,070779361	OK
2.KAT	3	0,021831	12691,8	1608,7504	4826,2512	0,057409918	OK
1.KAT	3	0,013805	14807,1	1700,8957	5102,6871	0,040059681	OK
ZEMİN KAT	3	0,005858	16922,4	1746,9684	5240,9052	0,018914942	OK

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

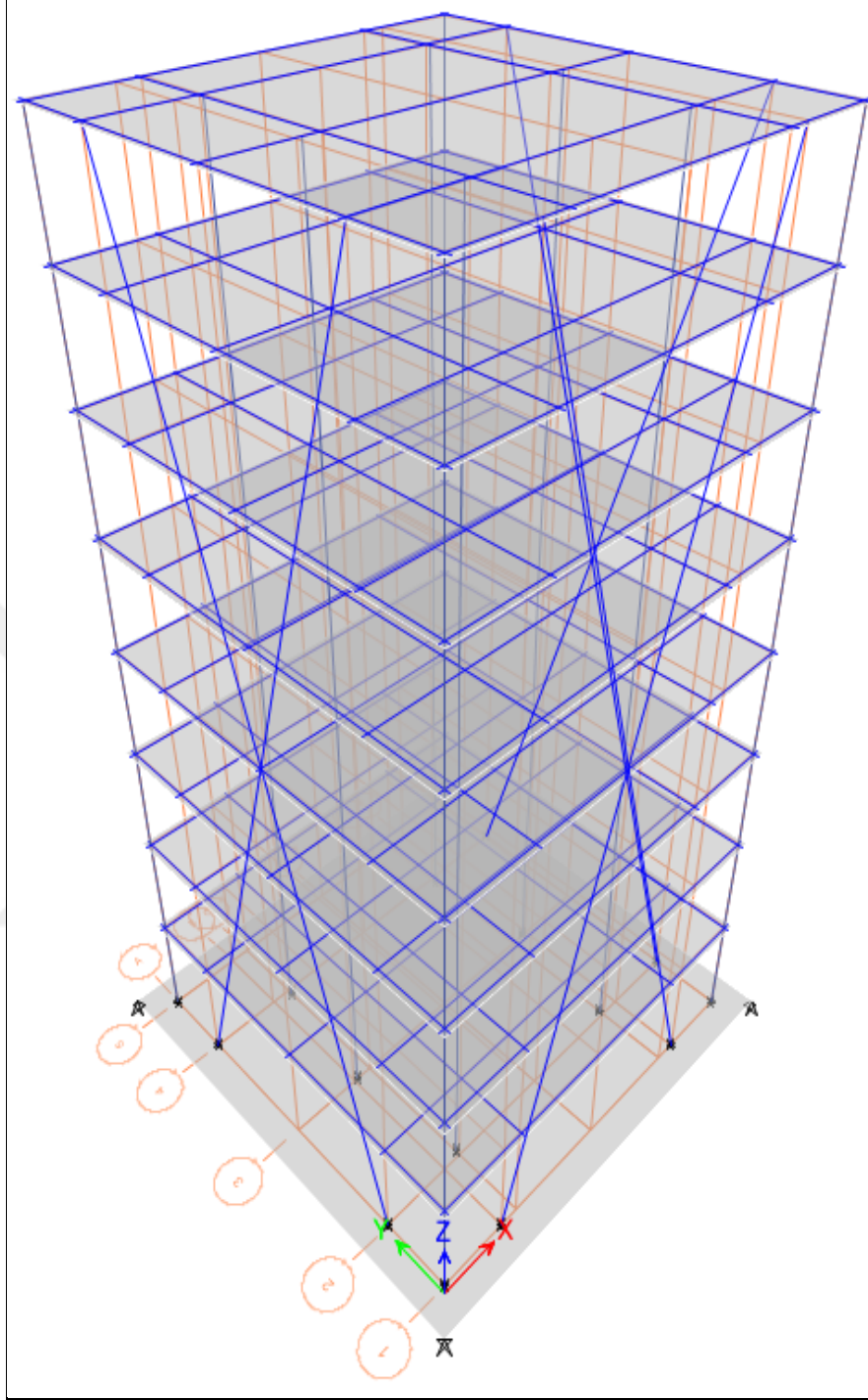
### 3.2.2. Eğik Kolonlu Çerçevesel Sistem

#### 3.2.2.1. Bina Bilgileri

Performans değerlendirilmesi yapılacak bina 12.00x12.00 metre ölçülerinde x yönünde 3, y yönünde ise 4 açıklıklıdır. Yapı Z+7 katlı konut olarak tasarlanmıştır. Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli Şekil 3.5'de, kat planı ise Şekil 3.6'de görülmektedir. Binanın 2,4 ve B, F akslarındaki kolonlar eğik olarak yerleştirilmiştir. Yapının kiriş, kolon ve perdelerinin sarılma bölgelerinde enine donatı bakımından özel deprem etriyeleri ve çirozlar düzenlenmiştir. Yapı ile ilgili diğer parametreler aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 3.5. Normal kat planı



Şekil 3.6. Yapının 3 boyutlu taşıyıcı sistem modeli

### 3.2.2.2. Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması

DBYBHY-2007'ye göre görelî kat ötelenmesi kontrolü Tablo 3.9 de irdelenmiştir.

Tablo 3.9. Göreli kat ötelenmesi kontrolü

Görelî Kat Ötelenmesi Kontrolü						
Kat	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir	R	R* $\Delta_i$ /Hi	R* $\Delta_i$ /Hi $\leq$ 0,02
	m	$\Delta_i$ /Hi	$\Delta_i$ /Hi			
7.KAT	24	0,001441	0	6	0,008646	OK
6.KAT	21	0,001374	0	6	0,008244	OK
5.KAT	18	0,001651	0	6	0,009906	OK
4.KAT	15	0,001747	0	6	0,010482	OK
3.KAT	12	0,001582	0	6	0,009492	OK
2.KAT	9	0,001603	0	6	0,009618	OK
1.KAT	6	0,001562	0	6	0,009372	OK
ZEMİN KAT	3	0,000956	0	6	0,005736	OK
TEMEL	0	0	0	6	0	OK

Hesaplamalar sonucunda göreli kat ötelenmesi DBYBHY-07'ne göre sağlanmaktadır.

### 3.2.2.3. Düzensizlik Kontrolleri

#### 3.2.2.3.1. A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü

X ve Y Yönlerindeki Max ve Ortalama Yer Değiştirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki A1 Burulma düzensizliği kontrolü tablo 3.10 ve 3.11 te irdelenmiştir.

Tablo 3.10. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü					
Kat	Yükleme	Max	Ort	Ratio	KONTROL
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	EX	0,034576	0,034576	1	OK
6.KAT	EX	0,031425	0,031425	1	OK
5.KAT	EX	0,027302	0,027302	1	OK
4.KAT	EX	0,022348	0,022348	1	OK
3.KAT	EX	0,017107	0,017107	1	OK
2.KAT	EX	0,012362	0,012362	1	OK
1.KAT	EX	0,007551	0,007551	1	OK



Tablo 3.10'un devamı

<b>X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
ZEMİN KAT	EX	0,002867	0,002867	1	OK
7.KAT	EXN	0,019813	0,018748	1,057	OK
6.KAT	EXN	0,018073	0,01704	1,061	OK
5.KAT	EXN	0,015736	0,014804	1,063	OK
4.KAT	EXN	0,01289	0,012118	1,064	OK
3.KAT	EXN	0,009866	0,009276	1,064	OK
2.KAT	EXN	0,007173	0,006703	1,07	OK
1.KAT	EXN	0,004431	0,004095	1,082	OK
ZEMİN KAT	EXN	0,001722	0,001554	1,108	OK
7.KAT	EXP	0,036539	0,034576	1,057	OK
6.KAT	EXP	0,033331	0,031425	1,061	OK
5.KAT	EXP	0,029021	0,027302	1,063	OK
4.KAT	EXP	0,023772	0,022348	1,064	OK
3.KAT	EXP	0,018195	0,017107	1,064	OK
2.KAT	EXP	0,013229	0,012362	1,07	OK
1.KAT	EXP	0,008171	0,007551	1,082	OK
ZEMİN KAT	EXP	0,003176	0,002867	1,108	OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.11. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	EY	0,034793	0,034793	1	OK
6.KAT	EY	0,03217	0,03217	1	OK
5.KAT	EY	0,02815	0,02815	1	OK
4.KAT	EY	0,022905	0,022905	1	OK
3.KAT	EY	0,017153	0,017153	1	OK
2.KAT	EY	0,012521	0,012521	1	OK
1.KAT	EY	0,007971	0,007971	1	OK
ZEMİN KAT	EY	0,003413	0,003413	1	OK
7.KAT	EYN	0,036731	0,034793	1,056	OK
6.KAT	EYN	0,034051	0,03217	1,058	OK
5.KAT	EYN	0,029846	0,02815	1,06	OK
4.KAT	EYN	0,024312	0,022905	1,061	OK
3.KAT	EYN	0,018227	0,017153	1,063	OK

Tablo 3.11'in devamı

Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü					
Kat	Yükleme	Max	Ort	Ratio	KONTROL
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
2.KAT	EYN	0,013377	0,012521	1,068	OK
1.KAT	EYN	0,008582	0,007971	1,077	OK
ZEMİN KAT	EYN	0,003718	0,003413	1,089	OK
7.KAT	EYP	0,036731	0,034793	1,056	OK
6.KAT	EYP	0,034051	0,03217	1,058	OK
5.KAT	EYP	0,029846	0,02815	1,06	OK
4.KAT	EYP	0,024312	0,022905	1,061	OK
3.KAT	EYP	0,018227	0,017153	1,063	OK
2.KAT	EYP	0,013377	0,012521	1,068	OK
1.KAT	EYP	0,008582	0,007971	1,077	OK
ZEMİN KAT	EYP	0,003718	0,003413	1,089	OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.2.2.3.2. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (*Yumuşak Kat*) Kontrolü tablo 3.12 ve tablo 3.13 da irdelenmiştir.

Tablo 3.12. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

X Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H	Ort	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTROL
		m	m		$n_{ki} > 2$	
7.KAT	EXP	3	0,034576	0,001050333	0,764249333	OK
6.KAT	EXP	3	0,031425	0,001374333	0,832256762	OK
5.KAT	EXP	3	0,027302	0,001651333	0,945239458	OK
4.KAT	EXP	3	0,022348	0,001747	1,104531085	OK
3.KAT	EXP	3	0,017107	0,001581667	0,986281438	OK
2.KAT	EXP	3	0,012362	0,001603667	1,027113578	OK
1.KAT	EXP	3	0,007551	0,001561333	1,633763516	OK
ZEMİN KAT	EXP	3	0,002867	0,000955667		OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.13. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

Y Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H m	Ort m	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTROL
					$n_{ki}>2$	
7.KAT	EYP	3	0,034793	0,000874333	0,652487562	OK
6.KAT	EYP	3	0,03217	0,00134	0,766444233	OK
5.KAT	EYP	3	0,02815	0,001748333	0,911856745	OK
4.KAT	EYP	3	0,022905	0,001917333	1,2417962	OK
3.KAT	EYP	3	0,017153	0,001544	1,018021978	OK
2.KAT	EYP	3	0,012521	0,001516667	0,998244844	OK
1.KAT	EYP	3	0,007971	0,001519333	1,335481981	OK
ZEMİN KAT	EYP	3	0,003413	0,001137667		OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.2.2.3.3. İkinci Mertebe Etkileri

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerine ait ikinci mertebe kontrolleri tablo 3.14 ve tablo 3.15 de irdelenmiştir.

Tablo 3.14. X yönünde ikinci mertebe etkileri

X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	$h_i$ m	$\Delta_i(ort)$ m	$\Sigma W_j(kN)$	$V_i(kN)$	$V_i \cdot h_i(t.fm)$	$\theta_i = \Delta_i(ort) \cdot \Sigma w_i / (V_i \cdot h_i)$	KONTROL
						$\theta_i \leq 0,12$	
7.KAT	3	0,034576	1484,664	269,6112	808,8336	0,063466369	OK
6.KAT	3	0,031425	2961,792	445,2759	1335,8277	0,069675388	OK
5.KAT	3	0,027302	4487,411	595,1777	1785,5331	0,068615524	OK
4.KAT	3	0,022348	6089,541	711,9777	2135,9331	0,063714104	OK
3.KAT	3	0,017107	7741,955	437,8682	1313,6046	0,100823048	OK
2.KAT	3	0,012362	9331,113	579,8758	1739,6274	0,066308003	OK
1.KAT	3	0,007551	10818,22	721,7191	2165,1573	0,037728628	OK
ZEMİN KAT	3	0,002867	12185,84	907,5121	2722,5363	0,012832443	OK

Tablo 3.15. X yönünde ikinci mertebe etkileri

Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	Δi(ort)	ΣWj(kN)	Vi(kN)	Vi*hi(t.fm)	θi=Δi(ort)* Σwi/(Vi*hi)	KONTROL
	m	m					θi≤0,12
7.KAT	3	0,034793	1484,664	313,7848	941,3544	0,054874024	OK
6.KAT	3	0,03217	2961,792	506,7603	1520,2809	0,062673187	OK
5.KAT	3	0,02815	4487,411	678,1211	2034,3633	0,062093439	OK
4.KAT	3	0,022905	6089,541	787,1902	2361,5706	0,059062786	OK
3.KAT	3	0,017153	7741,955	498,9819	1496,9457	0,088712469	OK
2.KAT	3	0,012521	9331,113	591,9049	1775,7147	0,065795967	OK
1.KAT	3	0,007971	10818,22	678,531	2035,593	0,042362136	OK
ZEMİN KAT	3	0,003413	12185,84	790,2376	2370,7128	0,017543355	OK

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

### 3.3. Mod Birleştirme Yöntemine Göre Deprem Yüğü Hesabı

#### 3.3.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, Mod Katkılarının Birleştirilmesi Yöntemine göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü  $V_tB$ 'nin, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde hesaplanan bina toplam deprem yükü  $V_t$ 'ye oranının aşağıda tanımlanan  $\beta$  değerinden küçük olması durumunda ( $V_tB < \beta V_t$ ), Mod Birleştirme Yöntemi'ne göre bulunan tüm iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri, Denk.(3.1)'ya göre büyütülecektir.

DBYBHY-07'de belirtilen A1, B2 veya B3 türü düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda  $\beta$  katsayısının 0.8, bulunması durumunda ise 0.9 alınması gerektiğini belirtmektedir. İncelenen yapılarda düzensizlikleri bulunmadığından  $\beta$  katsayısı 0.8 olarak alınmalıdır.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B$$

**Denklem 3.1** [TDY2007 Denk.(2.16)]

Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre hesaplanan bina toplam deprem yükü X yönünde  $V_t = 1620,4011$  KN, Y yönünde  $V_t = 1700,8957$  KN ve Mod Birleştirme yöntemine göre hesaplanan bina toplam deprem yükü X yönünde  $V_{tB} = 1351,3923$  KN, Y yönünde  $V_{tB} = 1433,7525$  KN dur. Buna göre;

X Yönünde;

$$V_{tB} = 1351,3923 < V_t = 1620,4011 * 0,8$$

$1351,3923 < 1296,32$  Şartı sağlanmadığından X Yönünde iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklüklerinin değiştirilmesine ihtiyaç yoktur.

Y Yönünde;

$$V_{tB} = 1433,7525 < V_t = 1700,8957 * 0,8$$

$1433,7525 < 1360,7166$  Şartı sağlanmadığından Y Yönünde iç kuvvet ve yer değiştirme büyüklüklerinin değiştirilmesine ihtiyaç yoktur.

### 3.3.1.1. Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması

Görelî kat ötelenmesi kontrolü DBYBHY-2007 ye uygun bir şekilde tablo 3.16 de irdelenmiştir.

Tablo 3.16. Görelî kat ötelenmesi kontrolü

Görelî Kat Ötelenmesi Kontrolü						
Kat	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir	R	$R * \Delta_i / H_i$	$R * \Delta_i / H_i \leq 0,02$
	m	$\Delta_i / H_i$	$\Delta_i / H_i$			
7.KAT	24	0,001102	0	6	0,006612	OK
6.KAT	21	0,001453	0	6	0,008718	OK
5.KAT	18	0,001797	0	6	0,010782	OK
4.KAT	15	0,002075	0	6	0,01245	OK
3.KAT	12	0,002271	0	6	0,013626	OK
2.KAT	9	0,002347	0	6	0,014082	OK
1.KAT	6	0,00217	0	6	0,01302	OK
ZEMİN KAT	3	0,001281	0	6	0,007686	OK
TEMEL	0	0	0	6	0	OK

Hesaplamalar sonucunda görelî kat ötelenmesi DBYBHY-2007'ne göre sağlanmaktadır.

### 3.3.1.2. Düzensizlik Kontrolleri

#### 3.3.1.2.1. A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü

X ve Y Yönlerindeki Max Ve Ortalama Yer Değiştirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir. DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki A1 Burulma düzensizliği kontrolü Tablo 3.17 ve 3.18'te irdelenmiştir.

Tablo 3.17. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü					
Kat	Yükleme	Max	Ort	Ratio	KONTROL
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	SPECX	0,042663	0,042663	1	OK
6.KAT	SPECX	0,039529	0,039529	1	OK
5.KAT	SPECX	0,035383	0,035383	1	OK
4.KAT	SPECX	0,030187	0,030187	1	OK
3.KAT	SPECX	0,024099	0,024099	1	OK
2.KAT	SPECX	0,017361	0,017361	1	OK
1.KAT	SPECX	0,01035	0,01035	1	OK
ZEMİN KAT	SPECX	0,003844	0,003844	1	OK
7.KAT	SPECXN	0,046904	0,044784	1,047	OK
6.KAT	SPECXN	0,043543	0,041536	1,048	OK
5.KAT	SPECXN	0,039035	0,037209	1,049	OK
4.KAT	SPECXN	0,033366	0,031776	1,05	OK
3.KAT	SPECXN	0,026716	0,025407	1,051	OK
2.KAT	SPECXN	0,019345	0,018353	1,054	OK
1.KAT	SPECXN	0,011648	0,010999	1,059	OK
ZEMİN KAT	SPECXN	0,004431	0,004138	1,071	OK
7.KAT	SPECXP	0,046904	0,044784	1,047	OK
6.KAT	SPECXP	0,043543	0,041536	1,048	OK
5.KAT	SPECXP	0,039035	0,037209	1,049	OK
4.KAT	SPECXP	0,033366	0,031776	1,05	OK
3.KAT	SPECXP	0,026716	0,025407	1,051	OK
2.KAT	SPECXP	0,019345	0,018353	1,054	OK
1.KAT	SPECXP	0,011648	0,010999	1,059	OK
ZEMİN KAT	SPECXP	0,004431	0,004138	1,071	OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.18. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	SPECY	0,03852	0,03852	1	OK
6.KAT	SPECY	0,036142	0,036142	1	OK
5.KAT	SPECY	0,032676	0,032676	1	OK
4.KAT	SPECY	0,028251	0,028251	1	OK
3.KAT	SPECY	0,023032	0,023032	1	OK
2.KAT	SPECY	0,017205	0,017205	1	OK
1.KAT	SPECY	0,010986	0,010986	1	OK
ZEMİN KAT	SPECY	0,004699	0,004699	1	OK
7.KAT	SPECYN	0,042923	0,041907	1,024	OK
6.KAT	SPECYN	0,040318	0,039354	1,024	OK
5.KAT	SPECYN	0,036485	0,035606	1,025	OK
4.KAT	SPECYN	0,031573	0,030807	1,025	OK
3.KAT	SPECYN	0,025772	0,02514	1,025	OK
2.KAT	SPECYN	0,019286	0,018806	1,026	OK
1.KAT	SPECYN	0,012351	0,012036	1,026	OK
ZEMİN KAT	SPECYN	0,005318	0,005175	1,028	OK
7.KAT	SPECYP	0,042923	0,041907	1,024	OK
6.KAT	SPECYP	0,040318	0,039354	1,024	OK
5.KAT	SPECYP	0,036485	0,035606	1,025	OK
4.KAT	SPECYP	0,031573	0,030807	1,025	OK
3.KAT	SPECYP	0,025772	0,02514	1,025	OK
2.KAT	SPECYP	0,019286	0,018806	1,026	OK
1.KAT	SPECYP	0,012351	0,012036	1,026	OK
ZEMİN KAT	SPECYP	0,005318	0,005175	1,028	OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.3.1.2.2. B2–Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (*Yumuşak Kat*) Kontrolü tablo 3.19 ve tablo 3.20 da irdelenmiştir.

Tablo 3.19. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

X Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H m	Ort m	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTRO L
					nki>2	
7.KAT	SPECXP	3	0,044784	0,001082667	0,750635544	OK
6.KAT	SPECXP	3	0,041536	0,001442333	0,796429229	OK
5.KAT	SPECXP	3	0,037209	0,001811	0,853038154	OK
4.KAT	SPECXP	3	0,031776	0,002123	0,902891976	OK
3.KAT	SPECXP	3	0,025407	0,002351333	0,959205874	OK
2.KAT	SPECXP	3	0,018353	0,002451333	1,071855415	OK
1.KAT	SPECXP	3	0,010999	0,002287	1,658047366	OK
ZEMİN KAT	SPECXP	3	0,004138	0,001379333		OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.20. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

Y Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H m	Ort m	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTROL
					nki>2	
7.KAT	SPECYP	3	0,041907	0,000851	0,681163287	OK
6.KAT	SPECYP	3	0,039354	0,001249333	0,780996041	OK
5.KAT	SPECYP	3	0,035606	0,001599667	0,846832539	OK
4.KAT	SPECYP	3	0,030807	0,001889	0,894695295	OK
3.KAT	SPECYP	3	0,02514	0,002111333	0,935598227	OK
2.KAT	SPECYP	3	0,018806	0,002256667	0,986736627	OK
1.KAT	SPECYP	3	0,012036	0,002287	1,325797101	OK
ZEMİN KAT	SPECYP	3	0,005175	0,001725		OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.3.1.2.3. İkinci Mertebe Etkileri

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerine ait ikinci mertebe kontrolleri Tablo 3.21 ve Tablo 3.22 de irdelenmiştir.



Tablo 3.21. X yönünde ikinci mertebe etkileri

X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta i(\text{ort})$	$\Sigma W_j(\text{kN})$	$V_i(\text{kN})$	$V_i * h_i(\text{t.fm})$	$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL
	m	m					$\theta_i \leq 0,12$
7.KAT	3	0,044784	2115,3	323,3975	970,1925	0,097642061	OK
6.KAT	3	0,041536	4230,6	578,4482	1735,3446	0,101260696	OK
5.KAT	3	0,037209	6345,9	784,2782	2352,8346	0,100357498	OK
4.KAT	3	0,031776	8461,2	953,3725	2860,1175	0,094004212	OK
3.KAT	3	0,025407	10576,5	1095,0074	3285,0222	0,081800706	OK
2.KAT	3	0,018353	12691,8	1211,4239	3634,2717	0,064093338	OK
1.KAT	3	0,010999	14807,1	1296,3231	3888,9693	0,041878267	OK
ZEMİN KAT	3	0,004138	16922,4	1338,7088	4016,1264	0,017435928	OK

Tablo 3.22. Y yönünde ikinci mertebe etkileri

Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta i(\text{ort})$	$\Sigma W_j(\text{kN})$	$V_i(\text{kN})$	$V_i * h_i(\text{t.fm})$	$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL
	m	m					$\theta_i \leq 0,12$
7.KAT	3	0,041907	2115,3	316,6337	949,9011	0,093321165	OK
6.KAT	3	0,039354	4230,6	586,2561	1758,7683	0,094663426	OK
5.KAT	3	0,035606	6345,9	806,442	2419,326	0,093394654	OK
4.KAT	3	0,030807	8461,2	988,2984	2964,8952	0,08791683	OK
3.KAT	3	0,02514	10576,5	1140,527	3421,581	0,077710629	OK
2.KAT	3	0,018806	12691,8	1266,2041	3798,6123	0,062833996	OK
1.KAT	3	0,012036	14807,1	1360,7171	4082,1513	0,043657925	OK
ZEMİN KAT	3	0,005175	16922,4	1411,2815	4233,8445	0,020684137	OK

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

### 3.3.2. Eğik Kolonlu Çerçevesel Sistem

#### 3.3.2.1. Göreli Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması

DBYBHY-2007'ye göre göreli kat ötelenmesi kontrolü Tablo 3.23 de irdelenmiştir.

Tablo 3.23. Göreli kat ötelenmesi kontrolü

Görel Kat Ötelenmesi Kontrolü						
Kat	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir	R	R* $\Delta_i/H_i$	R* $\Delta_i/H_i \leq 0,02$
	m	$\Delta_i/H_i$	$\Delta_i/H_i$			
7.KAT	24	0,001066	0	6	0,006396	OK
6.KAT	21	0,001013	0	6	0,006078	OK
5.KAT	18	0,001245	0	6	0,00747	OK
4.KAT	15	0,001329	0	6	0,007974	OK
3.KAT	12	0,001205	0	6	0,00723	OK
2.KAT	9	0,001225	0	6	0,00735	OK
1.KAT	6	0,001213	0	6	0,007278	OK
ZEMİN KAT	3	0,000754	0	6	0,004524	OK
TEMEL	0	0	0	6	0	OK

Hesaplamalar sonucunda göreli kat ötelenmesi DBYBHY-07'ne göre sağlanmaktadır.

### 3.3.2.2. Düzensizlik Kontrolleri

#### 3.3.2.2. 1. A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü

X ve Y Yönlerindeki Max Ve Ortalama Yer Değiştirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir. DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki A1 Burulma düzensizliğı kontrolü Tablo 3.24 ve 3.25 te irdelenmiştir.

Tablo 3.24. X yönündeki A1 burulma düzensizliğı kontrolü

X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliğı Kontrolü					
Kat	Yükleme	Max	Ort	Ratio	KONTROL
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	SPECX	0,026332	0,026332	1	OK
6.KAT	SPECX	0,02417	0,02417	1	OK
5.KAT	SPECX	0,021187	0,021187	1	OK
4.KAT	SPECX	0,017458	0,017458	1	OK
3.KAT	SPECX	0,013439	0,013439	1	OK
2.KAT	SPECX	0,009809	0,009809	1	OK
1.KAT	SPECX	0,006067	0,006067	1	OK
ZEMİN KAT	SPECX	0,002329	0,002329	1	OK
7.KAT	SPECXN	0,027652	0,026992	1,024	OK
6.KAT	SPECXN	0,025444	0,024807	1,026	OK

Tablo 3.24'ün devamı

<b>X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
5.KAT	SPECXN	0,022341	0,021764	1,027	OK
4.KAT	SPECXN	0,018412	0,017935	1,027	OK
3.KAT	SPECXN	0,014157	0,013798	1,026	OK
2.KAT	SPECXN	0,010383	0,010096	1,028	OK
1.KAT	SPECXN	0,006487	0,006277	1,033	OK
ZEMİN KAT	SPECXN	0,002541	0,002435	1,044	OK
7.KAT	SPECXP	0,027652	0,026992	1,024	OK
6.KAT	SPECXP	0,025444	0,024807	1,026	OK
5.KAT	SPECXP	0,022341	0,021764	1,027	OK
4.KAT	SPECXP	0,018412	0,017935	1,027	OK
3.KAT	SPECXP	0,014157	0,013798	1,026	OK
2.KAT	SPECXP	0,010383	0,010096	1,028	OK
1.KAT	SPECXP	0,006487	0,006277	1,033	OK
ZEMİN KAT	SPECXP	0,002541	0,002435	1,044	OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.25. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	SPECY	0,0266	0,0266	1	OK
6.KAT	SPECY	0,024866	0,024866	1	OK
5.KAT	SPECY	0,02196	0,02196	1	OK
4.KAT	SPECY	0,017983	0,017983	1	OK
3.KAT	SPECY	0,013544	0,013544	1	OK
2.KAT	SPECY	0,010045	0,010045	1	OK
1.KAT	SPECY	0,006539	0,006539	1	OK
ZEMİN KAT	SPECY	0,002856	0,002856	1	OK
7.KAT	SPECYN	0,027986	0,027666	1,012	OK
6.KAT	SPECYN	0,026218	0,025906	1,012	OK
5.KAT	SPECYN	0,02318	0,022899	1,012	OK
4.KAT	SPECYN	0,018987	0,018755	1,012	OK
3.KAT	SPECYN	0,014298	0,014124	1,012	OK
2.KAT	SPECYN	0,010644	0,010506	1,013	OK
1.KAT	SPECYN	0,006977	0,006876	1,015	OK
ZEMİN KAT	SPECYN	0,003079	0,003028	1,017	OK

Tablo 3.25'in devamı

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	SPECYP	0,027986	0,027666	1,012	OK
6.KAT	SPECYP	0,026218	0,025906	1,012	OK
5.KAT	SPECYP	0,02318	0,022899	1,012	OK
4.KAT	SPECYP	0,018987	0,018755	1,012	OK
3.KAT	SPECYP	0,014298	0,014124	1,012	OK
2.KAT	SPECYP	0,010644	0,010506	1,013	OK
1.KAT	SPECXP	0,006487	0,006277	1,033	OK
ZEMİN KAT	SPECXP	0,002541	0,002435	1,044	OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.3.2.2.2. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (*Yumuşak Kat*) Kontrolü Tablo 3.26 ve Tablo 3.27 da irdelenmiştir.

Tablo 3.26. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

<b>X Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü</b>						
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>H</b>	<b>Ort</b>	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m		$n_{ki} > 2$	
7.KAT	SPECXP	3	0,026332	0,000720667	0,724773718	OK
6.KAT	SPECXP	3	0,02417	0,000994333	0,799946366	OK
5.KAT	SPECXP	3	0,021187	0,001243	0,927842747	OK
4.KAT	SPECXP	3	0,017458	0,001339667	1,107162534	OK
3.KAT	SPECXP	3	0,013439	0,00121	0,970069482	OK
2.KAT	SPECXP	3	0,009809	0,001247333	1,001070091	OK
1.KAT	SPECXP	3	0,006067	0,001246	1,604980678	OK
ZEMİN KAT	SPECXP	3	0,002329	0,000776333		OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.27. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

Y Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H m	Ort m	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTROL
					$n_{ki}>2$	
7.KAT	SPECYP	3	0,0266	0,000578	0,59669649	OK
6.KAT	SPECYP	3	0,024866	0,000968667	0,730701534	OK
5.KAT	SPECYP	3	0,02196	0,001325667	0,895922505	OK
4.KAT	SPECYP	3	0,017983	0,001479667	1,268648185	OK
3.KAT	SPECYP	3	0,013544	0,001166333	0,998003423	OK
2.KAT	SPECYP	3	0,010045	0,001168667	0,951941352	OK
1.KAT	SPECYP	3	0,006539	0,001227667	1,289565826	OK
ZEMİN KAT	SPECYP	3	0,002856	0,000952		OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

### 3.3.2.2.3. İkinci Mertebe Etkileri

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerine ait ikinci mertebe kontrolleri Tablo 3.28 ve Tablo 3.29 de irdelenmiştir.

Tablo 3.28. X yönünde ikinci mertebe etkileri

X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta_i(ort)$	$\Sigma W_j(kN)$	$V_i(kN)$	$V_i*hi(t.fm)$	$\theta_i=\Delta_i(ort)*$	KONTROL
	m	m				$\Sigma w_i/(V_i*hi)$	
7.KAT	3	0,026332	1484,664	187,0483	561,1449	0,069668587	OK
6.KAT	3	0,02417	2961,792	343,2076	1029,6228	0,06952693	OK
5.KAT	3	0,021187	4487,411	464,0683	1392,2049	0,068290793	OK
4.KAT	3	0,017458	6089,541	555,3378	1666,0134	0,063811736	OK
3.KAT	3	0,013439	7741,955	349,0166	1047,0498	0,099368849	OK
2.KAT	3	0,009809	9331,113	453,2527	1359,7581	0,067312625	OK
1.KAT	3	0,006067	10818,22	577,377	1732,131	0,037892134	OK
ZEMİN KAT	3	0,002329	12185,84	731,3857	2194,1571	0,012934726	OK

Tablo 3.29. Y yönünde ikinci mertebe etkileri

Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta_i(\text{ort})$	$\Sigma W_j(\text{kN})$	$V_i(\text{kN})$	$V_i * h_i(\text{t.fm})$	$\theta_i = \Delta_i(\text{ort}) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL
	m	m					$\theta_i \leq 0,12$
7.KAT	3	0,0266	1484,664	206,0374	618,1122	0,063891414	OK
6.KAT	3	0,024866	2961,792	381,486	1144,458	0,064351789	OK
5.KAT	3	0,02196	4487,411	524,266	1572,798	0,062654928	OK
4.KAT	3	0,017983	6089,541	609,0271	1827,0813	0,059936148	OK
3.KAT	3	0,013544	7741,955	392,8793	1178,6379	0,088964591	OK
2.KAT	3	0,010045	9331,113	456,9666	1370,8998	0,068371904	OK
1.KAT	3	0,006539	10818,22	542,8253	1628,4759	0,043439599	OK
ZEMİN KAT	3	0,002856	12185,84	649,8193	1949,4579	0,017852532	OK

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

### 3.4. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemine Göre Deprem Yükü Hesabı

PC destekli modellemelerin yapıldığı ETABS programında kullanılan kayıtlı ivmeler 1999 gölcük depremine aittir.

#### 3.4.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem

##### 3.4.1.1. Göreli Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması

Görelî kat ötelenmesi kontrolü DBYBHY-2007 ye uygun bir şekilde Tablo 3.30 de irdelenmiştir.

Tablo 3.30. Göreli kat ötelenmesi kontrolü

Görelî Kat Ötelenmesi Kontrolü						
Kat	Yükseklik m	X-Dir	Y-Dir	R	$R * \Delta_i / H_i$	$R * \Delta_i / H_i \leq 0,02$
		$\Delta_i / H_i$	$\Delta_i / H_i$			
7.KAT	24	0,001496	0	6	0,008976	OK
6.KAT	21	0,002208	0	6	0,013248	OK
5.KAT	18	0,002304	0	6	0,013824	OK
4.KAT	15	0,002019	0	6	0,012114	OK

Tablo 3.30'un devamı

<b>Görelî Kat Ötelenmesi Kontrolü</b>						
<b>Kat</b>	<b>Yükseklik</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>	<b>R</b>	<b>R*<math>\Delta_i/H_i</math></b>	<b>R*<math>\Delta_i/H_i \leq 0,02</math></b>
	m	$\Delta_i/H_i$	$\Delta_i/H_i$			
3.KAT	12	0,002926	0	6	0,017556	OK
2.KAT	9	0,003305	0	6	0,01983	OK
1.KAT	6	0,002838	0	6	0,017028	OK
ZEMİN KAT	3	0,00096	0	6	0,00576	OK
TEMEL	0	0	0	6	0	OK

Hesaplamalar sonucunda görelî kat ötelenmesi DBYBHY-2007'ne göre sağlanmaktadır.

### 3.4.1.2. Düzensizlik Kontrolleri

#### 3.4.1.2.1. A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü

X ve Y Yönlerindeki Max ve Ortalama Yer Değiştirmeler aşağdaki tabloda verilmiştir. DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki A1 Burulma düzensizliği kontrolü Tablo 3.31 ve 3.32 te irdelenmiştir.

Tablo 3.31. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	TH-X Max	0,073088	0,073088	1	OK
6.KAT	TH-X Max	0,069961	0,069961	1	OK
5.KAT	TH-X Max	0,065329	0,065329	1	OK
4.KAT	TH-X Max	0,058039	0,058039	1	OK
3.KAT	TH-X Max	0,047496	0,047496	1	OK
2.KAT	TH-X Max	0,034234	0,034234	1	OK
1.KAT	TH-X Max	0,019834	0,019834	1	OK
ZEMİN KAT	TH-X Max	0,007366	0,007366	1	OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görölmektedir.

Tablo 3.32. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	TH-Y Max	0,078147	0,078147	1	OK
6.KAT	TH-Y Max	0,07536	0,07536	1	OK
5.KAT	TH-Y Max	0,070813	0,070813	1	OK
4.KAT	TH-Y Max	0,063694	0,063694	1	OK
3.KAT	TH-Y Max	0,053758	0,053758	1	OK
2.KAT	TH-Y Max	0,041058	0,041058	1	OK
1.KAT	TH-Y Max	0,026242	0,026242	1	OK
ZEMİN KAT	TH-Y Max	0,010925	0,010925	1	OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

#### 3.4.1.2.2. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (*Yumuşak Kat*) Kontrolü Tablo 3.33 ve Tablo 3.34 da irdelenmiştir.

Tablo 3.33. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

<b>X Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü</b>						
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>H</b>	<b>Ort</b>	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m		$n_{ki} > 2$	
7.KAT	TH-X Max	3	0,073088	0,001042333	0,675086356	OK
6.KAT	TH-X Max	3	0,069961	0,001544	0,635390947	OK
5.KAT	TH-X Max	3	0,065329	0,00243	0,691454045	OK
4.KAT	TH-X Max	3	0,058039	0,003514333	0,794978133	OK
3.KAT	TH-X Max	3	0,047496	0,004420667	0,920972222	OK
2.KAT	TH-X Max	3	0,034234	0,0048	1,154956689	OK
1.KAT	TH-X Max	3	0,019834	0,004156	1,692641868	OK
ZEMİN KAT	TH-X Max	3	0,007366	0,002455333		OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.



Tablo 3.34. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

Y Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H m	Ort m	$(\Delta i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTROL
					$n_{ki} > 2$	
7.KAT	TH-Y Max	3	0,078147	0,000929	0,612931603	OK
6.KAT	TH-Y Max	3	0,07536	0,001515667	0,638713302	OK
5.KAT	TH-Y Max	3	0,070813	0,002373	0,716485507	OK
4.KAT	TH-Y Max	3	0,063694	0,003312	0,782362205	OK
3.KAT	TH-Y Max	3	0,053758	0,004233333	0,857181425	OK
2.KAT	TH-Y Max	3	0,041058	0,004938667	0,967291245	OK
1.KAT	TH-Y Max	3	0,026242	0,005105667	1,40201373	OK
ZEMİN KAT	TH-Y Max	3	0,010925	0,003641667		OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

#### 3.4.1.2.3. İkinci Mertebe Etkileri

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerine ait ikinci mertebe kontrolleri Tablo 3.35 ve Tablo 3.36 de irdelenmiştir.

Tablo 3.35. X yönünde ikinci mertebe etkileri

X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta i(ort)$	$\Sigma W_j(kN)$	$V_i(kN)$	$V_i * h_i(t.fm)$	$\theta_i = \Delta i(ort) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL $\theta_i \leq 0,12$
	m	m					
7.KAT	3	0,073088	2115,3	1139,6357	3418,9071	0,04522002	OK
6.KAT	3	0,069961	4230,6	1890,7485	5672,2455	0,052179865	OK
5.KAT	3	0,065329	6345,9	2151,3646	6454,0938	0,064233851	OK
4.KAT	3	0,058039	8461,2	1994,5314	5983,5942	0,082071005	OK
3.KAT	3	0,047496	10576,5	2503,0915	7509,2745	0,066896135	OK
2.KAT	3	0,034234	12691,8	2764,012	8292,036	0,0523986	OK
1.KAT	3	0,019834	14807,1	2924,7375	8774,2125	0,033471268	OK
ZEMİN KAT	3	0,007366	16922,4	3347,2762	10041,8286	0,012413118	OK

Tablo 3.36. Y yönünde ikinci mertebe etkileri

Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta i(\text{ort})$	$\Sigma W_j(\text{kN})$	$V_i(\text{kN})$	$V_i * h_i(\text{t. fm})$	$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL
	m	m					$\theta_i \leq 0,12$
7.KAT	3	0,078147	2115,3	1143,9833	3431,9499	0,048166306	OK
6.KAT	3	0,07536	4230,6	1848,3556	5545,0668	0,057495794	OK
5.KAT	3	0,070813	6345,9	1970,3072	5910,9216	0,076024053	OK
4.KAT	3	0,063694	8461,2	2001,0914	6003,2742	0,08977229	OK
3.KAT	3	0,053758	10576,5	2527,1501	7581,4503	0,074995082	OK
2.KAT	3	0,041058	12691,8	2804,7679	8414,3037	0,061930249	OK
1.KAT	3	0,026242	14807,1	3109,5635	9328,6905	0,041652997	OK
ZEMİN KAT	3	0,010925	16922,4	3662,6652	10987,9956	0,016825382	OK

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.  
X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

### 3.4.2. Eğik Kolonlu Çerçevesel Sistem

#### 3.4.2.1. Görelî Kat Ötelenmelerinin Sınırlandırılması

DBYBHY-2007'ye göre görelî kat ötelenmesi kontrolü Tablo 3.37 de irdelenmiştir.

Tablo 3.37. Görelî kat ötelenmesi kontrolü

Görelî Kat Ötelenmesi Kontrolü						
Kat	Yükseklik m	X-Dir $\Delta i/H_i$	Y-Dir $\Delta i/H_i$	R	$R * \Delta i/H_i$	$R * \Delta i/H_i \leq 0,02$
6.KAT	21	0,002066	0	6	0,012396	OK
5.KAT	18	0,00256	0	6	0,01536	OK
4.KAT	15	0,002361	0	6	0,014166	OK
3.KAT	12	0,00171	0	6	0,01026	OK
2.KAT	9	0,001679	0	6	0,010074	OK
1.KAT	6	0,002347	0	6	0,014082	OK
ZEMİN KAT	3	0,001244	0	6	0,007464	OK
TEMEL	0	0	0	6	0	OK

Hesaplamalar sonucunda görelî kat ötelenmesi DBYBHY-2007'ne göre sağlanmaktadır.

### 3.4.2.2. Düzensizlik Kontrolleri

#### 3.4.2.2.1. A1-Burulma Düzensizliği Kontrolü

X ve Y Yönlerindeki Max Ve Ortalama Yer Değiştirmeler aşağdaki tabloda verilmiştir. DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki A1 Burulma düzensizliği kontrolü Tablo 3.38 ve 3.39'te irdelenmiştir.

Tablo 3.38. X yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>X Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	TH-X Max	0,065407	0,065407	1	OK
6.KAT	TH-X Max	0,057417	0,057417	1	OK
5.KAT	TH-X Max	0,046733	0,046733	1	OK
4.KAT	TH-X Max	0,041418	0,041418	1	OK
3.KAT	TH-X Max	0,035326	0,035326	1	OK
2.KAT	TH-X Max	0,02866	0,028659	1	OK
1.KAT	TH-X Max	0,019651	0,019651	1	OK
ZEMİN KAT	TH-X Max	0,008216	0,008216	1	OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görölmektedir.

Tablo 3.39. Y yönündeki A1 burulma düzensizliği kontrolü

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
7.KAT	TH-Y Max	0,060835	0,060835	1	OK
6.KAT	TH-Y Max	0,057753	0,057753	1	OK
5.KAT	TH-Y Max	0,052231	0,052231	1	OK
4.KAT	TH-Y Max	0,043721	0,043721	1	OK

Tablo 3.39'un devamı

<b>Y Yönündeki A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</b>					
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>Max</b>	<b>Ort</b>	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m	$\eta_{bi} \leq 1.2$	
3.KAT	TH-Y Max	0,033261	0,033261	1	OK
2.KAT	TH-Y Max	0,026693	0,026693	1	OK
1.KAT	TH-Y Max	0,018927	0,018926	1	OK
ZEMİN KAT	TH-Y Max	0,008657	0,008657	1	OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde burulma düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

#### 3.4.2.2.2. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) Kontrolü

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerindeki B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (*Yumuşak Kat*) Kontrolü Tablo 3.40 ve Tablo 3.41 da irdelenmiştir.

Tablo 3.40. X yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

<b>X Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü</b>						
<b>Kat</b>	<b>Yükleme</b>	<b>H</b>	<b>Ort</b>	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	<b>Ratio</b>	<b>KONTROL</b>
		m	m		$n_{ki} > 2$	
7.KAT	TH-X Max	3	0,065407	0,002663333	0,747847248	OK
6.KAT	TH-X Max	3	0,057417	0,003561333	1,999959925	OK
5.KAT	TH-X Max	3	0,046733	0,001771667	0,87245568	OK
4.KAT	TH-X Max	3	0,041418	0,002030667	0,913891389	OK
3.KAT	TH-X Max	3	0,035326	0,002222	0,73992674	OK
2.KAT	TH-X Max	3	0,02866	0,003003	0,787844338	OK
1.KAT	TH-X Max	3	0,019651	0,003811667	1,391796495	OK
ZEMİN KAT	TH-X Max	3	0,008216	0,002738667		OK

Hesaplamalar sonucunda X yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 3.41. Y yönündeki B2 düzensizliği kontrolü

Y Yönündeki B2 Düzensizliği Kontrolü						
Kat	Yükleme	H m	Ort m	$(\Delta_i/H_i)_{ort}$	Ratio	KONTROL
					$n_{ki}>2$	
7.KAT	TH-Y Max	3	0,060835	0,001027333	0,558131112	OK
6.KAT	TH-Y Max	3	0,057753	0,001840667	0,648883666	OK
5.KAT	TH-Y Max	3	0,052231	0,002836667	0,813575526	OK
4.KAT	TH-Y Max	3	0,043721	0,003486667	1,592570037	OK
3.KAT	TH-Y Max	3	0,033261	0,002189333	0,845737832	OK
2.KAT	TH-Y Max	3	0,026693	0,002588667	0,756183057	OK
1.KAT	TH-Y Max	3	0,018927	0,003423333	1,186323207	OK
ZEMİN KAT	TH-Y Max	3	0,008657	0,002885667		OK

Hesaplamalar sonucunda Y yönünde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunmadığı görülmektedir.

#### 3.4.2.2.3. İkinci Mertebe Etkileri

DBYBHY-2007'ye göre X ve Y yönlerine ait ikinci mertebe kontrolleri Tablo 3.42 ve Tablo 3.43 de irdelenmiştir.

Tablo 3.42. X yönünde ikinci mertebe etkileri

X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	$h_i$	$\Delta_i(ort)$	$\Sigma W_j(kN)$	$V_i(kN)$	$V_i * h_i(t.fm)$	$\theta_i = \Delta_i(ort) * \Sigma w_i / (V_i * h_i)$	KONTROL $\theta_i \leq 0,12$
	m	m					
7.KAT	3	0,065407	1484,664	876,7687	2630,3061	0,036918676	OK
6.KAT	3	0,057417	2961,792	1390,2096	4170,6288	0,040774957	OK
5.KAT	3	0,046733	4487,411	1464,635	4393,905	0,047727518	OK
4.KAT	3	0,041418	6089,541	1304,9269	3914,7807	0,064426753	OK
3.KAT	3	0,035326	7741,955	1057,8092	3173,4276	0,086181989	OK
2.KAT	3	0,02866	9331,113	1269,4576	3808,3728	0,070221513	OK
1.KAT	3	0,019651	10818,22	2034,8928	6104,6784	0,034823921	OK
ZEMİN KAT	3	0,008216	12185,84	2629,1066	7887,3198	0,012693648	OK

Tablo 3.43. Y yönünde ikinci mertebe etkileri

Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri							
Kat	hi	$\Delta i(\text{ort})$	$\Sigma W_j(\text{kN})$	$V_i(\text{kN})$	$V_i * h_i(\text{t.fm})$	$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) * \frac{\Sigma w_i}{V_i * h_i}$	KONTROL
	m	m					$\theta_i \leq 0,12$
7.KAT	3	0,060835	1484,664	638,4392	1915,3176	0,047156427	OK
6.KAT	3	0,057753	2961,792	1217,6767	3653,0301	0,046824792	OK
5.KAT	3	0,052231	4487,411	1572,4078	4717,2234	0,049686424	OK
4.KAT	3	0,043721	6089,541	1559,7975	4679,3925	0,05689645	OK
3.KAT	3	0,033261	7741,955	1076,9283	3230,7849	0,079703593	OK
2.KAT	3	0,026693	9331,113	1117,1194	3351,3582	0,074320733	OK
1.KAT	3	0,018927	10818,22	1775,4777	5326,4331	0,03844157	OK
ZEMİN KAT	3	0,008657	12185,84	2065,4811	6196,4433	0,017024737	OK

X ve Y yönlerinde ikinci mertebe etkisi kontrolünün sağlandığı görülmektedir.

## 4. İRDELEME

### 4.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesi Sisteme Göre Deprem Yüğü Hesabı

#### 4.1.1. X Yönlünde EX ve EXP Yüklemleri

Tüm diyaframlar için Dışmerkezlik oranı = 0%

Yapısal Periyot, T  $T \leq 0.1N$  if  $N > 13$

##### 4.1.1.1. Faktörler ve Katsayılar

Deprem bölgesi = 1. Derece

Etkin yer ivmesi,  $A_0$

[DBYBHY-2007 Tablo 2.2]

$$A_0 = 0,4$$

Bina önem katsayısı, I

[DBYBHY-2007 Tablo 2.3]

$$I = 1$$

spektrum karakteristik periyotları,  $T_A$

[DBYBHY-2007 Tablo 2.4]

$$T_A = 0,15 \text{ sec}$$

spektrum karakteristik periyotları,  $T_B$

[DBYBHY-2007 Tablo 2.4]

$$T_B = 0,6 \text{ sec}$$

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

[DBYBHY-2007 Tablo 2.5]

$$R = 6$$

##### 4.1.1.2. Sismik Tepki

Spektrum Katsayısı,  $S(T_1)$

[DBYBHY-2007 Denklem. 2.2]

$$S(T_1) = 1 + 1.5 \frac{T_1}{T_A} \text{ for } 0 \leq T_1 \leq T_A$$

$$= 2.5 \text{ for } T_A \leq T_1 \leq T_B$$

$$= 2.5 \left( \frac{T_B}{T_1} \right) \text{ for } T_B \leq T_1$$

Deprem yükü

azaltma katsayısı,  $R_a(T_1)$

[DBYBHY-2007 Denklem. 2.3]

$$R_a(T_1) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \text{ for } 0 \leq T_1 \leq T_A$$

$$= R \text{ for } T_A T_1$$

#### 4.1.1.3. Eşdeğer Yanal Kuvvetler

Toplam eşdeğer deprem yükünün

[DBYBHY-2007 Denklem. 2.4]

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

$$= 0.10 A_0 I W$$

$$\min \leq V_{\text{coeff}}$$

#### 4.1.1.4. Hesaplanan Kuvvetler

Modellenen yapıya ait hesap analizi sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

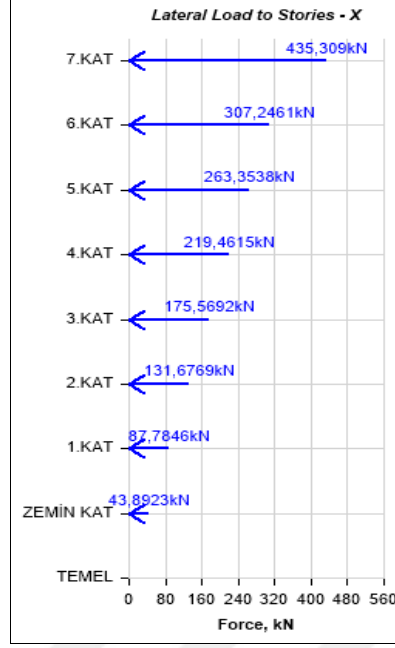
Tablo 4.1. Hesap analizi sonuçları

Yön	Period (sn)	$S(T_1)$	W (kN)	V (kN)	$F_N$ (kN)
X	1,152	1,483513	16827,9	1664,2934	99,8576

#### 4.1.1.5. Katlara Gelen Kuvvetler

Katlara etkiyen kesme kuvvetleri Şekil 4.1 ve Tablo 4.2'de verilmiştir.





Şekil 4.1. Kat kesme kuvvetleri

Tablo 4.2. Kat kesme kuvvetleri

X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri			
KAT	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir
	m	kN	kN
7.KAT	24	435,309	0
6.KAT	21	307,2461	0
5.KAT	18	263,3538	0
4.KAT	15	219,4615	0
3.KAT	12	175,5692	0
2.KAT	9	131,6769	0
1.KAT	6	87,7846	0
ZEMİN KAT	3	43,8923	0
TEMEL	0	0	0

#### 4.1.2. Y Yönünde EY, EYN ve EYP Yüklemeleri

##### 4.1.2.1. Hesaplanan Kuvvetler

Modellenen yapıya ait hesap analizi sonuçları Tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3. Hesap analizi sonuçları

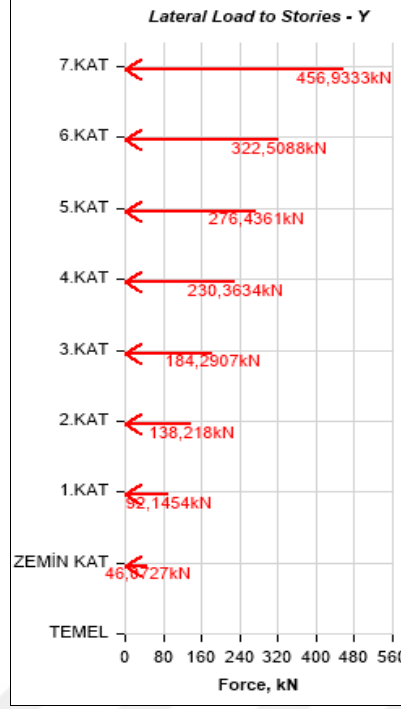
Yön	Period (sn)	S(T <sub>1</sub> )	W (kN)	V (kN)	F <sub>N</sub> (kN)
Y	1,084	1,557207	16827,9	1746,9684	104,8181

#### 4.1.2.2. Katlara Gelen Kuvvetler

Katlara etkiyen kesme kuvvetleri Şekil 4.2 ve Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Kat kesme kuvvetleri

Y Yönü Kat Kesme Kuvvetleri			
KAT	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir
	m	kN	kN
7.KAT	24	0	456,9333
6.KAT	21	0	322,5088
5.KAT	18	0	276,4361
4.KAT	15	0	230,3634
3.KAT	12	0	184,2907
2.KAT	9	0	138,218
1.KAT	6	0	92,1454
ZEMİN KAT	3	0	46,0727
TEMEL	0	0	0



Şekil 4.2. Kat kesme kuvvetleri

### 4.1.3. X Yönünde EXN Yüklemeleri

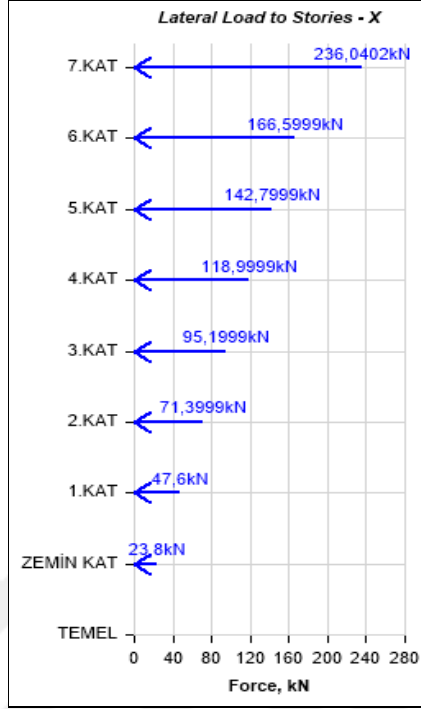
#### 4.1.3.1. Hesaplanan Kuvvetler

Modellenen yapıya ait hesap analizi sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5. Hesap analizi sonuçları

Yön	Period (sn)	S(T <sub>1</sub> )	W (kN)	V (kN)	F <sub>N</sub> (kN)
X - Ecc. Y	1,152	1,072552	16827,9	902,4396	54,1464

#### 4.1.3.2. Katlara Gelen Kuvvetler



Şekil 4.3. Kat kesme kuvvetleri

Tablo 4.6. Kat kesme kuvvetleri

X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri			
KAT	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir
	m	kN	kN
7.KAT	24	236,0402	0
6.KAT	21	166,5999	0
5.KAT	18	142,7999	0
4.KAT	15	118,9999	0
3.KAT	12	95,1999	0
2.KAT	9	71,3999	0
1.KAT	6	47,6	0
ZEMİN KAT	3	23,8	0
TEMEL	0	0	0

Katlara etkiyen kesme kuvvetleri şekil 4.3ve tablo 4.6 de verilmiştir.

## 4.2. Eğik Kolonlu Çerçevesi Sistemine Göre Deprem Yüğü Hesabı

### 4.2.1. X Yönlünde EX ve EXP Yüklemleri

Tüm diyaframlar için Dışmerkezlik oranı = 0%

Yapısal Periyot, T  $T \leq 0.1N$  if  $N > 13$

#### 4.2.1.1. Faktörler ve Katsayılar

Deprem bölgesi = 1. Derece

Etkin yer ivmesi, $A_0$ [DBYBHY-07 Tablo 2.2]	$A_0 = 0,4$
Bina önem katsayısı, I [DBYBHY-07 Tablo 2.3]	$I = 1$
spektrum karakteristik periyotları, $T_A$ [DBYBHY-07 Tablo 2.4]	$T_A = 0,15$ sec
spektrum karakteristik periyotları, $T_B$ [DBYBHY-07 Tablo 2.4]	$T_B = 0,6$ sec
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı [DBYBHY-07 Tablo 2.5]	$R = 6$

#### 4.2.1.2. Sismik Tepki

Spektrum Katsayısı, $S(T_1)$ [DBYBHY-07 Denklem. 2.2]	$S(T_1) = 1 + 1.5 \frac{T_1}{T_A} \text{ for } 0 \leq T_1 \leq T_A$ $= 2.5 \text{ for } T_A \leq T_1 \leq T_B$ $= 2.5 \left( \frac{T_B}{T_1} \right) \text{ for } T_B T_1$
Deprem azaltma katsayısı, $R_a(T_1)$ [DBYBHY-07 Denklem. 2.3]	$R_a(T_1) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \text{ for } 0 \leq T_1$ $\leq T_A$ $= R \text{ for } T_A T_1$

#### 4.2.1.3. Eşdeğer Yanal Kuvvetler

Toplam eşdeğer deprem yükünün  
[DBYBHY-07 Denklem. 2.4]

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

$$= 0.10A_0IW$$

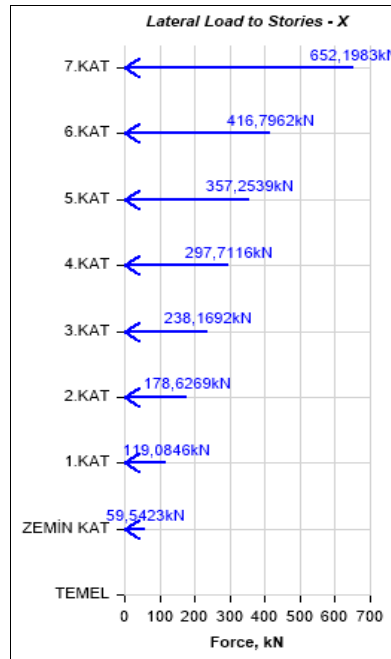
$$\min \leq V_{\text{coeff}}$$

#### 4.2.1.4. Hesaplanan Kuvvetler

Tablo 4.7. Hesap analizi sonuçları

Yön	Period (sn)	S(T <sub>1</sub> )	W (kN)	V (kN)	F <sub>N</sub> (kN)
X	0,751	2,089	16649,201	2319,	139,1
		635	2	383	63

#### 4.2.1.5. Katlara Gelen Kuvvetler



Şekil 4.4. Kat kesme kuvvetleri

Tablo 4.8. Kat kesme kuvvetleri

<b>X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri</b>			
<b>KAT</b>	<b>Yükseklik</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>
	m	kN	kN
7.KAT	24	652,1983	0
6.KAT	21	416,7962	0
5.KAT	18	357,2539	0
4.KAT	15	297,7116	0
3.KAT	12	238,1692	0
2.KAT	9	178,6269	0
1.KAT	6	119,0846	0
ZEMİN KAT	3	59,5423	0
TEMEL	0	0	0

Katlara etkiyen kesme kuvvetleri Şekil 4.4 ve Tablo 4.8’de verilmiştir.

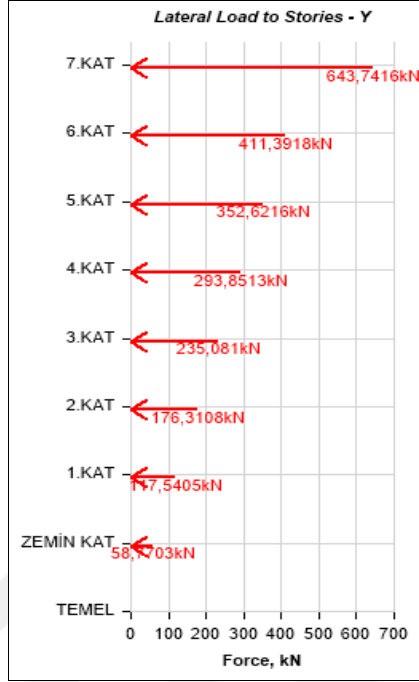
#### 4.2.2. Y Yönünde EY, EYN ve EYP Yüklemeleri

##### 4.2.2.1. Hesaplanan Kuvvetler

Tablo 4.9. Hesap analizi sonuçları

<b>Yön</b>	<b>Period (sn)</b>	<b>S (T<sub>1</sub>)</b>	<b>W (kN)</b>	<b>V (kN)</b>	<b>F<sub>N</sub> (kN)</b>
Y	0,763	2,062539	16649,2012	2289,3089	137,3585

#### 4.2.2.2. Katlara Gelen Kuvvetler



Şekil 4.5. Kat kesme kuvvetleri

Tablo 4.10. Kat kesme kuvvetleri

X Yönü Kat Kesme Kuvvetleri			
KAT	Yükseklik	X-Dir	Y-Dir
	m	kN	kN
7.KAT	24	0	643,7416
6.KAT	21	0	411,3918
5.KAT	18	0	352,6216
4.KAT	15	0	293,8513
3.KAT	12	0	235,081
2.KAT	9	0	176,3108
1.KAT	6	0	117,5405
ZEMİN KAT	3	0	58,7703
TEMEL	0	0	0

Katlara etkiyen kesme kuvvetleri Şekil 4.5 ve Tablo 4.9’da verilmiştir.



### 4.2.3. X Yönünde EXN Yüklemeleri

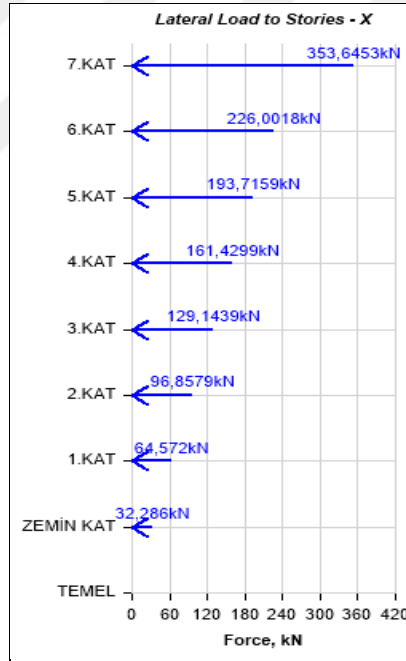
#### 4.2.3.1. Hesaplanan Kuvvetler

Tablo 4.11. Hesap analizi sonuçları

Yön	Period (sec)	S(T <sub>1</sub> )	W (kN)	V (kN)	F <sub>N</sub> (kN)
X - Ecc. Y	0,751	1,510766	16649,2012	1257,6527	75,4592

#### 4.2.3.2. Katlara Gelen Kuvvetler

Katlara etkiyen kesme kuvvetleri Şekil 4.6 ve Tablo 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Kat kesme kuvvetleri

Tablo 4.12. Kat kesme kuvvetleri

<b>X Yönu Kat Kesme Kuvvetleri</b>			
<b>KAT</b>	<b>Yükseklik</b>	<b>X-Dir</b>	<b>Y-Dir</b>
	m	kN	kN
7.KAT	24	353,6453	0
6.KAT	21	226,0018	0
5.KAT	18	193,7159	0
4.KAT	15	161,4299	0
3.KAT	12	129,1439	0
2.KAT	9	96,8579	0
1.KAT	6	64,572	0
ZEMİN KAT	3	32,286	0
TEMEL	0	0	0

## 5. SONUÇLAR

### 5.1. Oluşturulan Maketlere Ait Sarsma Tablasında Elde Edilen Deneysel Sonuçlar

1999 gölcük depremi ivme zaman kaydı kullanılarak yapılan deneyde düz ve eğik kolonlu maketlerde ilk on saniyede oluşan yer değiştirme zaman değerleri Tablo 5.1 ve Tablo 5.2’de özetlenmiştir.

Tablo 5.1. Düz kolonlu yapıya ait kat yer değiştirme değerleri

Zaman (s)	Zemin kat	7. kat
1	0,0361	0,33012
2	0,1963	0,81072
3	0,21448	0,76316
4	0,10846	0,29852
5	-0,11823	-0,27395
6	-0,22138	-0,47081
7	1,7014	-0,44673
8	-1,29812	-4,14238
9	-2,98857	-4,95238
10	0,69543	0,94704

Tablo 5.2. Eğik kolonlu yapıya ait kat yer değiştirme değerleri

Zaman (s)	Zemin kat	7. kat
1	0,03099	0,16155
2	0,16697	0,44439
3	0,17012	0,48391
4	0,03192	0,20966
5	-0,10202	-0,21056
6	-0,03223	-0,46126
7	1,19602	-0,2409
8	-1,03154	-3,25223
9	-2,52994	-4,64146
10	0,53634	0,83827

Deneysel sonuçlarda eğik kolonlu makette gözlemlenen kat yer değıştirmeleri düz kolonlu makette gözlemlenen kat yer değıştirme değeriinden daha küçük olduğu görülmüştür. DASK tarafından düzenlenen 2017 yılı depreme dayanıklı bina tasarımı yarışmasında kullanılan ivme zaman değeriileri kullanılarak yapılan deneyde düz ve eğik kolonlu maketlerde ilk on saniyede oluşan kat yer değıştirme zaman değeriileri Tablo 5.3 ve Tablo 5.4'te özetlenmiştir.

Tablo 5.3. Düz kolonlu yapıya ait kat yer değıştirme değeriileri

Zaman (s)	Zemin kat	7. kat
1	0,01105	0,26896
2	0,06545	0,63771
3	0,16024	0,69686
4	0,18026	0,37671
5	0,58219	0,69665
6	1,29077	-2,12496
7	-0,42916	-4,32629
8	-0,34695	0,8289
9	0,66421	3,17348
10	0,12767	4,66671

Tablo 5.4. Eğik kolonlu yapıya ait kat yer değıştirme değeriileri

Zaman (s)	Zemin kat	7. kat
1	0,00492	0,21649
2	0,04389	0,5947
3	0,07189	0,54661
4	0,14708	0,28829
5	0,10353	0,36809
6	0,43599	-2,05944
7	-0,32932	-2,02336
8	-0,12518	0,58441
9	0,3044	2,43679
10	0,01187	2,57855

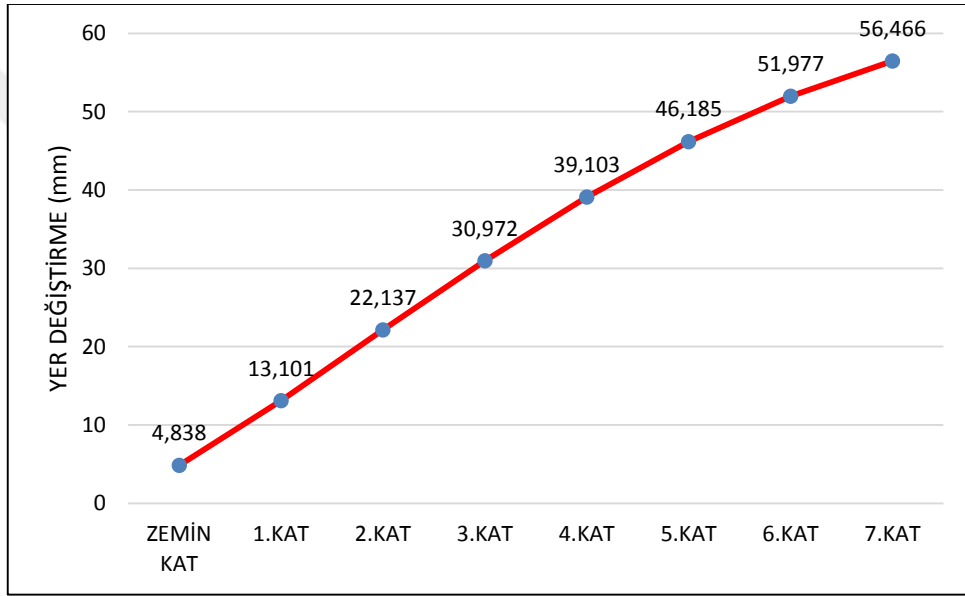
Yapılan deneyler sonucunda görülyor ki aynı koşul ve depremler altında geleneksel çerçevesi sisteme sahip maketin katlarında meydana kat ötelenmeleri eğik elemanlı sisteme sahip maketten daha fazladır. Eğik elemanların kat ötelenmelerine olan etkileri açıkça görülmektedir.

## 5.2. ETABS Programında Modellenen yapıya ait sonuçlar

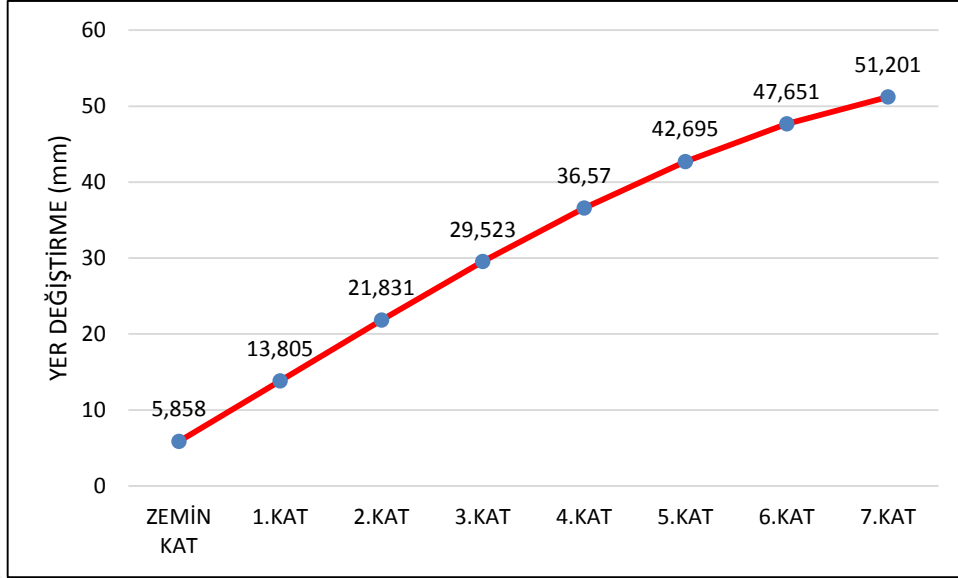
### 5.2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Hesap Sonuçları

#### 5.2.1.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem

Deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmelerinin grafiksel gösterimleri Grafik 5.1 ve Grafik 5.2’de verilmiştir.



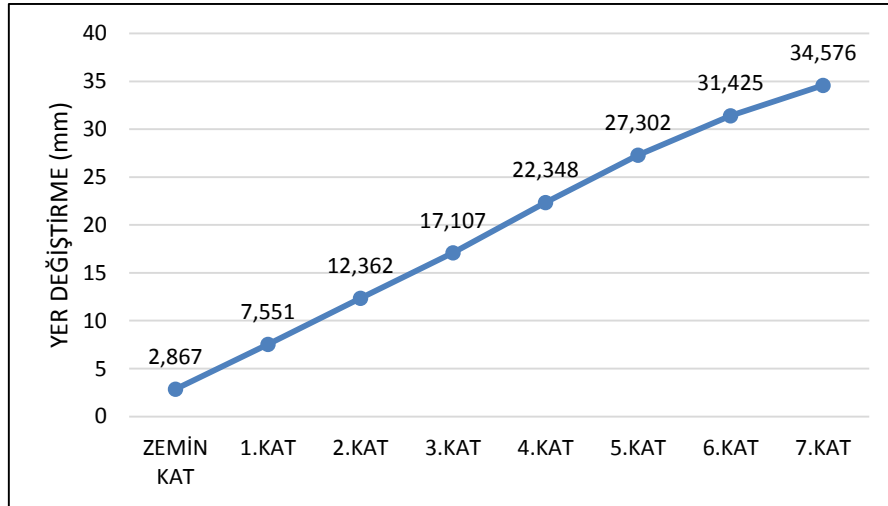
Grafik 5.1. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri



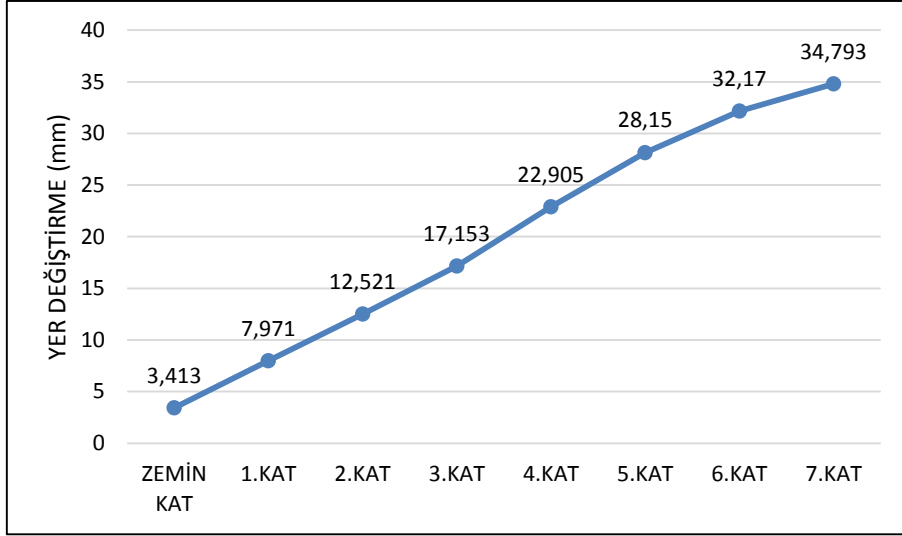
Grafik 5.2. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

### 5.2.1.2. Eğik Kolonlu Çerçevesi Sistem

Deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmelerinin grafiksel gösterimleri Grafik 5.3 ve Grafik 5.4'te verilmiştir.

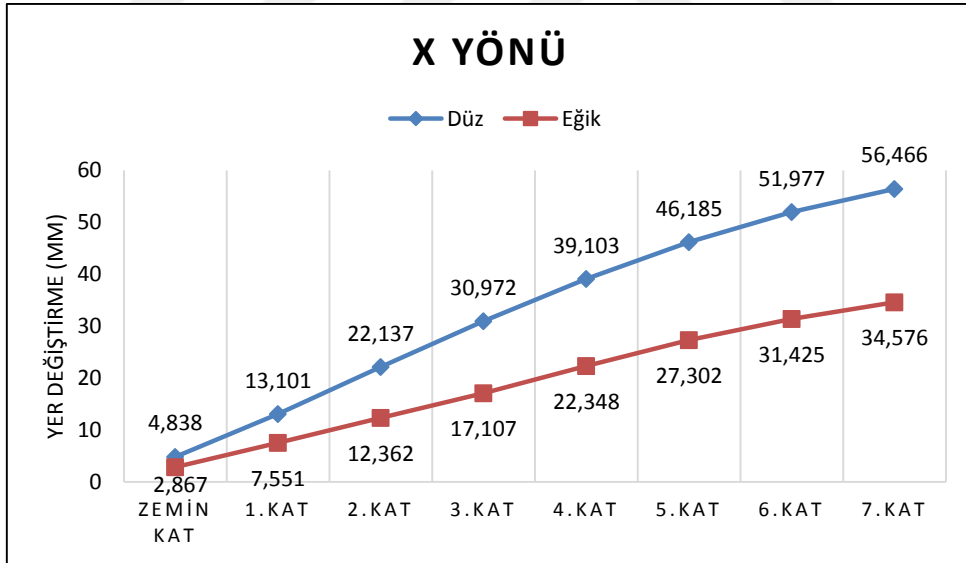


Grafik 5.3. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri

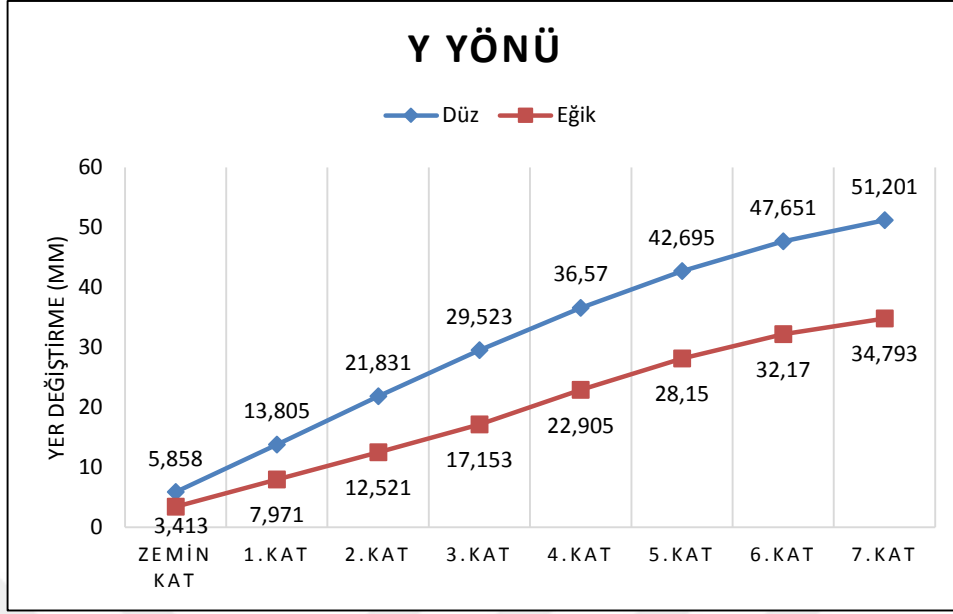


Grafik 5.4. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

Düz ve eğik kolonlu yapıların eş değer deprem yükü yöntemine göre deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmeleri Grafik 5.5 ve Grafik 5.6’da verilmiştir.



Grafik 5.5. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri

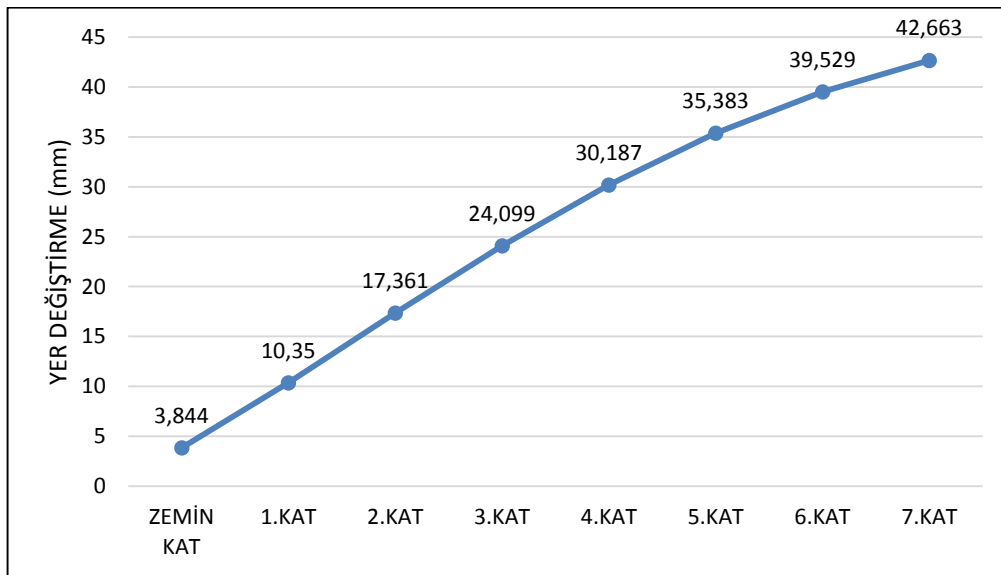


Grafik 5.6. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

## 5.2.2. Mod Birleştirme Yöntemine Göre Hesap Sonuçları

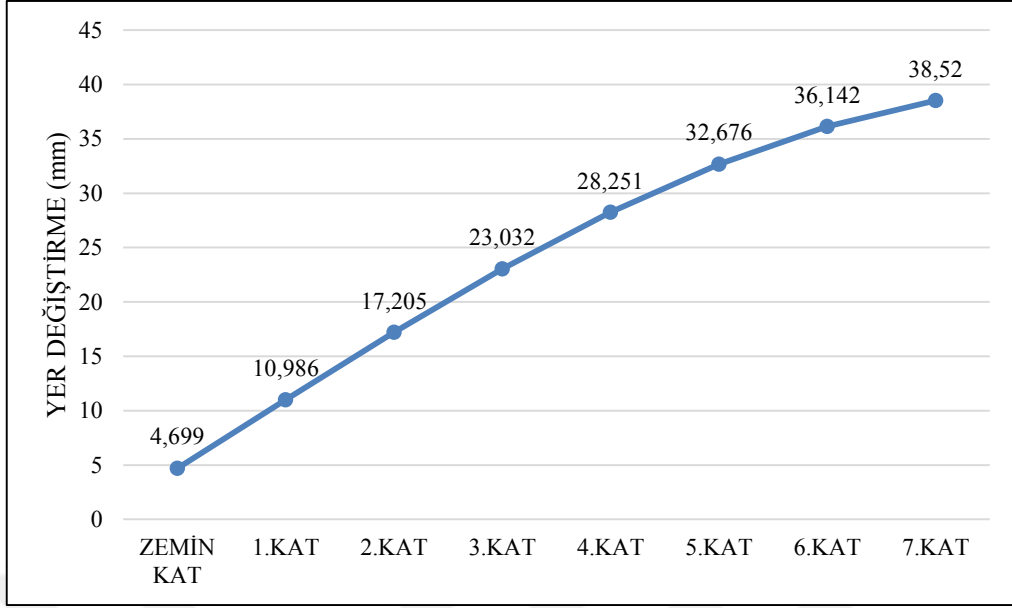
### 5.2.2.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesel Sistem

Deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmelerinin grafiksel gösterimleri Grafik 5.7 ve Grafik 5.8’de verilmiştir.



Grafik 5.7. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri

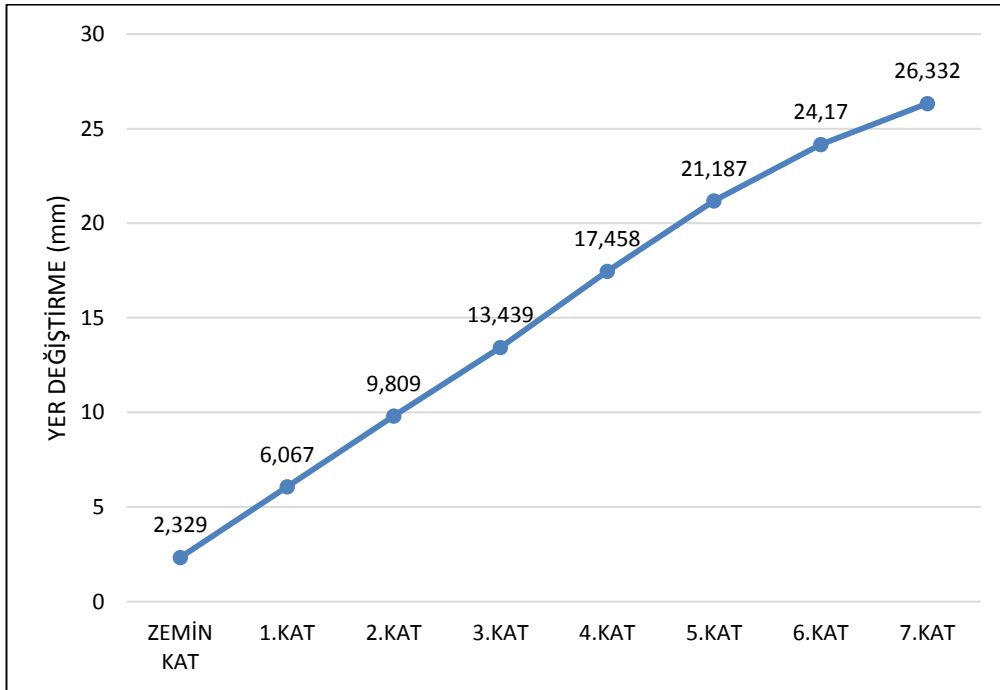




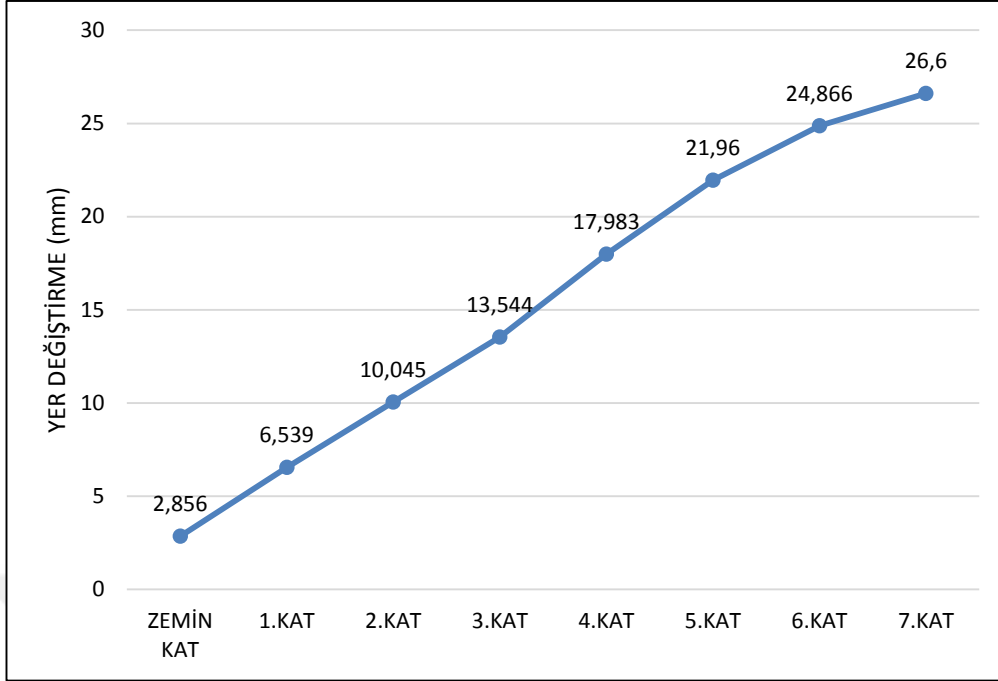
Grafik 5.8. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

### 5.2.2.2. Eğik Kolonlu Çerçevesi Sistem

Deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmelerinin grafiksel gösterimleri Grafik 5.9 ve Grafik 5.10'da verilmiştir.

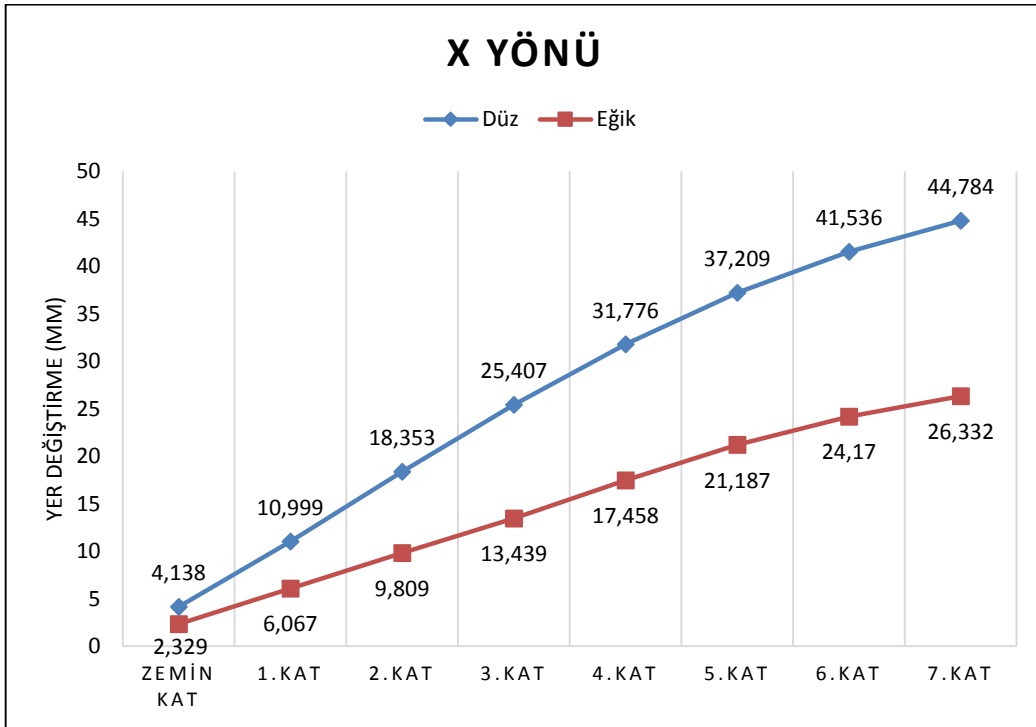


Grafik 5.9. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri

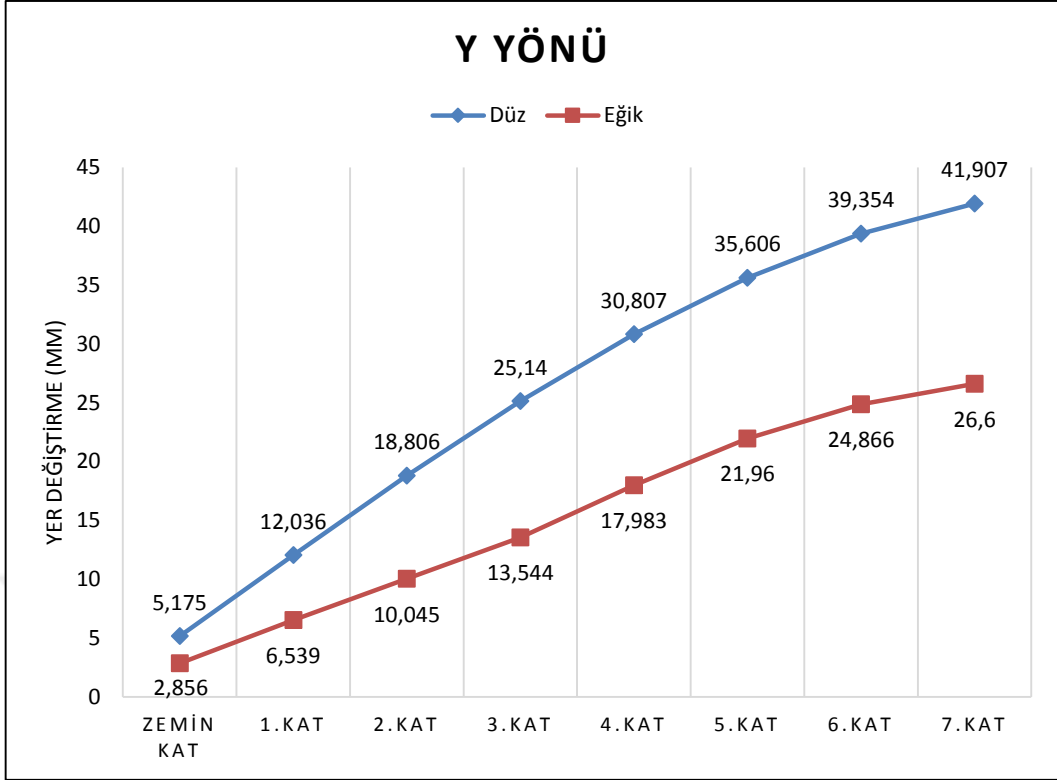


Grafik 5.10. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

Düz ve eğik kolonlu yapıların mod birleştirme yöntemine göre deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmeleri Grafik 5.11 ve Grafik 5.12’de verilmiştir.



Grafik 5.11. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri

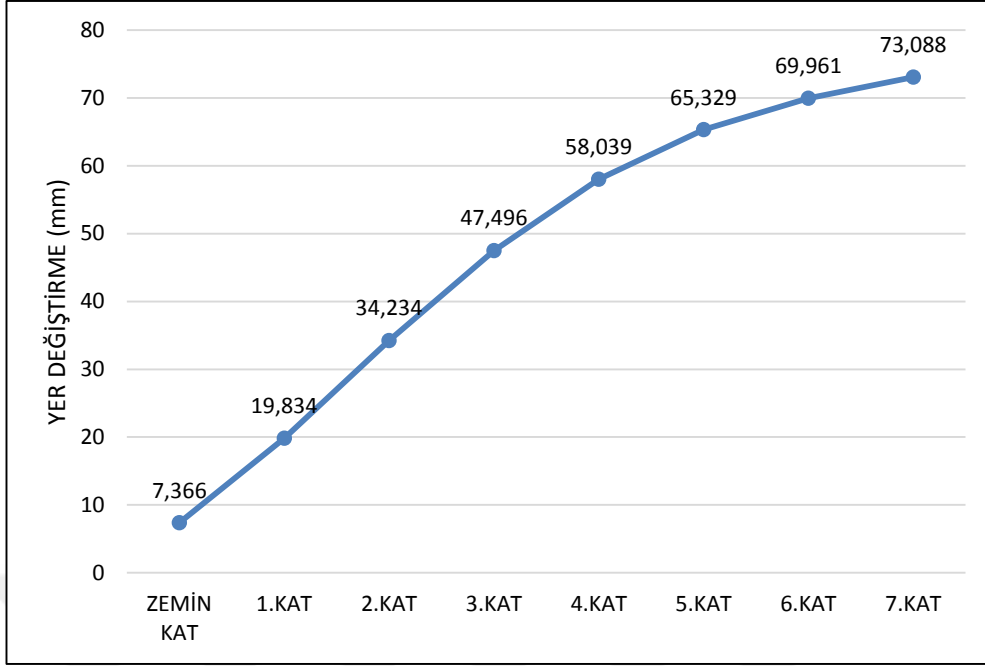


Grafik 5.12. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

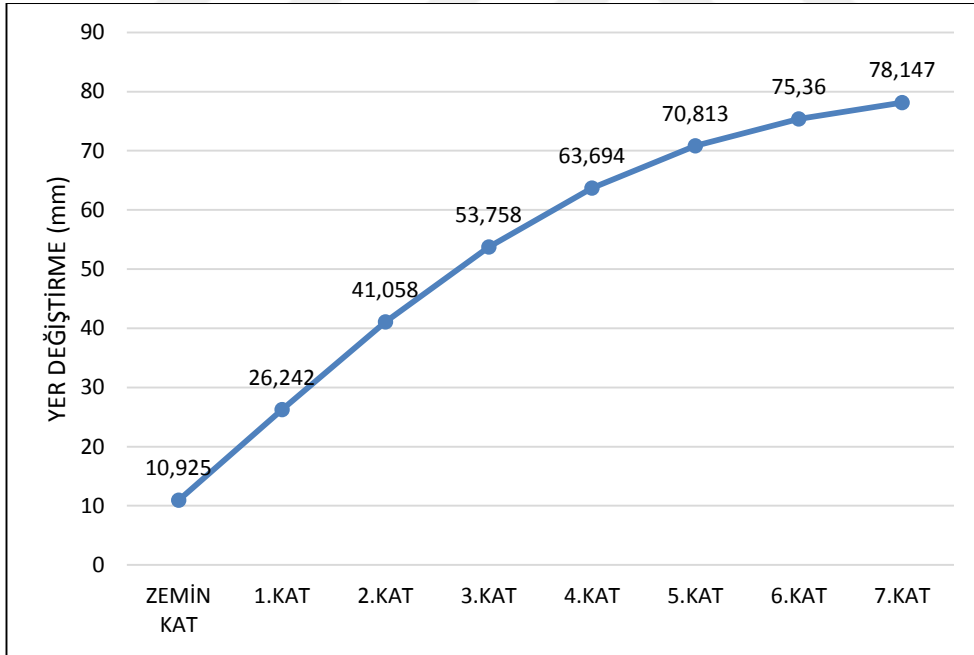
### 5.2.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemine Göre Hesap Sonuçları

#### 5.2.3.1. Düz Kolonlu Geleneksel Çerçevesi Sistem

Deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmelerinin grafiksel gösterimleri Grafik 5.13 ve Grafik 5.14’de verilmiştir.



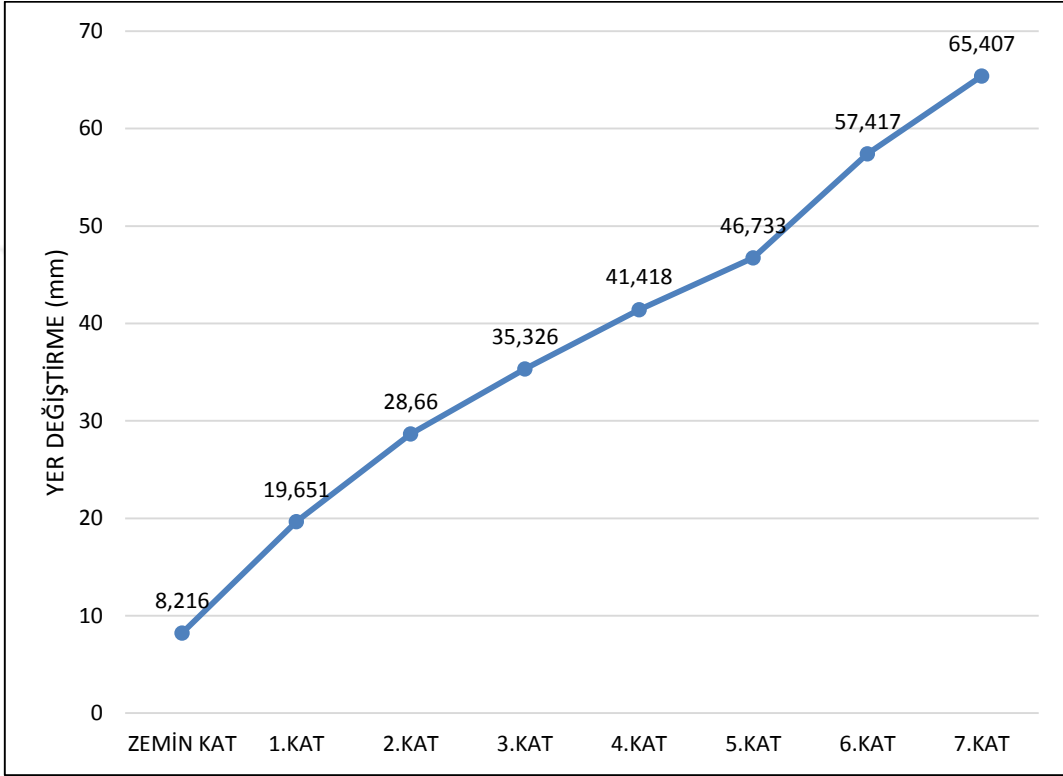
Grafik 5.13. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri



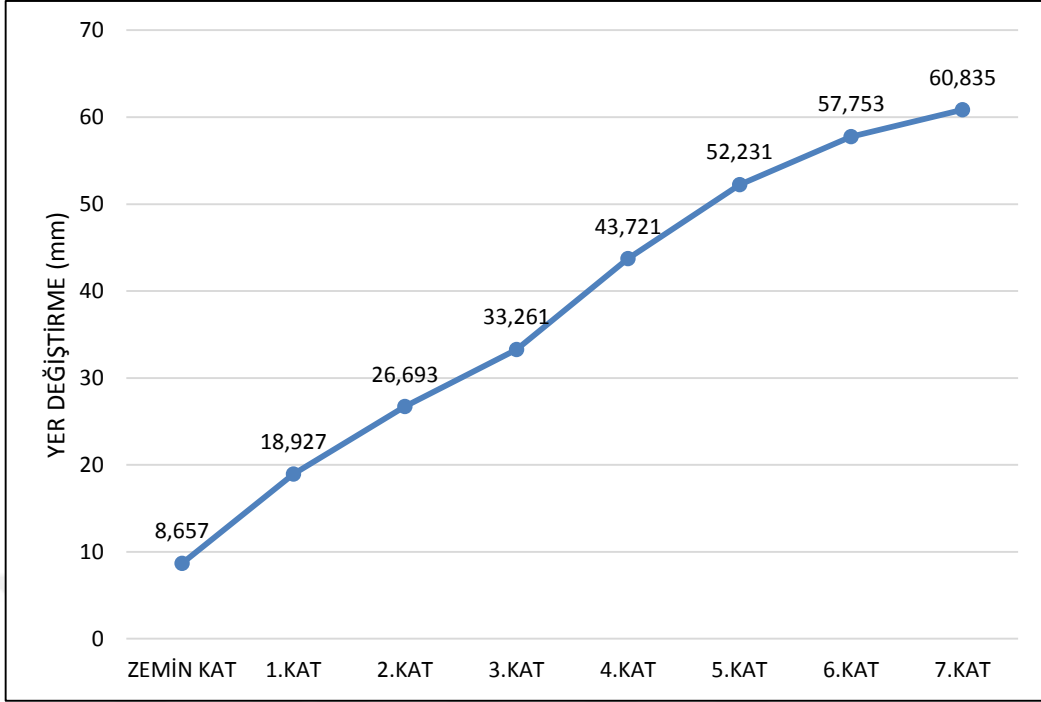
Grafik 5.14. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

### 5.2.3.2. Eğik Kolonlu Çerçevesi Sistem

Deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmelerinin grafiksel gösterimleri Grafik 5.15 ve Grafik 5.16'da verilmiştir.

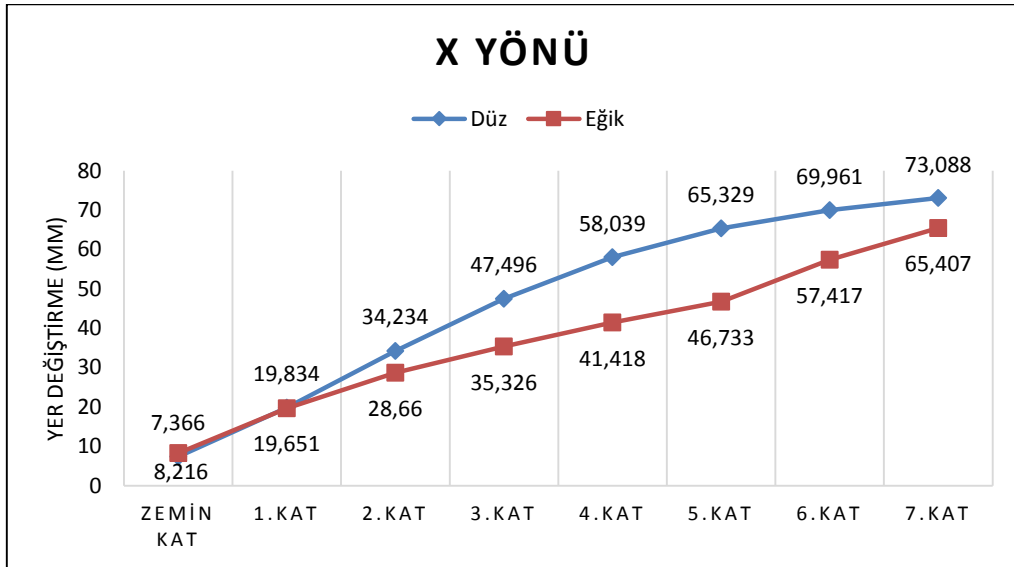


Grafik 5.15. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri

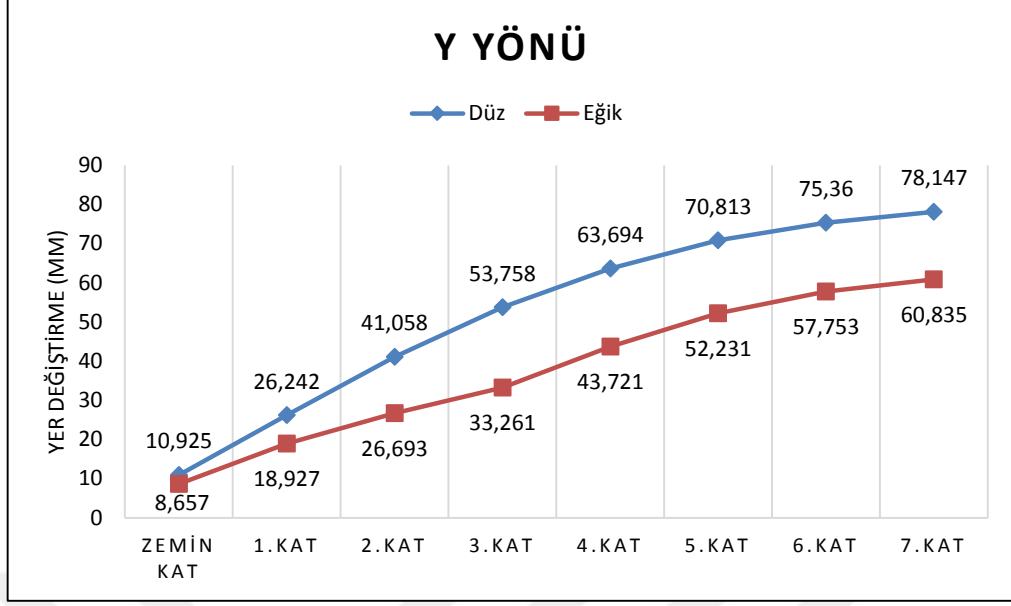


Grafik 5.16. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

Düz ve eğik kolonlu yapıların zaman tanım alanında hesap yöntemine göre deprem etkisi altında X ve Y yönlerindeki kat ötelenmeleri Grafik 5.17 ve Grafik 5.18'de verilmiştir.



Grafik 5.17. Deprem etkisi altında x yönünde kat ötelenmeleri



Grafik 5.18. Deprem etkisi altında y yönünde kat ötelenmeleri

## 6. ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında ele alınan iki yapıdan birinde eğik elemanlı kolon kullanılarak kat ötelenmelerine olan etkisi açıklanmaya çalışılmıştır. Uygulanan yükleme çeşitleri DBYBHY-07’de bulunan hesap yöntemlerinden “eşdeğer deprem yükü yöntemi” kullanılmıştır.

Yapıların rijitliğini arttırmak ve yatay yer değiştirmeleri azaltmak amacı ile yapılara betonarme perde duvarlar ilave edilir. Bunun sonucunda yapının ağırlığı artar dolayısıyla yapıya gelen deprem kuvveti artmaktadır. Bunun yerine geleneksel çerçeve sistemlere eğik elemanlar ilave edilerek eğik elemanlı çerçeve sistemler oluşturulur. Çerçeve sistemlerin çeşitli yükler altında yapıların yıkılmasına neden den olan rölatif kat ötelenmelerini azaltması, çekme ve basınç kuvvetlerini karşılaması amacı ile eğik elemanlar kullanılmıştır.

Oluşturulan maketlerle yapılan sarsma eğik ve düz kolonlu yapılara ait deneylerde iki tip deprem ivmesi kullanılmıştır. Bu sarsma deneylerin sonucunda elde edilen verilerde eğik kolonlu makette ölçülen kat ötelenmeleri düz kolonlu makette ölçülen kat ötelenmelerinden daha küçüktür.

Örnek 1 ‘de 8 katlı bir bina ETABS programında modellenmiştir. DBYBHY-07’in tasarım esasları dikkate alınarak tasarlanan binanın döşemelerinde zemin kattan itibaren EX yüklemesi altında 4mm, 13mm, 22mm, 30mm, 39mm, 46mm, 51mm, 56mm ve EY yüklemesi altında 5mm, 13mm, 21mm, 29mm, 36mm, 42mm, 47mm, 51mm deplasmanların olduğu görülmüştür.

Örnek 2 ‘de aynı yapının 1-5 ve A-G akslarında bulunan kolonların eğimli duruma getirilerek ETABS programında analiz yapılmıştır. Binanın döşemelerinde zemin kattan itibaren EX yüklemesi altında 2mm, 7mm, 12mm, 17mm, 22mm, 27mm, 31mm, 34 mm, ve EY yüklemesi altında 3mm, 7mm, 12mm, 17mm, 22mm, 28mm, 32mm, 34mm deplasmanların olduğu görülmüştür.

Örnek 2’deki binanın döşemelerinde zemin kattan itibaren yaklaşık 2mm, 6mm, 10mm, 13mm, 17mm, 19mm, 20mm, 22mm daha az deplasman olduğu görülmüştür. Bunun nedeni yatay yüklerin eğik elemanlar tarafından karşılanmasıdır.

Eğik elemanlar kolon ve kirişlerle birlikte kafes sistem gibi davranmaktadır. Binaya etkiyen yatay yükler (basınç ve çekme) eğik elemanlar tarafından karşılandığı için, bu



sistemler yatay yük altında yüksek dayanım gösterebilmektedir. Yapıların yanal ötelenmelerini azaltmak amacıyla mimariye uygun şekillerde sisteme eğik elemanlar ilave edilebilir. Böylelikle daha güvenli yapılar elde edilebilir.



## 7. KAYNAKLAR

1. Coşkun, E., Yüksek Binaların Gelişimi ve Tasarım İlkeleri. TC İstanbul Kültür Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2006. <http://web.iku.edu.tr/~ecoskun/semineryap%C4%B12006.pdf>
2. <http://v3.arkitera.com/h8786-empire-state-binasi-75-yasini-kutluyor.html>. 11 Kasım 2016
3. <http://www.teknolojioku.com/haber/dunyanin-en-yukse-k-binalari-20700.html>. 12 Kasım 2016
4. <http://emlakansiklopedisi.com/wiki/gokdelen>. 11 Kasım 2016
5. <http://www.yapidergisi.com/makaleicerik.aspx?MakaleNum=37>. 19 Şubat 2017
6. Doğangün, A., Betonarme Yapıların Hesap Ve Tasarımı, 7. baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2013.
7. <http://constructionarticles.blogspot.com.tr/2012/07/yap-tasyc-sistem-elemanlar-1.html>. 19 Şubat 2017
8. <http://forum.skyscraperpage.com/showthread.php?t=150522>. 19 Şubat 2017
9. [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/e056d2b0ebd5c87\\_ek.pdf?dergi=144](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e056d2b0ebd5c87_ek.pdf?dergi=144). 13 Mayıs 2017
10. Karaca, Z., Kasımpzade, A., Ak, M., (2007). Zemin Fiziksel Parametreleri İle Zemin Yatak Katsayıları Arasındaki Bağlantı ve Zemin Yapı Etkileşiminde Uygulama. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Samsun
11. <http://3013fall2014.blogspot.com.tr/2014/12/heath-garwood-1-john-hancock-center.html>. 13 Mayıs 2017
12. <https://www.emporis.com/buildings/116903/axis-chicago-il-usa>. 13 Mayıs 2017
13. <http://docplayer.biz.tr/docs-images/24/2964208/images/49-0.png>.
14. <http://idecad.com.tr/destek/depyon2006/image/image015.JPG>. 4 Mart 2017
15. <http://www.teknikdestek.com.tr/tr/urun/16/testbox-shaketable>. 8 Nisan 2017
16. <http://www.testart.com.tr/FB,234,22,testbox-shaketable-masaustu-sarsma-tablasi-masaustu-elektro-mekanik-sarsma-tablaları-testbox.jpg>. 4 Mart 2017

17. [https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjatLfa\\_u7TAhUDJsAKHQCA-oQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mevzuat.gov.tr%2FMevzuatMetin%2F1.5.3194.pdf&usg=AFQjCNFMsi0LihinzUkpi4e1qaSuvyvsWA](https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjatLfa_u7TAhUDJsAKHQCA-oQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.mevzuat.gov.tr%2FMevzuatMetin%2F1.5.3194.pdf&usg=AFQjCNFMsi0LihinzUkpi4e1qaSuvyvsWA). 4 Mart 2017
18. TDY-2007, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007”, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara, 2007.
19. CSI. SAP2000/NL-PUSH Software, Version 16.0, Computer and Structures, Inc., Berkeley, California, USA, 2016.
20. TS500, “Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.



## ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Trabzon'da doğdum. İlköğrenimimi Trabzon'da İsmetpaşa İlkokulunda tamamladım. Daha sonra orta öğrenimime Bursa Bisaş Ortaokulunda ve son yılımı Akşemseddin Ortaokulunda tamamladım. Lise öğrenimimi Bursa Nilüfer Fatih Lisesinde tamamladım. 2010 yılında Tunceli Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde lisans programına başladım. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü lisans programına yatay geçiş yaptım. 2014 yılında bu bölümden mezun oldum. 2014-2015 yılları arasında vatani görevini tamamladım. 2015 yılında Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında Tezli yüksek lisans Öğrenimine başladım. Aynı dönemde Trabzon'da bir inşaat firmasında çalışmaya başladım. 2016 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Tezsiz yüksek lisans Öğrenimime başladım. 2017 yılında bu bölümden mezun oldum. Halen Trabzon'da çalışmaktayım.