

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**VİSKOZ SÖNÜMLEYİCİ ELEMANLARIN MEVCUT BİR
OKUL YAPISININ SİSMİK DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ ÖZTÜRK

DENİZLİ, ŞUBAT - 2022

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**VİSKOZ SÖNÜMLEYİCİ ELEMANLARIN MEVCUT BİR
OKUL YAPISININ SİSMİK DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZ ÖZTÜRK

DENİZLİ, ŞUBAT - 2022

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

DENİZ ÖZTÜRK

ÖZET

**VİSKOZ SÖNÜMLEYİCİ ELEMANLARIN MEVCUT BİR OKUL
YAPISININ SİSMİK DAVRANIŞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DENİZ ÖZTÜRK
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DR. ÖĞR. ÜYESİ BAYRAM TANIK ÇAYCI)

DENİZLİ, ŞUBAT - 2022

Gerçekleştirilen çalışmanın amacı mevcut okul yapılarının viskoz sönümleyiciler ile güçlendirilerek yapı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Bu kapsamda 3 bloklulu mevcut bir okul binasına farklı sayıda ve süreklilikte akışkan viskoz sönümleyiciler (FVD) uygulanmıştır. Doğrusal olmayan 3 boyutlu yapı modelleri SAP2000 programı kullanılarak modellenmiştir. En etkili uygulama şeklini tespit edebilmek için 3 farklı uygulama biçimi ile güçlendirilen binalar güçlendirme yapılmamış model ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan okul binasının derzlerle ayrılmış 3 bloktan oluşması nedeniyle tüm analizlerde çekiçleme etkileri göz önünde bulundurulmuştur. 21 farklı ivme kaydı çiftinin kullanıldığı çalışmada burulma katsayıları, görelî kat ötelemeleri, tepe yer değiştirmeleri gibi birçok parametre dikkate alınarak detaylı inceleme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde viskoz sönümleyici elemanların sismik talepleri büyük ölçüde azaltabildiği değerlendirilmiştir. Viskoz sönümleyici elemanların kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulandığı durumda çatı yer değiştirme talepleri etkin bir şekilde azalmaktadır. Ancak görelî kat ötelenme oranlarında ani artışlar meydana gelebileceği için düzensiz yapılarda sönümleyici elemanların sürekli şekilde yerleştirilmesi önerilmektedir. Kullanılan yapı modellerinde hesaplanan burulma katsayıları viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlı oranda azalmıştır. Viskoz sönümleyici elemanların uygulandığı durumda üst kat ivme taleplerinde artışlar meydana gelebilmektedir. Bu nedenle mevcut elemanlar üzerindeki talep artışlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sonuç olarak viskoz sönümleyici elemanların mevcut güçlendirme yöntemlerine iyi bir alternatif olabileceği değerlendirilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Viskoz Sönümleyici Elemanlar, Yapısal Güçlendirme, Doğrusal Olmayan Analiz, Çekiçleme Etkileri

ABSTRACT

THE EFFECT OF VISCOUS DAMPER ELEMENTS ON SEISMIC BEHAVIOR OF AN EXISTING SCHOOL BUILDING

MSC THESIS

DENİZ ÖZTÜRK

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
CIVIL ENGINEERING**

(SUPERVISOR:ASST. PROF. BAYRAM TANIK ÇAYCI)

DENİZLİ, FEBRUARY 2022

The aim of this thesis is to evaluate seismic response of an existing school building retrofitted by viscous dampers. For this purpose, fluid viscous dampers (FVD) in different numbers and continuity were applied to an existing school building that have 3 blocks. The nonlinear 3D building models were modeled using the SAP2000 program. In order to determine the most effective application method, the blocks were retrofitted with 3 different retrofit methodology and compared with the non-retrofitted model. Since the investigated school building consists of 3 blocks separated by joints, pounding effects were taken into account in all analyses. In the study, in which 21 different acceleration record pairs were used, a detailed analysis was carried out by considering various parameters such as torsion coefficients, relative story drifts, and roof displacement demands. It can be said that viscous damper elements can greatly reduce the seismic demands. Roof displacement demands are also effectively reduced when viscous damping elements are applied up to the story mid-height. However, this application type has not been evaluated as an effective method since sudden increases may occur in the relative story drift ratios. The torsional coefficients calculated in the used structural models was reduced to a limited extent with viscous damper elements. In cases where viscous damping elements are applied, an increase in the acceleration demands of the upper stories may occur. Therefore, the increase in demand on existing structural members should be taken into account in design stage. As a result, it is considered that viscous damper elements can be a good alternative to existing retrofitting methods.

KEYWORDS: Viscous Dampers, Structural Retrofitting, Nonlinear Analysis, Pounding Effects

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Okul Yapılarında Güçlendirme Çalışmaları	2
1.1.1 Lokal Güçlendirme Uygulamaları	3
1.1.2 Sistem Güçlendirme Uygulaması	5
1.2 Tezin Amacı Ve Kapsamı	9
1.3 Literatür Özeti	9
2. MODEL BİLGİLERİ.....	19
2.1 Kullanılan Yapı Modelleri.....	19
2.2 Akışkan Viskoz Sönümleyiciler (FVD)	22
2.3 Akışkan Viskoz Sönümleyici Model Bilgileri	24
2.4 Doğrusal Olmayan Modelleme.....	26
2.5 Çekiçleme Etkilerinin Modeldenmesi	28
3. İvme Kayıtları.....	30
4. Analiz Sonuçları	33
4.1 Çatı Yer değiştirme Taleplerinin Elde Edilmesi	33
4.1.1 A Blok.....	33
4.1.2 B Blok.....	39
4.1.3 C Blok.....	45
4.2 Görelî Kat Ötelenmesinin Elde Edilmesi	50
4.2.1 A Blok.....	50
4.2.2 B Blok.....	61
4.2.3 C Blok.....	72
4.3 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Elde edilmesi	83
4.3.1 A Blok.....	84
4.3.2 B Blok.....	95
4.3.3 C Blok.....	106
4.4 Maksimum İvme Değerlerinin Elde edilmesi.....	117
4.4.1 A Blok.....	117
4.4.2 B Blok.....	123
4.4.3 C Blok.....	128
4.5 Link Elemanları	133
5. ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....	136
5.1 Yer Değiştirme Taleplerinin Karşılaştırılması	136
5.2 Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması	146
5.3 Burulma Katsayılarının Karşılaştırması	149
5.4 Görelî Kat Ötelemesi Değerlerinin Karşılaştırması	154

5.5	Link Elemanları	159
6.	ÖZET VE SONUÇ	161
6.1	Elde Edilen Sonuçlar	161
6.2	Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler	163
7.	KAYNAKLAR.....	165
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	167

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1: Bingöl Depremi-Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Ortaokulu	2
Şekil 1.2: Betonarme manto ile kolon güçlendirilmesi	3
Şekil 1.3: Kiriş Güçlendirme İşlemi.....	4
Şekil 1.4: Hatalı Çelik Mantolama İşlemi.....	5
Şekil 1.5: Sistem Güçlendirme İşlemi.....	6
Şekil 1.6:Akışkan Viskoz Sönümleyici Uygulama Örneği.....	8
Şekil 2.1: Blok Yerleşim Planı.....	19
Şekil 2.2: A Blok Kalıp Planı.....	20
Şekil 2.3: B Blok Kalıp Planı.....	20
Şekil 2.4: C Blok Kalıp Planı.....	21
Şekil 2.5: Viskoz Akışkan Sönümleyici Detayı (Taylor devices inc., 2020)....	22
Şekil 2.6: M2 Modeli için viskoz sönümleyicilerin yerleşimi	25
Şekil 2.7: M3-M4 Modeli için viskoz sönümleyicilerin yerleşimi	25
Şekil 2.8: M2 Modeline Ait Akışkan Viskoz Elemanların Model Üzerinde Gösterimi.....	26
Şekil 2.9: M2 Momenti İçin Dönme Değerlerinin Tanımlanması	27
Şekil 2.10: M3 Momenti İçin Dönme Değerlerinin Tanımlanması	28
Şekil 3.1: İvme kayıtlarına ait ivme spektrumlarının ve TBDY spektrumu ile karşılaştırması.....	32
Şekil 4.1: A Blok İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri.....	38
Şekil 4.2: B Blok İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri.....	44
Şekil 4.3: C Blok İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri.....	49
Şekil 4.4: A Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	59
Şekil 4.5: A Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	60
Şekil 4.6: B Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	70
Şekil 4.7: B Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	71
Şekil 4.8: C Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	81
Şekil 4.9: C Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	82
Şekil 4.10: TBDY-2018'e Göre Burulma Düzensizliği Tanımı	83
Şekil 4.11: A Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması.....	93
Şekil 4.12: A Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması.....	94
Şekil 4.13: B Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması.....	104
Şekil 4.14: B Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması.....	105
Şekil 4.15: C Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması.....	115
Şekil 4.16: C Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması.....	116

Şekil 4.17: A Blok İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması	122
Şekil 4.18: B Blok İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması	127
Şekil 4.19: C Blok İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması	132
Şekil 4.20: A-B Blok Link Eleman	134
Şekil 4.21: B-C Blok Link Eleman	135
Şekil 5.1: Tüm Bloklar İçin X Doğrultusu Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırması	144
Şekil 5.2: Tüm Bloklar İçin Y Doğrultusu Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırması	145
Şekil 5.3: Tüm Bloklar İçin Maksimum Katlara Ait Ortalama Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması	148
Şekil 5.4: Tüm Bloklar İçin Burulma Katsayılarının Karşılaştırması	153
Şekil 5.5: Tüm Bloklar İçin X Doğrultusuna Ait Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırması	157
Şekil 5.6: Tüm Bloklar İçin Y Doğrultusuna Ait Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırması	158
Şekil 5.7: Link Elemanları	160

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1: A Blok Kolon Eleman Bilgileri	21
Tablo 2.2: B Blok Kolon Eleman Bilgileri	21
Tablo 2.3: C Blok Kolon Eleman Bilgileri	22
Tablo 2.4: Bloklara Ait Yapı Ağırlıkları Ve Birinci Mod Periyotları.....	22
Tablo 2.5: Akışkan Viskoz Sönümleyici Modellerinde Kullanılan Katsayılar.	25
Tablo 3.1: Yapı Bilgileri	30
Tablo 3.2: Analizlerde Kullanılan İvme Kayıtları	31
Tablo 4.1: A Blok M1 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	34
Tablo 4.2: A Blok M2 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	35
Tablo 4.3: A Blok M3 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	36
Tablo 4.4: A Blok M4 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	37
Tablo 4.5: B Blok M1 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	40
Tablo 4.6: B Blok M2 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	41
Tablo 4.7: B Blok M3 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	42
Tablo 4.8: B Blok M4 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	43
Tablo 4.9: C Blok M1 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri	45
Tablo 4.10: C Blok M2 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri.....	46
Tablo 4.11: C Blok M3 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri.....	47
Tablo 4.12: C Blok M4 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri.....	48
Tablo 4.13: A Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	51
Tablo 4.14: A Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	52
Tablo 4.15: A Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	53
Tablo 4.16: A Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	54
Tablo 4.17: A Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	55
Tablo 4.18: A Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	56
Tablo 4.19: A Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	57

Tablo 4.20: A Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	58
Tablo 4.21: B Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	62
Tablo 4.22: B Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	63
Tablo 4.23: B Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	64
Tablo 4.24: B Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	65
Tablo 4.25: B Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	66
Tablo 4.26: B Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	67
Tablo 4.27: B Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	68
Tablo 4.28: B Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	69
Tablo 4.29: C Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	73
Tablo 4.30: C Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	74
Tablo 4.31: C Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	75
Tablo 4.32: C Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	76
Tablo 4.33: C Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	77
Tablo 4.34: C Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	78
Tablo 4.35: C Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	79
Tablo 4.36: C Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri	80
Tablo 4.37: A Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	85
Tablo 4.38: A Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	86
Tablo 4.39: A Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	87
Tablo 4.40: A Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	88
Tablo 4.41: A Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	89
Tablo 4.42: A Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	90
Tablo 4.43: A Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	91
Tablo 4.44: A Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	92

Tablo 4.45: B Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	96
Tablo 4.46: B Blok M1 Modeli Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	97
Tablo 4.47: B Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	98
Tablo 4.48: B Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	99
Tablo 4.49: B Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	100
Tablo 4.50: B Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	101
Tablo 4.51: B Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	102
Tablo 4.52: B Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	103
Tablo 4.53: C Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	107
Tablo 4.54: C Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	108
Tablo 4.55: C Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	109
Tablo 4.56: C Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	110
Tablo 4.57: C Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	111
Tablo 4.58: C Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	112
Tablo 4.59: C Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	113
Tablo 4.60: C Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları	114
Tablo 4.61: A Blok M1 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	118
Tablo 4.62: A Blok M2 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	119
Tablo 4.63: A Blok M3 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	120
Tablo 4.64: A Blok M4 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	121
Tablo 4.65: B Blok M1 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	123
Tablo 4.66: B Blok M2 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	124
Tablo 4.67: B Blok M3 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	125
Tablo 4.68: B Blok M4 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	126
Tablo 4.69: C Blok M1 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	128
Tablo 4.70: C Blok M2 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	129
Tablo 4.71: C Blok M3 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	130
Tablo 4.72: C Blok M4 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri	131
Tablo 5.1: A Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması.....	138
Tablo 5.2: A Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması.....	139
Tablo 5.3: B Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması.....	140

Tablo 5.4: B Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması.....	141
Tablo 5.5: C Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması.....	142
Tablo 5.6: C Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması.....	143
Tablo 5.7: A Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Ortalama Maksimum İvme Değerleri (m/s ²).....	147
Tablo 5.8: B Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Ortalama Maksimum İvme Değerleri (m/s ²).....	147
Tablo 5.9: C Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Ortalama Maksimum İvme Değerleri (m/s ²).....	147
Tablo 5.10: A Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Maksimum Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması.....	150
Tablo 5.11: B Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Maksimum Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması.....	151
Tablo 5.12: C Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Maksimum Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması.....	152
Tablo 5.13: A Blok X Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri	155
Tablo 5.14: A Blok Y Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri	155
Tablo 5.15: B Blok X Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri	155
Tablo 5.16: B Blok Y Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri	155
Tablo 5.17: C Blok X Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri	156
Tablo 5.18: C Blok Y Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri	156

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesindeki destek ve katkılarından dolayı danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI başta olmak üzere bu yolda üzerimde emeği geçmiş tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimi konusunda beni cesaretlendiren Ali Dönmez ve ablam Zarife Baykent'e ayrıca teşekkür etmek isterim.

Hayatımın her alanında benden desteğini esirgemeyen ve her zaman varlıklarıyla bana güven veren aileme ve desteklerini her zaman hissettiğim arkadaşlarım Emine Çetintaş ve Sema Keskin'de teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Türkiye, sismik açıdan dünyadaki en aktif bölgelerden birinde yer almaktadır. Geçmiş yıllarda meydana gelen birçok yıkıcı depremde çok sayıda can ve mal kaybı yaşanmıştır. Yönetmelikler ve yapım tekniklerinde gözlenen gelişmelere rağmen mevcut yapı stokunun önemli bir kısmının sismik açıdan yetersiz olması nedeniyle meydana gelen büyük depremlerde can ve mal kaybının önüne geçilememektedir.

1999 yılında yaşanan Kocaeli depreminde 18373 kişi, 2002 yılında yaşanan Afyonkarahisar depreminde 44 kişi, 2003 yılında yaşanan Bingöl depreminde 177 kişi, 2010 yılında yaşanan Elazığ depreminde 41 kişi, 2011 yılında yaşanan Van depreminde 604 kişi, 2020 yılında yaşanan Elazığ depreminde 41 kişi, Ege denizi depreminde ise 116 kişi hayatını kaybetmiş ve birçok kişi yaralanmıştır. Bu kayıpların önüne geçmek için deprem dayanımı yetersiz olan birçok konut ve kamu yapısı için güçlendirme çalışmaları yapılmaktadır.

Okul yapılarının birçok nedenden dolayı deprem taleplerini en az hasarla atlama beklenmektedir. Bu durumun birinci nedeni insanların en kolay ulaşabildikleri ve en yaygın kamu binaları olmasıdır. Okul yapıları deprem ya da benzer yıkıcı afetler sonrası toplanma-barınma alanları ya da afet yönetim merkezleri olarak kullanılabilir özelliklerde olmalıdır. Bu nedenle deprem yönetmeliklerinde “deprem sonrası kullanılması gereken binalar” sınıfında yer almaktadır. Ayrıca öğrencilerin yoğun olarak bulunması nedeni ile risk düzeyi yüksek yapılardır.

Ancak geçmiş birçok yıkıcı deprem sonrası okul yapılarının da konut yapılarına benzer yetersizlikler içerdiği ve bu nedenle ağır hasar gördüğü ya da yıkıldığı gözlemlenmiştir. 6.4 (Mw) büyüklüğündeki 2003 Bingöl depreminde Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Ortaokulu tamamen yıkılıp enkaz altında 198 öğrenci kalmıştır ve 115 kişi sağ çıkarılmıştır (Şekil 1.1). Kötü zemin üzerine yapılmış yapıda sınılaşma etkisi görülmüştür. Okuldaki betonun normal değerlerin çok altında mukavemete sahip olduğu ve demir iççiliğinin yetersiz kaldığı, tamamen dağılmış beton içinde taş parçalarına rastlandığı açıklanmıştır. 7.2 (Mw) büyüklüğündeki 2011 Van depreminde Gedikbulak Ortaokulu az katlı perdeli bir yapı olmasına rağmen

yıkılmıştır. Betonarme perde donatılarındaki yetersiz kenetlenmeden dolayı beklenen performansı göstermemiştir. 1999 Marmara depreminde, İstanbul’da 20 okul kullanılamaz hale gelmiştir, İzmit’te 27 okul, Gölcük’te 2 okul, Sakarya’da da 13 okul, Yalova’da 13 okul yıkılmıştır. Orta büyüklükte bir deprem olmasına rağmen 2011 Simav (Mw: 5.8) depremi sonrasında dahi ağır hasar alan ya da kısmen göçen okul yapılarının olduğu rapor edilmiştir (Ozmen ve diğ., 2015)



Şekil 1.1: Bingöl Depremi-Çeltiksuyu Yatılı İlköğretim Bölge Ortaokulu

Deprem sonrası hasar ve can kayıplarının en aza indirilebilmesi için okul yapılarının güçlendirilmesi ile ilgili çalışmalar özellikle son yirmi yılda hız kazanmıştır. Ancak eğitim faaliyetlerinin olumsuz etkilenmesi nedeniyle güçlendirme uygulamaları genellikle yaz aylarında sınırlı bir süre içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bunun önemli bir nedeni geleneksel güçlendirme yöntemlerinin temel seviyesinden başlayarak tüm yapı boyunca uygulanması ve bu süre içerisinde yapının kullanılamaz durumda olmasıdır.

1.1 Okul Yapılarında Güçlendirme Çalışmaları

Bir yapının sismik açıdan yeterli hale getirilmesi temelde iki farklı yaklaşım ile gerçekleştirilmektedir. Deprem dayanımı yetersiz olan elemanlar belirlenerek yeterli hale getirilmesi hedeflenebilir. Bu kapsamda gerçekleştirilen güçlendirme çalışmaları “lokal uygulamalar” olarak sınıflandırılmaktadır. Yapı sisteminin genel olarak yatay ötelenme rijitliğinin artırılması ve mevcut elemanlar üzerindeki taleplerin azaltılmasını hedefleyen çalışmalar ise “sistem güçlendirmesi” olarak adlandırılmaktadır. Lokal güçlendirme uygulaması sistem güçlendirmesiyle karşılaştırıldığında sistem rijitliği ve yatay ötelenmeleri sınırlamada etkisi daha

düşüktür. Lokal güçlendirme uygulamaları yetersiz elemanlara mantolama işlemi, lifli polimer sargılama işlemi bunlara örnek olarak verilebilir. Sistem güçlendirme uygulaması yapıya perde ilave edilmesi, çelik diyagonellerle güçlendirme örnek olarak gösterilebilir.

1.1.1 Lokal Güçlendirme Uygulamaları

Lokal güçlendirme uygulamalarında birinci amaç sismik talepler altında yetersiz olduğu tespit edilen elemanların güçlendirilmesidir. Yetersiz elemanların moment, aksenal yük ya da kesme kuvveti taşıma kapasitesi artırılabilir. Şekil değiştirme kapasitesi yetersiz olan elemanların ise süneklik kapasitesini arttırmaya yönelik uygulamalar tercih edilebilir. En çok tercih edilen lokal güçlendirme uygulaması, kolon kesitinin mantolama yöntemi ile büyütülmesidir. Mevcut kolon ya da kiriş elemanın yük taşıma kapasitesi ilave manto ile artırılabilir. Elemanların kesme kuvveti taşıma kapasitesini ya da sargı etkisini arttırmaya yönelik olarak lifli polimer sargı uygulaması ya da çelik levhalar ile güçlendirme yöntemi tercih edilen başka yaklaşımlardır. Betonarme kolon ve kiriş elemanlarda tipik bir manto uygulaması Şekil 1.2 ve 1.3'te gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Betonarme manto ile kolon güçlendirilmesi



Şekil 1.3: Kiriş Güçlendirme İşlemi

Lokal güçlendirme uygulamaları sırasında ilave elemanların düşey doğrultuda sürekliliğinin sağlanması büyük önem taşımaktadır. Uygulama zorluğu nedeniyle betonarme manto uygulamasının kiriş alt kotunda bitirildiği ya da temel seviyesine kadar indirilmediği durumda beklenen etkinlikte çalışması mümkün değildir. Uygulama sırasında yapılan hatalar nedeniyle yapı davranışına olumsuz etkilerinin olması da mümkündür. Özellikle betonarme elemanların çelik elemanlarla güçlendirilmesi durumunda, iki farklı malzemenin birlikte çalışmasının sağlanması önem arz etmektedir. Şekil 1.4'te hatalı bir çelik manto uygulaması çalışması görülmektedir. Çelik lamaların birleşim bölgesinde sürekliliği bulunmamakta ve özel bir önlem alınmadığı görülmektedir. Bu tip uygulamalarda kesme dayanımı yetersiz olan birleşim bölgelerinde meydana gelen kuvvet taleplerinde önemli artışlar ve ağır hasar oluşumu gözlenebilmektedir. Ayrıca kiriş elemanların çelik ilave elemanlarla bilinçsiz bir şekilde moment dayanımının arttırılması güçlü kiriş-zayıf kolon oluşumuna neden olabilmektedir.



Şekil 1.4: Hatalı Çelik Mantolama İşlemi

1.1.2 Sistem Güçlendirme Uygulaması

Sistem güçlendirme uygulamalarındaki birinci amaç yapı davranışının iyileştirilmesi ile mevcut elemanların hasar düzeyinin azaltılmasıdır. Sismik etkiler altında yapının toplam yanal ötelenmesinin azaltılması en etkin sistem iyileştirme yöntemlerinden birisidir. Yapıya ilave betonarme perdeler eklenerek toplam rijitliğinin artırılması en çok kullanılan sistem güçlendirme uygulamasıdır. Yapıya eklenen güçlendirme perdelerinin kuvvet ve moment taşıma kapasitesi çevresindeki mevcut elemanlara oranla genellikle çok daha yüksektir. Ayrıca akma sınırına kolon elemanlardan çok daha düşük yer değiştirmeler altında ulaşmaktadır. Bu nedenle sisteme eklenen güçlendirme perdelerinin mevcut elemanlarla birlikte çalışmasının sağlanması büyük önem arz etmektedir. Güçlendirme perdelerinin beklenen katkıyı sunması için mevcut elemanlara bağlanması için kullanılan ankrajların doğru şekilde yerleştirilmesi ve düşey sürekliliğinin sağlanması gerekmektedir. Ayrıca temel sistemi perde altında oluşan ek kuvvetleri taşıyacak düzeyde olmalıdır. Bu nedenle çoğu durumda perde ilavesi ile birlikte temel sisteminin de güçlendirilmesi gerekmektedir.

Şekil 1.5'te görüleceği gibi bu uygulamalar sırasında yapının herhangi bir amaçla kullanılması mümkün değildir. Ancak çok yetersiz yatay dayanıma sahip ve süneklik düzeyi düşük eski okul yapılarının performans düzeyinin iyileştirilebilmesi için sisteme ilave perde eklenmesi çoğunlukla zorunlu olmaktadır.



Şekil 1.5: Sistem Güçlendirme İşlemi

Bir diğer sistem güçlendirme yöntemi, yapıya çelik çaprazlar (diyoganeller) eklenerek yatay ötelenmelerin sınırlandırılmasıdır. Görece hafif bir uygulama olan çelik diyoganellerle sistem güçlendirmesi sırasında toplam yapı kütlesi sınırlı ölçüde artacağı için toplam deprem kuvveti daha sınırlı oranda artmaktadır. Ancak çelik sisteminin bağlanacağı çerçevenin meydana gelen ilave zorlanmaları karşılayacak düzeyde olması gerekmektedir. Çelik sistem ve betonarme çerçeve sistemin birlikte çalışmasının da sağlanması gerekmektedir.

Okul yapılarında gerçekleştirilen güçlendirme uygulamaları sırasında eğitim-öğretim faaliyetlerinin devam etmesi mümkün değildir. Bu nedenle okul yapıları uygulama boyunca boşaltılmaktadır. Genellikle uygulamanın tatil dönemlerinde başlayarak sonraki eğitim-öğretim dönemine yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Ancak uygulama zorlukları ve çalışmanın kapsamına da bağlı olarak güçlendirme uygulamasının tatil süreleri boyunca bitirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu nedenle eğitim-öğretim faaliyetlerinde aksaklıklar yaşanmaktadır. Toplam okul sayısının sınırlı olması nedeniyle güçlendirme uygulamasının çok sayıda okulda aynı anda başlatılması mümkün olmamaktadır. Yüksek deprem riski taşıyan bölgelerde aynı

anda güçlendirilecek okul sayısının az sayıda olması, can ve mal güvenliğini tehdit etmektedir.

Son yıllarda izolatör sistemlerinin mevcut yapılara uygulanması tercih edilmeye başlanan bir güçlendirme yöntemidir. Geleneksel yöntemlerde yapının rijitliği arttırıldığında yapıda meydana gelen ötelenme talepleri azalmakta ancak kuvvet talepleri rijitlik oranında artmaktadır. Sismik izolasyonlu sitemlerde ise depreme dayanma kapasitesini arttırmak yerine depremin binadan talebini azaltarak depreme dayanıklı yapı tasarımı sağlamak amaçlanmaktadır. Sismik izolasyon sistemleri yapının periyodunu ve sönümünü arttırarak yapıya daha küçük deprem kuvvetlerinin gelmesini sağlamakta ve hasarı en aza indirmektedir.

Sismik izolatörler uygun yerleştirilirse düzensiz yapılarda burulma etkilerini önleyebilmektedir. Sismik izolasyonlu yapılarda yapısal ya da yapısal olmayan elemanlardaki hasar minimum seviyede tutulmaktadır bu yüzden depremden sonra yapı hemen hizmet vermeye devam edebilmektedir. Sismik izolasyonlu yapıların avantajlarından biri de yapısal olmayan elemanların (değerli eşyalar, hastane cihazları, tarihi eserler v.b. güvenliğini sağlamasıdır. Aynı zamanda sismik izolasyonu tarihi yapı güçlendirmelerinde özgün niteliklerinin korunmasını sağlar.

Yapısal izolasyonun yapı periyotlarını uzatması yumuşak zeminler üzerine inşa edilmiş yapılar için sakıncalı olup ve bitişik nizam yapılarda izolasyon yapılması uygun değildir. Taban izolasyonu üst yapı ve temelin birbirinden ayrılmasıdır. Yapılarda genel olarak kolon alt, orta ve üst bölgelerine yerleştirmektedir. Yapı güçlendirme yöntemi olarak önemli avantajları olmasına rağmen, taban izolatörlerinin mevcut bir yapıda uygulanması büyük zorluklar içermektedir. İzolatörlerin uygulanabilmesi için kolon elemanların temel seviyesinden kesilerek krikoyardımlarıyla kaldırılması gerekmektedir. Bodrum perdelerinin varlığı, kısmi bodrum ve temel boyunca kot farklılıklar sistemin uygulanmasını güçleştiren diğer zorluklardandır.

Mevcut okul yapılarının güçlendirilmesinde en etkin uygulanabilecek sismik izolasyon yöntemlerinden birisi çerçeveler arasına yerleştirilen akışkan viskoz sönümleyicilerdir.

Akışkan viskoz sönümleyiciler sismik etkiler sırasında yeni ve mevcut binaların korunmasını sağlar ve esnek tasarım için ekonomik bir çözüm sunmaktadır. Akışkan viskoz sönümleyicilerde meydana gelen tepkiler hız ile doğru orantılıdır bu nedenle yapı titreşim periyodunu ve rijitliğini değiştirmez ve frekanstan bağımsız olarak her harekette devreye girmektedir. Akışkan viskoz sönümleyicileri pasif bir izolasyon yöntemidir bu nedenle güç kaynağına ihtiyaç yoktur. Akışkan viskozların iki ucunda hareket olduğunda sismik enerji ısıya dönüştürülür ve güvenli şekilde ısı atmosfere yayılırken sönümleyiciler devreye girmektedir. Aynı zamanda düzenli bakım gerektirmez ve sıcaklık değişimiyle performans düşüşü olmamaktadır. Yapılarda etkili sönümlenme ne kadar yüksek ise tepkiler o kadar düşük olmaktadır. Yapının her katına yerleştirilmesi gerekmemektedir. Sönümleyicilerin verimliliğini üst seviyeye çıkarmak için genellikle stratejik konumlara yerleştirilmektedir. (Taylor devices inc., 2020)

Mevcut yapıların güçlendirilmesinde akışkan viskoz sönümleyicilerin önemli bir avantajı da taban izolatörlerinde olduğu kolonların kesilmesi gibi herhangi bir tahribata neden olmamasıdır. Bu nedenle kısa sürede ve yapı servis süresinde önemli kayıplar olmadan uygulanabilmektedir.

Şekil 1.6'da çerçeveler arasına uygulanmış tipik bir akışkan viskoz sönümleyici elemanı görülmektedir.



Şekil 1.6:Akışkan Viskoz Sönümleyici Uygulama Örneği

1.2 Tezin Amacı Ve Kapsamı

Gerçekleştirilen tezin amacı, viskoz sönümleyici elemanların mevcut yapıların sismik davranışını ne ölçüde iyileştirilebildiğinin araştırılmasıdır. Viskoz sönümleyici elemanlar özellikle okul yapıları gibi hızlı iyileştirilmesi gereken binalarda geleneksel güçlendirme yöntemlerine oranla büyük uygulama kolaylığı sağlamaktadır.

Bu kapsamda, 3 bloktan oluşan mevcut bir okul yapısının akışkan viskoz sönümleyiciler ile güçlendirilerek yapı üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Bu kapsamda okul binasına ait her blok farklı sayıda ve süreklilikte akışkan viskoz sönümleyiciler uygulanmıştır. Yapı modelleri SAP2000 programı kullanılarak modellenmiştir (CSI Sap 2000). Blokların güçlendirme yapılmamış hali M1, bütün katlarda sadece köşeleri birer tane sönümleyici kullanılarak güçlendirilen sistem M2, tüm kat boyunca köşelere x-y yönünde sönümleyici kullanılarak güçlendirilen sistem M3 ve kat yüksekliğinin yarısına kadar x-y yönünde güçlendirilen sistem M4 olarak adlandırılmıştır. Geçmişte meydana gelmiş 21 farklı deprem kaydı çifti etkisi altında zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizler gerçekleştirilmiştir

En etkili güçlendirme yerleşimini bulmak için 3 farklı uygulama biçimi ile güçlendirilen binalar güçlendirme yapılmamış M1 modeli ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan okul binasının derzlerle ayrılmış 3 bloktan oluşması nedeniyle tüm analizlerde çekiçleme etkileri göz önünde bulundurulmuştur.

21 farklı deprem kaydı çifti dikkate alındığı çalışmada burulma, görelî kat ötelenmeleri, tepe yer değiştirmeleri, link(çarpışma) kuvvetleri olmak üzere birçok parametre dikkate alınarak detaylı bir inceleme gerçekleştirilmiştir.

1.3 Literatür Özeti

Viskoz sönümleyiciler ve yapıların sismik performansları ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar bu bölümde incelenmiştir.

Constantinou (1993) tarafından yapılan çalışma kapsamında; İlave akışkan sönümleme cihazları ile modellenen yapıların ilkinde hiç damper bulunmamaktadır,

ikinci modelde ilk katta 2 damper, üçüncü modelde ilk katta 4 damper, son modelde her katta 2 damper bulunmaktadır. Bu modeller ile yapıların sismik tepkisine ilişkin deneysel bir çalışmaları incelenmektedir. Model yapısı üzerinde toplam 66 deprem simülasyon testi yapılmıştır ve akışkan sönümleyicilerin eklenmesi ile ivme, kat kesme kuvveti ve katlar arası sürüklenmede azalma gözlenmektedir aynı zamanda sönümlü yapıda yüksek modlar neredeyse tamamen bastırılır ve kat ivmelerinin tepe değerleri aynı zamanlarda meydana gelirken sönümsüz yapıda farklı zamanlarda geldiği görülmektedir. Temel moddaki sönümlenmenin 2 sönümleyicili modelde %9.9, 4 sönümleyicili modelde %17.7, 6 sönümleyicili modelde %19.4 şeklinde değiştiği görülmektedir. Akışkan viskoz sönümleyicilerin dahil edilmesi, kat ötelenmelerinde %30 ila %70'lik, kat kesme kuvvetlerinde %40 ila %70 oranında azalma gözlenmektedir. Test edilen çelik model yapıya akışkan sönümleyicilerin eklenmesinin, sönümleyiciler olmadan aynı yapının tepkisine kıyasla katlar arası ötelemelerde, zemin ivmelerinde ve kat kesme kuvvetlerinde iki ila üç kat azalma ile sonuçlandığını göstermektedir.

Uriz (2001) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 3 katlı çelik yapının Los Angeles'taki tasarım deprem sarsıntısını temsil eden on deprem geçmişi ve Los Angeles'taki maksimum deprem sarsıntısını temsil eden iki deprem geçmişi kullanılarak lineer akışkan viskoz sönümleyiciler ile güçlendirilmektedir. Yapıya damperler 1-2, 2-3 ve 3-4 bölmelerin her katına diyagonal şekilde yerleştirilmektedir. Tasarımın tüm on deprem geçmişi için tüm kirişlerdeki plastik dönmeleri ortadan kaldırmak amaçlanmaktadır. Sönümlü çerçevenin ikinci kat ve üçüncü kat kirişlerinde büyük plastik dönmeler hesaplanmaktadır bunların çoğu önemli ölçüde azaltılırken tamamen ortadan kaldırılamadığı aynı zamanda deformasyonların büyük ölçüde azalmasına ve kolonlardaki kesme kuvvetlerinin azalmasına rağmen kat kesme kuvvetlerinde arttığı görülmektedir. Düşük katlı sönümlü çelik çerçeveler yüksek düzeyde sönüm eklenmedikçe giriş plastik dönmeleri ortadan kaldırmamaktadır ve çalışmada görüldüğü gibi üç katlı çerçeveye yaklaşık %40 sönüm eklenmesi, yer değiştirmelerde ve plastik dönmelerde önemli azalmalara yol açarken çerçeve kat kesmelerinde ve kolon eksenel kuvvetlerinde büyük artışlarla sonuçlanmaktadır.

Tremblay (2001) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 2, 4, 8 ve 12 katlı chevron çelik çaprazlar kullanılan yapılar için a ve b iki deprem grubu kullanılarak

çapraz akma yükünün %100'ünü, %80'ini ve %60'ını oluşturabilen güçlü kirişlerle çaprazlama incelenmektedir. Çapraz elemanlar uçları sabitlenmiş elastik olmayan çapraz burkulma elemanları ile modellenen yapılarda bina yükseklikleri kat ötelemesi, çaprazlama elemanları üzerindeki çekme ve basınçta süneklik talebi, çaprazlama dirseklerinin kolonlardaki eğilme momenti ve kiriş dönmeleri olarak dört parametre ile karşılaştırılmaktadır. Aynı zamanda bu çerçeveler için iki yaklaşım olarak R faktörü 2.0 ve 3.0 olan çerçeveler kullanılmaktadır. R faktörü 2.0 olan nominal sünekliğe sahip çaprazlı çerçeveler için kirişlerin yalnızca çapraz elemanların burkulmasını başlatmak için yeterince güçlü olması gerekmektedir ve ikinci R faktörü 3.0 olan kirişler, basınç çaprazlarının burkulmasından sonra çekme çaprazlarının akma direncinin önemli bir kısmını geliştirmesine izin verecek ve çaprazların burkulmasından kaynaklanan yanıl dayanım kaybını telafi edecek yeterli kapasiteye sahip olduğu görülmektedir. Maksimum tepe kat ötelenmesinin genellikle bina yüksekliği ile arttığını göstermektedir NDBF yapıları da genellikle DBF yapılarından çok daha büyük deformasyonlara ve kat ötelenmelerine uğramaktadır. NDBF sistemlerinin 8 ve 12 katlı binalar, B kayıt topluluğunda 4 katlı binalar için uygun olmadığı 2 katlı yapılar için olduğu görülmektedir. A grubu, NDBF sisteminin yüksekliği 4 katı geçmemeli ve DBF-60 sistemine sadece 8 kata kadar olan binalarda izin verilmektedir. 8 ve 12 katlı DBF-60 binalarında daha yüksek momentler gözlemlenmektedir. Sonuç olarak NDBF sistemine 2 kata kadar, DBF-60 sistemine 4 kata kadar, DBF-100 sistemine 8 kata kadar izin verilmektedir.

Lin And Chopra (2002) tarafından yapılan çalışma kapsamında; Belirli bir tasarım spektrumu için doğrusal olmayan akışkan viskoz sönümleyiciye (FVD) sahip 20 yer hareketi kullanılarak SDF sistemlerin tepkilerini incelenmek ve damperlerin özelliklerini belirlemek için bir yaklaşım sunulmaktadır. Lineer olmayan FVD'ler, aynı ζ_{sd} ile farklı α değerleri tanımlanarak yapı tepkisinin en etkili ζ_{sd} ve α bulmak amaçlanmaktadır. Doğrusal olmayan FVD'lere sahip enerji eşdeğeri SDF sistemlerinin tepkisi damper doğrusal olmayan parametresi α , ek sönümlenme oranı ζ_{sd} , sistemin doğal titreşim periyodu T_n ve sistemin doğal enerji dağıtma kapasitesini temsil eden sönüm oranı ζ incelenmektedir. $\zeta_{sd}=0.05, 0.15, 0.30$ $\alpha= 0.7, 0.5$ ve 0.35 SDF sisteminin doğal sönümlenmesi $\zeta = \%5$ olarak sabitlenmektedir ve doğal titreşim periyodu T_n 0,05 ile 5 saniye arasında değiştirilmektedir. Damperin lineer olmamasından dolayı damper kuvvetindeki azalma, sistem periyoduyla birlikte

artmaktadır. Ek sönümleme iç kuvvetleri azaltmada daha etkili örneğin yapısal deformasyon $\zeta_{sd} = \%5$ olduğunda $\%25$ 'e , $\zeta_{sd} = \%30$ olduğunda $\%60$ 'a kadar azalmaktadır.

Martinez Rodrigo (2003) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 6 katlı çelik yapı orta bölmesinde kat başına 2 akışkan damper MRF'lerin orta bölmesine zikzak çaprazlı çerçevelerin yerleştirilmesi ve akışkan VS damperlerinin her bir desteğin bir ucuna monte edilmesi ile güçlendirilmektedir. Doğrusal olmayan akışkan damperleri ile optimum güçlendirme oluşturmak ve doğrusal ve doğrusal olmayan damperlerin tepkisini karşılaştırmaktır. Farklı güçlendirme şekilleriyle yapısal performansı değerlendirmek için basit sayısal prosedür geliştirmek, doğrusal olmayan damperler ile optimum güçlendirme sağlamak, damperlerin kuvvet azalmalarına neden olabileceğini kanıtlamak amaçlanmaktadır. Doğrusal olmaya hız üssü α iki performans indeksi açısından araştırılarak yapısal tepkiler karşılaştırılmaktadır. Katlar arası ötelenmenin dört değeri ($x_0 = 0.20, 0.35, 0.50, 0.65$) ve hız üssü 8 değeri ($\alpha = 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$) için zaman geçmişi analizi yapılmaktadır. Sonuç olarak α değeri arttıkça kat maksimum ivmelerinin azaldığı, daha yüksek α değerlerinde katlar arası kaymaların azaldığı görülmektedir. Bu nedenle, damper davranışı lineer yani α değeri 1'e yaklaştıkça yapısal performans iyileşmektedir. Doğrusal olmayan durumda damperlerin maruz kaldığı maksimum kuvvetin, benzer yapısal sismik performansa sahip doğrusal güçlendirme durumuna kıyasla $\%35$ 'ten daha fazla azaltılabileceği bulunmuştur.

Goel(2005) tarafından yapılan çalışma kapsamında; Doğrusal olmayan viskoz sönümleyicilerle güçlendirilmiş tek katlı bir yapıda 20 deprem ivmesi kullanılarak asimetrik planlı sistemler modellenmiştir. Lineer olmayan viskoz damperlerinde hız üssü alfa değerleri olarak 0.7, 0.5, 0.35 değerleri kullanılmıştır. Simetrik ve asimetrik sistemlerin lineer ve lineer olmayan damperler kullanılan tasarımında, lineer olmayan damperlerin deformasyonları azaltmadaki etkisi ve doğrusal olmayan sistemlerin analizinin karmaşıklığı incelenmektedir. Doğrusal olmayan sönümleyici sistemlerde sönüm katsayısını belirlemek için yinelemeli bir prosedür gerekirken doğrusal sönümleyicili sistemlerde gerekli değildir. Doğrusal olmayan akışkan viskoz sönümleyiciler büyük hızlarda tepe sönümleyici kuvvetini sınırlama avantajına sahip olduğu görülmüştür. Doğrusal olmayan sönümleyicilerin doğrusal sönümleyicilere

oranla çok daha küçük sönümleyici kuvveti kullanıldığı aynı zamanda kısa periyotlu sistemlerin kenar deformasyonlarını ve plan dönüşlerini %20'e varan azalmalar yapısal tepkilerde görülmüştür. Doğrusal olmayan sönümleyiciler kısa periyotlu sistemlerin esnek kenar deformasyonlarında %25 'e kadar azalırken uzun periyotlu sistemlerde %10 olduğu bulunmuştur. Doğrusal olmayan sönümleyici doğrusal olmayan sistemlerde taban kaymasını etkilemezken, doğrusal olmayan sistemlerde taban kaymasını uzun periyotlarda %5 ile %10 arasında kısa periyotlarda %20'ye varan azalmalar görülmüştür. Sonuç olarak seçilen bir sistem için hem deformasyonlardaki azalmanın hem de damper doğrusal olmamasından kaynaklanan damper kuvvetlerinin aynı anda elde edilemeyebileceğine dikkat edilmelidir; kısa periyotlu sistemlerde deformasyon azalması olurken, daha uzun periyotlu sistemlerde damper kuvvetinde azalma meydana geldiği görülmüştür.

Pavlou And Constantinou (2006) tarafından yapılan çalışma kapsamında; Sönümsüz çerçeveler ve farklı enerji yayılım sistemleri ile donatılmış sönümlü çerçeveler için ve uzak alan, yakın alan ve yumuşak zemin deprem geçmişleri için doğrusal olmayan tepki analizleri yapılmıştır. 6 çerçeve sistemi kullanılmıştır. 1. Çerçeve uzak alan yer hareketleri için elastik çerçeve davranışı varsayıldığında %10 viskoz sönüm oranı sağlamak için doğrusal bir viskoz sönümleme sistemi ile donatılmıştır, 2. Çerçeve uzak alan yer hareketleri için elastik çerçeve davranışı varsayıldığında %20 viskoz sönüm oranı sağlamak üzere doğrusal bir viskoz sönümleme sistemi ile donatılmıştır, 3. Çerçeve yumuşak zemin yer hareketleri için elastik çerçeve davranışı varsayıldığında %10 viskoz sönüm oranı sağlamak için doğrusal bir viskoz sönümleme sistemi ile donatılmıştır, 4. Çerçeve yakın alan fay-normal yer hareketleri için elastik çerçeve davranışı varsayıldığında %10 etkin viskoz sönüm oranı sağlamak için doğrusal olmayan bir viskoz sönümleme sistemi ile donatılmıştır, 5. Çerçeve uzak alan yer hareketleri için tasarlanmış bir metalik akma sönümleme sistemi ile donatılmıştır, 6.Çerçeve metalik akma sisteminin birinci, ikinci ve üçüncü katlarda 24, 18 ve 14 plaka olmak üzere iki katı üçgen plakadan oluşması dışında bu çerçeve 5. Çerçeve ile aynıdır. Doğrusal ve doğrusal olmayan viskoz sönümleme cihazlarının kullanılmasıyla elde edilen mutlak zemin hızlarındaki azalma, set 1 için üç katlı çerçeveler için %20 düzeyindedir ve çerçevelerin katları boyunca tutarlı olduğu gözlenmiştir. Çerçeve 1'e kıyasla metalik akma cihazlarının sayısının iki katına çıktığı 2. çerçevenin tepkisi, ötelemelerde ve plastik mafsal dönüşlerinde

azalma ile görüldüğü gibi yapısal sistem performansında iyileşme olduğunu ortaya koymaktadır.

Dicleli (2007) tarafından yapılan çalışma kapsamında; FVD'li, FVD'siz tek ve çok katlı çelik şerit çaprazlı çerçevelerin (CBF) küçük, orta ve büyük şiddetteki depremleri temsil edecek şekilde ölçeklendirilmiş çeşitli frekans özelliklerine sahip yer hareketleri kullanılarak sismik performansını, yer hareketinin yoğunluk ve frekans özelliklerini karşılaştırmaktadır. Viskoz akışkan sönümleyicili yapıların sönüm oranının ve hız üssünün çerçevelerin sismik performansı üzerindeki etkisini incelemektedir. Daha küçük hız üslü ve daha büyük sönüm oranına sahip viskoz sönümlü yapıların elastik davranışları koruyarak sismik performanslarını önemli ölçüde iyileştirdiği gözlenmiştir. FVD'li ve FVD'siz bir, iki, dört ve sekiz katlı CBF'lerin 84 karşılaştırmalı doğrusal olmayan zaman geçmişi (NLTH) analizi yapılarak yer hareketi özelliklerinin katsayısına etkisi incelenmiştir. 2 ve 8 katlı çerçevelerin karşılaştırılmasında yanal kuvveti daha yüksek kat seviyelerinde kademeli olarak azalır ve çerçeve orta ila yüksek şiddetli yer hareketleri altında doğrusal olmayan davranış sergilemektedir. Sönümlü çerçevelerin daha küçük küçük katlar arası ötelemeler sergilemektedir. 4 katlı CBF'lerin ζ değerleri ve yer hareketi şiddetleri aralığı için yer hareketinin A_p/V_p oranı arttıkça katlar arası ötelenmenin azaldığı görülmektedir. 4 katlı çerçeve için maksimum katlar arası ötelenmelerdeki azalma, tek katlı çerçeveninkinden daha az görülmektedir. Küçük α değerlerine sahip VFD'lerin kullanılmasının, CBF'lerin yer hareketinin frekans özelliklerine duyarlılığını azalttığı görülmektedir. Katlar arası maksimum ötelenme ile hız üssü arasındaki ilişkinin, en yüksek yer ivmesinin değerinden bağımsız ve benzer olduğu gözlemlenmiştir. Hız üssü arttıkça maksimum katlar arası kayma artmaktadır. Son olarak %10 ile %30 arasında değişen sönüm oranları sismik kuvvette en büyük azalmayı sağlamakta ve damperler çaprazların burkulmasını önlemektedir.

Diotallevi, Landi And Dellavalle (2008) tarafından yapılan çalışma kapsamında; SDF ve MDF sistemlerde doğrusal olmayan viskoz sönümleyiciler kullanılmıştır. Doğrusal olmayan viskoz sönümleyicilerin yinelemeli prosedürlerden kaçınmak için sistemin maksimum yer değiştirmesi ile ilgili olmayan, damper indeksi adı verilen yeni bir boyutsuz parametre incelenmiştir SDF ve MDF sistemlerinin tepkisi, harmonik dış kuvvet ve kaydedilen yer hareketleri dikkate alınarak sayısal

olarak hesaplanmıştır. Bu sayısal inceleme, önerilen yöntemi doğrulamak için yapılmıştır. Eşdeğer enerji yaklaşımına dayalı olarak literatürde önerilen yinelemeli prosedür ve damper indeksinin hesaplanmasına dayalı olarak bu yazıda önerilen doğrudan prosedür kullanılarak dört çalışma durumu çözülmüştür. Sonuç olarak boyutsuz yeni bir parametre olan ε önerilmiştir. Önerilen doğrudan prosedürün, yinelemeli prosedürle elde edilenlere çok yakın sonuçlara yol açtığını göstermiştir.

Parcianello (2017) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 6 katlı olan betonarme yapının tüm katlarda ikinci bölmede diyagonal olarak yerleştirilerek doğrusal olmayan tamamen viskoz sönümleyicilerin tasarımı için optimizasyona dayalı bir yaklaşımın kullanımını araştırmaktadır. Yöntemde tanımlanan damper sistemli yapının sonlu elemanı (FE) üretilmektedir ve yapıya tanımlanan yer hareketi seti altında doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmaktadır. Analizde her j yer hareketi ve her i katı için maksimum katlar arası kayma, her kat için ortalama kayma, her kat için indirgeme faktörü, her katta amortisörler tarafından geliştirilen maksimum kuvvet bulunmaktadır. Yapı için birbirinden farklı olmak üzere beş farklı analiz yapılmıştır. Analiz 1 üst katlar karşılaştırıldığında, ikinci katta damperin sabitini artırarak ve diğerlerini azaltarak $\eta = 0,5$ 'e çok daha yakın olduğu görülmektedir. Analiz 3 ve 4'ün sonuçları, alt katlarda küçük farklılıklar ile, analiz 3'ün daha küçük kuvvetler vermesiyle neredeyse ayırt edilememektedir. Birinci katta, analiz 3 ve 4 'e göre analiz 2'deki maksimum kuvvet geliştirilen prosedür kullanılarak belirlenenden daha büyük olduğu görülmektedir. Maksimum farklar ara katlarda fark edilmektedir mesela 3. katta analiz 2'de kuvvette net bir azalma elde edilmektedir.

Altieri (2017) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 3 katlı çelik moment dirençli bir bina çerçevesi için damperlerin optimal viskoz sabiti ve hız üssünün tasarlanmasında sismik girdinin yoğunluğunun ve özelliklerinin değişkenliğini açıkça göz önünde bulundurmaya izin veren bir yaklaşımla damper hız üssünün farklı seviyeleri için elde edilebilecek performansları karşılaştırmaktadır. RBDO problemi, damper üssü a'yı optimizasyon sürecinin dışında tutarak çözülür. Tasarım, α 'nın farklı değerleri için tekrarlanmaktadır. $\alpha = [0.3,0.4,0.5,0.6,0.7,0.8,0.9,1]$. Ortalama olarak, optimal çözüm 11 yinelemeden sonra bulunmaktadır. Her yineleme, yaklaşık 800 model değerlendirmesini içeren tam bir Alt Küme simülasyonuna karşılık gelmektedir. Bu nedenle, optimum çözümü elde etmek için 8800 yapısal analiz gerekmektedir.

Lineer olmayan damperlerin kullanılmasının, damperlerdeki kuvvetlerin azaltılmasına neden olduğu ve damper hız üssü α 'nın düşürülmesiyle daha ekonomik bir çözüme ulaşıldığı görülmektedir.

Delgobbo (2018) tarafından yapılan çalışma kapsamında; FEMA P-58 kullanılarak hesaplanan yapısal ve yapısal olmayan onarım maliyetlerini dikkate alarak eklenen viskoz sönümlenme katsayısı aynı olacak şekilde sık kullanılan 6 damper yerleştirme yöntemini karşılaştırmaktadır. Hiçbir yerleştirme yöntemi hem katlar arası ötelenmeler hem de ivmeler için optimal sonuçlar üretmemektedir. 4,8 ve 16 katlı binaların 28 FVD ile güçlendirilmiş sismik performansı OpenSees kullanılarak zaman alanı analizleri yapılmaktadır. Doğrusal Fvd'ler ve normal CBF binalar kullanılmaktadır. Düzgün Sönümlenme, Rijitlik Orantılı Sönümlenme, Kat Kayma Şekil Değiştirme Enerjisi Yöntemi (SEM), Verimli Kat Kayma Şekil Değiştirme Enerjisi Yöntemi (ESEM), Basitleştirilmiş Sıralı Arama Algoritması (SSSA), Tam Gerilimli Tasarım Algoritması (FSDA) olarak 6 yöntem karşılaştırılmıştır. Yinelemeli prosedür olarak FSDA ve SSSA kullanılmaktadır. FSDA, gerekli analiz süresi açısından 8 katlı ve 16 katlı modeller için SSSA'dan daha iyi performans gösterir. 4 katlı ve 8 katlı binaların katlar arası ötelemeleri, farklı damper dağılımları arasında önemli bir farklılık göstermemektedir fakat 16 katlı binanın sönümleyicileri sadece birkaç katta yoğunlaştıran yöntemler (SSSA, FSDA ve ESEM), sönümleyici altındaki katlarda düzgün sönümlenmeye göre büyük ivmeler sergilemektedir. Sonuç olarak FVD'nin SSSA, FSDA ve ESEM gibi az sayıda kata yerleştirilmesi, çevredeki katların performansını olumsuz etkilemektedir. Minimum onarım maliyetini SEM ve düzgün sönümlenme yöntemleri üretmektedir ancak yinelemeli yöntemler, daha düşük toplam sönümleyici maliyeti ile istenen sönüm oranlarına ulaşabilmiştir.

Wang And Mahin (2018) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 35 katlı çelik binaya 3 tip ek enerji dağıtma cihazları olarak FVD'ler, viskoz sönümleyiciler (VWD'ler) ve burkulma önleyici destekler (BRB'ler) kullanılarak güçlendirme fizibilitesi ve maliyet etkinliği incelemek için basitleştirilmiş bir yaklaşım kullanılmıştır ve üç cihazın etkinliğini karşılaştırmak için aynı yere yerleştirilmiştir ve aynı hedef yer değiştirmeye aynı frekansta yüklendiğinde, döngü başına aynı enerji dağılımına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. FVD'lerin yerleşimi kolondaki eksenel kuvvet dalgalanmalarını en aza indirmeye dayalı olarak belirlenmiştir. İlk deneme

tasarımında damperler binanın her yüzeyinde bir veya iki bölmeye yerleştirildiğinde damperlere bitişik kolonlarda çok fazla kuvvet birikimi olduğu gözlenmektedir bu yüzden amartisörler daha fazla bölmeye dağıtılmıştır. Değişen Sönüm Değerleri (DSF'ler) kullanılarak efektif modal sönüm oranı X ve Y yönlerinde sırasıyla %10 ve %15 olarak belirlenmiştir ve sönüleme üssü α için 0,35 seçilmiştir. Seviye 2 için 2 ve 10 arasındaki katlarda kat ötelenmelerini kaldırmada en etkili sonuç FVD'ler ile sağlanmıştır. Aynı zamanda FVD'ler tüm katlarda tepe ivmelerini yaklaşık %30 oranında azaltırken diğerleri FVD'ler kadar azaltamamaktadır. Doğrusal olmayan dinamik analizlerin sonuçları, FVD şemasının diğer cihazlara göre bu yapı için hedeflenen performans hedefine ulaşmada en verimli ve ekonomik kayıpları önlemek için en uygun maliyeti sağladığı görülmektedir.

Pollini (2018) tarafından yapılan çalışma kapsamında; 2, 9 ve 20 katlı çerçevelerin doğrusal olmayan akışkan viskoz sönümleyiciler ile histeretik çerçevelerin minimum maliyetli sismik güçlendirmesi için tasarım değişkenleri, sönümleyicilerin sönüm katsayılarını hesaba katan bir yaklaşım önerilmektedir. Damperlerin boyutu ve yapıdaki yerleşimiyle ilgili olanlar gibi çok sayıda tasarım değişkeni ile karakterize etmek ve optimizasyon sürecinin karmaşıklığı için, gradyan tabanlı bir optimizasyon yaklaşımına güvenilmektedir. Her potansiyel konumda, optimizasyon algoritması bir damperin gerekli olup olmadığını, hangi ölçü grubuna ait olduğu da belirlenmektedir. 2 katlı çerçeve için $\alpha=0,35$; $\rho = 1$; maksimum katlar arası kayma=0.9cm, 9 katlı çerçevede ilk katta katlar arası ötelenme=5.49cm diğer katlarda=3.96cm $\rho_1 = 0.5690$, $\rho_{2-3} = 0.5194$, $\rho_{4-6} = 0.8838$ ve $\rho_{7-9} = 1.1389$, 20 katlı çerçeve için : $\rho_1 = 0.4383$, $\rho_{2-4} = 0.4074$, $\rho_{5-8} = 0.5857$, $\rho_{9-12} = 0.7089$, $\rho_{13-16} = 0.7988$ ve $\rho_{17-20} = 0.8786$ ilk katta katlar arası ötelenme=5.49cm diğer katlarda=3.96cm kabul edilmektedir.GA ve SLP ile çözülmekte ve SLP çözümünde %7,86 daha yüksek maliyetin olduğunu gözlenmektedir. Sunulan yaklaşımın potansiyeli, analizin karmaşıklığının, yapının ve damperlerin eşzamanlı doğrusal olmaması nedeniyle önemli ölçüde arttığı son sayısal uygulamada belirgin bir şekilde görülmektedir.

Papagiannopoulos (2018) tarafından yapılan çalışma kapsamında; Lineer ve lineer olmayan viskoz sönümleyiciler kullanılan 12 katlı çelik yapıların güçlendirilmesi için önerilen yöntem, yapının belirli deformasyon seviyeleri için mod

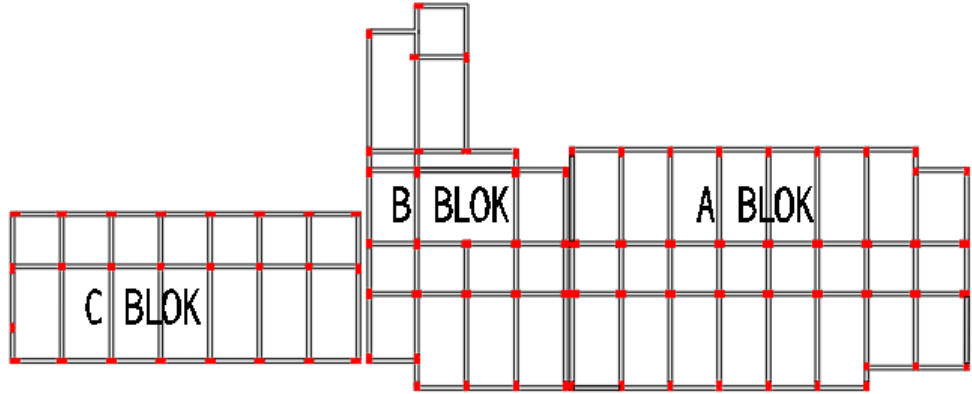
sönüm oranları tanımlanır ve ardından ivme kayıtları tanımlanarak analiz yapılır daha sonra katlar arası hızlar ve kat kesmeleri için maksimum değerleri hesaplanır ve sönümleyicinin yön açısı düzeltme faktörleri kullanılarak kat başına belirlenir bunlara bağlı olarak katlar arası ötelemeler , sönümleyici kuvvetleri incelenmektedir. IDR = %0.7 – %0.9 için eşdeğer modal sönüm oranları bulunmaktadır. 1, 8, 9 ve 10 numaralı ivme kayıtları için IDR = %0,9 ve IV = 0,085 m/sn sınır değerleri aşılmakta ve damper kuvvetleri arttırılsa bile kolonların aksenal kuvvetlerinde önemli artışlar meydana gelmekte ve alt kat kolonlarının tepesinde istenmeyen plastik mafsal oluşumlarına yol açmaktadır.

Yang Ve Xie (2020) tarafından yapılan çalışma kapsamında;8 katlı çelik yapının geliştirilmiş gerinim enerjisi yöntemi ve geliştirilmiş Berman-Nagy yöntemi olmak üzere yeni geliştirilen iki yöntem kullanılarak ilk önce sönümün bulunması ardından mod şekilleri, mod katılım oranları gibi mod verileri kullanılarak yapıların nominal kütle ve rijitlik matrisleri düzeltilmektedir. Bu çalışmada yineleme gerektirmeyen bir yöntem amaçlanmaktadır. Her katta iki ortogonal yönde eşit olarak dağıtılmış 8 adet yağ damperi bulunmaktadır. Binanın ilk modelini güncellemek için geliştirilmiş Berman-Nagy uygulanmaktadır. Sonuç olarak güncellenen modellerde zemin ivmesi, sönümleme kuvveti ve tahmini doğal frekansları ve sönüm oranlarının doğru olduğunu göstermektedir.

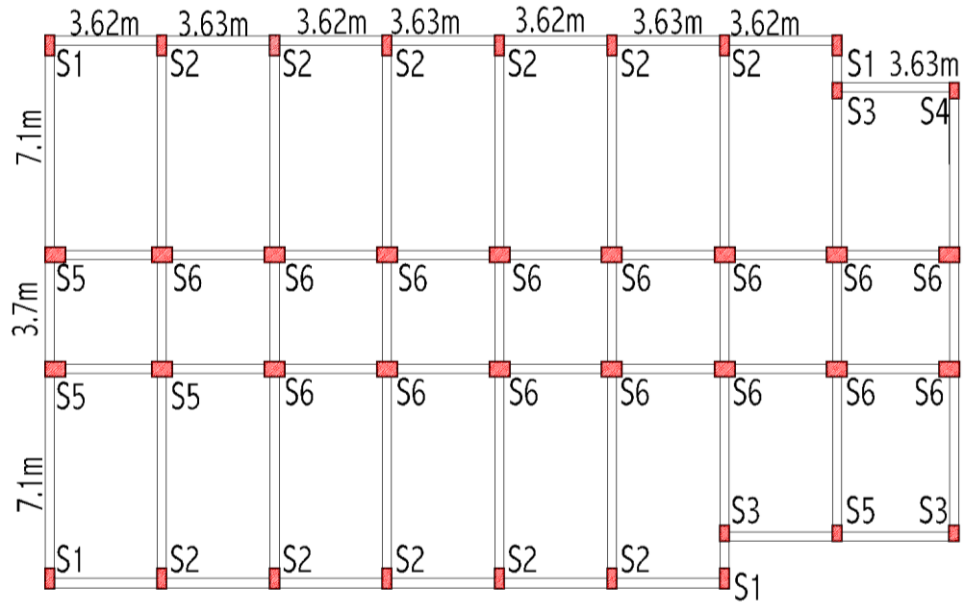
2. MODEL BİLGİLERİ

2.1 Kullanılan Yapı Modelleri

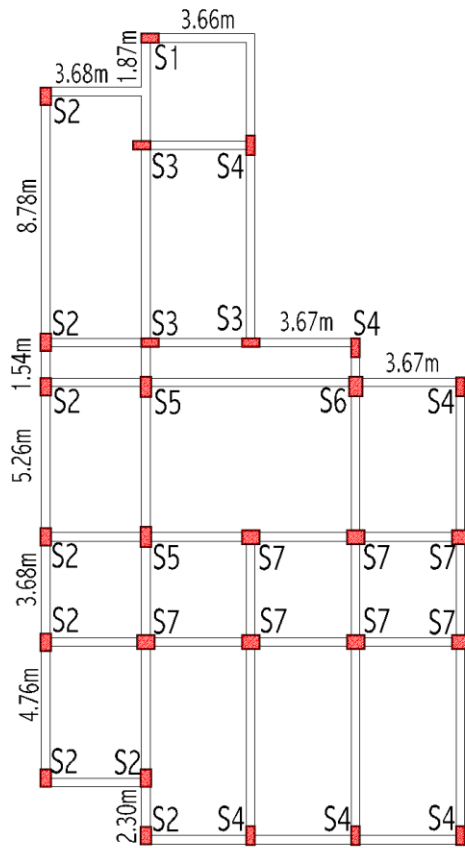
Tez kapsamında kullanılan bina bir okul yapısıdır. 1975 Afet Yönetmeliğine göre inşa edilmiş olan binada sünek yapım kriterleri dikkate alınmamış durumdadır. Yapı beton kalitesi 10 MPa'dır. S220 sınıfı düz donatı kullanılmıştır ve hiçbir yapısal elemanda sıklaştırma bölgesi oluşturulmamıştır. A blok 4, B Blok 4 ve C Blok 2 kattan oluşmaktadır. Blokların yerleşimi Şekil 2.1'de verilmiştir. A, B ve C blok zemin kat planları sırasıyla Şekil 2.2-2.4'te yer almaktadır. Zemin kata ait kolon elemanların bilgileri Tablo 2.1-2.3'te yer almaktadır. Bloklarda 30/70 ve 30/90 olmak üzere iki tip kiriş bulunmaktadır. Yapı kütlesi ve modal analiz sonucunda elde edilen baskın mod titreşim periyotları Tablo 2.4'te verilmiştir.



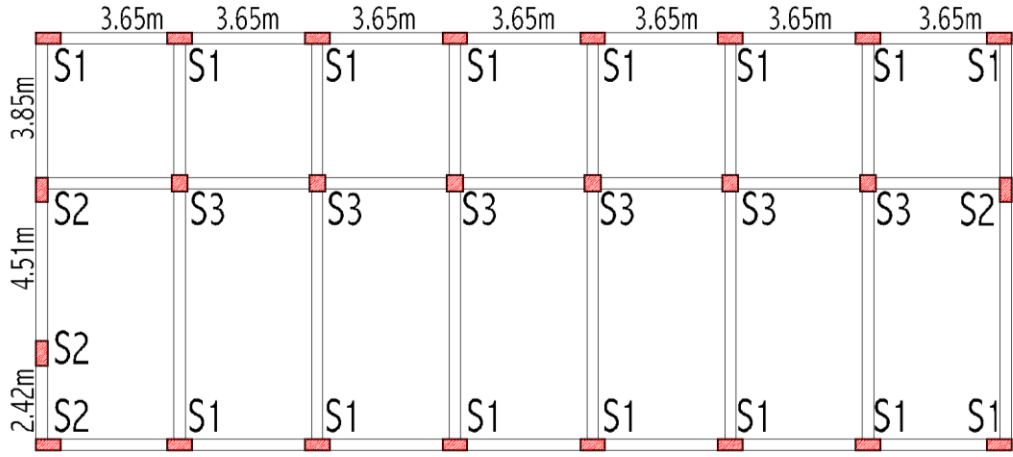
Şekil 2.1: Blok Yerleşim Planı



Şekil 2.2: A Blok Kalıp Planı



Şekil 2.3: B Blok Kalıp Planı



Şekil 2.4: C Blok Kalıp Planı

Tablo 2.1: A Blok Kolon Eleman Bilgileri

KOLON KODU	Gövde		Başlık		Boyut (cm)	
	Çap	Adet	Çap	Adet	B:	H:
S1	22	2	22	4	65	30
S2	22	2	22	4	65	30
S3	20	1	20	4	50	30
S4	20	1	20	4	50	30
S5	20	2	20	4	50	65
S6	20	2	20	4	50	65

Tablo 2.2: B Blok Kolon Eleman Bilgileri

KOLON KODU	Gövde		Başlık		Boyut (cm)	
	Çap	Adet	Çap	Adet	B:	H:
S1	14	1	14	3	30	60
S2	14	1	14	3	60	35
S3	14	1	14	3	30	60
S4	14	1	14	3	30	65
S5	20	1	20	3	65	35
S6	20	1	20	3	65	45
S7	18	2	20	3	50	60

Tablo 2.3: C Blok Kolon Eleman Bilgileri

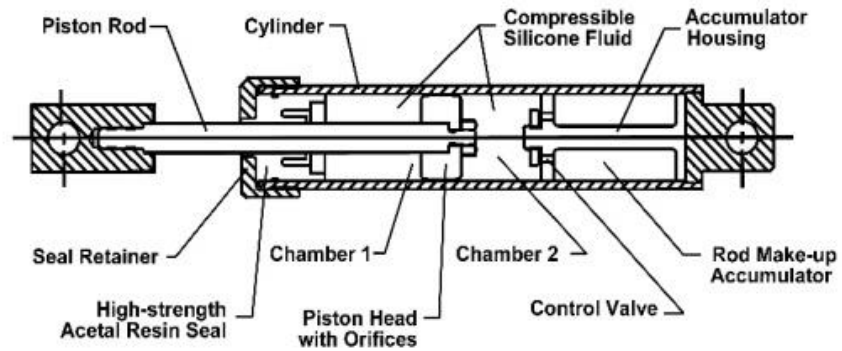
KOLON KODU	Gövde		Başlık		Boyut (cm)	
	Çap	Adet	Çap	Adet	B:	H:
S1	18	1	22	4	30	65
S2	12	6	16	2	65	30
S3	12	6	16	2	45	45

Tablo 2.4: Bloklara Ait Yapı Ağırlıkları Ve Birinci Mod Periyotları

Blok	T1 (s)	Bina Sismik Ağırlığı (ton)
A	0.58	2410
B	0.42	1403
C	0.25	587

2.2 Akışkan Viskoz Sönümleyiciler (FVD)

Tipik bir akışkan viskoz sönümleyiciyi oluşturan temel bileşenler Şekil 2.5'te gösterilmektedir. Ana basınç odası silindir olarak adlandırılmaktadır. Hazneler sıvı ile tamamen doludur. Damper hareket ederken diğer parçalar sabit kalmaktadır. Piston ileri geri hareket ettikçe basınç oluşturan pistonlardan oluşmaktadır.



Şekil 2.5: Viskoz Akışkan Sönümleyici Detayı (Taylor devices inc., 2020)

Akışkan viskoz sönümleyiciler sismik olaylar sırasında yeni ve mevcut yapıların tasarımı için ekonomik çözümler sağlamaktadır. Akışkan viskoz sönümleyiciler binalarda sismik enerjiyi dağıtmak için hıza bağlı cihazlardır. Binalarda genellikle efektif sönüm arttıkça tepkiler azalmaktadır. Binalarda büyük sönümler elde etmek için bina yüksekliği boyunca yerleştirmek gerekir.

Depremler gibi kuvvetli hareketler sırasında, geleneksel yapılar genellikle elastik sınırlarının çok ötesinde deforme olurlar. Bu nedenle, harcanan enerjinin çoğu, yerel hasar yoluyla yapının kendisi tarafından emilir.

Akışkan Viskoz Damperlerin en önemli avantajları aşağıda verilmiştir. (Taylor devices inc., 2020)

- FVD'leri aktif hale getirmek için bir güç kaynağına ihtiyaç yoktur.
- Ünitenin iki ucunda bağıl hareket oluşup sismik enerjii ısıya dönüştürüp güvenli şekilde atmosfere salındığında damperler devreye girmektedir.
- FVD'ler rijitlik bileşeni olmayan frekanstan bağımsız cihazlardır.
- Akışkan viskoz sönümleyiciler yapıya eklendiğinde bina periyodunda önemli değişiklik olmaz.
- Akışkan viskoz damperler için düzenli bakım gerekmez.
- Sıcaklık değişimlerde ve kullanımlarda performansta bozulma olmaz.
- FVD'lerin bir binanın her seviyesine yerleştirilmesine gerek yoktur ve genellikle damperlerin verimliliğini en üst düzeye çıkarmak veya diğer proje kısıtlamalarını karşılamak için stratejik konumlara yerleştirilir.

FVD yerleşimi çoğu uygulamada olduğu gibi binanın kütle merkezinin her bir yönüne ve her iki yanına ez az iki damper yerleştirilir.

Hız değeri ne kadar büyük olursa üretilen kuvvette o kadar büyük olmaktadır. Denklem 2.1'de, sönümleyici kuvvet ile hız arasındaki ilişki aşağıda verilmiştir. C ve α (alfa)'nın sırasıyla sönüm sabiti ve hız üssüdür.

$$\text{Sönümleyici Kuvveti} = \text{Sönüm Sabiti}(C) \times \text{Hız}^{\alpha} \quad \text{Denklem 2.1}$$

α değeri sönüm üssü 0.2-2.0 arasında herhangi değere ayarlanabilir. 0.3 ile 0.5 aralığındaki α değerleri binalardaki uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Rüzgar sönümleme uygulamalarında 0.5-1.0, ayarlı kütle damperlerinde ise bu değer 2.0'a kadar çıkacak şekilde kullanılmaktadır. (Taylor devices inc., 2020). Bu çalışmada hız üssü değeri sönümleyici kuvvetinin sınırlanması ve enerji sönüm oranının korunması amacıyla benzer çalışmalarda olduğu gibi 0.5 alınmıştır (Lin ve Chopra, 2002, Martinez Rodrigo, 2003, Goel, 2005).

Her mod şeklinin toplam eşdeğer sönümü (ξ_{Viskoz}) aşağıdaki denklem 2.2 kullanılarak yaklaşık olarak hesaplanabilir, burada $\sum w_j$ her bir viskoz cihaz tarafından tam bir yükleme döngüsünde yapılan toplam iştir ve $\sum w_k$ her kat seviyesindeki toplam kinetik enerjidir:

$$\xi_{Viskoz} = \frac{\sum w_j}{4\pi \sum w_k} \quad \text{Denklem 2.2}$$

Damperin elastik esnekliği, taşınabilecek Nominal Kuvvete göre değişir. Uzatma çaprazından gelen rijitlik bileşeni (k_e), uzunluk (L) ve kesite ait alana (A) ve elastisite modülüne (E) göre belirlenecektir.

$$k_e = \frac{AE}{L} \quad \text{Denklem 2.3}$$

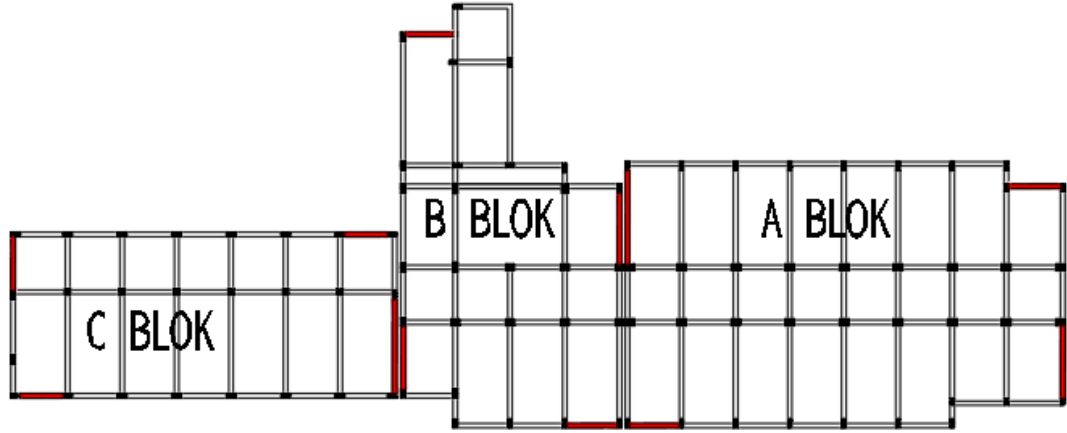
2.3 Akışkan Viskoz Sönümleyici Model Bilgileri

Tez kapsamında kullanılan binada güçlendirme yapılmamış modeller M1 olarak adlandırılmıştır. M2 modelinde kalıp planında her bir doğrultu için iki adet, toplamda dört adet viskoz sönümleyici eleman kullanılmıştır. M3 ve M4 modellerinde kalıp planında her bir doğrultu için 4, toplam 8 adet viskoz sönümleyici eleman kullanılmıştır. Viskoz elemanlar için yapılan değerlendirmelerde kat alanına oranı dikkate alınmamıştır. M4 modelinde kullanılan viskoz sönümleyiciler kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulanmıştır. Örneğin 4 katlı olan A Bloкта 1 ve 2 numaraları katlarda viskoz sönümleyici eleman varken, 3 ve 4 katlarda bulunmamaktadır.

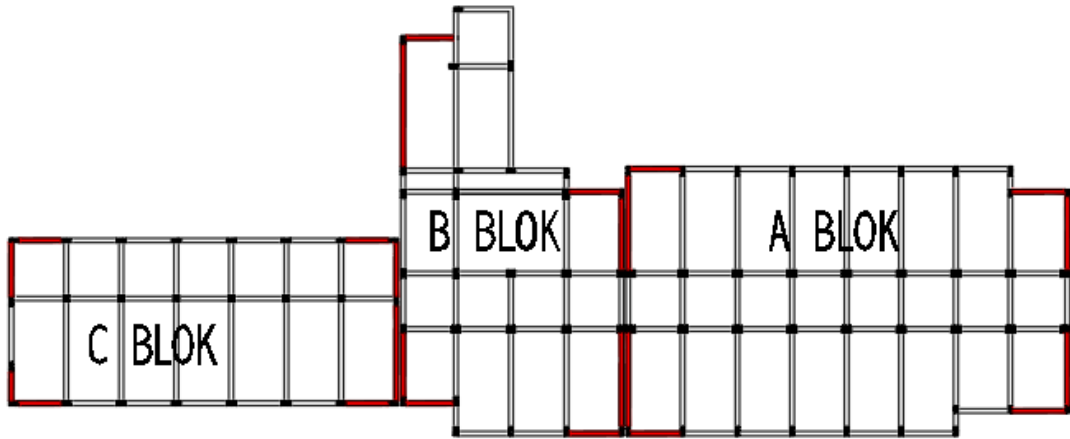
M2-M3-M4 modellerine ait viskoz eleman yerleşimleri Şekil 2.6-7'de gösterilmiştir. Tez kapsamında akışkan viskoz sönümleyici modellerinde kullanılan katsayılar Tablo 2.5'te özetlenmiştir. Viskoz sönümleyicilerin modellerde nasıl yerleştirildiği Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

Tablo 2.5: Akışkan Viskoz Sönümleyici Modellerinde Kullanılan Katsayılar

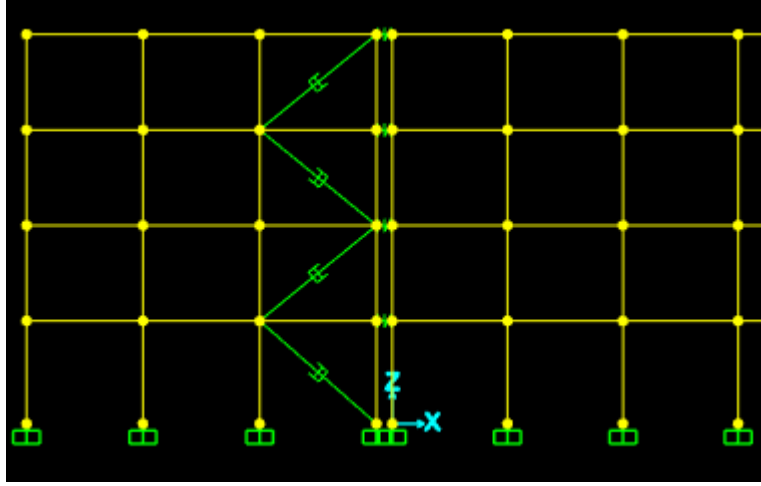
Sönümleme Sabiti (C)	100 kips-(s/in) α
Hız Üssü (α)	0.5
Seri Yay Sabiti (K)	2000 kips/in



Şekil 2.6: M2 Modeli için viskoz sönümleyicilerin yerleşimi



Şekil 2.7: M3-M4 Modeli için viskoz sönümleyicilerin yerleşimi



Şekil 2.8: M2 Modeline Ait Akışkan Viskoz Elemanların Model Üzerinde Gösterimi


2.4 Doğrusal Olmayan Modelleme

Yapısal elemanlarda doğrusal olmayan davranış özellikleri TBDY-2018 (AFAD, 2018) kriterlerine göre oluşturulan plastik mafsallar yardımı ile modele yansıtılmıştır. Deprem kuvvetleri aynı anda iki doğrultuda uygulandığı için plastik mafsallar M2-M3 etkileşimli olarak tanımlanmıştır. Şekil 2.9-2.10 'da M2-M3 moment dönme değerlerinin tanımlanması gösterilmektedir.


Her eleman için gerilme-şekil değiştirme grafikleri plastik mafsallarda hesabında kullanılmak üzere elde edilmiştir. Gerilme-şekil değiştirme grafikleri elde edilirken SEMAp (Özmen vd. 2007; TÜBİTAK105M024) yazılımından yararlanılarak moment-eğrilik değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler SAP2000 programında kullanılmak üzere moment-eğrilik değerlerinden moment-dönme değerlerine dönüştürülmüştür. Elemanların her iki doğrultudaki plastik mafsalları bilgileri M2 ve M3 mafsallarına tanımlanmıştır.

Şekilde eğilme mafsalları hasar sınırları B, C, D, E ve performans kriterleri SH, KH, GÖ olarak ifade edilmiştir. Kesit için 'B' noktası akma sınırını ifade etmektedir ve B noktasına ulaşan kesit için C noktasına kadar olan davranış doğrusal olmayan davranış olarak tanımlanır. B noktasına ulaşmadan önceki bölge ise kesitin sünek davranış gösterdiği bölgedir. B-C aralığındaki bölgede ise kesitin doğrusal olmayan davranışı için deprem yönetmeliğine göre tanımlanan SH, KH, GÖ performans

kriterleri gösterilmiştir. C noktasına ulaşan kesitin hızlıca kapasite kaybettiği kabul edilir. (Akpınar, 2019)

 Moment Rotation Data for C101 - Interacting M2-M3 >

Edit

Select Curve
Axial Force: N.A. Angle: 0. Curve #1: 

Units: Tonf, cm, C

Moment Rotation Data for Selected Curve

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0.	0.
B	1.	0.
C	1.1	0.019
D	0.2	0.019
E	0.2	0.025

Copy Curve Data Paste Curve Data

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

<input type="checkbox"/> Immediate Occupancy	4.000E-04
<input type="checkbox"/> Life Safety	0.012
<input type="checkbox"/> Collapse Prevention	0.015

Show Acceptance Points on Current Curve

3D View
Plan: 315 Elevation: 35 Aperture: 0 Axial Force: All

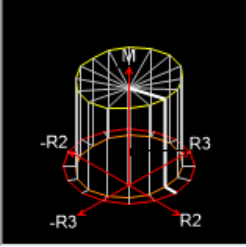
Hide Backbone Lines
 Show Acceptance Criteria
 Show Thickened Lines
 Highlight Current Curve

3D RR MR3 MR2

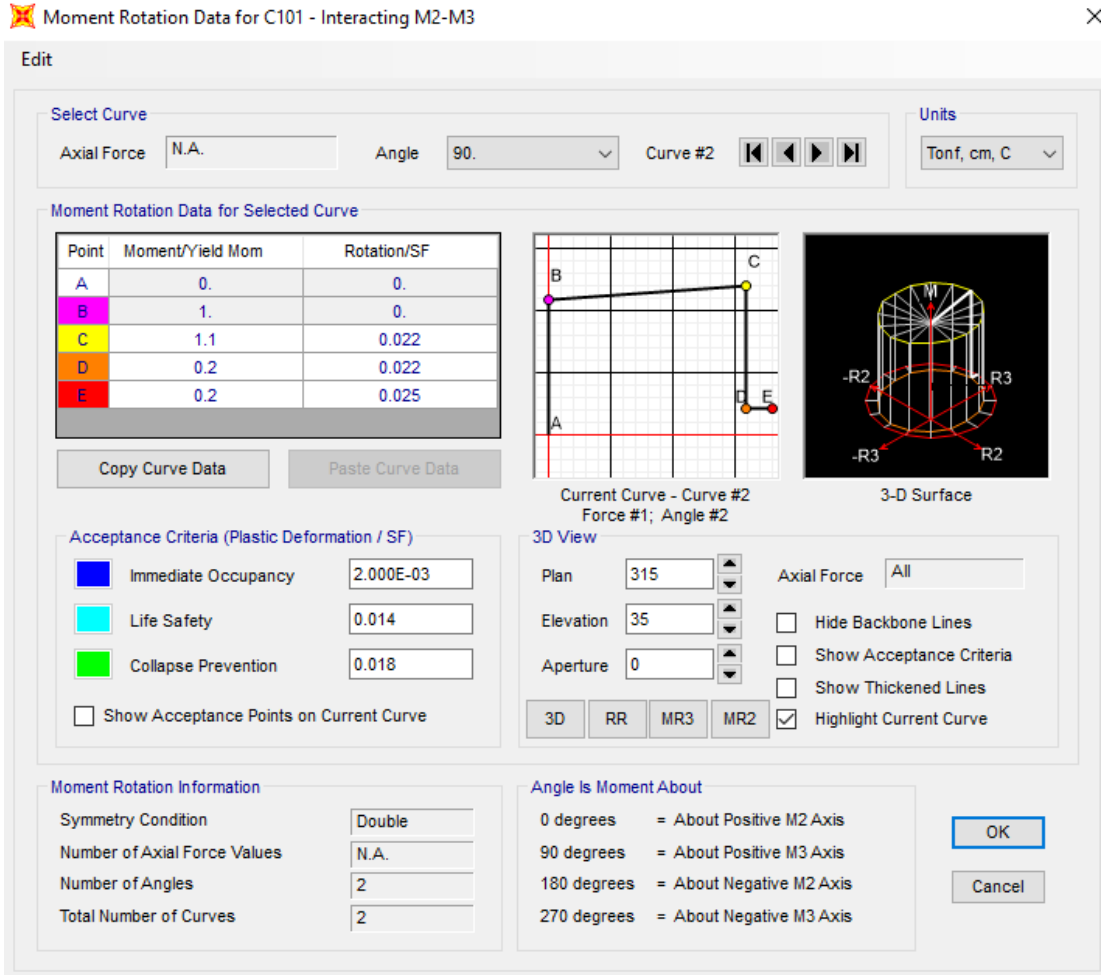
Moment Rotation Information
Symmetry Condition: Double
Number of Axial Force Values: N.A.
Number of Angles: 2
Total Number of Curves: 2

Angle Is Moment About
0 degrees = About Positive M2 Axis
90 degrees = About Positive M3 Axis
180 degrees = About Negative M2 Axis
270 degrees = About Negative M3 Axis

OK Cancel



Şekil 2.9: M2 Momenti İçin Dönme Değerlerinin Tanımlanması



Şekil 2.10: M3 Momenti İçin Dönme Değerlerinin Tanımlanması

2.5 Çekişleme Etkilerinin Modellenmesi

Yapılan çalışma kapsamında yapıların çarpışmalı durum için sismik etkiler altındaki davranışları dikkate alınmıştır. Çekişleme modelleri oluşturulurken boşluk oranı 5cm kabul edilmiştir.

A, B ve C bloklar arası etkileşim SAP2000 programında Link (gap) elemanlar kullanılarak analiz modeline tanımlanmıştır. Bu elemanlar sayesinde binalar arasında bırakılacak boşluk miktarı tanımlanmaktadır. Link elemanların tanımlanmasında doğrusal (lineer) yay modellemesi kullanılmıştır. Yay rijitliği bağlı olan elemanların aksenal rijitliklerinin toplamına karşılık gelmektedir. Bu modellemede boşluk oranı aşıldığı zaman aşılma miktarına bağlı olarak binalara kuvvet aktarır. Burada tanımlanan boşluk oranına bağlı olarak binalar arasındaki boşluk miktarı sıfırdan küçük olduğunda link elemanlarda kuvvet oluşur. Çarpışma sırasında oluşan kuvvetler

binalara aktarılır. Bu prensiple çarpışmanın olduğu zaman ve bu çarpışma dolayısıyla oluşan kuvvet elde edilebilmektedir. (Akpınar, 2019).

Tez çalışması kapsamında link eleman boşluk oranları mevcut derz mesafesi özellikleri dikkate alınarak 5 cm kabul edilmiştir. A, B ve C bloklar kat seviyesinde birbirine bağlanmıştır. Yapılan kabule göre analiz sırasında komşu iki binanın yapmış olduğu yer değiştirme farkının 5 cm'den küçük olması durumunda herhangi bir çarpışma meydana gelmemektedir. 5 cm'den büyük değerler için çarpışma meydana gelmekte ve link elemanlarda basınç kuvveti oluşmaktadır.

3. İvme Kayıtları

Çalışma kapsamında 21 farklı ivme kaydı çifti kullanılmıştır. Her bir ivme kaydı çiftinin x ve y ekseninde iki bileşeni bulunmaktadır. Her bir bileşen ayrı olarak değerlendirildiğinde kullanılan toplam ivme kaydı sayısı 42'dir. İvme kaydı çiftlerinin her iki bileşeni analiz modelinde tanımlanarak TBDY-2018'kriterlerine uygun olarak X ve Y doğrultularına aynı anda etkilmiştir.

İvme kaydı çiftleri TBDY-2018 kriterlerine uygun olarak 50 Yılda Aşılma Olasılığı %2 olan deprem spektrumu için (DD1) seçilmiştir. Talep spektrumunun oluşturulmasında ZD zemin sınıfı ve okul binasının gerçek koordinatları kullanılmıştır. Seçilen binaya ait koordinat bilgileri Tablo 3.1'de yer almaktadır.

Kullanılan 21 adet ivme kaydı çifti PEER yer hareketi arşivinden elde edilmiştir (PEER, 2021). Kullanılan ivme kayıtlarına ait bilgiler Tablo 3.2'de özetlenmiştir.

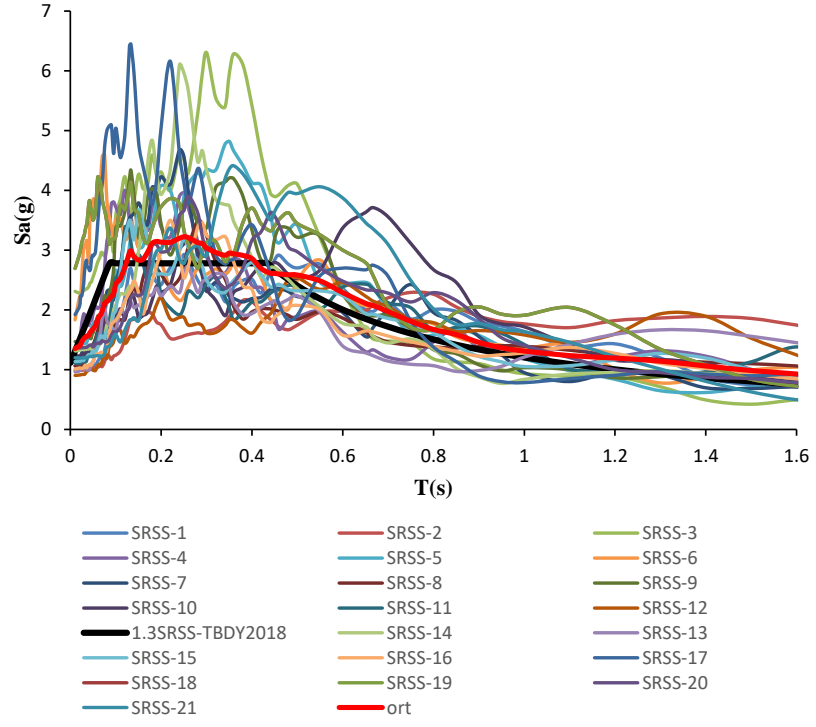
Tablo 3.1: Yapı Bilgileri

Binanın Konumu:	38.997122°N, 29.398803°E
Bina Kullanım Sınıfı (BKS):	1
Hedef deprem düzeyi:	DD1
Bina zemin sınıfı	ZD

Tablo 3.2: Analizlerde Kullanılan İvme Kayıtları

Deprem No	Deprem Adı	Yıl	İstasyon Adı	Büyüklik (Mw)	Scale Factor	Rrup (km)	Vs30 (m/sec)
1	Coalinga-01	1983	Cantua Creek School	6.36	3.25	24.02	274.73
2	Corinth_Greece	1981	Corinth	6.60	3.58	10.27	361.40
3	Gazli_USSR	1976	Karakyr	6.80	1.50	5.46	259.59
4	Imperial Valley-02	1940	El Centro Array #9	6.95	3.00	6.09	213.44
5	Imperial Valley-06	1979	Brawley Airport	6.53	3.86	10.42	208.71
6	Imperial Valley-06	1979	Calexico Fire Station	6.53	4.27	10.45	231.23
7	Imperial Valley-06	1979	Chihuahua	6.53	3.30	7.29	242.05
8	Imperial Valley-06	1979	Delta	6.53	2.58	22.03	242.05
9	Imperial Valley-06	1979	EC County Center FF	6.53	2.84	7.31	192.05
10	Imperial Valley-06	1979	El Centro Array #10	6.53	3.32	8.60	202.85
11	Imperial Valley-06	1979	El Centro Array #11	6.53	2.49	12.56	196.25
12	Imperial Valley-06	1979	El Centro Differential Array	6.53	1.90	5.09	202.26
13	Imperial Valley-06	1979	Holtville Post Office	6.53	2.96	7.50	202.89
14	Irpinia_Italy-01	1980	Sturno (STN)	6.90	2.37	10.84	382.00
15	Mammoth Lakes-01	1980	Convict Creek	6.06	3.14	6.63	382.12
16	Managua_Nicaragua-01	1972	Managua_ESSO	6.24	2.69	4.06	288.77
17	Northern Calif-03	1954	Ferndale City Hall	6.50	3.78	27.02	219.31
18	Parkfield	1966	Cholame - Shandon Array #5	6.19	3.92	9.58	289.56
19	San Fernando	1971	LA - Hollywood Stor FF	6.61	4.40	22.77	316.46
20	Tabas_Iran	1978	Tabas	7.35	0.96	2.05	766.77
21	Victoria_Mexico	1980	Cerro Prieto	6.33	2.92	14.37	471.53

Kullanılan ivme kaydı çiftleri için hesaplanmış olan elastik tepki spektrumları, ortalaması ve TBDY 2018 ile karşılaştırılması Şekil 3.1’de yer almaktadır. İvme kaydı çiftlerinin her iki bileşenin karelerinin toplamının kare kökü yöntemi (SRSS) ile ortalaması hesaplanmıştır. Şekil 3.1’de de görüleceği üzere ivme kaydı çiftlerinin ortalama spektrumu kullanılan bina periyot bölgesi için TBDY-2018 kriterleri ile uyumludur.



Şekil 3.1: İvme kayıtlarına ait ivme spektrumlarının ve TBDY spektrumu ile karşılaştırması

4. Analiz Sonuçları

4.1 atı Yer değiştirme Taleplerinin Elde Edilmesi

Her bir ivme kaydı altında hesaplanan maksimum çatı yer değiştirme talepleri bu bölümde tüm model kombinasyonları için mm cinsinden verilmektedir. Ayrıca yer değiştirme profilleri elde edilerek grafik olarak sunulmuştur. Yer değiştirme profilleri maksimum yer değiştirme meydana geldiği anda diğer katlarda hesaplanan yer değiştirme değerlerinin yapı yksekligi boyunca değişimini göstermektedir. Analiz modellerine ivme kayıtları X ve Y doğrultusunda aynı anda etkililmiştir. Hesaplanan yer değiştirme değerleri her bir doğrultu için hesaplanan en büyük değeri temsil etmektedir.

4.1.1 A Blok

M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.1-4.4'te yer almaktadır. Maksimum atı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise şekil 4.1'de gösterilmiştir.

A Blok M1 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 156.10 mm, 3. Kat için 150.62mm, 2. Kat için 129.51mm ve 1. Kat için 81.48 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.1: A Blok M1 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	127.02	120.80	85.50	36.09
2	231.66	227.60	217.79	129.06
3	123.55	116.63	86.31	42.38
4	148.38	141.00	100.08	51.90
5	223.37	222.17	224.87	208.07
6	192.86	181.90	131.82	78.66
7	145.31	142.71	136.29	83.51
8	127.00	118.81	87.34	42.87
9	128.25	121.91	100.02	54.06
10	233.68	230.33	221.75	163.63
11	82.22	78.69	66.21	38.39
12	125.23	119.92	105.78	72.30
13	223.55	219.60	200.11	112.99
14	119.28	114.61	99.25	51.92
15	99.71	89.69	64.14	34.82
16	123.05	121.62	97.43	38.46
17	342.91	342.83	353.62	310.24
18	162.07	149.69	98.28	36.46
19	174.21	165.51	125.34	64.38
20	68.77	65.45	55.57	27.12
21	76.04	71.57	62.17	33.77
ORTALAMA	156.10	150.62	129.51	81.48

A Blok M2 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 111.37 mm, 3. Kat için 105.81mm, 2. Kat için 86.86mm ve 1. Kat için 48.44 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.2: A Blok M2 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	120.91	116.71	89.21	37.92
2	164.81	160.14	143.23	83.49
3	96.11	89.67	68.97	35.06
4	113.92	108.91	94.84	55.20
5	67.26	63.76	59.47	42.53
6	170.69	156.59	107.96	54.84
7	122.22	114.44	87.08	46.91
8	90.21	84.32	63.41	32.60
9	82.72	78.37	67.05	39.44
10	149.42	144.93	131.30	79.66
11	67.79	62.39	46.67	20.94
12	79.26	74.74	61.53	30.28
13	172.15	168.05	150.78	88.24
14	102.09	97.24	82.83	43.82
15	79.84	73.33	53.66	29.30
16	88.48	85.13	72.79	31.39
17	183.21	181.21	177.46	142.51
18	126.39	116.67	74.42	26.94
19	123.19	116.91	89.83	47.97
20	66.10	59.76	47.05	22.30
21	71.96	68.78	54.52	25.97
ORTALAMA	111.37	105.81	86.86	48.44

A Blok M3 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 90.38 mm, 3. Kat için 85.27 mm, 2. Kat için 69.42 mm ve 1. Kat için 37.25 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.3: A Blok M3 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	119.79	115.27	89.89	36.60
2	130.52	126.22	111.54	63.85
3	82.56	77.12	60.84	31.77
4	103.29	98.07	83.04	46.20
5	45.39	41.86	33.27	18.15
6	131.51	124.25	95.53	51.05
7	98.84	93.53	75.40	41.60
8	71.73	67.11	52.53	26.70
9	69.83	65.42	51.63	25.52
10	111.51	107.08	94.43	56.18
11	66.16	61.18	45.96	21.89
12	65.47	60.73	47.89	23.66
13	125.92	120.92	105.92	61.82
14	80.37	75.83	64.14	35.68
15	67.73	62.03	48.08	25.10
16	79.19	75.45	64.64	30.70
17	128.20	123.66	110.49	75.52
18	108.04	99.75	68.92	28.64
19	82.03	76.67	59.88	31.65
20	64.09	58.13	45.01	23.63
21	65.88	60.48	48.81	26.33
ORTALAMA	90.38	85.27	69.42	37.25

A Blok M4 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 105.13 mm, 3. Kat için 96.41 mm, 2. Kat için 66.86 mm ve 1. Kat için 33.27 mm elde edilmiştir.

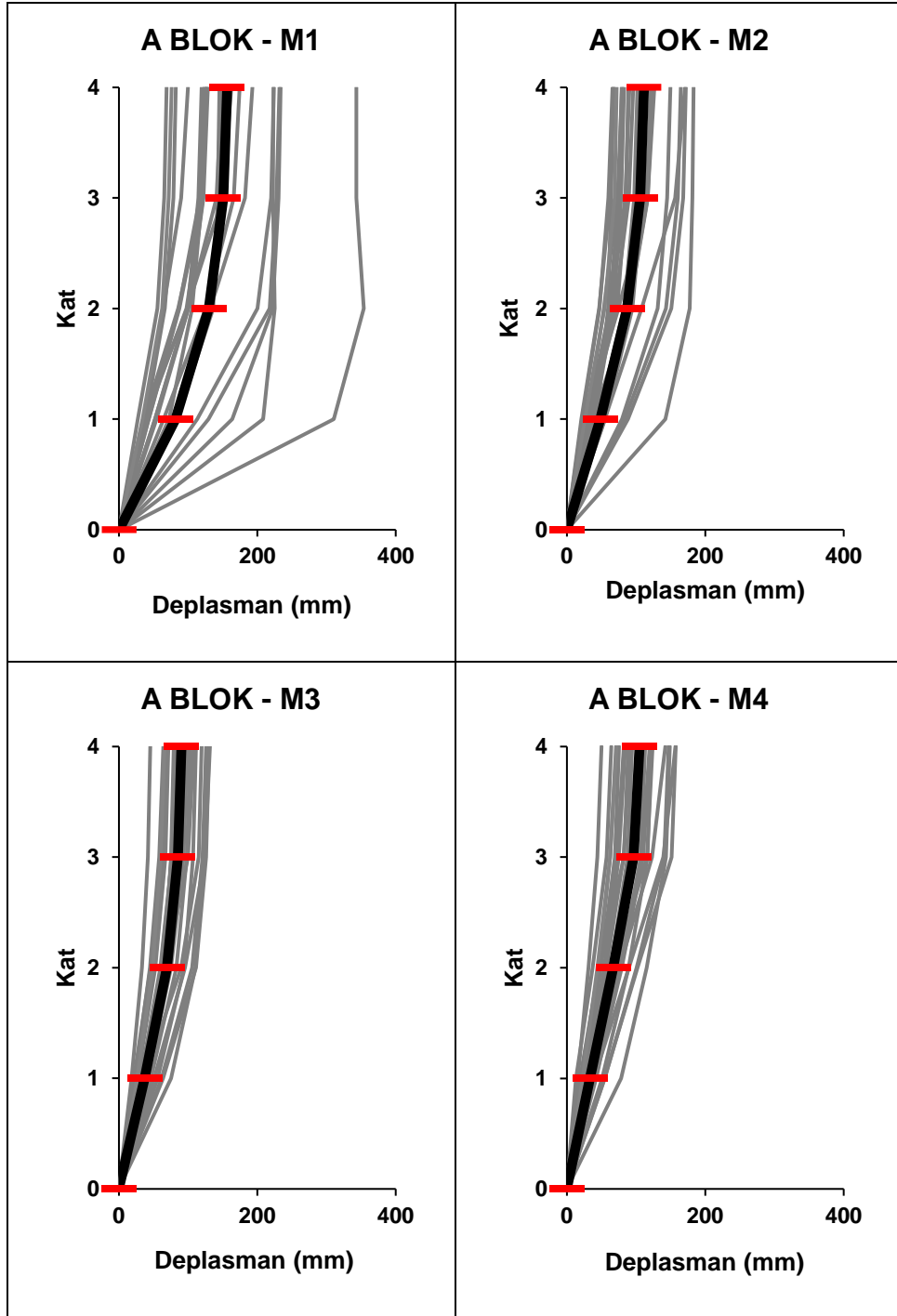
Tablo 4.4: A Blok M4 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	124.12	115.80	68.95	25.76
2	157.22	151.39	101.88	54.34
3	91.14	81.89	57.57	28.07
4	113.14	106.91	77.39	42.23
5	49.90	43.95	31.36	15.91
6	157.18	139.21	89.62	39.29
7	119.43	109.04	74.13	37.29
8	84.34	75.15	54.97	24.62
9	75.47	69.27	49.37	22.43
10	121.57	116.77	89.18	50.85
11	71.00	62.41	46.09	20.04
12	82.28	72.32	47.76	21.97
13	146.91	140.53	100.92	54.92
14	94.26	87.65	63.26	33.13
15	82.98	72.92	54.03	27.77
16	88.70	82.64	46.07	19.07
17	148.75	143.39	115.33	78.62
18	142.43	123.02	75.71	25.14
19	120.28	110.24	79.47	41.22
20	64.45	57.35	37.15	13.07
21	72.18	62.75	43.88	22.81
ORTALAMA	105.13	96.41	66.86	33.27

A için ortalama çatı yer değiştirme talepleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %28, %42, %33 , 3. katta %30, %43, %36, 2. katta %33, %46, %48, 1. katta %40, %54, %59 azalmıştır.

Viskoz sönümleyicilerin farklı yerleşim stratejileri açısından sonuçlar incelendiğinde, beklendiği gibi sönümleyici sayısının artması ile doğru orantılı olarak taleplerde azalma gözlemlenmektedir.

Çatı yer değiştirme profilleri toplu olarak değerlendirildiğinde (şekil 4.1), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri büyük oranda sınırlandırdığı görölmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



şekil 4.1: A Blok İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

4.1.2 B Blok

M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.5-4.8'de yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

B için ortalama çatı yer değiştirme talepleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %34, %49, %36 , 3. katta %37, %52, %42, 2. katta %41, %55, %54, 1. katta %50, %64, %66 azalmıştır.

Viskoz sönümleyicilerin farklı yerleşim stratejileri açısından sonuçlar incelendiğinde, beklendiği gibi sönümleyici sayısının artması ile doğru orantılı olarak taleplerde azalma gözlemlenmektedir. Bu bağlamda en düşük talepler M3 modelinde hesaplanmıştır.

Dikkat çekici bir diğer nokta ise M2 ve M4 modelleri 3 ve 4. Katlarda sınırlı düzeydeyken 1. Ve 2. katta fark fazladır.M4 modelinde kalıp planında uygulanan viskoz sönümleyici eleman sayısı M2 modelinin iki katı olmakla birlikte kat yksekliliğinin yarısına kadar uygulanmıştır.

B Blok M1 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 127.38 mm, 3. Kat için 119.96 mm, 2. Kat için 99.18 mm ve 1. Kat için 73.55 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.5: B Blok M1 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	102.93	92.84	68.41	42.53
2	162.39	157.41	150.05	129.51
3	105.21	96.68	70.43	40.79
4	130.90	120.91	80.99	38.24
5	221.78	220.52	220.35	220.43
6	194.17	178.73	122.97	67.57
7	174.07	162.28	132.42	107.48
8	119.32	107.62	70.37	34.32
9	107.47	102.87	86.46	62.69
10	126.97	124.72	119.98	98.77
11	62.09	54.56	38.51	22.01
12	74.13	70.31	64.57	54.83
13	132.42	128.21	120.66	98.14
14	95.08	90.76	82.01	57.27
15	86.97	79.25	54.76	27.99
16	80.10	69.79	46.09	24.81
17	263.76	264.10	270.69	287.09
18	142.16	126.98	80.37	30.31
19	163.35	153.12	110.74	48.02
20	59.83	53.98	43.58	25.84
21	69.84	63.63	48.31	25.91
ORTALAMA	127.38	119.96	99.18	73.55

B Blok M2 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 84.04 mm, 3. Kat için 75.95 mm, 2. Kat için 59.00 mm ve 1. Kat için 36.64 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.6: B Blok M2 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	96.40	85.43	60.49	34.73
2	109.28	103.80	93.40	66.58
3	75.38	69.12	50.04	28.09
4	90.45	84.70	73.70	48.47
5	44.20	40.97	37.23	30.02
6	149.64	133.48	87.21	38.73
7	107.53	94.24	61.58	31.17
8	76.93	66.10	44.26	23.71
9	69.96	61.82	45.16	23.86
10	89.20	85.50	77.66	56.01
11	63.58	55.07	40.11	22.30
12	63.71	54.88	39.38	21.35
13	84.32	79.92	71.16	48.98
14	64.23	60.08	52.34	34.92
15	68.07	55.98	34.54	15.22
16	66.22	62.59	58.08	36.28
17	105.72	103.72	101.15	92.62
18	115.26	99.70	63.49	29.54
19	105.85	94.38	68.69	34.34
20	58.11	50.63	38.12	24.71
21	60.91	52.94	41.14	27.78
ORTALAMA	84.04	75.95	59.00	36.64

B Blok M3 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 64.84 mm, 3. Kat için 57.98 mm, 2. Kat için 44.62 mm ve 1. Kat için 26.57 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.7: B Blok M3 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

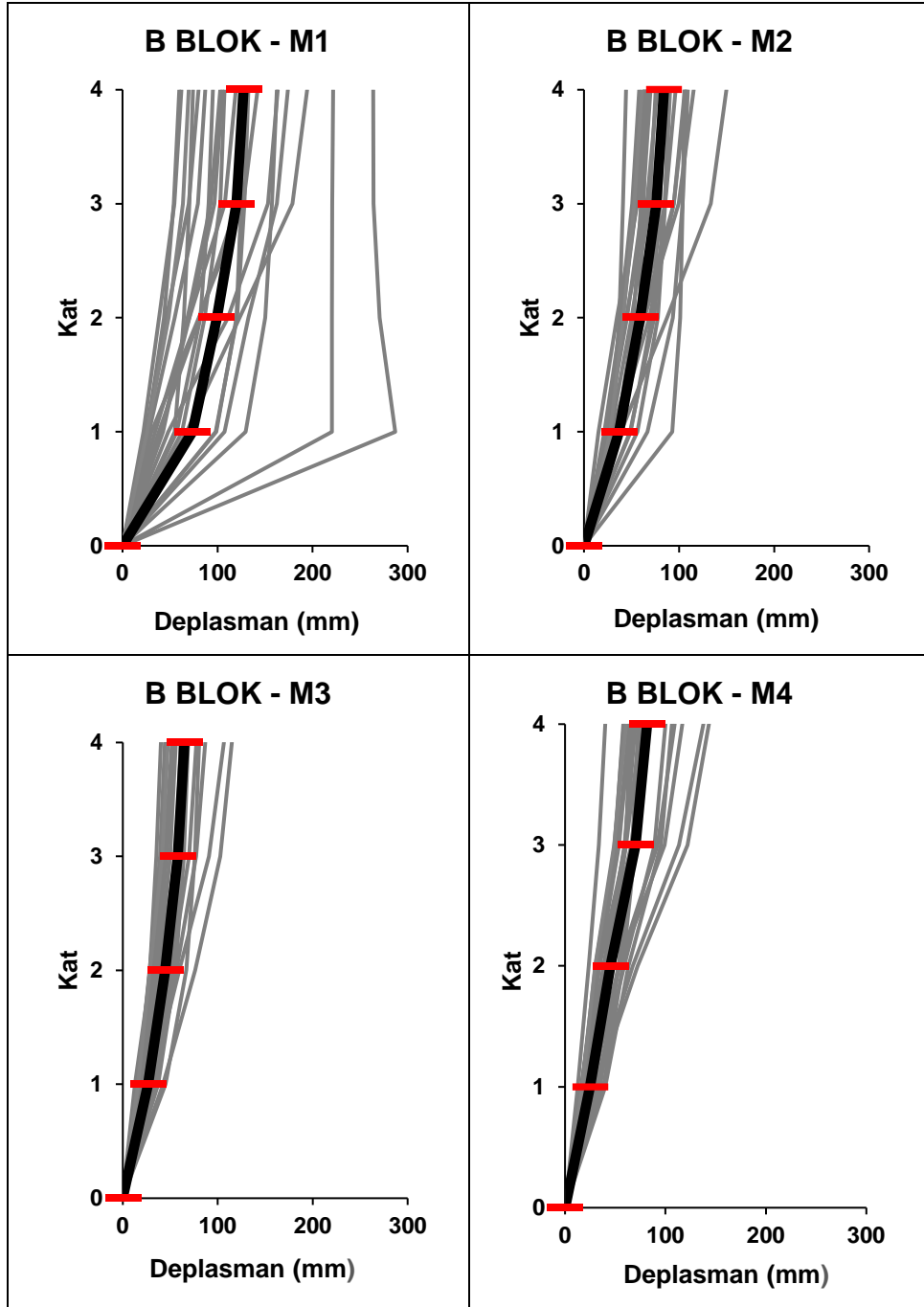
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	77.60	69.69	51.31	30.98
2	80.46	75.85	66.87	45.06
3	63.06	55.87	41.04	23.75
4	67.31	62.42	53.47	35.15
5	40.05	35.52	28.56	16.92
6	114.84	102.63	76.21	42.61
7	86.86	77.14	56.64	34.42
8	53.78	46.13	31.42	15.84
9	56.05	49.72	37.98	22.46
10	68.98	64.39	55.82	37.27
11	53.19	45.19	31.27	16.56
12	44.34	39.37	28.38	15.90
13	65.99	61.21	53.29	36.52
14	45.68	40.97	32.87	19.72
15	51.89	43.93	30.01	12.76
16	61.00	56.43	48.86	31.11
17	60.74	56.95	50.83	34.72
18	106.52	90.79	59.61	29.98
19	62.82	55.56	38.83	18.17
20	52.89	46.31	35.21	22.03
21	47.54	41.55	28.63	15.96
ORTALAMA	64.84	57.98	44.62	26.57

B Blok M4 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 4. Kat için 81.61 mm, 3. Kat için 70.12 mm, 2. Kat için 45.16 mm ve 1. Kat için 24.85 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.8: B Blok M4 Modeli İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	(mm)			
1	116.78	99.10	54.00	27.13
2	106.45	95.54	63.03	39.85
3	80.68	65.90	38.71	20.49
4	78.57	71.17	53.35	33.35
5	39.91	33.48	23.58	12.64
6	143.20	122.09	72.31	31.06
7	109.06	91.99	53.48	26.47
8	70.05	59.86	38.00	18.89
9	68.90	59.11	38.93	21.42
10	75.55	70.03	57.36	38.07
11	64.81	53.58	33.60	17.93
12	63.73	52.54	31.05	16.44
13	73.01	66.78	53.52	34.72
14	57.90	49.83	30.32	16.59
15	75.68	60.55	34.24	15.95
16	64.51	60.78	42.50	26.60
17	67.85	59.74	40.17	25.30
18	137.89	113.58	67.43	30.64
19	100.02	88.98	58.98	30.40
20	58.67	49.02	33.80	20.70
21	60.56	48.82	29.90	17.18
ORTALAMA	81.61	70.12	45.16	24.85

Çatı yer değiştirme profilleri toplu olarak değerlendirildiğinde (şekil 4.2), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



şekil 4.2: B Blok İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

4.1.3 C Blok

M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.9-4.12’de yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

C için ortalama çatı yer değiştirme talepleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla 2. katta %45, %60, %35, 1. katta %43, %56, %68 azalmıştır.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, akışkan viskoz sönümleyici eklenen modellerde çatı yer değiştirme taleplerinde önemli oranda bir azalma olduğu grlmektedir.

C Blok M1 modeli ortalama kat d yer değiştirme değerleri 2. Kat için 42.63 mm ve 1. Kat için 19.36 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.9: C Blok M1 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	(mm)	
1	64.08	31.66
2	39.42	25.41
3	35.02	13.49
4	43.87	10.93
5	25.71	11.09
6	76.16	32.75
7	51.33	31.66
8	34.39	9.79
9	43.63	19.56
10	31.06	14.37
11	38.86	15.80
12	27.03	11.26
13	26.69	14.14
14	18.40	13.27
15	38.43	18.04
16	45.09	22.68
17	31.53	15.83
18	97.76	47.39
19	70.08	21.74
20	31.19	10.68
21	25.58	15.11
ORTALAMA	42.63	19.36

C Blok M2 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 2. Kat için 23.24 mm ve 1. Kat için 11.02 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.10: C Blok M2 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	(mm)	
1	34.02	13.92
2	21.33	15.75
3	22.14	5.93
4	17.18	9.88
5	14.21	8.64
6	52.62	15.92
7	31.92	9.82
8	17.82	5.79
9	20.09	9.32
10	15.86	9.97
11	19.05	12.68
12	13.99	7.10
13	16.22	9.85
14	13.41	8.31
15	22.35	13.59
16	20.90	13.57
17	23.34	12.11
18	41.53	23.28
19	35.13	10.02
20	17.41	7.40
21	17.45	8.52
ORTALAMA	23.24	11.02

C Blok M3 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 2. Kat için 16.66 mm ve 1. Kat için 8.60 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.11: C Blok M3 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

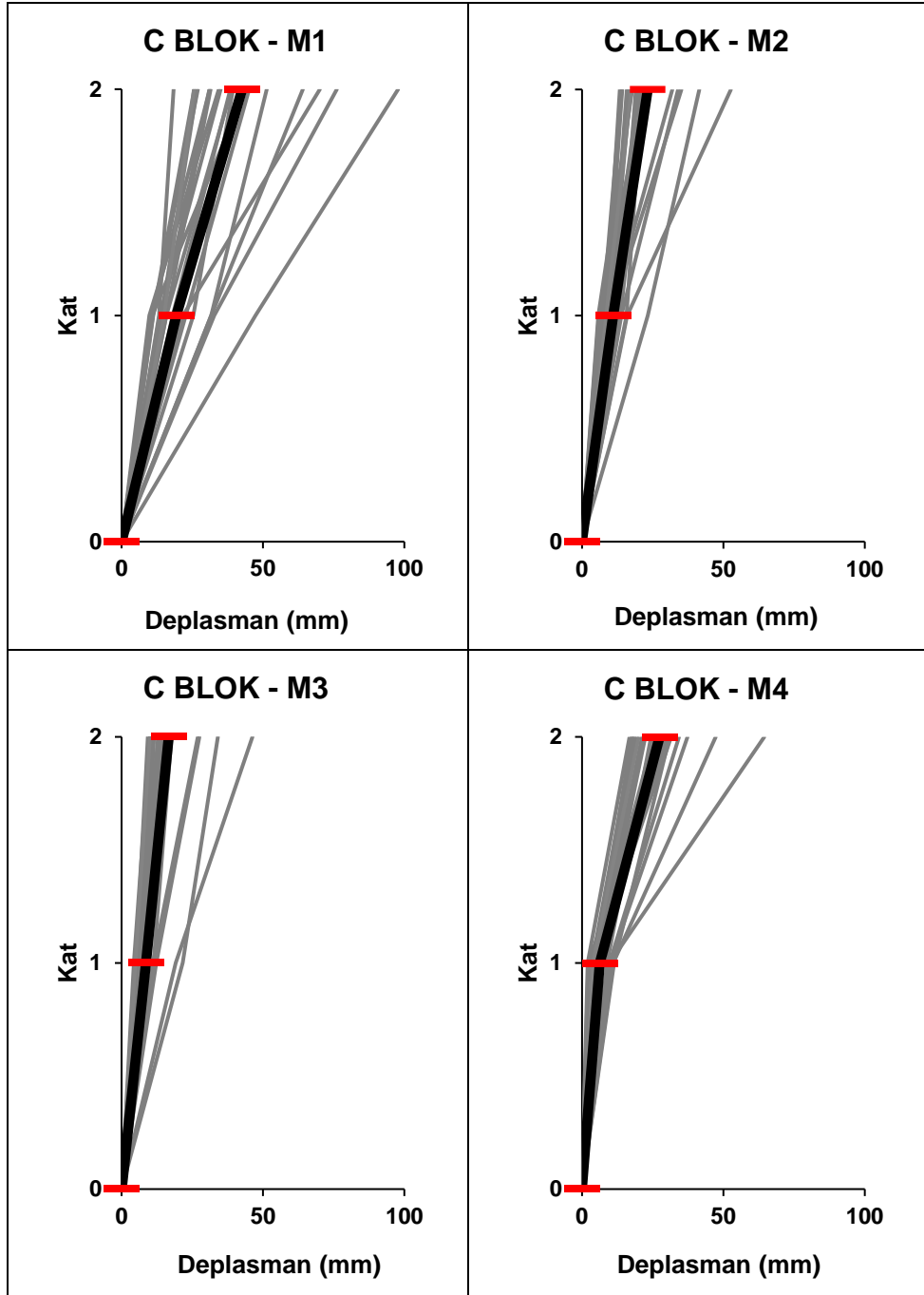
DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	(mm)	
1	26.95	11.07
2	10.93	7.05
3	16.72	8.09
4	11.39	7.23
5	9.26	5.05
6	46.31	19.09
7	27.49	12.23
8	10.16	4.36
9	14.12	7.01
10	11.45	6.91
11	14.56	8.96
12	10.13	5.38
13	13.31	8.20
14	10.65	5.84
15	17.66	11.31
16	13.50	8.59
17	12.94	6.14
18	34.04	21.62
19	15.36	6.63
20	12.96	5.07
21	10.00	4.86
ORTALAMA	16.66	8.60

C Blok M4 modeli ortalama kat yer değiştirme değerleri 2. Kat için 27.44 mm ve 1. Kat için 6.27 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.12: C Blok M4 Modeli için Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	(mm)	
1	37.33	9.96
2	24.39	8.90
3	17.63	4.58
4	31.55	4.69
5	22.42	5.90
6	47.23	10.96
7	27.32	6.32
8	16.75	2.02
9	17.68	6.38
10	21.68	5.90
11	29.79	2.24
12	18.34	3.49
13	21.16	5.05
14	19.43	5.14
15	34.26	9.69
16	30.95	11.34
17	18.48	5.85
18	64.47	9.73
19	30.09	5.48
20	25.27	4.20
21	20	3.92
ORTALAMA	27.44	6.27

Çatı yer değiştirme profilleri toplu olarak değerlendirildiğinde (şekil 4.3), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri büyük oranda sınırlandırdığı görölmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



şekil 4.3: C Blok İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

4.2 Göreli Kat Ötelenmesinin Elde Edilmesi

Katlar arası göreli kat ötelenmesi değeri yapıda meydana gelen talep dağılımının gözlenebilmesi için önemli bir göstergedir. Her bir katta meydana gelen yer değiştirmenin bir altta meydana gelen yer değiştirmeden farkının kat yüksekliğine bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu bölümde tüm modeller için her katta meydana gelen maksimum göreli kat ötelenme oranlarının bina boyunca değişimi karşılaştırılmıştır. Deprem ivmesi X ve Y doğrultusunda aynı anda etkitildiği için hesaplanan göreli kat ötelenme oranları her bir doğrultu için ayrı ayrı verilmiştir.

4.2.1 A Blok

X ve Y yönündeki her kata ait göreli kat öteleme değerleri M1 modeli için Tablo 4.13-4.14'te, M2 modeli için Tablo 4.15-4.16'da, M3 modeli için Tablo 4.17-4.18'de ve M4 modeli için Tablo 4.19-4.20'de yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki göreli kat ötelemeleri Şekil 4.4'te, Y yönündeki göreli kat ötelemeleri ise Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

A için ortalama göreli kat öteleme değerleri M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %23, %40 azalırken M4 modelinde %21 artmıştır, 3. katta %20, %40 azalırken M4 modelinde %11 artmıştır., 2. Katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %22, %36, %32, 1. katta %31, %47, %51 azalmıştır.

Y yönünde ise ortalama göreli kat öteleme değerleri M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %37, %52 azalırken M4 modelinde %19 artmıştır, 3. katta %26, %40 azalırken M4 modelinde %27 artmıştır., 2. Katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %27, %43, %41, 1. katta %33, %47, %51 azalmıştır.

Göreli kat ötelemeleri açısından en büyük farklılık viskoz sönümleyici elemanların kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulandığı M4 modellerinde son katlarda meydana gelen artıştır.

A Blok M1 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.32, 3. Kat için 0.93, 2. Kat için 1.66 ve 1. Kat için 2.28 elde edilmiştir.

Tablo 4.13: A Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.33	1.18	1.65	2.22
2	0.26	0.65	2.96	4.21
3	0.31	1.01	1.46	1.35
4	0.34	1.48	1.61	1.77
5	0.20	0.48	0.77	4.44
6	0.49	1.91	1.77	2.44
7	0.33	1.01	1.77	2.59
8	0.37	1.09	1.48	1.47
9	0.25	0.88	1.56	2.36
10	0.30	0.76	2.01	4.11
11	0.39	0.61	0.95	1.19
12	0.30	0.47	1.48	2.24
13	0.26	0.68	2.90	3.50
14	0.24	0.55	1.58	1.67
15	0.45	0.85	1.33	1.09
16	0.40	0.86	1.97	1.21
17	0.16	0.65	1.59	4.61
18	0.49	1.79	2.06	1.36
19	0.35	1.34	2.03	1.99
20	0.30	0.52	0.99	0.95
21	0.27	0.69	1.02	1.12
ORTALAMA	0.32	0.93	1.66	2.28

A Blok M1 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.39, 3. Kat için 0.77, 2. Kat için 1.93 ve 1. Kat için 2.69 elde edilmiştir.

Tablo 4.14: A Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.36	0.83	1.85	2.68
2	0.32	0.50	2.31	4.94
3	0.42	0.77	1.95	2.56
4	0.42	1.12	1.79	1.50
5	0.38	0.69	2.85	4.70
6	0.40	0.68	1.23	1.87
7	0.35	0.89	2.97	3.86
8	0.36	0.66	1.14	1.43
9	0.25	0.58	1.79	4.84
10	0.34	0.50	1.72	2.41
11	0.46	0.80	1.47	1.55
12	0.39	0.64	2.55	3.59
13	0.36	0.62	1.64	2.54
14	0.43	0.75	1.57	2.29
15	0.60	1.08	1.42	1.74
16	0.39	0.66	1.17	1.27
17	0.22	0.52	4.20	5.07
18	0.44	0.73	1.23	1.19
19	0.29	0.51	0.86	1.15
20	0.41	1.06	1.48	1.54
21	0.63	1.64	3.36	3.74
ORTALAMA	0.39	0.77	1.93	2.69

A Blok M2 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.25, 3. Kat için 0.74, 2. Kat için 1.30 ve 1. Kat için 1.57 elde edilmiştir.

Tablo 4.15: A Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.28	0.92	1.71	1.33
2	0.21	0.77	1.99	2.58
3	0.29	0.72	1.13	1.09
4	0.20	0.81	1.32	1.71
5	0.17	0.33	0.56	1.32
6	0.47	1.62	1.77	1.96
7	0.27	0.94	1.37	1.45
8	0.25	0.78	1.11	1.01
9	0.18	0.64	0.97	1.22
10	0.25	0.71	1.72	2.47
11	0.28	0.64	0.86	0.75
12	0.26	0.54	1.04	1.05
13	0.18	0.58	2.08	2.73
14	0.19	0.48	1.30	1.41
15	0.27	0.66	0.91	1.01
16	0.29	0.66	1.38	1.06
17	0.18	0.49	1.24	4.42
18	0.34	1.41	1.58	1.17
19	0.26	0.90	1.40	1.49
20	0.21	0.53	0.83	0.83
21	0.19	0.48	0.95	0.92
ORTALAMA	0.25	0.74	1.30	1.57

A Blok M2 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.24, 3. Kat için 0.58, 2. Kat için 1.41 ve 1. Kat için 1.81 elde edilmiştir.

Tablo 4.16: A Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.24	0.57	1.36	1.63
2	0.21	0.46	1.65	2.62
3	0.25	0.55	1.48	1.75
4	0.27	0.72	1.53	1.35
5	0.23	0.52	2.22	3.44
6	0.24	0.54	1.13	1.38
7	0.27	0.79	1.87	2.40
8	0.20	0.41	0.88	1.20
9	0.25	0.62	1.98	2.11
10	0.25	0.53	0.99	1.29
11	0.26	0.59	1.07	1.21
12	0.24	0.52	1.57	2.15
13	0.20	0.45	1.04	1.51
14	0.25	0.48	0.87	1.30
15	0.30	0.73	1.33	1.57
16	0.23	0.46	0.91	0.99
17	0.23	0.55	2.38	3.92
18	0.24	0.55	0.97	1.10
19	0.19	0.39	0.55	0.64
20	0.24	0.61	1.17	1.30
21	0.35	1.06	2.74	3.27
ORTALAMA	0.24	0.58	1.41	1.81

A Blok M3 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.19, 3. Kat için 0.56, 2. Kat için 1.07 ve 1. Kat için 1.20 elde edilmiştir.

Tablo 4.17: A Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.19	0.85	1.78	1.33
2	0.17	0.57	1.59	1.98
3	0.19	0.54	0.97	0.98
4	0.19	0.64	1.23	1.43
5	0.15	0.30	0.50	0.74
6	0.30	1.02	1.48	1.65
7	0.18	0.60	1.13	1.29
8	0.17	0.52	0.86	0.83
9	0.15	0.46	0.87	0.90
10	0.21	0.52	1.28	1.74
11	0.19	0.52	0.80	0.68
12	0.16	0.43	0.81	0.83
13	0.17	0.50	1.48	1.94
14	0.16	0.39	0.95	1.12
15	0.25	0.48	0.77	0.78
16	0.21	0.48	1.13	1.06
17	0.15	0.44	1.17	2.37
18	0.28	1.03	1.34	1.08
19	0.22	0.57	0.94	1.00
20	0.20	0.44	0.71	0.73
21	0.18	0.41	0.75	0.82
ORTALAMA	0.19	0.56	1.07	1.20

A Blok M3 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.19, 3. Kat için 0.46, 2. Kat için 1.10 ve 1. Kat için 1.41 elde edilmiştir.

Tablo 4.18: A Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.18	0.46	0.98	1.28
2	0.17	0.41	1.15	1.76
3	0.20	0.47	1.20	1.39
4	0.22	0.60	1.23	1.09
5	0.21	0.49	1.73	2.46
6	0.19	0.46	0.79	0.86
7	0.21	0.51	1.33	1.59
8	0.16	0.34	0.72	0.86
9	0.20	0.49	1.18	1.49
10	0.18	0.43	0.81	0.94
11	0.17	0.39	0.88	1.00
12	0.19	0.41	0.98	1.44
13	0.14	0.34	0.73	0.96
14	0.17	0.37	0.75	1.12
15	0.21	0.55	1.11	1.26
16	0.18	0.46	0.95	1.07
17	0.20	0.50	1.68	3.10
18	0.22	0.55	1.15	1.50
19	0.12	0.27	0.49	0.55
20	0.14	0.41	0.93	1.11
21	0.27	0.88	2.35	2.85
ORTALAMA	0.19	0.46	1.10	1.41

A Blok M4 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.39, 3. Kat için 1.03, 2. Kat için 1.14 ve 1. Kat için 1.12 elde edilmiştir.

Tablo 4.19: A Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

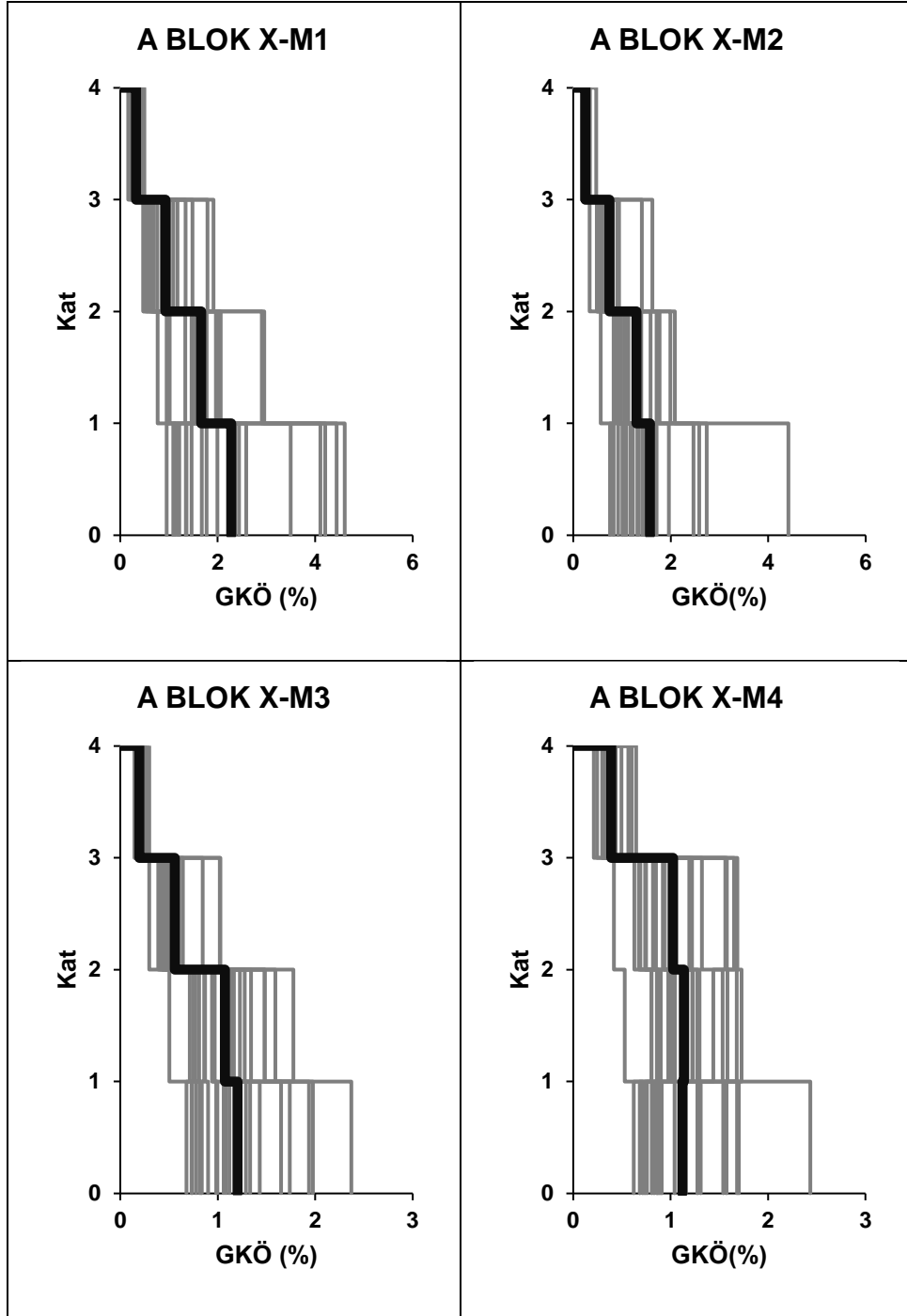
DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.40	1.56	1.44	1.12
2	0.34	1.65	1.58	1.68
3	0.39	0.93	1.05	0.87
4	0.34	0.98	1.17	1.31
5	0.25	0.42	0.53	0.71
6	0.60	1.68	1.68	1.54
7	0.41	1.19	1.23	1.15
8	0.33	1.00	1.01	0.81
9	0.30	0.69	0.90	0.91
10	0.44	0.92	1.30	1.57
11	0.49	0.74	0.87	0.62
12	0.41	0.82	0.86	0.83
13	0.36	1.32	1.53	1.70
14	0.31	0.85	1.00	1.04
15	0.57	0.75	0.88	0.86
16	0.43	1.22	0.98	0.76
17	0.21	0.94	1.22	2.43
18	0.65	1.58	1.73	0.89
19	0.40	1.03	1.27	1.28
20	0.30	0.67	0.80	0.68
21	0.31	0.63	0.80	0.74
ORTALAMA	0.39	1.03	1.14	1.12

A Blok M4 modeli Y doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.47, 3. Kat için 0.98, 2. Kat için 1.14 ve 1. Kat için 1.33 elde edilmiştir.

Tablo 4.20: A Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

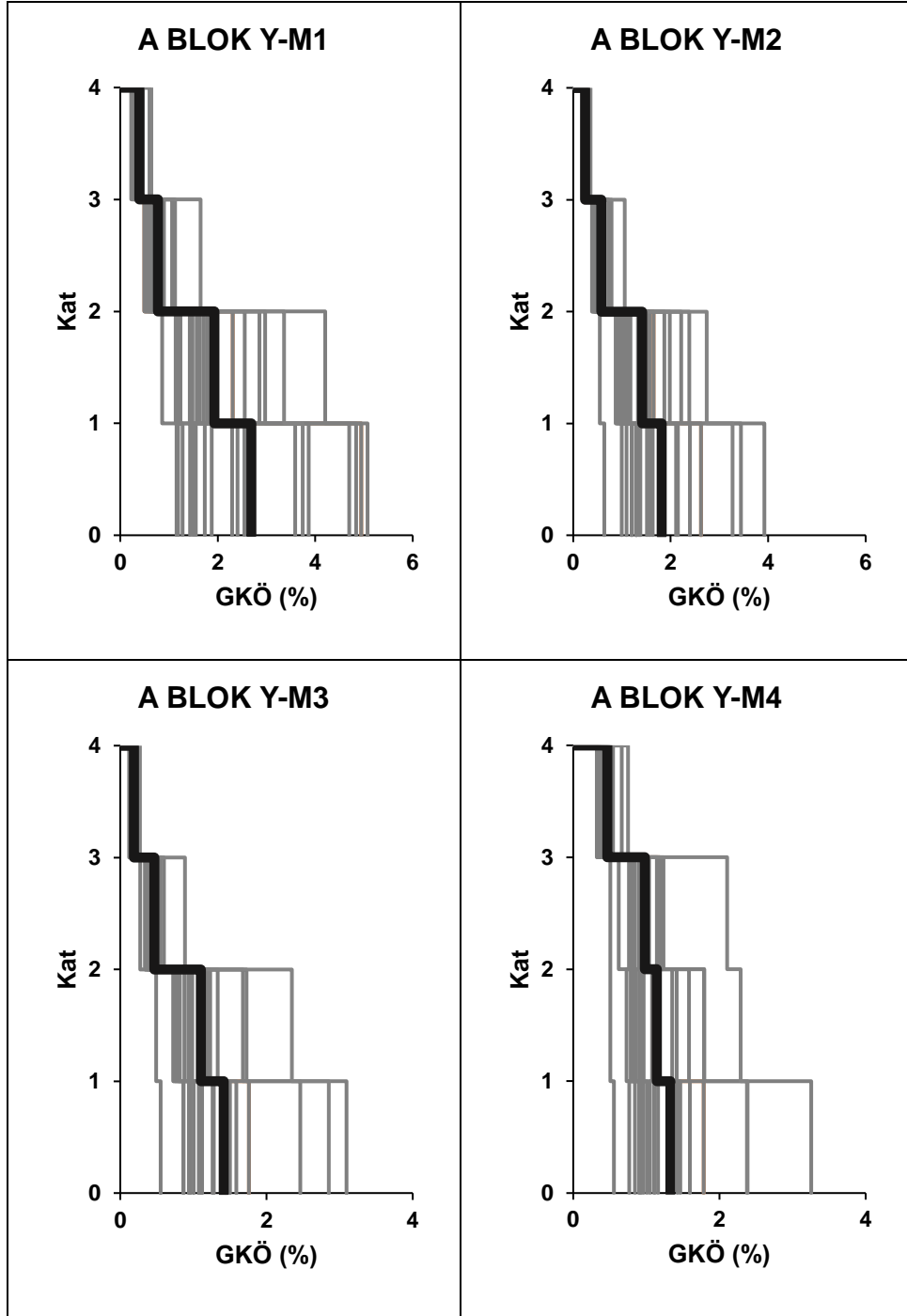
DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.48	0.92	1.09	1.16
2	0.37	1.18	1.12	1.78
3	0.50	0.83	1.23	1.35
4	0.48	1.04	1.35	1.12
5	0.47	1.02	1.79	2.38
6	0.51	0.76	0.96	1.11
7	0.50	1.19	1.58	1.60
8	0.32	0.62	0.85	0.92
9	0.40	0.89	1.41	1.43
10	0.45	0.83	0.79	0.84
11	0.49	0.80	0.83	0.93
12	0.48	0.91	1.10	1.47
13	0.35	0.84	0.81	0.96
14	0.45	0.83	0.73	0.91
15	0.66	1.15	1.08	1.05
16	0.47	0.90	0.86	0.77
17	0.36	1.15	1.79	3.26
18	0.54	1.24	0.90	0.90
19	0.32	0.51	0.51	0.56
20	0.43	0.90	0.94	1.01
21	0.75	2.11	2.29	2.39
ORTALAMA	0.47	0.98	1.14	1.33

Görelî kat ötelenme oranları X doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.4), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri sürekli yerleştirilen modellerde büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M4 modelinde 2. Kattan sonra arttığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.4: A Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Görelî kat ötelenme oranları Y doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.5), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri sürekli yerleştirilen modellerde büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M4 modelinde 2. Kattan sonra arttığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.5: A Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

4.2.2 B Blok

X ve Y yönündeki her kata ait görelî kat öteleme değerleri M1 modeli için Tablo 4.21-4.22'de, M2 modeli için Tablo 4.23-4.24'te, M3 modeli için Tablo 4.25-4.26'da ve M4 modeli için Tablo 4.27-4.28'de yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki görelî kat ötelemeleri Şekil 4.6'da, Y yönündeki görelî kat ötelemeleri ise Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

B için ortalama görelî kat ötelenme oranları M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %0.3, %26 azalırken, M4 modelinde %29 artmıştır. 3. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %21, %43 azalırken, M4 modelinde %0.5 artmıştır. 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %24, %41, %33; 1. katta %46, %61, %63 azalmıştır.

Y yönünde ise M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %40, %57 azalırken, M4 modelinde %34 artmıştır. 3. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %31, %47 azalırken, M4 modelinde %69 artmıştır. 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %31, %54, %52; 1. katta %48, %70, %72 azalmıştır.

B Blok M1 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.34, 3. Kat için 0.84, 2. Kat için 1.03 ve 1. Kat için 2.23 elde edilmiştir.

Tablo 4.21: B Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.39	0.86	0.94	1.80
2	0.21	0.40	0.94	4.01
3	0.35	0.95	1.02	1.26
4	0.39	1.55	1.44	1.95
5	0.24	0.28	0.42	4.82
6	0.61	2.03	1.91	2.11
7	0.42	1.01	1.08	3.60
8	0.51	1.27	1.20	1.06
9	0.22	0.68	1.17	2.84
10	0.24	0.44	0.80	3.06
11	0.33	0.63	0.56	0.99
12	0.27	0.57	0.85	1.77
13	0.24	0.40	0.91	3.20
14	0.22	0.35	0.82	1.77
15	0.42	0.82	0.89	1.05
16	0.41	0.83	0.71	1.22
17	0.18	0.46	0.87	4.89
18	0.51	1.57	1.69	1.19
19	0.40	1.41	2.09	1.49
20	0.24	0.58	0.65	0.96
21	0.25	0.51	0.75	1.72
ORTALAMA	0.34	0.84	1.03	2.23

B Blok M1 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.27, 3. Kat için 0.40, 2. Kat için 1.16 ve 1. Kat için 2.59 elde edilmiştir.

Tablo 4.22: B Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.23	0.39	1.16	1.69
2	0.23	0.40	1.51	3.85
3	0.35	0.52	1.57	1.54
4	0.26	0.45	1.93	0.99
5	0.26	0.32	1.25	4.32
6	0.31	0.42	0.77	1.50
7	0.23	0.35	1.09	4.76
8	0.24	0.45	0.92	1.34
9	0.17	0.21	0.62	4.84
10	0.24	0.31	0.69	2.05
11	0.27	0.34	1.23	1.74
12	0.28	0.55	1.25	2.11
13	0.23	0.28	0.43	4.46
14	0.28	0.40	0.93	1.64
15	0.42	0.48	1.40	2.06
16	0.33	0.46	1.12	1.08
17	0.18	0.28	0.80	4.82
18	0.24	0.45	1.19	2.10
19	0.23	0.36	0.57	0.61
20	0.25	0.30	1.33	2.08
21	0.41	0.69	2.56	4.90
ORTALAMA	0.27	0.40	1.16	2.59

B Blok M2 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.32, 3. Kat için 0.66, 2. Kat için 0.78 ve 1. Kat için 1.19 elde edilmiştir.

Tablo 4.23: B Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.37	0.83	0.86	1.15
2	0.21	0.35	0.89	2.21
3	0.35	0.67	0.73	0.87
4	0.35	0.85	0.84	1.50
5	0.20	0.29	0.38	0.96
6	0.57	1.54	1.62	1.39
7	0.45	1.09	1.05	1.03
8	0.36	0.73	0.69	0.73
9	0.29	0.56	0.71	0.82
10	0.24	0.39	0.73	1.73
11	0.35	0.60	0.59	0.69
12	0.29	0.52	0.66	0.81
13	0.21	0.35	0.74	1.52
14	0.20	0.31	0.58	1.08
15	0.40	0.71	0.64	0.83
16	0.32	0.59	0.73	1.12
17	0.22	0.44	0.57	3.03
18	0.52	1.28	1.26	0.91
19	0.40	0.86	1.15	1.06
20	0.25	0.58	0.45	0.77
21	0.27	0.39	0.53	0.86
ORTALAMA	0.32	0.66	0.78	1.19

B Blok M2 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.16, 3. Kat için 0.28, 2. Kat için 0.79 ve 1. Kat için 1.34 elde edilmiştir.

Tablo 4.24: B Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.15	0.24	0.75	1.35
2	0.16	0.27	0.85	1.63
3	0.18	0.28	1.16	1.33
4	0.16	0.27	0.70	0.91
5	0.15	0.23	1.01	2.28
6	0.16	0.25	0.60	0.73
7	0.17	0.30	0.79	1.12
8	0.14	0.22	0.53	0.68
9	0.13	0.21	0.62	1.30
10	0.15	0.25	0.70	1.15
11	0.18	0.31	0.78	1.02
12	0.18	0.33	0.64	1.09
13	0.14	0.22	0.56	0.68
14	0.15	0.25	0.78	1.37
15	0.19	0.36	0.88	1.16
16	0.17	0.30	0.82	1.17
17	0.14	0.25	0.75	3.28
18	0.19	0.30	1.24	2.05
19	0.14	0.21	0.32	0.42
20	0.13	0.24	0.42	0.51
21	0.22	0.53	1.76	2.89
ORTALAMA	0.16	0.28	0.79	1.34

B Blok M3 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.25, 3. Kat için 0.48, 2. Kat için 0.61 ve 1. Kat için 0.87 elde edilmiştir.

Tablo 4.25: B Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.31	0.61	0.79	1.11
2	0.18	0.30	0.73	1.40
3	0.24	0.49	0.58	0.74
4	0.24	0.50	0.61	1.09
5	0.15	0.23	0.39	0.52
6	0.41	0.99	1.13	1.32
7	0.32	0.68	0.74	1.07
8	0.26	0.49	0.52	0.53
9	0.21	0.41	0.52	0.70
10	0.17	0.29	0.62	1.21
11	0.27	0.46	0.50	0.56
12	0.19	0.37	0.45	0.54
13	0.19	0.29	0.57	1.13
14	0.17	0.27	0.44	0.67
15	0.27	0.50	0.58	0.87
16	0.25	0.39	0.59	0.96
17	0.22	0.37	0.54	1.08
18	0.52	1.04	0.99	0.93
19	0.24	0.56	0.69	0.67
20	0.22	0.42	0.44	0.68
21	0.20	0.43	0.42	0.49
ORTALAMA	0.25	0.48	0.61	0.87

B Blok M3 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.11, 3. Kat için 0.21, 2. Kat için 0.53 ve 1. Kat için 0.79 elde edilmiştir.

Tablo 4.26: B Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.10	0.18	0.47	0.71
2	0.13	0.24	0.59	1.01
3	0.12	0.21	0.61	0.84
4	0.11	0.21	0.42	0.45
5	0.12	0.21	0.58	0.98
6	0.12	0.21	0.46	0.54
7	0.12	0.21	0.50	0.84
8	0.09	0.15	0.27	0.35
9	0.10	0.17	0.35	0.70
10	0.11	0.19	0.38	0.57
11	0.11	0.21	0.49	0.64
12	0.11	0.22	0.47	0.67
13	0.11	0.18	0.35	0.51
14	0.11	0.19	0.55	1.03
15	0.14	0.27	0.56	0.70
16	0.12	0.24	0.54	0.79
17	0.10	0.19	0.51	1.14
18	0.14	0.26	0.97	1.53
19	0.08	0.16	0.24	0.26
20	0.09	0.15	0.33	0.42
21	0.17	0.41	1.45	1.86
ORTALAMA	0.11	0.21	0.53	0.79

B Blok M4 modeli X doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.43, 3. Kat için 0.88, 2. Kat için 0.69 ve 1. Kat için 0.81 elde edilmiştir.

Tablo 4.27: B Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

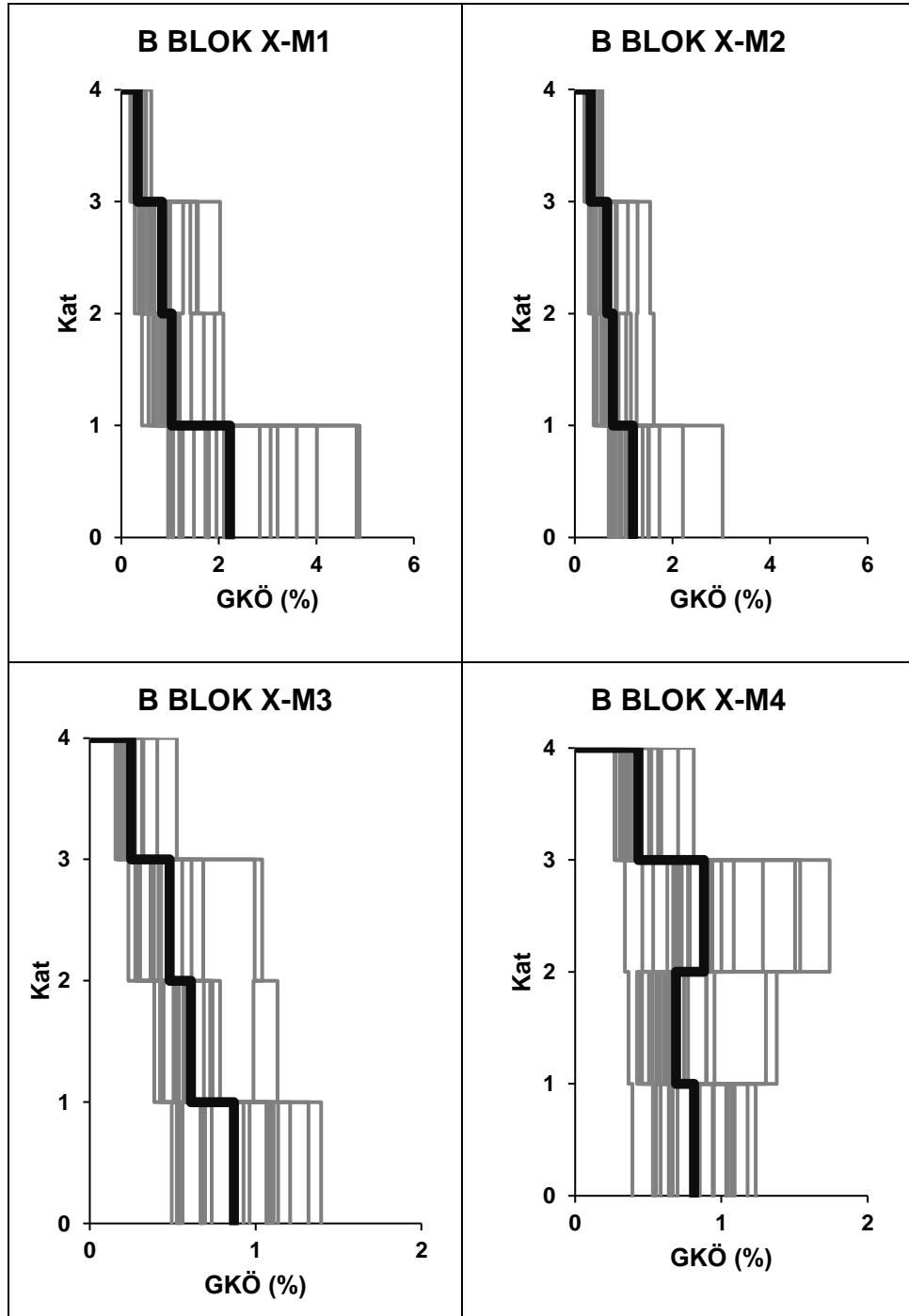
DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.59	1.50	0.90	1.04
2	0.36	1.08	0.77	1.23
3	0.52	0.94	0.64	0.67
4	0.35	0.78	0.75	1.03
5	0.28	0.34	0.36	0.39
6	0.70	1.74	1.38	1.09
7	0.57	1.28	0.90	0.85
8	0.34	0.73	0.64	0.58
9	0.36	0.70	0.58	0.66
10	0.34	0.46	0.64	1.18
11	0.51	0.71	0.53	0.56
12	0.38	0.78	0.51	0.53
13	0.27	0.53	0.63	1.07
14	0.31	0.69	0.46	0.70
15	0.57	0.93	0.61	0.54
16	0.45	0.67	0.53	0.82
17	0.27	0.67	0.56	1.07
18	0.81	1.54	1.30	0.95
19	0.42	1.00	0.95	0.94
20	0.32	0.77	0.44	0.64
21	0.39	0.63	0.42	0.53
ORTALAMA	0.43	0.88	0.69	0.81

B Blok M4 modeli Y doğrultusu için ortalama görel kat ötelenme değerleri 4. Kat için 0.36, 3. Kat için 0.68, 2. Kat için 0.56 ve 1. Kat için 0.74 elde edilmiştir.

Tablo 4.28: B Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görel Kat Ötelenme Değerleri

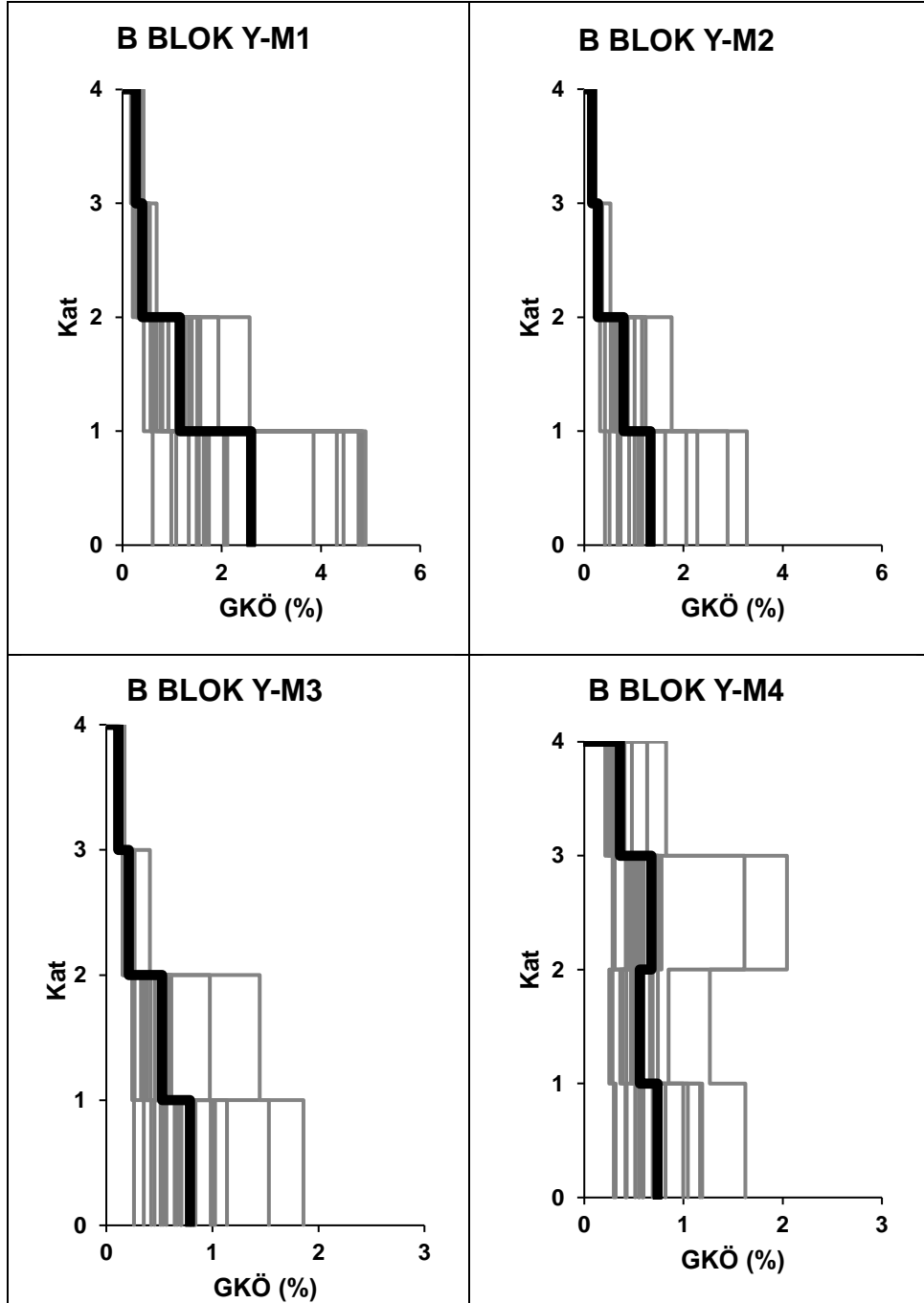
DEPREM KODU	4.KAT	3.KAT	2.KAT	1.KAT
	(%)			
1	0.30	0.51	0.53	0.69
2	0.29	0.78	0.59	1.00
3	0.35	0.69	0.74	0.82
4	0.27	0.43	0.51	0.52
5	0.39	0.55	0.69	1.05
6	0.41	0.55	0.50	0.56
7	0.28	0.59	0.55	0.75
8	0.28	0.45	0.36	0.41
9	0.21	0.29	0.42	0.74
10	0.28	0.48	0.47	0.60
11	0.40	0.60	0.50	0.55
12	0.39	0.64	0.50	0.59
13	0.33	0.51	0.39	0.43
14	0.30	0.74	0.52	0.71
15	0.48	0.74	0.66	0.75
16	0.39	0.75	0.60	0.74
17	0.28	0.57	0.59	1.19
18	0.63	1.61	0.85	1.17
19	0.24	0.31	0.25	0.30
20	0.25	0.42	0.29	0.32
21	0.83	2.04	1.27	1.62
ORTALAMA	0.36	0.68	0.56	0.74

Görelî kat ötelenme oranları X doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.6), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri sürekli yerleştirilen modellerde büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M4 modelinde 2. Kattan sonra arttığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.6: B Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Görelî kat ötelenme oranları Y doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.7), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri sürekli yerleştirilen modellerde büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M4 modelinde 2. Kattan sonra arttığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.7: B Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

4.2.3 C Blok

X ve Y yönündeki her kata ait görelî kat öteleme değerleri M1 modeli için Tablo 4.29-4.30'da, M2 modeli için Tablo 4.31-4.32'de, M3 modeli için Tablo 4.33-4.34'te ve M4 modeli için Tablo 4.35-4.36'da yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki görelî kat ötelemeleri Şekil 4.8'de, Y yönündeki görelî kat ötelemeleri ise Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

C için ortalama görelî kat ötelenme oranları M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 2. katta %47, %66, %12; 1. katta %44, %58, %63 azalmıştır.

Y yönünde ise 2. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %43, %69 azalırken, M4 modelinde %10 artmıştır, 1. katta %36, %63, %62 azalmıştır.

C Blok M1 modeli X doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.80 ve 1. Kat için 0.64 elde edilmiştir.

Tablo 4.29: C Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	1.13	0.98
2	0.47	0.79
3	0.72	0.49
4	1.10	0.61
5	0.49	0.41
6	1.45	1.01
7	0.79	0.98
8	0.83	0.43
9	0.84	0.61
10	0.56	0.49
11	0.77	0.58
12	0.53	0.39
13	0.42	0.44
14	0.36	0.41
15	0.68	0.59
16	0.75	0.71
17	0.54	0.49
18	1.68	1.47
19	1.61	0.67
20	0.68	0.48
21	0.45	0.47
ORTALAMA	0.80	0.64

C Blok M1 modeli Y doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.54 ve 1. Kat için 0.88 elde edilmiştir.

Tablo 4.30: C Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.44	0.78
2	0.47	1.13
3	0.53	0.63
4	0.38	0.49
5	0.47	0.96
6	0.58	1.02
7	0.59	0.83
8	0.37	0.53
9	0.29	0.63
10	0.36	0.77
11	0.65	1.19
12	0.45	0.66
13	0.41	0.53
14	0.46	1.24
15	0.65	0.92
16	0.62	0.74
17	0.56	0.99
18	0.74	1.80
19	0.40	0.48
20	0.43	0.53
21	1.47	1.69
ORTALAMA	0.54	0.88

C Blok M2 modeli X doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.42 ve 1. Kat için 0.36 elde edilmiştir.

Tablo 4.31: C Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.67	0.45
2	0.21	0.49
3	0.54	0.22
4	0.34	0.31
5	0.19	0.27
6	1.22	0.55
7	0.74	0.34
8	0.40	0.19
9	0.36	0.30
10	0.21	0.31
11	0.30	0.39
12	0.24	0.23
13	0.21	0.31
14	0.17	0.26
15	0.38	0.42
16	0.25	0.42
17	0.37	0.37
18	0.61	0.72
19	0.84	0.50
20	0.33	0.23
21	0.30	0.26
ORTALAMA	0.42	0.36

C Blok M2 modeli Y doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.31 ve 1. Kat için 0.56 elde edilmiştir.

Tablo 4.32: C Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.24	0.49
2	0.32	0.85
3	0.27	0.38
4	0.22	0.36
5	0.24	0.53
6	0.42	0.45
7	0.23	0.43
8	0.22	0.25
9	0.21	0.35
10	0.20	0.35
11	0.42	0.59
12	0.26	0.44
13	0.27	0.42
14	0.30	0.70
15	0.56	0.64
16	0.29	0.55
17	0.25	0.46
18	0.43	1.24
19	0.25	0.38
20	0.25	0.48
21	0.56	1.52
ORTALAMA	0.31	0.56

C Blok M3 modeli X doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.27 ve 1. Kat için 0.27 elde edilmiştir.

Tablo 4.33: C Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.53	0.34
2	0.13	0.25
3	0.29	0.25
4	0.18	0.22
5	0.14	0.16
6	0.91	0.59
7	0.51	0.38
8	0.19	0.18
9	0.24	0.22
10	0.15	0.21
11	0.19	0.28
12	0.16	0.18
13	0.17	0.25
14	0.17	0.18
15	0.21	0.35
16	0.17	0.27
17	0.23	0.20
18	0.41	0.67
19	0.31	0.21
20	0.26	0.16
21	0.17	0.15
ORTALAMA	0.27	0.27

C Blok M3 modeli Y doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.17 ve 1. Kat için 0.32 elde edilmiştir.

Tablo 4.34: C Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.14	0.24
2	0.18	0.43
3	0.18	0.28
4	0.11	0.17
5	0.16	0.30
6	0.19	0.37
7	0.14	0.24
8	0.12	0.18
9	0.11	0.17
10	0.12	0.17
11	0.18	0.31
12	0.16	0.29
13	0.15	0.26
14	0.18	0.34
15	0.25	0.56
16	0.18	0.29
17	0.15	0.24
18	0.27	0.83
19	0.14	0.21
20	0.16	0.27
21	0.23	0.65
ORTALAMA	0.17	0.32

C Blok M4 modeli X doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.71 ve 1. Kat için 0.24 elde edilmiştir.

Tablo 4.35: C Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

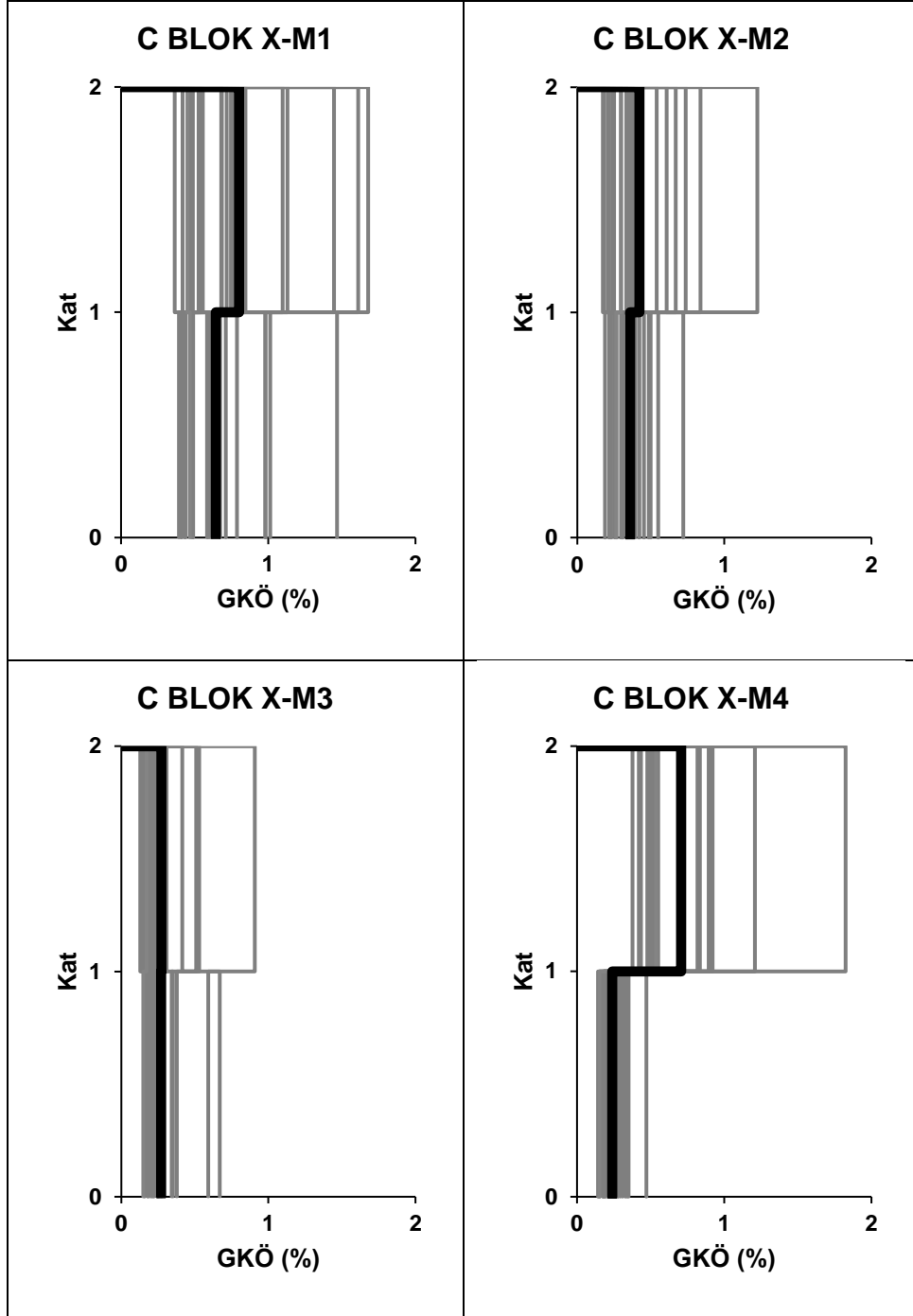
DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.91	0.31
2	0.52	0.28
3	0.43	0.14
4	0.90	0.21
5	0.55	0.18
6	1.21	0.34
7	0.70	0.23
8	0.49	0.15
9	0.38	0.20
10	0.53	0.23
11	0.92	0.28
12	0.49	0.18
13	0.54	0.19
14	0.48	0.17
15	0.82	0.33
16	0.69	0.35
17	0.42	0.18
18	1.82	0.47
19	0.84	0.29
20	0.70	0.15
21	0.54	0.15
ORTALAMA	0.71	0.24

C Blok M4 modeli Y doğrultusu için ortalama görelî kat ötelenme değerleri 2. Kat için 0.60 ve 1. Kat için 0.33 elde edilmiştir.

Tablo 4.36: C Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Görelî Kat Ötelenme Değerleri

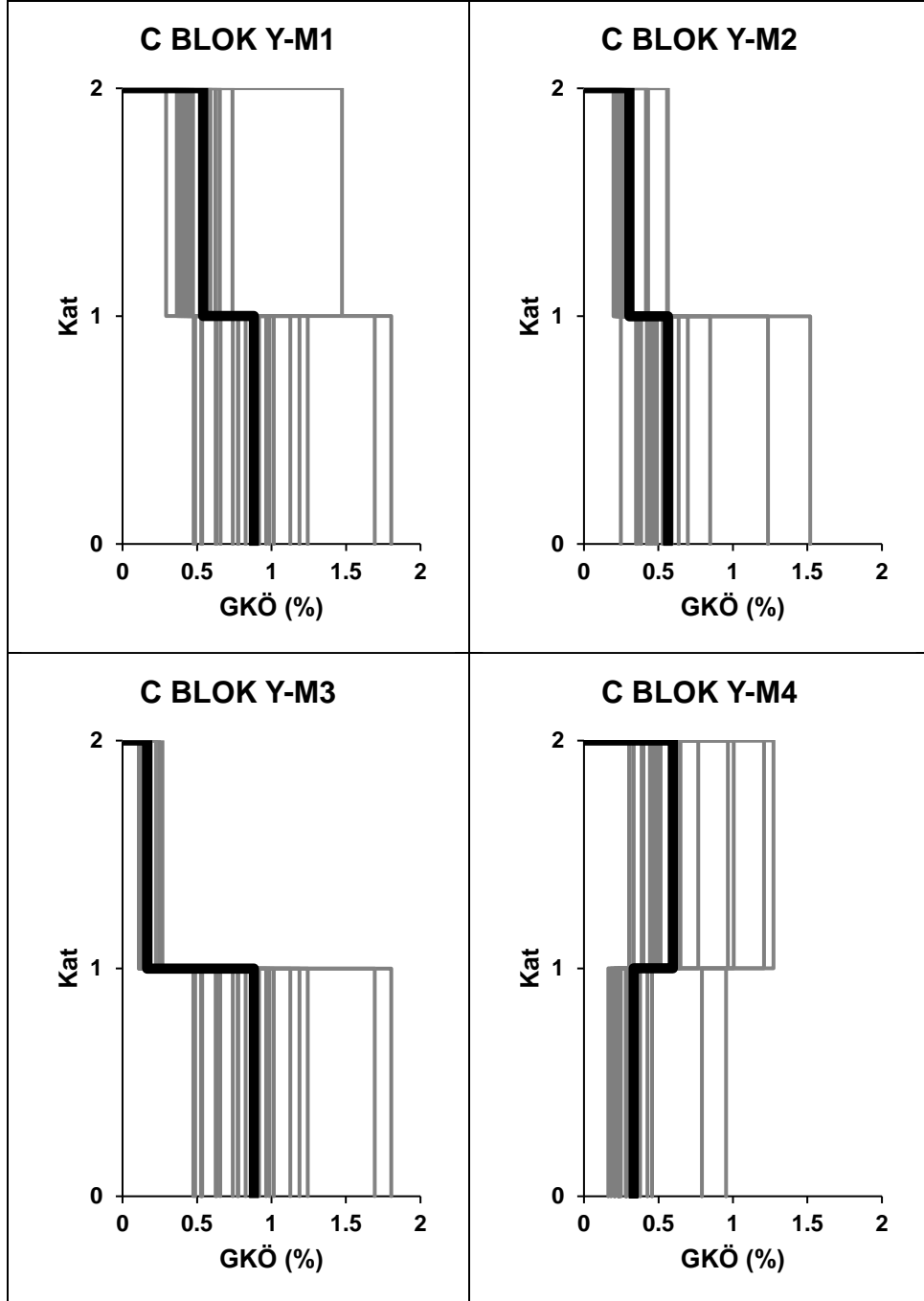
DEPREM KODU	2.KAT	1.KAT
	(%)	
1	0.50	0.30
2	0.65	0.43
3	0.59	0.23
4	0.51	0.20
5	0.40	0.28
6	0.47	0.23
7	0.30	0.24
8	0.31	0.16
9	0.30	0.23
10	0.33	0.21
11	0.97	0.38
12	0.46	0.25
13	0.49	0.28
14	0.64	0.33
15	1.00	0.46
16	0.51	0.33
17	0.39	0.24
18	1.21	0.79
19	0.77	0.18
20	0.44	0.28
21	1.27	0.95
ORTALAMA	0.60	0.33

Görelî kat ötelenme oranları X doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.8), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri yerleştirilen modellerde büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.8: C Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Görelî kat ötelenme oranları Y doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.9), sönümleyici elemanların yatay ötelenmeleri yerleştirilen modellerde büyük oranda sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.9: C Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

4.3 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Elde edilmesi

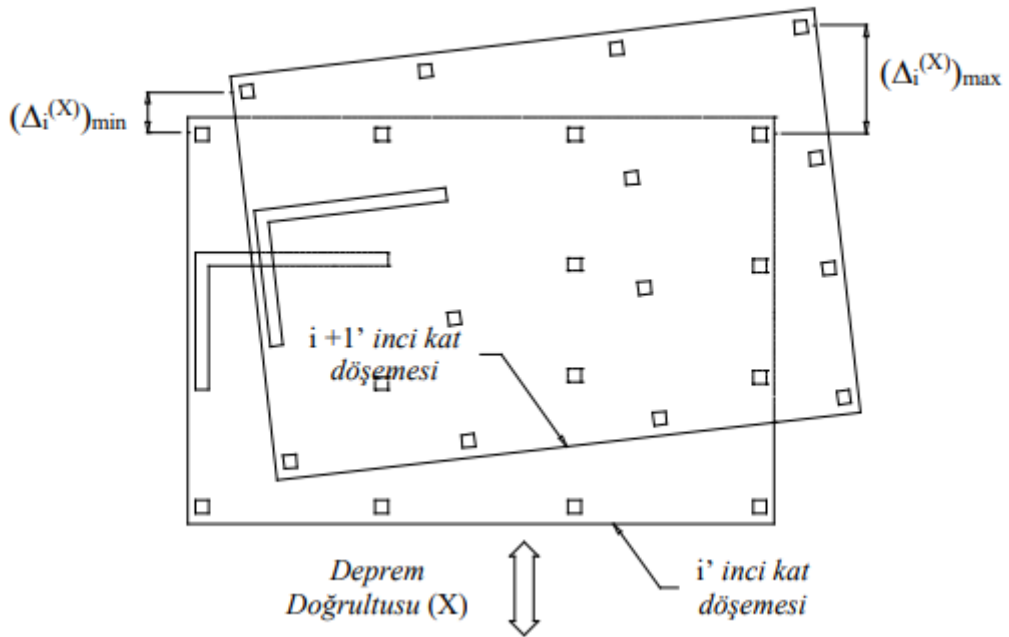
Bu bölümde tüm katlara ait elde edilen burulma değerleri sunulmuştur. Her bir bloğa ait sonuçlar alt başlıklarda yer almaktadır. TBDY-2018 yönetmeliğine göre burulma düzensizliği hesaplanırken kullanılan veriler Şekil 4.10'da verildiği gibi alınmaktadır.

Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda Denklem 4.1 kullanılır. Denklemde, $\Delta_i^{(x)}$, η_{b_i} katsayıları sırasıyla binanın i'inci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi, i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısına karşılık gelmektedir. Burulma düzensizliği durumu: $\eta_{b_i} > 1.2$ olduğunda gerçekleşmektedir.

$$\left(\Delta_i^{(x)}\right)_{ort} = \frac{1}{2} \left[\left(\Delta_i^{(x)}\right)_{max} + \left(\Delta_i^{(x)}\right)_{min} \right] \quad \text{Denklem: 4.1}$$

Burulma düzensizliği katsayısı Denklem 4.2 kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\eta_{b_i} = \left(\Delta_i^{(x)}\right)_{max} / \left(\Delta_i^{(x)}\right)_{ort} \quad \text{Denklem: 4.2}$$



Şekil 4.10: TBDY-2018'e Göre Burulma Düzensizliği Tanımı

4.3.1 A Blok

X ve Y yönündeki her kata ait burulma değerleri M1 modeli için Tablo 4.37-4.38'de, M2 modeli için Tablo 4.39-4.40'ta, M3 modeli için Tablo 4.41-4.42'de ve M4 modeli için Tablo 4.43-4.44'te yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki burulma değerleri Şekil 4.11'de, Y yönündeki burulma değerleri ise Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

A için burulma düzensizliği katsayısı M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %8, %5 %7 azalmıştır; 3. katta M2, M4 modellerinde sırasıyla %2, %1 azalırken, M3 modelinde %0.08 artmıştır; 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %1, %3, %3; 1. katta %4, %5, %5 azalmıştır.

Y yönünde ise M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %9, %12 %2 azalmıştır; 3. katta %7, %13, %7 azalmıştır; 2. katta %4, %8, %8 azalmıştır; 1. katta %10, %11, %12 azalmıştır.

TBDY-2018 kriterleri açısından A Blok için viskoz sönümleyicilerin kullanılması ile hesaplanan burulma katsayılarının azaldığı tespit edilmiştir. Ancak bu etki sınırlı düzeydedir.

A Blok M1 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.14, 3. Kat için 1.06, 2. Kat için 1.05 ve 1. Kat için 1.08 elde edilmiştir.

Tablo 4.37: A Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.11	1.07	1.08	1.16
2	1.07	1.05	1.02	1.02
3	1.02	1.04	1.02	1.10
4	1.28	1.02	1.06	1.05
5	1.09	1.02	1.19	1.07
6	1.16	1.05	1.02	1.03
7	1.05	1.12	1.16	1.30
8	1.06	1.06	1.04	1.11
9	1.21	1.01	1.07	1.11
10	1.01	1.04	1.04	1.01
11	1.09	1.00	1.06	1.04
12	1.16	1.04	1.09	1.08
13	1.04	1.08	1.00	1.01
14	1.12	1.09	1.03	1.02
15	1.06	1.04	1.09	1.08
16	1.01	1.09	1.03	1.12
17	1.10	1.05	1.01	1.01
18	1.07	1.03	1.03	1.02
19	1.01	1.05	1.03	1.03
20	1.25	1.11	1.01	1.02
21	1.90	1.12	1.05	1.28
ORTALAMA	1.14	1.06	1.05	1.08

A Blok M1 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.18, 3. Kat için 1.20, 2. Kat için 1.14 ve 1. Kat için 1.19 elde edilmiştir.

Tablo 4.38: A Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.13	1.13	1.25	1.28
2	1.15	1.25	1.12	1.10
3	1.09	1.08	1.06	1.10
4	1.17	1.18	1.06	1.14
5	1.01	1.12	1.10	1.09
6	1.28	1.07	1.16	1.21
7	1.07	1.08	1.16	1.67
8	1.26	1.48	1.26	1.23
9	1.20	1.46	1.34	1.33
10	1.18	1.14	1.18	1.25
11	1.15	1.19	1.17	1.16
12	1.14	1.07	1.07	1.14
13	1.19	1.27	1.14	1.23
14	1.10	1.16	1.26	1.22
15	1.26	1.17	1.05	1.12
16	1.20	1.23	1.12	1.18
17	1.39	1.21	1.01	1.01
18	1.07	1.01	1.13	1.24
19	1.28	1.57	1.03	1.14
20	1.24	1.21	1.14	1.19
21	1.22	1.19	1.07	1.01
ORTALAMA	1.18	1.20	1.14	1.19

A Blok M2 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.04, 3. Kat için 1.04, 2. Kat için 1.04 ve 1. Kat için 1.04 elde edilmiştir.

Tablo 4.39: A Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.10	1.06	1.00	1.01
2	1.04	1.02	1.01	1.03
3	1.03	1.02	1.03	1.04
4	1.03	1.02	1.02	1.02
5	1.02	1.02	1.07	1.06
6	1.13	1.01	1.07	1.04
7	1.06	1.07	1.10	1.07
8	1.01	1.01	1.03	1.05
9	1.04	1.06	1.06	1.01
10	1.04	1.05	1.01	1.01
11	1.05	1.02	1.03	1.07
12	1.00	1.03	1.08	1.15
13	1.03	1.04	1.02	1.02
14	1.04	1.02	1.01	1.01
15	1.01	1.00	1.04	1.03
16	1.00	1.00	1.02	1.01
17	1.05	1.06	1.02	1.03
18	1.08	1.01	1.00	1.02
19	1.03	1.02	1.08	1.07
20	1.03	1.11	1.08	1.03
21	1.09	1.11	1.05	1.01
ORTALAMA	1.04	1.04	1.04	1.04

A Blok M2 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.07 mm, 3. Kat için 1.11 mm, 2. Kat için 1.09 mm ve 1. Kat için 1.07 mm elde edilmiştir.

Tablo 4.40: A Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.09	1.23	1.05	1.03
2	1.12	1.18	1.02	1.05
3	1.05	1.06	1.02	1.04
4	1.14	1.19	1.04	1.05
5	1.00	1.07	1.04	1.05
6	1.14	1.04	1.05	1.07
7	1.09	1.16	1.09	1.05
8	1.07	1.07	1.06	1.04
9	1.07	1.13	1.01	1.13
10	1.02	1.08	1.12	1.12
11	1.00	1.05	1.05	1.03
12	1.27	1.03	1.07	1.10
13	1.04	1.14	1.12	1.12
14	1.03	1.25	1.14	1.16
15	1.03	1.15	1.02	1.01
16	1.01	1.09	1.06	1.11
17	1.11	1.09	1.03	1.05
18	1.06	1.08	1.13	1.14
19	1.06	1.04	1.79	1.07
20	1.07	1.17	1.03	1.02
21	1.05	1.11	1.02	1.00
ORTALAMA	1.07	1.11	1.09	1.07

A Blok M3 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.04, 3. Kat için 1.04, 2. Kat için 1.02 ve 1. Kat için 1.03 elde edilmiştir.

Tablo 4.41: A Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.04	1.03	1.02	1.03
2	1.04	1.04	1.02	1.02
3	1.04	1.00	1.00	1.00
4	1.09	1.19	1.01	1.01
5	1.01	1.01	1.00	1.06
6	1.03	1.00	1.06	1.04
7	1.02	1.01	1.04	1.05
8	1.02	1.13	1.01	1.03
9	1.07	1.01	1.01	1.02
10	1.02	1.04	1.02	1.02
11	1.02	1.02	1.01	1.02
12	1.07	1.05	1.03	1.06
13	1.02	1.00	1.01	1.01
14	1.03	1.01	1.00	1.00
15	1.02	1.04	1.08	1.02
16	1.04	1.01	1.01	1.02
17	1.02	1.04	1.01	1.02
18	1.05	1.00	1.02	1.03
19	1.02	1.03	1.06	1.06
20	1.00	1.07	1.03	1.03
21	1.08	1.11	1.01	1.01
ORTALAMA	1.04	1.04	1.02	1.03

A Blok M3 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.04, 3. Kat için 1.05, 2. Kat için 1.05 ve 1. Kat için 1.07 elde edilmiştir.

Tablo 4.42: A Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.03	1.05	1.05	1.13
2	1.06	1.02	1.02	1.04
3	1.06	1.01	1.01	1.02
4	1.01	1.09	1.04	1.01
5	1.01	1.05	1.03	1.04
6	1.05	1.04	1.03	1.05
7	1.03	1.04	1.11	1.01
8	1.05	1.01	1.05	1.07
9	1.00	1.08	1.04	1.08
10	1.01	1.07	1.01	1.01
11	1.09	1.05	1.05	1.04
12	1.04	1.03	1.02	1.04
13	1.06	1.07	1.03	1.02
14	1.04	1.00	1.07	1.08
15	1.06	1.08	1.01	1.01
16	1.02	1.03	1.00	1.55
17	1.01	1.02	1.01	1.03
18	1.01	1.04	1.09	1.10
19	1.07	1.01	1.30	1.00
20	1.08	1.16	1.04	1.04
21	1.00	1.11	1.00	1.01
ORTALAMA	1.04	1.05	1.05	1.07

A Blok M4 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.06, 3. Kat için 1.05, 2. Kat için 1.02 ve 1. Kat için 1.03 elde edilmiştir.

Tablo 4.43: A Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

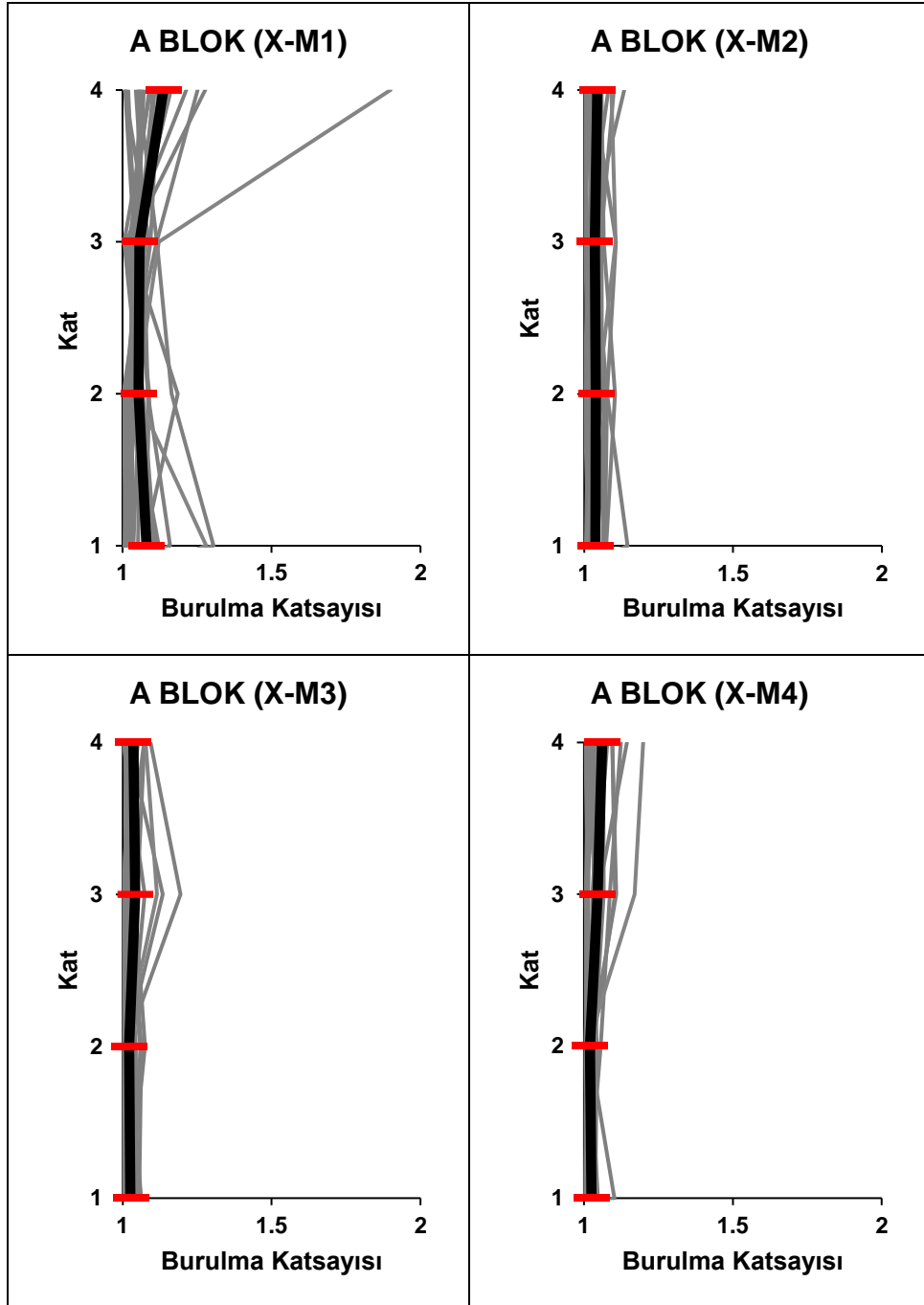
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.03	1.04	1.02	1.00
2	1.07	1.05	1.02	1.02
3	1.02	1.01	1.01	1.03
4	1.04	1.03	1.02	1.01
5	1.01	1.01	1.02	1.10
6	1.02	1.04	1.04	1.02
7	1.14	1.05	1.02	1.05
8	1.08	1.04	1.00	1.02
9	1.09	1.11	1.02	1.01
10	1.05	1.01	1.01	1.02
11	1.06	1.03	1.03	1.02
12	1.02	1.01	1.01	1.04
13	1.02	1.01	1.01	1.01
14	1.04	1.01	1.01	1.00
15	1.06	1.07	1.03	1.04
16	1.03	1.03	1.01	1.02
17	1.10	1.10	1.03	1.03
18	1.00	1.01	1.02	1.02
19	1.06	1.03	1.04	1.04
20	1.12	1.09	1.06	1.01
21	1.20	1.17	1.01	1.04
ORTALAMA	1.06	1.05	1.02	1.03

A Blok M4 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.15, 3. Kat için 1.12, 2. Kat için 1.04 ve 1. Kat için 1.04 elde edilmiştir.

Tablo 4.44: A Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

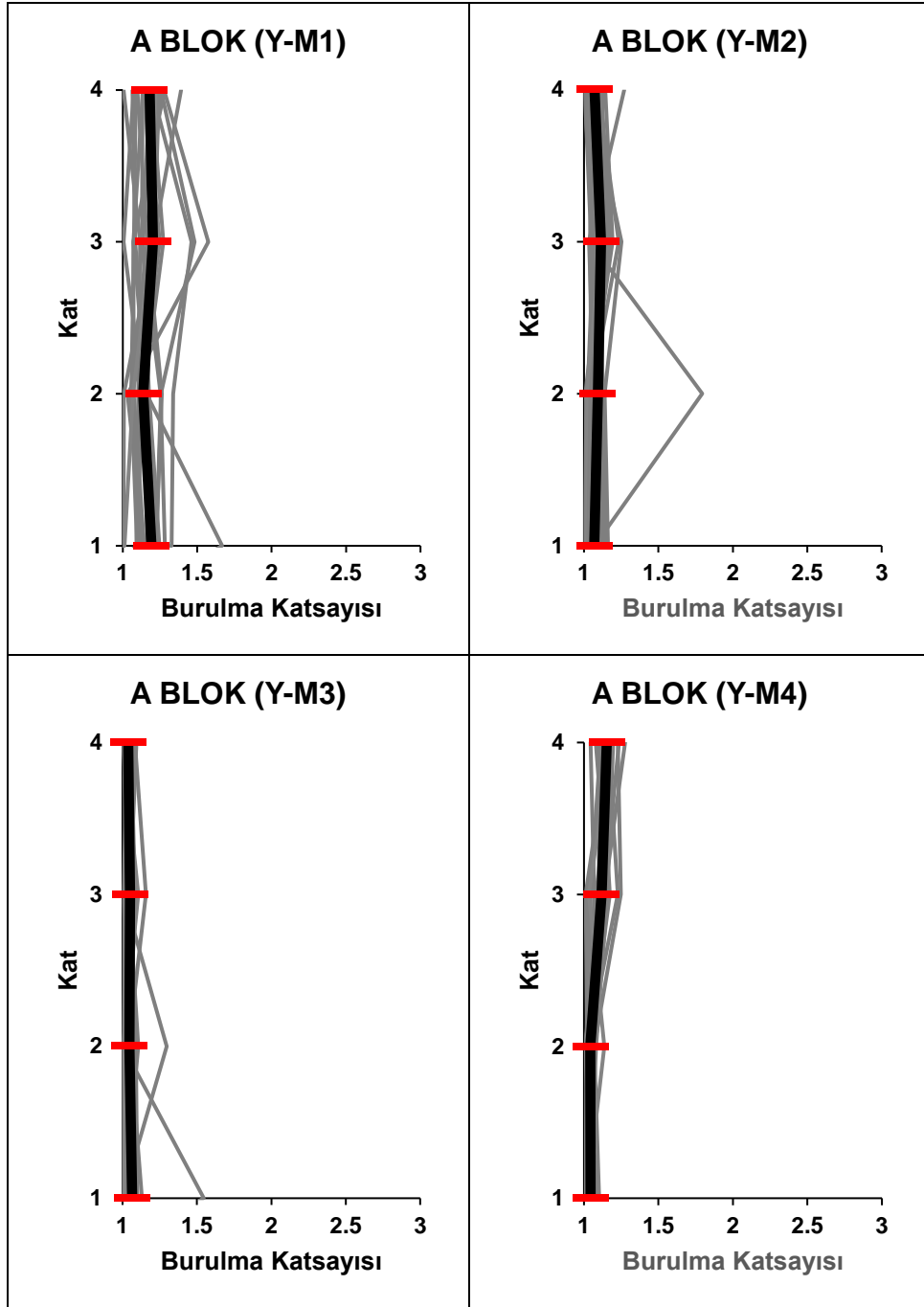
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.17	1.10	1.06	1.03
2	1.28	1.14	1.05	1.04
3	1.20	1.08	1.02	1.01
4	1.23	1.25	1.07	1.02
5	1.10	1.15	1.04	1.03
6	1.17	1.03	1.02	1.02
7	1.18	1.12	1.03	1.07
8	1.04	1.07	1.03	1.07
9	1.16	1.23	1.03	1.09
10	1.14	1.13	1.03	1.07
11	1.12	1.16	1.02	1.01
12	1.16	1.01	1.02	1.03
13	1.20	1.16	1.06	1.05
14	1.11	1.10	1.07	1.10
15	1.23	1.13	1.01	1.06
16	1.15	1.10	1.01	1.08
17	1.11	1.17	1.04	1.04
18	1.11	1.04	1.03	1.01
19	1.12	1.12	1.04	1.04
20	1.08	1.16	1.08	1.04
21	1.18	1.03	1.14	1.02
ORTALAMA	1.15	1.12	1.04	1.04

Burulma katsayıları X doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.11), sönümleyici elemanların burulma katsayıları yerleştirilen modellerde sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.11: A Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması

Burulma katsayıları Y doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.12), sönümleyici elemanların burulma katsayıları yerleştirilen modellerde sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.12: A Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması

4.3.2 B Blok

X ve Y yönündeki her kata ait burulma değerleri M1 modeli için Tablo 4.45-4.46'da, M2 modeli için Tablo 4.47-4.48'de, M3 modeli için Tablo 4.49-4.50'de ve M4 modeli için Tablo 4.51-4.52'de yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki burulma değerleri Şekil 4.13'te, Y yönündeki burulma değerleri ise Şekil 4.14'te gösterilmiştir.

B için burulma düzensizliği katsayısı 4. katta M2 modelinde %0.1 artarken M3, M4 modellerinde sırasıyla %3, %7 azalmıştır; 3. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %7, %8 ,%6 azalmıştır; 2. katta %0.3, %3, %5; 1. katta %3, %7, %7 azalmıştır.

Y yönünde ise 4. katta M2 modelinde %4 artarken M3, M4 modellerinde sırasıyla %2, %7 azalmıştır; 3. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %1, %14 ,%11 azalmıştır; 2. katta %4, %5, %5; 1. katta %3, %4, %3 azalmıştır.

B Blok M1 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.28, 3. Kat için 1.22, 2. Kat için 1.17 ve 1. Kat için 1.15 elde edilmiştir.

Tablo 4.45: B Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.65	1.64	1.13	1.01
2	1.15	1.15	1.06	1.01
3	1.42	1.25	1.21	1.18
4	1.36	1.22	1.07	1.17
5	1.04	1.19	1.20	1.07
6	1.41	1.30	1.14	1.26
7	1.39	1.46	1.16	1.13
8	1.05	1.08	1.18	1.17
9	1.13	1.02	1.17	1.60
10	1.06	1.12	1.08	1.06
11	1.34	1.19	1.15	1.00
12	1.44	1.23	1.26	1.11
13	1.40	1.29	1.11	1.11
14	1.21	1.04	1.11	1.03
15	1.43	1.18	1.29	1.07
16	1.22	1.23	1.26	1.10
17	1.14	1.27	1.18	1.10
18	1.05	1.18	1.20	1.19
19	1.14	1.19	1.12	1.17
20	1.50	1.07	1.25	1.14
21	1.24	1.32	1.24	1.41
ORTALAMA	1.28	1.22	1.17	1.15

B Blok M1 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.34, 3. Kat için 1.32, 2. Kat için 1.15 ve 1. Kat için 1.14 elde edilmiştir.

Tablo 4.46: B Blok M1 Modeli Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.83	1.94	1.02	1.01
2	1.30	1.14	1.09	1.02
3	1.40	1.40	1.03	1.03
4	1.34	1.63	1.09	1.30
5	1.27	1.19	1.02	1.39
6	1.35	1.83	1.48	1.38
7	1.35	1.36	1.10	1.26
8	1.46	1.39	1.27	1.11
9	1.29	1.04	1.32	1.01
10	1.19	1.01	1.03	1.10
11	1.38	1.33	1.07	1.06
12	1.34	1.06	1.12	1.17
13	1.24	1.04	1.23	1.16
14	1.26	1.12	1.09	1.09
15	1.43	1.12	1.06	1.02
16	1.26	1.27	1.09	1.12
17	1.12	1.38	1.19	1.01
18	1.17	1.56	1.21	1.15
19	1.45	1.65	1.49	1.44
20	1.39	1.33	1.06	1.07
21	1.21	1.00	1.07	1.01
ORTALAMA	1.34	1.32	1.15	1.14

B Blok M2 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.28, 3. Kat için 1.14, 2. Kat için 1.17 ve 1. Kat için 1.11 elde edilmiştir.

Tablo 4.47: B Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.04	1.09	1.21	1.10
2	1.18	1.13	1.07	1.01
3	1.34	1.12	1.16	1.09
4	1.33	1.16	1.15	1.05
5	1.24	1.05	1.14	1.07
6	1.30	1.11	1.15	1.15
7	1.18	1.01	1.26	1.15
8	1.29	1.21	1.12	1.13
9	1.33	1.05	1.22	1.09
10	1.24	1.07	1.12	1.04
11	1.25	1.16	1.16	1.09
12	1.30	1.14	1.25	1.22
13	1.30	1.19	1.12	1.04
14	1.32	1.19	1.09	1.01
15	1.40	1.24	1.26	1.03
16	1.30	1.21	1.03	1.11
17	1.25	1.13	1.22	1.12
18	1.30	1.12	1.18	1.11
19	1.33	1.09	1.17	1.14
20	1.40	1.28	1.24	1.28
21	1.20	1.16	1.18	1.29
ORTALAMA	1.28	1.14	1.17	1.11

B Blok M2 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.35, 3. Kat için 1.23, 2. Kat için 1.10 ve 1. Kat için 1.10 elde edilmiştir.

Tablo 4.48: B Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.26	1.29	1.03	1.02
2	1.33	1.15	1.01	1.05
3	1.41	1.39	1.04	1.04
4	1.23	1.29	1.16	1.08
5	1.09	1.04	1.02	1.04
6	1.57	1.04	1.14	1.36
7	1.67	1.59	1.15	1.22
8	1.49	1.08	1.02	1.18
9	1.65	1.35	1.08	1.06
10	1.40	1.04	1.04	1.04
11	1.26	1.13	1.12	1.06
12	1.29	1.09	1.23	1.18
13	1.18	1.09	1.01	1.22
14	1.46	1.25	1.10	1.04
15	1.31	1.32	1.06	1.01
16	1.42	1.21	1.11	1.06
17	1.37	1.31	1.15	1.09
18	1.26	1.28	1.09	1.01
19	1.07	1.51	1.44	1.12
20	1.39	1.40	1.11	1.25
21	1.27	1.06	1.02	1.01
ORTALAMA	1.35	1.23	1.10	1.10

B Blok M3 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.24, 3. Kat için 1.12, 2. Kat için 1.13 ve 1. Kat için 1.07 elde edilmiştir.

Tablo 4.49: B Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.39	1.07	1.24	1.14
2	1.20	1.10	1.02	1.07
3	1.15	1.09	1.13	1.08
4	1.23	1.22	1.10	1.04
5	1.58	1.05	1.07	1.01
6	1.23	1.08	1.14	1.07
7	1.13	1.06	1.24	1.07
8	1.09	1.06	1.15	1.05
9	1.18	1.18	1.14	1.04
10	1.11	1.04	1.06	1.01
11	1.28	1.19	1.11	1.07
12	1.19	1.17	1.14	1.12
13	1.24	1.13	1.07	1.05
14	1.33	1.14	1.18	1.03
15	1.33	1.15	1.21	1.00
16	1.37	1.23	1.01	1.13
17	1.14	1.06	1.21	1.07
18	1.26	1.17	1.19	1.11
19	1.20	1.07	1.20	1.12
20	1.33	1.19	1.10	1.01
21	1.07	1.09	1.12	1.12
ORTALAMA	1.24	1.12	1.13	1.07

B Blok M3 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.30, 3. Kat için 1.13, 2. Kat için 1.10 ve 1. Kat için 1.09 elde edilmiştir.

Tablo 4.50: B Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.34	1.11	1.01	1.03
2	1.15	1.07	1.03	1.07
3	1.18	1.15	1.08	1.11
4	1.19	1.17	1.10	1.18
5	1.07	1.08	1.04	1.09
6	1.76	1.12	1.15	1.23
7	1.27	1.17	1.15	1.01
8	1.26	1.20	1.04	1.11
9	1.13	1.06	1.08	1.11
10	1.10	1.03	1.02	1.02
11	1.73	1.17	1.09	1.07
12	1.14	1.03	1.12	1.19
13	1.19	1.13	1.12	1.25
14	1.50	1.31	1.08	1.05
15	1.24	1.19	1.05	1.02
16	1.29	1.20	1.07	1.01
17	1.26	1.12	1.04	1.03
18	1.94	1.21	1.11	1.05
19	1.26	1.06	1.49	1.09
20	1.11	1.25	1.13	1.20
21	1.29	1.02	1.00	1.03
ORTALAMA	1.30	1.13	1.10	1.09

B Blok M4 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.19, 3. Kat için 1.15, 2. Kat için 1.11 ve 1. Kat için 1.07 elde edilmiştir.

Tablo 4.51: B Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

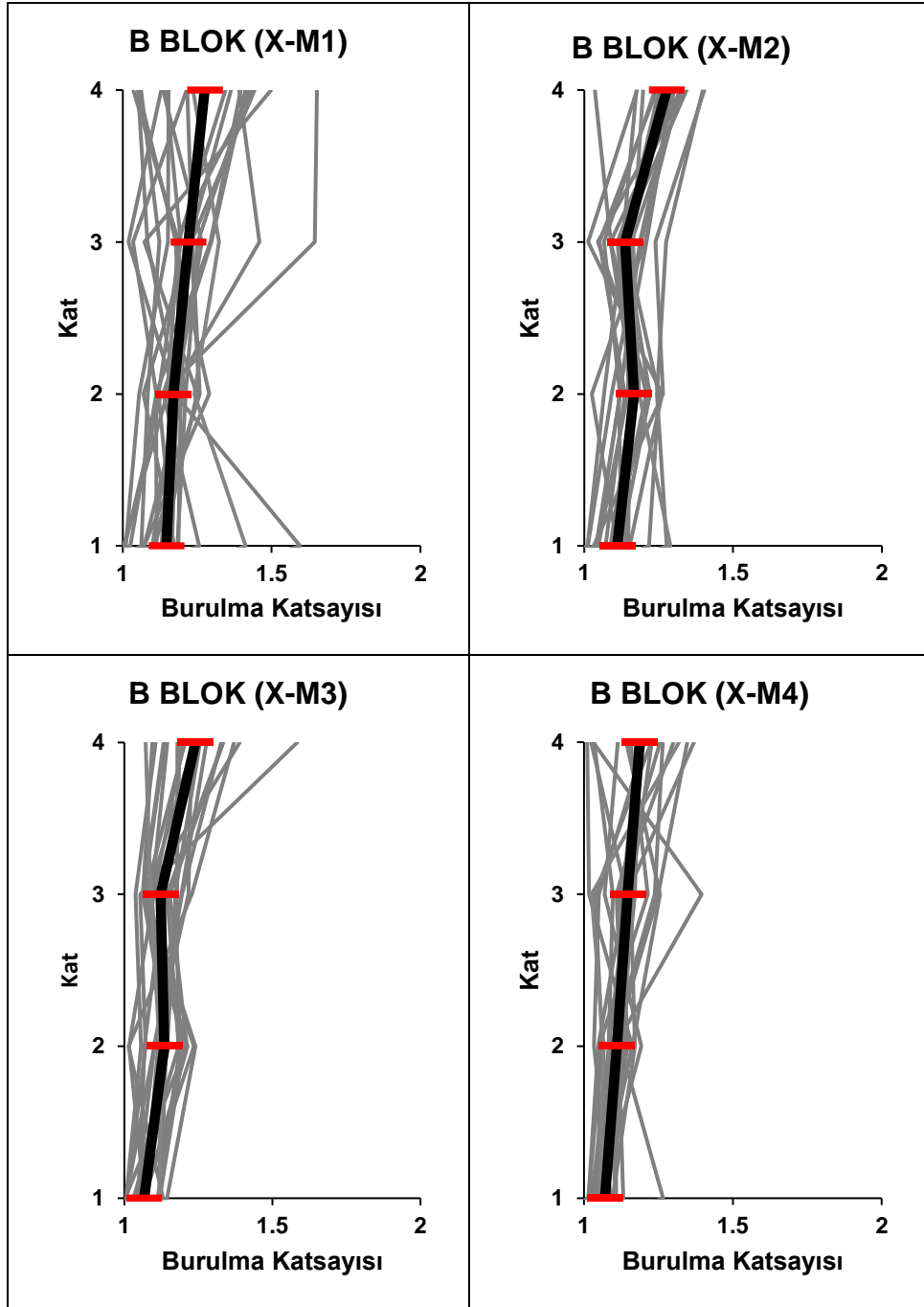
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.01	1.02	1.16	1.06
2	1.20	1.05	1.03	1.09
3	1.19	1.15	1.13	1.10
4	1.16	1.21	1.05	1.05
5	1.02	1.14	1.08	1.03
6	1.18	1.17	1.12	1.13
7	1.18	1.13	1.14	1.04
8	1.26	1.24	1.09	1.05
9	1.14	1.26	1.16	1.04
10	1.23	1.04	1.06	1.01
11	1.26	1.11	1.13	1.07
12	1.23	1.16	1.17	1.10
13	1.19	1.14	1.05	1.02
14	1.37	1.14	1.14	1.03
15	1.18	1.17	1.12	1.27
16	1.35	1.25	1.10	1.11
17	1.11	1.07	1.19	1.06
18	1.03	1.10	1.08	1.11
19	1.30	1.12	1.15	1.05
20	1.03	1.39	1.10	1.02
21	1.32	1.03	1.07	1.05
ORTALAMA	1.19	1.15	1.11	1.07

B Blok M4 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 4. Kat için 1.25, 3. Kat için 1.18, 2. Kat için 1.09 ve 1. Kat için 1.11 elde edilmiştir.

Tablo 4.52: B Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

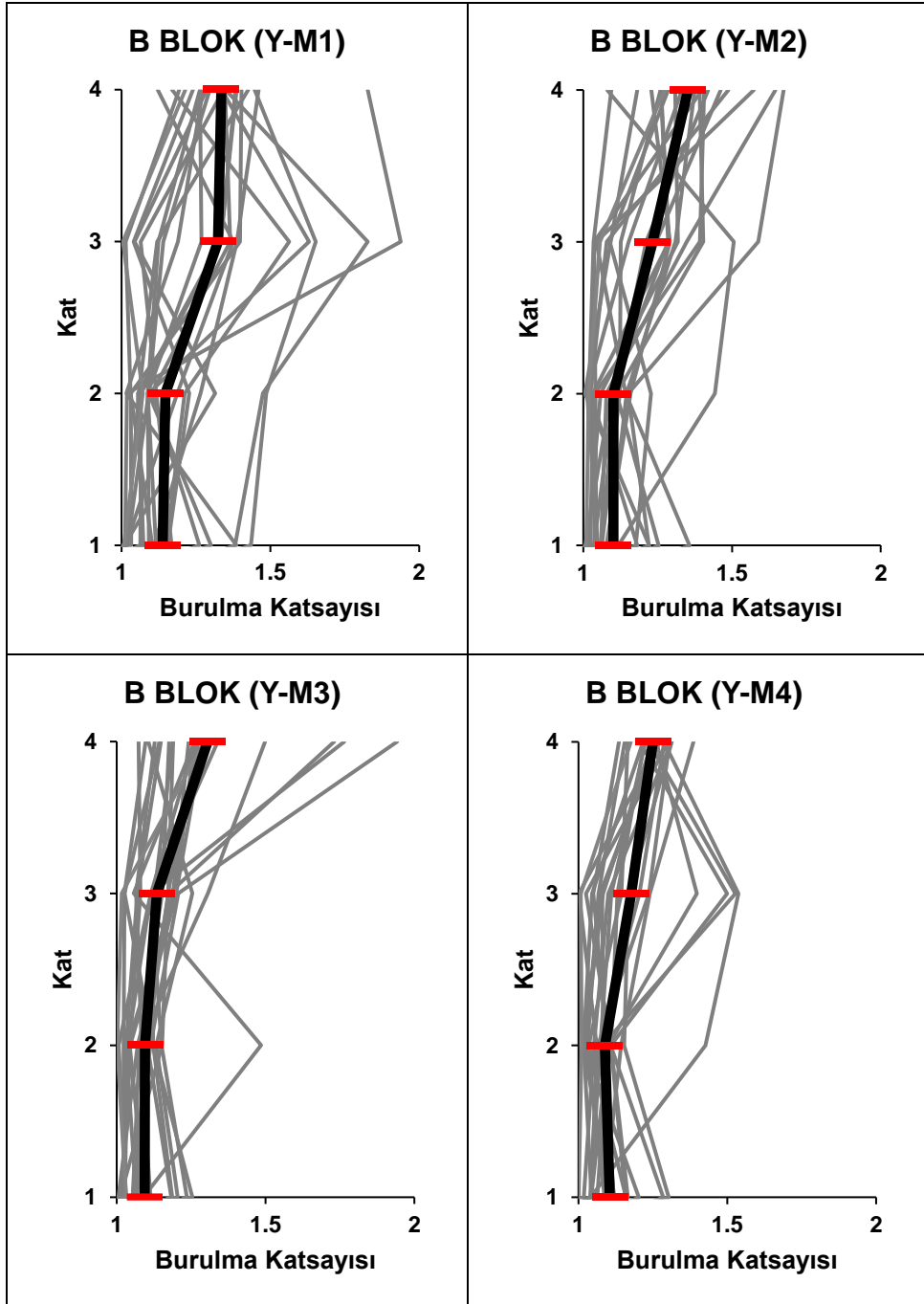
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
1	1.22	1.05	1.02	1.10
2	1.26	1.08	1.08	1.12
3	1.29	1.21	1.07	1.12
4	1.30	1.03	1.11	1.16
5	1.16	1.07	1.03	1.09
6	1.26	1.40	1.10	1.04
7	1.31	1.17	1.15	1.30
8	1.17	1.14	1.03	1.16
9	1.24	1.53	1.08	1.09
10	1.25	1.08	1.02	1.04
11	1.39	1.24	1.14	1.09
12	1.22	1.13	1.11	1.17
13	1.27	1.07	1.02	1.20
14	1.23	1.11	1.07	1.04
15	1.27	1.00	1.06	1.04
16	1.31	1.24	1.07	1.04
17	1.31	1.10	1.05	1.02
18	1.14	1.05	1.10	1.06
19	1.29	1.54	1.43	1.04
20	1.21	1.50	1.11	1.28
21	1.18	1.01	1.01	1.00
ORTALAMA	1.25	1.18	1.09	1.11

Burulma katsayıları X doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.13), sönümleyici elemanların burulma katsayıları yerleştirilen modellerde sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.13: B Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması

Burulma katsayıları Y doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.14), sönümleyici elemanların burulma katsayıları yerleştirilen modellerde sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.14: B Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması

4.3.3 C Blok

X ve Y yönündeki her kata ait burulma değerleri M1 modeli için Tablo 4.53-4.54'te, M2 modeli için Tablo 4.55-4.56'da, M3 modeli için Tablo 4.57-4.58'de ve M4 modeli için Tablo 4.59-4.60'da yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki burulma değerleri Şekil 4.15'te, Y yönündeki burulma değerleri ise Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

C için burulma düzensizliği katsayısı M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 2. katta %2, %7, %7; 1. katta %9, %13, %14 azalmıştır.

Y yönünde ise 2. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %9, %14, %12 azalmıştır, 1. katta %18, %21, %22 azalmıştır.

C Blok M1 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.16 ve 1. Kat için 1.25 elde edilmiştir.

Tablo 4.53: C Blok M1 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.09	1.14
2	1.00	1.17
3	1.16	1.20
4	1.21	1.08
5	1.03	1.20
6	1.25	1.09
7	1.37	1.13
8	1.21	1.23
9	1.18	1.16
10	1.07	1.14
11	1.10	1.29
12	1.24	1.13
13	1.10	1.21
14	1.17	1.83
15	1.08	1.31
16	1.14	1.38
17	1.31	1.36
18	1.08	1.25
19	1.15	1.01
20	1.14	1.09
21	1.22	1.80
ORTALAMA	1.16	1.25

C Blok M1 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.56 ve 1. Kat için 1.54 elde edilmiştir.

Tablo 4.54: C Blok M1 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.76	1.60
2	1.03	1.30
3	1.37	1.46
4	1.73	1.45
5	1.27	1.24
6	1.63	1.91
7	1.37	1.50
8	1.70	1.47
9	1.43	1.36
10	1.61	1.35
11	1.51	1.92
12	1.69	1.50
13	1.90	1.42
14	1.12	1.52
15	1.54	1.69
16	1.57	1.98
17	1.92	1.62
18	1.91	1.16
19	1.80	1.95
20	1.58	1.37
21	1.37	1.64
ORTALAMA	1.56	1.54

C Blok M2 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.13 ve 1. Kat için 1.14 elde edilmiştir.

Tablo 4.55: C Blok M2 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.08	1.19
2	1.02	1.25
3	1.13	1.29
4	1.26	1.10
5	1.01	1.16
6	1.15	1.10
7	1.18	1.24
8	1.12	1.14
9	1.12	1.02
10	1.06	1.08
11	1.17	1.00
12	1.24	1.40
13	1.07	1.14
14	1.20	1.18
15	1.20	1.03
16	1.12	1.11
17	1.20	1.12
18	1.15	1.11
19	1.15	1.14
20	1.11	1.05
21	1.08	1.00
ORTALAMA	1.13	1.14

C Blok M2 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.43 ve 1. Kat için 1.26 elde edilmiştir.

Tablo 4.56: C Blok M2 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.81	1.19
2	1.14	1.35
3	1.60	1.26
4	1.46	1.43
5	1.05	1.05
6	1.91	1.52
7	1.55	1.06
8	1.28	1.24
9	1.83	1.24
10	1.13	1.28
11	1.28	1.28
12	1.40	1.71
13	1.23	1.33
14	1.19	1.07
15	1.19	1.16
16	1.25	1.22
17	1.73	1.52
18	1.61	1.37
19	1.54	1.02
20	1.60	1.10
21	1.18	1.04
ORTALAMA	1.43	1.26

C Blok M3 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.07 ve 1. Kat için 1.08 elde edilmiştir.

Tablo 4.57: C Blok M3 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.03	1.05
2	1.04	1.25
3	1.11	1.04
4	1.15	1.08
5	1.01	1.10
6	1.10	1.05
7	1.10	1.04
8	1.08	1.04
9	1.10	1.03
10	1.00	1.10
11	1.10	1.07
12	1.05	1.18
13	1.01	1.08
14	1.09	1.03
15	1.06	1.02
16	1.03	1.08
17	1.12	1.13
18	1.16	1.01
19	1.11	1.21
20	1.08	1.04
21	1.01	1.04
ORTALAMA	1.07	1.08

C Blok M3 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.34 ve 1. Kat için 1.21 elde edilmiştir.

Tablo 4.58: C Blok M3 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.27	1.14
2	1.54	1.36
3	1.41	1.20
4	1.29	1.24
5	1.17	1.05
6	1.95	1.32
7	1.37	1.42
8	1.34	1.22
9	1.68	1.25
10	1.14	1.38
11	1.27	1.17
12	1.21	1.08
13	1.21	1.40
14	1.22	1.17
15	1.16	1.00
16	1.25	1.40
17	1.40	1.20
18	1.86	1.31
19	1.30	1.10
20	1.08	1.02
21	1.10	1.07
ORTALAMA	1.34	1.21

C Blok M4 modeli X doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.08 ve 1. Kat için 1.07 elde edilmiştir.

Tablo 4.59: C Blok M4 Modeli X Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

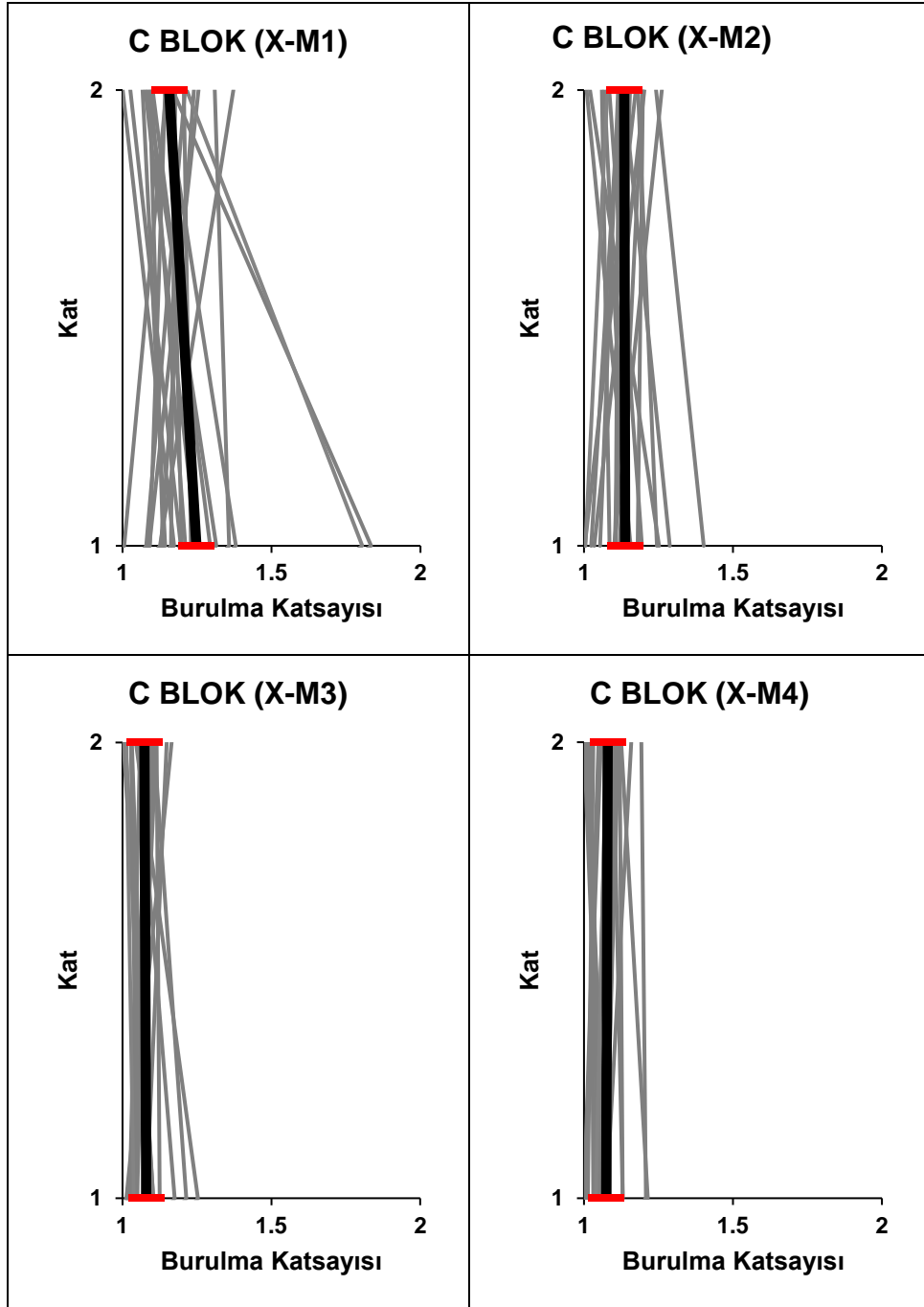
DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.05	1.00
2	1.12	1.21
3	1.19	1.21
4	1.06	1.00
5	1.10	1.07
6	1.11	1.08
7	1.12	1.13
8	1.02	1.03
9	1.11	1.07
10	1.02	1.05
11	1.11	1.07
12	1.16	1.08
13	1.09	1.09
14	1.01	1.07
15	1.01	1.07
16	1.08	1.04
17	1.10	1.13
18	1.00	1.06
19	1.03	1.01
20	1.12	1.07
21	1.07	1.04
ORTALAMA	1.08	1.07

C Blok M4 modeli Y doğrultusu için ortalama burulma düzensizliği katsayıları 2. Kat için 1.37 ve 1. Kat için 1.21 elde edilmiştir.

Tablo 4.60: C Blok M4 Modeli Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayıları

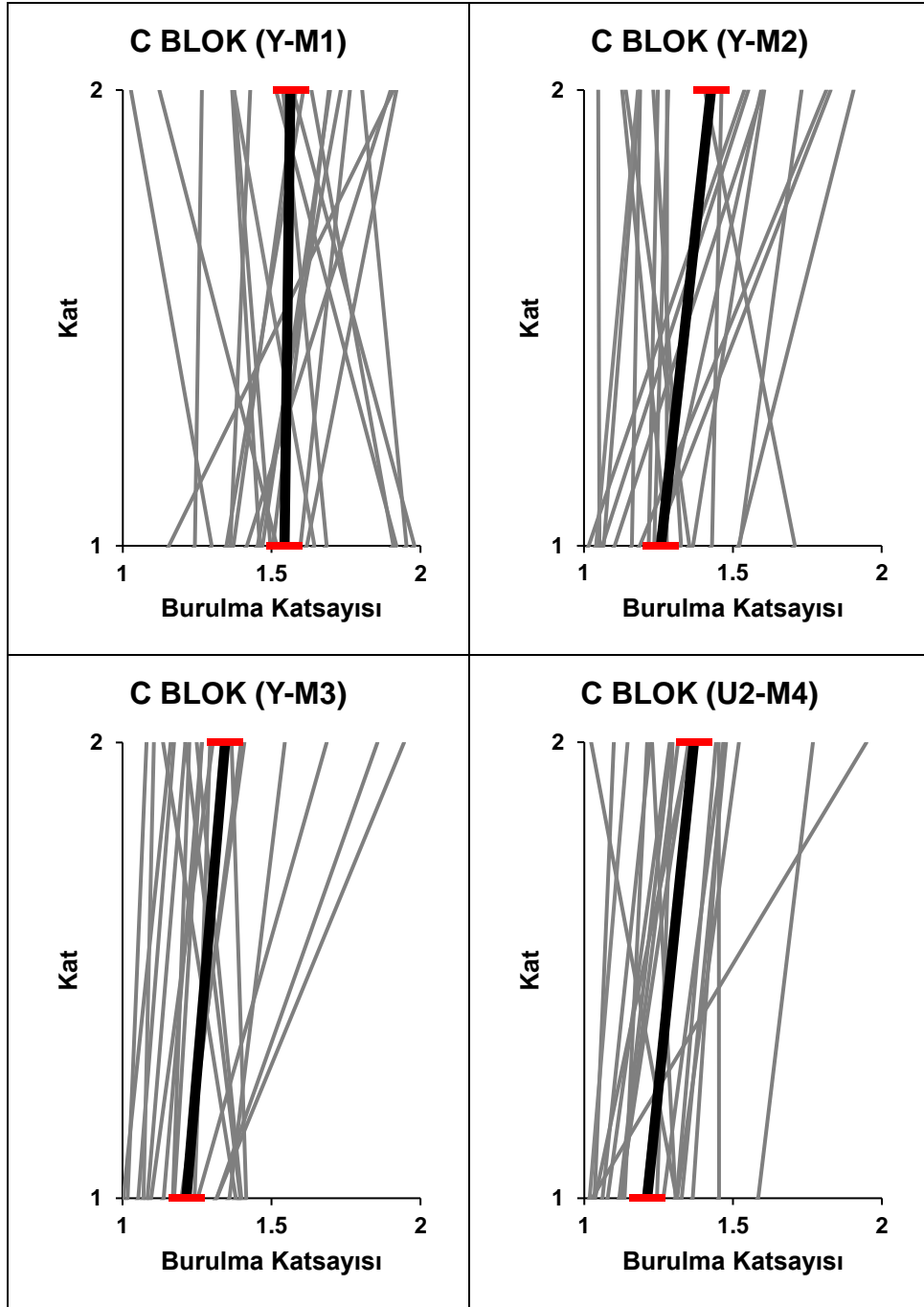
DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
1	1.21	1.14
2	1.45	1.45
3	1.29	1.12
4	1.48	1.33
5	1.31	1.12
6	1.77	1.58
7	1.52	1.31
8	1.44	1.31
9	1.95	1.03
10	1.37	1.20
11	1.10	1.03
12	1.47	1.36
13	1.35	1.12
14	1.36	1.04
15	1.22	1.06
16	1.47	1.27
17	1.30	1.24
18	1.02	1.31
19	1.23	1.31
20	1.29	1.08
21	1.15	1.02
ORTALAMA	1.37	1.21

Burulma katsayıları X doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.15), sönümleyici elemanların burulma katsayıları yerleştirilen modellerde sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.15: C Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması

Burulma katsayıları Y doğrultusunda toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.16), sönümleyici elemanların burulma katsayıları yerleştirilen modellerde sınırlandırdığı görülmektedir. M1 modelinde 1. Kat düzeyinde gözlenen kat mekanizması davranışı viskoz sönümleyici elemanlarla sınırlandırılmıştır.



Şekil 4.16: C Blok İçin Elde Edilen Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırması

4.4 Maksimum İvme Değerlerinin Elde edilmesi

Bu bölümde çarpışma doğrultusu için (X) her bir ivme kaydından elde edilen maksimum ivme büyüklükleri tüm modeller için verilmiştir. İvme değerleri yer hareketinin karakteristik özelliklerine göre artı ya da eksi doğrultu bulunabilmektedir. Yapılan karşılaştırmalarda tüm ivme büyüklükleri doğrultudan bağımsız olarak pozitif olarak gösterilmiştir.

4.4.1 A Blok

M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için her bir kata ait X yönündeki maksimum ivme değerleri Tablo 4.61-4.64'de yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki maksimum ivme değerleri Şekil 4.17'de gösterilmiştir.

A için maksimum ivme değerleri M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %14, %18, %20 artmıştır; 3. katta %19, %20, %8 artmıştır; 2. Katta M2 ve M3 modellerinde sırasıyla %13, %9 artarken, M4 modelinde %1 azalmıştır; 1. katta %17, %18, %21 azalmıştır.

A Blok M1 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 14.18 m/s², 3. Kat için 11.25 m/s², 2. Kat için 10.16 m/s² ve 1. Kat için 7.02 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.61: A Blok M1 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	18.47	22.53	21.23	5.69
2	11.09	6.52	6.07	4.64
3	16.18	13.30	11.82	10.11
4	18.58	15.37	10.23	4.85
5	10.02	6.94	7.68	7.34
6	14.73	14.07	12.72	10.00
7	7.83	7.73	6.96	4.56
8	10.64	10.65	15.80	5.77
9	10.39	8.95	8.34	15.03
10	10.00	6.18	6.20	4.50
11	16.93	11.49	8.29	6.52
12	21.21	8.38	10.29	6.37
13	12.22	11.24	8.73	5.20
14	14.12	10.32	6.73	5.42
15	19.74	15.04	14.05	10.31
16	16.04	14.94	11.66	6.12
17	13.40	9.29	5.46	5.65
18	14.83	16.90	10.38	7.66
19	20.35	8.68	12.07	7.60
20	12.40	8.68	9.26	9.76
21	8.71	8.98	9.33	4.39
ORTALAMA	14.18	11.25	10.16	7.02

A Blok M2 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 16.23 m/s², 3. Kat için 13.42 m/s², 2. Kat için 11.50 m/s² ve 1. Kat için 5.85 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.62: A Blok M2 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	22.09	10.94	7.69	5.02
2	8.60	8.97	7.88	4.47
3	17.06	25.53	22.66	10.49
4	13.60	10.06	8.20	4.82
5	7.64	7.96	7.02	4.64
6	19.90	15.33	21.03	7.23
7	25.82	19.80	23.87	3.56
8	25.23	24.98	12.54	4.98
9	23.48	14.88	9.88	6.38
10	11.63	7.89	5.90	5.17
11	14.04	14.02	8.88	4.40
12	19.94	10.86	8.69	6.62
13	11.13	11.36	9.47	5.23
14	9.88	7.69	6.83	4.77
15	25.04	14.88	18.87	11.72
16	14.86	13.46	12.36	6.76
17	6.80	4.87	6.97	4.41
18	6.80	17.98	14.15	6.43
19	19.33	10.87	12.66	6.36
20	10.77	12.35	7.57	4.30
21	27.14	17.07	8.34	4.99
ORTALAMA	16.23	13.42	11.50	5.85

A Blok M3 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 16.70 m/s², 3. Kat için 13.55 m/s², 2. Kat için 11.05 m/s² ve 1. Kat için 5.77 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.63: A Blok M3 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

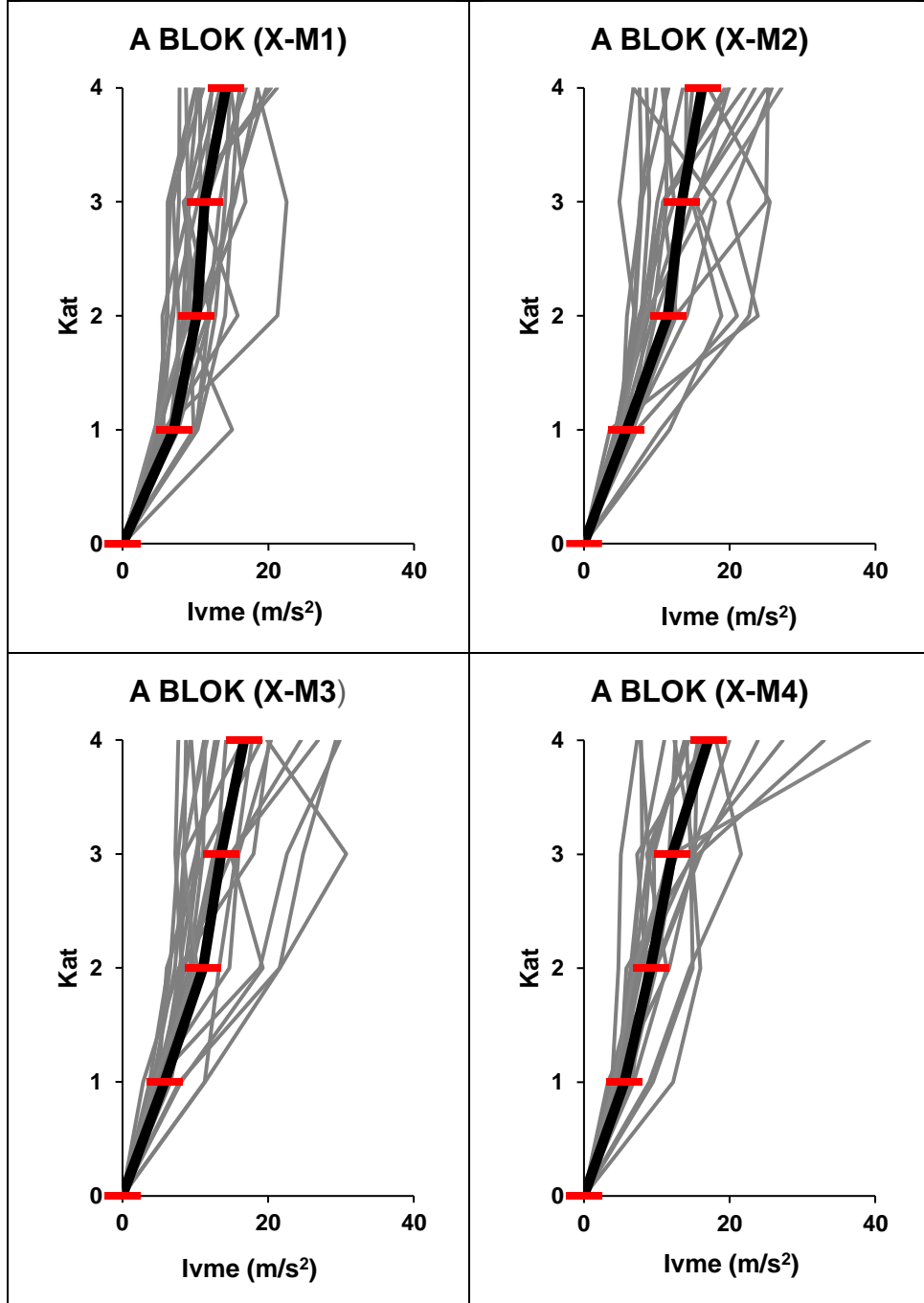
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	29.85	22.57	18.88	4.38
2	9.44	10.49	8.62	5.03
3	19.85	30.70	21.62	11.33
4	24.52	14.93	8.37	4.75
5	7.69	7.27	8.11	6.31
6	29.28	24.81	21.56	7.81
7	19.03	11.15	6.07	4.94
8	13.12	10.29	7.83	5.28
9	20.39	15.93	14.70	4.26
10	12.72	10.12	6.27	3.72
11	17.12	12.50	9.20	4.97
12	11.18	8.41	9.77	5.31
13	11.33	11.06	9.22	4.85
14	9.33	7.64	6.53	4.47
15	17.79	15.60	13.24	11.29
16	14.22	12.98	9.62	6.62
17	20.15	18.00	7.74	2.84
18	26.85	14.84	19.25	8.04
19	16.57	8.49	8.09	6.36
20	8.72	8.47	7.22	4.15
21	11.63	8.24	10.24	4.37
ORTALAMA	16.70	13.55	11.05	5.77

A Blok M4 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 17.07 m/s², 3. Kat için 12.11 m/s², 2. Kat için 9.16 m/s² ve 1. Kat için 5.56 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.64: A Blok M4 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	15.68	12.62	7.58	3.57
2	14.38	9.11	7.99	4.28
3	14.11	14.66	14.92	9.48
4	17.10	12.80	7.29	4.17
5	7.86	8.00	6.43	4.41
6	18.14	21.57	14.52	8.97
7	23.90	16.02	9.85	3.31
8	32.94	15.69	9.68	4.92
9	13.80	9.59	9.74	5.91
10	12.40	15.15	5.81	4.96
11	27.29	14.91	7.95	4.75
12	14.33	8.66	11.37	6.85
13	12.61	11.69	7.83	3.79
14	11.04	8.01	6.67	5.02
15	19.97	14.82	15.98	12.27
16	16.22	12.48	9.95	6.19
17	7.30	5.08	4.73	3.86
18	15.58	15.21	11.72	4.25
19	16.84	7.32	8.49	6.58
20	7.74	8.93	6.96	5.10
21	39.16	12.06	6.94	4.19
ORTALAMA	17.07	12.11	9.16	5.56

Maksimum ivme değerleri toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.17), sönümleyici elemanların ivme değerleri yerleştirilen modellerde arttığı görölmektedir.



Şekil 4.17: A Blok İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması

4.4.2 B Blok

M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için her bir kata ait X yönündeki maksimum ivme değerleri Tablo 4.65-4.68'de yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki maksimum ivme değerleri Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

B için maksimum ivme değerleri M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %0.4,%0.9, %5 artmıştır; 3. katta %9, %0.9, %3 artmıştır; 2. Katta %18, %19, %24 azalmıştır; 1. katta %12, %26, %25 azalmıştır.

B Blok M1 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 12.41 m/s^2 , 3. Kat için 11.11 m/s^2 , 2. Kat için 14.61 m/s^2 ve 1. Kat için 7.85 m/s^2 elde edilmiştir.

Tablo 4.65: B Blok M1 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s^2			
1	13.99	9.74	11.27	5.23
2	11.94	7.29	6.08	4.43
3	15.76	14.77	20.85	10.62
4	11.60	11.16	9.30	9.97
5	8.39	10.09	17.47	14.49
6	17.26	16.57	26.18	9.18
7	8.99	7.78	16.59	5.51
8	12.72	12.32	9.02	6.97
9	8.40	8.36	7.01	8.12
10	11.35	9.03	14.03	5.57
11	15.77	14.09	21.11	11.00
12	12.12	13.13	9.98	7.36
13	14.21	10.05	17.20	13.94
14	10.40	8.13	9.64	5.86
15	17.76	15.80	21.12	10.94
16	13.95	14.60	16.25	9.00
17	8.76	6.07	7.82	4.87
18	14.21	14.85	20.91	5.63
19	13.19	10.23	16.36	4.98
20	8.02	8.77	7.50	4.40
21	11.87	10.38	21.14	6.74
ORTALAMA	12.41	11.11	14.61	7.85

B Blok M2 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 12.46 m/s², 3. Kat için 12.07 m/s², 2. Kat için 12.00 m/s² ve 1. Kat için 6.93 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.66: B Blok M2 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	9.77	22.16	8.45	6.90
2	9.76	8.99	8.11	5.26
3	14.54	11.62	13.65	11.88
4	12.50	9.53	17.25	6.04
5	8.44	8.19	8.07	5.56
6	15.60	19.79	15.35	10.34
7	9.58	9.79	11.94	5.46
8	12.54	10.47	9.02	6.68
9	9.67	9.64	8.21	3.87
10	12.93	10.21	6.46	3.11
11	18.18	13.93	26.77	5.96
12	13.33	7.70	10.27	4.98
13	12.43	11.74	7.51	7.73
14	10.76	8.31	11.82	5.36
15	17.55	16.10	31.57	10.15
16	15.10	15.08	12.12	8.42
17	5.84	6.21	6.64	4.35
18	15.99	21.40	17.11	12.48
19	16.24	11.71	9.29	8.07
20	9.73	11.62	3.55	8.47
21	11.14	9.23	8.90	4.45
ORTALAMA	12.46	12.07	12.00	6.93

B Blok M3 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 13.28 m/s², 3. Kat için 11.20 m/s², 2. Kat için 11.87 m/s² ve 1. Kat için 5.83 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.67: B Blok M3 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

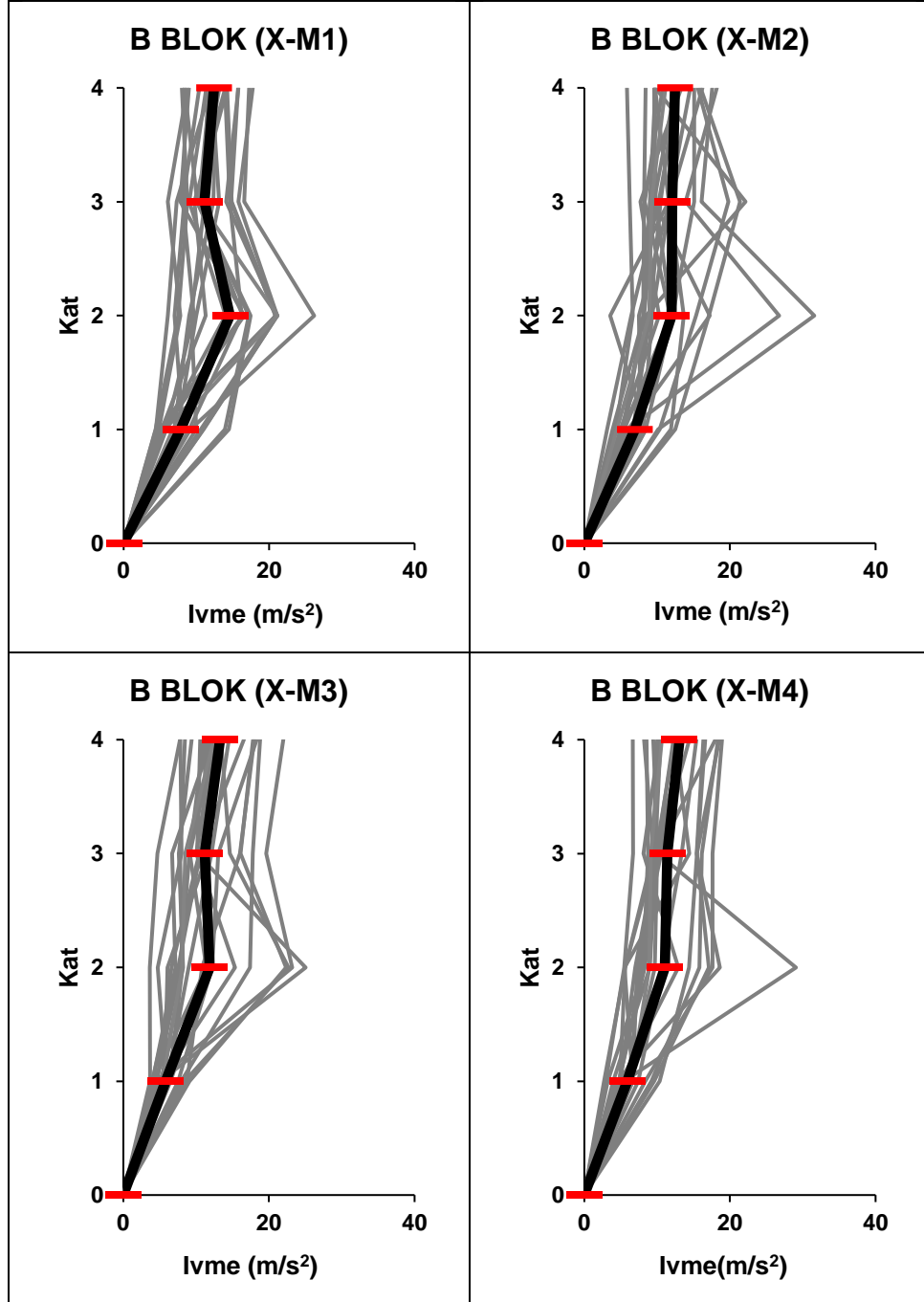
DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	12.15	6.72	7.18	3.99
2	10.58	10.14	25.04	5.07
3	13.41	14.65	22.71	8.42
4	12.55	9.14	11.40	4.14
5	8.45	7.79	8.14	6.30
6	18.00	16.01	10.82	8.77
7	12.39	10.02	15.35	5.13
8	16.57	10.45	6.61	4.70
9	7.82	8.01	4.72	5.91
10	12.35	10.56	7.55	3.98
11	18.80	17.79	17.41	7.96
12	11.09	11.63	11.66	6.50
13	11.05	9.09	7.81	4.54
14	9.38	7.64	8.23	5.21
15	17.82	16.09	22.36	9.08
16	18.34	13.02	12.20	7.56
17	7.77	4.70	3.65	3.68
18	21.98	19.64	23.21	4.48
19	14.51	12.12	8.97	5.98
20	11.47	11.57	6.09	5.68
21	12.46	8.49	8.08	5.42
ORTALAMA	13.28	11.20	11.87	5.83

B Blok M4 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 4. Kat için 13.08 m/s², 3. Kat için 11.42 m/s², 2. Kat için 11.08 m/s² ve 1. Kat için 5.92 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.68: B Blok M4 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	4.KAT	3. KAT	2. KAT	1.KAT
	m/s ²			
1	12.47	14.41	5.51	6.65
2	9.49	10.10	29.08	5.46
3	16.61	15.48	14.41	10.38
4	12.24	10.00	6.98	4.94
5	8.54	8.77	8.09	4.75
6	18.93	17.63	17.63	8.39
7	10.02	9.45	7.67	6.14
8	14.45	10.17	8.32	4.78
9	8.22	9.49	5.59	4.90
10	13.51	9.80	5.60	2.71
11	18.37	16.14	15.81	9.24
12	12.39	9.83	9.01	3.97
13	13.01	10.58	7.23	6.66
14	10.34	8.12	12.93	5.02
15	18.53	15.46	17.11	9.60
16	15.38	13.36	10.64	7.44
17	6.68	6.70	5.47	2.97
18	16.35	15.42	18.64	4.46
19	17.99	10.00	9.69	6.21
20	10.47	9.72	8.30	3.24
21	10.64	9.14	8.94	6.46
ORTALAMA	13.08	11.42	11.08	5.92

Maksimum ivme değerleri toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.18), sönümleyici elemanların ivme değerleri yerleştirilen modellerde arttığı görölmektedir.



Şekil 4.18: B Blok İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması

4.4.3 C Blok

M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için her bir kata ait X yönündeki maksimum ivme değerleri Tablo 4.69-4.72'de yer almaktadır. Hesaplanan X yönündeki maksimum ivme değerleri Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

C için maksimum ivme değerleri M2, M3,M4 modellerinde sırasıyla 2. Katta M2 ve M3 modellerinde sırasıyla %4, %4 , %0.1 azalmıştır; 1. katta %11, %15, %25 azalmıştır.

C Blok M1 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 2. Kat için 12.31 m/s² ve 1. Kat için 7.26 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.69: C Blok M1 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	m/s ²	
1	10.24	5.91
2	8.01	3.20
3	12.08	10.43
4	12.41	7.47
5	12.13	5.05
6	14.35	9.96
7	10.85	14.79
8	11.39	5.83
9	8.02	4.86
10	10.85	5.42
11	18.17	9.28
12	14.64	5.15
13	10.81	6.57
14	10.99	4.77
15	17.53	11.56
16	14.28	9.67
17	8.57	4.21
18	15.49	7.43
19	12.83	7.34
20	15.47	7.44
21	9.42	6.12
ORTALAMA	12.31	7.26

C Blok M2 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 2. Kat için 11.86 m/s² ve 1. Kat için 6.43 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.70: C Blok M2 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	m/s ²	
1	12.92	6.81
2	5.71	3.32
3	13.01	10.73
4	12.17	5.99
5	8.49	4.76
6	17.62	11.10
7	7.45	4.78
8	9.43	4.36
9	7.57	4.75
10	8.94	5.76
11	14.92	9.52
12	14.44	7.16
13	8.90	5.91
14	10.42	4.92
15	22.30	10.84
16	11.69	7.27
17	7.36	3.73
18	19.21	4.79
19	14.76	6.50
20	13.37	7.80
21	8.39	4.31
ORTALAMA	11.86	6.43

C Blok M3 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 2. Kat için 11.82 m/s² ve 1. Kat için 6.17 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.71: C Blok M3 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

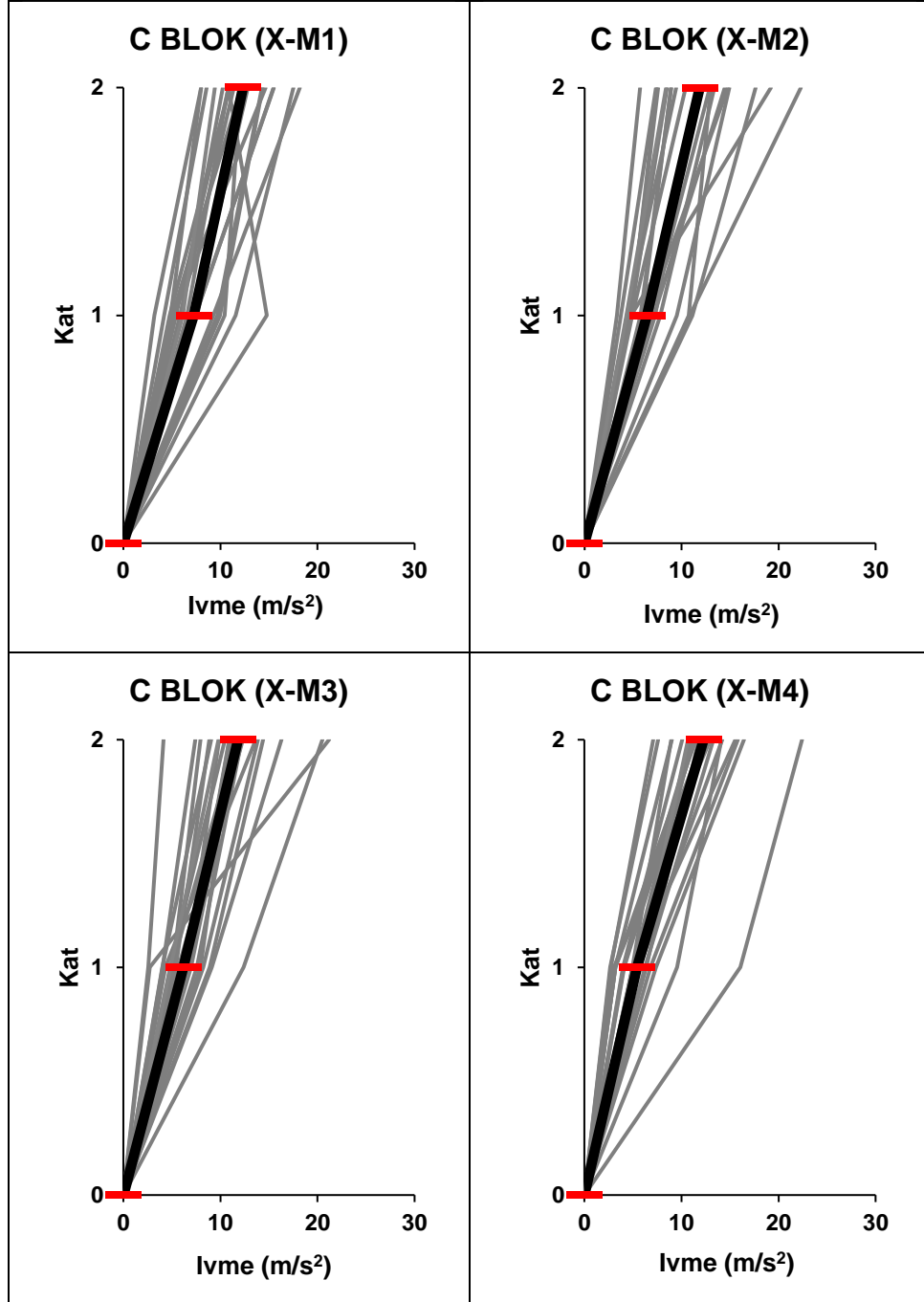
DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	m/s ²	
1	21.20	2.72
2	7.40	4.05
3	14.39	8.90
4	9.86	6.53
5	10.48	4.82
6	11.22	7.93
7	9.05	4.01
8	12.32	5.67
9	13.65	4.33
10	7.95	5.08
11	11.72	6.96
12	13.86	8.23
13	11.61	4.98
14	8.85	5.40
15	20.49	12.37
16	12.21	7.56
17	4.12	2.57
18	10.94	6.82
19	16.29	9.11
20	10.90	6.74
21	9.80	4.84
ORTALAMA	11.82	6.17

C Blok M4 modeli için ortalama maksimum ivme değerleri 2. Kat için 12.29 m/s² ve 1. Kat için 5.42 m/s² elde edilmiştir.

Tablo 4.72: C Blok M4 Modeli İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerleri

DEPREM KODU	2. KAT	1.KAT
	m/s ²	
1	9.02	3.17
2	7.09	2.71
3	14.11	9.54
4	12.97	3.03
5	11.37	4.11
6	15.81	6.82
7	10.89	4.97
8	15.56	4.98
9	11.49	3.18
10	11.15	5.21
11	16.44	7.36
12	12.25	3.18
13	10.08	3.96
14	11.06	4.02
15	22.41	16.06
16	13.28	6.23
17	7.60	2.64
18	8.95	4.94
19	11.79	6.37
20	14.19	5.65
21	10.66	5.67
ORTALAMA	12.29	5.42

Maksimum ivme değerleri toplu olarak değerlendirildiğinde (Şekil 4.19), sönümleyici elemanların ivme değerleri yerleştirilen modellerde arttığı görölmektedir.

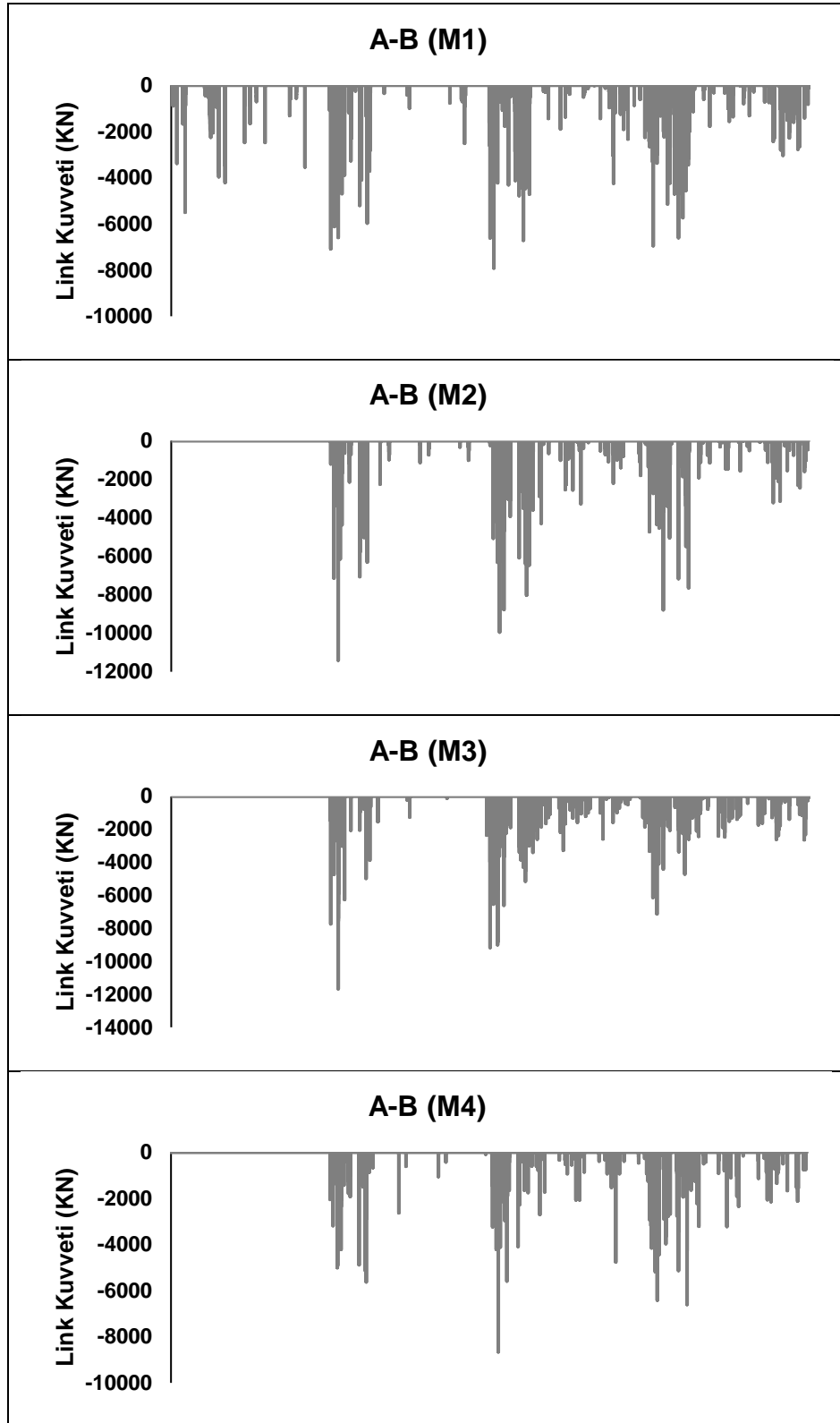


Şekil 4.19: C Blok İçin Elde Edilen Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması

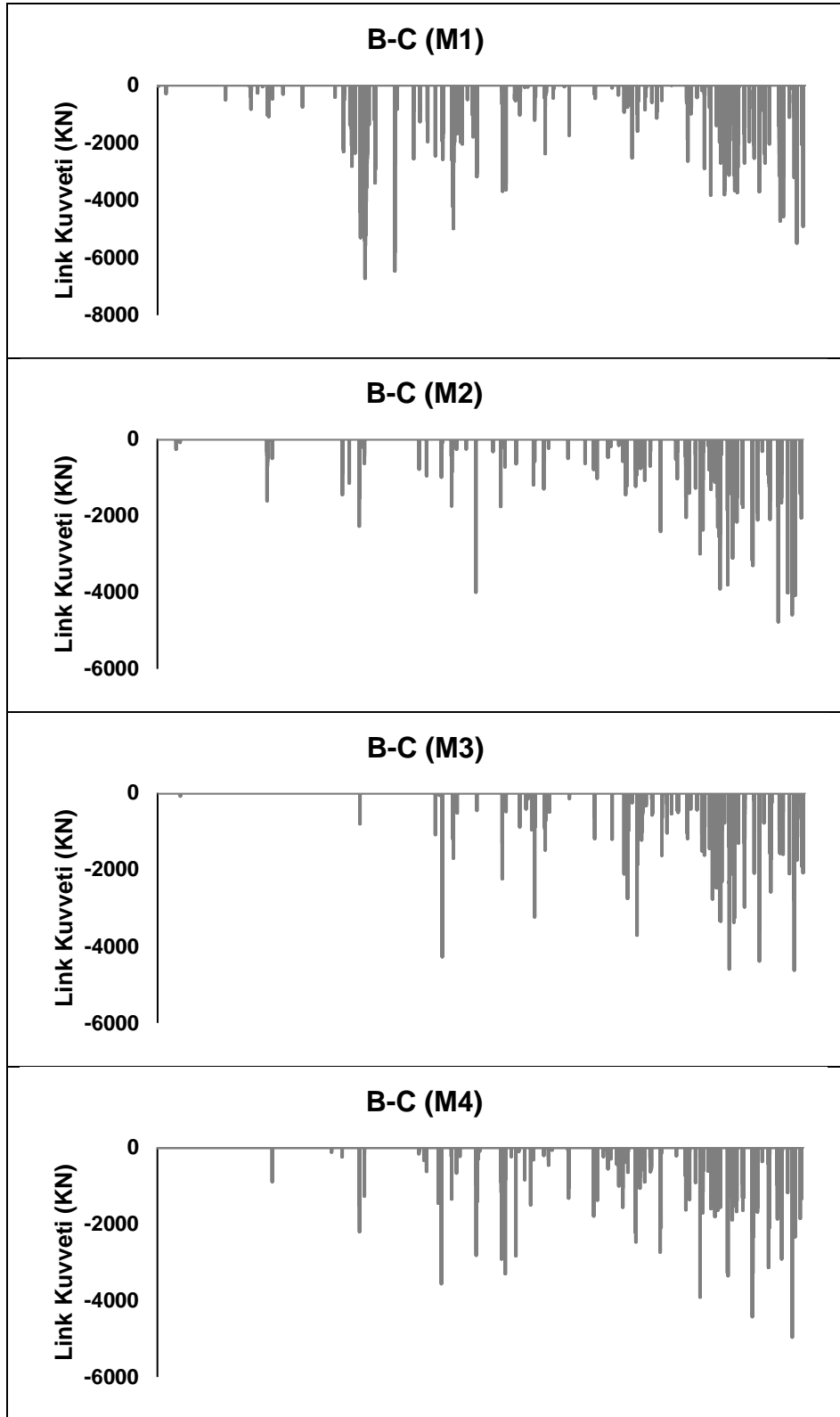
4.5 Link Elemanları

Çarpışma etkilerinin detaylı incelenebilmesi için A-B ve B-C blokları arasında yer alan link elemanlardan okunan kuvvet büyüklükleri M1, M2, M3 ve M4 kombinasyonları için Şekil 4-20 ve 4.21’de verilmiştir. Grafikte yer alan link kuvvetleri tüm depremler için zamana bağlı olarak gösterilmektedir. Link elemanlar arasında sadece basınç kuvveti meydana geldiği için değerler eksi olarak verilmiştir. Link x eksenini analizlerde tüm katlardan ve deprem kayıtlarından bağımsız bütün sonuçlar verilmiştir.

Çarpışmalarda sönümleyici eklendikten sonra azalma görülmektedir. Bazı deprem kuvvetleri için sönümleyici eklenen modellerde artma gözlenmiş olsa da link kuvvetlerindeki ve çarpışmadaki düşüş göze çarpmaktadır.



Şekil 4.20: A-B Blok Link Eleman



Şekil 4.21: B-C Blok Link Eleman

5. ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 Yer Değiştirme Taleplerinin Karşılaştırılması

Tez kapsamında tüm modeller için elde edilen yer değiştirme talepleri bu bölümde detaylı olarak karşılaştırılmıştır.

A, B ve C Bloklar için modellere ait maksimum çatı katı ötelenme oranları X ve Y doğrultusu için Tablo 5.1-5.6'da yer almaktadır. Şekil 5.1-5.3'te ise hesaplanan çatı ötelenme oranlarının karşılaştırması ve saçlılımları gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, akışkan viskoz sönümleyici eklenen modellerde çatı yer değiştirme taleplerinde önemli oranda bir azalma olduğu görülmektedir.

A için ortalama çatı yer değiştirme talepleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla %28, %42, %33 azalmıştır. Y yönünde ise aynı değerler %33, %48, %38 olarak hesaplanmıştır.

B için ortalama çatı yer değiştirme talepleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla %34, %49, %36 azalmıştır. Y yönünde ise aynı değerler %62, %75 ve %66 olarak hesaplanmıştır.

C için ortalama çatı yer değiştirme talepleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla %45, %61, %36 azalmıştır. Y yönünde ise aynı değerler %38, %64 ve %35 olarak hesaplanmıştır.

Viskoz sönümleyicilerin farklı yerleşim stratejileri açısından sonuçlar incelendiğinde, beklendiği gibi sönümleyici sayısının artması ile doğru orantılı olarak taleplerde azalma gözlemlenmektedir. Bu bağlamda en düşük talepler M3 modelinde hesaplanmıştır. Dikkat çekici bir diğer nokta ise M2 ve M4 modelleri arasında sınırlı düzeyde bir fark hesaplanmış olmasıdır. M4 modelinde kalıp planında uygulanan viskoz sönümleyici eleman sayısı M2 modelinin iki katı olmakla birlikte kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulanmıştır. Ancak tüm bloklar için gözlenen farklılıklar ihmal edilebilecek düzeydedir.

Sisteme eklenen viskoz sönümleyici elemanlar ile birlikte ivme kayıtları arası saçılım ve standart sapma değerlerinde de önemli düzeyde düşüş tespit edilmiştir. Sistemde meydana gelen çarpışma etkilerinin azalması ve viskoz sönümleyicilerin taleplerde azalmaya neden olmasının saçılımdaki düşüşün nedeni olduğu değerlendirilmektedir.

M2 modelinde elde edilen standart sapma değerleri M4 modeline göre daha düşüktür. Bu nedenle tüm yapı yüksekliği boyunca viskoz sönümleyici elemanların sisteme eklenmesinin daha uygun bir güçlendirme stratejisi olduğu değerlendirilmektedir.

A, B ve C blok açısından uygulama etkinlikleri karşılaştırıldığında ise beklendiği gibi kat sayısı ve toplam kat alanı azaldıkça eklenen viskoz sönümleyici elemanların talepler üzerindeki etkisi artmaktadır.

Tablo 5.1: A Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması

DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	1.04	0.99	0.98	1.01	0.95	0.94	0.97
2	1.89	1.35	1.07	1.29	0.71	0.57	0.68
3	1.01	0.79	0.68	0.75	0.78	0.67	0.74
4	1.21	0.93	0.84	0.93	0.77	0.69	0.77
5	1.83	0.55	0.37	0.41	0.30	0.20	0.22
6	1.58	1.4	1.08	1.29	0.89	0.68	0.82
7	1.19	1.0	0.81	0.98	0.84	0.68	0.82
8	1.04	0.74	0.59	0.69	0.71	0.57	0.66
9	1.05	0.68	0.57	0.62	0.65	0.54	0.59
10	1.91	1.22	0.91	0.99	0.64	0.48	0.52
11	0.67	0.55	0.54	0.58	0.82	0.81	0.87
12	1.02	0.65	0.54	0.67	0.64	0.53	0.66
13	1.83	1.41	1.03	1.2	0.77	0.56	0.66
14	0.98	0.83	0.66	0.77	0.85	0.67	0.79
15	0.82	0.65	0.55	0.68	0.79	0.67	0.83
16	1.01	0.72	0.65	0.73	0.71	0.64	0.72
17	2.8	1.5	1.05	1.22	0.54	0.38	0.44
18	1.33	1.03	0.88	1.16	0.77	0.66	0.87
19	1.42	1.01	0.67	0.98	0.71	0.47	0.69
20	0.56	0.54	0.52	0.53	0.96	0.93	0.95
21	0.62	0.59	0.54	0.59	0.95	0.87	0.95
ORT	1.28	0.91	0.74	0.86	0.75	0.63	0.72
ORT+STD	1.8	1.21	0.95	1.12	0.90	0.80	0.90
ORT-STD	0.75	0.61	0.53	0.6	0.60	0.46	0.55
STANDART SAPMA	0.53	0.3	0.21	0.26	0.15	0.17	0.17

Tablo 5.2: A Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması

DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	1.37	0.96	0.70	0.85	0.70	0.51	0.62
2	2.02	1.23	0.86	1.07	0.61	0.43	0.53
3	1.33	1.01	0.83	0.93	0.76	0.62	0.69
4	1.19	0.97	0.79	1.00	0.82	0.66	0.84
5	2.16	1.62	1.25	1.40	0.75	0.58	0.65
6	0.98	0.80	0.58	0.70	0.82	0.59	0.72
7	2.00	1.26	0.87	1.17	0.63	0.44	0.58
8	0.83	0.66	0.53	0.67	0.79	0.64	0.81
9	1.89	1.24	0.77	1.03	0.66	0.41	0.54
10	1.20	0.72	0.59	0.67	0.60	0.49	0.56
11	1.02	0.73	0.61	0.70	0.71	0.60	0.69
12	1.71	1.11	0.75	0.91	0.65	0.44	0.53
13	1.17	0.81	0.55	0.72	0.69	0.47	0.62
14	1.15	0.69	0.59	0.66	0.60	0.51	0.57
15	1.12	0.99	0.79	0.96	0.88	0.70	0.86
16	0.82	0.64	0.67	0.73	0.79	0.82	0.89
17	5.01	2.27	1.38	1.64	0.45	0.28	0.33
18	0.87	0.70	0.86	0.87	0.81	0.99	1.00
19	0.68	0.40	0.36	0.40	0.59	0.53	0.60
20	1.09	0.84	0.65	0.81	0.77	0.59	0.75
21	2.29	1.87	1.61	1.85	0.81	0.70	0.81
ORT	1.52	1.02	0.79	0.94	0.71	0.57	0.68
ORT+STD	2.43	1.46	1.08	1.28	0.81	0.72	0.83
ORT-STD	0.61	0.59	0.50	0.60	0.61	0.42	0.52
STANDART SAPMA	0.91	0.43	0.29	0.34	0.10	0.15	0.15

Tablo 5.3: B Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması

DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	0.84	0.79	0.63	0.95	0.94	0.75	1.13
2	1.33	0.89	0.66	0.87	0.67	0.50	0.66
3	0.86	0.62	0.52	0.66	0.72	0.60	0.77
4	1.07	0.74	0.55	0.64	0.69	0.51	0.60
5	1.81	0.36	0.33	0.33	0.20	0.18	0.18
6	1.59	1.22	0.94	1.17	0.77	0.59	0.74
7	1.42	0.88	0.71	0.89	0.62	0.50	0.63
8	0.98	0.63	0.44	0.57	0.64	0.45	0.59
9	0.88	0.57	0.46	0.56	0.65	0.52	0.64
10	1.04	0.73	0.56	0.62	0.70	0.54	0.60
11	0.51	0.52	0.43	0.53	1.02	0.86	1.04
12	0.61	0.52	0.36	0.52	0.86	0.60	0.86
13	1.08	0.69	0.54	0.60	0.64	0.50	0.55
14	0.78	0.53	0.37	0.47	0.68	0.48	0.61
15	0.71	0.56	0.42	0.62	0.78	0.60	0.87
16	0.65	0.54	0.50	0.53	0.83	0.76	0.81
17	2.16	0.86	0.50	0.55	0.40	0.23	0.26
18	1.16	0.94	0.87	1.13	0.81	0.75	0.97
19	1.34	0.87	0.51	0.82	0.65	0.38	0.61
20	0.49	0.48	0.43	0.48	0.97	0.88	0.98
21	0.57	0.50	0.39	0.50	0.87	0.68	0.87
ORT	1.04	0.69	0.53	0.67	0.72	0.57	0.71
ORT+STD	1.47	0.89	0.69	0.88	0.90	0.74	0.94
ORT-STD	0.61	0.49	0.38	0.45	0.54	0.39	0.48
STANDART SAPMA	0.43	0.20	0.15	0.22	0.18	0.18	0.23

Tablo 5.4: B Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması

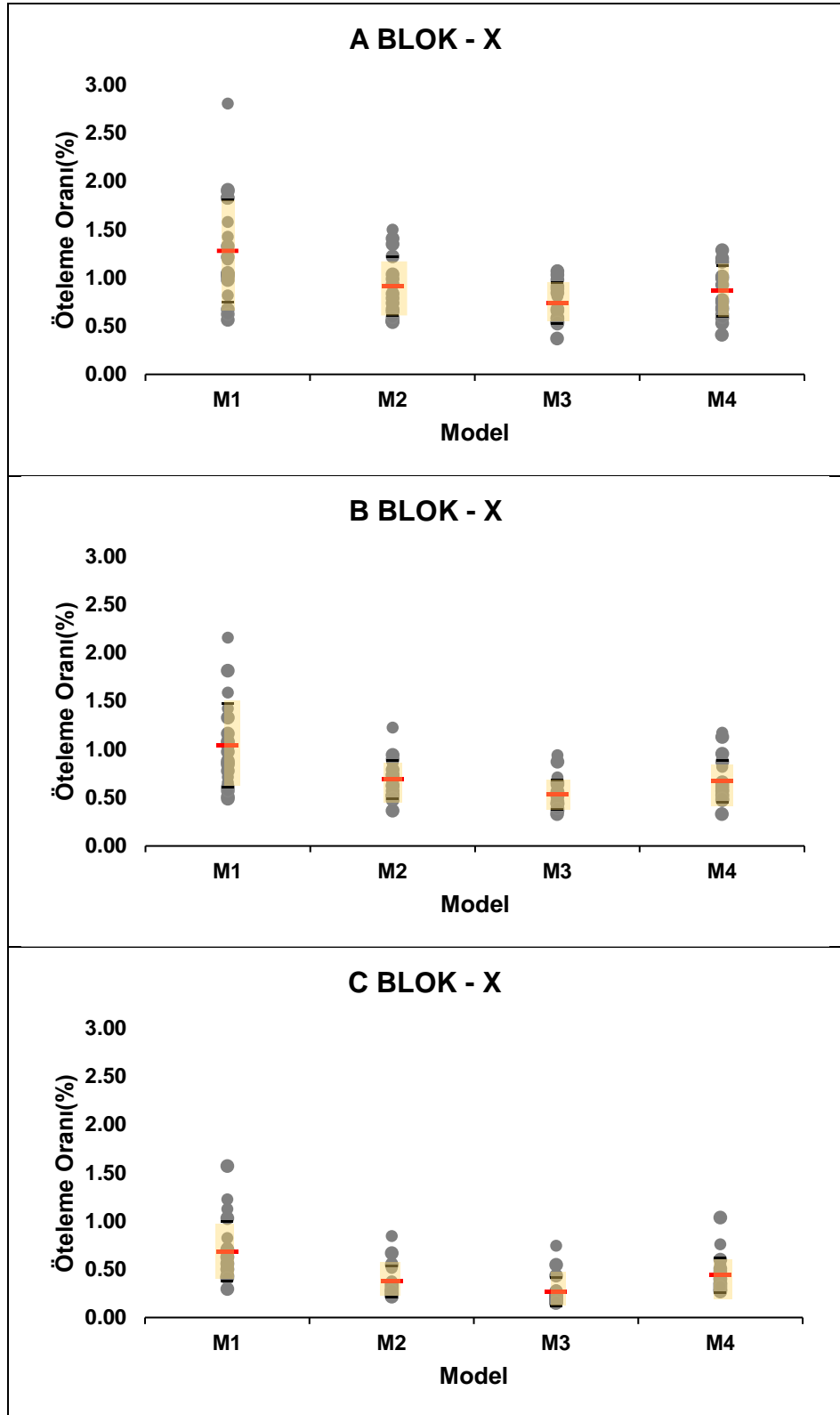
DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	0.84	0.60	0.37	0.50	0.71	0.44	0.59
2	1.34	0.67	0.49	0.66	0.50	0.36	0.49
3	0.96	0.74	0.45	0.63	0.77	0.47	0.66
4	0.85	0.47	0.30	0.43	0.56	0.35	0.51
5	1.73	0.92	0.48	0.64	0.53	0.28	0.37
6	0.55	0.44	0.33	0.42	0.80	0.61	0.76
7	2.22	0.57	0.37	0.49	0.26	0.17	0.22
8	0.73	0.39	0.21	0.32	0.54	0.29	0.44
9	9.03	0.57	0.33	0.41	0.06	0.04	0.05
10	0.81	0.56	0.32	0.46	0.69	0.39	0.57
11	0.88	0.49	0.36	0.44	0.56	0.41	0.51
12	0.93	0.52	0.36	0.51	0.56	0.38	0.55
13	1.28	0.37	0.29	0.39	0.29	0.22	0.30
14	0.76	0.62	0.47	0.56	0.81	0.61	0.73
15	0.97	0.64	0.42	0.62	0.67	0.43	0.65
16	0.72	0.62	0.42	0.62	0.86	0.59	0.85
17	5.87	1.10	0.49	0.65	0.19	0.08	0.11
18	0.97	0.96	0.74	1.07	1.00	0.76	1.11
19	0.41	0.26	0.17	0.25	0.63	0.42	0.60
20	0.64	0.30	0.25	0.29	0.47	0.40	0.46
21	2.28	1.32	0.99	1.40	0.58	0.43	0.61
ORT	1.66	0.63	0.41	0.56	0.57	0.39	0.53
ORT+STD	3.66	0.88	0.58	0.81	0.80	0.56	0.77
ORT-STD	-0.34	0.37	0.24	0.31	0.35	0.22	0.29
STANDART SAPMA	2.00	0.26	0.17	0.25	0.22	0.17	0.24

Tablo 5.5: C Blok X Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması

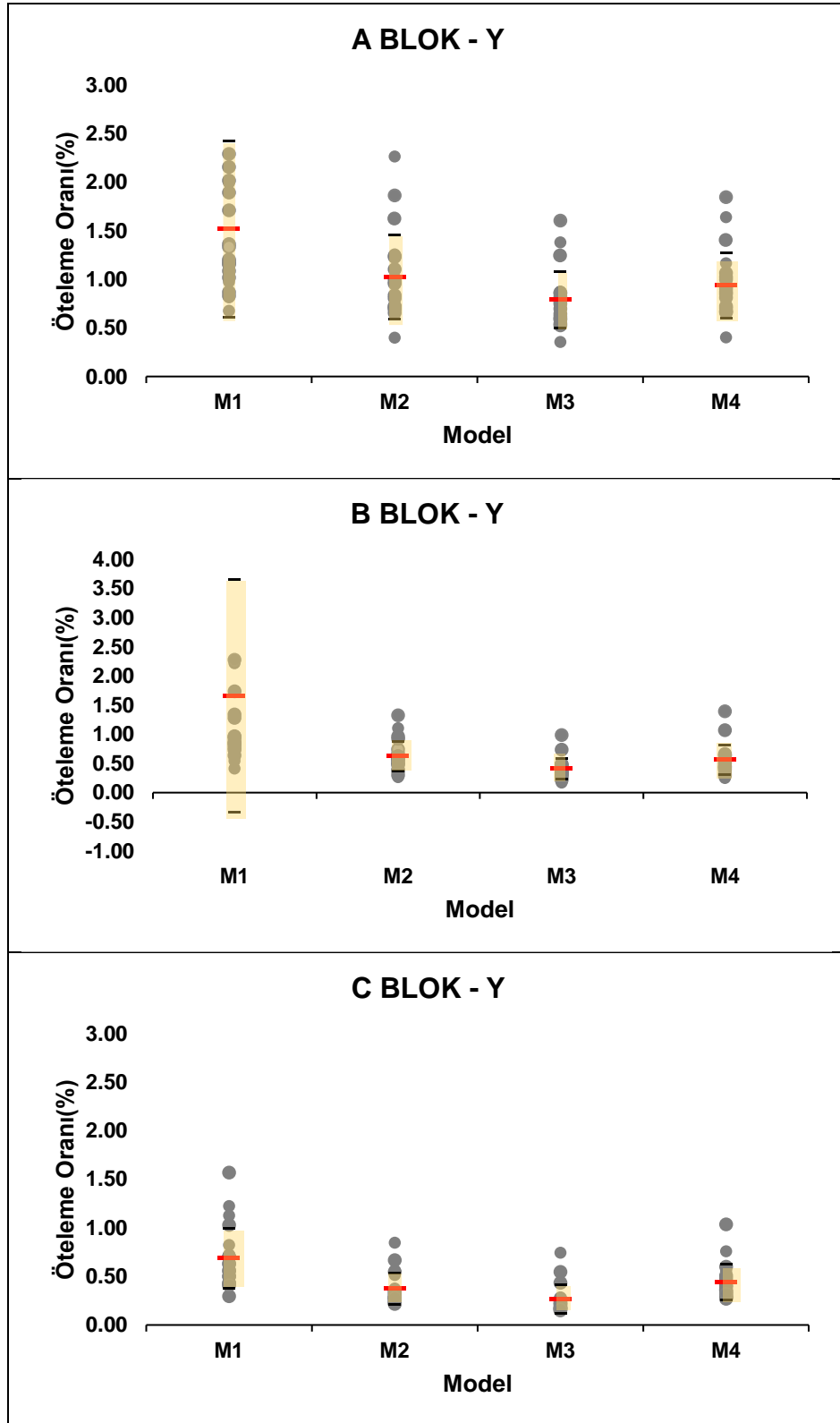
DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	1.03	0.55	0.43	0.60	0.53	0.42	0.58
2	0.63	0.34	0.18	0.39	0.54	0.28	0.62
3	0.56	0.36	0.27	0.28	0.63	0.48	0.50
4	0.70	0.28	0.18	0.51	0.39	0.26	0.72
5	0.41	0.23	0.15	0.36	0.55	0.36	0.87
6	1.22	0.84	0.74	0.76	0.69	0.61	0.62
7	0.82	0.51	0.44	0.44	0.62	0.54	0.53
8	0.55	0.29	0.16	0.27	0.52	0.30	0.49
9	0.70	0.32	0.23	0.28	0.46	0.32	0.41
10	0.50	0.25	0.18	0.35	0.51	0.37	0.70
11	0.62	0.31	0.23	0.48	0.49	0.37	0.77
12	0.43	0.22	0.16	0.29	0.52	0.37	0.68
13	0.43	0.26	0.21	0.34	0.61	0.50	0.79
14	0.30	0.22	0.17	0.31	0.73	0.58	1.06
15	0.62	0.36	0.28	0.55	0.58	0.46	0.89
16	0.72	0.34	0.22	0.50	0.46	0.30	0.69
17	0.51	0.37	0.21	0.30	0.74	0.41	0.59
18	1.57	0.67	0.55	1.03	0.42	0.35	0.66
19	1.12	0.56	0.25	0.48	0.50	0.22	0.43
20	0.50	0.28	0.21	0.41	0.56	0.42	0.81
21	0.41	0.28	0.16	0.32	0.68	0.39	0.78
ORT	0.68	0.37	0.27	0.44	0.56	0.40	0.68
ORT+STD	0.99	0.53	0.41	0.62	0.65	0.50	0.83
ORT-STD	0.38	0.21	0.12	0.26	0.47	0.29	0.52
STANDART SAPMA	0.31	0.16	0.15	0.18	0.09	0.10	0.16

Tablo 5.6: C Blok Y Doğrultusu İçin Elde Edilen Ortalama Çatı Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırması

DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	0.53	0.37	0.20	0.35	0.70	0.37	0.67
2	0.80	0.59	0.31	0.53	0.75	0.38	0.67
3	0.53	0.29	0.23	0.35	0.54	0.44	0.66
4	0.43	0.29	0.14	0.35	0.67	0.31	0.80
5	0.71	0.39	0.24	0.33	0.54	0.33	0.46
6	0.63	0.34	0.28	0.33	0.53	0.44	0.52
7	0.62	0.31	0.19	0.25	0.50	0.31	0.41
8	0.41	0.23	0.15	0.22	0.54	0.36	0.53
9	0.47	0.28	0.14	0.27	0.61	0.30	0.57
10	0.57	0.28	0.14	0.27	0.48	0.25	0.47
11	0.87	0.47	0.24	0.63	0.54	0.28	0.72
12	0.54	0.34	0.22	0.34	0.63	0.41	0.63
13	0.45	0.34	0.20	0.35	0.74	0.45	0.78
14	0.85	0.49	0.26	0.48	0.58	0.31	0.56
15	0.73	0.60	0.41	0.67	0.82	0.56	0.91
16	0.66	0.42	0.24	0.42	0.63	0.36	0.63
17	0.76	0.36	0.19	0.31	0.47	0.25	0.40
18	1.29	0.85	0.56	0.99	0.66	0.43	0.77
19	0.38	0.30	0.17	0.43	0.77	0.45	1.13
20	0.44	0.35	0.22	0.32	0.79	0.50	0.72
21	1.59	1.02	0.43	1.11	0.64	0.27	0.70
ORT	0.68	0.42	0.25	0.44	0.63	0.37	0.65
ORT+STD	0.97	0.62	0.35	0.67	0.73	0.45	0.82
ORT-STD	0.39	0.23	0.14	0.21	0.52	0.29	0.48
STANDART SAPMA	0.29	0.19	0.10	0.23	0.10	0.08	0.17



Şekil 5.1: Tüm Bloklar İçin X Doğrultusu Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırması



Şekil 5.2: Tüm Bloklar İçin Y Doğrultusu Çatı Öteleme Oranı Değerlerinin Karşılaştırması

5.2 Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması

. Kat yüksekliği boyunca hesaplanan maksimum ivme değerleri ortalamalar cinsinden tüm modeller için bu bölümde karşılaştırılmıştır.

A, B ve C Bloklar için modellere ait maksimum çatı katı ötelenme Tablo 5.7-9'da yer almaktadır. Şekil 5.3'te ise hesaplanan maksimum ivme değerlerinin karşılaştırması gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, akışkan viskoz sönümleyici eklenen modellerde maksimum ivme değerleri belli oranda bir arttığı görülmektedir.

A için ortalama maksimum ivme değerleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %14, %18, %20; 3. katta %19, %20, %18; 2. katta %13, %9, %10; artmıştır. 1. katta ise %17, %18, %21 azaldığı görülmektedir.

B için ortalama maksimum ivme değerleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla 4. katta %0.4, %7, %5; 3. katta %9, %0.9, %3 artmıştır. 2. katta %18, %19, %24 ve 1. katta ise %12, %19, %25 azaldığı görülmektedir.

C için ortalama maksimum ivme değerleri M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla 2. katta %4, %4, %0.1 ve 1. katta ise %12, %15, %25 azaldığı görülmektedir.

4 Katlı A ve B Bloklarda alt katlarda viskoz sönümleyici kullanılan modellerde maksimum ivme değerleri azalırken üst katlarda artmaktadır. Sönümleyici elemanların tepki büyüklüğünün talep hızıyla orantılı olması nedeniyle ivme büyüklüklerinde katlara bağlı böyle bir farklılığın ortaya çıktığı değerlendirilmektedir. İvme değerlerinde artış nedeniyle kat kuvvetlerinde de benzer bir saçılım olacağı tahmin edilmektedir. Viskoz sönümleyici kullanılması durumunda ivme taleplerinde artışların meydana geldiği benzer çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Del Gobbo, G. M., Williams, M. and Blakeborough, A., 2018).

Görece az kat sayısına sahip C Bloкта ise yükseklik boyunca böyle bir değişkenlik bulunmamaktadır. Bu etkinin kat yüksekliği ile birlikte doğru orantılı olarak artacağı söylenebilir. Viskoz sönümleyici elemanların sisteme herhangi bir

rijitlik katkısı bulunmamaktadır. Dolayısıyla ortaya çıkması muhtemel ani ivme artışlarının iyi değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 5.7: A Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Ortalama Maksimum İvme Değerleri (m/s²)

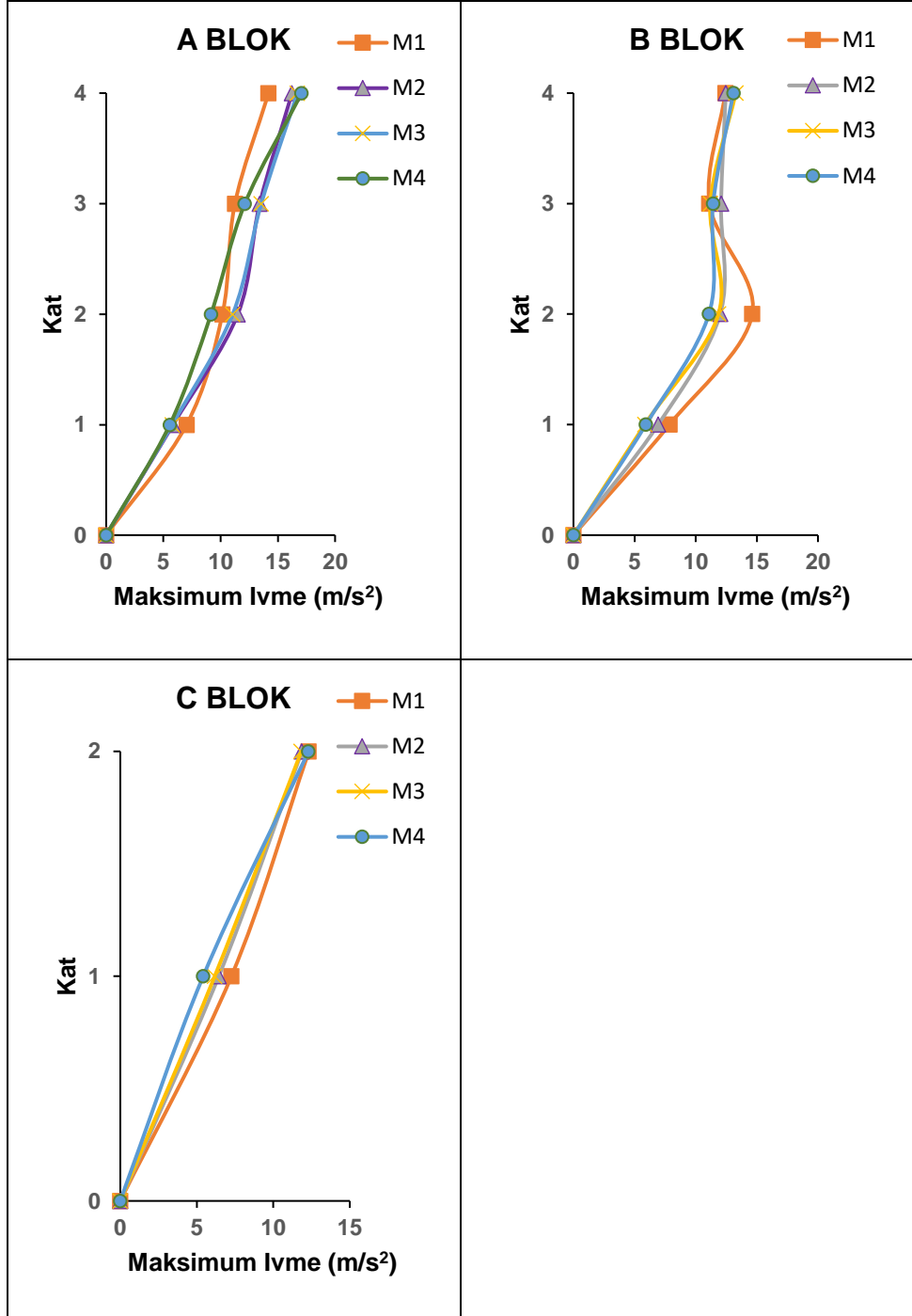
KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
4	14.18	16.23	16.70	17.07	1.14	1.18	1.20
3	11.25	13.42	13.55	12.11	1.19	1.20	1.08
2	10.16	11.50	11.05	9.16	1.13	1.09	0.90
1	7.02	5.85	5.77	5.56	0.83	0.82	0.79

Tablo 5.8: B Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Ortalama Maksimum İvme Değerleri (m/s²)

KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
4	12.41	12.46	13.28	13.08	1.00	1.07	1.05
3	11.11	12.07	11.20	11.42	1.09	1.01	1.03
2	14.61	12.00	11.87	11.08	0.82	0.81	0.76
1	7.85	6.93	5.83	5.92	0.88	0.74	0.75

Tablo 5.9: C Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Ortalama Maksimum İvme Değerleri (m/s²)

KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
2	12.312	11.860	11.825	12.292	0.96	0.96	1.00
1	7.260	6.434	6.173	5.419	0.89	0.85	0.75



Şekil 5.3: Tüm Bloklar İçin Maksimum Katlara Ait Ortalama Maksimum İvme Değerlerinin Karşılaştırması

5.3 Burulma Katsayılarının Karşılaştırması

TBDY-2018'e elde edilen burulma katsayıları bu bölümde karşılaştırılmıştır. A, B ve C Bloklarına ait her bir doğrultu için binada hesaplanan en büyük burulma katsayısı değeri Tablo 5.10-12'de yer almaktadır. Şekil 5.4'te ise hesaplanan burulma katsayılarının saçılımları gösterilmektedir.

Kullanılan bina modellerinde herhangi bir düzensizlik olmamasına rağmen M1 modeli burulma katsayıları 1.2 değerinin üzerindedir. Viskoz sönümleyicilerin kullanılması ile hesaplanan burulma katsayılarının azaldığı tespit edilmiştir. Ancak bu etki sınırlı düzeydedir.

A için ortalama burulma katsayıları M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla %8, %13, %12 azalmıştır.

B için ortalama burulma katsayıları M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla %2, %7, %11 azalmıştır.

C için ortalama burulma katsayıları M2, M3 ve M4 modellerinde sırasıyla %14, %19, %19 azalmıştır.

TBDY-2018 kriterleri açısından A ve C Blok burulma katsayılarında meydana gelen azalma ile birlikte ortalama değerin M3 ve M4 modeli için sınır değer altına düştüğü görülmektedir. B Bloкта tüm modellerde ortalama burulma katsayısı değeri 1.2'nin üzerindedir. A ve B Bloкта M4 modelinde her bir ivme kaydı için saçılımın büyük oranda düşmesi ise dikkat çekicidir. Özellikle çekiçleme etkisi nedeniyle meydana gelen çarpışmaların binada meydana gelen burulma davranışını etkilediği değerlendirilmektedir.

Tablo 5.10: A Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Maksimum Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması

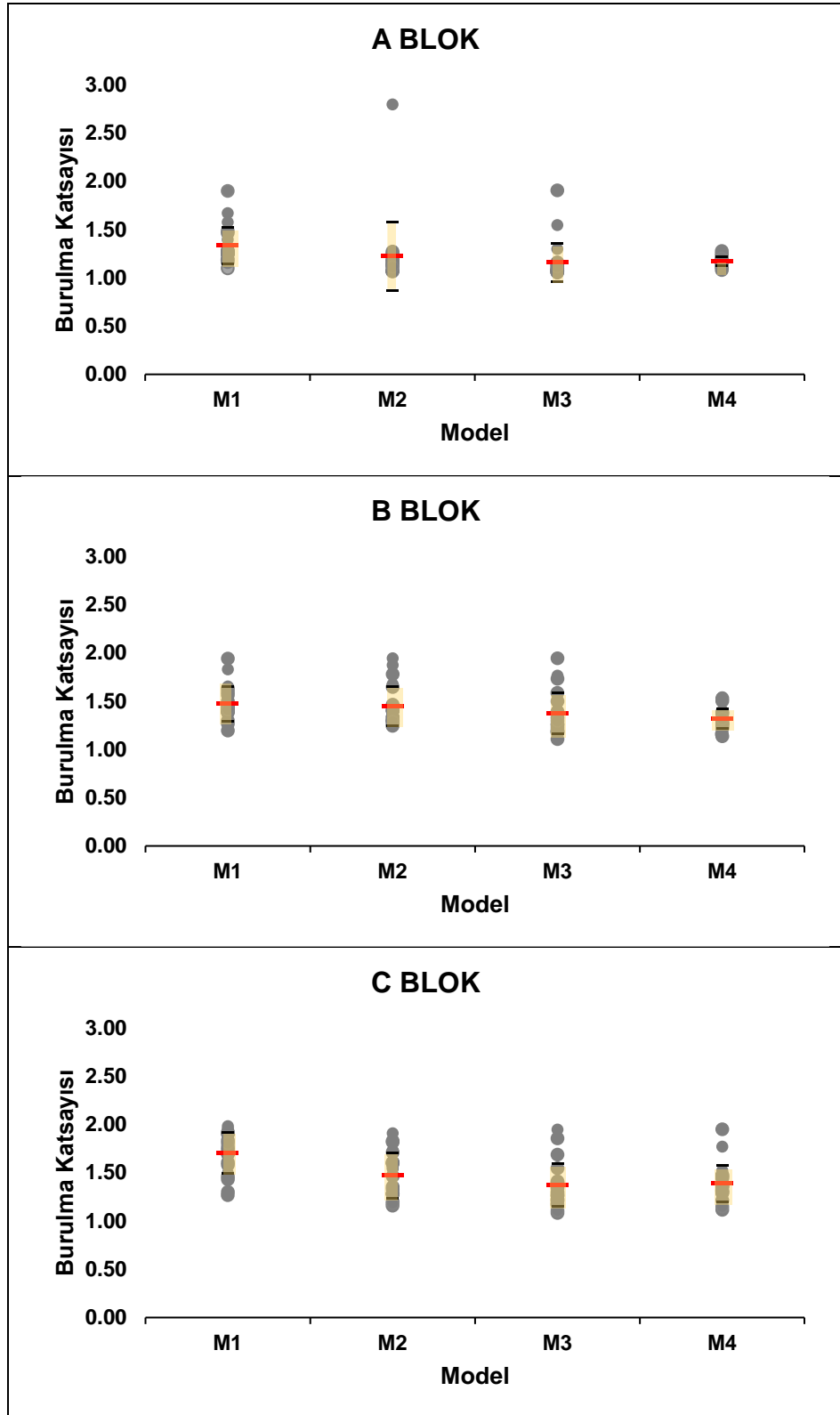
DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	1.28	1.23	1.13	1.17	0.96	0.88	0.91
2	1.25	1.18	1.06	1.28	0.94	0.85	1.02
3	1.10	1.06	1.06	1.20	0.97	0.96	1.09
4	1.28	1.19	1.90	1.25	0.93	1.49	0.98
5	1.19	1.07	1.06	1.15	0.90	0.90	0.97
6	1.28	1.14	1.06	1.17	0.89	0.83	0.91
7	1.67	1.16	1.11	1.18	0.70	0.66	0.71
8	1.48	1.07	1.13	1.08	0.72	0.77	0.73
9	1.46	1.13	1.08	1.23	0.77	0.74	0.84
10	1.25	1.12	1.07	1.14	0.90	0.86	0.91
11	1.19	1.07	1.09	1.16	0.90	0.92	0.97
12	1.16	1.27	1.07	1.16	1.09	0.92	1.00
13	1.27	1.14	1.07	1.20	0.89	0.84	0.94
14	1.26	1.25	1.08	1.11	0.99	0.86	0.88
15	1.26	1.15	1.08	1.23	0.91	0.86	0.98
16	1.23	1.11	1.55	1.15	0.90	1.26	0.94
17	1.39	1.11	1.04	1.17	0.79	0.75	0.84
18	1.24	1.14	1.10	1.11	0.92	0.89	0.89
19	1.57	2.79	1.30	1.12	1.77	0.82	0.71
20	1.25	1.17	1.16	1.16	0.93	0.93	0.92
21	1.90	1.11	1.11	1.20	0.59	0.59	0.63
ORT	1.33	1.22	1.16	1.17	0.92	0.88	0.89
ORT+STD	1.52	1.58	1.36	1.22	1.14	1.07	1.01
ORT-STD	1.15	0.87	0.96	1.12	0.70	0.70	0.78
STANDART SAPMA	0.19	0.36	0.20	0.05	0.22	0.19	0.11

Tablo 5.11: B Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Maksimum Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması

DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	1.94	1.29	1.39	1.22	0.66	0.72	0.63
2	1.30	1.33	1.20	1.26	1.03	0.93	0.97
3	1.42	1.41	1.18	1.29	0.99	0.83	0.91
4	1.63	1.33	1.23	1.30	0.82	0.75	0.80
5	1.39	1.24	1.58	1.16	0.90	1.14	0.83
6	1.83	1.94	1.76	1.40	1.06	0.97	0.76
7	1.46	1.67	1.27	1.31	1.15	0.87	0.90
8	1.46	1.78	1.26	1.26	1.22	0.86	0.87
9	1.60	1.65	1.18	1.53	1.03	0.74	0.96
10	1.19	1.40	1.11	1.25	1.17	0.93	1.05
11	1.38	1.26	1.73	1.39	0.91	1.25	1.00
12	1.44	1.30	1.19	1.23	0.90	0.82	0.85
13	1.40	1.30	1.25	1.27	0.93	0.90	0.91
14	1.26	1.46	1.50	1.37	1.16	1.19	1.08
15	1.43	1.40	1.33	1.27	0.98	0.93	0.89
16	1.27	1.42	1.37	1.35	1.12	1.08	1.06
17	1.38	1.37	1.26	1.31	1.00	0.92	0.95
18	1.56	1.30	1.94	1.14	0.83	1.24	0.73
19	1.65	1.87	1.49	1.54	1.13	0.90	0.93
20	1.50	1.40	1.33	1.50	0.94	0.89	1.00
21	1.41	1.29	1.29	1.32	0.91	0.92	0.93
ORT	1.47	1.45	1.37	1.32	0.99	0.94	0.91
ORT+STD	1.65	1.65	1.59	1.42	1.13	1.09	1.02
ORT-STD	1.29	1.25	1.16	1.21	0.86	0.79	0.80
STANDART SAPMA	0.18	0.20	0.22	0.11	0.13	0.15	0.11

Tablo 5.12: C Blok Tüm Modeller İçin Elde Edilen Maksimum Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması

DEPREMLER	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
1	1.76	1.81	1.27	1.21	1.03	0.72	0.69
2	1.30	1.35	1.54	1.45	1.04	1.19	1.12
3	1.46	1.60	1.41	1.29	1.09	0.97	0.89
4	1.73	1.46	1.29	1.48	0.84	0.75	0.85
5	1.27	1.16	1.17	1.31	0.91	0.93	1.04
6	1.91	1.91	1.95	1.77	1.00	1.02	0.93
7	1.50	1.55	1.42	1.52	1.04	0.95	1.02
8	1.70	1.28	1.34	1.44	0.76	0.79	0.85
9	1.43	1.83	1.68	1.95	1.28	1.18	1.36
10	1.61	1.28	1.38	1.37	0.80	0.86	0.85
11	1.92	1.28	1.27	1.11	0.67	0.66	0.58
12	1.69	1.71	1.21	1.47	1.01	0.72	0.87
13	1.90	1.33	1.40	1.35	0.70	0.73	0.71
14	1.83	1.20	1.22	1.36	0.65	0.67	0.74
15	1.69	1.20	1.16	1.22	0.71	0.69	0.73
16	1.98	1.25	1.40	1.47	0.63	0.71	0.74
17	1.92	1.73	1.40	1.30	0.90	0.73	0.68
18	1.91	1.61	1.86	1.31	0.84	0.97	0.69
19	1.95	1.54	1.30	1.31	0.79	0.67	0.67
20	1.58	1.60	1.08	1.29	1.01	0.68	0.81
21	1.80	1.18	1.10	1.15	0.66	0.61	0.64
ORT	1.71	1.47	1.37	1.39	0.87	0.82	0.83
ORT+STD	1.92	1.70	1.59	1.58	1.05	0.98	1.01
ORT-STD	1.49	1.24	1.15	1.20	0.70	0.65	0.65
STANDART SAPMA	0.21	0.23	0.22	0.19	0.17	0.17	0.18



Şekil 5.4: Tüm Bloklar İçin Burulma Katsayılarının Karşılaştırması

5.4 Görelî Kat Ötelenmesi Değerlerinin Karşılaştırması

A, B ve C Bloklar için modellere ait görelî kat ötelenme oranları X doğrultusu için Tablo 5.13-15'te ve Y doğrultusu için Tablo 5.16-18'de yer almaktadır. X yönündeki görelî kat ötelenme oranları karşılaştırılması Şekil 5.5'te ve Y yönündeki değerleri Şekil 5.6'da gösterilmiştir.

Görelî kat ötelenmeleri açısından en büyük farklılık viskoz sönümleyici elemanların kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulandığı M4 modellerinde son katlarda meydana gelen artıştır. Çatı yer değiştirmeleri açısından M2 ve M4 modelleri açısından kayda değer bir fark olmamasına rağmen vizkoz sönümleyici eleman yerleşimindeki süreksizlik görelî kat ötelenmelerinde ani artışa neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle Şekil değiştirme kapasitesi yetersiz binalarda düşey doğrultuda süreksizlik önerilmemektedir.

A için ortalama görelî kat ötelenme oranları M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %23, %40 azalırken, M4 modelinde %21 artmıştır. 3. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %20, %40 azalırken, M4 modelinde %11 artmıştır. 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %22, %36, %32; 1. katta %31, %47, %51 azalmıştır. Y yönünde ise M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %37, %52 azalırken, M4 modelinde %19 artmıştır. 3. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %26, %40 azalırken, M4 modelinde %27 artmıştır. 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %27, %43, %41; 1. katta %33, %47, %51 azalmıştır.

B için ortalama görelî kat ötelenme oranları M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %0.3, %26 azalırken, M4 modelinde %29 artmıştır. 3. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %21, %43 azalırken, M4 modelinde %0.5 artmıştır. 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %24, %41, %33; 1. katta %46, %61, %63 azalmıştır. Y yönünde ise M2, M3 modellerinde sırasıyla 4. katta %40, %57 azalırken, M4 modelinde %34 artmıştır. 3. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %31, %47 azalırken, M4 modelinde %69 artmıştır. 2. katta M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla %31, %54, %52; 1. katta %48, %70, %72 azalmıştır.

C için ortalama görelî kat ötelenme oranları M2, M3, M4 modellerinde sırasıyla 2. katta %47, %66, %12; 1. katta %44, %58, %63 azalmıştır. Y yönünde ise

2. katta M2, M3 modellerinde sırasıyla %43, %69 azalırken, M4 modelinde %10 artmıştır, 1. katta %36, %63, %62 azalmıştır.

Tablo 5.13: A Blok X Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Göreli Kat Ötelenme Değerleri

KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
	(%)						
4	0.32	0.25	0.19	0.39	0.77	0.60	1.21
3	0.93	0.74	0.56	1.03	0.80	0.60	1.11
2	1.66	1.30	1.07	1.14	0.78	0.64	0.68
1	2.28	1.57	1.20	1.12	0.69	0.53	0.49

Tablo 5.14: A Blok Y Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Göreli Kat Ötelenme Değerleri

KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
	(%)						
4	0.39	0.24	0.19	0.47	0.63	0.48	1.19
3	0.77	0.58	0.46	0.98	0.74	0.60	1.27
2	1.93	1.41	1.10	1.14	0.73	0.57	0.59
1	2.69	1.81	1.41	1.33	0.67	0.53	0.49

Tablo 5.15: B Blok X Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Göreli Kat Ötelenme Değerleri

KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
	(%)						
4	0.34	0.32	0.25	0.43	0.97	0.74	1.29
3	0.84	0.66	0.48	0.88	0.79	0.57	1.05
2	1.03	0.78	0.61	0.69	0.76	0.59	0.67
1	2.23	1.19	0.87	0.81	0.54	0.39	0.37

Tablo 5.16: B Blok Y Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Göreli Kat Ötelenme Değerleri

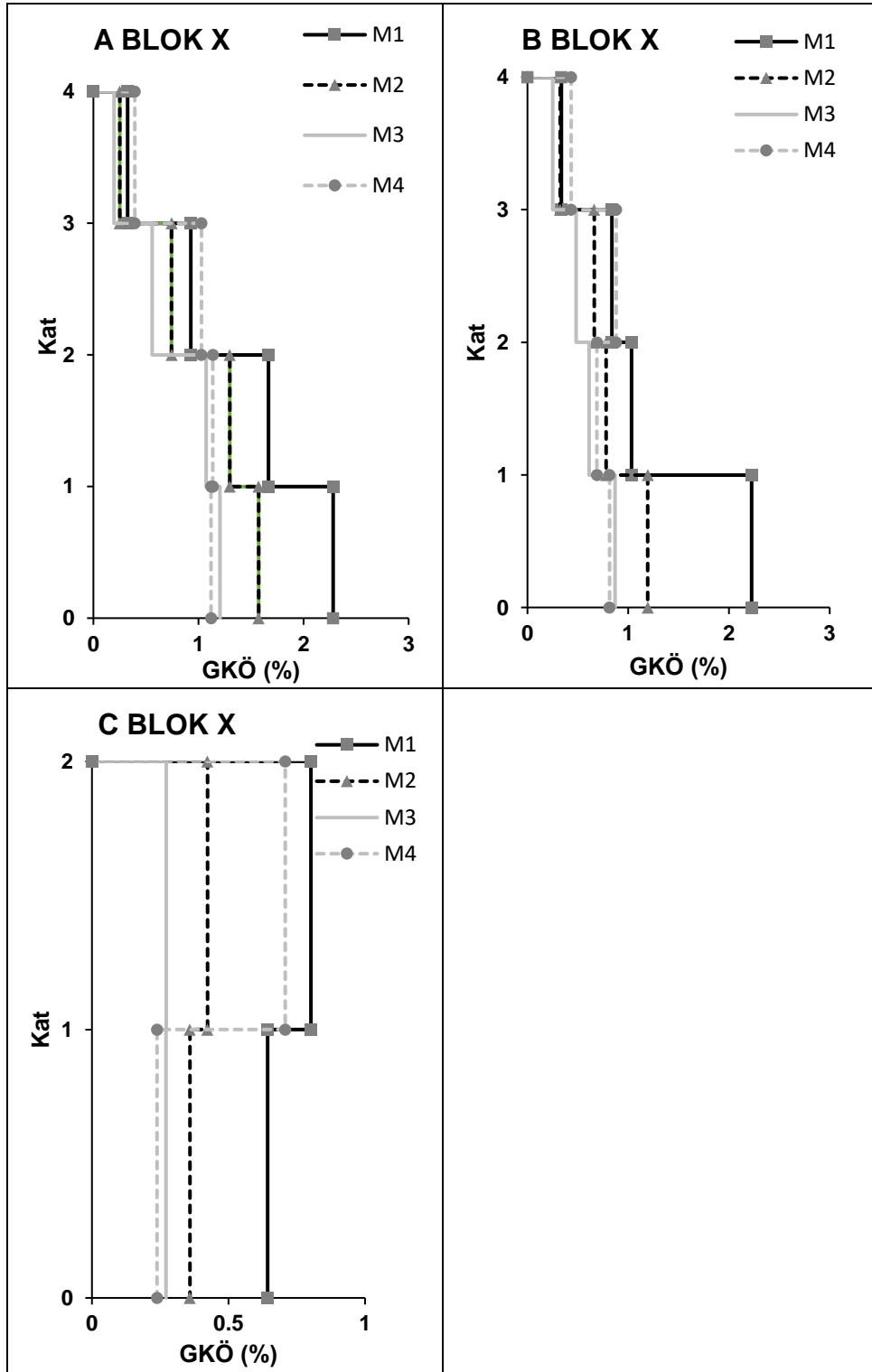
KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
	(%)						
4	0.27	0.16	0.11	0.36	0.60	0.43	1.34
3	0.40	0.28	0.21	0.68	0.69	0.53	1.69
2	1.16	0.79	0.53	0.56	0.69	0.46	0.48
1	2.59	1.34	0.79	0.74	0.52	0.30	0.28

Tablo 5.17: C Blok X Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri

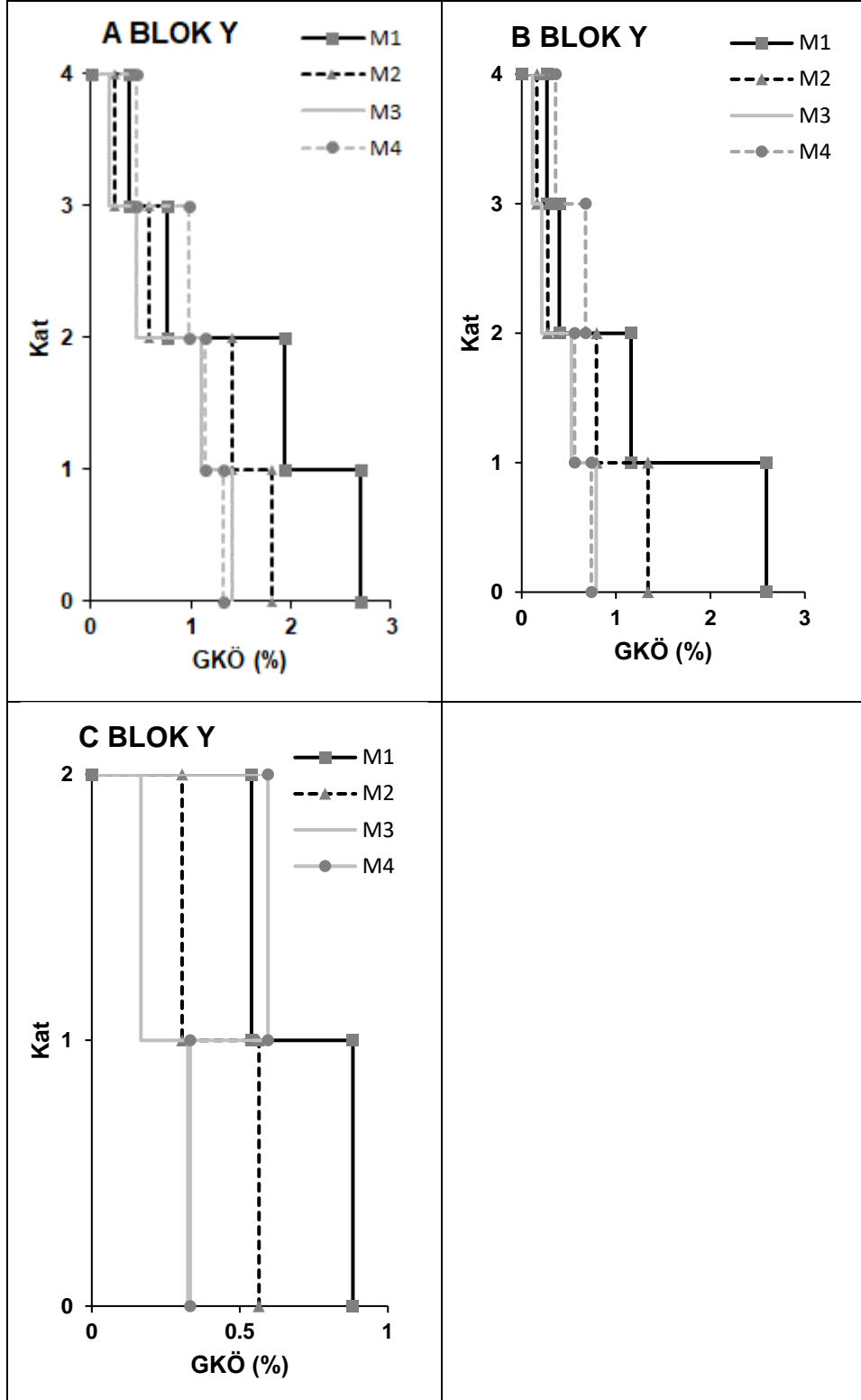
KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
	(%)						
2	0.80	0.42	0.27	0.71	0.53	0.34	0.88
1	0.64	0.36	0.27	0.24	0.56	0.42	0.37

Tablo 5.18: C Blok Y Doğrultusu İçin Tüm Modellere Ait Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri

KAT	M1	M2	M3	M4	M2/M1	M3/M1	M4/M1
	(%)						
2	0.54	0.31	0.17	0.60	0.57	0.31	1.10
1	0.88	0.56	0.32	0.33	0.64	0.37	0.38



Şekil 5.5: Tüm Bloklar İçin X Doğrultusuna Ait Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırması

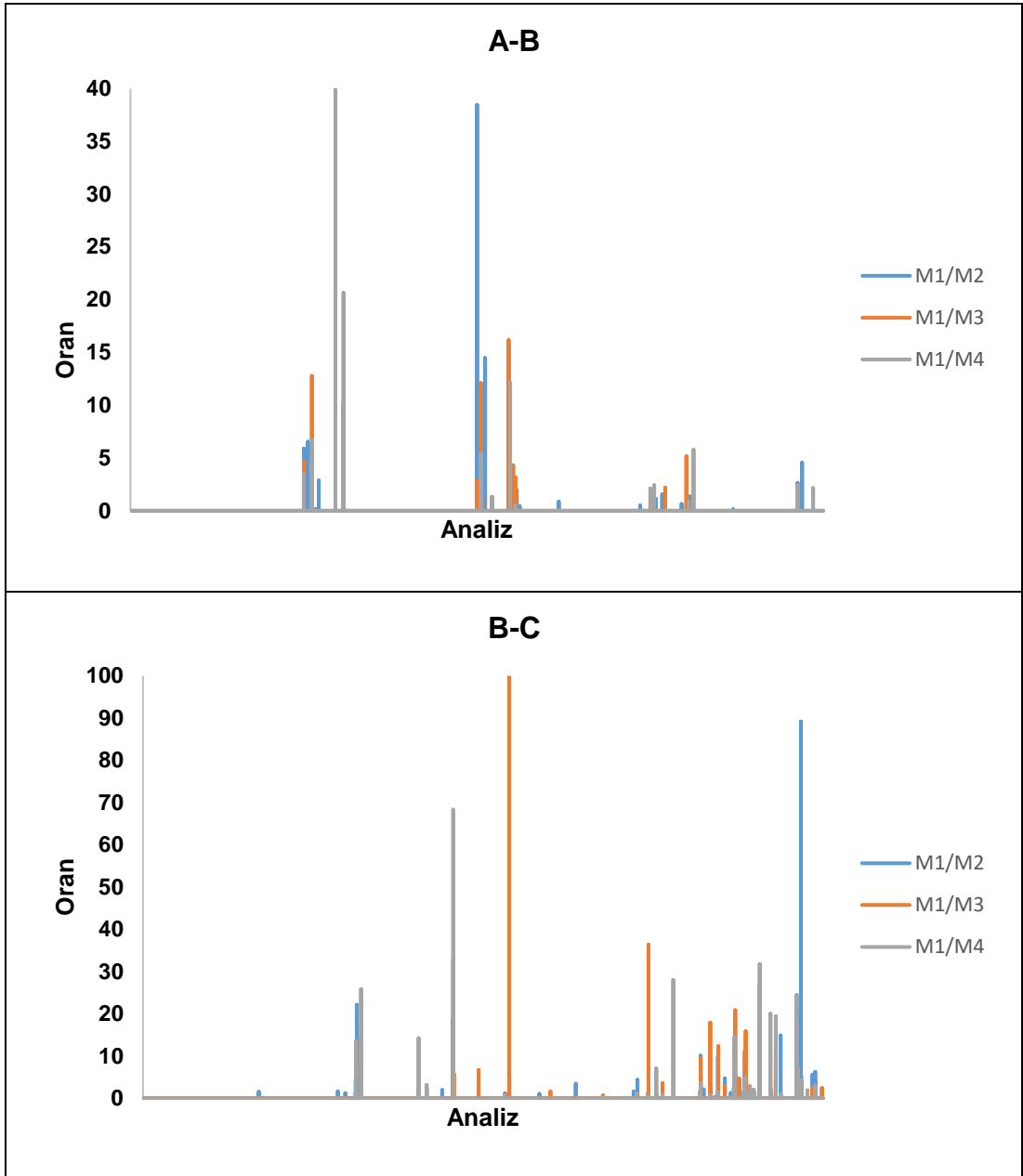


Şekil 5.6: Tüm Bloklar İçin Y Doğrultusuna Ait Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırması

5.5 Link Elemanları

Viskoz sönümleyicilerin bloklar arasında meydana gelen çarpışma etkilerini ne düzeyde düşürdüğünün belirlenebilmesi için M1 Blok link kuvveti büyüklükleri M2, M3 ve M4 modelleri ile oranlanarak karşılaştırılmıştır (Şekil 5.7). Hesaplanan link kuvvetlerindeki düşüş oranında çarpışma etkilerinin de azalacağı söylenebilir.

Şekil 5.7’de gözlenen her bir pik çarpışmanın meydana geldiği anı simgelemektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde link kuvvetlerinin meydana geldiği anlarda M2, M3 ve M4 modelleri için çarpışma etkilerinin büyük oranda sönümlendiği söylenebilir. Ötelenmelerin sınırlanması ile çekiçleme davranışının da azalması beklenen bir durumdur. Dikkat çekici bir diğer nokta ise B ve C bloklar arasında meydana gelen çarpışma sayısının çok daha fazla olmasıdır. Dinamik özellikler arasındaki farklılıkların artması ile çarpışma sayısı da artış göstermiştir. Viskoz sönümleyici elemanlar kullanılmasıyla hesaplanan çarpışma kuvvetlerinde 40 kata varan azalmalar gözlemlenmiştir.



Şekil 5.7: Link Elemanları

6. ÖZET VE SONUÇ

6.1 Elde Edilen Sonuçlar

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında viskoz sönümleyici ile güçlendirilen bir okul yapısının sismik davranış özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda çerçeve taşıyıcı sisteme sahip ve 3 bloktan oluşan gerçek bir okul yapısı 3 farklı sönümleyici yerleşim şekli kullanılarak güçlendirilmiştir.

TBDY-2018 kriterlerine göre 21 farklı ivme kaydı çifti ve 42 ivme kaydının kullanıldığı çalışmada doğrusal olmayan davranış özellikleri M2-M3 etkileşimli plastik mafsallar yardımı ile taşıyıcı sistem elemanlarına yansıtılmıştır.

Okul yapısı bitişik nizamlı bloklardan oluştuğu için A, B ve C bloklar birlikte modellenerek link elemanlar yardımıyla çekişme etkileri de dikkate alınmıştır.

Yapının sismik davranış özelliklerini yansıtan birçok parametre detaylı olarak karşılaştırılmıştır. İvme kaydı çiftleri her iki yönde eş zamanlı olarak etkitildiği için burulma düzensizliği davranışı da incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar maddeler halinde aşağıda yer almaktadır.

- Viskoz sönümleyici elemanların geleneksel sistem güçlendirme yöntemlerine oranla büyük bir uygulama kolaylığı bulunmaktadır. Sadece çerçeve elemanlar arasına eklendiği için temel seviyesinde bağlanmasını gerektirecek özel detaylara ihtiyaç duyulmamaktadır.
- Bu nedenle daha hızlı uygulanabilmesi nedeniyle yetersiz yapıların iyileştirilmesinde geleneksel yöntemlere oranla iyi bir alternatif olabileceği değerlendirilmektedir.
- Her doğrultuda karşılıklı 2 viskoz sönümleyici uygulandığı durumda (M2) A, B ve C Bloklar için ortalama maksimum yer değiştirme talepleri sırasıyla %28, %34 ve %45 oranında azalmıştır. Viskoz sönümleyici elemanların uygulandığı aks uzunluğu, taban alanı ve etkinliği arasında detaylı bir inceleme yapılmadığından kat alanına oranı cinsinden bir karşılaştırma yapılmamıştır.

- Viskoz sönümleyici eleman sayısı arttıkça yer değiştirme talepleri de o oranda azalmaktadır. M2 modeline oranla viskoz sönümleyici sayısının iki kat arttırıldığı model için (M3) yer değiştirme talepleri sırasıyla %42, %49 ve %61 oranında azalmıştır.
- Viskoz sönümleyici sayısının iki kat arttırıldığı ancak kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulandığı modelde (M4), yer değiştirme taleplerindeki azalma oranı M2 modeli ile benzerlik göstermektedir.
- Katlarda hesaplanan maksimum ivme büyüklükleri yer değiştirme taleplerinin aksine artış göstermektedir. Benzer sonuçlar geçmiş çalışmalarda da elde edilmiştir. Viskoz elemanların hızla birlikte artan sönümleme etkisi hareketin tersi yönde meydana gelmektedir. Hareketi azaltıcı ivmelerin yüksek olması nedeniyle üst katlarda ivme büyüklükleri artmaktadır alt katlarda ise azalmaktadır.
- A Bloкта 4. katta maksimum ivme değeri M2, M3 ve M4 modelleri için sırasıyla %14, %18 ve %20 oranında artarken 1. Katta %17, %18 ve %21 oranında azalmıştır.
- B ve C Bloкта toplam yapı kütesinin azalması nedeniyle 4. Kat ivme taleplerindeki artış düzeyi daha sınırlıdır.
- M2 ve M3 modelleri için Göreli kat ötelenmesi değerlerindeki azalış çatı katı yer değiştirme oranlarındaki azalma ile benzer bir trend göstermektedir. Ancak kat yüksekliğinin yarısına kadar uygulanan viskoz sönümleyicili modelde (M4), ötelenme taleplerinde viskoz sönümleyicinin uygulanmadığı noktadan itibaren ani bir artış göze çarpmaktadır. M4 modelinde göreli kat ötelenme oranlarında meydana gelen artış 4. ve 3. Katlarda sırasıyla %33 ve %11 düzeyindedir. Alt katlarda beklendiği gibi tüm modellerde göreli kat ötelenme talepleri azalmıştır.
- M4 modelinde çatı katı yer değiştirme taleplerinde meydana gelen azalma M2 modeli ile benzerlik göstermesine rağmen, kat yüksekliği boyunca oluşan talep değişimindeki ani düzensizlikler nedeniyle özellikle sünek inşa edilmeyen yapılar için sönümleyici elemanlarda süreksizliklerin uygun bir yaklaşım olmadığı değerlendirilmektedir.

- Kullanılan yapı modellerinde hesaplanan burulma katsayılarının viskoz sönümleyici elemanlar kullanıldığında sınırlı oranda değiştiği tespit edilmiştir. Viskoz sönümleyici elemanların rijitlik katkısının olmaması nedeniyle düzensizliklerin iyileştirilmesinde etkinliğinin düşük olduğu değerlendirilmiştir. Hesaplanan burulma katsayılarındaki azalma bloklar ve model kombinasyonlarına bağlı olarak %8 ile %19 bandında değişmektedir.
- Viskoz sönümleyicilerin bloklar arasındaki çarpışma şiddetini etkin bir şekilde azalttığı tespit edilmiştir. Bloklar arasına yerleştirilen link kuvvetlerinde çarpışmanın şiddetine de bağlı olarak 40 kata varan azalmalar meydana gelmiştir. Bu nedenle yetersiz derz mesafesi ile inşa edilen yapılarda çekiçleme etkilerinin azaltılmasında kullanılabilir bir yöntem olduğu değerlendirilmektedir.

6.2 Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Gerçekleştirilen çalışmada sınırlı sayıda bina modeli kullanılmıştır. Bu nedenle elde edilen sonuçlarla genelleme yapılması mümkün değildir. Kullanılan plastik mafsalarda aksenal yük etkileşimi dikkate alınmamıştır. Viskoz sönümleyici elemanların sisteme rijitlik katkısı bulunmamaktadır. Bu nedenle meydana gelen ani ivme değişimlerinin mevcut sistem elemanları üzerinde neden olduğu ilave talep artışları detaylı olarak incelenmelidir.

Tez kapsamında viskoz sönümleyici elemanların etkinliği ve yapı özellikleri arasında istatistiksel bir çalışma yapılmamıştır. Viskoz sönümleyici eleman özellikleri, sönümleyici sayısı, yapı kat sayısı ve kat alanı ile talep değişimi arasındaki ilişkinin detaylı olarak incelenmesi önerilmektedir.

Kullanılan yapı modelleri geometrik olarak düzenli binalardır. Bu nedenle burulma düzensizliği, yumuşak kat ya da zayıf kat gibi düzensizlikleri barındıran binaların kullanılması gelecek çalışmalar için önerilmektedir.

Kullanılan viskoz sönümleyici model özellikleri uluslararası kitap ve kılavuzlar dikkate alınarak oluşturulmuştur. Ulusal düzeyde mevcut betonarme binalar

için kullanılabilir ürünlerin araştırılması ya da mevcut eleman özelliklerinin incelenmesi önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

Ozmen, H. B. ve diğ., “ 23 Ekim Ve 9 Kasım 2011 Van Depremleri Yapısal Hasar Değerlendirme Raporu”, ResearchGate, (2015).

Taylor devices inc, “ *Fluid Viscous Dampers General Guidelines For Engineers Including A Brief History*”, (2020).

Constantinou, M. C. and SYMANS M. D., “Experimental study of seismic response of buildings with supplemental fluid dampers”, *The Structural Design of Tall Buildings*, 2, 93-132, (1993).

Uriz, P. and Whittaker, A. S., “Retrofit of pre-northridge steel moment-resisting frames using fluid viscous dampers”, *The Structural Design of Tall Buildings*, 10, 371-390, (2001).

Tremblay, R. and Robert, N., “Seismic performance of low-and medium-rise chevron braced steel frames”, *Can. J. Civ. Eng.*, 28, (2001).

Lin, W. and Chopra, A. K., “Earthquake response of elastic SDF systems with non-linear fluid viscous dampers”, *Earthquake Engng Struct. Dyn.*,31, 1623-1642, (2002).

Martinez-Rodrigo, M. and Romero, M. L., “An optimum retrofit strategy for moment resisting frames with nonlinear viscous dampers for seismic applications”, *Engineering Structures*, 25, 913-925, (2003).

Goel, R. K., “Seismic response of linear and non-linear asymmetric systems with non-linear fluid viscous dampers”, *Earthquake Engng Struct. Dyn.*,34, 825-846, (2005).

Pavlou, E. and Constantinou, M. C., ”Response of nonstructural components in structures with damping systems”, *J. Struct. Eng.*,132,1108-1117, (2006).

Dicleli, M. and Mehta, A., “Seismic performance of chevron braced steel frames with and without viscous fluid dampers as a function of ground motion and damper characteristics”, *Journal of Constructional Steel Research*, 63, 1102-1115, (2007).

Diotallevi, P. P., Landi, L. and Dellavalle, A., “Simplified desing methodology for systems equipped with non-linear viscous dampers”, *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, (2008).

Parcianello, E., Chisari, C. and Amadio, C., “Optimal design of nonlinear viscous dampers for frame structures”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 100, 257-260, (2017).

Del Gobbo, G. M., Williams, M. and Blakeborough, A., “Comparing fluid viscous damper placement methods considering total-building seismic performance”, *Earthquake Engng Struct. Dyn.*, 1-23, (2018).

Wang, S. and Mahin, S. A., “Seismic Upgrade of an existing tall building using different supplemental energy dissipation devices”, *J. Struct. Eng.*, 144, (2018).

Pollini, N., Lavan, O. and Amir, O., “Optimization-based minimum-cost seismic retrofitting of hysteretic frames with nonlinear fluid viscous dampers”, *Earthquake Engng Struct. Dyn.*, 1-21, (2018).

Papagiannopoulos, G., A., Hatzigeorgiou, D. and Pnevmatikos N., G., “A seismic retrofit method for steel frames with viscous dampers”, *16th European Conference on Earthquake Engineering*, (2018).

Yang, P., Xue, S., Xie, L. and Cao, M., “Damping estimation of an eight-story steel building equipped with oil dampers”, *Applied Sciences*, 10,(2020).

Akpınar, M., “Yapıların Sismik Davranışının Çekiçleme Etkisi Ve Zemin Yapı Etkileşimi Dikkate Alınarak Araştırılması Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü*, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli (2019).

TBDY, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi, Ankara (2018).

Peer, 2014, <http://peer.berkeley.edu>, (2011).

SAP2000, CSI., Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Berkeley, USA, (2013).

Semap, Sargı Etkisi Modelleme Analiz Programı; Tubitak Proje No: 105M024, (2008).