

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

**FARKLI YÖNETMELİKLERE GÖRE TANIMLANAN KESİT
HASAR SINIRLARININ DÜŞÜK VE ORTA KATLI
BİNALARIN PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET SELİM AKBIYIK

DENİZLİ, EYLÜL - 2023

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



**FARKLI YÖNETMELİKLERE GÖRE TANIMLANAN KESİT
HASAR SINIRLARININ DÜŞÜK VE ORTA KATLI
BİNALARIN PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMET SELİM AKBIYIK

DENİZLİ, EYLÜL - 2023

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.

AHMET SELİM AKBIYIK

ÖZET

**FARKLI YÖNETMELİKLERE GÖRE TANIMLANAN KESİT HASAR SINIRLARI TANIMLAMASININ DÜŞÜK VE ORTA KATLI BİNALARIN PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
AHMET SELİM AKBIYIK
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MEHMET İNEL)**

DENİZLİ, EYLÜL - 2023

Çalışmada ülkemizdeki betonarme yapıları temsil etmesi için seçilen 5, 10 ve 15 katlı bina modellerinin aynı ivme kayıtları altında farklı yönetmeliklere göre sismik performans düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tasarım aşamasında 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) dikkate alınmıştır. Bina lokasyonları için Pamukkale Üniversitesi, Denizli, zemin sınıfı için ise ZD seçilmiştir. TBDY-2018'e göre tasarlanan bina modelleri, 4 farklı yönetmelikte tanımlanan (DBYBHY-2007, TBDY-2018, ASCE 41-17, Eurocode-8) kesit hasar sınırları ve etkin kesit rijitlikleri kullanılarak doğrusal elastik olmayan bina modellerine dönüştürülmüştür. Tasarlanan modeller için TBDY-2018 ile uyumlu bir şekilde 11 ivme kaydı takımı seçilmiştir. 22 ivme kaydı 3 bina modelinin x ve y yönü için ayrı ayrı etkilerek doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda binaların deplasman talepleri, görelî kat ötelenme oranları (GKÖO), deplasman profilleri ve hasar dağılımları farklı yönetmelikler için kıyaslanmıştır. Deplasman taleplerinde kesit rijitliğine, performanslar düzeylerinde ise kesit hasar sınırı tanımlamalarına bağlı olarak farklı sonuçlar elde edilmiştir. Diğer üç yönetmelikten ayrışan TBDY-2018'in performans düzeylerinin tasarım ile uyumsuz olduğu gözlenmiştir. Bu durumun kesit rijitliği ve donatı çeliği birim şekil değiştirme kaynaklı olduğu değerlendirilmiştir. Yeni tasarım binalarda performans değerlendirmesi uyumsuzluğunu gidermek için kesit rijitliği ve donatı çeliği birim şekil değiştirme için yeni öneriler sunulmuştur. Önerilen değerler ile yapılan performans değerlendirmesinin tasarım ile uyumlu olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER: Plastik Mafsal, Plastik Dönme Talebi, Zaman Tanım Alanında Analiz, Birim Şekil Değiştirme Sınırı, İtme Analizi, Kesit Hasar Sınırı, Performans Düzeyi, Etkin Kesit Rijitliği

ABSTRACT

THE EFFECT OF LOW AND MID-RISE BUILDINGS PERFORMANCE DUE TO THE DEFINITION OF SECTION DAMAGE LIMITS WITH DIFFERENT CODES

MSC THESIS

AHMET SELİM AKBIYIK

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR:PROF. DR. MEHMET İNEL)

DENİZLİ, SEPTEMBER 2023

The aim of the study is to determine the seismic performance levels of 5, 10 and 15-storey building models selected to represent reinforced concrete structures in Türkiye, according to different regulations under the same acceleration records. 2018 Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018) was taken into consideration during the design phase for the selected buildings. Pamukkale University, Denizli for the building location and ZD soil type were chosen during design and seismic performance evaluation. Building models designed according to TBEC-2018 were modelled for nonlinear analyses using section damage limits and effective section stiffness values defined in four different standards or codes: 2007 Turkish Earthquake Code, 2018 Turkish Building Earthquake Code, ASCE-41-17 and Eurocode-8. 11 acceleration pairs compatible with TBEC-2018 were selected for nonlinear time history analyses by applying both x- and y-directions of the models. The displacement demands, relative story drift ratios, displacement profiles and damage distribution ratios were compared for the considered standards/codes. The results differ depending on the section stiffness and section damage limit definitions for the performance level. It has been observed that the performance levels of TBDY-2018, which differs from the other three standards/codes, are incompatible with the design. It was evaluated that this situation was caused by effective section stiffness and reinforcing steel strain limits. To eliminate the incompatibility between new design and performance evaluation, new recommendations have been presented for section stiffness and reinforcing steel strain limits. It has been observed that the performance evaluation made with the recommended values is compatible with the design.

KEYWORDS: Plastic Hinge, Plastic Rotation Demand, Time History Analysis, Unit Strain Limit, Pushover Analysis, Section Damage Limit, Performance Limit, Effective Section Stiffness

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	xv
SEMBOL LİSTESİ	xvi
KISALTMA LİSTESİ	xix
ÖNSÖZ.....	xx
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı	1
1.2 Literatür Özeti	3
2. YAPI ÖZELLİKLERİ VE MODELLEME.....	7
2.1 Genel	7
2.2 Yapı Modelleri	7
2.2.1 Modellerin Genel Özellikleri	7
2.2.2 Modellerin Eleman Özellikleri	9
2.2.3 Modellerin Geometrik Özellikleri	11
2.3 Doğrusal Olmayan Yapı Davranışı	12
2.3.1 Davranış Biçimleri	12
2.3.2 Plastik Mafsalları	13
2.3.3 Moment-Eğrilik İlişkisi.....	14
2.3.3.1 Çelik Modeller	14
2.3.3.2 Beton Modelleri	15
2.3.3.2.1 Mander Beton Modeli	15
2.4 Etkin Kesit Rijitliği	18
2.5 Kesit Hasar Sınırlarının Farklı Yönetmeliklere Göre Hesabı.....	18
2.5.1 DBYBHY-2007'ye Göre Belirlenmesi.....	18
2.5.2 TBDY-2018'e Göre Belirlenmesi.....	21
2.5.3 ASCE 41-17'ye Göre Belirlenmesi	24
2.5.4 EC-8'e Göre Belirlenmesi	26
3. İVME KAYITLARININ SEÇİMİ.....	29
3.1 İvme Kaydının Seçiminde Kullanılan Kriterler	29
3.2 Yatay Tasarım İvme Spektrumu.....	30
3.3 Kullanılan İvme Kayıtları.....	31
4. ANALİZ SONUÇLARI	34
4.1 Deplasman Profilleri.....	34
4.2 Görelî Kat Ötelenme Oranı	36
4.3 Çatı (Tepe) Deplasman Talepleri	40
4.3.1 İvme kayıtlarına göre çatı (tepe) deplasman talepleri.....	40
4.3.2 Yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri	44
4.4 Hasar Dağılımı	50
5. ÖNERİLEN YAKLAŞIM.....	63

5.1	Genel	63
5.2	Görelî Kat Ötelenme Oranı	64
5.3	Çatı (Tepe) Deplasman Talepleri	66
5.4	Hasar Dağılımları	67
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	72
7.	KAYNAKLAR.....	76
8.	EKLER.....	80
	EK A Modellerin İvme ve Deprem Yönlerine Göre Deplasman Talepleri... 80	
	EK B Deplasman Profilleri..... 113	
	EK C Görelî Kat Ötelenme Oranı	146
	EK D Modellerin İvme ve Deprem Yönlerine Göre Deplasman Talepleri. 179	
	EK E Deplasman Profili Önerilen	212
	EK F Görelî Kat Ötelenme Oranı Önerilen..... 246	
	EK G Çatı (Tepe) Deplasman Talepleri	280
9.	ÖZGEÇMİŞ	286

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Kullanılan bilgisayar modelleri	7
Şekil 2.2: Modellerin kalıp planı.....	11
Şekil 2.3: 15 katlı model kesiti.....	11
Şekil 2.4: Rijit davranış grafiği	12
Şekil 2.5: Elastik davranış grafiği.....	12
Şekil 2.6: Plastik davranış grafiği	13
Şekil 2.7: Plastik mafsal hipotezi	13
Şekil 2.8: Donatı çeliğinin gerilme-şekil değiştirme grafiği.....	14
Şekil 2.9: Mander sargılı beton modeline göre kesit görünüşü.....	15
Şekil 2.10: Mander beton modeli	16
Şekil 2.11: Moment-Eğrilik grafiği.....	17
Şekil 2.12: DBYBHY-2007 kesit hasar sınırları ve bölgeleri.....	19
Şekil 2.13: TBDY-2018 kesit hasar sınırları ve bölgeleri.....	21
Şekil 2.14: Kapasite eğrisi	24
Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan yatay tasarım ivme spektrumu grafiği.....	30
Şekil 3.2: 11 ivme kaydı takımının bileşke spektrumlarının grafiği.....	32
Şekil 3.3: 22 ivme kaydının ölçeksiz ivme spektrumlarının grafiği	33
Şekil 3.4: 22 ivme kaydının ölçekli ivme spektrumlarının grafiği.....	33
Şekil 4.1: Yönetmeliklere göre mutlak maksimum taleplerin dikkate alınarak hesaplandığı ortalama deplasman profilleri	35
Şekil 4.2: Yönetmeliklere göre tüm ivme kaydı oranlarının mutlak görelî kat öteleme oranları.....	37
Şekil 4.3: Yönetmeliklerin U1 yönüne göre görelî kat ötelenme oranının TBDY-2018'e oranı	39
Şekil 4.4: Yönetmeliklerin U1 yönüne göre görelî kat ötelenme oranının TBDY-2018'e oranı	39
Şekil 4.5: 5 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri.....	41
Şekil 4.6: 10 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri	42
Şekil 4.7: 15 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri	43
Şekil 4.8: 5 katlı modellerin yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri.....	45
Şekil 4.9: 10 katlı modellerin yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri.....	46
Şekil 4.10: 15 katlı modellerin yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri.....	47
Şekil 4.11: Yönetmeliklerin U1 yönüne göre ortalama çatı deplasman taleplerinin TBDY-2018'e oranı	49
Şekil 4.12: Yönetmeliklerin U2 yönüne göre görelî kat ötelenme oranının TBDY-2018'e oranı	49
Şekil 4.13: 5 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kolon hasar dağılımları.....	51

Şekil 4.14: 5 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre giriş hasar dağılımları.....	52
Şekil 4.15: 10 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kolon hasar dağılımları.....	53
Şekil 4.16: 10 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre giriş hasar dağılımları.....	54
Şekil 4.17: 15 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kolon hasar dağılımları.....	55
Şekil 4.18: 15 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre giriş hasar dağılımları.....	56
Şekil 5.1: Yönetmeliklere göre U1 yönü için ortalama GKÖO değerleri.....	65
Şekil 5.2: Yönetmeliklere göre U2 yönü için ortalama GKÖO değerleri.....	65
Şekil 5.3: Yönetmeliklere göre U1 yönü için çatı deplasman talepleri.....	66
Şekil 5.4: Yönetmeliklere göre U2 yönü için çatı deplasman talepleri.....	66
Şekil 5.5: 5 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için Öneri ve TBDY-2018 için kolon-kiriş hasar dağılımları	68
Şekil 5.6: 10 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için Öneri ve TBDY-2018 için kolon-kiriş hasar dağılımları	69
Şekil 5.7: 15 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için Öneri ve TBDY-2108 için kolon-kiriş hasar dağılımları	70
Şekil A.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	80
Şekil A.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	81
Şekil A.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	82
Şekil A.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	83
Şekil A.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	84
Şekil A.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	85
Şekil A.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	86
Şekil A.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	87
Şekil A.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	88
Şekil A.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	89
Şekil A.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	90
Şekil A.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	91
Şekil A.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	92
Şekil A.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	93
Şekil A.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	94

Şekil A.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	95
Şekil A.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	96
Şekil A.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	97
Şekil A.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	98
Şekil A.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	99
Şekil A.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	100
Şekil A.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	101
Şekil A.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	102
Şekil A.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	103
Şekil A.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	104
Şekil A.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	105
Şekil A.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	106
Şekil A.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	107
Şekil A.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	108
Şekil A.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	109
Şekil A.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	110
Şekil A.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	111
Şekil A.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	112
Şekil B.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	113
Şekil B.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	114
Şekil B.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	115
Şekil B.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	116
Şekil B.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	117
Şekil B.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	118
Şekil B.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	119

Şekil B.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	120
Şekil B.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	121
Şekil B.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	122
Şekil B.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	123
Şekil B.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	124
Şekil B.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	125
Şekil B.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	126
Şekil B.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	127
Şekil B.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	128
Şekil B.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	129
Şekil B.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	130
Şekil B.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	131
Şekil B.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	132
Şekil B.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	133
Şekil B.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	134
Şekil B.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	135
Şekil B.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	136
Şekil B.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	137
Şekil B.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	138
Şekil B.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	139
Şekil B.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	140
Şekil B.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	141
Şekil B.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	142
Şekil B.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	143
Şekil B.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	144

Şekil B.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	145
Şekil C.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	146
Şekil C.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	147
Şekil C.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	148
Şekil C.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	149
Şekil C.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	150
Şekil C.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	151
Şekil C.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	152
Şekil C.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	153
Şekil C.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	154
Şekil C.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	155
Şekil C.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	156
Şekil C.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	157
Şekil C.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	158
Şekil C.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	159
Şekil C.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	160
Şekil C.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	161
Şekil C.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	162
Şekil C.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	163
Şekil C.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	164
Şekil C.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	165
Şekil C.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	166
Şekil C.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	167
Şekil C.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	168
Şekil C.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	169

Şekil C.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	170
Şekil C.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	171
Şekil C.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	172
Şekil C.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	173
Şekil C.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	174
Şekil C.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	175
Şekil C.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	176
Şekil C.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	177
Şekil C.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları	178
Şekil D.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	179
Şekil D.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	180
Şekil D.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	181
Şekil D.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	182
Şekil D.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	183
Şekil D.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	184
Şekil D.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	185
Şekil D.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	186
Şekil D.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	187
Şekil D.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	188
Şekil D.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	189
Şekil D.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	190
Şekil D.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	191
Şekil D.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	192
Şekil D.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	193
Şekil D.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	194

Şekil D.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	195
Şekil D.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	196
Şekil D.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	197
Şekil D.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	198
Şekil D.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	199
Şekil D.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri.....	200
Şekil D.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	201
Şekil D.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	202
Şekil D.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	203
Şekil D.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	204
Şekil D.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	205
Şekil D.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	206
Şekil D.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	207
Şekil D.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	208
Şekil D.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	209
Şekil D.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	210
Şekil D.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri	211
Şekil E.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	212
Şekil E.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	213
Şekil E.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	214
Şekil E.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	215
Şekil E.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	216
Şekil E.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	217
Şekil E.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	218
Şekil E.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	219

Şekil E.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	220
Şekil E.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	221
Şekil E.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	222
Şekil E.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	223
Şekil E.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	224
Şekil E.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	225
Şekil E.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	226
Şekil E.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	227
Şekil E.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	228
Şekil E.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	229
Şekil E.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	230
Şekil E.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	231
Şekil E.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	232
Şekil E.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	233
Şekil E.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	234
Şekil E.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	235
Şekil E.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	236
Şekil E.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	237
Şekil E.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	238
Şekil E.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	239
Şekil E.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	240
Şekil E.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	241
Şekil E.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	242
Şekil E.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	243
Şekil E.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri.....	244

Şekil E.34: ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak maksimum taleplerin dikkate alınarak hesaplandığı ortalama deplasman profilleri.....	245
Şekil F.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	246
Şekil F.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	247
Şekil F.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	248
Şekil F.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	249
Şekil F.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	250
Şekil F.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	251
Şekil F.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	252
Şekil F.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	253
Şekil F.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	254
Şekil F.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	255
Şekil F.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	256
Şekil F.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	257
Şekil F.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	258
Şekil F.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	259
Şekil F.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	260
Şekil F.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	261
Şekil F.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	262
Şekil F.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	263
Şekil F.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	264
Şekil F.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	265
Şekil F.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	266
Şekil F.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	267
Şekil F.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	268

Şekil F.24:	15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	269
Şekil F.25:	15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	270
Şekil F.26:	15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	271
Şekil F.27:	15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	272
Şekil F.28:	15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	273
Şekil F.29:	15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	274
Şekil F.30:	15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	275
Şekil F.31:	15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	276
Şekil F.32:	15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	277
Şekil F.33:	15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları..	278
Şekil F.34:	ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre tüm ivme kaydı oranlarının mutlak görelî kat öteleme oranları	279
Şekil G.1:	5 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri.....	280
Şekil G.2:	10 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri.....	281
Şekil G.3:	15 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri.....	282
Şekil G.4:	5 katlı modellerin ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri.....	283
Şekil G.5:	10 katlı modellerin ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri	284
Şekil G.6:	15 katlı modellerin ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri	285

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Hareketli yük kütle katılım katsayısı	8
Tablo 2.2: Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayısı.....	8
Tablo 2.3: Eleman Boyutları	9
Tablo 2.4: Kolon donatı düzeni.....	10
Tablo 2.5: Yönetmeliklere göre etkin kesit rijitliği çarpanı	18
Tablo 2.6: Beklenen (ortalama) malzeme dayanımları	22
Tablo 2.7: Betonarme kolonlarda doğrusal olmayan analizler için modelleme ve kabul kriterleri	25
Tablo 2.8: Betonarme kirişlerde doğrusal olmayan analizler için modelleme ve kabul kriterleri	25
Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan ivme kayıtları	32
Tablo 4.1: Görelî kat öteleme oranlarının yönetmeliklere göre maksimum değerleri (%).....	38
Tablo 4.2: Maksimum çatı deplasman talepleri	48
Tablo 4.3: 5 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)	57
Tablo 4.4: 10 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)	58
Tablo 4.5: 15 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)	60
Tablo 5.1: Önerilen etkin kesit rijitliği çarpanı	64
Tablo 5.2: Öneri ve TBDY-2018'e göre tasarlanmış modellerin performans seviyeleri	71

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanı
A_{ck}	: Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton alanı
A_g	: Kolon bürüt kesit alanı
A_s	: Boyuna donatı alanı
A_{sh}	: Enine donatı alanı
E_c	: Betonun elastisite modülü
E_s	: Donatı çeliğinin elastiklik modülü
E_{sec}	: Sargılı beton dayanımının sargılı betonda maksimum beton basınç gerilmesine karşılık gelen basınç birim şekil değiştirmesine oranı
F₁	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
F_s	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısını
I	: Bina önem katsayısı
L	: Elemanın net boyu
L_s, L_v	: Kesme açıklığı
L_p, L_{pl}	: Plastik mafsal uzunluğu
M_y	: Akma anındaki moment
N, N_D, N_{UD}	: Eksenel yük
Q	: Hareketli yük
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
S₁	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
S_{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_s	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
S_{ae(T)}	: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi
T	: Doğal titreşim periyodu
T_A, T_B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu
T_L	: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu
T_p	: Binanın hakim doğal titreşim periyodu
V	: Tasarım kesme kuvveti
V_{ColOE}	: Kesme kapasitesi (sünek deplasman talebini aşmayan beton kolonlardaki kesme kuvveti)
V_{yE}	: Beklenen akma kesmesi (yapının bakılan doğrultudaki efektif akma dayanımı)
a, b	: Plastik dönme açıları
a_i	: Kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklık
b_i	: Boyuna donatıların merkezleri arasındaki uzaklık
b_k, h_k	: Çekirdek boyutunu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık)
b_o, h_o	: Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu
c	: Artık dayanım oranı
d	: Beton faydalı yüksekliği
d'	: Basınç donatısı derinliği
d_b	: Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama)
d_{bL}	: Ortalama çekme donatısı çapı

f_c	: Beton basınç birim şekil değiştirmesi
f'_{cE}	: Boyuna donatının beklenen beton basınç dayanımı
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{ce}	: Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı
f_{ck}, f_{cm}	: Betonun karakteristik basınç dayanımı
f_{co}	: Sargısız betonun basınç dayanımı
f_e	: Etkili sargılama basıncı
f_{ex}, f_{ey}	: İlgili yöndeki etkili sargılama basıncı
f_s	: Donatı çeliğindeki gerilme
f_{su}	: Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{sy}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_y	: Donatı akma dayanımı
f_{ye}	: Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı
f_{yk}	: Çeliğin karakteristik akma dayanımı
f_{yLE}	: Boyuna donatının beklenen akma dayanımı
f_{yTE}	: Enine donatının beklenen akma dayanımı
f_{yw}	: Enine donatı akma dayanımı
f_{ywe}	: Enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımı
f_{ywk}	: Enine donatının karakteristik akma dayanımı
h	: Kesit yüksekliği
k_e	: Sargılama etkinlik katsayısı
n	: Hareketli yük kütle katılım katsayısı
s	: Sargı donatısı aralığı
s_h	: Enine donatı aralığı
z	: Moment kolu
α	: Sargı etkinlik katsayısı
α_V	: Eğilme moment diyagramındaki kesme etkisi
α_{se}	: Sargı donatısı etkinlik katsayısı
ϵ	: Şekil değiştirme
ϵ_c	: Beton basınç birim şekil değiştirmesi
$\epsilon_c^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
$\epsilon_c^{(KH)}$: Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
$\epsilon_c^{(SH)}$: Sınırlı Hasar (SH) performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
ϵ_{cc}	: Sargılı betonda maksimum beton basınç gerilmesine karşılık gelen basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cg}	: Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{co}	: Sargısız betonda maksimum beton basınç gerilmesine karşılık gelen basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_{cu}	: Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekil değiştirmesi
ϵ_s	: Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi
$\epsilon_s^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı
$\epsilon_s^{(KH)}$: Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı
$\epsilon_s^{(SH)}$: Sınırlı Hasar (SH) performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı

ϵ_{su}	: Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması
$\epsilon_{sy}, \epsilon_y$: Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi
θ_{DL}	: Sınırlı hasar eksen dönme kapasitesi
θ_{SD}	: Eksen dönme kapasitesi
θ_p	: Plastik dönme sınırı
$\theta_p^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans düzeyleri için izin verilen plastik dönme sınırı
$\theta_p^{(KH)}$: Kontrollü Hasar (KH) performans düzeyleri için izin verilen plastik dönme sınırı
$\theta_p^{(SH)}$: Sınırlı Hasar (SH) performans düzeyleri için izin verilen plastik dönme sınırı
θ_{um}	: Toplam nihai eksen dönmesi
θ_{um}^{pl}	: Plastik nihai eksen dönmesi
θ_y	: Akma durumu için yer değiştirmiş eksen dönmesi
ρ	: Öngerilmemiş çekme donatı oranı
ρ'	: Öngerilmemiş basınç donatı oranı
ρ_{bal}	: Dengeli donatı oranı
ρ_d	: (Varsa) her bir diyagonal yönde diyagonal donatıların oranı
ρ_l	: Boyuna donatı oranı
ρ_s	: Kesitte bulunan enine donatının hacimsel oranı
$\rho_{sh,min}$: İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı
ρ_{sh}	: Göz önüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı
ρ_{sm}	: Kesitte bulunması gereken hacimsel enine donatı oranı
ρ_{sx}	: X yükleme yönüne paralel enine donatı oranı
ρ_t	: Enine donatı oranı
ρ_x, ρ_y	: İlgili yöndeki enine donatı hacim oranı
σ	: Gerilme
ϕ_u	: Eleman uç kısmındaki nihai toplam eksen eğriliği
ϕ_y	: Akma eğriliği
ω	: Çekmeye çalışılan (gövde donatıları dahil) boyuna donatıların mekanik oranı
ω'	: Basınca çalışılan boyuna donatıların mekanik oranı
ϕ_u	: Göçme öncesi eğrilik
ϕ_y	: Akma eğriliği

KISALTMA LİSTESİ

ASCE 41-17	: American Society of Civil Engineers
BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
CP	: Collapse Prevention
DBYBHY-2007	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
DL	: Damage Limitation
DD-2	: 50 yılda aşılma olasılığı % 10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
EC-8	: Eurocode
El_e	: Etkin Kesit Rijitliği
GÇ	: Göçme Sınırı
GD	: Göçme Durumu
GKÖÖ	: Göreli Kat Ötelenme Oranı
GÖ	: Göçmenin Önlenmesi
GV	: Güvenlik Sınırı
IO	: Immediately Occupancy
KH	: Kontrollü Hasar
LS	: Life Safety
MN	: Minimum Hasar Sınırı
NC	: Near Collapse
PEER	: Pacific Earthquake Engineering Research Center
SAP2000	: Structural Analysis Program
SEMAp	: Sargı Etkisi Modelleme Analiz Programı
SD	: Significant Damage
SH	: Sınırlı Hasar
SRSS	: Square Root of The Sum of The Squares
TBDY-2018	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TS498, TS500	: Türk Standardı

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans dönemim boyunca engin bilgi ve tecrübeleriyle bana katkılarından dolayı danışman hocam Prof. Dr. Mehmet İNEL'e, tez sürecim boyunca bana çok yardımcı dokunan ve tezi birlikte yürüttüğümüz Muhammet Kamal'a bir teşekkür borç bilirim.

Beni her zaman pozitif yönde destekleyen ve bunu söylemekten çekinmeyen Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI'ya, bir hocadan çok bir abi gibi davranan Arş. Gör. Dr. Hüseyin GÜVEN'e çok teşekkür ederim.

Birlikte çalıştığımız, gülüp eğlendiğimiz ve bu yolda birlikte yürüdüğümüz yüksek lisans çalışma arkadaşlarıma da ayrıca teşekkür ederim.

Elini hep omzumda hissettiğim ne olursa olsun bana güvenini hiç yitirmeyip maddi ve manevi her türlü desteği veren babam Aksun AKBIYIK'a, üzerimdeki emeklerini ödeyemeyeceğim canlarım annem Sema AKBIYIK ve kardeşim Gülnihal AKBIYIK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Ülkemizde ve dünyada yaşanan şiddetli depremler ve bu depremlerin neden olduğu can ve mal kayıpları binaların performans düzeyinin belirlenip yetersiz olan binaların güçlendirilmesi veya yıkılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Bu durumda yapıların depreme dayanıklı hale getirilmesi ve vatandaşların güvenli bir yapıda yaşamaları hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda yapıların performanslarının belirlenmesi gündeme gelmektedir.

Dünyanın farklı bölgelerinde binaların sismik performanslarının belirlenebilmesi için farklı bina yönetmelikleri kullanılmaktadır. Bu yönetmelikler, buldukları coğrafi konumlara göre ve oluşabilecek deprem düzeylerine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Ülkemizde, mevcut yapıların değerlendirildiği iki farklı yönetmelik bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi ülkemizde hala yürürlükte olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve bir diğeri 2007 yılında yürürlüğe giren fakat şu an yürürlükte olmayan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) yönetmelikleridir. Ülkemizdeki yönetmelikler, ASCE 41-17 ve Eurocode-8 gibi dünya çapındaki öncü bina yönetmeliklerinden esinlenmiş ve bu yönetmelikler ile kısmen benzerlikler göstermektedir. Bu noktada ülkemizde yer alan mevcut yönetmeliklerin diğer yönetmelikler ile olan benzerliklerinin veya farklılıklarının ortaya konulması deprem mühendisliği açısından büyük bir öneme sahiptir.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Bina performanslarının hesaplanmasında kesit hasar sınırlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kesit hasar sınırlarının hesabı genellikle dönme veya şekil değiştirme kapasiteleri ile ilişkilendirilse de yönetmeliklere göre bu hasarların sınır değerleri değişkenlik göstermektedir. Kesit hasar sınırlarının dışında yapının deplasman taleplerini etkileyen bir diğer faktör ise etkin kesit rijitliğidir. Çatlamış kesitin dikkate alınması ile birlikte yapı rijitliğinin azalması, periyot uzamasına ve deprem

yüklerine bağı olarak deplasman taleplerinin artmasına neden olabilmektedir. Bu etkin kesit rijitliği yönetmeliklere göre farklılık göstermektedir. Farklı yönetmelikler için bu parametreler dikkate alındığında, yapının kapasite, yer değiştirme talebi ve performans seviyesi değişkenlik gösterebilmektedir. Bu çalışma aynı yapıların aynı ivme kayıtları altında farklı yönetmeliklere göre sismik performans düzeylerinin belirlenmesini amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında günümüz yapı stoğunu yansıması amacıyla 5, 10 ve 15 katlı betonarme binalar oluşturulmuştur. Bina modellerinin tasarım aşamasında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) dikkate alınmıştır. Zemin sınıfı ise Denizli ilinde oldukça yaygın olarak görülen ZD zemin sınıfı seçilmiştir. TBDY-2018'e göre tasarlanan bu bina modelleri, 4 farklı yönetmelikte tanımlanan (DBYBHY-2007, TBDY-2018, ASCE 41-17, Eurocode-8) kesit hasar sınırları ve etkin kesit rijitlikleri kullanılarak doğrusal elastik olmayan bina modellerine dönüştürülmüştür. Bu modellerin sismik performanslarının değerlendirilmesinde zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında 11 adet ivme kaydı takımı seçilmiştir. Kayıtlar her iki asal doğrultuda dikkate alınmış olup toplamda 22 adet ivme kaydı kullanılmıştır. 22 ivme kaydı 3 bina modelinin x ve y yönü için ayrı ayrı etkilerek doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda binaların deplasman talepleri, görel kat ötelenme oranları (GKÖÖ), deplasman profilleri ve hasar dağılımları farklı yönetmelikler için kıyaslanmıştır.

Ayrıca TBDY-2018 tarafından önerilen bazı parametrelerin farklı yönetmeliklerdeki karşılıkları ile değiştirilmesinin bina performansları üzerindeki etkileri incelenmek istenmiştir. Bu kapsamda etkin kesit rijitliği (EI_e) ve maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması (ϵ_{su}) değerleri için yeni değerler dikkate alınmıştır. Bu yeni değerler ile hesaplanan kesit hasar sınır değerleri, tüm bina modellerine yansıtılmıştır. Oluşturulan yeni bina modelleri ise "öneri" olarak etiketlenmiştir ve diğer yönetmelikler ile kıyaslanmıştır.

1.2 Literatür Özeti

Jamal ve Yüksel (2021), yaptıkları çalışmada tek açıklıklı bir yapı kullanmışlardır. Bu yapının TBDY-2018 ve ASCE 41-17'ye göre performans analizi yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır. Parametrik bir çalışma olması amacıyla farklı kat sayıları kullanılmış ve analiz sonuçlarında kapasite eğrileri elde edilmiştir. TBDY-2018 ve ASCE 41-17'ye göre ayrı ayrı tepe yer değiştirmesi, taban kesme kuvveti ve kat kesme kuvvetleri hesaplanmıştır. Hesaplanan tepe yer değiştirme miktarında ASCE 41-17'nin, taban kesme ve kat kesme kuvvetlerinde ise TBDY-2018'in değerleri daha yüksek gelmiştir.

Özdemir, Işık ve Ülker (2016), bu çalışmada yapıdaki kat adedinin değişmesinin yapı performansını nasıl etkilediği incelenmiştir. Bunun için kat planı aynı fakat kat adetleri farklı betonarme bir binanın performansı değerlendirilmiştir. Salt çerçeve olarak seçilen betonarme binanın kat adetleri sırasıyla 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 11'dir. Birbirinden farklı kat adedine sahip her yapı için taban kesme kuvveti, tepe yer değiştirme değerleri hesaplanıp karşılaştırılmıştır.

Pençereci (2011), yaptığı tez çalışmasında 4 katlı betonarme bir binayı DBYBHY-2007 yönetmeliğine göre tasarlamıştır. Yapının performans durumunu değerlendirmek için doğrusal elastik, doğrusal olmayan artımsal itme analizi ve doğrusal olmayan zaman tanım analiz yöntemlerini kullanmıştır. Bu analizler sonucunda binanın eleman ve sistem bazında karşılaştırmasını yapmıştır. Artımsal itme analiz yöntemini ayrıca ASCE41-06'ya göre de değerlendirmiştir. Performans seviyelerini tüm taşıyıcı sistem ve eleman bazında DBYBHY-2007 sonuçlarıyla karşılaştırmıştır.

Moral (2014), yaptığı tez çalışmasında DBYBHY-2017'e göre yeni ofis binası tasarlamıştır. 3, 5 ve 7 olmak üzere üç farklı kat adedi kullanmıştır. Binanın beklenen performans hedefini sağlayıp sağlamama durumunu ve kat adedinin bina performansı üzerine nasıl bir etkisinin olduğunu incelemiştir. Ayrıca artımsal eşdeğer deprem yükü ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemlerini seçerek yönetmelikte bulunan doğrusal olmayan çözüm yöntemlerini kullanmıştır. Bu iki analiz yönteminin birbirleriyle uyumu da incelenmiştir. Tasarlanan binaların

performans hedefleri karşılaştırılmış ve kat adetlerinin farklı olması açısından da değerlendirilmiştir.

Sönmez (2012), yaptığı tez çalışmasında DBYBHY-07 ve TS500'e göre 6, 8 ve 10 katlı üç farklı bina tasarlamıştır. Binalar doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılarak ASCE 41-06 ve DBYBHY-07 yönetmeliklerinde bahsedilen performans değerlendirme yöntemleriyle incelenmiştir. Kullanılan bu iki yönetmelikte de bahsi geçen yapının birinci modal yer değiştirmelerini göz önüne alan yöntem kullanılmıştır. Farklı kat adedine sahip binalar için, tüm kritik kesitlerdeki sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar incelenen iki yönetmelikte bulunan şartlar ile karşılaştırılmıştır.

Ulutaş (2019), yaptığı çalışmada kesit hasar sınırlarını DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerine göre birer adet kolon, kiriş ve betonarme perde kesiti belirleyerek karşılaştırılmıştır. Bu kıyaslamada iki tip malzeme grubu oluşturulmuştur. Bunlar mevcut yapıları temsil etmesi amacıyla düşük dayanımlı, yeni yapılacak yapıları temsil etmesi amacıyla da yüksek dayanımlı malzeme gruplarıdır. Düşük dayanımlı malzeme grubunda C10 sınıfı beton, S220 sınıfı donatı çeliği, mesnetlerde 25 cm aralıkta etriye sıklaştırması tercih edilmiş ve çiroz atılmamıştır. Yüksek dayanımlı malzeme grubunda ise C25 sınıfı beton, S420 sınıfı donatı çeliği, mesnetlerde 10 cm aralıkta etriye sıklaştırması ve yeterli miktarda çiroz tercih edilmiştir. Kolon ve betonarme perde kesitleri için üç farklı eksenel yük seviyesi seçilmiştir. Bu eksenel yük seviyeleri iki malzeme durumu içinde çözülmüştür. Toplamda 14 adet kesitin iki yönetmelik için de kesit hasar seviyesine tekabül eden şekil değiştirme üst sınır değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlere bağlı olarak kesit hasar seviyeleri belirlenmiştir. Belirlenen seviyeler moment eğrilik grafikleri üzerinde gösterilmiştir. DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'e göre hesaplanan sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

Karabulut (2011), yaptığı tez çalışmasında DBYBHY-2007 ve TS500 yönetmeliklerine uygun bir şekilde boyutlandırılan 3 bina incelenmiştir. Kat adedi ve taşıyıcı sistem özellikleri bakımından 3 bina birbirlerinden farklı tercih edilmiştir. Bu 3 bina doğrusal olmayan statik analiz yöntemine göre incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ise doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır. 2 adet

doğrusal olmayan statik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bunlardan birincisi DBYBHY-2007’de bahsedilen eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan artımsal itme analizidir. Diğeri ise FEMA 440 raporunda bahsedilen eşdeğer doğrusallaştırma yöntemidir. Doğrusal olmayan dinamik analiz yönteminde ise DBYBHY-2007’de bahsedilen zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemidir. Bahsedilen bu analizler kullanılarak 3 adet uzay betonarme çerçeve için sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Ekici (2011), yaptığı tez çalışmasında mevcut yapı ve yapı elemanlarının performanslarını, DBYBHY-2007, Eurocode-8 ve ASCE/SEI-41 yönetmeliklerini kullanarak karşılaştırmıştır. Çalışmada kullanılan numuneler hakkında genel bilgiler ve bu numunelerin deney sonuçları PEER’den alınmıştır. Yapılan karşılaştırma sonrasında PEER hakkında bilgiler de verilmiştir. Her bir numune için 3 yönetmeliğe göre de elde edilen deprem performans limitleri deneyleri sonucu meydana gelen hasar durumları tablolar halinde kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hasar sınırları hem yönetmelikler arasında hem de deney sonuçları ile farklılıklar göstermiştir.

Eldemir (2019), yaptığı tez çalışmasında beş adet betonarme bina seçilmiştir. Bu binalar 4,5 ve 6 katlı olarak tercih edilmiştir. Tasarım için DBYBHY-2007 yönetmeliği baz alınmıştır. Tasarlanan binalardan belirli akslardan seçilen 2 boyutlu betonarme çerçevelerin doğrusal olmayan modellemesi yapılmıştır. Bu modellemede 2007 ve 2018 yönetmeliklerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 2007 ve 2018 yönetmeliklerinde hasar sınırlarını plastik mafsallar temsil etmektedir. Bu plastik mafsallar kolon ve kiriş uçlarına tanımlanmıştır. Modellenen binalar kullanılarak doğrusal olmayan statik ve dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. 2007 ve 2018 yönetmeliklerine göre yapıların sismik davranışının ne derecede farklılık gösterdiği araştırılmıştır. Çalışma sonucunda plastik mafsallar hasar sınırlarının yönetmeliklere göre farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır. Aynı çatı deplasmanı altında 2018 yönetmeliğine göre modellerin hasar oranı arttığı gözlemlenmiştir. Çatlamış kesit rijitliği kabulünün de değişmesi sonucu yönetmelikler arasında periyotlar farklı gelmiştir. Bundan dolayı dinamik analiz sonuçları karşılaştırıldığında ivme kayıtlarının karakteristik özelliklerinden de kaynaklı olarak çatı ötelenme oranları, deplasman profilleri ve görelî kat ötelenmelerinde farklılıklar gözlenmiştir.

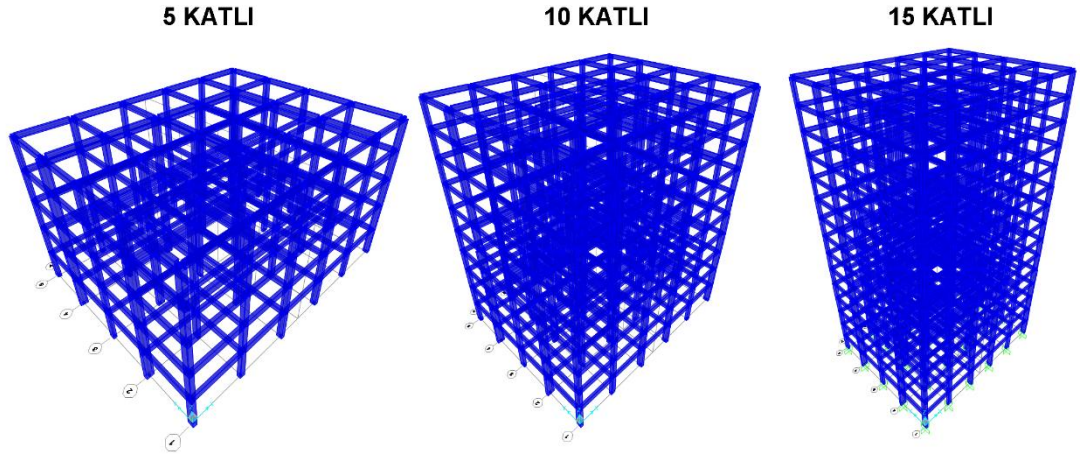
Karakaş (2022), yaptığı doktora çalışmasında mevcut binaların hasar görebilirliklerini Türkiye bina deprem yönetmeliklerine ve Eurocode-8'e göre karşılaştırmıştır. Denizli'de bulunan ve kat sayıları 2 ile 8 arasında değişen binaların betonarme projeleri ile 126 adet model oluşturulmuştur. Modeller yapım yılları 1998 deprem yönetmeliğinden önce ise eski sonra ise yeni olarak isimlendirilmiştir. Her kat sayı grubuna ait 18 adet bina vardır. Bunların 10 tanesi eski, 8 tanesi yeni bina olmak üzere ayrılmıştır. Kesit hasar sınırları DBYBHY-2007, TBDY-2018 ve Eurocode-8/3 esas alınarak belirlenmiştir. Bu üç yönetmelik içinde deprem talepleri, dayanım ve yer değiştirme kapasiteleri belirlenmiştir. Deprem talepleri için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz yöntemi için maksimum yer hızları 20 cm/s ve 80 cm/s arasında değişen 364 ivme kaydı seçilmiştir. İvme kayıtları da kullanılarak tek serbestlik dereceli sistemleri temsil eden binaların sismik talepleri elde edilmiştir. Kapasite ve talepler karşılaştırılarak hasar görebilirlik eğrileri oluşturulmuştur. Hasar görebilirlik eğrilerinin üç yönetmelik için de belirlenen hasar sınırlarını aşmasının birikimli olasılıkları hesaplanmıştır. Bunun sonucunda yapım yılı gibi farklı parametrelerin hasar görebilirlik üzerindeki etkileri gözlemlenebilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ilgili yönetmeliklerin hesaplanan hasar olasılıkları üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Hasar olasılıkları diğer yönetmeliklere kıyasla TBDY-2018 için daha yüksek, DBYBHY-2007 için daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşılık TBDY-2018'in daha muhafazakâr sonuçlar verdiği söylenebilmektedir.

Toprakçı (2022), yaptığı tez çalışmasında yapım yılları 1998 öncesi ve sonrası betonarme binaların performanslarını ve hasar görme olasılıklarını DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 yönetmeliklerine göre belirlemiştir. Denizli ilinde yer almakta olan 40 adet yapının belediyeden alınan betonarme ve mimari projeleri ile doğrusal olmayan taşıyıcı sistem modelleri oluşturulmuştur. Bu yapıların yarısı eski (1998 öncesi) diğer yarısı da yeni (1998 sonrası) yapılmış binalardır. Taşıyıcı sistem modelleri oluşturulurken eski binalar için C10 ve C16, yeni binalar için C20 ve üzeri sınıfı beton tercih edilmiştir. 420 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Bu ivme kayıtlarının da yarısı iyi zeminlerden diğer yarısı da kötü zeminlerden tercih edilmiştir. Seçilen ivme kayıtları hasar görebilirlik eğrilerinin hesabı için kullanılmıştır. Karşılaştırmalar sonucu beton dayanımı ve zemin sınıfı kötüleştikçe hasar olasılıklarının arttığı gözlemlenmiştir.

2. YAPI ÖZELLİKLERİ VE MODELLEME

2.1 Genel

Bu çalışmada 5, 10 ve 15 katlı olmak üzere aynı kalıp planına ve farklı kat yüksekliklerine sahip 3 farklı model oluşturulmuştur (Şekil 2.1). Her bir modelde farklı boyutlarda kolon ve kiriş elemanlar seçilmiştir. Bu yapılar yönetmelik koşullarını sağlayacak şekilde tasarlanmış olup üç boyutlu çerçeve sistem olarak modellenmiştir.



Şekil 2.1: Kullanılan bilgisayar modelleri

2.2 Yapı Modelleri

2.2.1 Modellerin Genel Özellikleri

Bu çalışmada, Türkiye'deki orta yükseklikteki binaları temsil eden 5, 10 ve 15 katlı yapılar dikkate alınmıştır. Bu yapılar Türkiye Deprem Tehlike Haritası'na göre deprem riski yüksek düzeyde olan Denizli ilinde yer aldığı düşünülmüştür. Bu ilde yaygın olarak görülen “ZD” zemin sınıfı seçilmiştir. 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketi düzeyi (DD-2) tasarım depremi kullanılmıştır.

Binalar, konut binası olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu yüzden TS498'e göre hareketli yük $Q= 2 \text{ kN/m}^2$ olarak dikkate alınmıştır. TBDY-2018'e göre yapının sismik ağırlığının hesabında kullanılan hareketli yük kütle katılım katsayısı $n= 0.3$ (Tablo 2.1) ve bina önem katsayısı $I= 1$ (Tablo 2.2) olarak seçilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek moment aktaran betonarme çerçevelerden oluşan yapılar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R= 8$, bina kullanım sınıfı $BKS= 3$ olarak seçilmiştir.

Tablo 2.1: Hareketli yük kütle katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0.30

Tablo 2.2: Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayısı

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminaleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. c) Müzeler d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	Diğer binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Modellerde döşeme ve duvar elemanlar kirişler üzerine yük olarak etkilmiştir. Dolgu duvarların taşıyıcı sisteme olan yanal katkıları ihmal edilmiştir. Döşeme kalınlığı 15 cm kabul edilmiş olup döşemenin kaplama ağırlığı 1.48 kN/m^2 alınmıştır. Kirişlere gelen duvar yükleri ise 3.25 kN/m^2 olarak belirlenmiştir.

2.2.2 Modellerin Eleman Özellikleri

Beton basınç dayanımı 35 MPa olan “C35” betonu kullanılmıştır. Boyuna donatılarda, etriyelerde ve çirozlarda akma dayanımı 420 MPa olan “B420C” çeliği tercih edilmiştir.

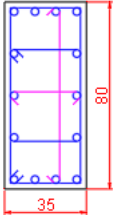
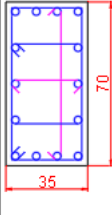
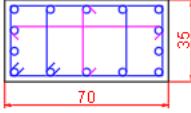
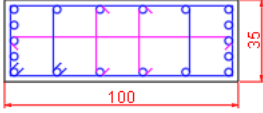
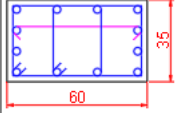
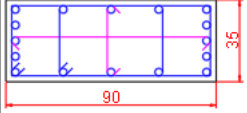
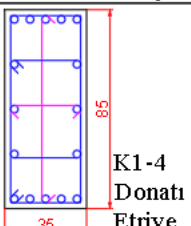
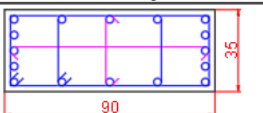
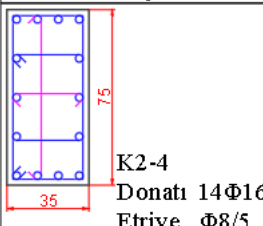
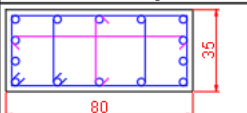
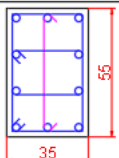
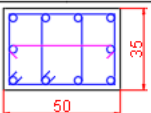
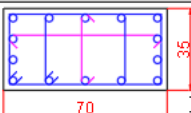
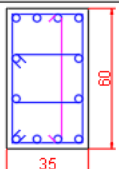
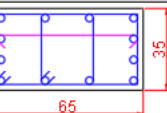
Modellemede kullanılan taşıyıcı elemanların kesit boyutları üç bina modeli için farklılık göstermektedir. Her beş kat için farklı kolon ve kiriş boyutları kullanılmıştır. Bu boyutlar “1.Grup”, “2.Grup” ve “3.Grup” olarak isimlendirilmiştir. Her bir gruba ait kolon-kiriş boyutları Tablo 2.3’te verilmiştir. 15 katlı model “15S”, 10 katlı model “10S” ve 5 katlı model “5S” olarak etiketlenmiştir.

Tablo 2.3: Eleman Boyutları

	Kolon Adı	Kolon Boyutu	Kiriş Adı	Kiriş Boyutu	Kat Seviyeleri		
					15S	10S	5S
1.Grup	K1-1	35X80	K1	30X60	1-5. katlar	-	-
	K1-2	70X35					
	K1-3	100X35					
	K1-4	35X85					
	K1-5	90X35					
2.Grup	K2-1	35X70	K2	30X55	6-10. katlar	1-5. katlar	-
	K2-2	60X35					
	K2-3	90X35					
	K2-4	35X75					
	K2-5	80X35					
3.Grup	K3-1	35X55	K3	25X50	11-15. katlar	6-10. katlar	1-5. katlar
	K3-2	50X35					
	K3-3	70X35					
	K3-4	35X60					
	K3-5	65X35					

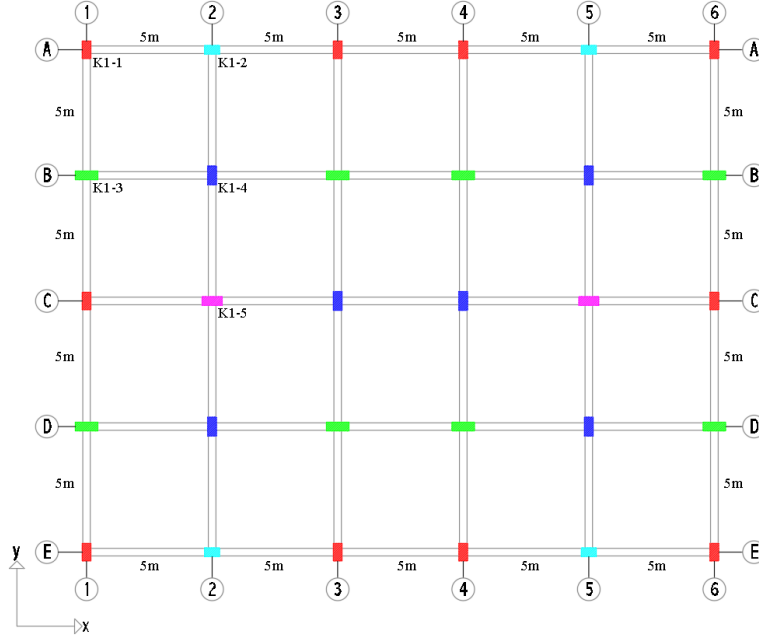
Tablo 2.3'te verilen "1.Grup", "2.Grup" ve "3.Grup" için her birine ait kolonların donatı düzenleri Tablo 2.4'te verilmiştir.

Tablo 2.4: Kolon donatı düzeni

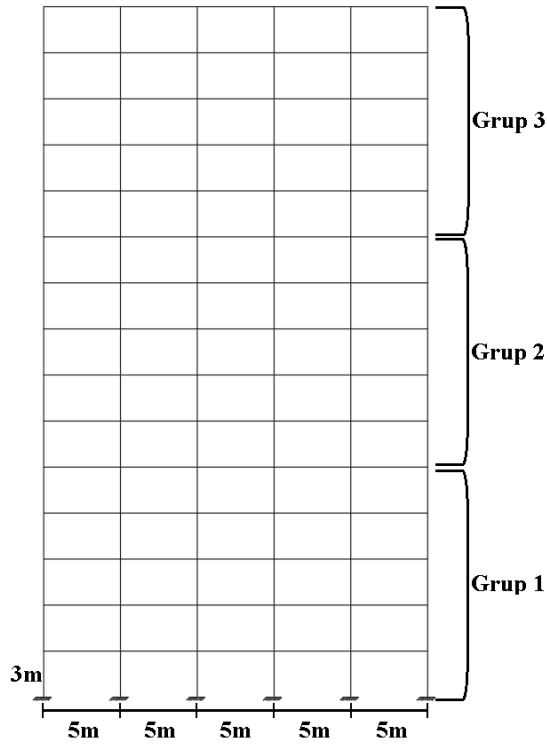
1.GRUP	 K1-1 Donatı 14Φ16 Etriye Φ8/6	2.GRUP	 K2-1 Donatı 14Φ16 Etriye Φ8/9
 K1-2 Donatı 14Φ16 Etriye Φ8/6	 K1-3 Donatı 18Φ16 Etriye Φ8/5	 K2-2 Donatı 12Φ16 Etriye Φ8/17/5	 K2-3 Donatı 16Φ16 Etriye Φ8/7
 K1-4 Donatı 16Φ16 Etriye Φ10/7	 K1-5 Donatı 16Φ16 Etriye Φ10/7	 K2-4 Donatı 14Φ16 Etriye Φ8/5	 K2-5 Donatı 14Φ16 Etriye Φ8/5
3.GRUP	 K3-1 Donatı 10Φ16 Etriye Φ8/17/9	 K3-2 Donatı 10Φ16 Etriye Φ8/17/9	
 K3-3 Donatı 14Φ16 Etriye Φ8/9	 K3-4 Donatı 12Φ16 Etriye Φ8/17/5	 K3-5 Donatı 12Φ16 Etriye Φ8/16/5	

2.2.3 Modellerin Geometrik Özellikleri

Üç model için de ortak kalıp planı ölçüleri kullanılmıştır. X yönünde 6 aks ve y yönünde 5 akstan oluşmaktadır. X yönünde 25 m, y yönünde 20 m uzunluğunda olan binalara ait kalıp planı Şekil 2.2’de verilmiştir. Aks aralıkları her iki yönde de 5m ve kat yükseklikleri bina boyunca 3m olarak seçilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2: Modellerin kalıp planı



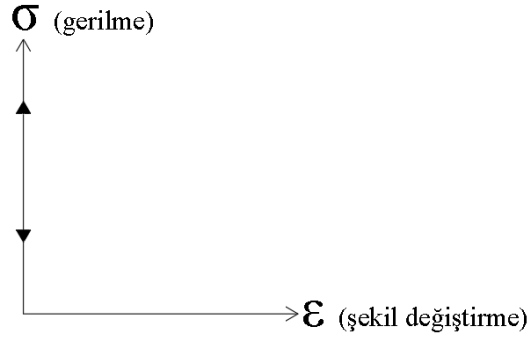
Şekil 2.3: 15 katlı model kesiti

2.3 Doğrusal Olmayan Yapı Davranışı

Malzemeler belirli bir yükleme altında şekil değiştirmeye uğrarlar. Malzeme özelliğine ve gerilmeye bağlı olarak farklı davranışlar sergilerler. Bunları rijit davranış, elastik davranış ve plastik davranış şeklinde ayırabiliriz.

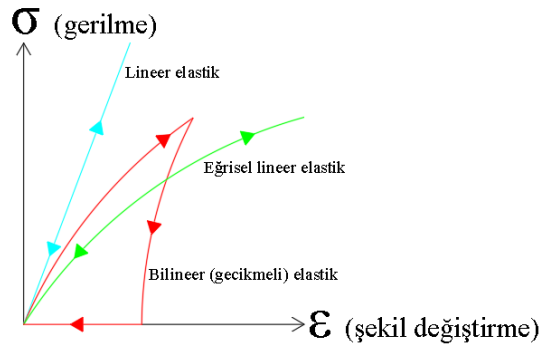
2.3.1 Davranış Biçimleri

Rijit davranış; yükleme altında stabil kalan (şekil değiştirmeyen) katı davranıştır (Şekil 2.4). Yapıların deprem yüklerini azaltabilmesi için belirli bir miktar sünek davranış göstermesi gerekir bu yüzden ideal rijitlik istenmez. Yapıyı taşıyacak kadar rijit davranış sergilemesi yeterlidir.



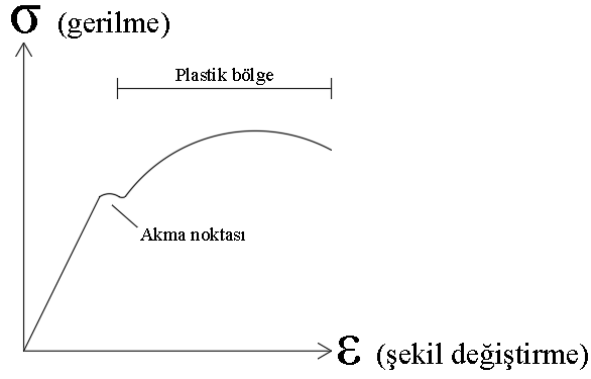
Şekil 2.4: Rijit davranış grafiği

Elastik davranış; belirli bir yükleme altında şekil değişikliği gösteren fakat yükleme sona erdikten sonra herhangi bir dayanım kaybına uğramadan başlangıçtaki haline geri dönen davranış biçimidir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Elastik davranış grafiği

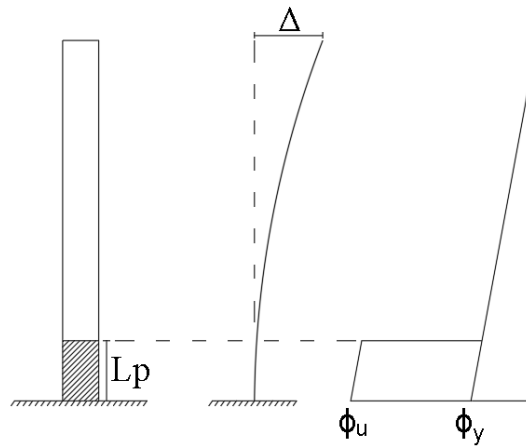
Plastik davranış; belirli bir yükleme altında şekil değişikliği gösteren, yüklemenin sonra ermesi halinde kalıcı değişikliğe neden olan davranış biçimidir. Elastik davranış sınırının aşıldığı noktadan (akma noktası) itibaren plastik davranış başlar (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Plastik davranış grafiği

2.3.2 Plastik Mafsal

Betonarme elemanlar deprem kuvvetlerinin oluşturduğu etkiyle belirli bir kapasiteye kadar eğilme momenti taşırlar. Artan yük ile birlikte doğrusal elastik sınırı aşılana kadar kesitin çekme bölgesi akma noktasını geçer ve plastik şekil değiştirme gözlenir. Bu şekil değiştirmeler kolon ve kiriş elemanlarının uç bölgelerinde gerçekleşir (Şekil 2.7). Plastik mafsal hipotezinde her bir betonarme elemanın kritik kesitlerindeki eğilme davranışı moment-eğrilik diyagramlarıyla temsil edilir.



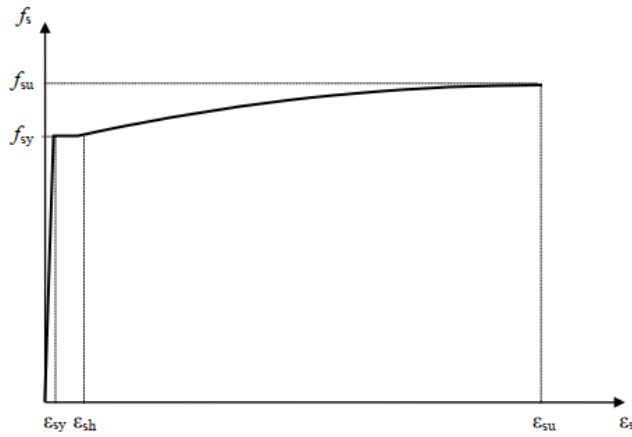
Şekil 2.7: Plastik mafsal hipotezi

2.3.3 Moment-Eğrilik İlişkisi

Plastik mafsalların tanımlanmasında moment-eğrilik diyagramları kullanılmaktadır. Moment-Eğrilik diyagramları ile kesitin aksenal yük ve eğilme altındaki davranışları yansıtılabilmektedir. Bu sayede kesitin dönme kapasitesi ve dayanımı belirlenir. Moment-Eğrilik ilişkisinde betonarme malzemelerinin de katkısı büyüktür. Bu hesaplarda beton ve çelik modelleri kullanılmaktadır.

2.3.3.1 Çelik Modeller

Çelik modeller için TBDY-2018’de belirtilen donatı çeliğinin gerilme-şekil değiştirme grafiği kullanılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8: Donatı çeliğinin gerilme-şekil değiştirme grafiği

$$f_s = E_s \varepsilon_s \quad (\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sy}) \quad (2.1)$$

$$f_s = f_{sy} \quad (\varepsilon_{sy} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sh}) \quad (2.2)$$

$$f_s = f_{su} - (f_{su} - f_{sy}) \frac{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_s)^2}{(\varepsilon_{su} - \varepsilon_{sh})^2} \quad (\varepsilon_{sy} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{sh}) \quad (2.3)$$

Yukarıdaki bağıntılarda f_s ; donatı çeliğindeki gerilmeyi, f_{sy} ; donatı çeliğinin akma dayanımını, f_{su} ; donatı çeliğinin kopma dayanımını ε_s ; donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesini, ε_{sy} ; donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesini, ε_{su} ; donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesini ifade etmektedir. Donatı çeliğinin elastiklik modülü $E_s = 2 \times 10^5$ MPa’dır.

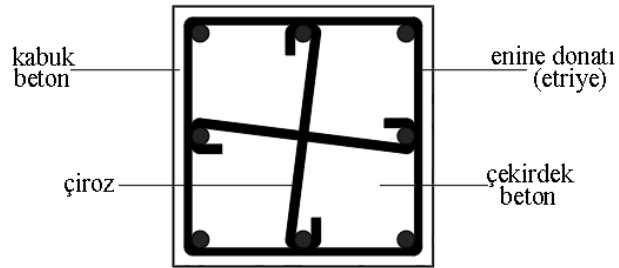
2.3.3.2 Beton Modelleri

Literatürde çok sayıda sargılı beton modelleri bulunmaktadır. Saatçioğlu ve Razvi (1992) Modeli, Geliştirilmiş Kent&Park (1972) Yöntemi, Sheikh ve Üzümeri (1982) Yöntemi, Mander (1988) Yöntemi bunlardan bazılarıdır. Bu çalışmada Mander tarafından önerilen Sargılı Beton Modeli kullanılmıştır.

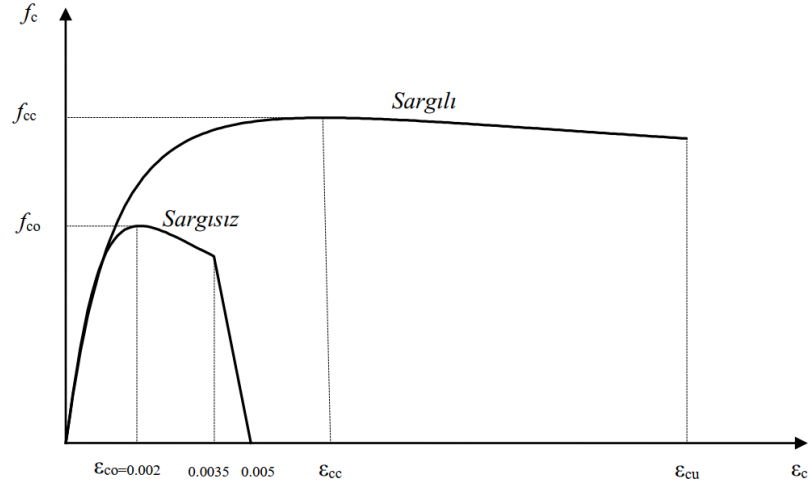
2.3.3.2.1 Mander Beton Modeli

Sargılı beton; enine donatılar (etriyeler) ve deprem çirozları ile çekirdek betonun sargılanmasıdır (Şekil 2.9). Sargı donatısı, betonarme elemanlarda boyuna donatıların burkulmasını geciktirir ve kesme kuvvetine karşı koyar. Bu sayede dayanımın ve sünekliğin artmasını sağlar.

Mander Beton Modeli çevrimsel ve monotonik yükler altındaki betonarme elemanların davranışlarını tanımlamak için geliştirilmiştir. Kullanılan kare, dikdörtgen ve dairesel kesitler, dikdörtgen, dairesel ve spiral sargı donatısı ile sarılmıştır. Betonarme modelleri gerilme-şekil değiştirme bağıntısı ile önerilmiştir. Sargılı ve sargısız beton için kullanılan gerilme-şekil değiştirme grafiğini Şekil 2.10'da gösterilmiştir. Bu bağıntıdan yola çıkarak kullanılan gerilme şekil değiştirme bağıntıları Denklem 2.4 ve Denklem 2.9 arasında tanımlanmıştır.



Şekil 2.9: Mander sargılı beton modeline göre kesit görünüşü



Şekil 2.10: Mander beton modeli

$$f_c = \frac{f_{cc} x r}{r - 1 + x^r} \quad (2.4)$$

$$f_{cc} = \lambda_c f_{co} \quad \lambda_c = 2.254 \sqrt{1 + 7.94 \frac{f_e}{f_{co}}} - 2 \frac{f_e}{f_{co}} - 1.254 \quad (2.5)$$

$$f_{ex} = k_e \rho_x f_{yw} \quad f_{ey} = k_e \rho_y f_{yw} \quad (2.6)$$

$$k_e = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_o h_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \left(1 - \frac{A_s}{b_o h_o}\right)^{-1} \quad (2.7)$$

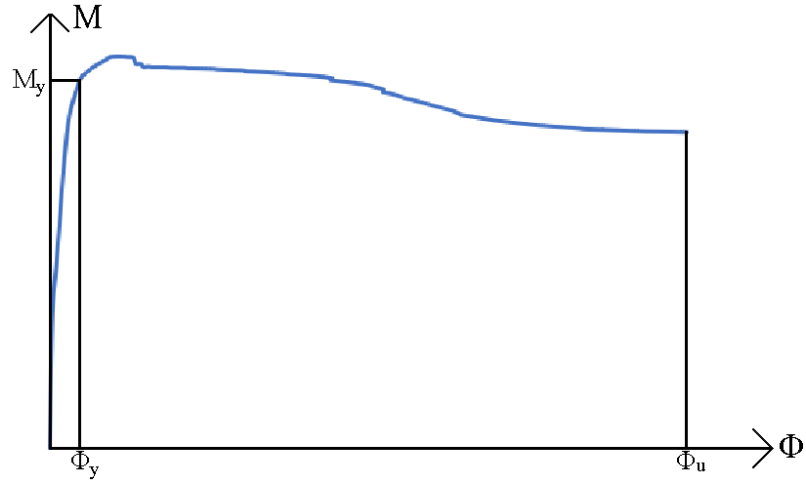
$$x = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{cc}} \quad \varepsilon_{cc} = \varepsilon_{co} [1 + 5(\lambda_c - 1)] \quad \varepsilon_c \cong 0.002 \quad (2.8)$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - E_{sec}} \quad E_c \cong 5000 \sqrt{f_{co}} \text{ [MPa]} \quad E_{sec} = \frac{f_{cc}}{\varepsilon_{cc}} \quad (2.9)$$

Verilen denklemlerde f_c ; sargılı betonda beton basınç gerilmesini, f_{cc} ; sargılı beton basınç dayanımını, f_{co} ; sargısız betonun basınç dayanımını, f_e ; etkili sargılama basıncını, f_{ex} ; x yönündeki etkili sargılama basıncını, f_{ey} ; y yönündeki etkili sargılama basıncını temsil etmektedir. ρ_x, ρ_y sırasıyla; x ve y yönündeki enine donatı hacim oranlarını, k_e ; sargılama etkinlik katsayısını simgelemektedir. f_{yw} ; enine donatının akma dayanımını, a_i ; kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı, b_o ve h_o ; göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutunu, s ; enine donatı aralığını, A_s ; boyuna donatı alanını yansıtmaktadır. ε_c ; beton basınç birim şekil değiştirmesini, ε_{cc} ; sargılı betonda maksimum beton basınç gerilmesine karşılık gelen basınç birim şekil değiştirmesini,

ϵ_{co} ; sargısız betonda maksimum beton basınç gerilmesine karşılık gelen basınç birim şekil değiştirmesini, ϵ_{cu} ; sargılı betondaki maksimum basınç birim şekil değiştirmesini, E_c ; betonun elastisite modülünü, E_{sec} ; sargılı beton dayanımının sargılı betonda maksimum beton basınç gerilmesine karşılık gelen basınç birim şekil değiştirmesine oranını temsil etmektedir. “x” ve “r” değişkenlerine ait bağıntılar sırasıyla Denklem (2.8) ve Denklem (2.9) bağıntılarında verilmiştir.

Bölüm 2.3.1’ de bahsedildiği gibi taşıyıcı betonarme elemanlar belli bir eğilme altında akma noktasına kadar elastik davranış sergiler. Momentteki artışın devam etmesiyle plastik şekil değiştirmeye başlar. Plastik davranış göstermeye başladıktan sonra kesitin eğilme rijitliğinde azalma görülür (Şekil 2.11).



Şekil 2.11: Moment-Eğrilik grafiği

Yukarıdaki şekilde M_y ; akma anındaki momentini, Φ_y ; akma anına karşılık gelen eğriligi, Φ_u ; maksimum eğriligi ifade etmektedir.

Moment-Eğrilik analizi ve kesit hasar sınırlarının belirlenmesi için SEMAp (Özmen ve diğ. 2007; TÜBİTAK 105M024) programı kullanılmıştır. Mander sargılı beton modelini kullanılarak aksenal yük, kesit ve donatı bilgilerinin girilmesiyle hesaplanmıştır. Betonarme kolon ve kiriş elemanların bu parametreler ile farklılık gösteren etkin kesit rijitliklerinin hesabı kullanılan yönetmeliklere göre Bölüm 2.4’te verilmiştir.

2.4 Etkin Kesit Rijitliği

Betonarme kolon ve kiriş elemanların boyutları, malzeme kalitesi ve eksenel yüke göre etkin kesit rijitliği hesabı farklılıklar göstermektedir. Dört farklı yönetmeliğe göre hesaplanış şekli Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5: Yönetmeliklere göre etkin kesit rijitliği çarpanı

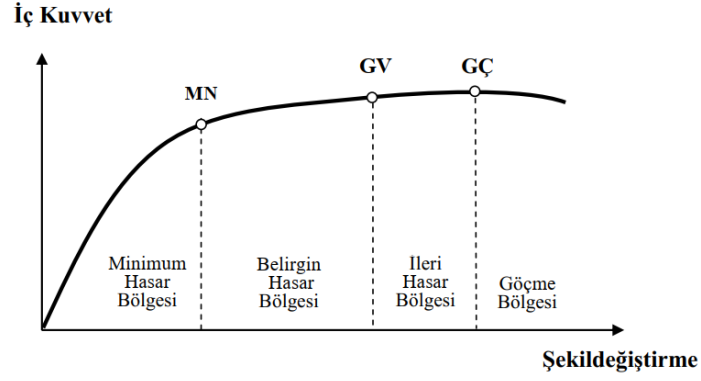
Yönetmelik	Taşıyıcı Betonarme Eleman	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı
DBYBHY-2007	Kolon için $N_D/(A_c f_{cm}) \geq 0.4$	0.8
	Kolon için $N_D/(A_c f_{cm}) \leq 0.1$	0.4
	Kiriş	0.4
TBDY-2018	Kolon	0.7
	Kiriş	0.35
ASCE 41-17	Kolon için $N_D/(A_c f_{cm}) \geq 0.5$	0.7
	Kolon için $N_D/(A_c f_{cm}) \leq 0.1$	0.3
	Kiriş	0.3
EC-8	Kolon	0.5
	Kiriş	0.5

Tablo 2.5'e göre N_D ; eksenel yükü, A_c ; kesit alanını ve f_{cm} ; betonun karakteristik basınç dayanımını temsil etmektedir. DBYBHY-2007 ve ASCE 41-17 etkin kesit rijitliği çarpanı, kolon hesabında ara değerler için enterpolasyon yapılmıştır.

2.5 Kesit Hasar Sınırlarının Farklı Yönetmeliklere Göre Hesabı

2.5.1 DBYBHY-2007'ye Göre Belirlenmesi

DBYBHY-2007'e göre sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç farklı sınır durumu belirlenmiştir. Bunlar; Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)' dir. Bu sınırlara ait bölgeler şekil 2.12' de gösterilmiştir.



Şekil 2.12: DBYBHY-2007 kesit hasar sınırları ve bölgeleri

Şekil 2.12’de gösterildiği gibi MN hasar sınır düzeyine kadar olan kısım “Minimum Hasar Bölgesi”, MN ile GV sınırları arasındaki hasar sınırı düzeyi “Belirgin Hasar Bölgesi”, GV ile GÇ sınırları arasındaki kısım “İleri Hasar Bölgesi” ve GÇ sınırını aşan kısım ise “Göçme Bölgesi” olarak isimlendirilmektedir.

Yukarıda verilen kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme kapasiteleri aşağıdaki denklemler ile belirlenmiştir.

Minimum hasar sınırı (MN) için beton basınç birim şekil değiştirme ve donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0.0035 \quad (\varepsilon_s)_{MN} = 0.010 \quad (2.10)$$

Güvenlik sınırı (GV) için beton basınç birim şekil değiştirme ve donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01(\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad (\varepsilon_s)_{GV} = 0.040 \quad (2.11)$$

Kesit göçme sınırı (GÇ) için beton basınç birim şekil değiştirme ve donatı çeliği birim şekil değiştirmesi üst sınırları:

$$(\varepsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.014(\rho_s/\rho_{sm}) \leq 0.018 \quad (\varepsilon_s)_{GC} = 0.060 \quad (2.12)$$

ρ_s ; kesitte bulunan enine donatının hacimsel oranını, ρ_{sm} ; kesitte bulunması gereken hacimsel enine donatı oranını ifade etmektedir. Bu oranlar (2.13) ve (2.14)'de verilen bağıntıların eşitliğin her iki tarafı da " sb_k " ya bölünerek ve her iki yön içinde toplanarak (2.15) ve (2.16)'daki bağıntılar elde edilmiştir. ρ_{sm} hesabında (2.15) ve (2.16)'dan en kritik olan esas alınmıştır. Eğer " $N_D/(A_c f_{ck}) \leq 0.2$ " ise (2.15) ve (2.16) bağıntılar 2/3 ile çarpılarak kullanılacaktır.

$$A_{sh} \geq 0.30sb_k[(A_c/A_{ck}) - 1](f_{ck}/f_{ywk}) \quad (2.13)$$

$$A_{sh} \geq 0.075sb_k(f_{ck}/f_{ywk}) \quad (2.14)$$

$$\rho_{sm} \geq 0.6 \left(\frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) (f_{ck}/f_{ywk}) \quad (2.15)$$

$$\rho_{sm} \geq 0.15(f_{ck}/f_{ywk}) \quad (2.16)$$

Yukarıdaki bağıntılarda A_{sh} ; s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin göz önüne alınan b_k 'ya dik doğrultudaki iz düşümlerinin toplamını, s; enine donatı aralığını, b_k ; birbirine dik yatay doğrultuların her biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutunu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık), A_c ; kolonun veya perde uç bölgesinin brüt enkesit alanını, A_{ck} ; sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton alanını, f_{ck} ; betonun karakteristik basınç dayanımını, f_{ywk} ; enine donatının karakteristik akma dayanımını ifade etmektedir.

Denklem 2.10 ile Denklem 2.12 arasındaki bağıntılardan elde edilen birim şekil değiştirme değerleri kullanılarak moment-eğrilik grafikleri elde edilmiştir. Eğrilik diyagramının altındaki alan dönmeyi verir. Bu dönme değerleri aşağıdaki bağıntılar ile elde edilmiştir.

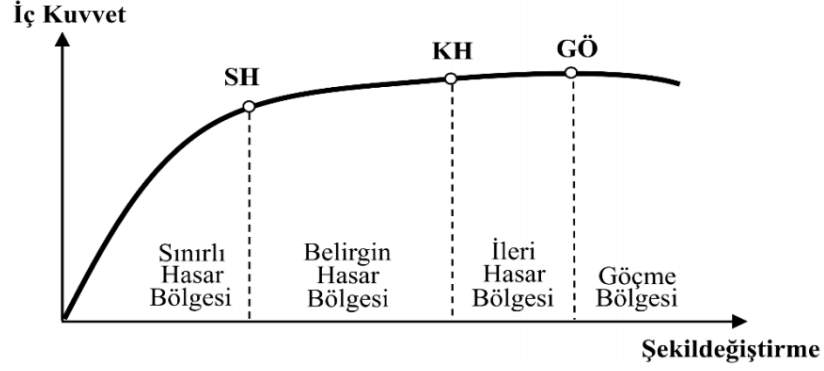
$$\theta_y = \phi_y L/4 \quad (2.17)$$

$$\theta_p = (\phi_u - \phi_y)L_p \quad (2.18)$$

Burada θ_y ; akma durumu için yer değiştirmiş eksen dönmesini, θ_p ; plastik dönme sınırını, ϕ_y ; akma eğriliğini, ϕ_u ; göçme öncesi eğriliği, L; elemanın net boyunu, L_p ; plastik mafsalsal boyunu ifade etmektedir.

2.5.2 TBDY-2018'e Göre Belirlenmesi

TBDY-2018'de yer verilen sünek elemanlar için kesit düzeyindeki hasar sınırları DBYBHY-2007'de olduğu gibi üç farklı durumda belirlenmiştir. Bunlar; Sınırlı Hasar (SH), Kontrollü Hasar (KH) ve Göçmenin Önlenmesi (GÖ)'dir. Bu sınırlara ait bölgeler Şekil 2.13'te gösterilmiştir.



Şekil 2.13: TBDY-2018 kesit hasar sınırları ve bölgeleri

Şekil 2.13'te gösterildiği gibi SH sınırına kadar olan kısım “Sınırlı Hasar Bölgesi”, SH ile KH sınırları arasındaki kısım “Belirgin Hasar Bölgesi”, KH ile GÖ sınırları arasındaki kısım “İleri Hasar Bölgesi” ve GÖ sınırını aşan kısım ise “Göçme Bölgesi” olarak isimlendirilmektedir.

Yukarıda verilen kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekil değiştirme kapasiteleri aşağıdaki denklemler ile belirlenmiştir.

Göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı $\epsilon_c^{(GÖ)}$ (2.19) ve donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı $\epsilon_s^{(GÖ)}$ (2.22) bağıntıları aşağıdaki gibidir.

$$\varepsilon_c^{(G\ddot{O})} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018 \quad (2.19)$$

$$\omega_{we} = \alpha_{se} \rho_{sh,min} \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \quad (2.20)$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_o h_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2b_o}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_o}\right) \quad \rho_{sh} = \frac{A_{sh}}{b_k s} + \frac{A_{sh}}{h_k s} \quad (2.21)$$

$$\varepsilon_s^{(G\ddot{O})} = 0.4\varepsilon_{su} \quad (2.22)$$

Yukarıdaki bağıntılarda ω_{we} ; etkin sargı donatısının mekanik donatı oranını, α_{se} ; sargı donatısı etkinlik katsayısını, $\rho_{sh,min}$; iki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanını, ρ_{sh} ; göz önüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranını, s ; sargı donatısı aralığını, a_i ; yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklığı, ε_{su} ; maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzamasını, b_o ve h_o ; göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutunu, b_k ve h_k ; çekirdek boyutunu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki uzaklık), A_{sh} ; enine donatı alanını, f_{ywe} ; enine donatının ortalama (beklenen) akma dayanımını, f_{ce} ; betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımını, ifade etmekte olup ilgili değerler Tablo 2.6'dan elde edilmiştir.

Tablo 2.6: Beklenen (ortalama) malzeme dayanımları

Beton	$f_{ce} = 1.3 f_{ck}$
Donatı çeliği	$f_{ye} = 1.2 f_{yk}$
Yapı çeliği (S235)	$f_{ye} = 1.5 f_{yk}$
Yapı çeliği (S275)	$f_{ye} = 1.3 f_{yk}$
Yapı çeliği (S355)	$f_{ye} = 1.1 f_{yk}$
Yapı çeliği (S460)	$f_{ye} = 1.1 f_{yk}$

Tablo 2.6'da verilen denklemlerde f_{ck} ; betonun karakteristik basınç dayanımını, f_{yk} ; çeliğin karakteristik akma dayanımını ifade etmektedir.

Kontrollü hasar (KH) performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı $\varepsilon_c^{(KH)}$ Denklem (2.23) ve donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı $\varepsilon_s^{(KH)}$ Denklem (2.24) bağıntıları aşağıdaki gibidir.

$$\varepsilon_c^{(KH)} = 0.75\varepsilon_c^{(GÖ)} \quad (2.23)$$

$$\varepsilon_s^{(KH)} = 0.75\varepsilon_s^{(GÖ)} \quad (2.24)$$

Sınırlı hasar (SH) performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı $\varepsilon_c^{(SH)}$ Denklem (2.25) ve donatı çeliği birim şekil değiştirme sınırı $\varepsilon_s^{(SH)}$ Denklem (2.26) bağıntıları aşağıdaki gibidir.

$$\varepsilon_c^{(SH)} = 0.0025 \quad (2.25)$$

$$\varepsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \quad (2.26)$$

TBDY-2018’de akma durumu için yer değiştirmiş eksen dönmesi θ_y , “Sınırlı Hasar (SH)”, “Kontrollü Hasar (KH)” ve “Göçmenin Önlenmesi (GÖ)” performans düzeyleri için izin verilen plastik dönme sınırları sırasıyla $(\theta_p^{(SH)}, \theta_p^{(KH)}, \theta_p^{(GÖ)})$ aşağıdaki Denklem 2.27 ile Denklem 2.30 arasındaki bağıntılarda verilmiştir.

$$\theta_y = \frac{\phi_y L_s}{3} + 0.0015\eta \left(1 + 1.5 \frac{h}{L_s}\right) + \frac{\phi_y d_b f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}} \quad (2.27)$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \quad (2.28)$$

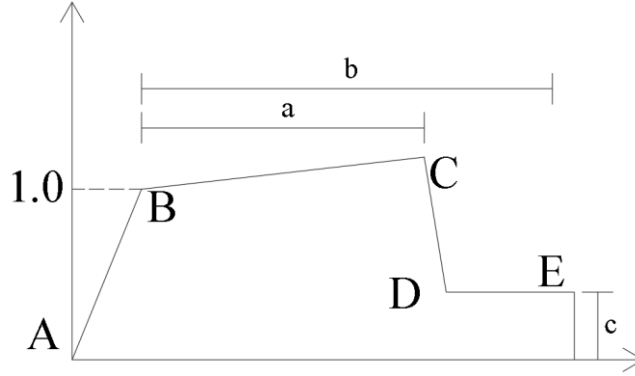
$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\theta_p^{(GÖ)} \quad (2.29)$$

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3} \left[(\phi_u - \phi_y) L_p \left(1 - 0.5 \frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\phi_u d_b \right] \quad (2.30)$$

Yukarıdaki bağıntılarda ϕ_y ; akma eğriliğini, ϕ_u ; göçme öncesi eğriliğini, L_s ; kesme açıklığını, L_p ; plastik mafsallık boyunu, h ; kesit yüksekliğini, d_b ; boyuna donatı çapını (çekmede ortalama), f_{ye} ; çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımını ifade etmektedir. İlgili yönetmeliğe göre “ η ” katsayısı; kolon ve kiriş elemanlarda 1, perde elemanlarda ise 0.5 alınmıştır.

2.5.3 ASCE 41-17'ye Göre Belirlenmesi

ASCE 41-17'de yer verilen sünek elemanlar için kesit düzeyindeki hasar sınırları üç farklı durumda belirtilmiştir. Bunlar; Hemen Kullanım (Immediately Occupancy, IO), Can Güvenliği (Life Safety, LS) ve Göçmenin Önlenmesi (Collapse Prevention, CP). Elastik ve plastik hasar sınırlarını ifade eden kapasite eğrisi Şekil 2.14'te gösterilmiştir.



Şekil 2.14: Kapasite eğrisi

A noktası başlangıç noktasıdır ve B noktasına kadar elastik davranış sergilenir. B noktasında akma başlar ve kesitte plastik şekil değiştirme gözlenir. C noktası kesitin taşıyabildiği maksimum deplasman kapasitesine ulaştığı noktadır. C noktasından sonra yük taşıma kapasitesi düşer. D noktasından sonra sabit dayanım ile E noktasına kadar bir miktar daha deplasman yapmaya devam eder. E noktasından itibaren kesit dayanımını tamamen kaybeder.

“a” ve “b” parametreleri plastik dönme açılarını, “c” parametresi de artık dayanım oranını ifade etmektedir. Bu parametrelerin değerleri kolon ve kiriş için ayrı hesaplanmaktadır. Bu parametrelerin değerleri kolon ve kiriş için sırasıyla Tablo 2.7 ve Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.7: Betonarme kolonlarda doğrusal olmayan analizler için modelleme ve kabul kriterleri

Modelleme değişkenleri	Kabul edilmiş kriterler		
	Plastik dönme açısı (Rad)		
	Performans seviyesi		
Plastik Dönme Açıları, a ve b (Rad). Artık dayanım oranı, c	IO	LS	CP
Net yükseklik boyunca yetersiz gelişme veya birleştirme ile kontrol edilmeyen kolonlar ^a			
$a = \left(0.042 - 0.043 \frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} + 0.63 \rho_t - 0.023 \frac{V_{yE}}{V_{c010E}} \right) \geq 0.0$			
$\frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} \leq 0.5$ için $b = \frac{0.5}{5 + \frac{N_{UD}}{0.8 A_g f'_{cE} \rho_t f_{yE}}} - 0.01 \geq a^a$	0.15 ^a ≤ 0.005	0.5b ^b	0.7b ^b
$c = 0.24 - 0.4 \frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} \geq 0.0$			
Net yükseklik boyunca yetersiz gelişme veya birleştirme ile kontrol edilen kolonlar ^c			
$a = \left(\frac{1}{8} \frac{\rho_t \cdot f_{yE}}{\rho_l \cdot f_{yE}} \right) \leq 0.025^d$			
$b = \left(0.012 - 0.085 \frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} + 12 \rho_t^\theta \right) \geq 0.0$ ≤ 0.06	0.0	0.5b	0.7b
$c = 0.15 + 36 \rho_t \leq 0.4$			

Not: ρ_t , çekirdeğe yeterince sabitlenmediğinde hiçbir durumda 0.0175'ten fazla veya 0.0075'ten küçük alınmamalıdır. Tablodaki denklemler ρ_t değeri 0.0005'ten küçük olan kolonlar için geçerli değildir. V_{yE} / V_{c010E} , 0.2'den az alınmamalıdır. N_{UD} , yanal kuvvetlerin etkilerini açıklayan maksimum basınç eksenel yük hesabı olacaktır. Alternatif olarak, N_{UD} 'un bir limit-durum analizine dayanarak değerlendirilmesine izin verilecektir.

^a $\frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} > 0.5$ için $\frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} = 0.5$ değerinden $\frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} = 0.7$ değerinde lineer olarak azaltılacaktır, ancak a'dan küçük olmamalıdır

^b $\frac{N_{UD}}{A_g f'_{cE}} > 0.1$ 'den küçük alınmamalıdır.

^cKolonların, ekteki hesaplanan çelik stresinin Denklem (10-1a) veya (10-1b) tarafından belirtilen çelik stresi aştığı yetersiz gelişme veya ek yerleri ile kontrol edildiği düşünülmektedir. Yetersiz gelişme veya birleştirme ile kontrol edilen kolonlar için modelleme parametresi, yetersiz gelişme veya birleştirme ile kontrol edilmeyen sütünların parametrelerini asla aşmayacaktır.

^da Yeterli gelişme veya birleştirme ile kontrol edilen kolonlar için, birleşme bölgesinde sıfır alınacak, uzunluğu boyunca en az iki bağ grubu tarafından geçilmeyecektir.

^e ρ_t , 0.0075'ten daha fazla alınamaz.

Tablo 2.8: Betonarme kirişlerde doğrusal olmayan analizler için modelleme ve kabul kriterleri

Durum	Modelleme değişkenleri			Kabul edilmiş kriterler				
	Plastik Dönme Açıları (Rad)			Plastik dönme açısı (Rad)				
	Artık dayanım oranı			Performans seviyesi				
	a	b	c	IO	LS	CP		
Durum 1: Eğilme davranışı kontrolündeki kirişler ^b								
$(\rho - \rho')$								
ρ	Enine donatı	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_{cE}}}$						
≤ 0.0	C	≤ 3 (0.25)	0.025	0.050	0.2	0.0100	0.025	0.050
≤ 0.0	C	≥ 6 (0.5)	0.020	0.040	0.2	0.0050	0.020	0.040
≥ 0.5	C	≤ 3 (0.25)	0.020	0.030	0.2	0.0050	0.020	0.030
≥ 0.5	C	≥ 6 (0.5)	0.015	0.020	0.2	0.0050	0.015	0.020
≤ 0.0	NC	≤ 3 (0.25)	0.020	0.030	0.2	0.0050	0.020	0.030
≤ 0.0	NC	≥ 6 (0.5)	0.010	0.015	0.2	0.0015	0.010	0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3 (0.25)	0.010	0.015	0.2	0.0050	0.010	0.015
≥ 0.5	NC	≥ 6 (0.5)	0.005	0.010	0.2	0.0015	0.005	0.010
Durum 2: kesme davranışı kontrolündeki kirişler ^b								
Etriye Aralığı $\leq d/2$			0.003	0.020	0.2	0.0015	0.010	0.020
Etriye Aralığı $\geq d/2$			0.003	0.010	0.2	0.0015	0.005	0.010
Durum 3: Açıklık boyunca yetersiz donatı ve bindirme boyu kontrolündeki kirişler ^b								
Etriye Aralığı $\leq d/2$			0.003	0.020	0.0	0.0015	0.010	0.020
Etriye Aralığı $\geq d/2$			0.003	0.010	0.0	0.0015	0.005	0.010
Durum 4: Kolon giriş birleşim bölgesine yeterli derecede saplanmamış kirişler ^b								
			0.015	0.03	0.2	0.0100	0.020	0.030

Not: f'_{cE} in lb/in^2 ve (MPa) olarak verilmiştir.

^a Tabloda listelenenler arasındaki değerler doğrusal enterpolasyon ile belirlenir.

^b Durum i,ii,iii,iv'ten birden fazla halin sağlanması durumunda, minimum şartı sağlayacak değerler kullanılır.

^c Sırasıyla "C" ve "NC", uygun ve uygun olmayan enine donatıların kısaltmalarıdır. Enine donatının uygun olması için plastik mafsallarda, etriye aralığı $d/3$ ten küçük olmalı, orta ve yüksek süneklik talebine sahip elemanlar için, kesme donatıları tasarım kesme kuvvetlerinin $3/4$ 'ünü taşımalıdır. Aksi halde enine donatıların uygun olmadığı kabul edilir.

^d V, NSP veya NDP'nin tasarım kesme kuvvetidir.

Tablo 2.7’de verilen N_{UD} ; aksel yükü, A_g ; kolon brüt kesit alanını, f'_{cE} ; boyuna donatının beklenen beton basınç dayanımını, ρ_t ; enine donatı oranını, ρ_l ; boyuna donatı oranını, V_{yE} ; beklenen akma kesmesini (yapının bakılan doğrultudaki efektif akma dayanımı), V_{ColOE} ; kesme kapasitesini (sünek deplasman talebini aşmayan beton kolonlardaki kesme kuvveti), f_{ytE} ; enine donatının beklenen akma dayanımını, f_{ylE} ; boyuna donatının beklenen akma dayanımını ifade etmektedir.

Tablo 2.8’de verilen ρ ; öngerilmemiş çekme donatı oranını, ρ' ; öngerilmemiş basınç donatı oranını, ρ_{bal} ; dengeli donatı oranını, V ; tasarım kesme kuvvetini ifade etmektedir.

2.5.4 EC-8’e Göre Belirlenmesi

EC-8’e göre kesit hasar sınırları üç farklı şekilde belirlenmiştir. Bunlar; Sınırlı Hasar (Damage Limitation, DL), Belirgin Hasar (Significant Damage, SD) ve Göçme Öncesi (Near Collapse, NC) olarak tanımlanmıştır. EC-8’de hasar sınırları önceki yönetmeliklerdeki gibi birim şekil değiştirme değerine göre değil elemanda oluşan eksen dönmesine bağlı olarak ifade edilmektedir.

Göçme öncesi (Near Collapse, NC) için toplam nihai eksen dönmesi (θ_{um}), (2.31)’de verilen bağıntı ile hesaplanmıştır.

$$\theta_{um} = \frac{1}{\gamma_{el}} 0.016 (0.3^v) \left[\frac{\max(0.01; \omega')}{\max(0.01; \omega)} f_c \right]^{0.225} \left(\min \left(9; \frac{L_V}{h} \right) \right)^{0.35} 25^{(\alpha \rho_{sx} \frac{f_{yw}}{f_c})} (1.25^{100 \rho_d}) \quad (2.31)$$

$$v = N/bhf_c \quad (2.32)$$

$$L_V = M/V \quad (2.33)$$

$$\alpha = \left(1 - \frac{s_h}{2b_o} \right) \left(1 - \frac{s_h}{2h_o} \right) \left(1 - \frac{\sum b_i^2}{6h_o b_o} \right) \quad (2.34)$$

Yukarıdaki bağıntıda verilen γ_{el} ; birincil sismik elemanlar için 1.5, ikincil sismik elemanlar için 1 alınmaktadır. v ; aksel yük oranını, N ; aksel yükü, b ve h ; kesit boyutlarını, f_c ; beton basınç dayanımını, ω' ; basınca çalışan boyuna donatıların mekanik oranını, ω ; çekmeye çalışsan (gövde donatıları dahil) boyuna donatıların mekanik oranını, L_V ; kesme açıklığını, α ; sargı etkinlik katsayısını, s_h ; enine donatı aralığını, b_o ve h_o ; sargılı çekirdeğin etriye merkezine uzaklığını, b_i ;

boyuna donatıların merkezleri arasındaki uzaklığı; ρ_{sx} ; x yüklemeye yönüne paralel enine donatı oranını, f_{yw} ; enine donatı akma dayanımını, ρ_d ; (varsa) her bir diyagonal yönde diyagonal donatıların oranını ifade etmektedir.

Eğer soğuk işlenmiş çelik kullanılmışsa toplam dönme kapasitesi 1.6'ya bölünecektir.

Plastik nihai eksen dönmesi (θ_{um}^{pl}) hesabı, Denklem (2.35)'te verilmiştir.

$$\theta_{um}^{pl} = \theta_{um} - \theta_y \quad (2.35)$$

$$\theta_{um}^{pl} = \frac{1}{\gamma_{el}} 0.0145 (0.25^v) \left[\frac{\max(0.01; \omega')}{\max(0.01; \omega)} f_c \right]^{0.3} f_c^{0.2} \left(\min \left(9; \frac{L_V}{h} \right) \right)^{0.35} 25^{(\alpha \rho_{sx} \frac{f_{yw}}{f_c})} (1.275^{100 \rho_d})$$

Yukarıdaki bağıntıda verilen γ_{el} ; birincil sismik elemanlar için 1.8, ikincil sismik elemanlar için 1 alınmaktadır. Perde elemanlar için (2.35) bağıntısı 0.6 ile çarpılacaktır. Eğer soğuk işlenmiş çelik kullanılmışsa plastik dönme kapasitesi 2'ye bölünecektir. (2.31) ve (2.35)'te verilen bağıntılar özel deprem detaylandırması yapılmamış elemanlar için 1.2'ye bölünecektir.

(2.31)'de verilen toplam nihai eksen dönmesinin (θ_{um}) alternatif bir tanımı bulunmaktadır (Denklem 2.36).

$$\theta_{um} = \frac{1}{\gamma_{el}} \left[\theta_y + (\varphi_u - \varphi_y) L_{pl} \left(1 - \frac{0.5 L_{pl}}{L_V} \right) \right] \quad (2.36)$$

Yukarıdaki bağıntıda verilen γ_{el} ; birincil sismik elemanlar için 2, ikincil sismik elemanlar için 1 alınmaktadır. θ_y ; eleman uç kısmındaki akma eksen dönmesini, φ_u ; eleman uç kısmındaki nihai toplam eksen eğriliğini, φ_y ; akma eğriliğini, L_{pl} ; plastik mafsallı uzunluğunu ifade etmektedir.

Belirgin hasar sınırı (Significant Damage, SD) için eksen dönme kapasitesi (θ_{SD}), toplam nihai eksen dönmesinin (θ_{um}) 3/4'ü olarak alınır (Denklem 2.37).

$$\theta_{SD} = 0.75\theta_{um} \quad (2.37)$$

Sınırlı hasar (Damage Limitation, DL) bölgesinde plastik şekil değiştirme olmadığı için sınırlı hasar eksen dönme kapasitesi (θ_{DL}), akma eksen dönme kapasitesine (θ_y) karşılık gelmektedir. θ_y hesabı kolon ve kirişler için (2.38) bağıntısında verilmiştir. Alternatif olarak (2.39) bağıntısı da kullanılabilir.

$$\theta_y = \phi_y \frac{L_V + \alpha_V z}{3} + 0.0014 \left(1 + 1.5 \frac{h}{L_V} \right) + \frac{\varepsilon_y}{d - d'} \frac{d_{bL} f_y}{6\sqrt{f_c}} \quad (2.38)$$

$$\theta_y = \phi_y \frac{L_V + \alpha_V z}{3} + 0.0014 \left(1 + 1.5 \frac{h}{L_V} \right) + \phi_y \frac{d_{bL} f_y}{8\sqrt{f_c}} \quad (2.39)$$

$$M_y < L_V V_{R,c} \text{ ise } \alpha_V = 0 \quad (2.40)$$

$$M_y \geq L_V V_{R,c} \text{ ise } \alpha_V = 1$$

$$z = d - d' \quad (2.41)$$

Yukarıdaki bağıntılarda α_V ; eğilme moment diyagramındaki kesme etkisini, z ; moment kolunu, d ; beton faydalı yüksekliğini, d' ; basınç donatısı derinliğini, d_{bL} ; ortalama çekme donatısı çapını, ε_y ; donatı akma şekil değiştirmesini, f_y ; ise donatı akma dayanımını ifade etmektedir.

3. İVME KAYITLARININ SEÇİMİ

Yapılan çalışmada doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz yönteminin uygulanabilmesi için deprem ivme kayıtları kullanılması gerekmektedir. Analizlerde kullanılan ivmeler gerçek deprem ivme kayıtlarından seçilmiştir.

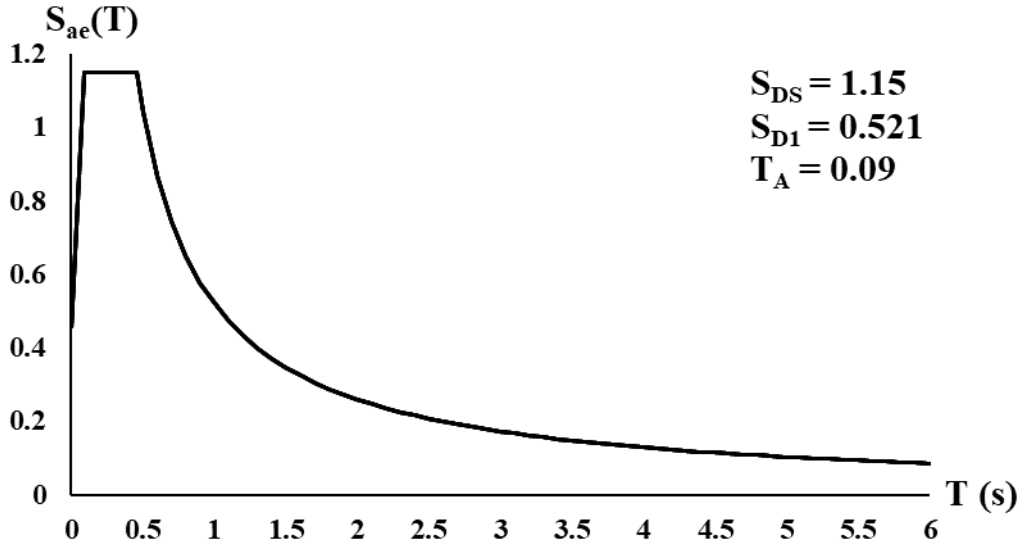
3.1 İvme Kaydının Seçiminde Kullanılan Kriterler

İvme kayıtları seçilirken 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde (TBDY-2018) belirtilen kriterler göz önüne alınmıştır. 3 boyutlu bina modelleri için dikkate alınan kriterler aşağıdaki gibidir:

- 1) Deprem kaydı takımlarının sayısı en az 11 olacaktır.
- 2) Aynı depremden seçilecek kayıt ve kayıt takımı sayısı 3'ü geçmeyecektir.
- 3) Seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrum elde edilecektir.
- 4) Seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin belirlenen tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre deprem yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir.
- 5) Her iki yatay bileşenin ölçeklendirilmesi aynı ölçek katsayıları ile yapılacaktır.

3.2 Yatay Tasarım İvme Spektrumu

Genliklerin ölçeklendirilmesinde baz alınacak tasarım spektrumu ZD zemin sınıfına göre 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu (DD-2) tasarım depremidir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Çalışmada kullanılan yatay tasarım ivme spektrumu grafiği

Şekil 3.1'de verilen yatay tasarım ivme spektrumunun çizilebilmesi için gerekli olan değerlerin hesabı aşağıdaki bağıntılarda verilmiştir.

$$\begin{aligned} S_{ae}(T) &= \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\ S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T) \end{aligned} \quad (3.1)$$

$$\begin{aligned} T_A &= 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} & T_B &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \end{aligned} \quad (3.2)$$

(3.1) ve (3.2) bağıntılarında verilen $S_{ae}(T)$; yatay elastik tasarım spektral ivmesini, S_{DS} ; kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını, S_{D1} ; 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısını, T ; doğal titreşim periyodunu, T_A ve T_B ; yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodunu, T_L ; yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodunu temsil etmektedir. S_{DS} ve S_{D1} ' in hesabı için (3.3) bağıntısı kullanılmıştır.

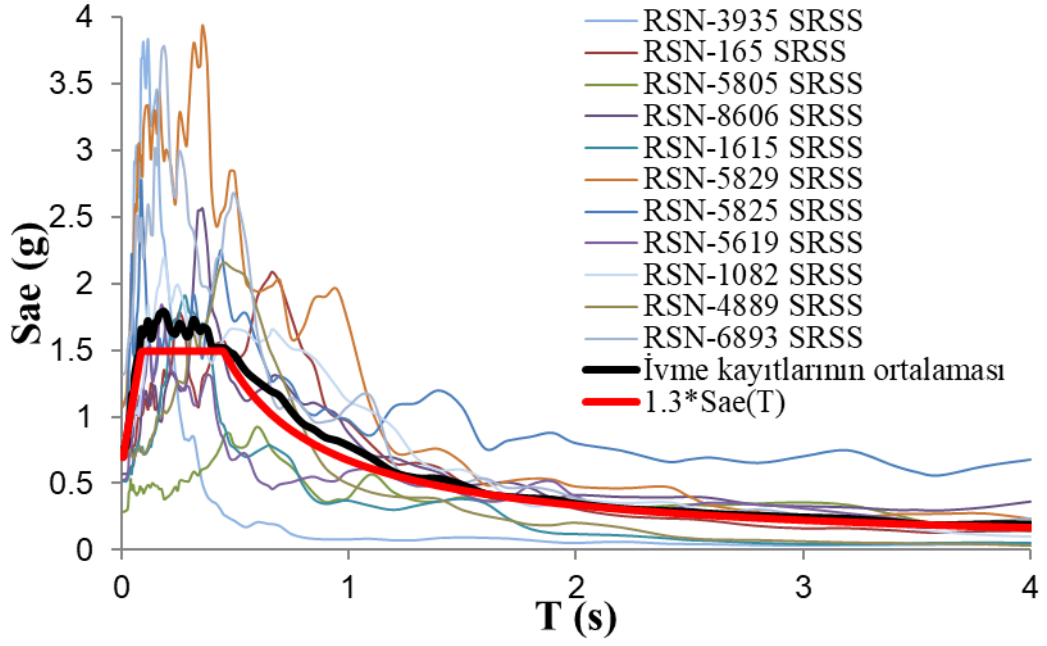
$$S_{DS} = S_S F_S \qquad S_{D1} = S_1 F_1 \qquad (3.3)$$

Yukarıdaki bağıntıda S_S ; Kısa periyot harita spektral ivme katsayısını, S_1 ; 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısını, F_S ; kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısını, F_1 ; 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısını ifade etmektedir.

3.3 Kullanılan İvme Kayıtları

Yapılan çalışmada TBDY-2018'de belirtildiği üzere 11 adet ivme kaydı takımı seçilmiştir. Seçilen ivme kayıtları PEER web sitesinden alınmıştır. Bu deprem kayıtlarının her iki asal doğrultuları dikkate alınmış olup toplamda 22 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Her bir ivme kaydı spektrumunun iki yönünün karelerinin toplamının karekökü (SRSS) alınarak bileşke kayıtlar elde edilmiştir. Seçilen kayıt özelliklerine ait daha detaylı bilgiler Kamal (2021)'de yer almaktadır. Bu bileşke kayıtlar, ortalamaları ve ZD zemin sınıfı için 1.3 katsayısı ile büyütülmüş yatay tasarım spektrum eğrisi grafik üzerinde Şekil 3.2'de gösterilmiştir.

Kullanılan her bir ivme kaydının isimleri, kayıt numaraları ve kullanılan ölçek katsayıları Tablo 3.1'de verilmiştir.

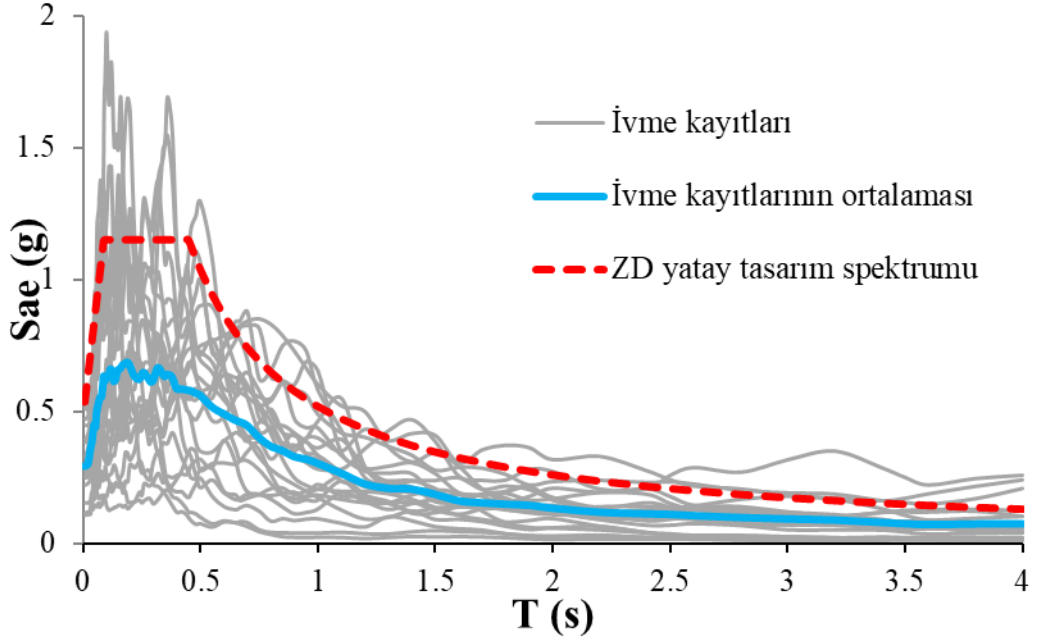


Şekil 3.2: 11 ivme kaydı takımının bileşke spektrumlarının grafiği

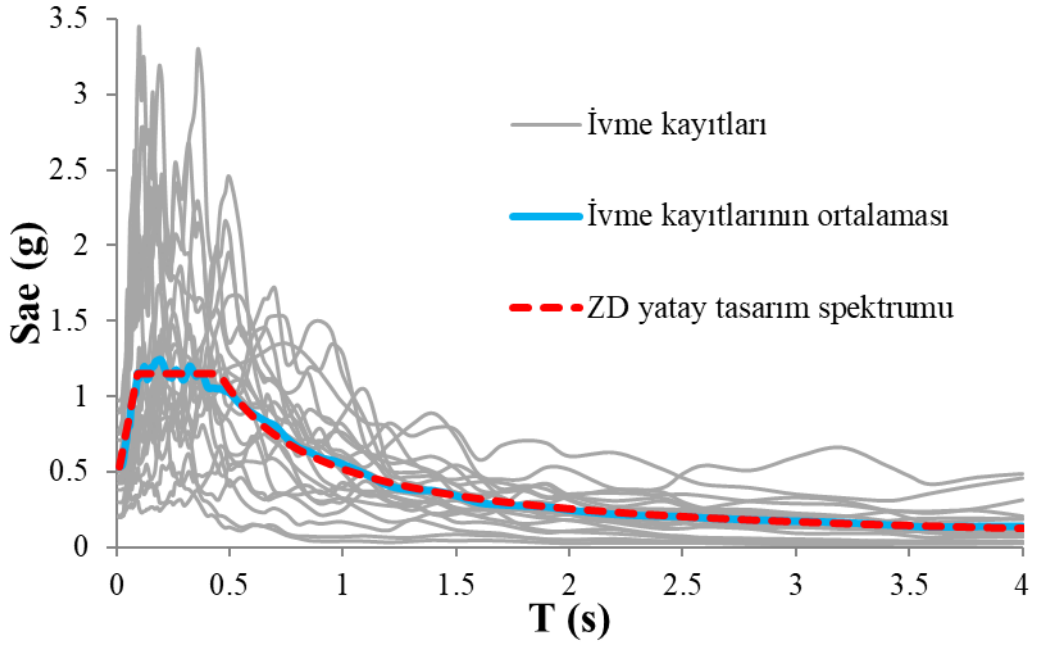
Tablo 3.1: Çalışmada kullanılan ivme kayıtları

Deprem Adı	PEER Kayıt No	Ölçek
Imperial Valley-06	RSN-165	1.8544
Northridge-01	RSN-1082	1.5847
Duzce, Turkey	RSN-1615	1.7878
Tottori, Japan	RSN-3935	1.7786
Chuetsu-oki, Japan	RSN-4889	1.8487
Iwate, Japan	RSN-5619	1.9229
Iwate, Japan	RSN-5805	1.8600
El Mayor-Cucapah, Mexico	RSN-5825	1.8929
El Mayor-Cucapah, Mexico	RSN-5829	1.9498
Darfield, New Zealand	RSN-6893	1.8912
El Mayor-Cucapah, Mexico	RSN-8606	1.4823

İvme spektrumlarının ölçekli ve ölçeksiz halleri, ortalamaları ve ZD yatay tasarım spektrumunun grafikleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te verilmiştir.



Şekil 3.3: 22 ivme kaydının ölçeksiz ivme spektrumlarının grafiği



Şekil 3.4: 22 ivme kaydının ölçekli ivme spektrumlarının grafiği

4. ANALİZ SONUÇLARI

Analiz sonuçlarında 5, 10 ve 15 katlı bina modellerinin DBYBHY-2007, TBDY-2018, ASCE 41-17 ve EC-8 yönetmeliklerine göre görelî kat ötelenme oranları, deplasman profilleri, çatı katı ötelenme oranları ve hasar sınırları karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan 22 ivme kaydı için her bir bina modelinin çatı katı deplasman geçmişleri EK A'da verilmiştir.

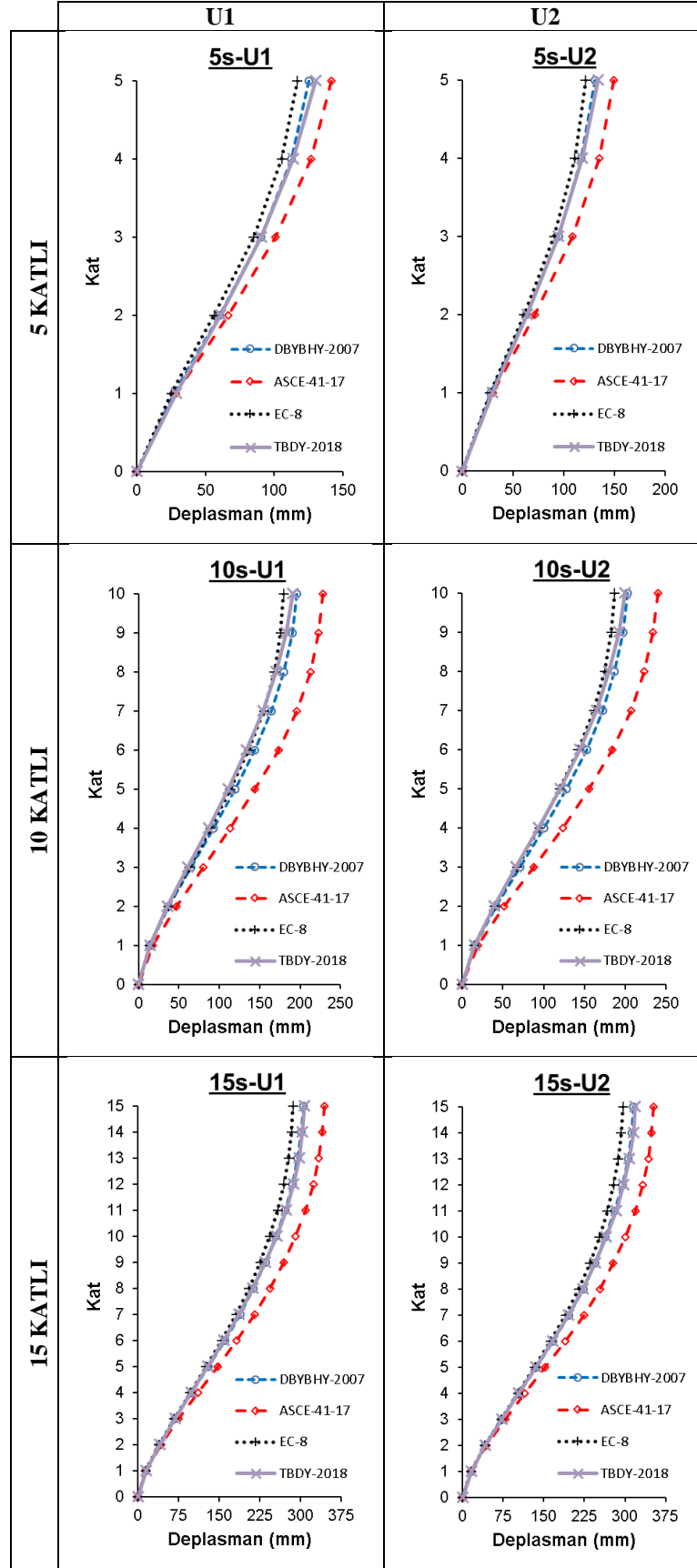
Grafikler sırasıyla 5, 10 ve 15 katlı bina modelleri için verilmiştir. Şekillerde bahsedilen U1 ve U2 yönleri sırasıyla binanın x ve y doğrultularını temsil etmektedir. İvme kayıtlarındaki h1 ve h2 yönleri ise depremin doğu-batı veya kuzey-güney yönlerini temsil etmektedir.

4.1 Deplasman Profilleri

Deplasman profilleri deprem anında katların yaptığı maksimum yer değiştirme hareketini vermektedir. Grafiklerde x eksenî yapının ilgili kattaki yaptığı maksimum yer değiştirmenin milimetre cinsinden mesafesini, y eksenî ise kat seviyesini göstermektedir.

Yapının her iki doğrultusu için deprem kayıtlarının iki farklı yönü kullanılmıştır. Her bir model için binanın 2 farklı yönü ve 11 ivme kaydı takımı kullanılarak toplamda 132 adet grafik elde edilmiştir. Bu grafikler her bir ivme kaydı için ayrı ayrı EK B'de verilmiştir.

Toplu bir şekilde değerlendirmek için tüm ivme kayıtlarının ortalaması alınmıştır. 5, 10 ve 15 katlı modeller için her iki doğrultuda elde edilen deplasman değerlerinin mutlak değerce maksimum değerleri toplanıp ortalamaları alınmıştır. Bu ortalama deplasman profilleri Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1: Yönetmeliklere göre mutlak maksimum taleplerin dikkate alınarak hesaplandığı ortalama deplasman profilleri

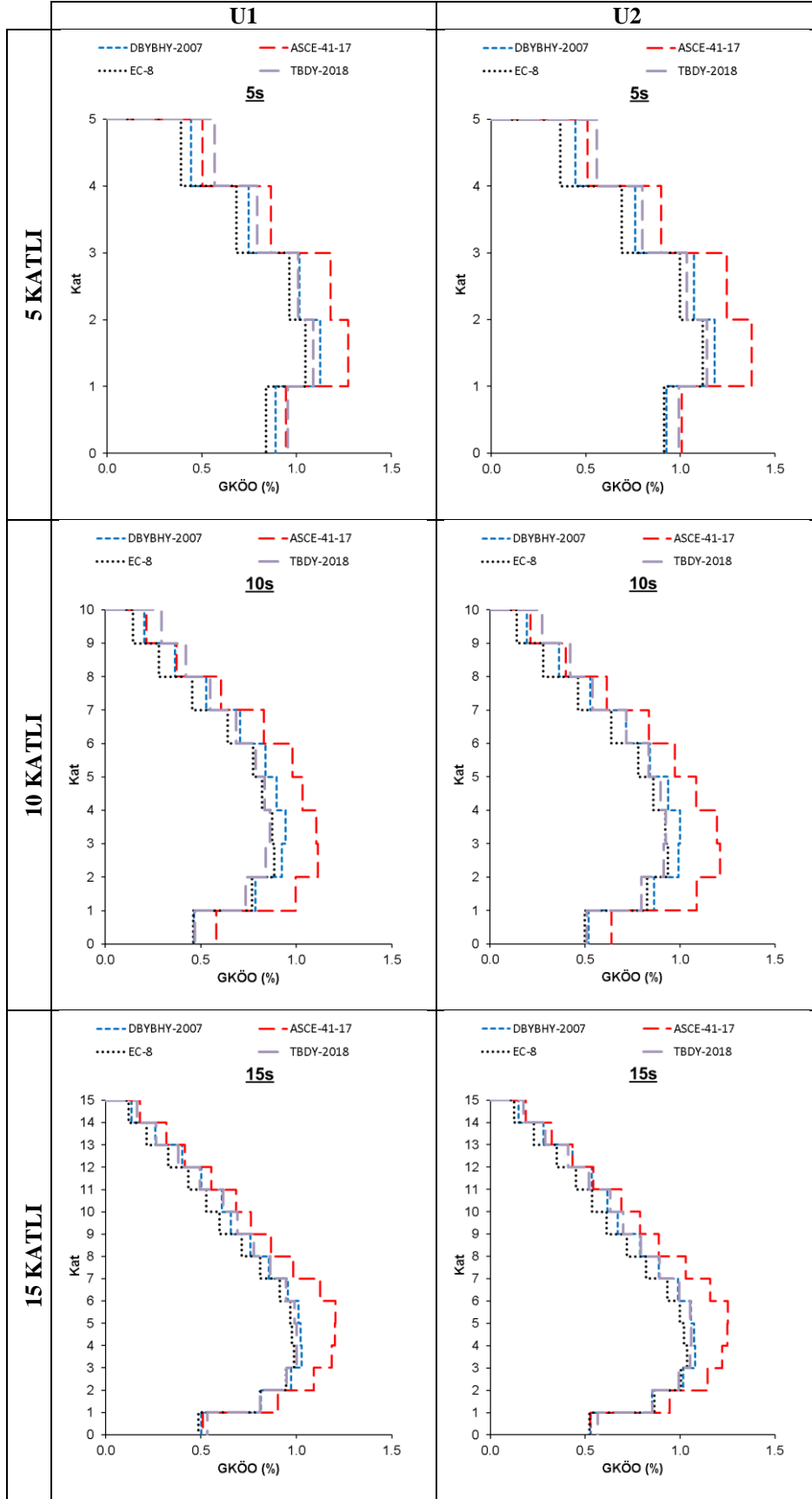
Deplasman profilleri incelendiğinde ASCE 41-17 yönetmeliğinin tüm katlarda en yüksek talebini oluşturduğu görülmektedir. En düşük deplasman taleplerini ise EC-8 sunmaktadır. TBDY-2018 ile DBYBHY-2007 yönetmelikleri bu iki yönetmelik arasında bir talep sunmakta ve birbirleri arasında oldukça küçük farklar görülmektedir.

4.2 Göreli Kat Ötelenme Oranı

Görelî kat ötelenme oranları (GKÖÖ) ardışık iki katın yaptığı deplasmanların farkı alınarak kat yüksekliğine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. GKÖÖ değerleri, mutlak değerce maksimum değerler dikkate alınarak her bir kat için hesaplanmıştır. Grafiklerde x eksenî göreli kat ötelenme oranını, y eksenî ise kat sayısını göstermektedir.

Yapının her iki doğrultusu için deprem kayıtlarının iki farklı yönü kullanılmıştır. Her bir model için yapının 2 farklı yönü ve 11 ivme kaydı takımı kullanılarak toplamda 132 adet grafik elde edilmiştir. Bu grafikler her bir ivme kaydı için ayrı ayrı şekillerde gösterilerek EK C’de verilmiştir.

Toplu bir şekilde değerlendirmek için tüm ivme kayıtlarının ortalaması alınmıştır. 5, 10 ve 15 katlı modeller için iki doğrultuya göre de ayrı ayrı hesaplanarak elde edilen ortalama ivme kayıtlarına göre göreli kat ötelenme oranı Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2: Yönetmeliklere göre tüm ivme kaydı oranlarının mutlak görel kat öteleme oranları

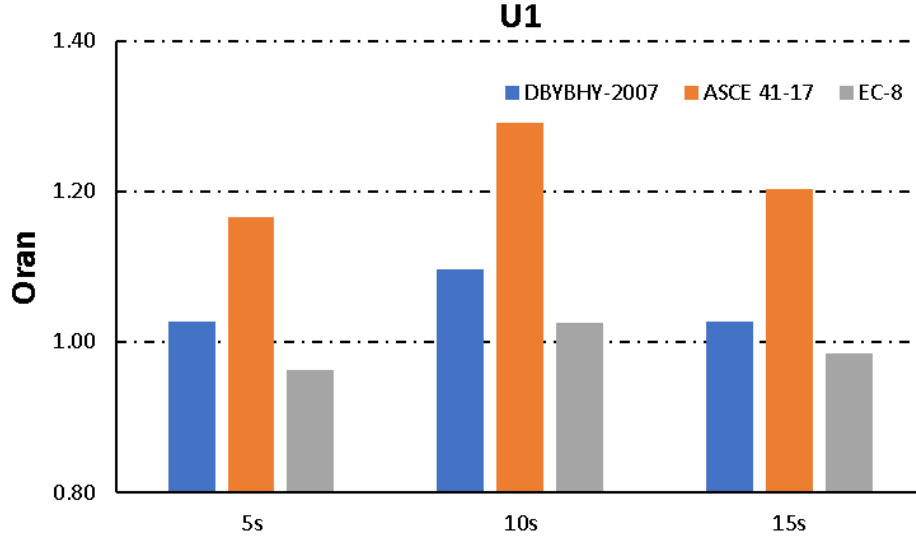
Şekil 4.2’de verilen grafikler incelendiğinde değerlendirme açısından görelî kat ötelenme oranlarının değerleri yüzde cinsinden Tablo 4.1’de verilmiştir. Her bir yönetmelik için 5, 10 ve 15 katlı modellerin U1 ve U2 yönleri için ayrı ayrı değerler olarak tabloda verilmiştir. Tablo 4.1’de verilen değerler, her bir yönetmelik için ilgili modeldeki tüm katlar arasından elde edilen en yüksek görelî kat ötelenme oranı seçilerek oluşturulmuştur. Şekil 4.2’de görüldüğü üzere görelî kat ötelenmesi farklı kat seviyelerinde oluşabilmektedir.

Tablo 4.1: Görelî kat öteleme oranlarının yönetmeliklere göre maksimum değerleri (%)

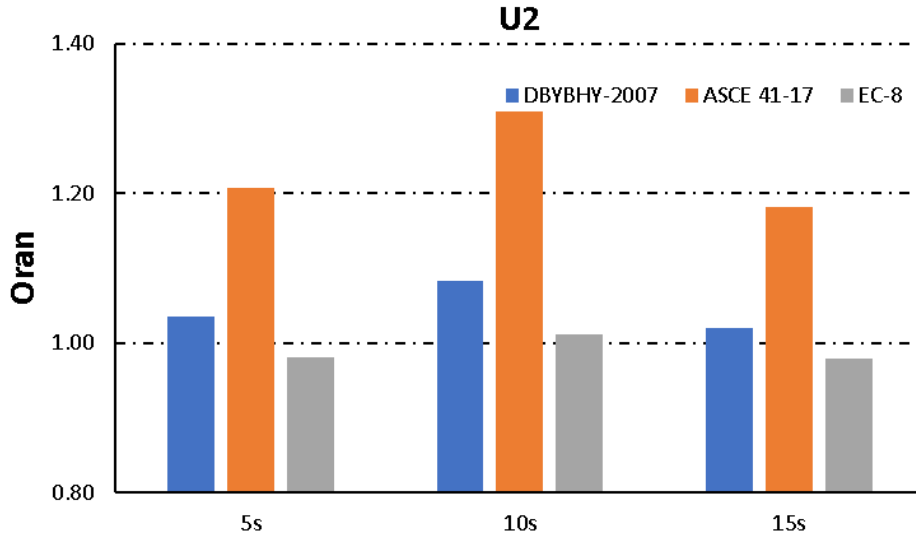
		DBYBHY-2007	ASCE 41-17	EC-8	TBDY-2018
5s	U1	1.12	1.27	1.05	1.09
	U2	1.18	1.38	1.12	1.14
10s	U1	0.94	1.11	0.88	0.86
	U2	1.00	1.21	0.94	0.93
15s	U1	1.03	1.20	0.99	1.00
	U2	1.08	1.25	1.04	1.06

Tablo 4.1’de görelî kat ötelenme oranları genel olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda TBDY-2018 ve EC-8 yönetmeliklerindeki görelî kat ötelenme oranları birbirlerine oldukça yakındır. Bu yönetmeliklere göre ASCE 41-17 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerinde daha farklı sonuçlar gözlemlenmiştir. ASCE 41-17’nin görelî kat ötelenme oranı DBYBHY-2007, EC-8 ve TBDY-2018’e göre daha yüksek değerler aldığı gözükmemektedir. ASCE 41-17’den sonra en yüksek görelî kat ötelenme oranı DBYBHY-2007 yönetmeliğinde gelmektedir. TBDY-2018 5 ve 15 katlı modellerde EC-8’e göre daha yüksek değer alırken 10 katlı modelde daha düşük değerler almıştır. TBDY-2018 ve EC-8 arasında net bir sıralama olmamakla birlikte arasındaki farkların oldukça küçük olduğu gözlenmiştir.

Ülkemizde kullanılmakta olan TBDY-2018 yönetmeliğini diğer yönetmeliklere göre ne durumda olduğunu görmek amacıyla bir oranlama yapılmıştır. TBDY-2018’e ait değerler, diğer yönetmeliklerin sonuçlarıyla yüzde cinsinden karşılaştırılmıştır. U1 ve U2 yönlerine göre sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’te verilmiştir. Şekillerde x ekseninde 5, 10 ve 15 katlı modelleri, y eksenini yönetmeliklerin TBDY-2018’e oranı vermektedir.



Şekil 4.3: Yönetmeliklerin U1 yönüne göre görel kat ötelenme oranının TBDY-2018'e oranı



Şekil 4.4: Yönetmeliklerin U2 yönüne göre görel kat ötelenme oranının TBDY-2018'e oranı

DBYBHY-2007 değerlerini TBDY-2018 değerleri ile kıyasladığımızda; 5s-U1 için %2.8, 5s-U2 için %3.5, 10s-U1 için %9.6, 10s-U2 için %8.2, 15s-U1 için %2.6, 15s-U2 için %1.9'luk fark gözlemlenmektedir.

ASCE 41-17 değerlerini TBDY-2018 değerleri ile kıyasladığımızda; 5s-U1 için %16.5, 5s-U2 için %20.7, 10s-U1 için %29.1, 10s-U2 için %31, 15s-U1 için %20.4, 15s-U2 için %18.2'lik fark gözlemlenmektedir.

EC-8 değerlerini TBDY-2018 değerleri ile kıyasladığımızda; 5s-U1 için %3.7 5s-U2 için %2, 10s-U1 için %2.5, 10s-U2 için %1.2, 15s-U1 için %1.5, 15s-U2 için %2.1'lik fark gözlemlenmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde görelî kat ötelenme oranlarının yönetmeliklere göre farklılık göstermesinin nedeni dikkate alınan etkin kesit rijitlik değerleridir. ASCE 41-17 ve DBYBHY-2007'deki GKÖO değerlerinin daha yüksek elde edilmesinin sebebi kolonlar için etkin kesit rijitliği hesabında sabit değerler kullanılmayıp iki değer arasında enterpolasyon yapılmasıdır. Bundan dolayı EC-8 ve TBDY-2018 değerleri diğer iki yönetmeliğe göre daha rijit davranmıştır.

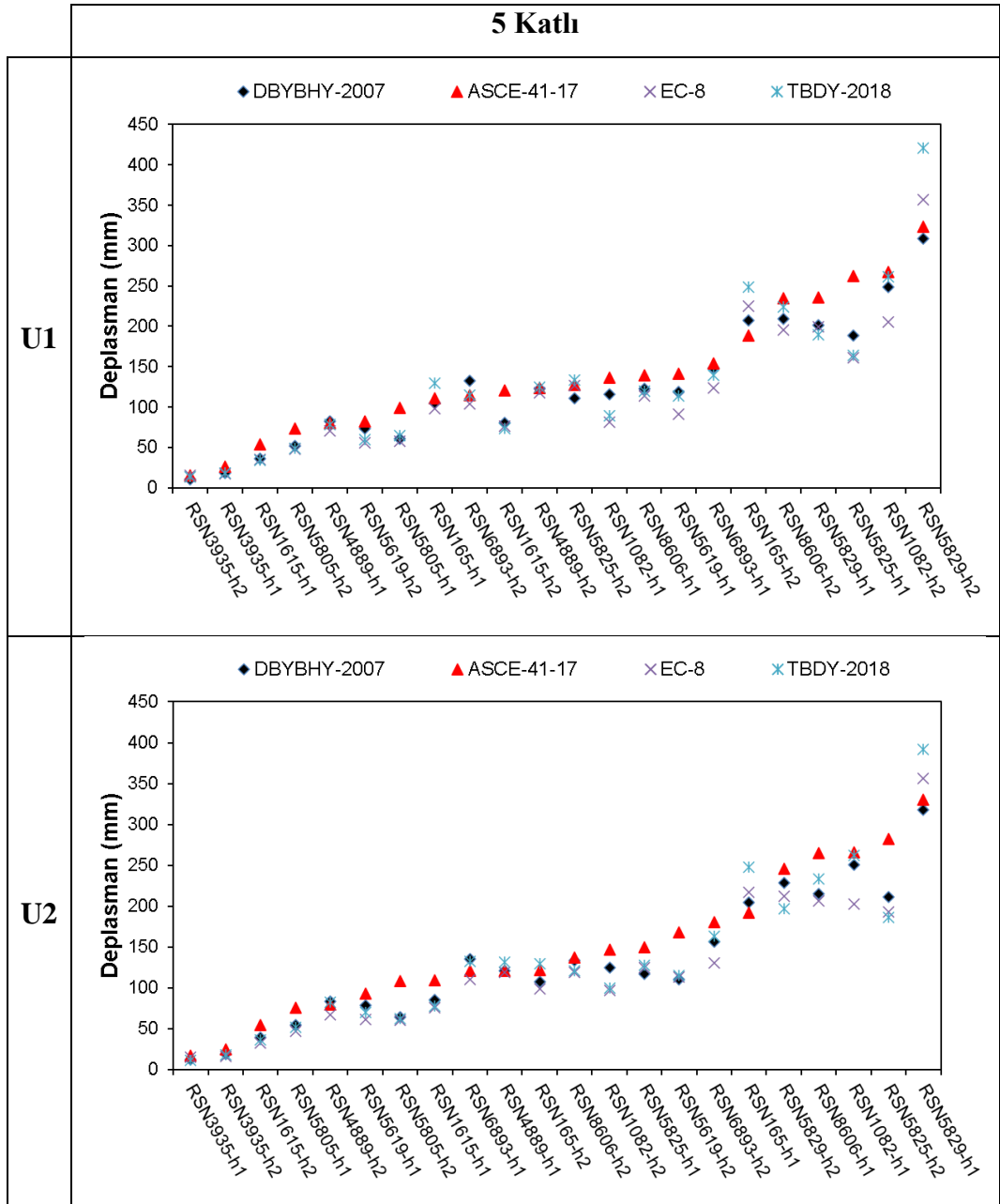
4.3 Çatı (Tepe) Deplasman Talepleri

Çatı (tepe) deplasman taleplerinde modellerin en üst katlarının yaptığı deplasmanlar hesaplanmıştır. Yaptıkları deplasmanların maksimum değerleri karşılaştırılmıştır. Ele alınan bu değerlerin önce ivme kayıtlarına göre deplasman talepleri incelenmiştir. Daha sonra da yönetmeliklere göre karşılaştırılması yapılmıştır.

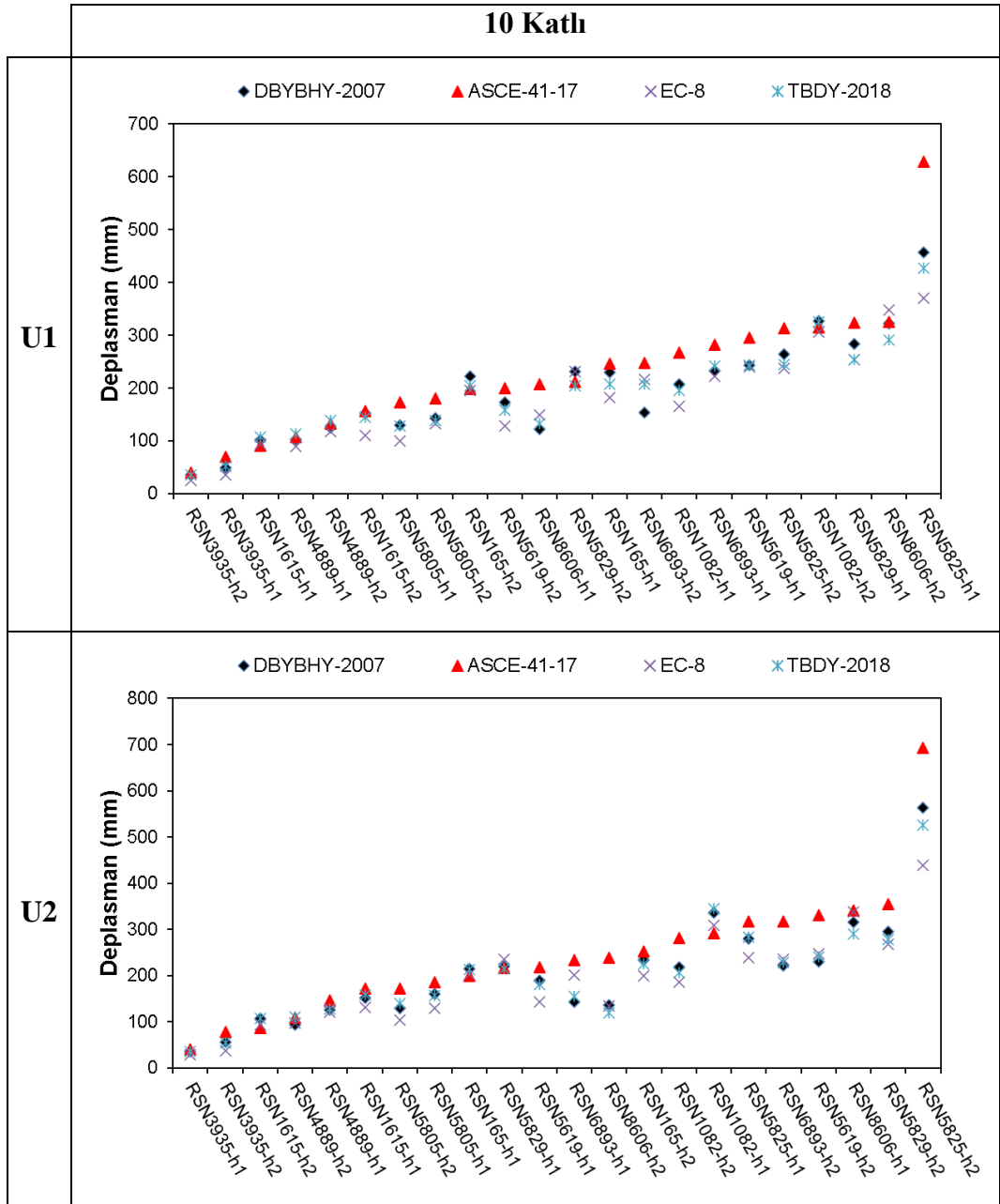
4.3.1 İvme kayıtlarına göre çatı (tepe) deplasman talepleri

İlk olarak ilgili yönetmeliklere göre modellenmiş yapıların 22 farklı ivme kaydına göre elde edilen çatı deplasmanları Şekil 4.5 ile Şekil 4.7 arasında verilen grafiklerde karşılaştırılmıştır. Bir ivme kaydı için kullanılan yönetmeliklere göre dört farklı deplasman bulunmuştur. Bu deplasmanlar 22 ivme kaydı içinde hesaplanmış olup deplasman değerlerine göre küçükten büyüğe doğru grafik üzerinde sıralanmıştır. Üç model içinde U1 ve U2 yönlerine göre ayrı ayrı hesaplanıp karşılaştırılmıştır.

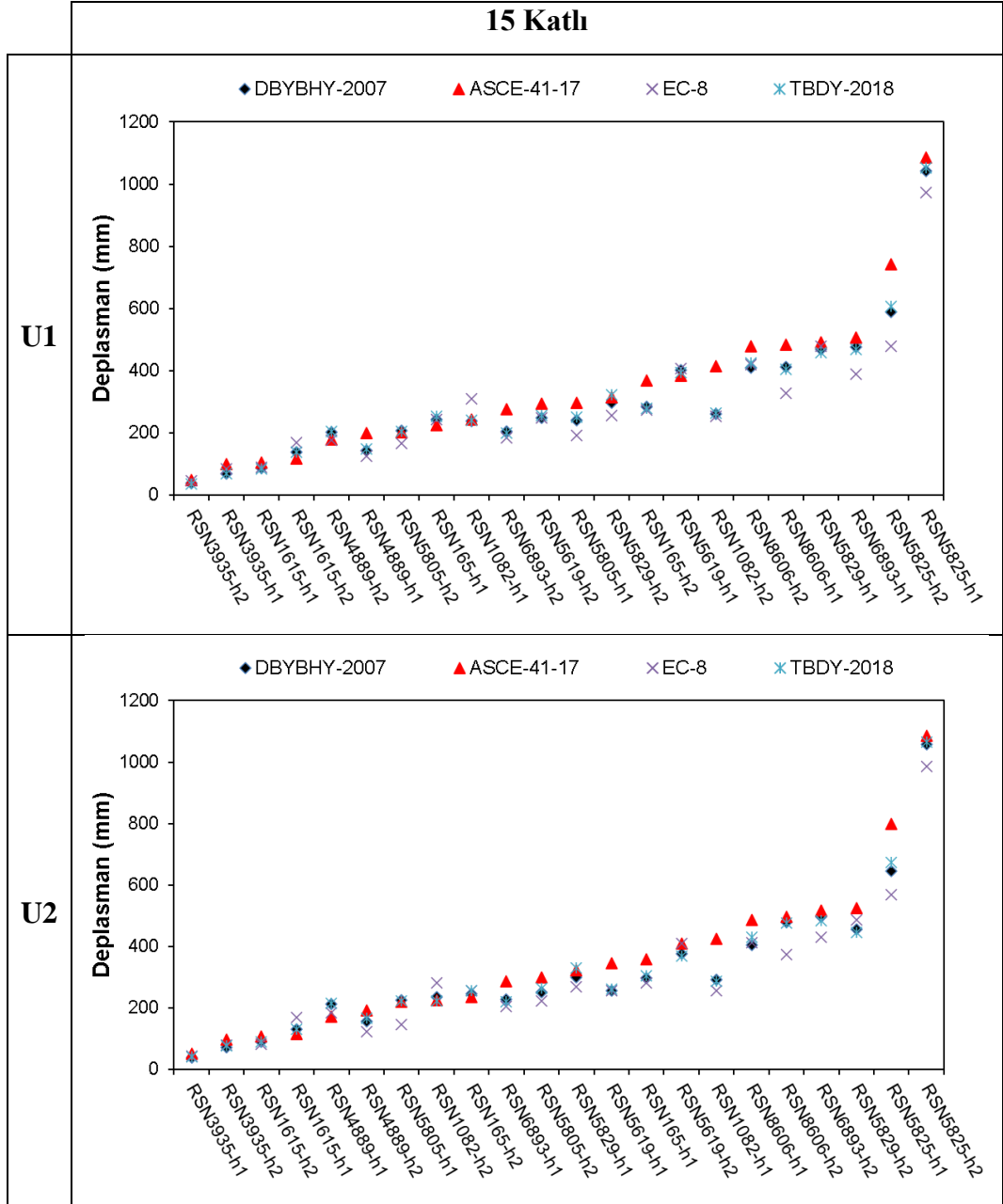
Bu grafikler sırasıyla 5, 10 ve 15 katlı modeller için verilmiştir. Grafiklerdeki U1 ve U2 yönleri sırasıyla yapının x ve y doğrultularını temsil etmektedir. Grafiklerde x eksenî kullanılan ivme kayıtlarını, y eksenî ise çatı katlarının milimetre cinsinden yaptıkları deplasmanları göstermektedir.



Şekil 4.5: 5 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil 4.6: 10 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil 4.7: 15 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri

Verilen şekiller incelendiğinde üç farklı kat adedine sahip model içinde en düşük deplasmana neden olan ivme kaydı RSN3935 (Tottori, Japan) gelmiştir. En yüksek deplasmana neden olan ivme kaydı ise 5 katlı model için RSN5829 (El Mayor-Cucapah, Mexico), 10 ve 15 katlı modeller için RSN5825 (El Mayor-Cucapah, Mexico) ivme kaydıdır.

5s-U1 modelinde en düşük deplasman değeri DBYBHY-2007 için 10.74 mm, ASCE 41-17 için 15.31 mm, EC-8 için 15.03 mm ve TBDY-2018 için 13.35 mm

elde edilirken 5s-U2 modeli için DBYBHY-2007'de 12.27 mm, ASCE 41-17'de 16.65 mm, EC-8'de 14.78 mm ve TBDY-2018'de 11.26 mm gelmiştir.

En düşük deplasman değeri 10s-U1 modelinde, DBYBHY-2007 için 35.38 mm, ASCE 41-17 için 40.68 mm, EC-8 için 24.89 mm ve TBDY-2018 için 35.44 mm gelmiştir. 10s-U2 modeli için DBYBHY-2007'de 34.86 mm, ASCE 41-17'de 40.89 mm, EC-8'de 29.46 mm ve TBDY-2018'de 35.03 mm olarak hesaplanmıştır.

15s-U1 modelinde en düşük deplasman değeri DBYBHY-2007 için 37.16 mm, ASCE 41-17 için 48.74 mm, EC-8 için 44.49 mm ve TBDY-2018 için 36.56 mm'dir. 15s-U2 modeli için DBYBHY-2007'de 38.37 mm, ASCE 41-17'de 49.88 mm, EC-8'de 41.76 mm ve TBDY-2018'de 40.27 mm'dir.

En yüksek deplasman değeri 5s-U1 modelinde, DBYBHY-2007 için 308.38 mm, ASCE 41-17 için 323.12 mm, EC-8 için 356.82 mm ve TBDY-2018 için 421.15 mm gelirken, 5s-U2 modeli için DBYBHY-2007'de 317.97 mm, ASCE 41-17'de 330.32 mm, EC-8'de 356.28 mm ve TBDY-2018'de 391.88 mm olarak okunmuştur.

10s-U1 modelinde en yüksek deplasman değeri DBYBHY-2007 için 456.76 mm, ASCE 41-17 için 628.79 mm, EC-8 için 369.72 mm ve TBDY-2018 için 427.31 mm gelmiştir. 10s-U2 modeli için DBYBHY-2007'de 563.99 mm, ASCE 41-17'de 692.74 mm, EC-8'de 437.97 mm ve TBDY-2018'de 526.46 mm olarak elde edilmiştir.

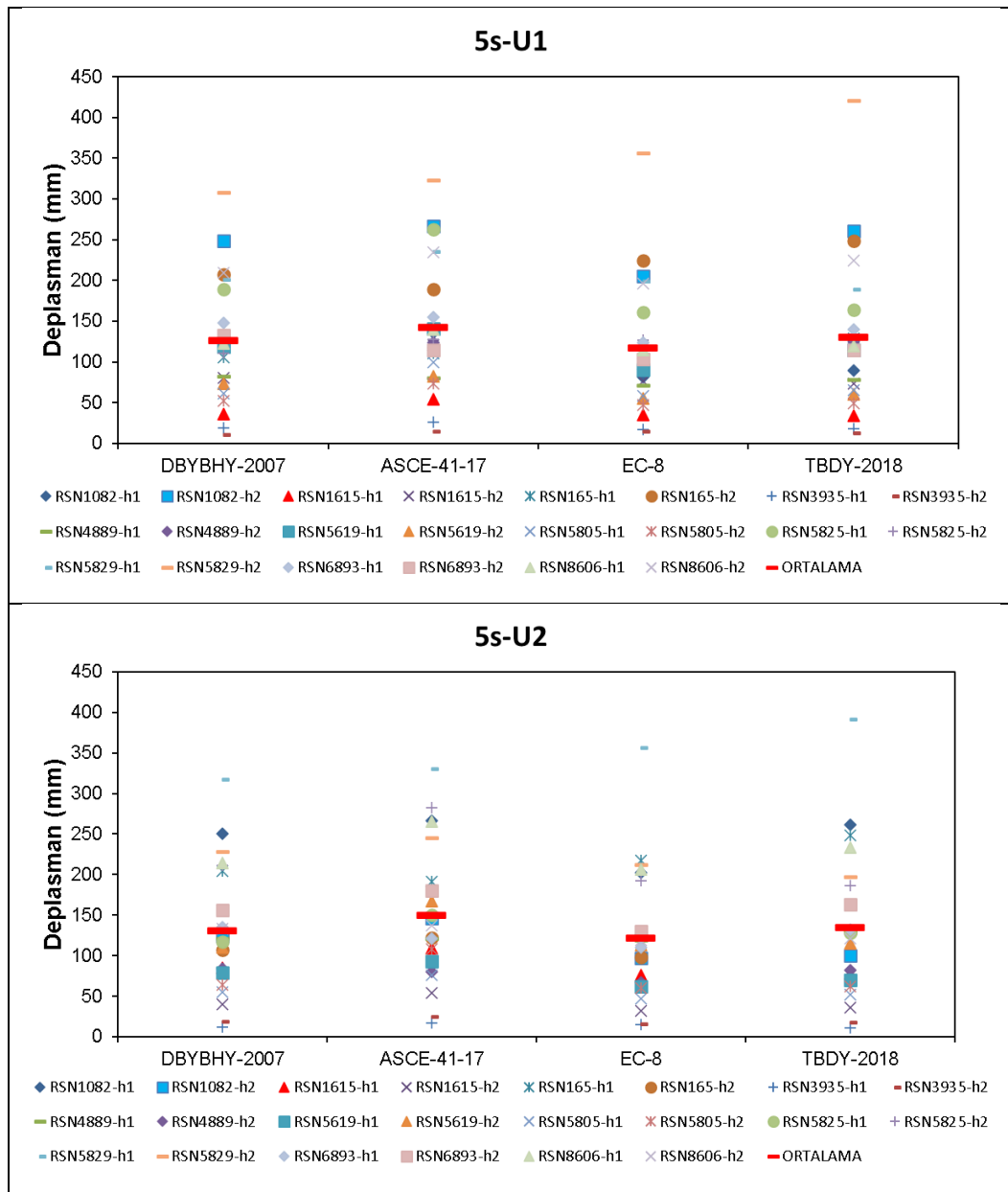
15s-U1 modelinde en yüksek deplasman değeri DBYBHY-2007 için 1042.52 mm, ASCE 41-17 için 1084.92 mm, EC-8 için 973.29 mm ve TBDY-2018 için 1053.46 mm'dir. 15s-U2 modeli için DBYBHY-2007'de 1056.88 mm, ASCE 41-17'de 1085.41 mm, EC-8'de 985.87 mm ve TBDY-2018'de 1065.70 mm gelmiştir.

4.3.2 Yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri

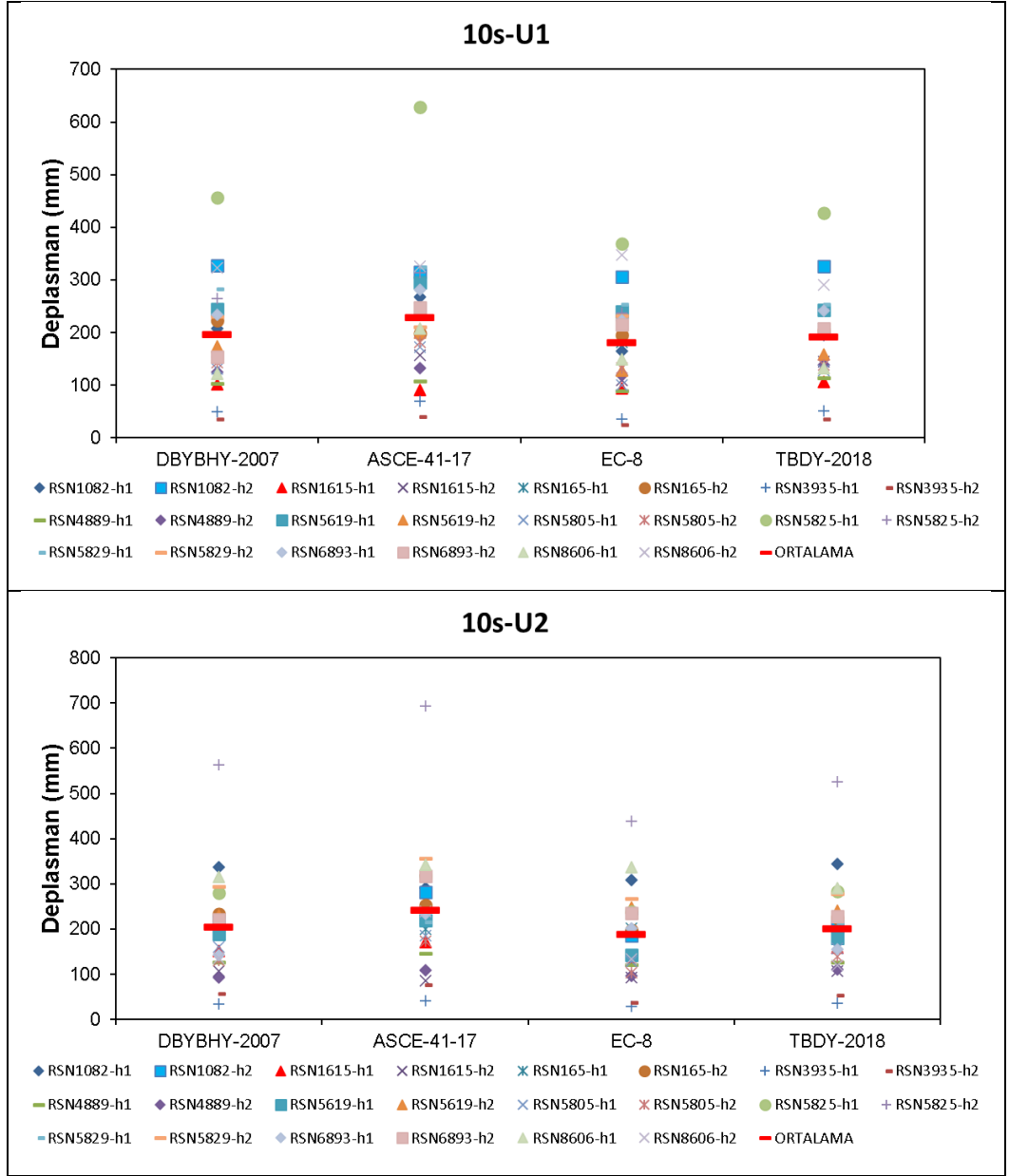
İlk olarak modellerin yaptıkları çatı deplasmanları 22 ivme kaydına göre her bir yönetmelik için karşılaştırılmıştır. Her bir yönetmelik için 22 ivme kaydına göre farklı deplasman değerleri bulunmuştur. Üç model için U1 ve U2 yönlerine göre ayrı ayrı hesaplanıp karşılaştırılmıştır. Daha sonra yönetmelik üzerinden karşılaştırma

yapabilmek için 22 ivme kaydına göre elde edilen deplasmanların ortalamaları hesaplanmıştır.

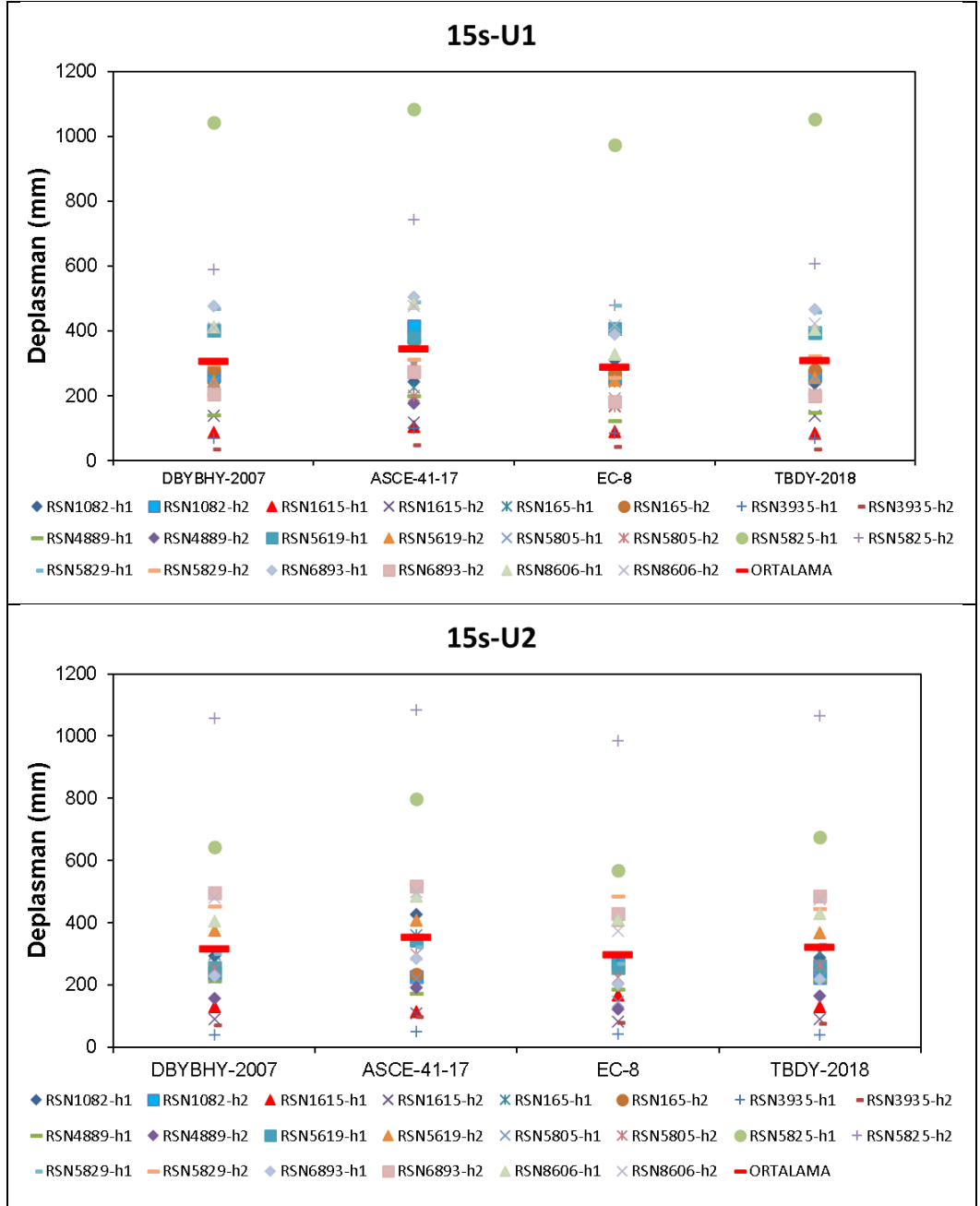
Bu grafikler sırasıyla 5, 10 ve 15 katlı modeller için Şekil 4.8 ile Şekil 4.10 arasında verilmiştir. Grafiklerdeki U1 ve U2 yönleri sırasıyla yapının x ve y doğrultularını temsil etmektedir. Grafiklerde x eksenini kullanan deprem yönetmeliklerini, y eksenini ise çatı katlarının milimetre cinsinden yaptıkları deplasmanları göstermektedir.



Şekil 4.8: 5 katlı modellerin yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil 4.9: 10 katlı modellerin yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil 4.10: 15 katlı modellerin yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri

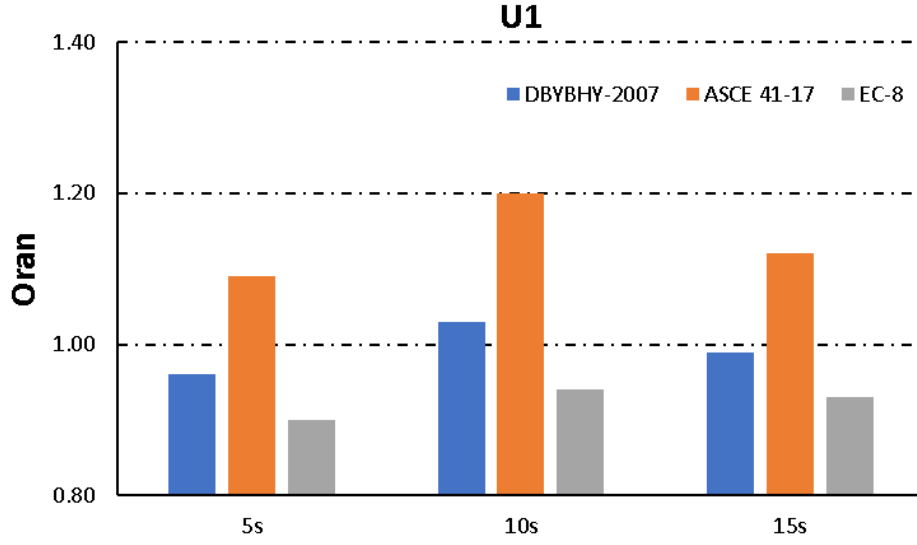
Verilen grafikler incelendiğinde değerlendirme açısından 22 ivme kaydının çatı deplasman taleplerinin her bir yönetmelik için ortalamaları alınıp değerleri milimetre cinsinden Tablo 4.2’de verilmiştir. Her bir yönetmelik için 5, 10 ve 15 katlı modellerin U1 ve U2 yönlerine göre ayrı ayrı değerler tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Maksimum çatı deplasman talepleri

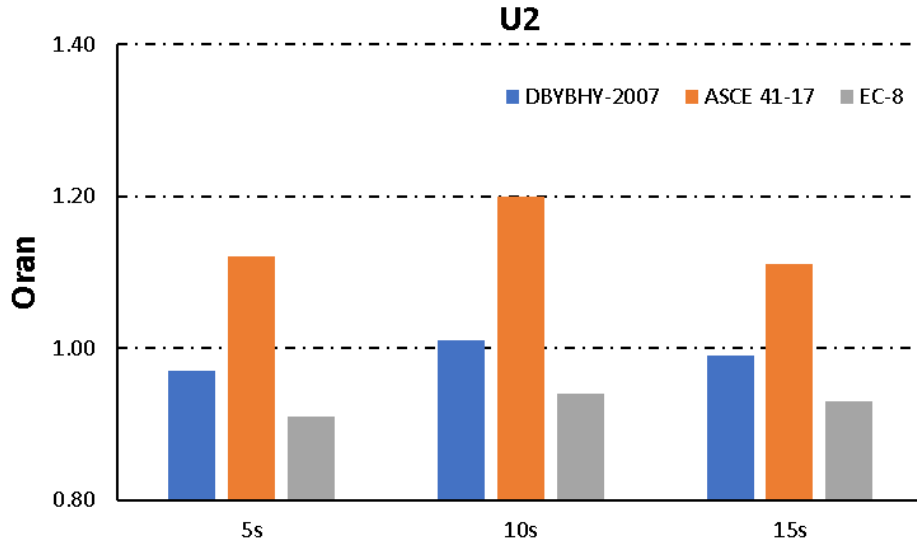
		Deplasman (mm)			
		DBYBHY-2007	ASCE 41-17	EC-8	TBDY-2018
5s	U1	125.30	141.47	116.99	130.15
	U2	130.43	149.46	121.55	133.99
10s	U1	196.08	227.92	179.51	190.70
	U2	202.67	240.00	187.18	199.78
15s	U1	304.41	343.19	285.84	307.14
	U2	315.52	353.14	296.17	319.26

Tablo 4.2 incelendiğinde kat sayısı arttıkça binaların yaptıkları deplasmanlarında arttığı gözlemlenmektedir. En fazla deplasman yapan yönetmelik 3 farklı kat yüksekliğine sahip modeller içinde ASCE 41-17 olmuştur. En az deplasman yapan yönetmelik ise EC-8’dir. TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmelikleri birbirlerine yakın değerler almaktadır. 5 ve 15 katlı modellerde TBDY-2018 yönetmeliği DBYBHY-2007’ye göre daha fazla deplasman yaparken 10 katlı modelde daha az deplasman yapmıştır. Bu yüzden bu iki yönetmelik arasında net bir sıralama yapılamamaktadır.

TBDY-2018 yönetmeliğini diğer yönetmeliklere göre ne durumda olduğunu görmek amacıyla bir oranlama yapılmıştır. TBDY-2018 yönetmeliği değerlerinin diğer yönetmeliklerin sonuçlarıyla arasındaki farklar yüzde cinsinden karşılaştırılmıştır. U1 ve U2 yönlerine göre sırasıyla Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de verilmiştir. Şekillerde x ekseninde 5, 10 ve 15 katlı modelleri, y eksenini yönetmeliklerin TBDY-2018’e oranının yüzde cinsinden değerini vermektedir.



Şekil 4.11: Yönetmeliklerin U1 yönüne göre ortalama çatı deplasman taleplerinin TBDY-2018'e oranı



Şekil 4.12: Yönetmeliklerin U2 yönüne göre göreceli kat ötelenme oranının TBDY-2018'e oranı

DBYBHY-2007 değerlerini TBDY-2018 değerleri ile kıyasladığımızda; 5s-U1 için %3.7, 5s-U2 için %2.7, 10s-U1 için %2.8, 10s-U2 için %1.5, 15s-U1 için %0.9, 15s-U2 için %1.2'lik fark gözlemlenmektedir.

ASCE 41-17 değerlerini TBDY-2018 değerleri ile kıyasladığımızda; 5s-U1 için %8.7, 5s-U2 için %11.6, 10s-U1 için %19.5, 10s-U2 için %20.1, 15s-U1 için %11.7, 15s-U2 için %10.6 fark gözlemlenmektedir.

EC-8 değerlerini TBDY-2018 değerleri ile kıyasladığımızda; 5s-U1 için %10.1, 5s-U2 için %9.3, 10s-U1 için %5.9, 10s-U2 için %6.3, 15s-U1 için %6.9, 15s-U2 için %7.2 fark gözlemlenmektedir.

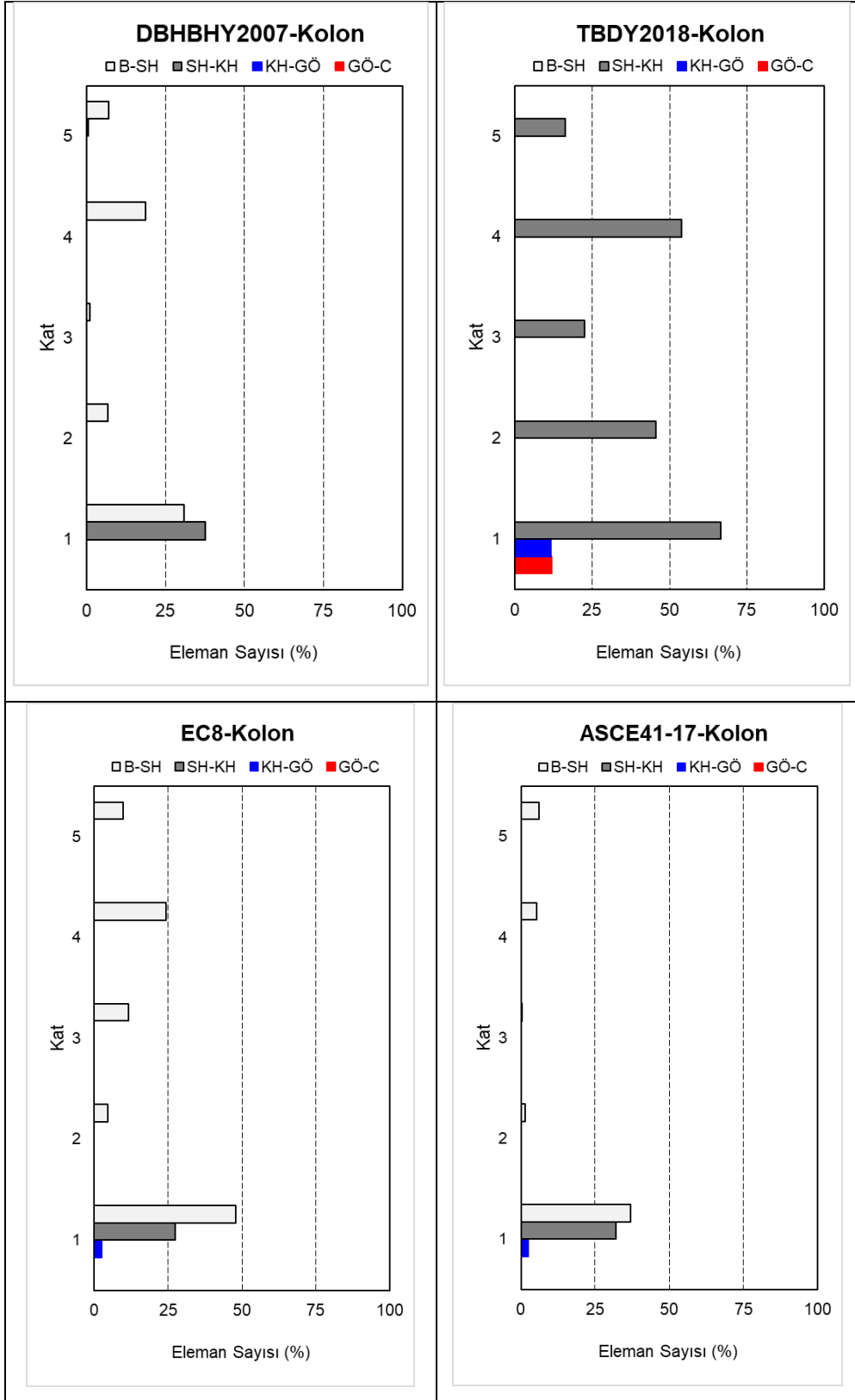
Sonuçlar incelendiğinde çatı deplasman talepleri ile etkin kesit rijitliklerindeki kiriş çarpanı arasında bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Kiriş için etkin kesit rijitliği çarpanı azaldıkça çatı deplasman taleplerinde artış görülmektedir.

4.4 Hasar Dağılımı

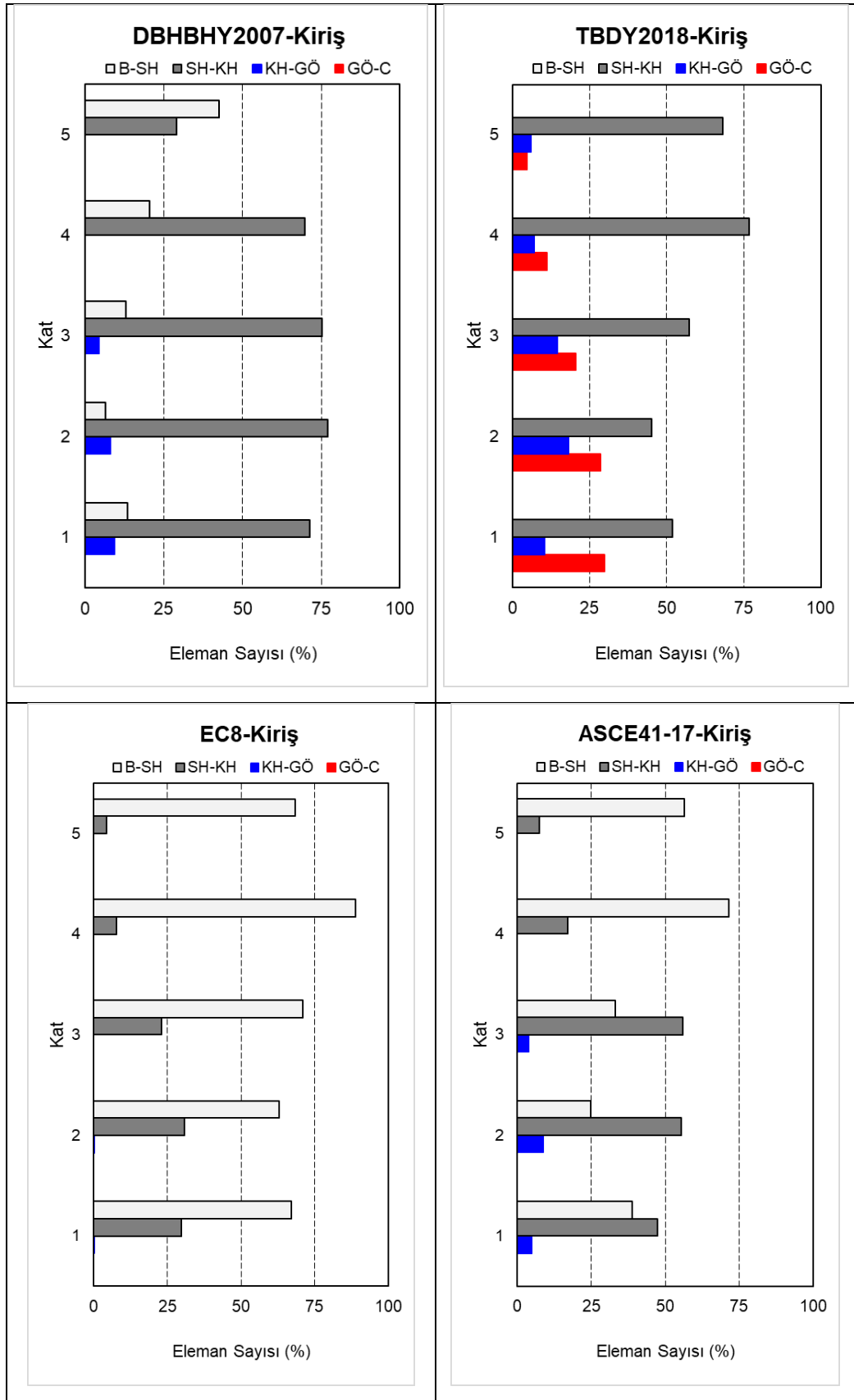
Tüm modellerde plastik mafsallar tanımlanarak analizler yapılmıştır. 11 ivme kaydı takımına göre yapılan analizler sonucunda taşıyıcı elemanlarda oluşan hasar sınırları incelenmiştir. DBYBHY-2007, TBDY-2018, EC-8 ve ASCE 41-17 yönetmeliklerinde belirtilen koşullara göre kolon ve kiriş elemanların hangi hasar sınırı bölgesinde oldukları grafikler halinde Şekil 4.13 ile Şekil 4.18 arasında verilmiştir.

Grafiklerde x eksenini, yapıdaki ilgili elemanın yüzdeleri cinsinden adedini göstermektedir. Kat adedi de y ekseninde verilmiştir. 3 farklı modelin kolon ve kiriş elemanları dört yönetmelik içinde incelenmiştir.

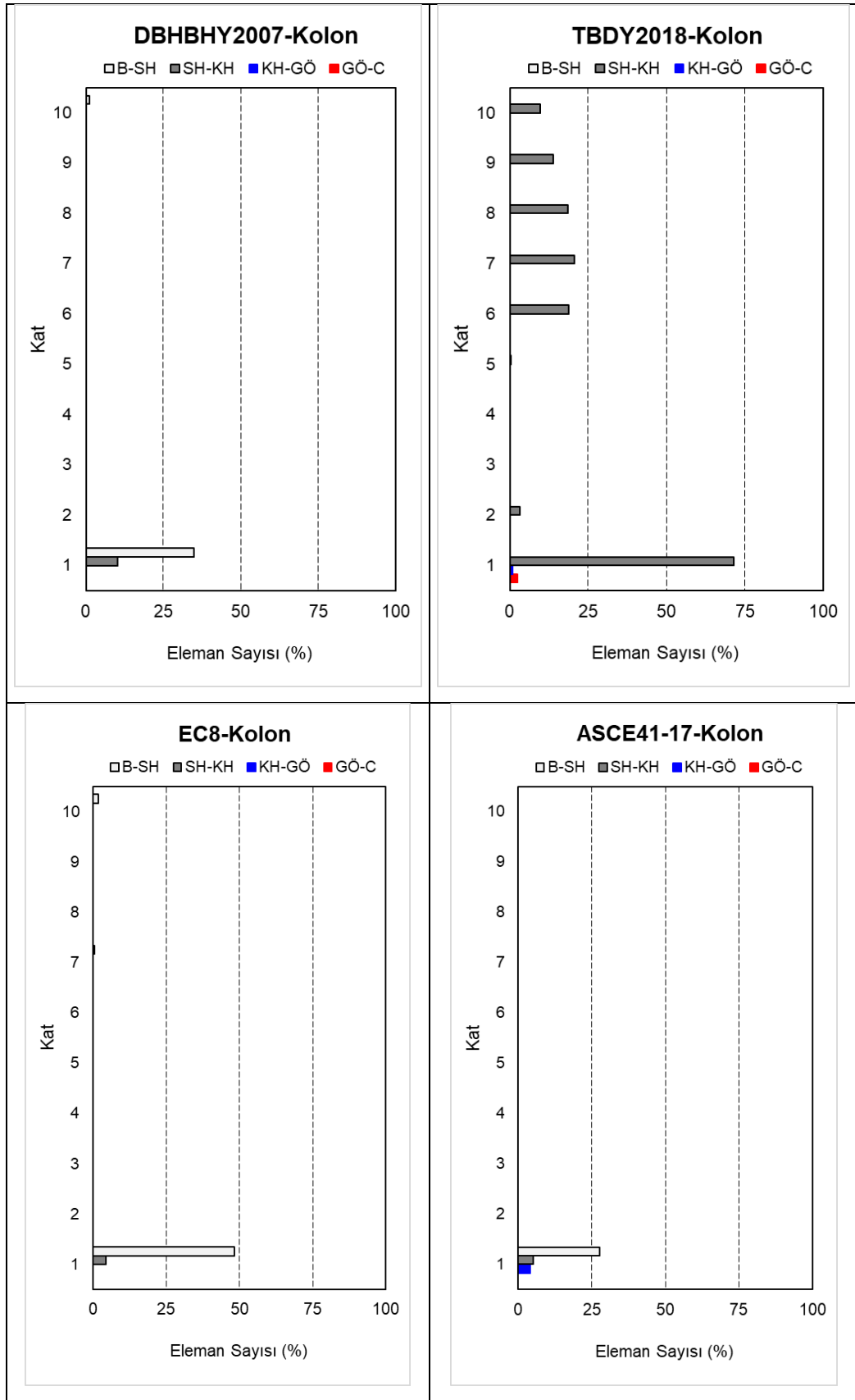
Grafiklerdeki SH; Sınırlı Hasarı, KH; Kontrollü Hasarı, GÖ; Göçmenin Önlenmesi hasar sınırlarını temsil etmektedir. B-SH; Sınırlı Hasar Bölgesini, SH-KH Belirgin Hasar Bölgesini, KH-GÖ; İleri Hasar Bölgesini, GÖ-C; Göçme Bölgesini göstermektedir.



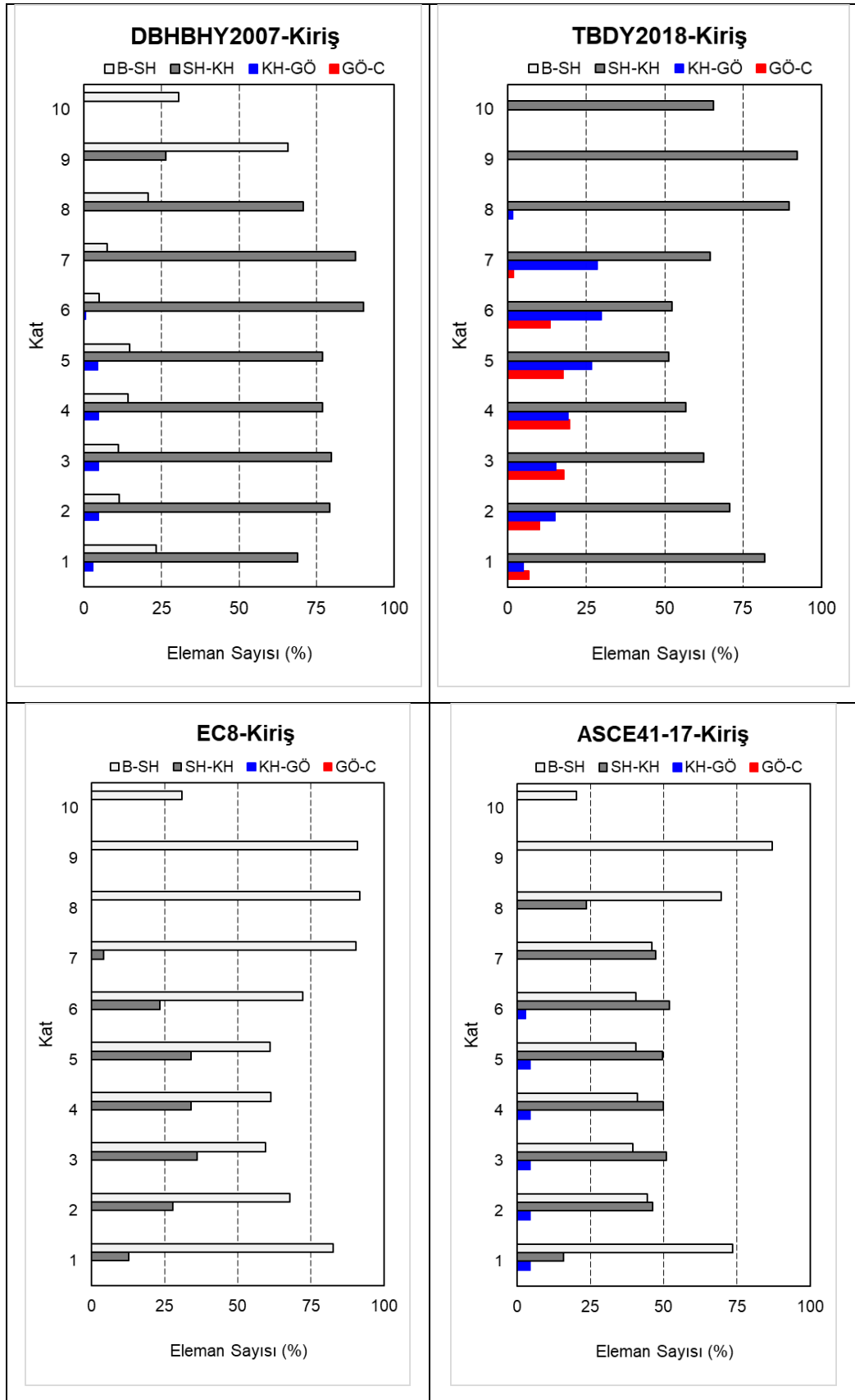
Şekil 4.13: 5 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kolon hasar dağılımları



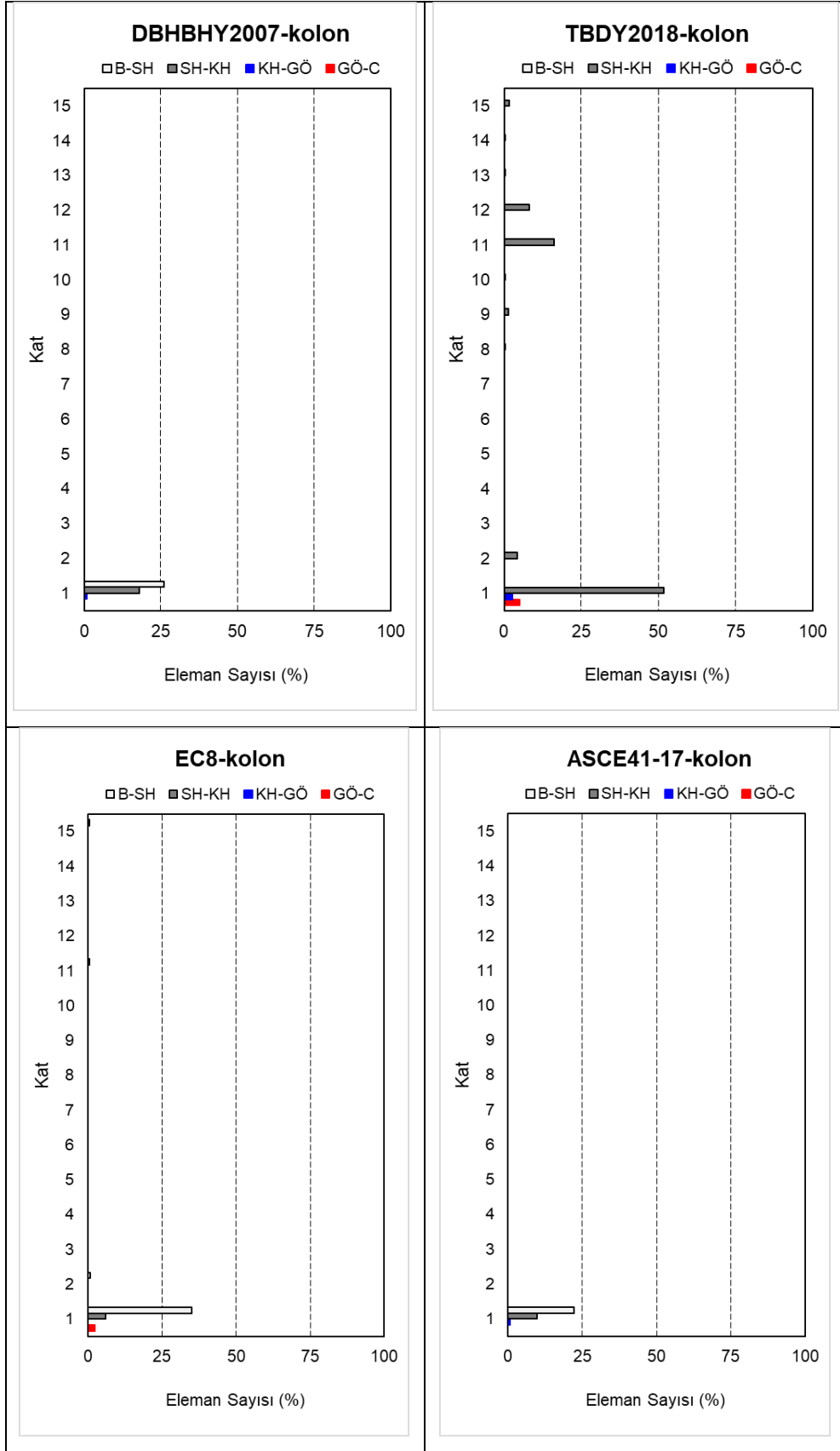
Şekil 4.14: 5 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kiriş hasar dağılımları



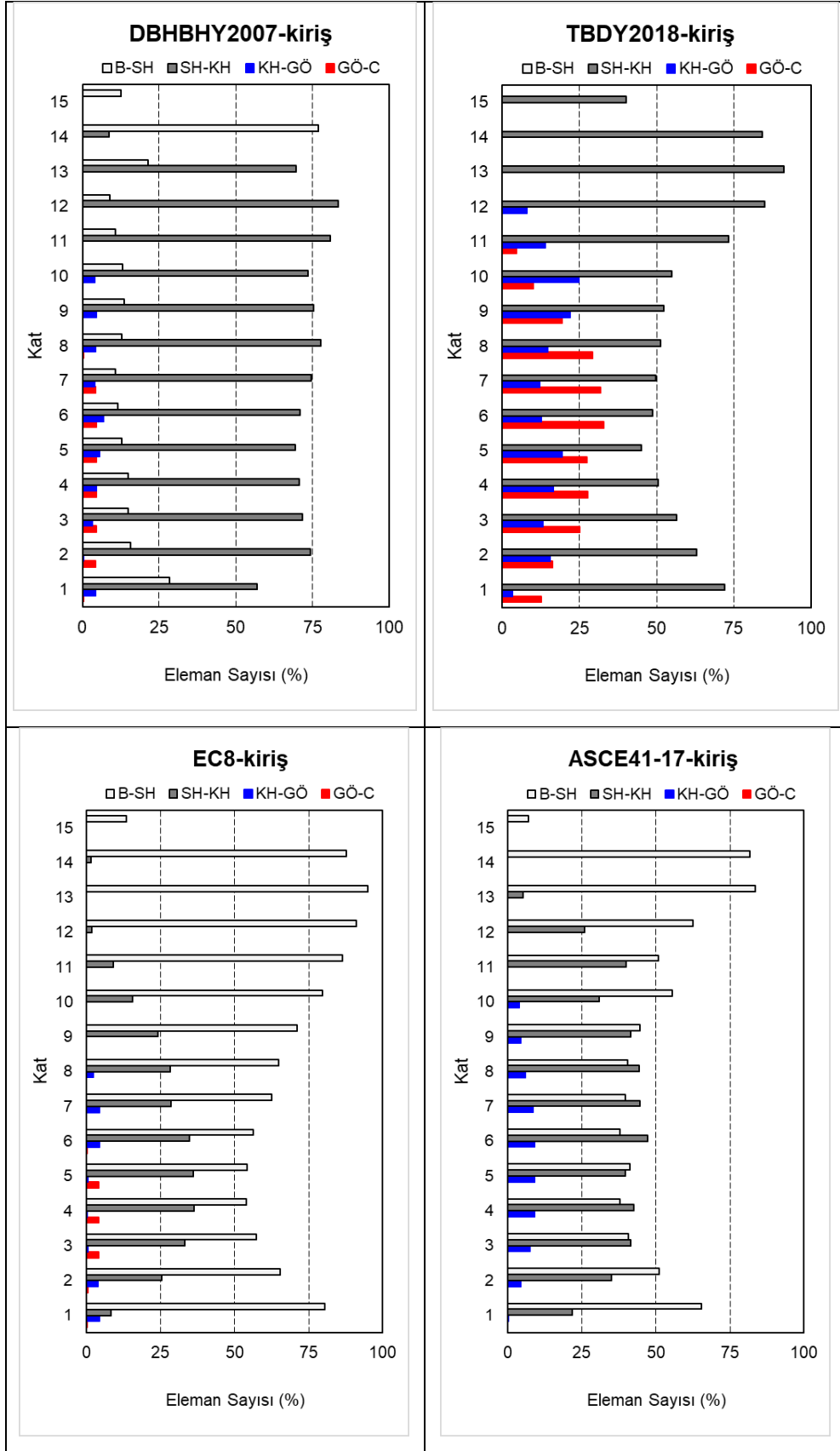
Şekil 4.15: 10 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kolon hasar dağılımları



Şekil 4.16: 10 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kiriş hasar dağılımları



Şekil 4.17: 15 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kolon hasar dağılımları



Şekil 4.18: 15 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için yönetmeliklere göre kiriş hasar dağılımları

Grafikler incelendiğinde kiriş elemanların kolon elemanlardan daha çok hasar aldığı gözlemlenmektedir. Böylece modellerin güçlü kolon zayıf kiriş koşuluna uygun olduğu gözükmemektedir. Daha iyi bir değerlendirme için kat bazında yönetmeliklere göre taşıyıcı elemanların yüzde cinsinden değerleri 5, 10 ve 15 katlı modeller için sırasıyla Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5’te verilmiştir. Hasar sınırlarına bakıldığında TBDY-2018’in diğer yönetmeliklere göre daha yüksek hasar sınırlarına ulaştığı görülmektedir.

Tablo 4.3: 5 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)

KAT	YÖNETMELİK	KOLON (%)				KİRİŞ (%)			
		B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C	B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C
1	TBDY-2018	0	67	12	12	0	52	10	30
	DBYBHY-2007	31	38	0	0	14	71	9	0
	ASCE-41-17	37	32	2	0	39	47	5	0
	EC-8	48	27	2	0	67	30	0	0
2	TBDY-2018	0	46	0	0	0	45	18	29
	DBYBHY-2007	7	0	0	0	6	77	8	0
	ASCE-41-17	2	0	0	0	25	55	9	0
	EC-8	5	0	0	0	63	31	0	0
3	TBDY-2018	0	22	0	0	0	57	14	21
	DBYBHY-2007	1	0	0	0	13	75	5	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	33	56	4	0
	EC-8	12	0	0	0	71	23	0	0
4	TBDY-2018	0	54	0	0	0	77	7	11
	DBYBHY-2007	19	0	0	0	21	70	0	0
	ASCE-41-17	5	0	0	0	72	17	0	0
	EC-8	24	0	0	0	89	8	0	0
5	TBDY-2018	0	16	0	0	0	68	6	5
	DBYBHY-2007	7	1	0	0	42	29	0	0
	ASCE-41-17	6	0	0	0	56	7	0	0
	EC-8	10	0	0	0	68	4	0	0

5 katlı model için hasar sınırları incelendiğinde kolon elemanlarda göçme bölgesine tek ulaşan yönetmelik birinci katta %2.4 ile TBDY-2018 olmuştur. En güvenli tarafta kalan yönetmelik ASCE 41-17 olmuştur. Tüm katlardaki kolon elemanlara bakıldığında TBDY-2018’in %54.4’ü, DBYBHY-2007’nin %79.5’i, ASCE 41-17’nin %83.1’i ve EC-8’in %74.4’ü herhangi bir hasar bölgesine ulaşmamıştır.

Kiriş elemanlar incelendiğinde göçme bölgesine ulaşan tek yönetmelik 5 katta da olmak üzere TBDY-2018 olmuştur. Tüm katlardaki giriş elemanlara bakıldığında TBDY-2018'in %10.1'i, DBYBHY-2007'nin %11.9'u, ASCE 41-17'nin %14.9'u ve EC-8'in %9.1'i herhangi bir hasar bölgesine ulaşmamıştır.

EC-8'in tüm giriş elemanlar için %90.9'u hasar bölgelerinde olsa da bunların %71.7'si sınırlı hasar bölgesinde, %19.1'i belirgin hasar bölgesinde, %0,1'i ileri hasar bölgesindedir. ASCE 41-17'nin %45'i sınırlı hasar bölgesinde %36.6'sı belirgin hasar bölgesinde, %3.5'i ileri hasar bölgesindedir. DBYBHY-2007'nin %19.2'si sınırlı hasar bölgesinde, %64.5'i belirgin hasar bölgesinde, %4.4'ü ileri hasar bölgesindedir. TBDY-2018'in %59.8'i belirgin hasar bölgesinde, %11.2'si ileri hasar bölgesinde, %18.9'u ise göçme bölgesindedir.

Tablo 4.4: 10 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)

KAT	YÖNETMELİK	KOLON				KİRİŞ			
		B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C	B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C
1	TBDY-2018	0	72	1	2	0	82	5	7
	DBYBHY-2007	35	10	0	0	23	69	3	0
	ASCE-41-17	28	5	4	0	73	16	5	0
	EC-8	48	5	0	0	82	13	0	0
2	TBDY-2018	0	3	0	0	0	71	15	10
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	11	79	5	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	44	46	5	0
	EC-8	0	0	0	0	68	28	0	0
3	TBDY-2018	0	0	0	0	0	62	15	18
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	11	80	5	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	40	51	5	0
	EC-8	0	0	0	0	59	36	0	0
4	TBDY-2018	0	0	0	0	0	57	19	20
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	14	77	5	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	41	50	5	0
	EC-8	0	0	0	0	61	34	0	0
5	TBDY-2018	0	0	0	0	0	51	27	17
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	15	77	4	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	41	50	5	0
	EC-8	0	0	0	0	61	34	0	0
6	TBDY-2018	0	19	0	0	0	52	30	13
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	5	90	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	41	52	3	0
	EC-8	0	0	0	0	72	23	0	0

Tablo 4.4 (devam): 10 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)

KAT	YÖNETMELİK	KOLON				KİRİŞ			
		B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C	B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C
7	TBDY-2018	0	21	0	0	0	64	28	2
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	7	88	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	46	47	0	0
	EC-8	1	0	0	0	90	4	0	0
8	TBDY-2018	0	18	0	0	0	90	1	0
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	21	71	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	70	24	0	0
	EC-8	0	0	0	0	92	0	0	0
9	TBDY-2018	0	14	0	0	0	92	0	0
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	66	26	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	87	0	0	0
	EC-8	0	0	0	0	91	0	0	0
10	TBDY-2018	0	10	0	0	0	65	0	0
	DBYBHY-2007	1	0	0	0	30	0	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	20	0	0	0
	EC-8	2	0	0	0	31	0	0	0

10 katlı model için hasar sınırları incelendiğinde kolon elemanlarda göçme bölgesine tek ulaşan yönetmelik birinci katta %2 ile TBDY-2018 olmuştur. ASCE 41-17 birinci kat dışında herhangi bir hasar bölgesine gelmemiştir. DBYBHY-2007 birinci kat dışında sadece son katta %1'i sınırlı hasar bölgesine ulaşırken EC-8 ise birinci kat dışında 7. katta %1, son katta %2'si sınırlı hasar bölgesine ulaşmıştır.

Kiriş elemanlar incelendiğinde TBDY-2018 ilk 7 katta göçme bölgesine ulaşmıştır. Diğer yönetmeliklerde göçme bölgesine varan herhangi bir yönetmelik olmamıştır. Tüm katlardaki giriş elemanlara bakıldığında TBDY-2018'in %8.7'si, DBYBHY-2007'nin %11.9'u, ASCE 41-17'nin %13.6'sı ve EC-8'in %12'si herhangi bir hasar bölgesine ulaşmamıştır.

Modeldeki tüm giriş elemanlarda ASCE 41-17'nin %86.4'ü hasar bölgesinde olsa da bunların %50.3'ü sınırlı hasar bölgesinde, %33.5'i belirgin hasar bölgesinde ve %2.6'sı ileri hasar bölgesindedir. EC-8'in.%70.8'i sınırlı hasar bölgesinde ve %17.2'si belirgin hasar bölgesinde olmak üzere %88'i hasar bölgesine ulaşmıştır. DBYBHY-2007'nin %88.1'i hasar bölgesindedir. Bunların %20.4'ü sınırlı hasar bölgesinde, %65.7'si belirgin hasar bölgesinde ve %2.1'i ileri hasar bölgesindedir. En fazla elemanın hasar bölgesine ulaştığı yönetmelik %91.3 ile TBDY-2018

olmuştur. Bunların %68.7'si belirgin hasar bölgesinde, %14'ü ileri hasar bölgesinde ve %8.6'sı göçme bölgesine ulaşmıştır.

Tablo 4.5: 15 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)

KAT	YÖNETMELİK	KOLON				KİRİŞ			
		B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C	B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C
1	TBDY-2018	0	52	3	5	0	72	3	13
	DBYBHY-2007	26	18	1	0	28	57	4	0
	ASCE-41-17	22	10	1	0	65	22	0	0
	EC-8	35	6	0	2	80	8	4	0
2	TBDY-2018	0	4	0	0	0	63	15	16
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	16	74	0	4
	ASCE-41-17	0	0	0	0	51	35	5	0
	EC-8	1	0	0	0	65	25	4	1
3	TBDY-2018	0	0	0	0	0	56	13	25
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	15	72	3	5
	ASCE-41-17	0	0	0	0	41	41	8	0
	EC-8	0	0	0	0	57	33	0	4
4	TBDY-2018	0	0	0	0	0	50	16	28
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	15	71	4	5
	ASCE-41-17	0	0	0	0	38	43	9	0
	EC-8	0	0	0	0	54	36	0	4
5	TBDY-2018	0	0	0	0	0	45	19	27
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	13	69	5	5
	ASCE-41-17	0	0	0	0	41	40	9	0
	EC-8	0	0	0	0	54	36	0	4
6	TBDY-2018	0	0	0	0	0	49	13	33
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	12	71	7	5
	ASCE-41-17	0	0	0	0	38	47	9	0
	EC-8	0	0	0	0	56	35	4	0
7	TBDY-2018	0	0	0	0	0	50	12	32
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	11	74	4	4
	ASCE-41-17	0	0	0	0	40	45	9	0
	EC-8	0	0	0	0	62	28	5	0
8	TBDY-2018	0	0	0	0	0	51	15	29
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	13	78	4	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	40	44	6	0
	EC-8	0	0	0	0	65	28	2	0
9	TBDY-2018	0	1	0	0	0	52	22	19
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	14	75	5	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	45	41	5	0
	EC-8	0	0	0	0	71	24	0	0

Tablo 4.5 (devam): 15 katlı modelin kat bazında yönetmeliklere göre hasar sınırları (%)

KAT	YÖNETMELİK	KOLON				KİRİŞ			
		B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C	B-SH	SH-KH	KH-GÖ	GÖ-C
10	TBDY-2018	0	0	0	0	0	55	25	10
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	13	74	4	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	56	31	4	0
	EC-8	0	0	0	0	80	15	0	0
11	TBDY-2018	0	16	0	0	0	73	14	5
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	11	81	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	51	40	0	0
	EC-8	1	0	0	0	86	9	0	0
12	TBDY-2018	0	8	0	0	0	85	8	0
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	9	83	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	62	26	0	0
	EC-8	0	0	0	0	91	2	0	0
13	TBDY-2018	0	0	0	0	0	91	0	0
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	21	70	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	83	5	0	0
	EC-8	0	0	0	0	95	0	0	0
14	TBDY-2018	0	0	0	0	0	84	0	0
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	77	9	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	82	0	0	0
	EC-8	0	0	0	0	88	2	0	0
15	TBDY-2018	0	2	0	0	0	40	0	0
	DBYBHY-2007	0	0	0	0	13	0	0	0
	ASCE-41-17	0	0	0	0	7	0	0	0
	EC-8	0	0	0	0	13	0	0	0

15 katlı model için hasar sınırları incelendiğinde kolon elemanlarda göçme bölgesine ulaşan yönetmelikler sadece birinci katta %5 ile TBDY-2018 ve %2 ile EC-8 olmuştur. ASCE 41-17 ve DBYBHY-2007 birinci kat dışında hasar bölgelerine ulaşmamıştır. EC-8 birinci kat dışında 2. ve 11. katta %1'i, sınırlı hasar bölgesine ulaşmıştır.

ASCE 41-17 hariç kiriş elemanlarda tüm yönetmelikler göçme bölgesine ulaşmıştır. Tüm katlardaki kiriş elemanlar incelendiğinde TBDY-2018'in %15.8'i, DBYBHY-2007'nin %1.8'i ve EC-8'in %0.9'u göçme bölgesindedir.

Tüm kiriş elemanlar incelendiğinde en fazla hasar bölgesine ulaşan yönetmelik %89.1 ile EC-8 olmuştur. Bunların %67.9'u sınırlı hasar bölgesinde, %18.9'u belirgin hasar bölgesinde, %1.4'ü ileri hasar bölgesinde ve %0.9'u göçme

bölgesindedir. İkinci olarak en fazla hasar bölgesine ulaşan yönetmelik %88.6 ile TBDY-2018'dir. Bunun da %61.2'si belirgin hasar bölgesinde, %11.7'si ileri hasar bölgesinde ve %15.8'i göçme bölgesindedir. DBYBHY-2007'nin %87'si hasar bölgesine ulaşmıştır. Bunların %18.6'sı sınırlı hasar bölgesinde, %63.9'u belirgin hasar bölgesinde, %2.7'si ileri hasar bölgesinde ve %1.8'i göçme bölgesindedir. ASCE 41-17 %84.2 ile en az hasar bölgesine ulaşan yönetmeliktir. Bunların %49.3'ü sınırlı hasar bölgesi, %30.7'si belirgin hasar bölgesi ve %4.2'si ileri hasar bölgesindedir.

Genel olarak hasar sınırları incelendiğinde TBDY-2018'e göre modellenmiş yapılar daha ileri hasar seviyelerine ulaştığı görülmektedir. ASCE 41-17 daha fazla deplasmana izin vermesine rağmen daha düşük hasar seviyelerinde kalmıştır. TBDY 2018'in diğer yönetmeliklere göre mevcut yapıları daha fazla cezalandırdığı ortaya çıkmıştır.

5. ÖNERİLEN YAKLAŞIM

5.1 Genel

Bir önceki bölümde TBDY-2018 yönetmeliğine göre modellenen tüm bina modellerinin hasar dağılımlarını incelediğimizde, göçme bölgesine ulaşan kolon ve kiriş elemanlar bulunmaktadır. TBDY-2018 yönetmeliğine göre tasarımı gerçekleştirilen bu bina modellerinin yine aynı yönetmeliğe göre deprem performansları değerlendirildiğinde, binalar “Kontrollü Hasar (KH)” performans düzeyini sağlamamaktadır. Özellikle kiriş elemanların önemli bir kısmı göçme bölgesinde yer almaktadır. TBDY-2018’e göre mevcut binaların performans değerlendirmesi aşamasında taşıyıcı elemanların hasar düzeylerinin ciddi bir şekilde cezalandırıldığı söylenebilir. Ülkemizde yer alan konut stoğunda görülen işçilik ve malzeme kalitesindeki yetersizlik bu cezalandırma işlemi etkili olduğu düşünülmektedir. Bu bölümde, TBDY-2018 tarafından önerilen bazı parametrelerin farklı yönetmeliklerdeki karşılıkları ile değiştirilmesinin bina performansları üzerindeki etkileri incelenmek istenmiştir. Bu kapsamda etkin kesit rijitliği (EI_e) ve maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması (ϵ_{su}) değerleri için yeni değerler dikkate alınmıştır. Bu yeni değerler ile hesaplanan kesit hasar sınır değerleri, tüm bina modellerine yansıtılmıştır. Oluşturulan yeni bina modelleri ise “öneri” olarak etiketlenmiştir ve diğer yönetmelikler ile kıyaslanmıştır.

TBDY-2018 yönetmeliğine göre kolon ve kiriş elemanların etkin kesit rijitliği hesabında, Tablo 5.1’de görüldüğü üzere sabit değer dikkate alınmaktadır. Diğer yönetmelikler incelendiğinde (Tablo 2.5), kolon eleman için önerilen etkin kesit rijitliği değerleri 0.7 değerinin oldukça altındadır. Bu yüzden “öneri” olarak isimlendirilen yeni yaklaşımda etkin kesit rijitliği çarpanı, ASCE 41-17’de sunulduğu hali ile dikkate alınmıştır. Bu çarpan kolonlar için eksenel yüke bağlı olarak hesaplanırken kirişler için sabit bir değer olarak dikkate alınmaktadır.

Tablo 5.1: Önerilen etkin kesit rijitliği çarpanı

Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	Kolon	Kiriş
TBDY-2018	0.7	0.35
ÖNERİ	$N_D/(Acfc_m) \geq 0.5$ için 0.7 $N_D/(Acfc_m) \leq 0.1$ için 0.3	0.3

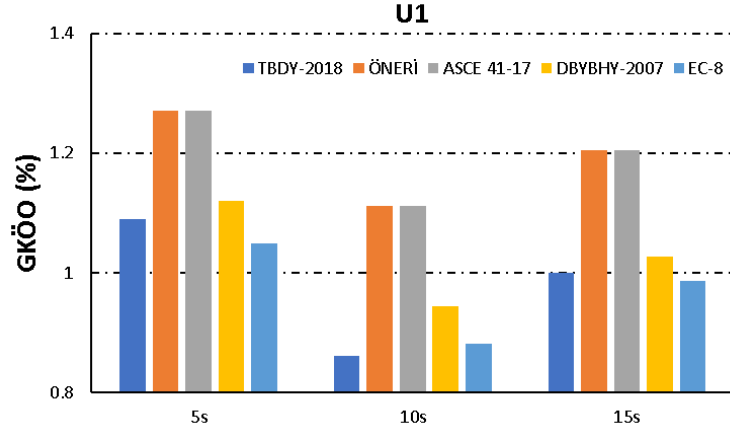
Bina modellerinde yer alan kolon-kiriş elemanların moment-eğrilik analizleri incelendiğinde kesitin hasar sınırı düzeyinin, çelik birim şekil değiştirmesi tarafından kontrol edildiği gözlenmiştir. Bu yüzden ε_{su} (maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması) değerinde yeni bir değer dikkate alınmıştır. Bu değer TBDY-2018 için 0.08 iken önerilen modelde 0.12 seçilmiştir.

Dikkate alınan yeni değerler ile oluşturulan bina modelleri için zaman tanım alanında dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda, öneri bina modelleri için deplasman profilleri, görelî kat ötelenme oranları, çatı (tepe) deplasman talepleri ve hasar dağılımları elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler 4. bölümde diğer yönetmeliklere ait bina modeli sonuçları ile kıyaslanmıştır.

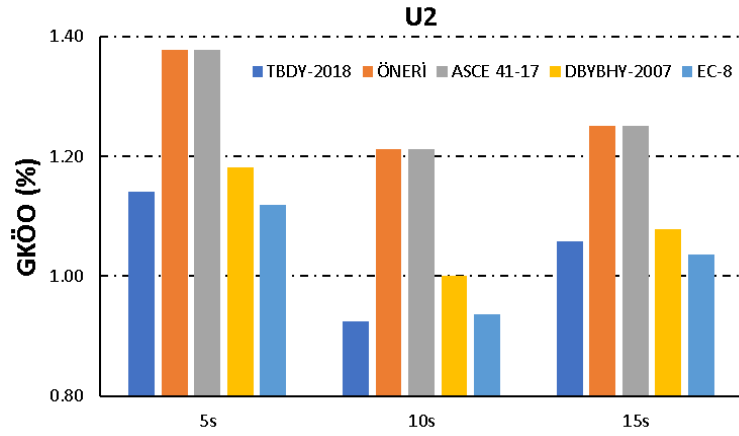
Farklı bina yönetmelikleri ve önerilen yeni yaklaşım için her bir bina modelinin 22 adet ivme kaydı analizi sonucu yapabileceği maksimum çatı (tepe) ötelenme değerleri zamana bağlı olarak EK D’de verilmiştir. Ayrıca bina modellerinin tüm katlarında elde edilen maksimum ve minimum deplasman talepleri, deplasman profilleri olarak EK E’de verilmiştir.

5.2 Görelî Kat Ötelenme Oranı

Dinamik analizler sonucu bina modellerinin her bir katında (mutlak değerce) maksimum görelî kat ötelenme oranları elde edilmiştir (bkz. EK F). 22 farklı ivme kaydı için elde edilen bu değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. Önerilen yeni yaklaşım için hesaplanan ortalama GKÖÖ değerleri ve her bir bina yönetmeliği için hesaplanan ortalama GKÖÖ değerleri Şekil 5.1 ve Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.1: Yönetmeliklere göre U1 yönü için ortalama GKÖO değerleri

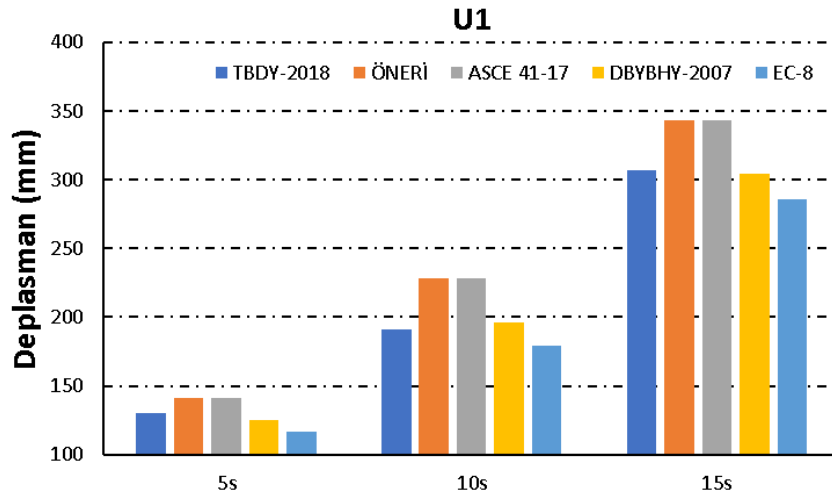


Şekil 5.2: Yönetmeliklere göre U2 yönü için ortalama GKÖO değerleri

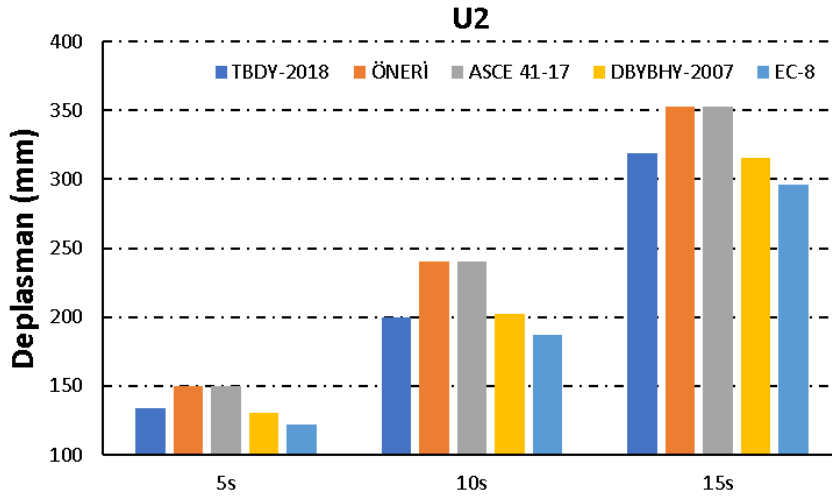
Şekil 5.1 ve ekil 5.2’de sunulan grafiklerde x eksenini bina modelini, y eksenini ise ortalama görel kat ötelenme oranını temsil etmektedir. Öneri modelinin ortalama GKÖO değerleri ile TBDY-2018 yönetmeliğine göre oluşturulan bina modelinin sonuçları karşılaştırıldığında, U1 yönü için 5 katlı modelde %17, 10 katlı modelde %29 ve 15 katlı modelde %20’lik bir fark görülmektedir. U2 yönü için aralarındaki fark ise 5 katlı modelde %21, 10 katlı modelde %31 ve 15 katlı modelde %18 olarak hesaplanmıştır. Tüm bina modellerinin GKÖO değerlerinde görülen bu artışlar, önerilen yaklaşımda dikkate alınan etkin kesit rijitliğine bağlıdır. Önerilen yaklaşımda, etkin kesit rijitlik değerinin ASCE 41-17 ile aynı olmasından dolayı GKÖO değerleri, ASCE 41-17 ile aynıdır.

5.3 Çatı (Tepe) Deplasman Talepleri

Farklı ivme kayıtları ve farklı yönetmelikler için hesaplanan maksimum çatı (tepe) deplasman talepleri EK G’de verilmiştir. 22 farklı ivme kaydı için elde edilen maksimum tepe deplasman taleplerin ortalaması hesaplanmıştır. Önerilen yeni yaklaşım için hesaplanan ortalama deplasman talep değerleri ve her bir bina yönetmeliği için hesaplanan değerler Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’te verilmiştir.



Şekil 5.3: Yönetmeliklere göre U1 yönü için çatı deplasman talepleri



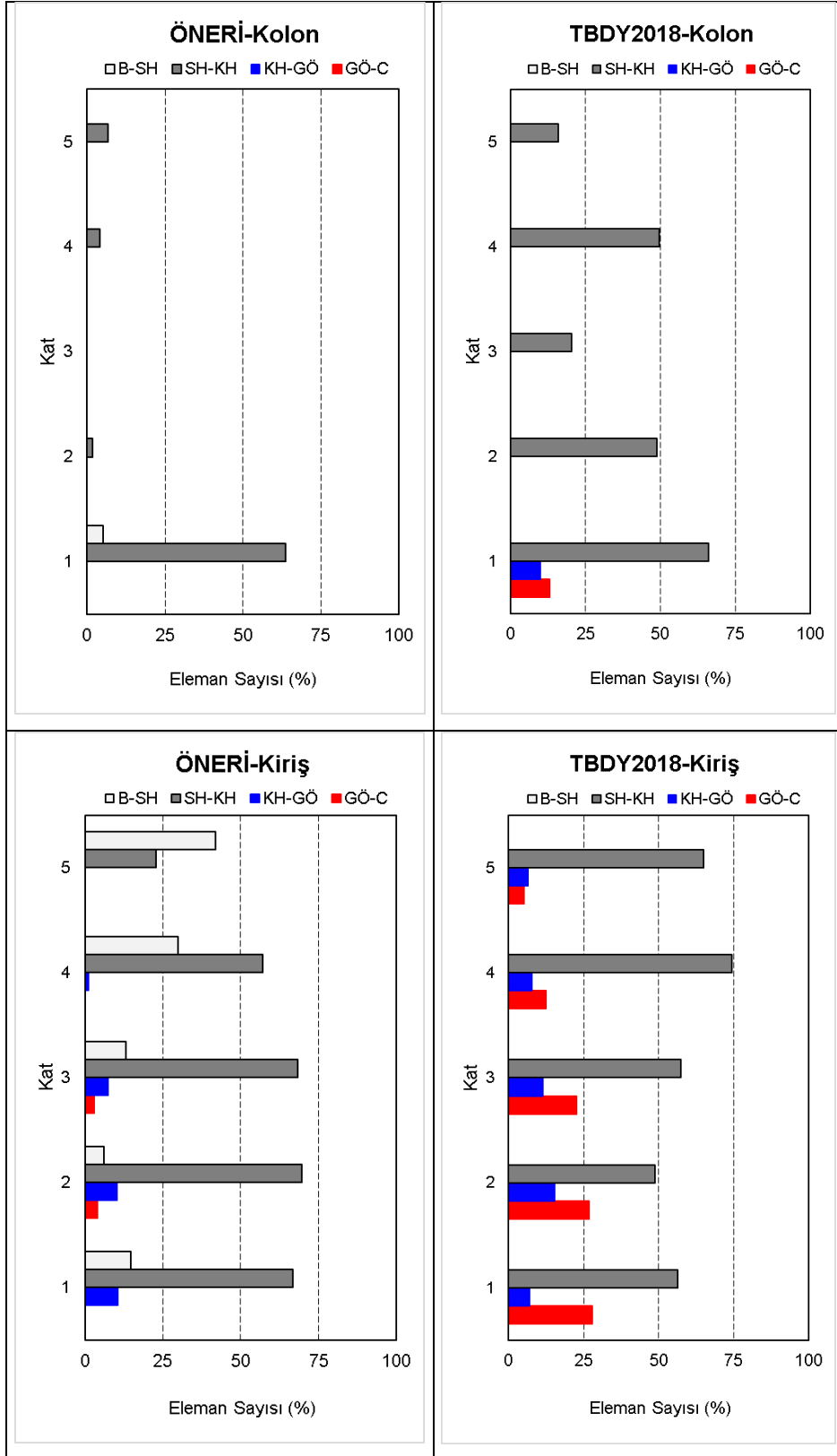
Şekil 5.4: Yönetmeliklere göre U2 yönü için çatı deplasman talepleri

Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’te sunulan grafikler x eksenini bina modelini, y eksenini ise binaların ortalama deplasman taleplerini ifade etmektedir. Öneri modelinin ortalama deplasman talep değerleri ile, TBDY-2018 yönetmeliğine göre oluşturulan bina modelinin sonuçları karşılaştırıldığında, U1 yönü için 5 katlı modelde %9, 10 katlı

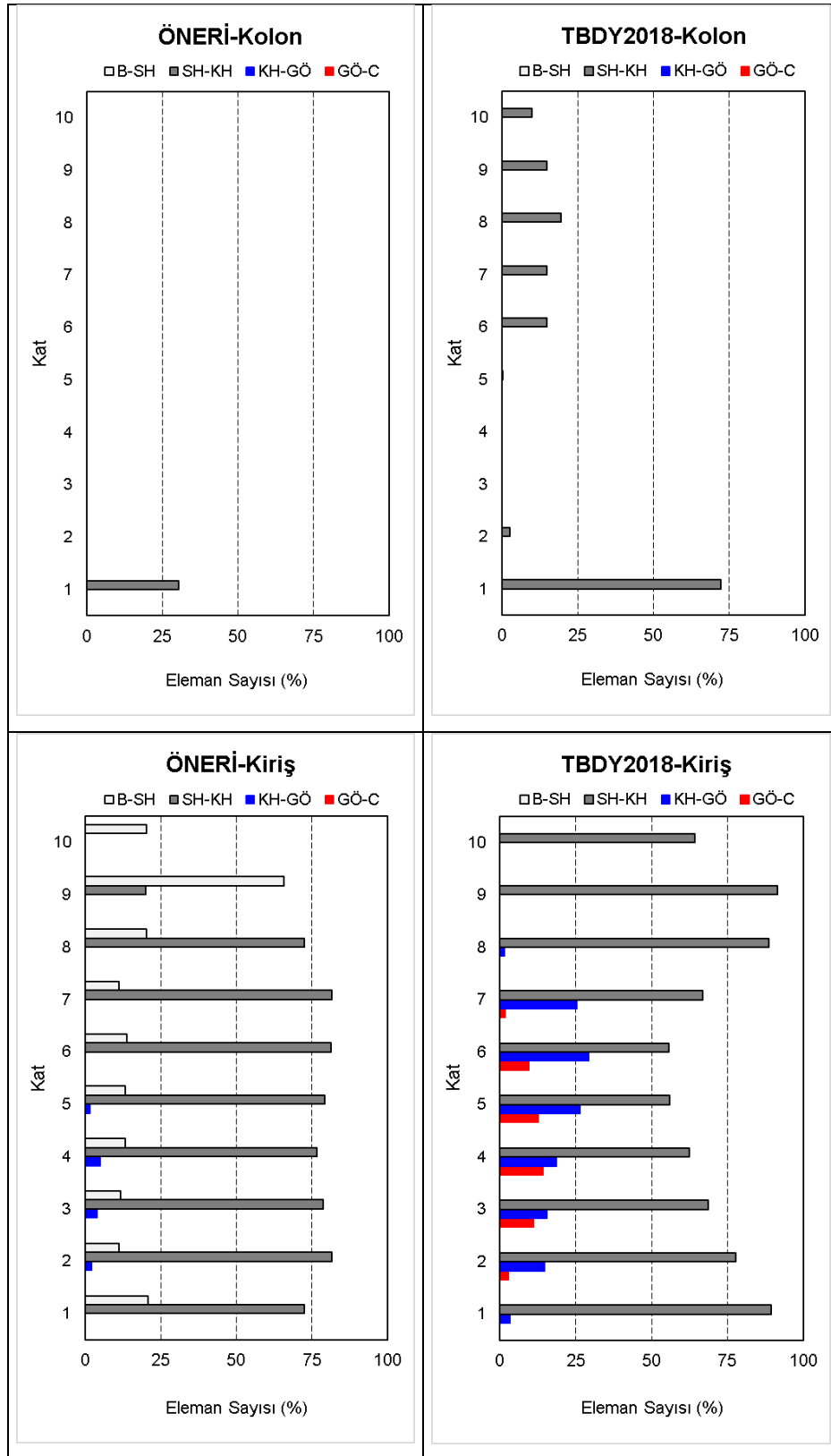
modelde %20 ve 15 katlı modelde %12'lik bir fark görülmektedir. U2 yönü için aralarındaki fark ise 5 katlı modelde %12, 10 katlı modelde %20 ve 15 katlı modelde %11 olarak hesaplanmıştır.

5.4 Hasar Dağılımları

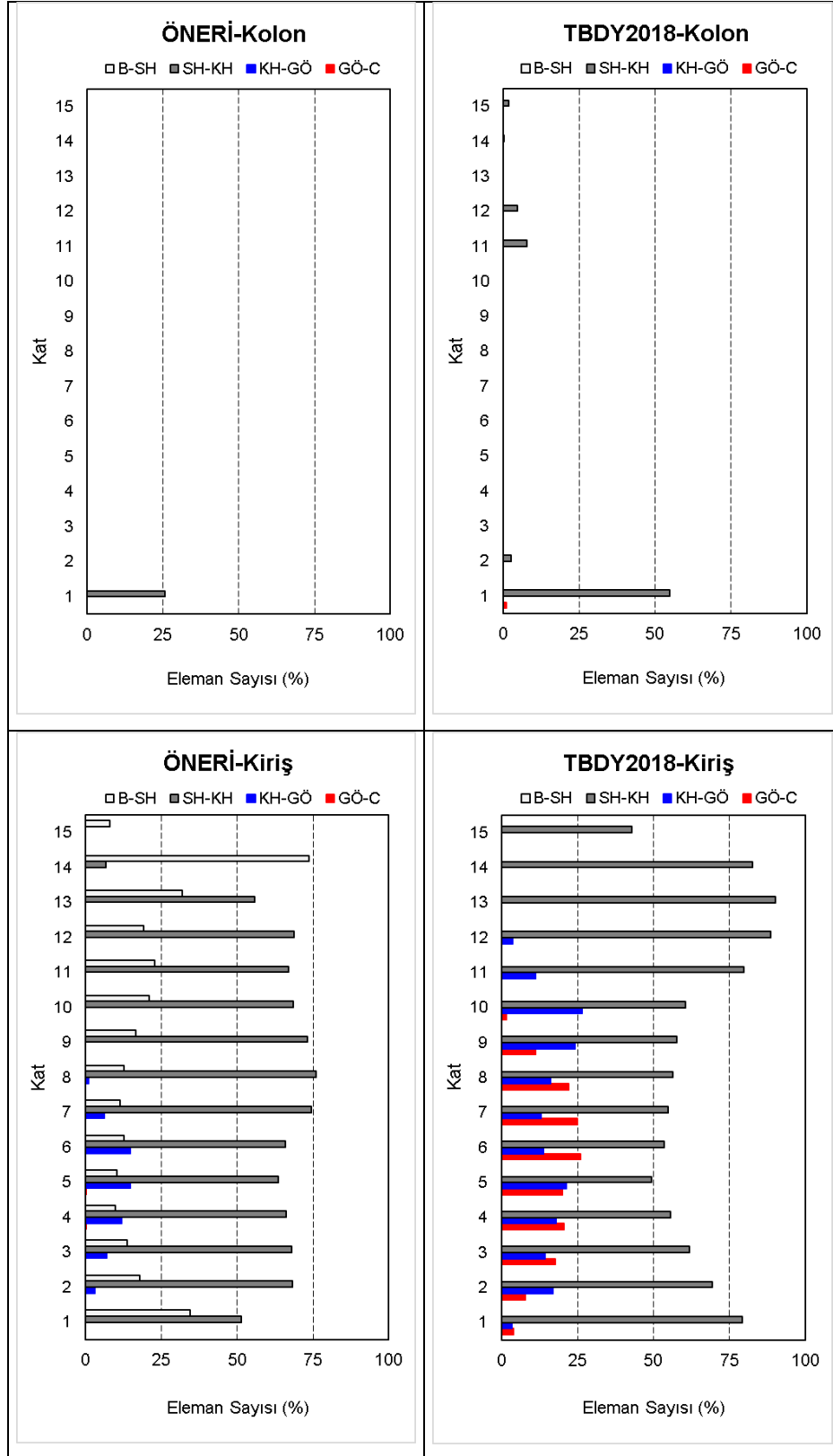
Dinamik analizler sonucunda önerilen yaklaşıma ve TBDY-2018'e göre oluşturulan bina modellerinin her bir katındaki kolon ve kiriş elemanların hasar dağılım yüzdeleri her bir deprem kaydı için belirlenmiştir. Tüm ivme kayıtları için elde edilen bu hasar dağılımları ortalaması hesaplanmıştır. TBDY-2018'e göre 4. Bölümde daha önce hesaplanan hasar dağılımları burada yeniden ele alınmıştır. İvme kayıtları arasında yer alan RSN-5825 kaydı, binanın hasar dağılımı üzerinde çok ciddi etkilere neden olmasından dolayı ortalama hesabında dikkate alınmamıştır. Bu ivme kaydı sonuçlarının yer almadığı ortalama hasar dağılımları, TBDY-2018 ve önerilen yaklaşım bina modelleri için Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4'te verilmiştir.



Şekil 5.5: 5 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için Öneri ve TBDY-2018 için kolon-kiriş hasar dağılımları



Şekil 5.6: 10 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için Öneri ve TBDY-2018 için kolon-kiriş hasar dağılımları



Şekil 5.7: 15 katlı modelin 11 ivme kaydı takımı için Öneri ve TBDY-2108 için kolon-kiriş hasar dağılımları

Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4 incelendiğinde, önerilen yaklaşım ile oluşturulan bina modellerindeki kiriş ve kolon elemanların hasar düzeylerindeki düşüş TBDY-2018'e göre net bir şekilde görülmektedir. Önerilen yaklaşım ile oluşturulan tüm bina modellerinin kolon elemanları, göçme bölgesine ulaşmamıştır ve binalar “Kontrollü Hasar” (KH) performans düzeyini sağlamıştır. Kiriş elemanlar için hasar dağılımları incelendiğinde ise, 10 ve 15 katlı bina modellerinin hiçbir katında göçme durumuna ulaşan bir eleman gözlenmemiştir ve binalar KH performans düzeyini karşılamıştır. Sadece 5 katlı bina modelinde, RSN-5829 kaydı nedeniyle ikinci ve üçüncü kattaki kiriş elemanların %4'ü göçme durumuna ulaşmıştır. Bu ivme kaydı dışında, diğer tüm ivme kayıtları dikkate alındığında, 5 katlı bina modeli yine KH performans düzeyini sağlamıştır.

Kolon ve kiriş elemanların hasar dağılımları dikkate alınarak bina performans düzeyleri Tablo 5.2'de verilmiştir.

Tablo 5.2: Öneri ve TBDY-2018'e göre tasarlanmış modellerin performans seviyeleri

	5s	10s	15s
ÖNERİ	KH ¹	KH	KH
TBDY-2018	GD	GÖ	GD

¹RSN-5829 ivme kaydının dikkate alınmadığı durum.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan tez çalışması kapsamında düşük ve orta katlı yapı stoğunu yansıtmayı amaçlayan 5, 10 ve 15 katlı betonarme bina modelleri oluşturulmuştur. 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY-2018) göre tasarlanan bu bina modellerinin Denizli ilinde olduğu varsayılmış olup zemin sınıfı için oldukça yaygın olarak görülen ZD zemin sınıfı seçilmiştir.

Seçilen yapıların aynı ivme kayıtları altında farklı yönetmeliklere göre sismik performans düzeylerinin belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada 4 farklı yönetmelik kullanılmıştır. Ülkemizde yürürlükte olan 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ve 2007 yılında yürürlüğe giren fakat şu an yürürlükte olmayan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) seçilmiştir. Dikkate alınan diğer yönetmelikler ise, dünya çapında öncü bina yönetmelikleri arasında yer alan ASCE 41-17 ve EC-8'dir.

TBDY-2018'e göre tasarlanan bina modelleri, 4 farklı yönetmelikte tanımlanan (DBYBHY-2007, TBDY-2018, ASCE 41-17, Eurocode-8) kesit hasar sınırları ve etkin kesit rijitlikleri kullanılarak doğrusal elastik olmayan bina modellerine dönüştürülmüştür. Bu modellerin sismik performanslarının değerlendirilmesinde zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında 11 adet ivme kaydı takımı seçilmiştir. Kayıtlar her iki asal doğrultuda dikkate alınmış olup toplamda 22 adet ivme kaydı kullanılmıştır. 22 ivme kaydı 3 bina modelinin x ve y yönü için ayrı ayrı etkilerek doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda binaların deplasman talepleri, görelî kat ötelenme oranları (GKÖO), deplasman profilleri ve hasar dağılımları farklı yönetmelikler için kıyaslanmıştır. Ayrıca TBDY-2018'de önerilen etkin kesit rijitliği ve maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması değerleri için farklı değerler kullanılarak yeni bir öneri yaklaşımı dikkate alınmıştır. Bu önerilen yaklaşım ile diğer yönetmeliklerin, binaların sismik performansı üzerindeki etkileri karşılaştırılmıştır.

Bu kıyaslamalar sonucu elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Deplasman profilleri farklı yönetmeliklere göre karşılaştırıldığında en düşük deplasman talebini EC-8, en fazla deplasmanı ise tüm katlarda ASCE 41-17 yönetmeliğinde gözlenmiştir. TBDY-2018 ile DBYBHY-2007 yönetmelikleri kendi aralarında küçük farklılıklar olmasıyla birlikte bu iki (EC-8 ve ASCE 41-17) yönetmelik arasında bir deplasman profili sunmuştur.
- Ortalama görelî kat ötelenme oranları (GKÖÖ) ele alındığında %1.38 ile ASCE 41-17 yönetmeliği en yüksek orana sahiptir. ASCE 41-17'den sonra en yüksek görelî kat ötelenme oranı %1.18 ile DBYBHY-2007 yönetmeliği gelmektedir. TBDY-2018 5 ve 15 katlı modellerde EC-8'e göre daha yüksek değer alırken 10 katlı modelde daha düşük değerler almıştır. Ancak aradaki fark oldukça düşüktür. En düşük oran %0.86 ile TBDY-2018'dir.
- U1 ve U2 yönleri birlikte düşünülüp ortalaması alınarak yapılan değerlendirmede ASCE 41-17, DBYBHY-2007 ve EC-8 yönetmeliklerinin görelî kat ötelenme oranları TBDY-2018 yönetmeliğine oranlandığında aralarındaki fark sırasıyla 5 katlı model için %19, %3 ve %3'dür. 10 katlı model için %30, %9 ve %2 iken 15 katlı modelde %19, %2 ve %2'lik fark gözlenmiştir.
- ASCE 41-17 ve DBYBHY-2007'deki GKÖÖ değerlerinin daha yüksek elde edilmesinin sebebi kolonlar için etkin kesit rijitliği hesabında sabit değerler kullanılmayıp iki değer arasında enterpolasyon yapılmasıdır. Bundan dolayı EC-8 ve TBDY-2018 yönetmelikleri diğer iki yönetmeliğe göre daha rijit bir davranış göstermiştir.
- Çatı (tepe) deplasman talepleri, binaların U1 ve U2 yönleri için ortak incelendiğinde, 5 katlı modelin maksimum deplasman talepleri ASCE 41-17, DBYBHY-2007, TBDY-2018 ve EC-8 için sırasıyla; 5 katlı model için 149.5 mm, 130.4 mm, 134 mm ve 121.6 mm'dir. 10 katlı model için yine sırasıyla 240 mm, 202.7 mm, 199.8 mm, 187.2 mm iken 15 katlı model için ise 353.1 mm, 315.5 mm, 319.3 mm, 296.2 mm deplasman yapmıştır.

- ASCE 41-17, DBYBHY-2007 ve EC-8 yönetmeliklerinin çatı (tepe) deplasman talepleri TBDY-2018 yönetmeliğine oranlandığında aralarındaki fark sırasıyla (U1 ve U2 yönlerinin birlikte değerlendirilmesi ile) 5 katlı model için %10, %3 ve %10'dur. 10 katlı model için %20, %2 ve %6'lık bir fark hesaplanırken 15 katlı model için %11, %1 ve %7'lik fark gözlenmiştir.
- Sonuçlar genel olarak ele alındığında, çatı deplasman talepleri ile etkin kesit rijitliklerindeki kiriş çarpanı arasında bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Kiriş için etkin kesit rijitliği çarpanı azaldıkça çatı deplasman taleplerinde artış görülmektedir.
- Hasar sınırları incelendiğinde kiriş elemanların kolon elemanlardan çok daha ileri hasar seviyelerine ulaştığı görülmüştür. Bu da modellerde kuvvetli kolon zayıf kiriş şartının sağladığını göstermektedir.
- Hasar sınırları genel olarak incelendiğinde en yüksek hasar sınırına ulaşan yönetmelik TBDY-2018 ardından da DBYBHY-2007 yönetmeliği gelmektedir. ASCE 41-17 ve EC-8 diğer iki yönetmeliğe göre çok daha düşük hasar seviyelerinde kalmıştır. ASCE 41-17 diğer yönetmeliklere göre çok daha fazla deplasman yapmasına rağmen kolon ve kiriş elemanlar iler hasar seviyelerine ulaşmamıştır.

TBDY-2018'in diğer yönetmeliklere göre mevcut yapıları çok daha fazla cezalandırdığı görülmektedir. Bunun nedeni, ülkemizdeki mevcut yapı stoğundaki malzeme ve işçilik kalitesindeki yetersizlikler olabileceği düşünülmektedir. TBDY-2018 tarafından önerilen bazı parametrelerin farklı yönetmeliklerdeki karşılıkları ile değiştirilmesinin bina performansları üzerindeki etkileri incelenmek istenmiştir. Bu kapsamda etkin kesit rijitliği (EI_e) ve maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması (ϵ_{su}) değerleri için yeni değerler dikkate alınmıştır. Bu yeni değerler ile hesaplanan kesit hasar sınır değerleri, tüm bina modellerine yansıtılmıştır. Oluşturulan yeni bina modelleri ise "öneri" olarak etiketlenilmiş ve diğer yönetmelikler ile kıyaslanmıştır.

Bunların sonucunda;

- GKÖO ve çatı (tepe) deplasman taleplerinde TBDY-2018 yönetmeliğine göre artış görülmüştür. GKÖO ve çatı (tepe) deplasman taleplerinde görülen bu artışlar önerilen yaklaşımda dikkate alınan etkin kesit rijitliğine bağlıdır. Önerilen yaklaşımda, etkin kesit rijitlik değerinin ASCE41-17 ile aynı olmasından dolayı GKÖO değerleri, ASCE41-17 ile aynıdır.
- Öneri modelinin ortalama GKÖO değerleri ile, TBDY-2018 yönetmeliğine göre oluşturulan bina modelinin sonuçları karşılaştırıldığında oluşan farklar, U1 yönü için 5 katlı modelde %17, 10 katlı modelde %29 ve 15 katlı modelde %20'lik bir fark görülmektedir. U2 yönü için aralarındaki fark ise 5 katlı modelde %21, 10 katlı modelde %31 ve 15 katlı modelde %18'dir.
- Öneri modelinin ortalama deplasman talep değerleri ile, TBDY-2018 yönetmeliğine göre oluşturulan bina modelinin sonuçları karşılaştırıldığında oluşan farklar, U1 yönü için 5 katlı modelde %9, 10 katlı modelde %20 ve 15 katlı modelde %12'lik bir fark görülmektedir. U2 yönü için aralarındaki fark ise 5 katlı modelde %12, 10 katlı modelde %20 ve 15 katlı modelde %11 olarak hesaplanmıştır.
- Önerilen yaklaşım ile oluşturulan bina modellerindeki kiriş ve kolon elemanların hasar düzeylerindeki düşüş TBDY-2018'e göre net bir şekilde görülmüştür. Önerilen yaklaşım ile oluşturulan tüm bina modellerinin kolon elemanları, göçme bölgesine ulaşmamıştır ve binalar "Kontrollü Hasar" (KH) performans düzeyini sağlamıştır. Kiriş elemanlar için hasar dağılımları incelendiğinde ise, 10 ve 15 katlı bina modellerinin hiçbir katında göçme durumuna ulaşan bir eleman gözlenmemiştir ve binalar KH performans düzeyini karşılamıştır. Sadece 5 katlı bina modelinde, RSN5829 kaydı nedeniyle ikinci ve üçüncü kattaki kiriş elemanların %4'ü göçme durumuna ulaşmıştır. Bu ivme kaydı dışında, diğer tüm ivme kayıtları dikkate alındığında, 5 katlı bina modeli yine KH performans düzeyini sağlamıştır.

7. KAYNAKLAR

ASCE 41-17, “*Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*”, American Society of Civil Engineers: Reston, VA, USA, (2017).

DBYBHY, “*Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*”, Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2007).

Ekici, E., “Comparison Of Observed Structural Damages and Code Given Structural Performance Limits”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2011).

Eldemir, O., “DBYBHY-2007 ve TBDY-2018 Yönetmeliklerinin Mevcut Yapıların Sismik Davranış Özellikleri Açısından Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2019).

Eurocode 8-3, “*Design of Structures for Earthquake Resistance Part 3: Assessment and Retrofitting of Buildings*”, Brussels: CEN, (2005).

Jamal, R. ve Yüksel, S.B., “TBDY 2018 ve ASCE 41-17’e Göre Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Yapı Sistemlerinin Performans Analizinin Elde Edilmesi ve Karşılaştırması”, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8 (1), 432-444, (2021).

Kamal, M., “Zemin-Yapı Etkileşiminin Dikkate Alındığı Orta Katlı Betonarme Binalarda Çekiçlemenin Sismik Davranışlar Üzerindeki Etkileri”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2021).

Karabulut, A., “TDY 2007 Yönetmeliği ve FEMA 440 Raporunda Tanımlanan Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinin Mevcut Betonarme Binalar İçin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2011).

Karakaş, Ç. Ç., “Mevcut Binaların Türkiye Bina Deprem Yönetmelikleri ve Eurocode 8’e Göre Hasar Görebilirliklerinin İrdelenmesi”, Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2022).

Mander, J. B., Priestley, M. J. N. ve Park, R., “Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete”, *Journal of Structural Engineering, ASCE*, 114 (8), 1804-1826, (1988).

Moral, A., “Kat Adetleri Farklı Binaların Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri İle İrdelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2014).

Özdemir, M., Işık, E. ve Ülker, M., “Farklı Kat Adetlerine Sahip Betonarme Binaların Performans Değerlendirilmesi”, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 183-190, (2016).

Park, R., Kent, D. C. ve Sampson, R. A., “Reinforced concrete member with cyclic loading,” *Journal of Struct. Div.-ASCE*, 98 (7), 1341-1360, (1972).

PEER, “Pasific Earthquake Engineering Research Center”, (<https://ngawest2.berkeley.edu/>), (2011).

Pençereci, K., “Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Farklı Yönetmeliklere Göre Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2011).

Saatcioglu, M., Razvi, S., “Strength and ductility of confinde concrete”, *Journal of Struct. Div.-ASCE*, 118 (6), 1590-1607, (1992).

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).

Sheikh, S. A. ve Uzumeri, S. M., “Analytical model for concrete confinement in tied columns”, *Journal of Struct. Div.-ASCE*, 108 (12), 2703-2722, (1982).

Sönmez, M., “DBYBHY-07 ve ASCE 41-06’da Tanımlanan Doğrusal Olmayan Performans Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2012).

TBDY, “*Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*”, Ankara: T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, (2018).

Toprakçı, B., “Mevcut Betonarme Binaların 2007 ve 2018 Deprem Yönetmeliklerine Göre Elde Edilen Hasar Görebilirlik Eğrilerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2022).

TS498, “*Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (1997).

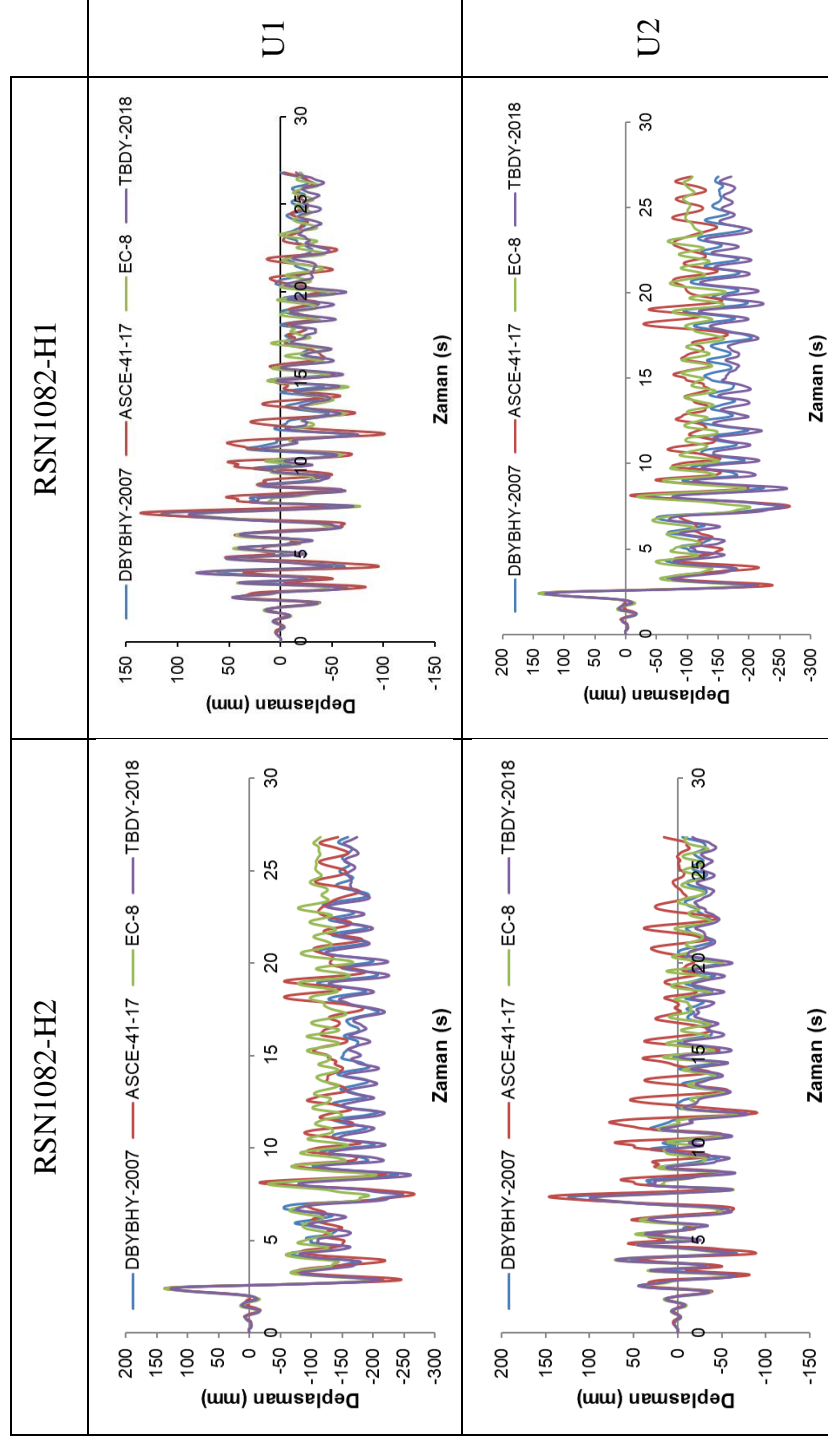
TS500, “*Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları*”, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2000).

Ulutas, H. “DBYBHY (2007) ve TBDY (2018) Deprem Yönetmeliklerinin Kesit Hasar Sınırları Açısından Kıyaslanması”, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 351-359, (2019).

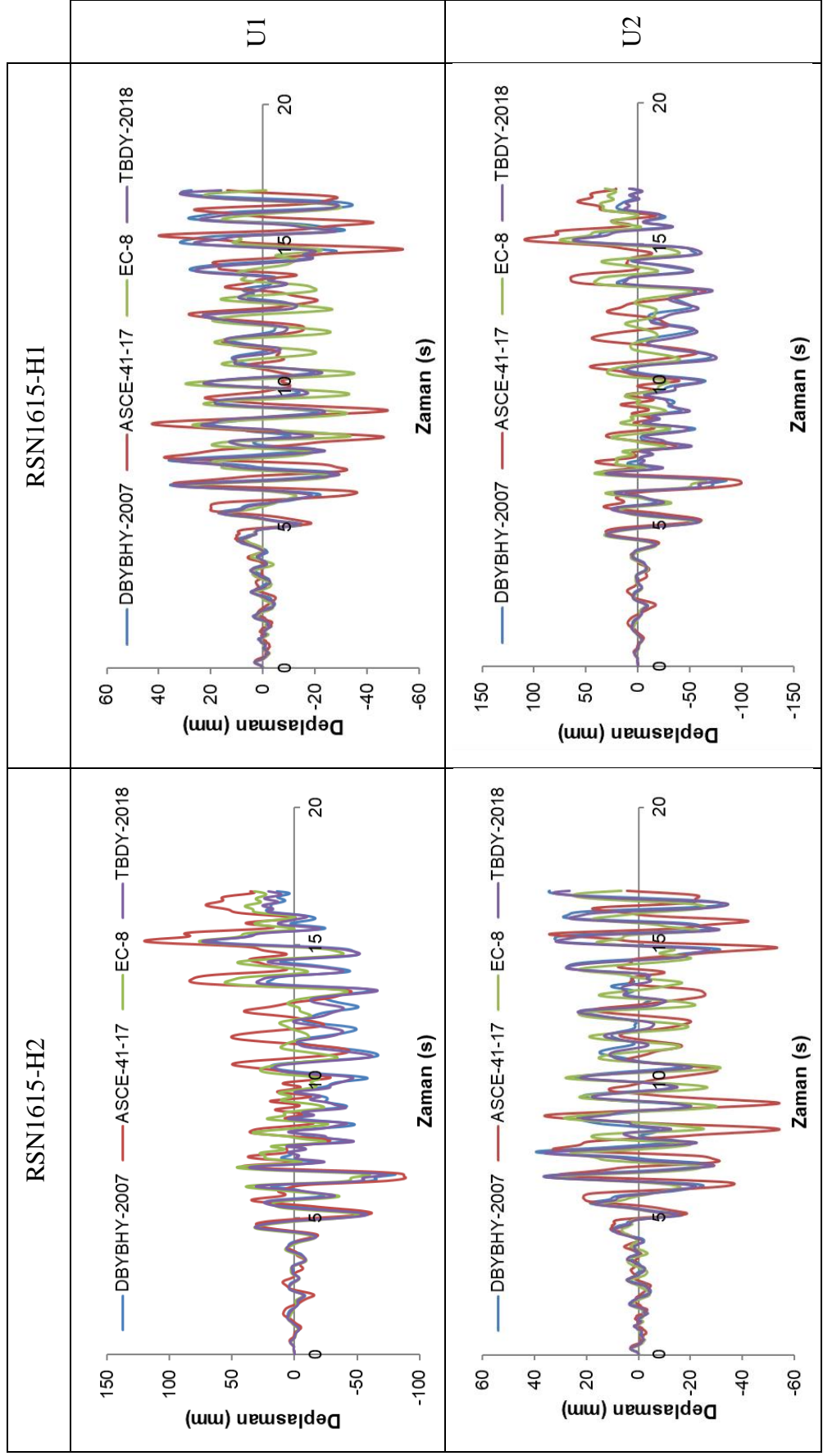
EKLER

8. EKLER

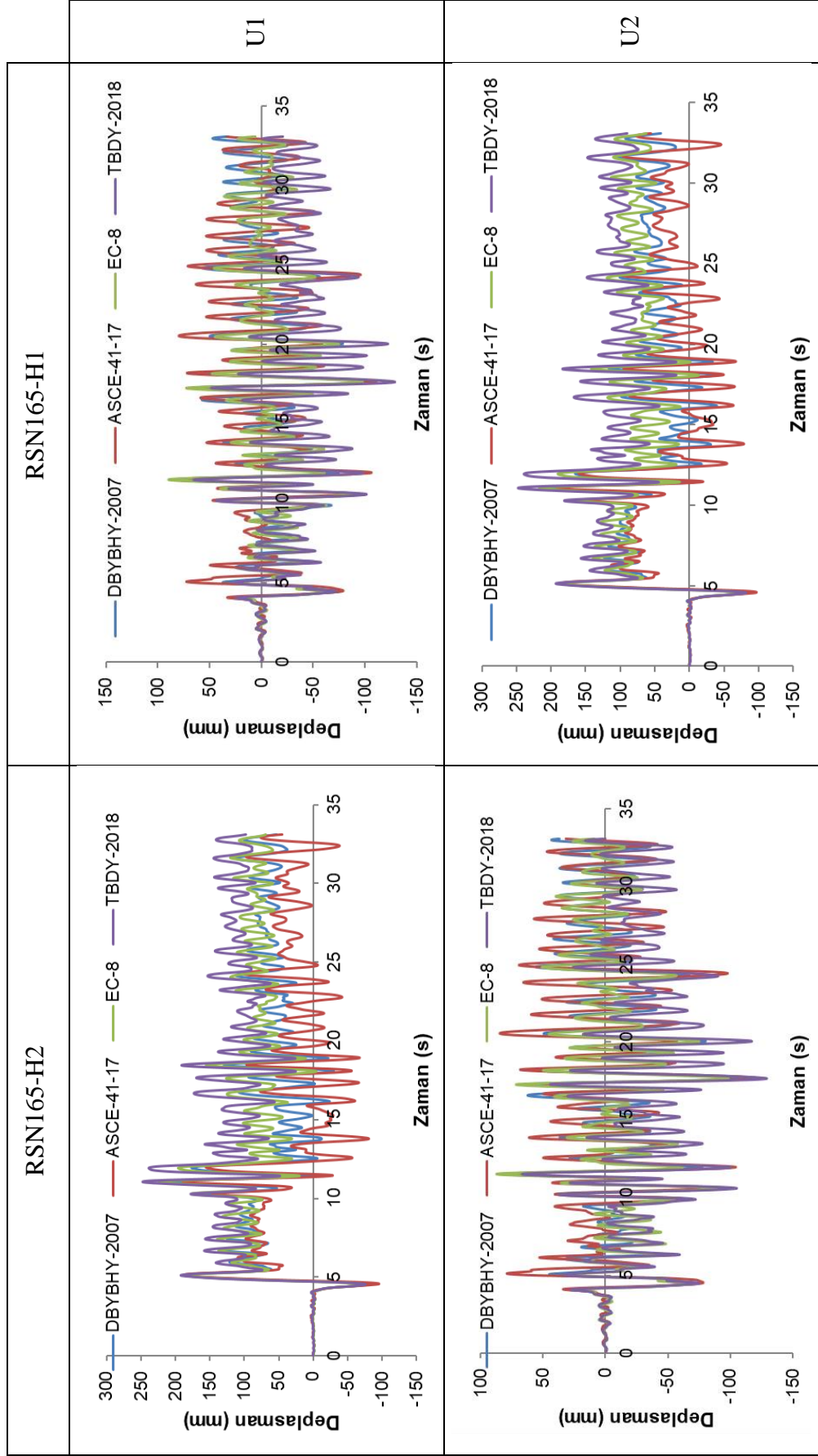
EK A Modellerin İvme ve Deprem Yönlerine Göre Deplasman Talepleri



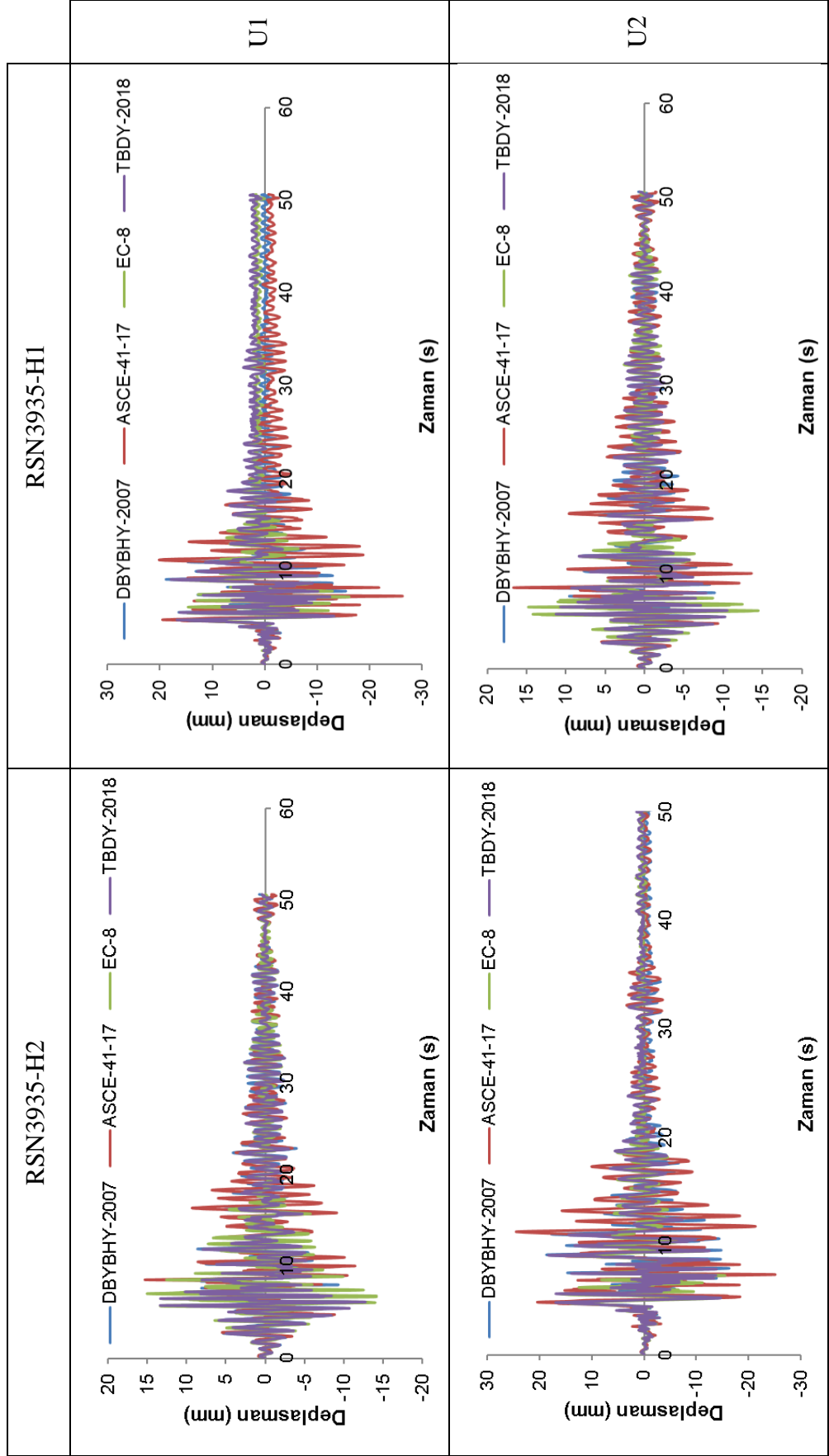
Şekil A.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



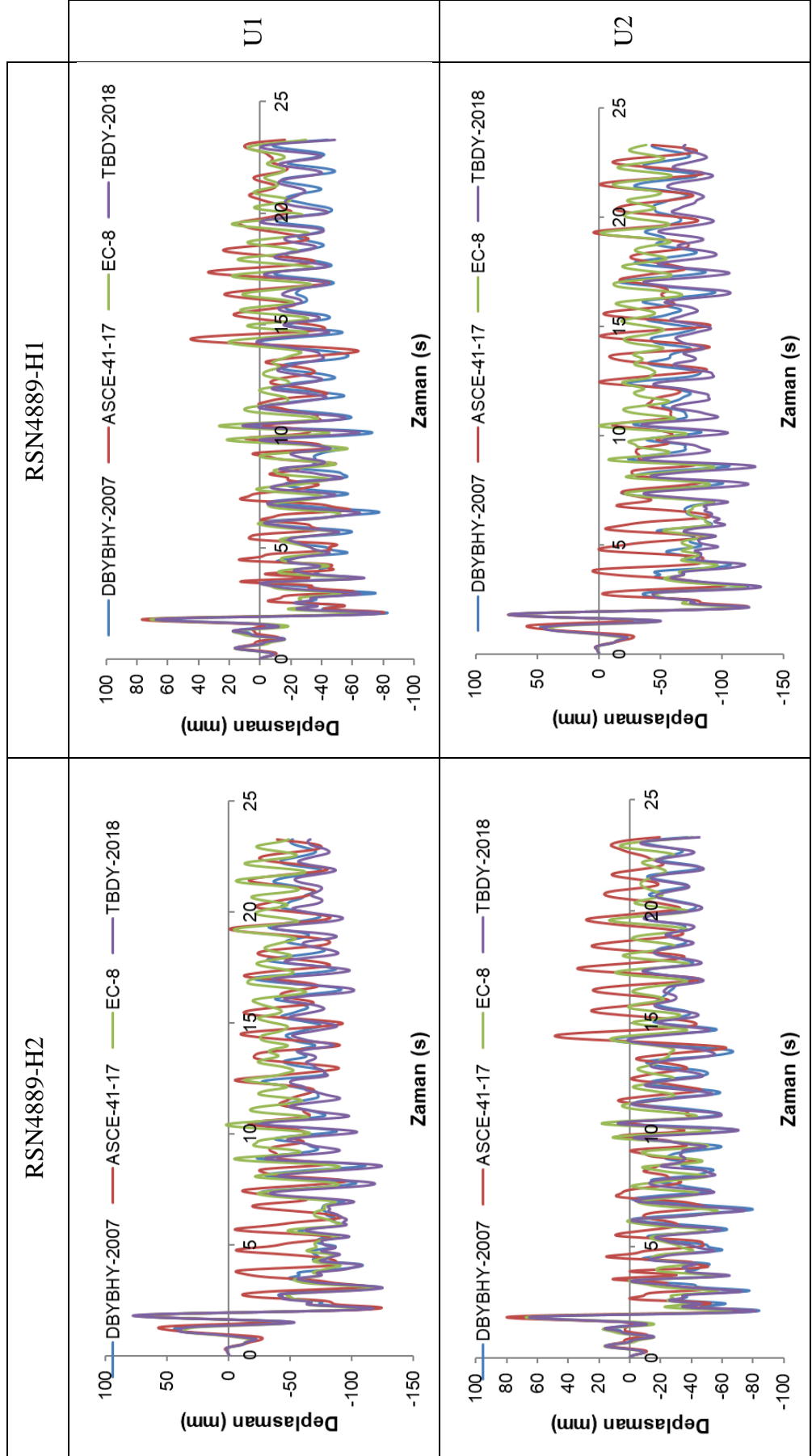
Şekil A.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



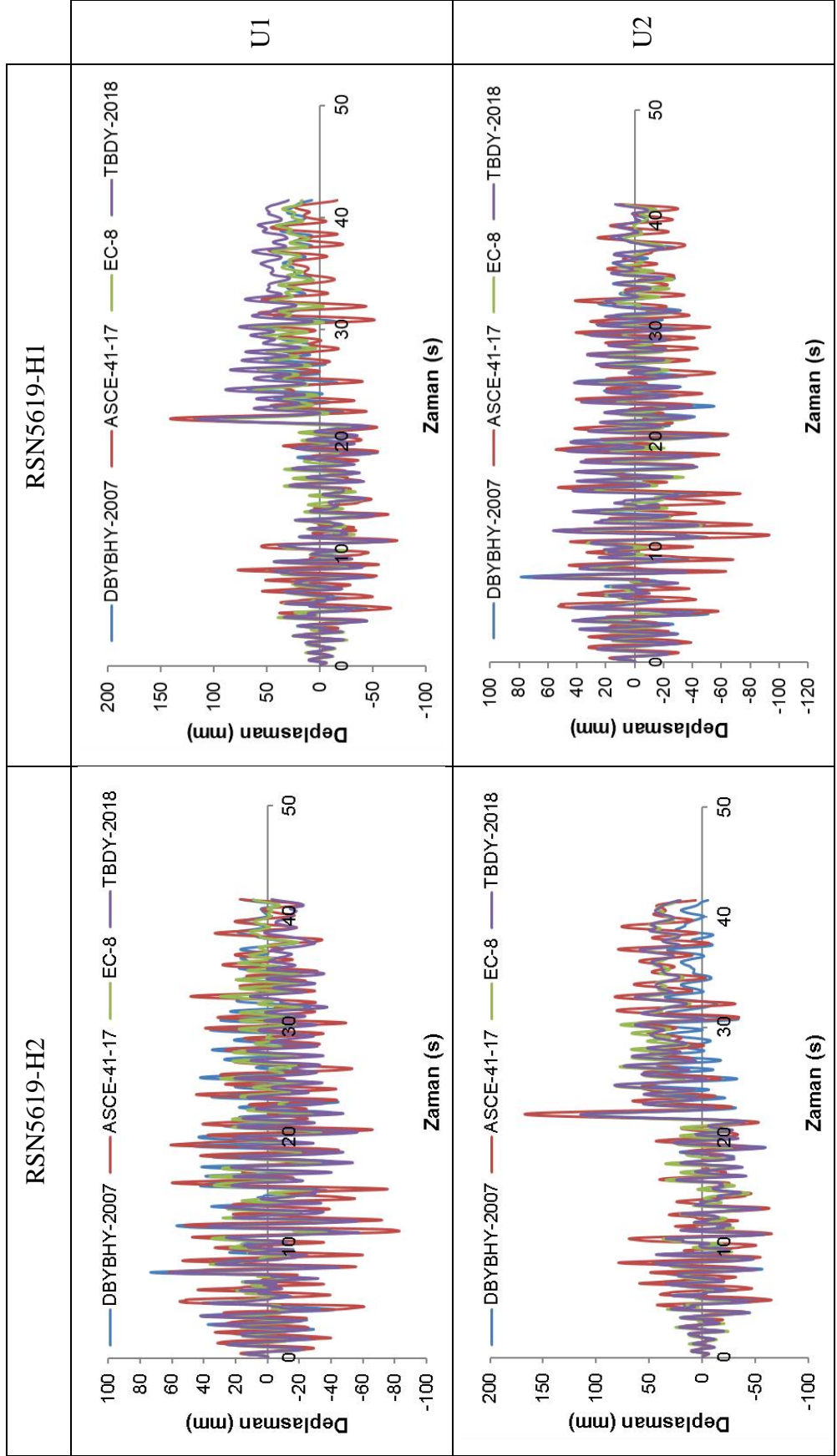
Şekil A.3: 5 katlı modelin RSNI65 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



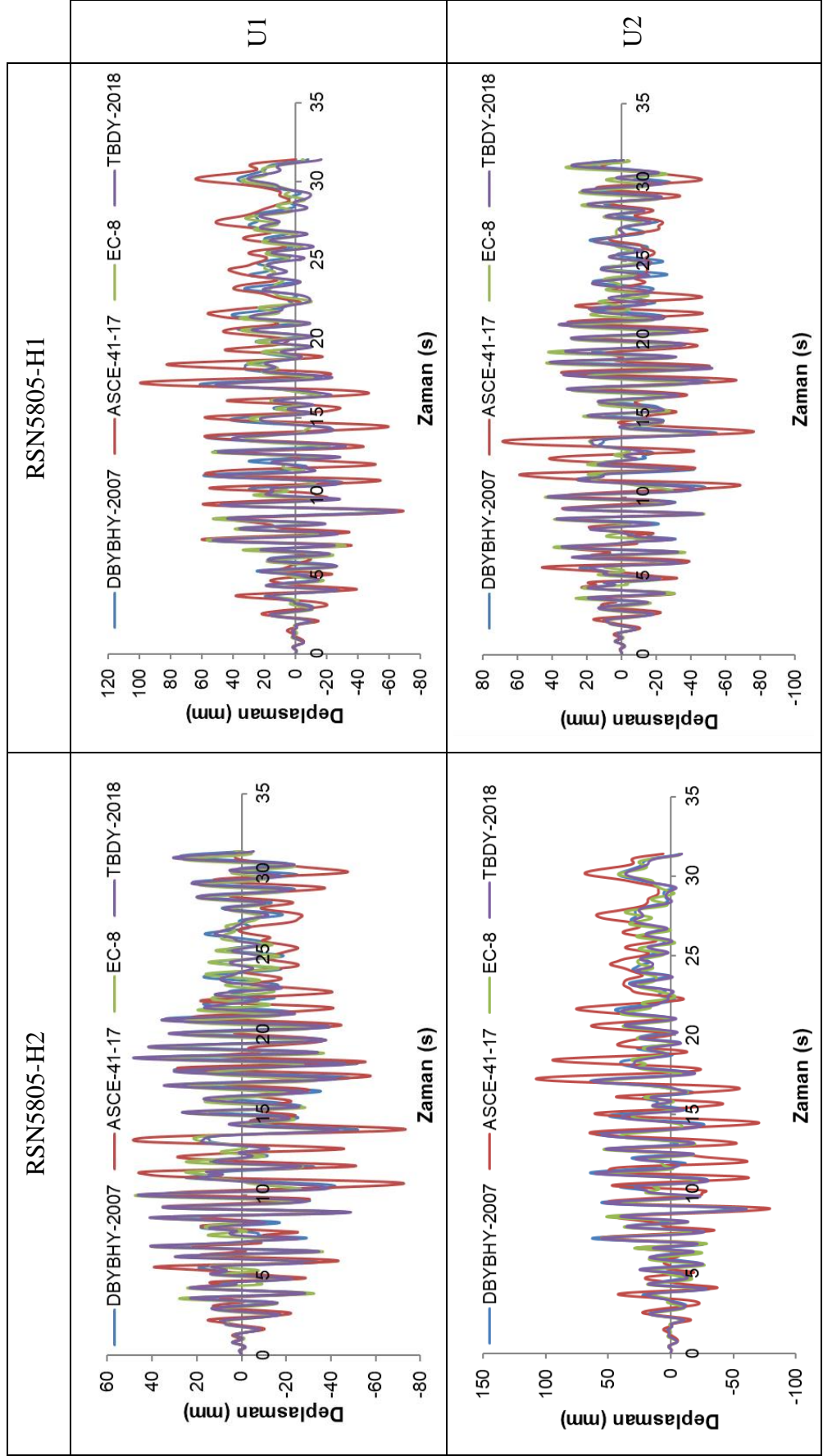
Şekil A.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



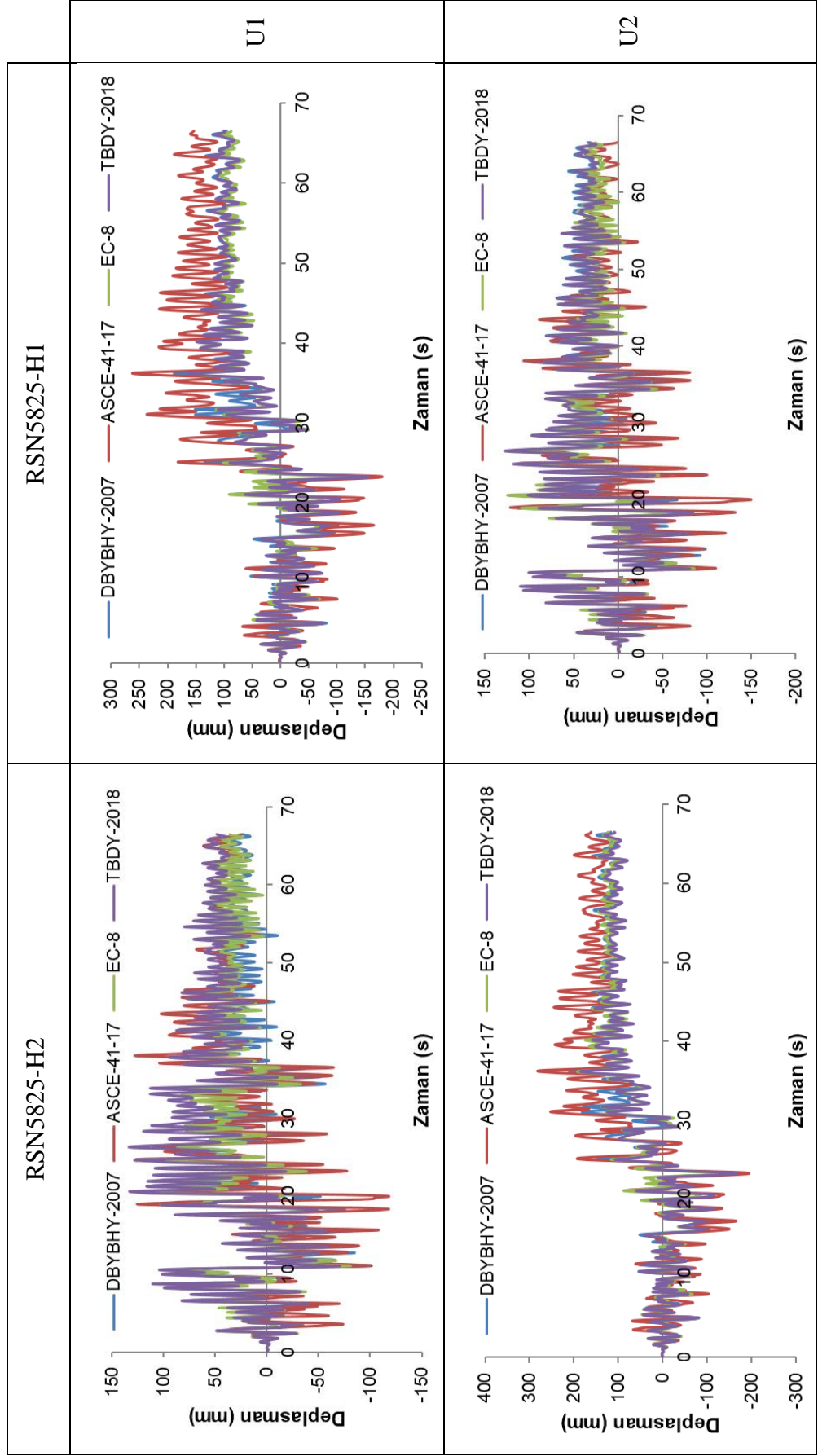
Şekil A.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



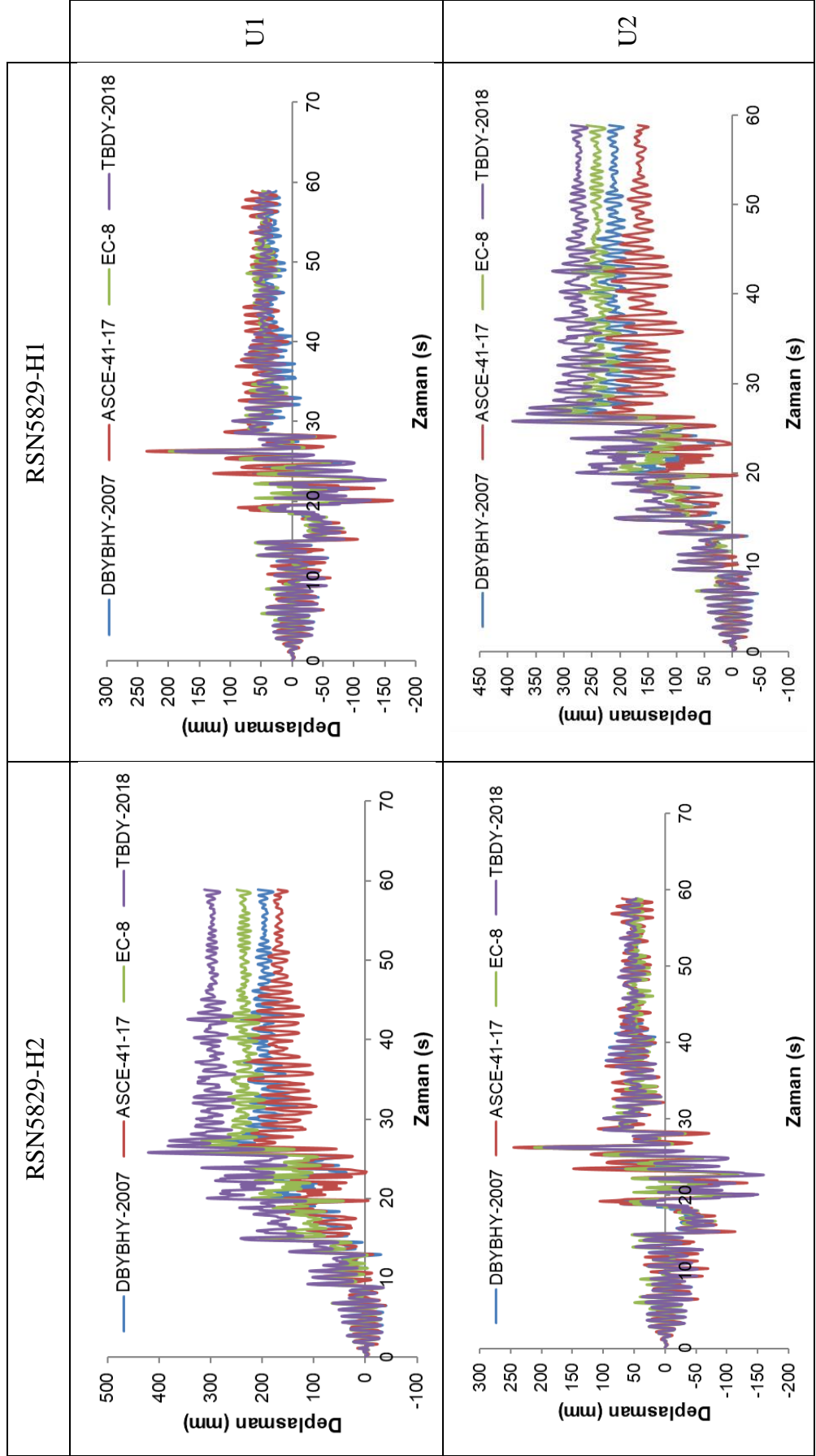
Şekil A.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



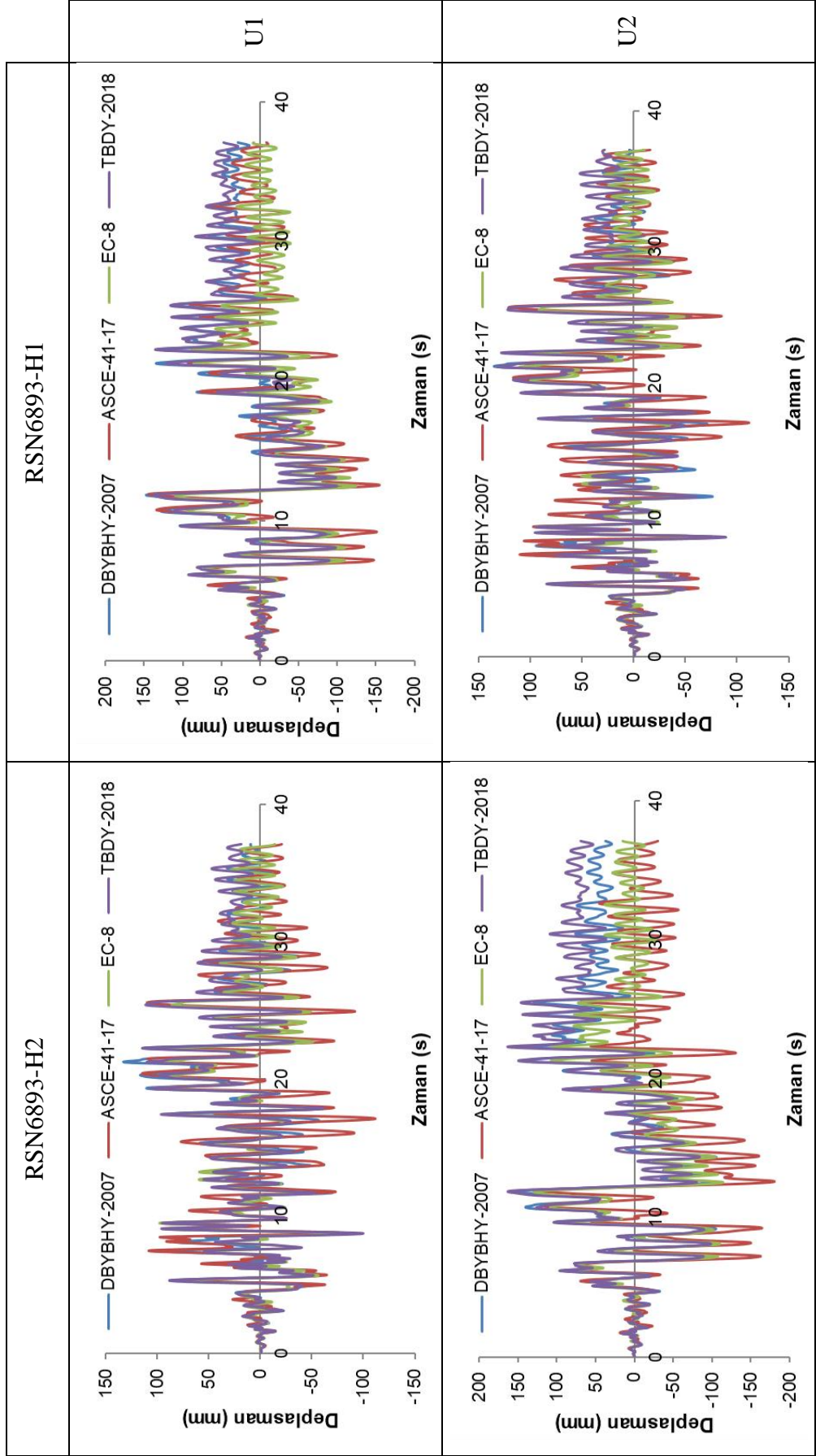
Şekil A.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



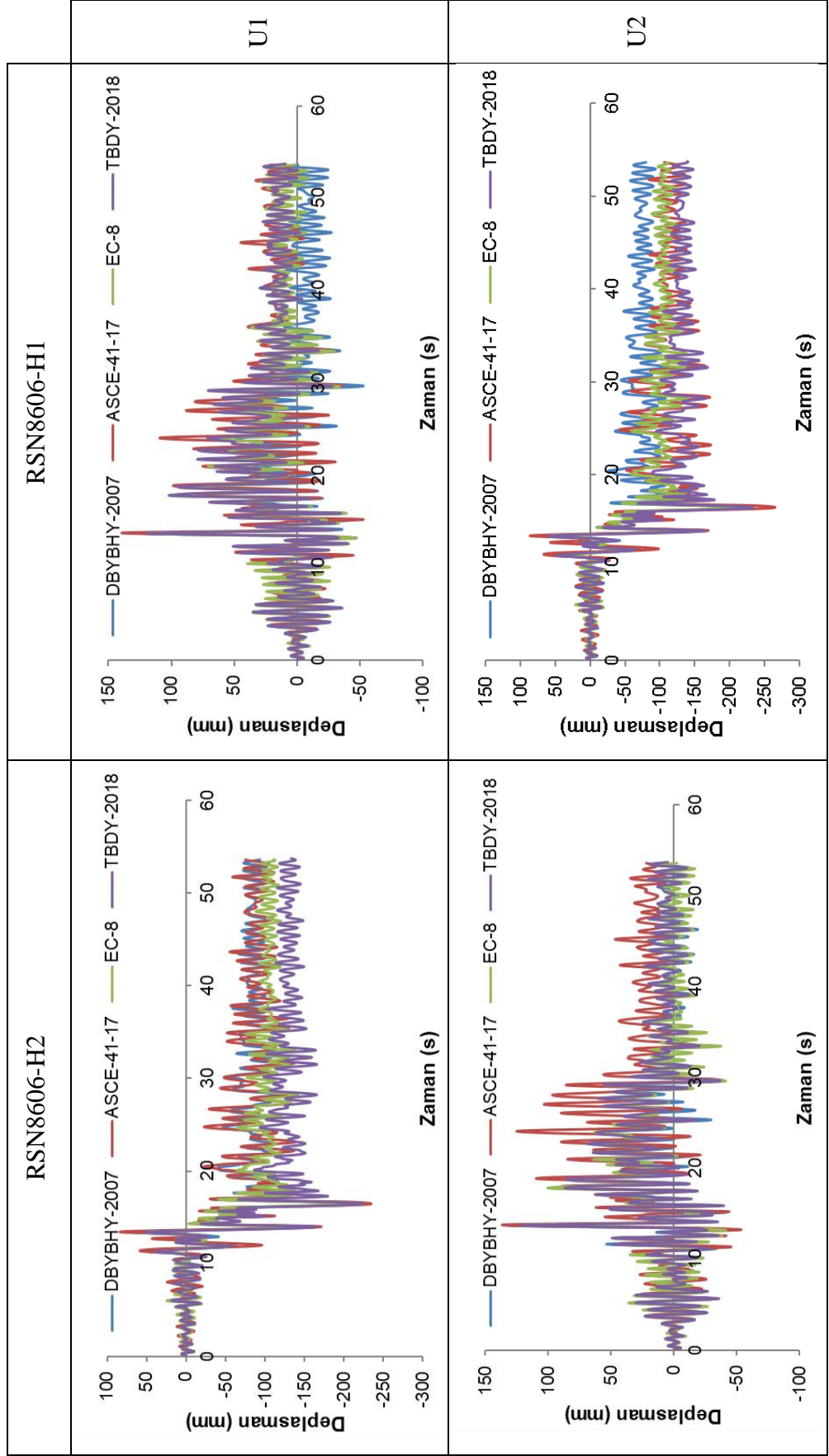
Şekil A.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



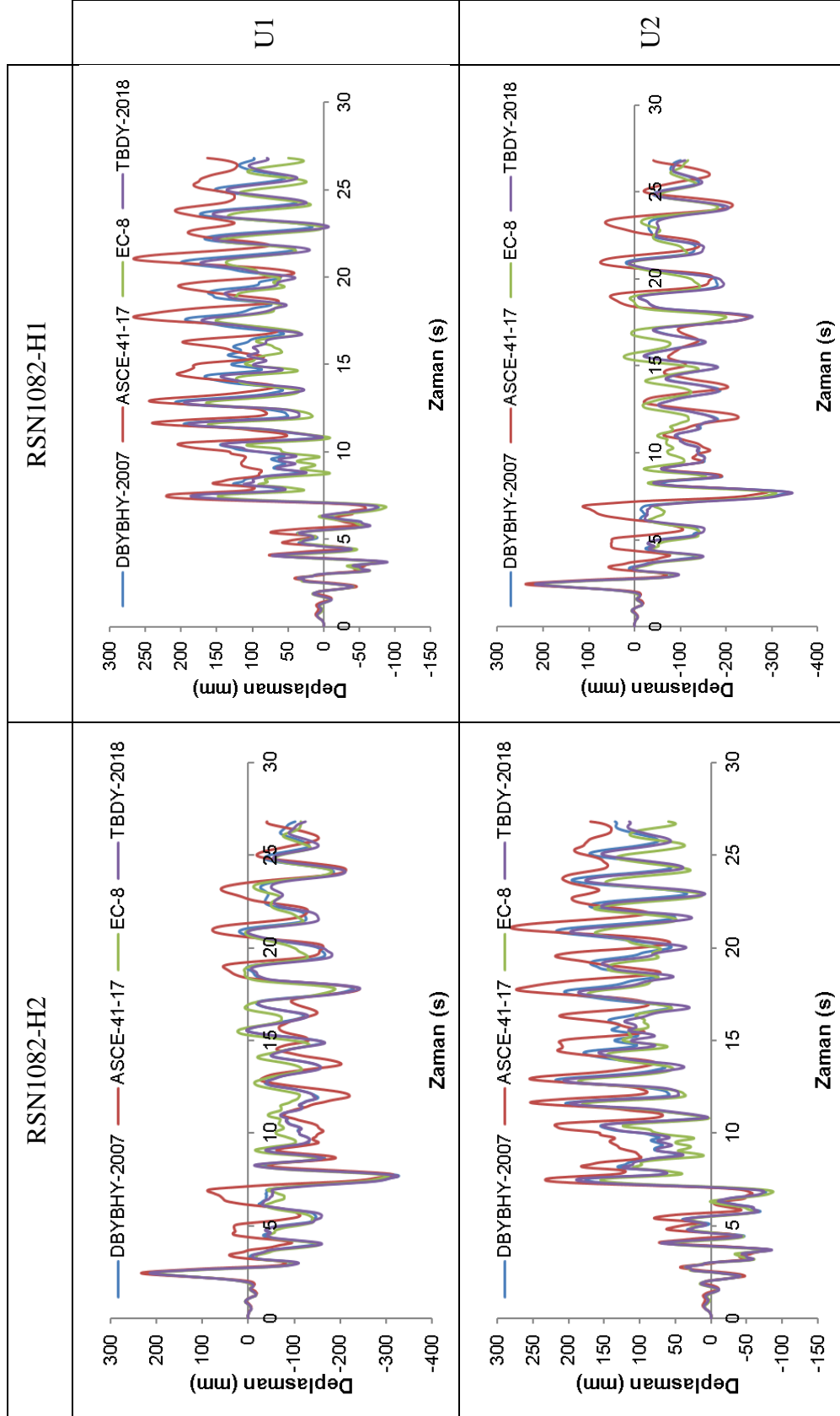
Şekil A.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



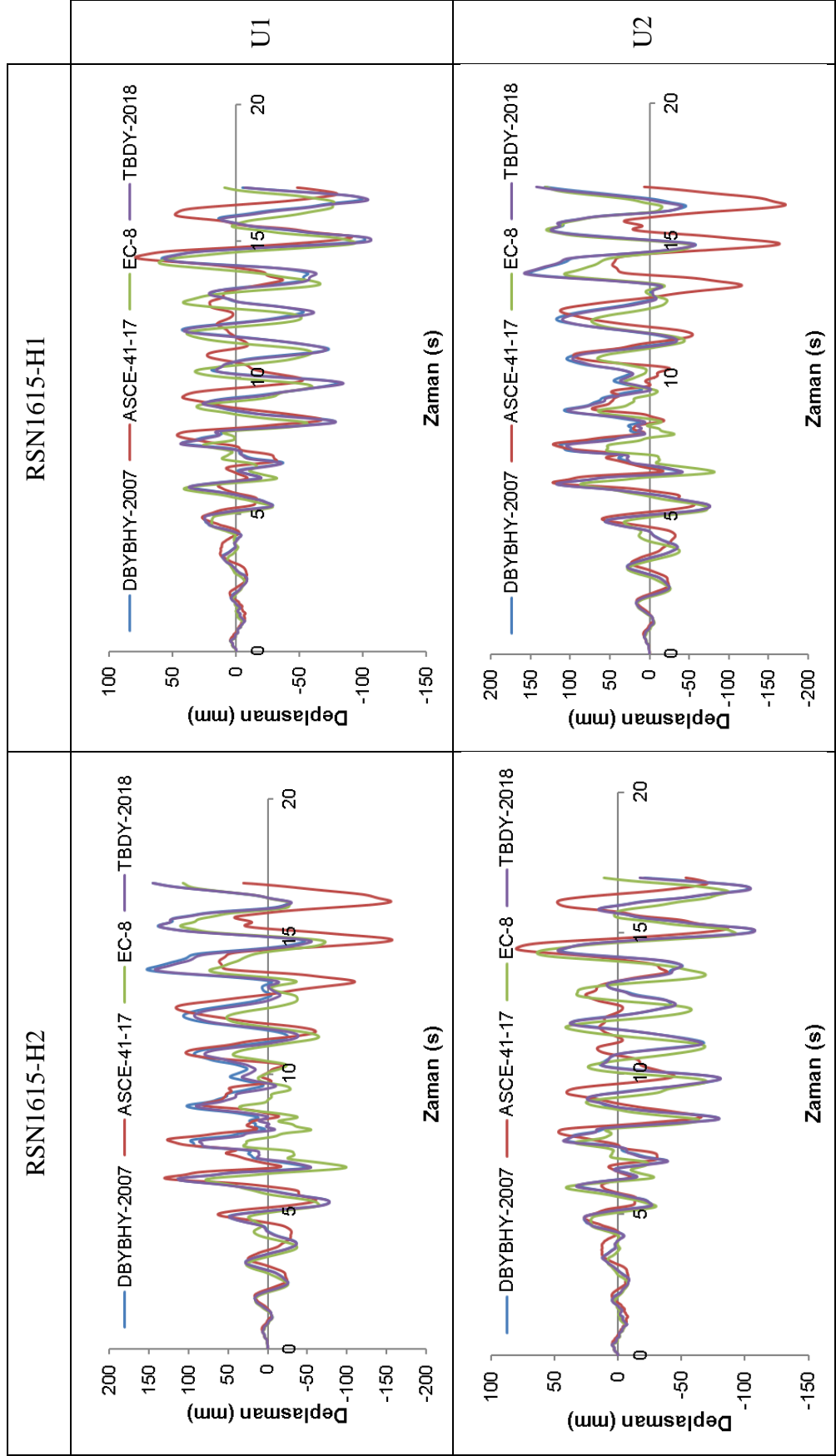
Şekil A.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



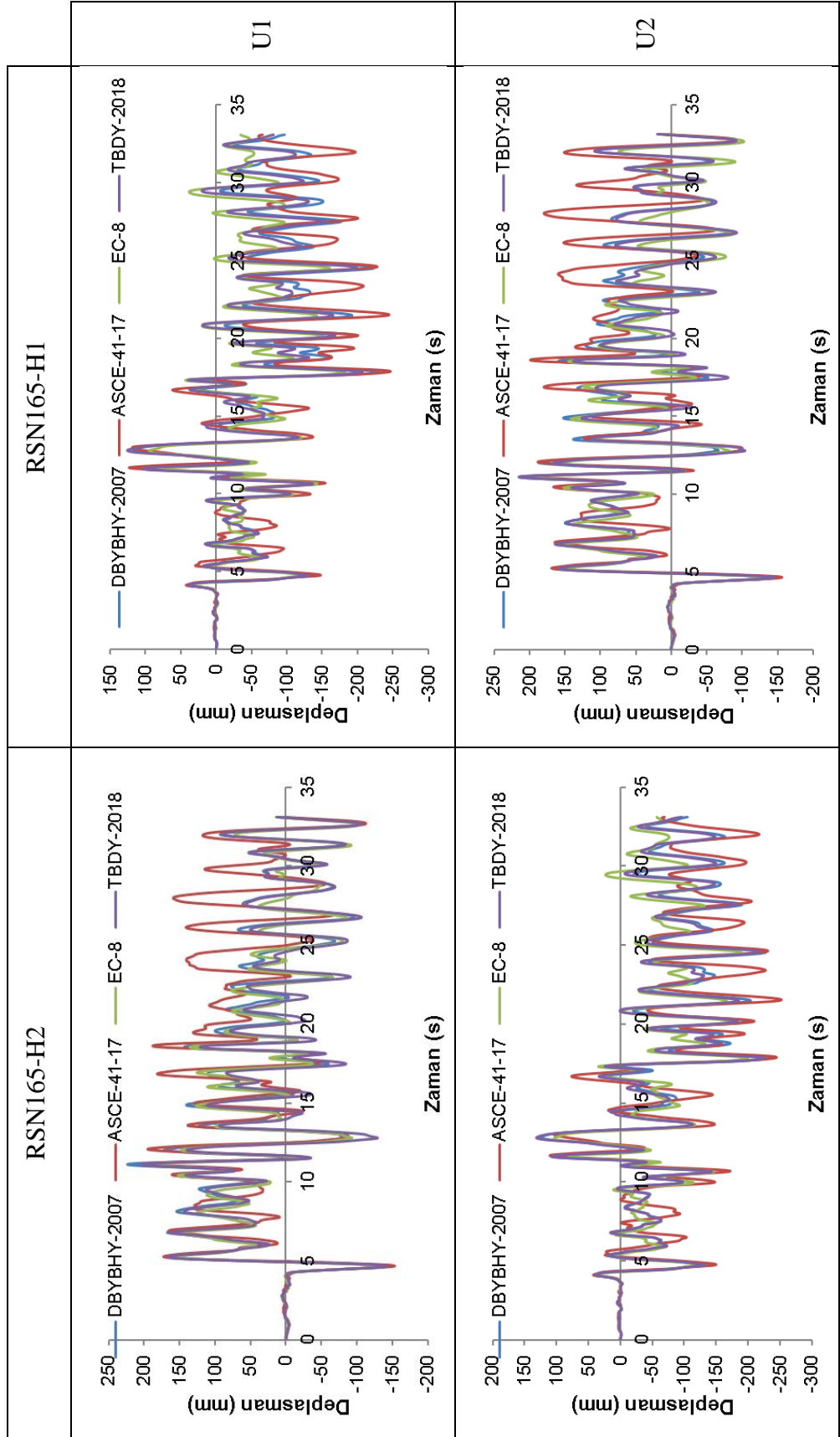
Şekil A.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



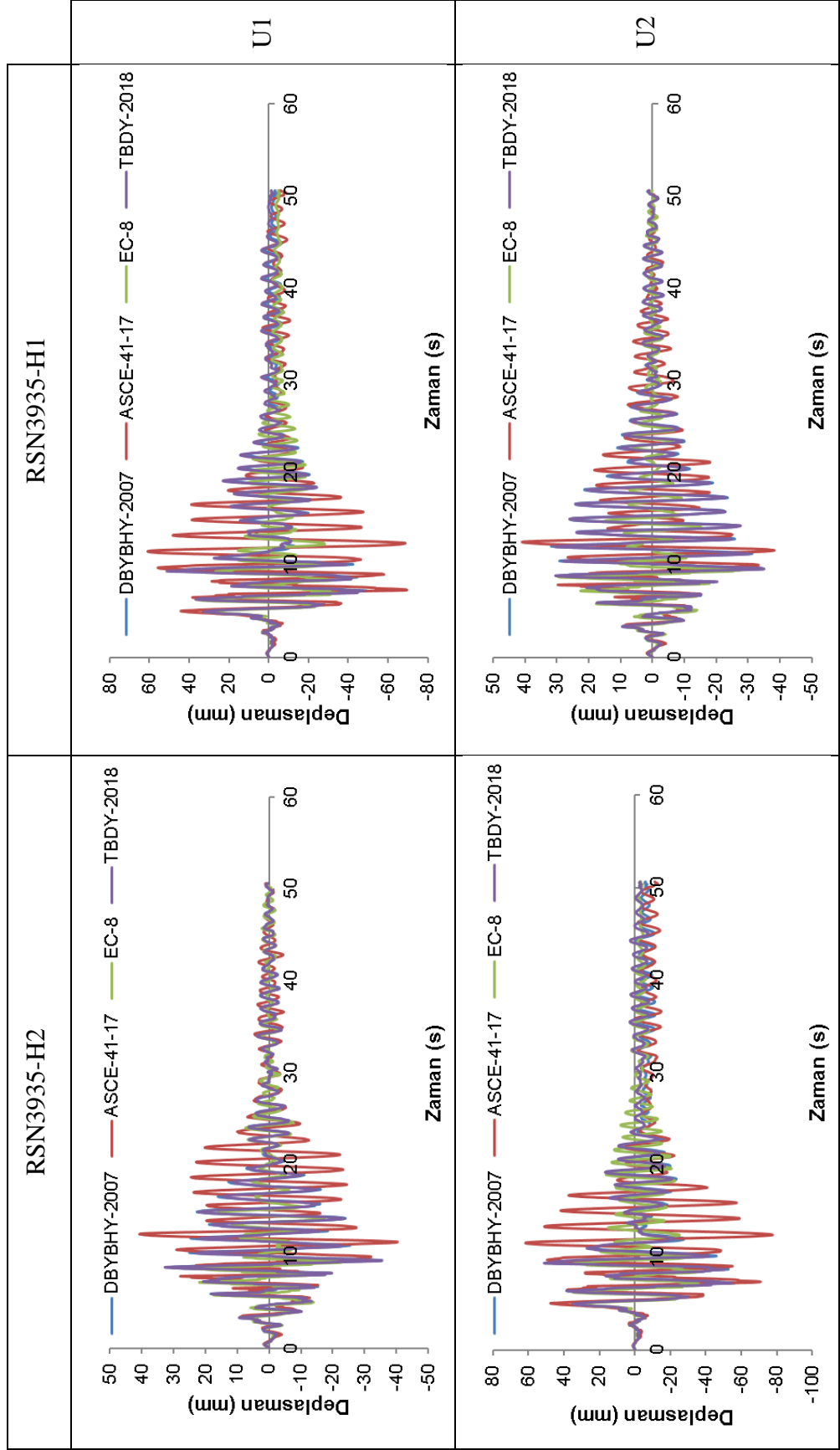
Şekil A.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



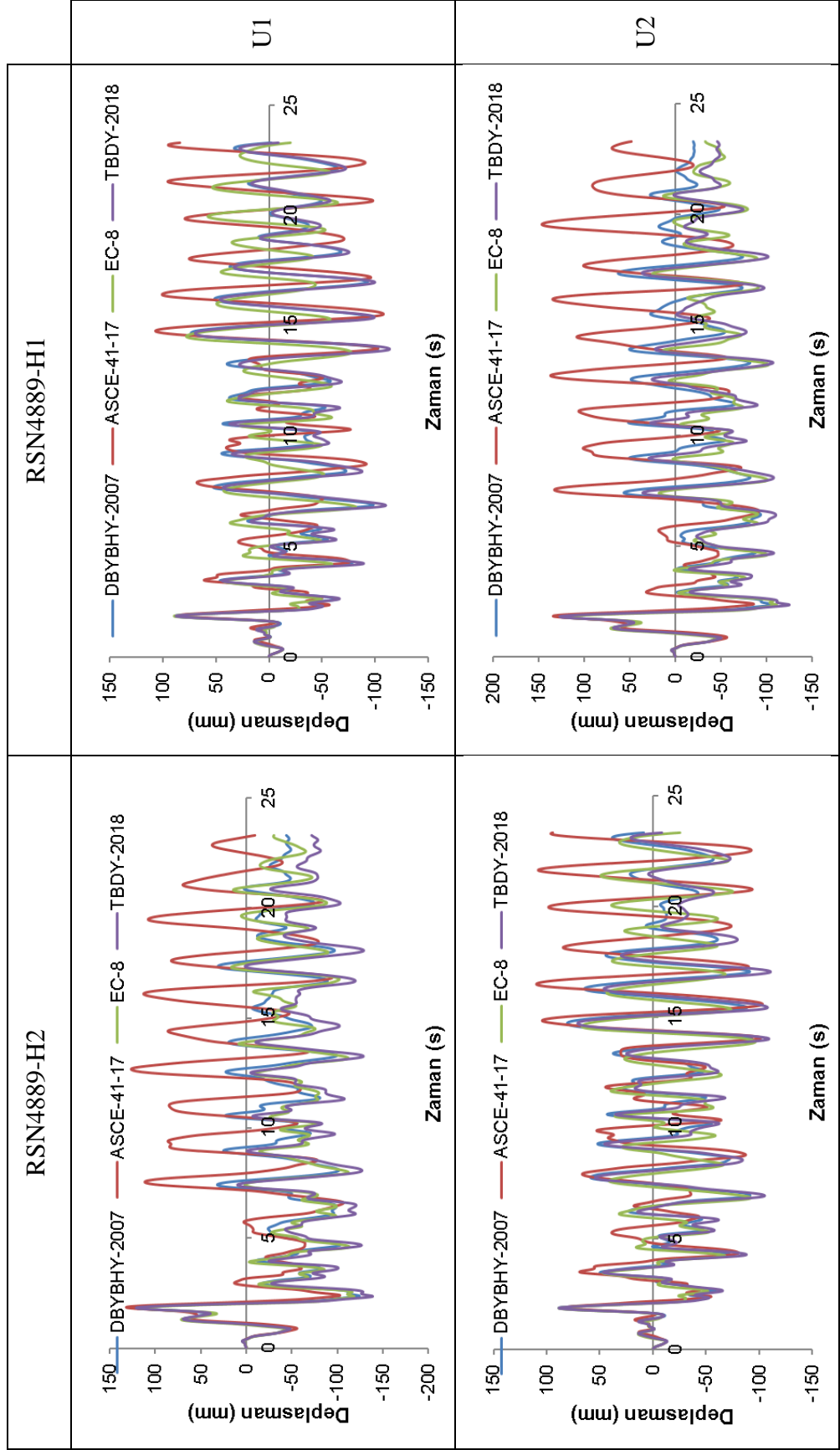
Şekil A.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



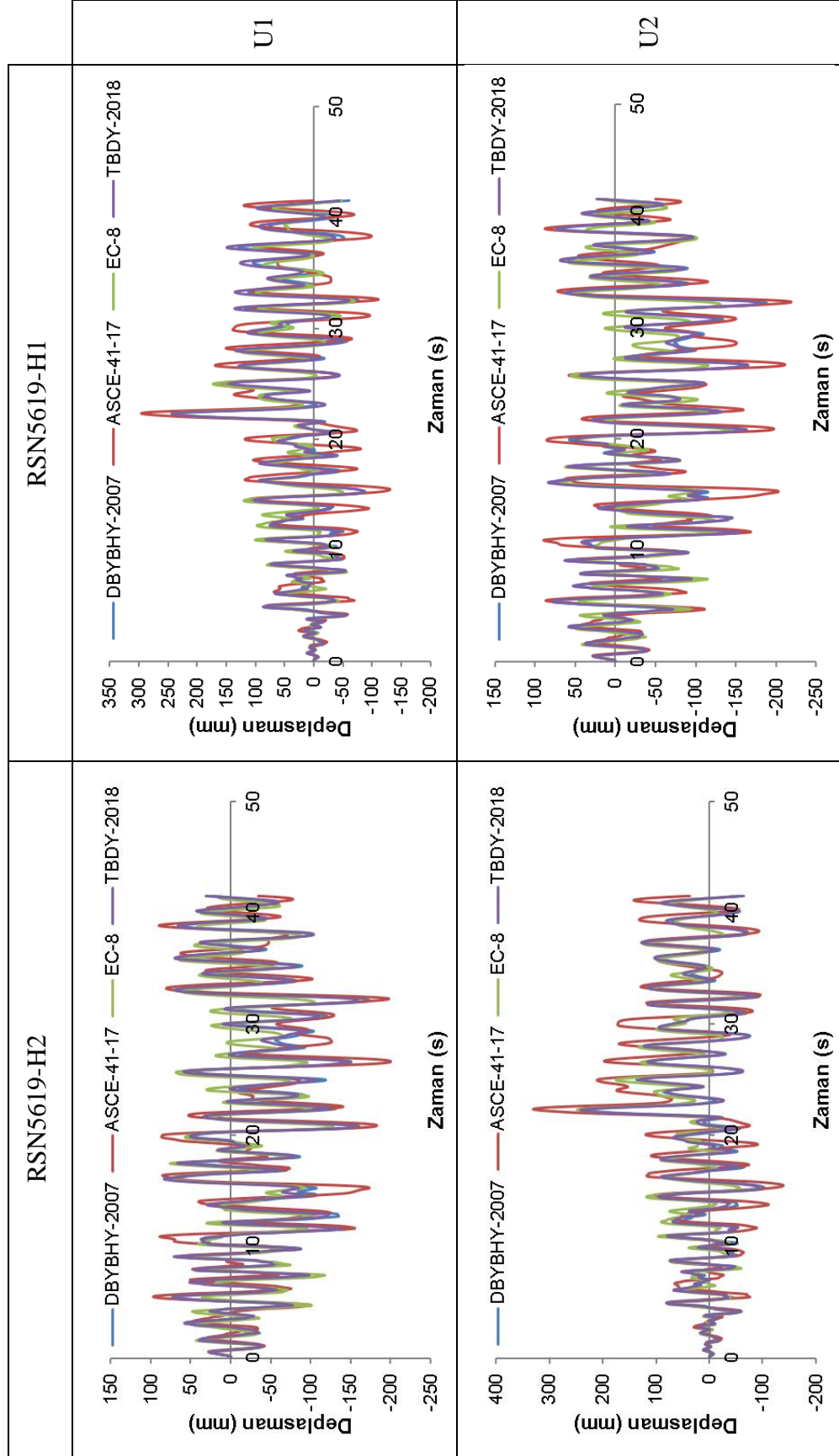
Şekil A.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



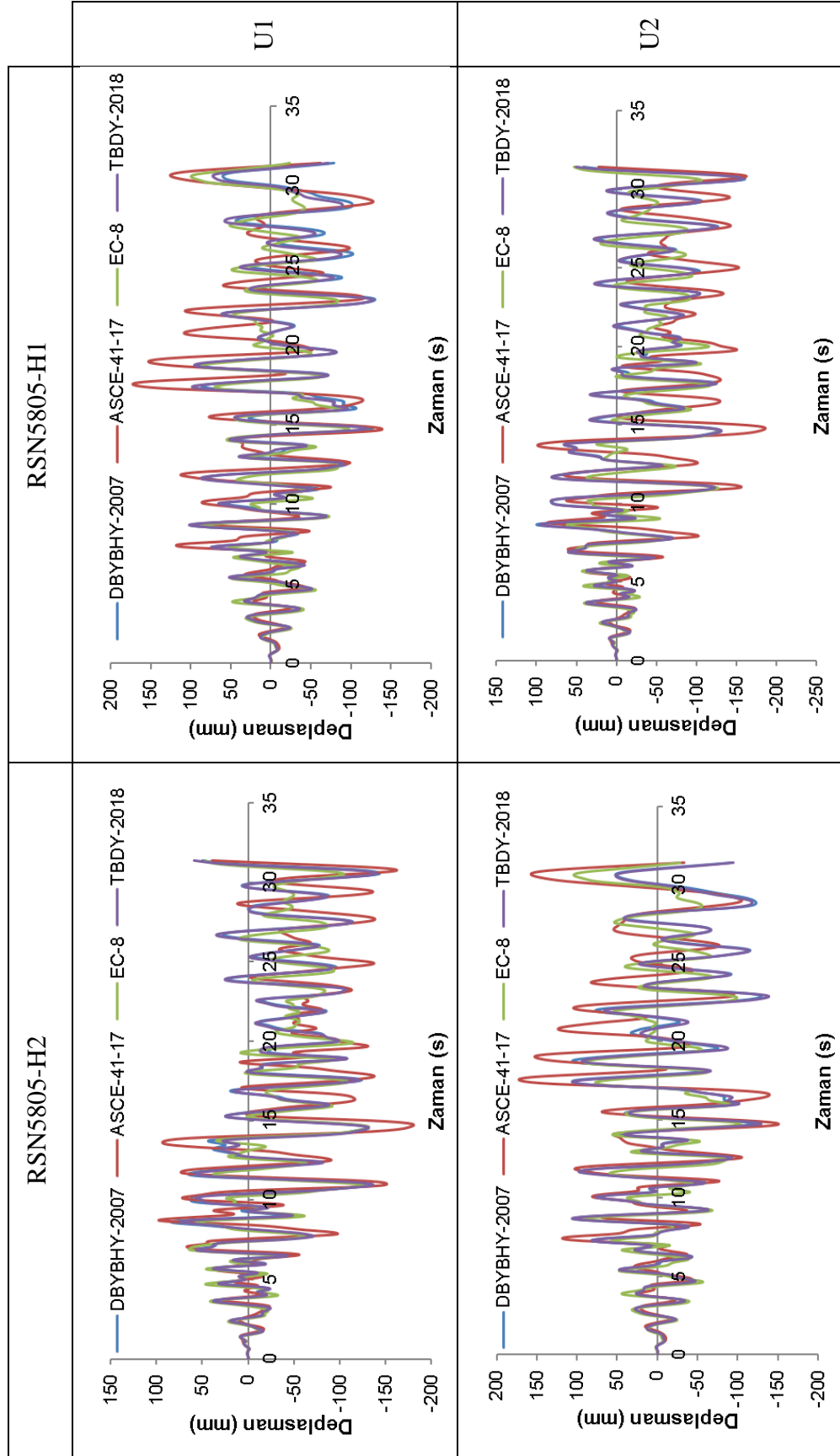
Şekil A.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



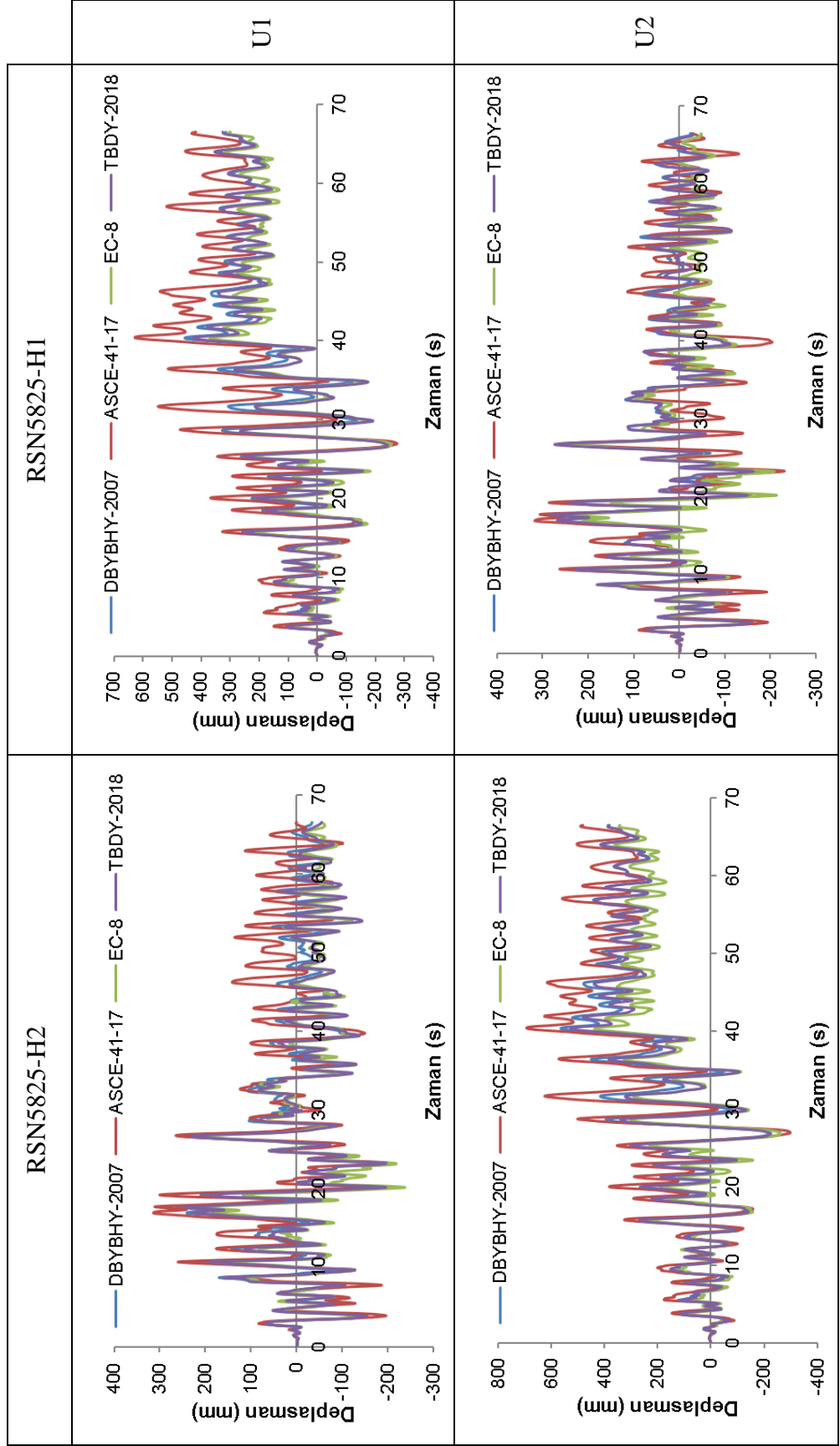
Şekil A.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



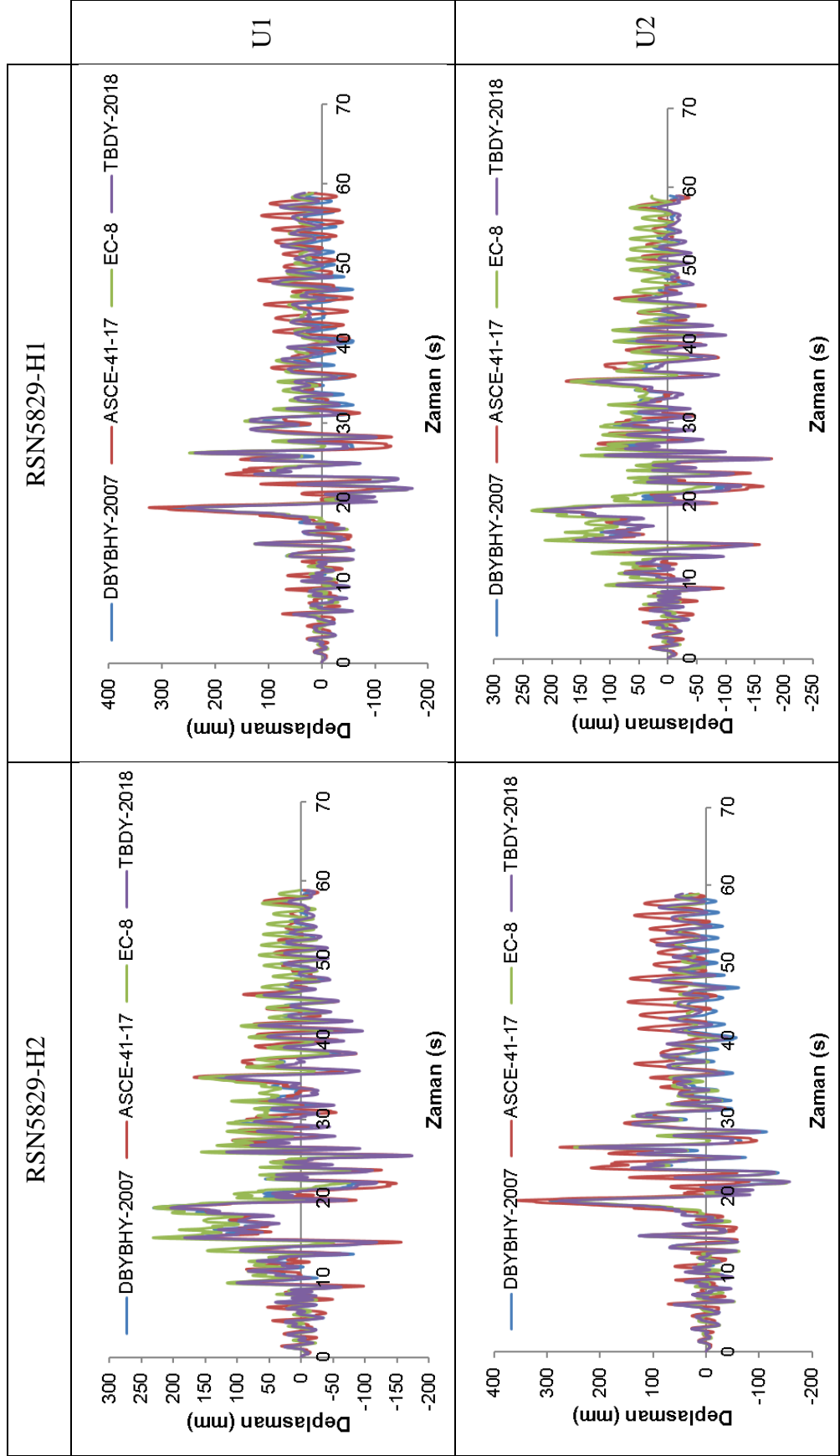
Şekil A.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



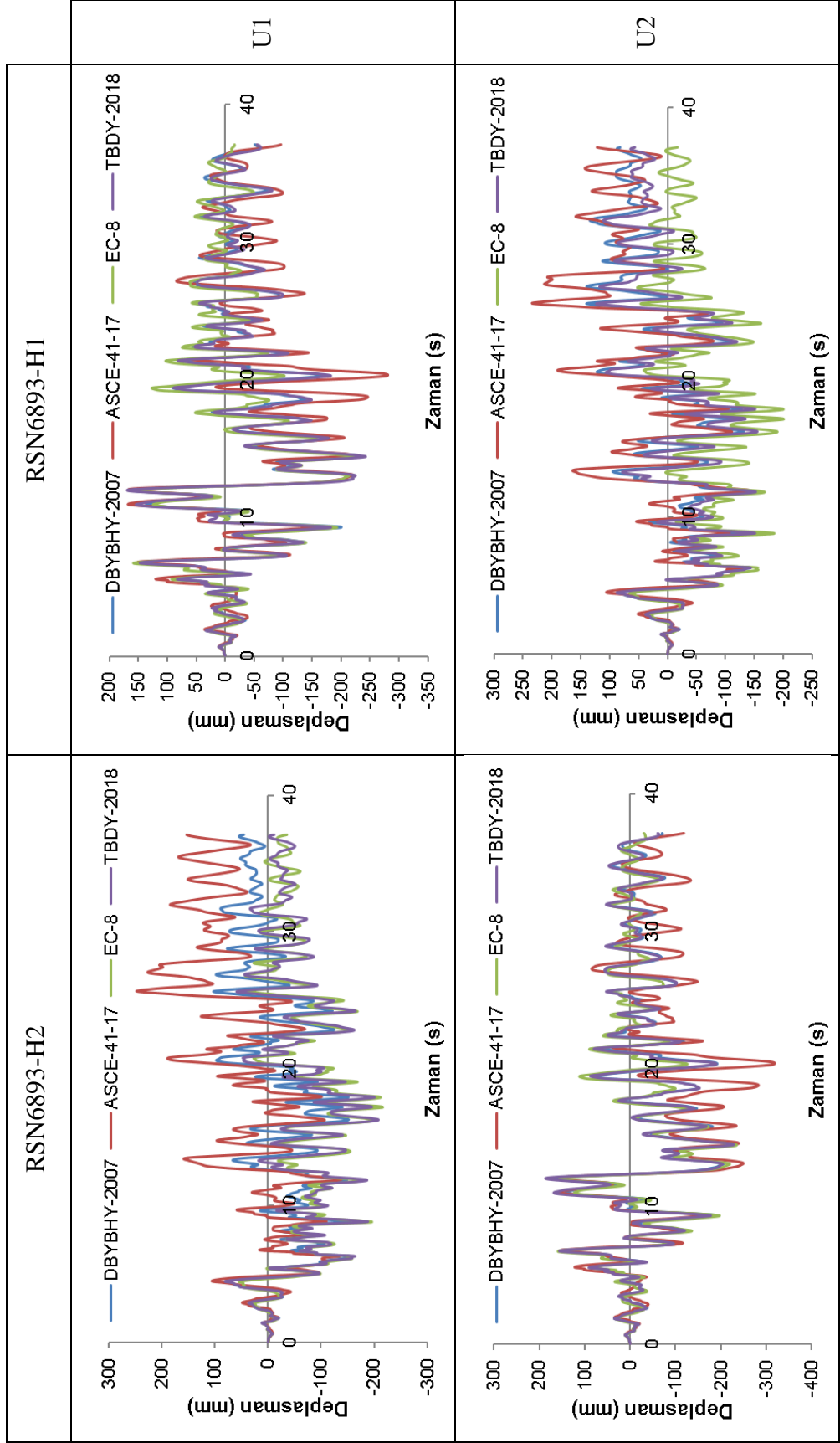
Şekil A.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



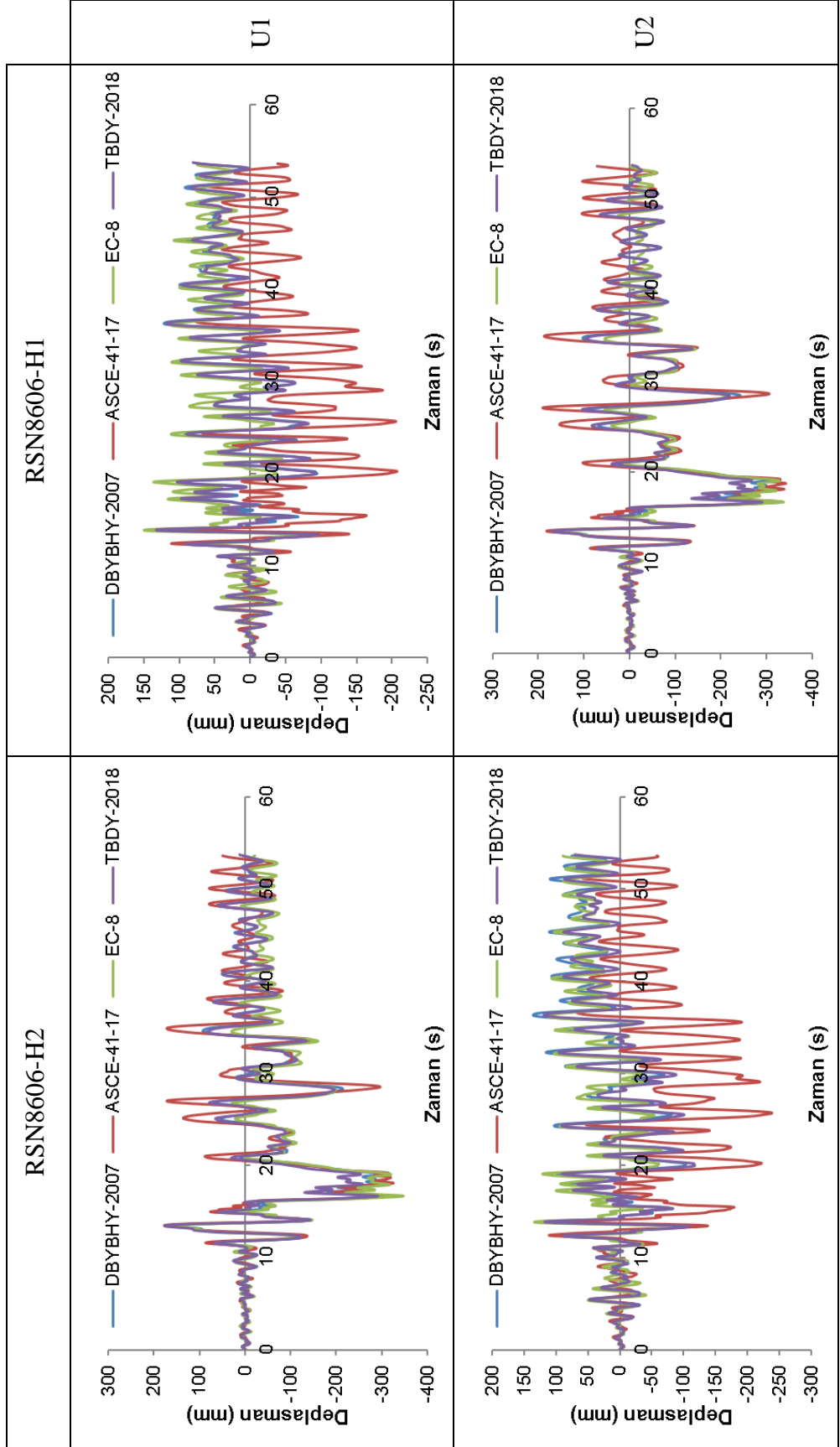
Şekil A.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



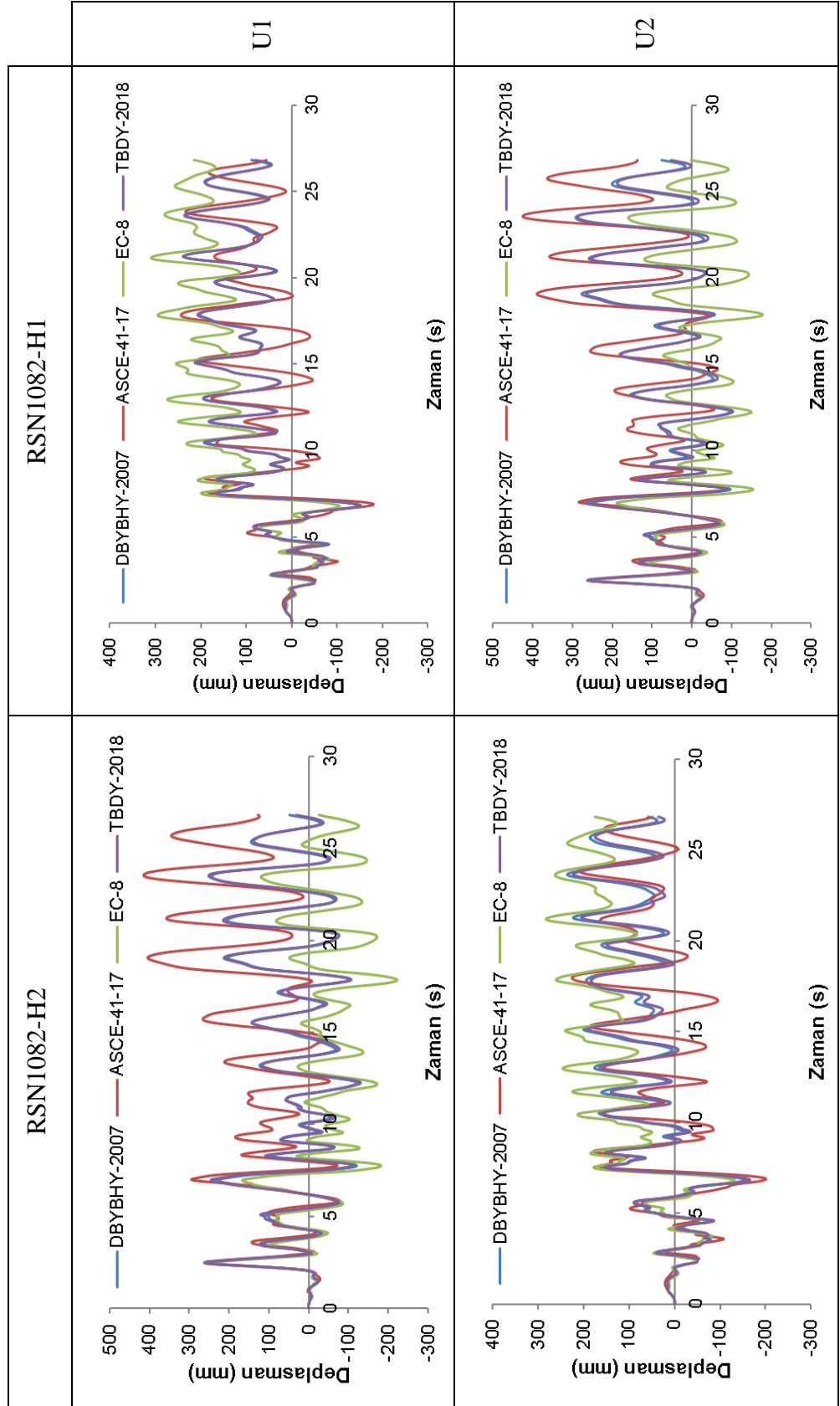
Şekil A.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



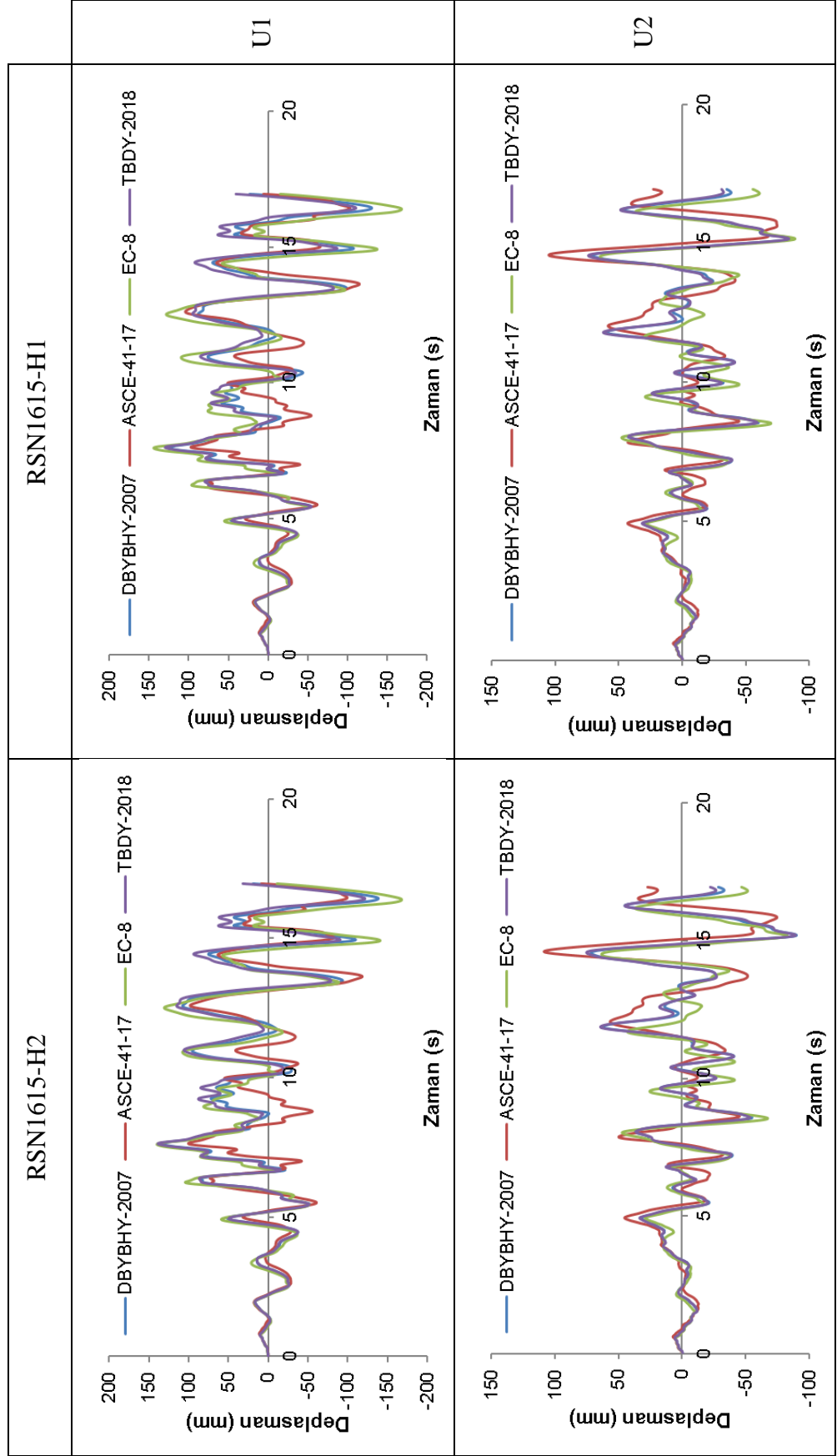
Şekil A.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



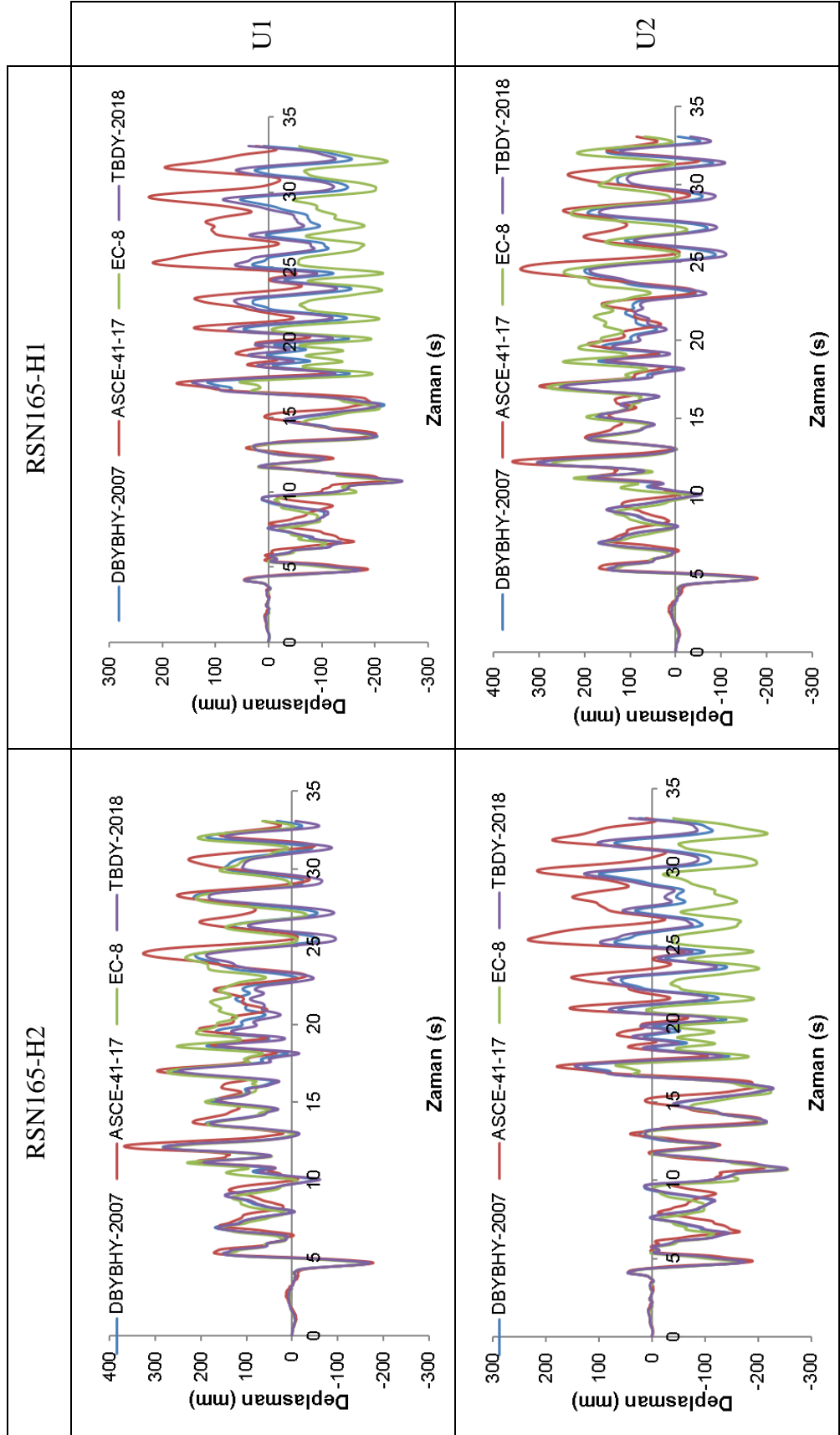
Şekil A.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



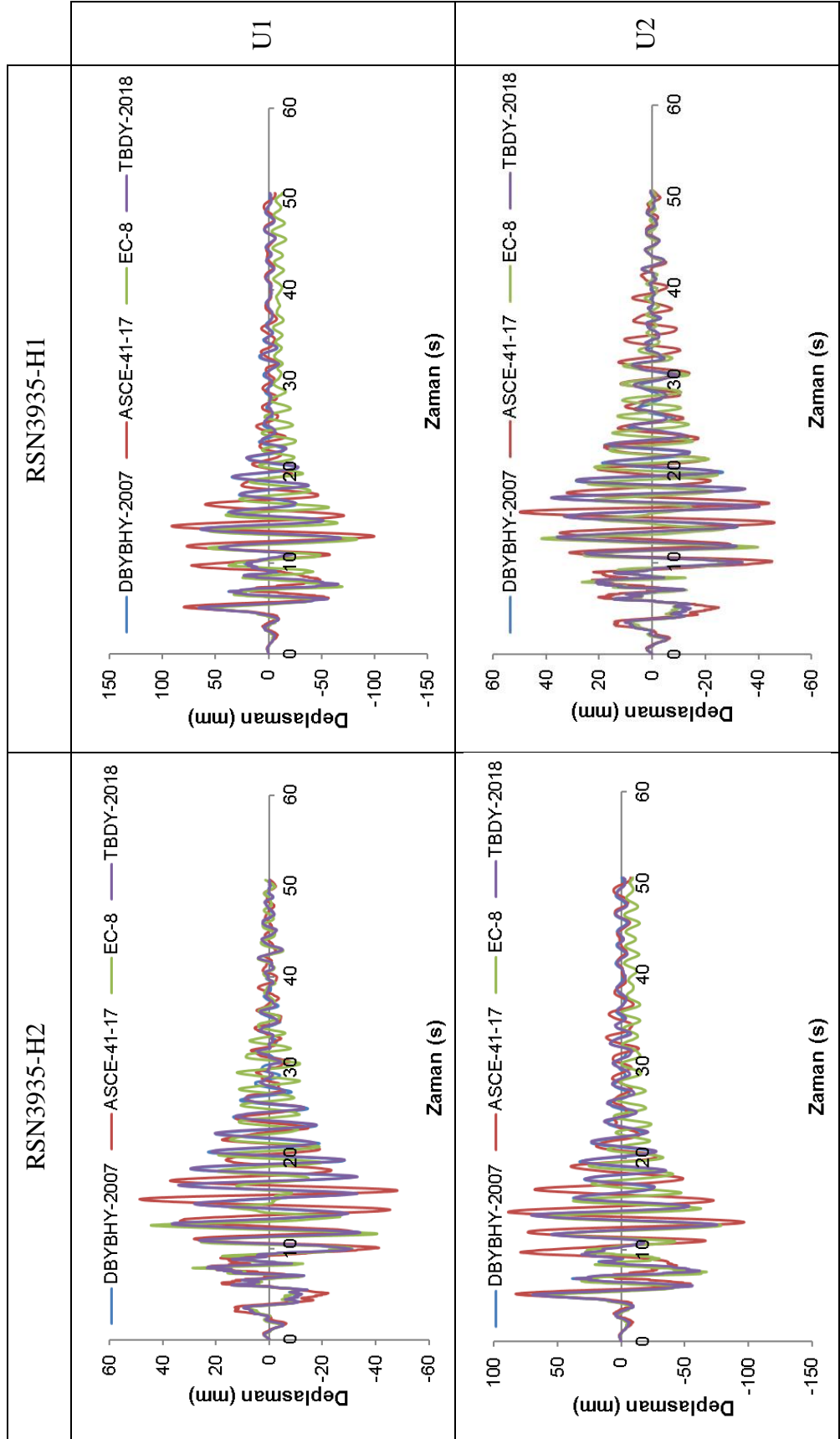
Şekil A.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



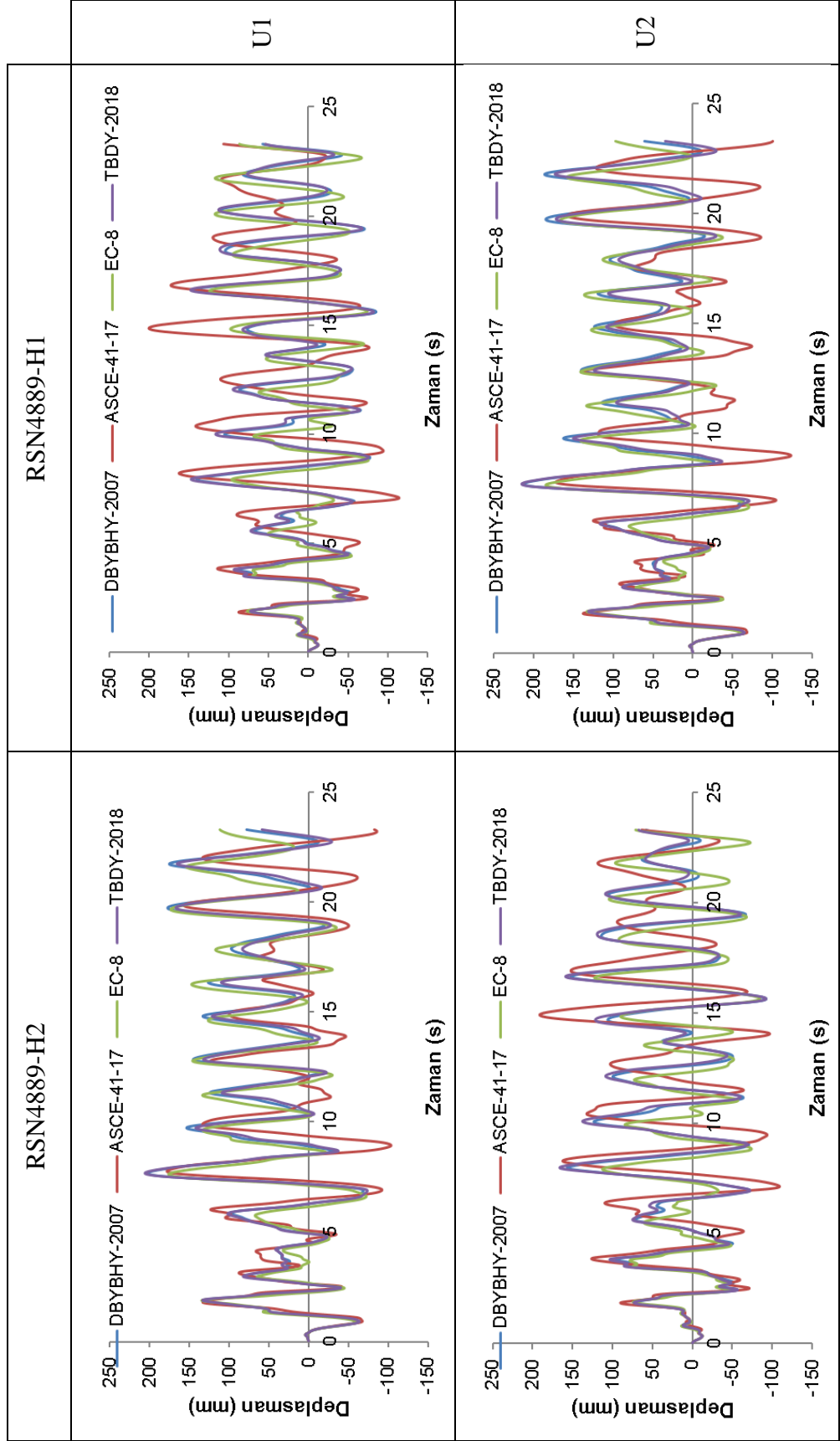
Şekil A.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



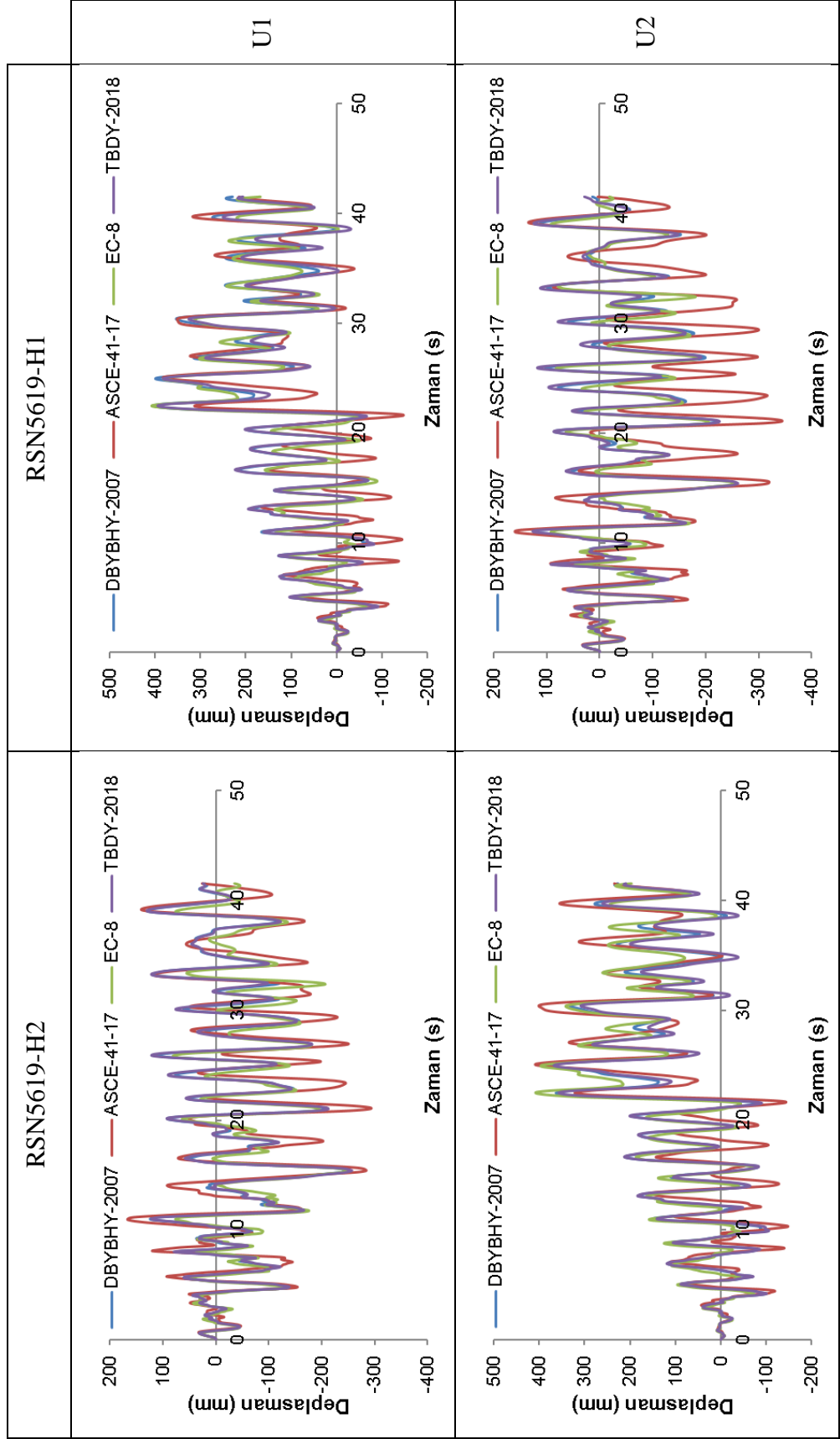
Şekil A.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



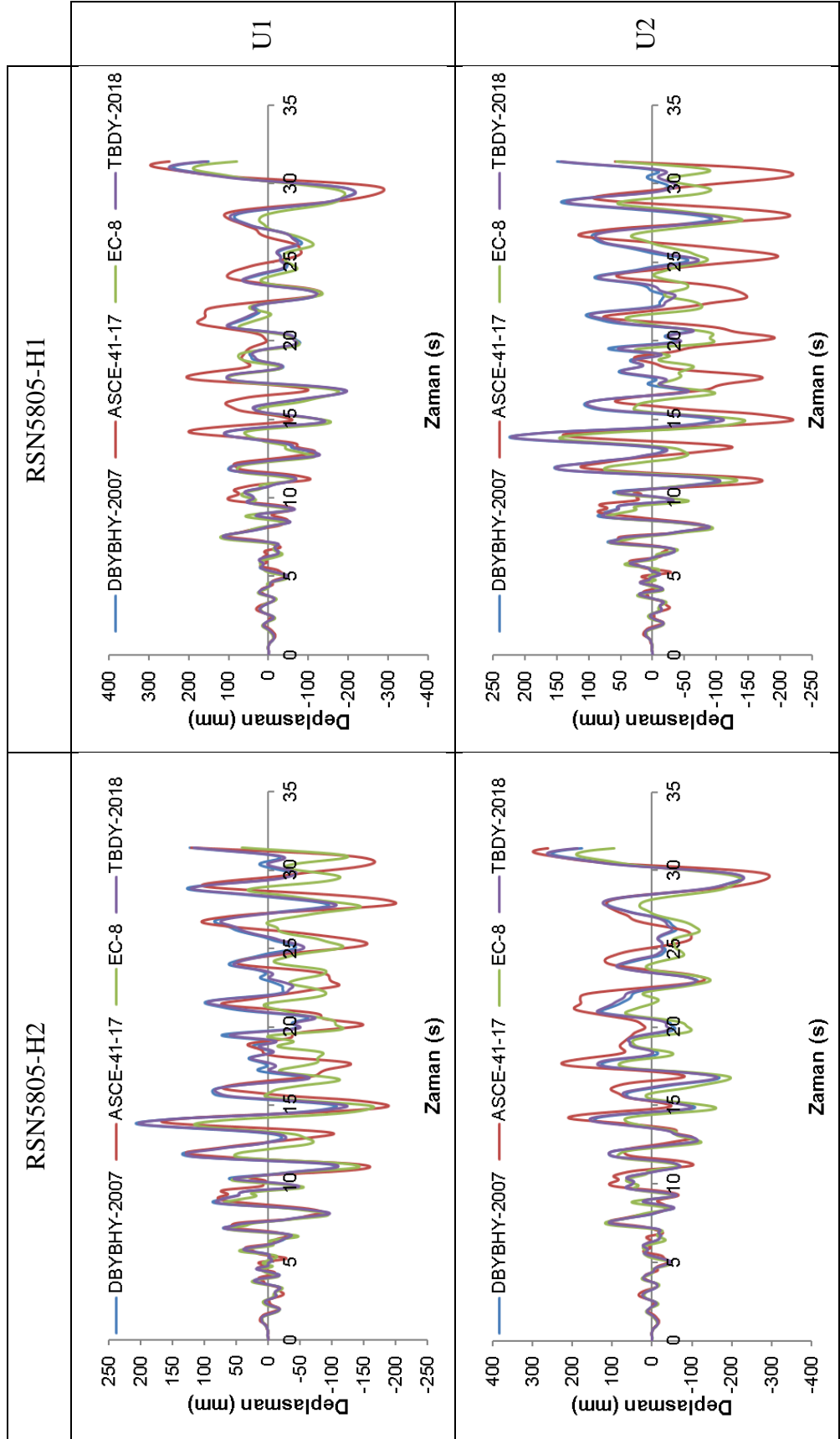
Şekil A.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



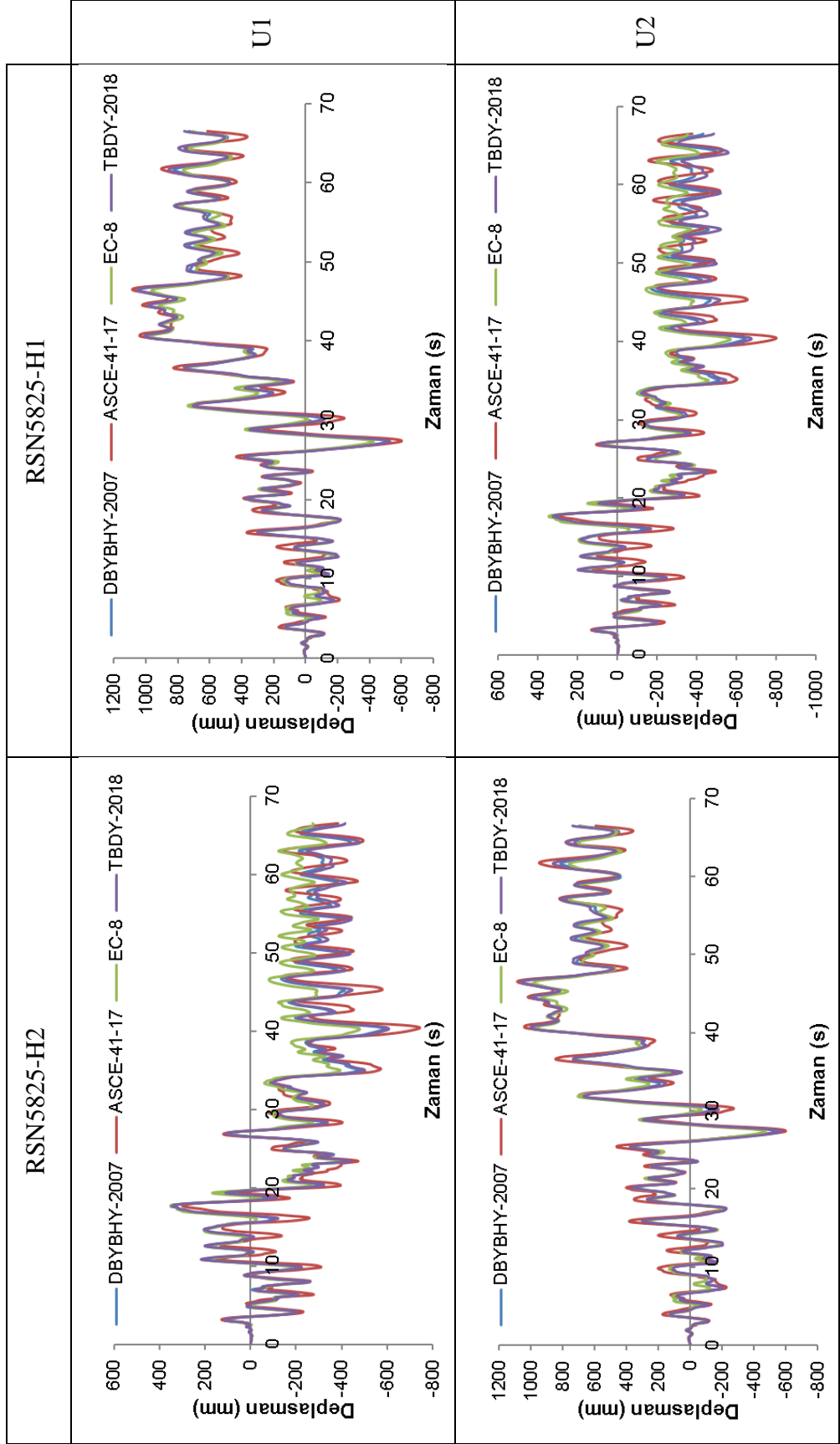
Şekil A.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



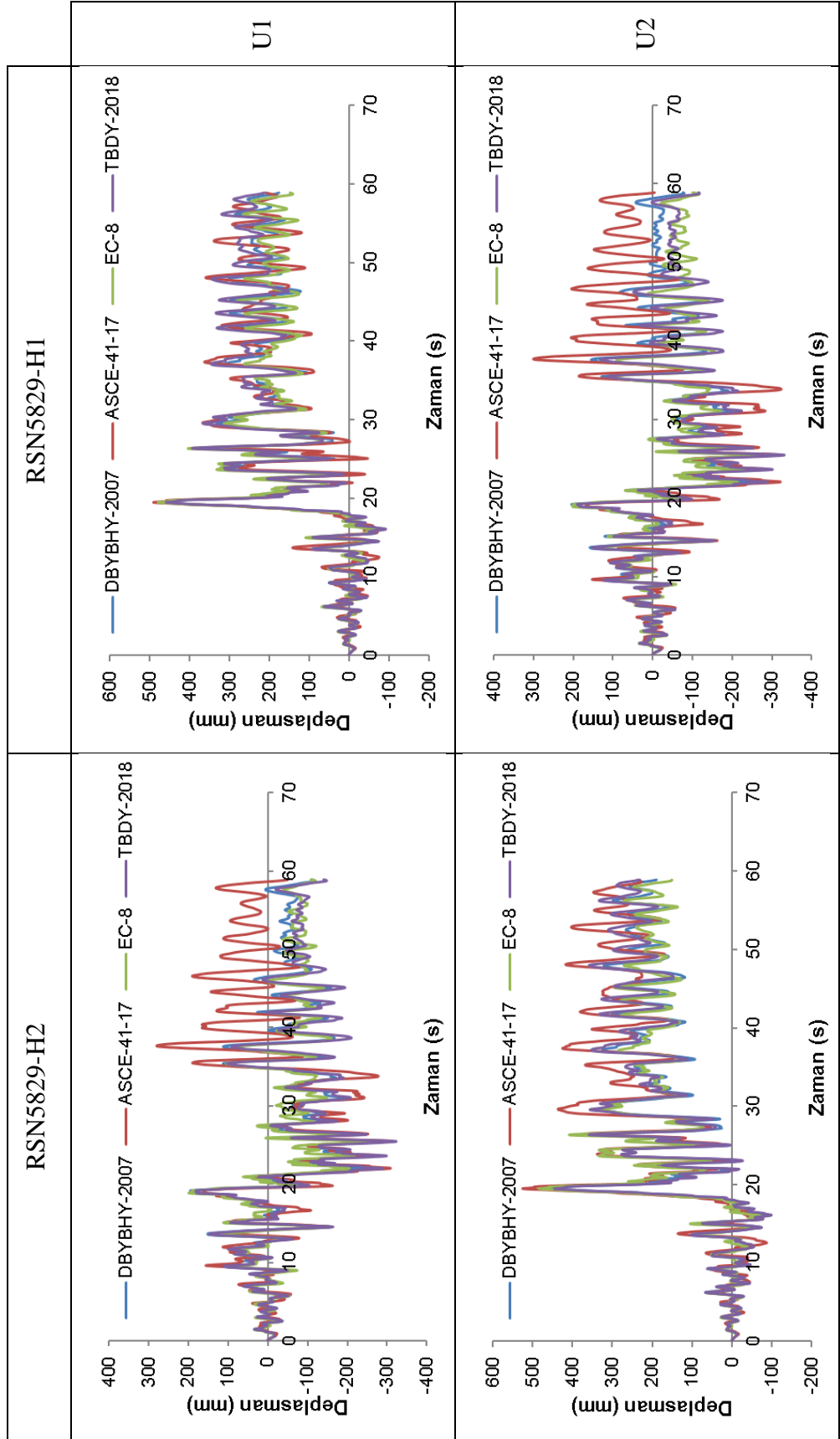
Şekil A.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



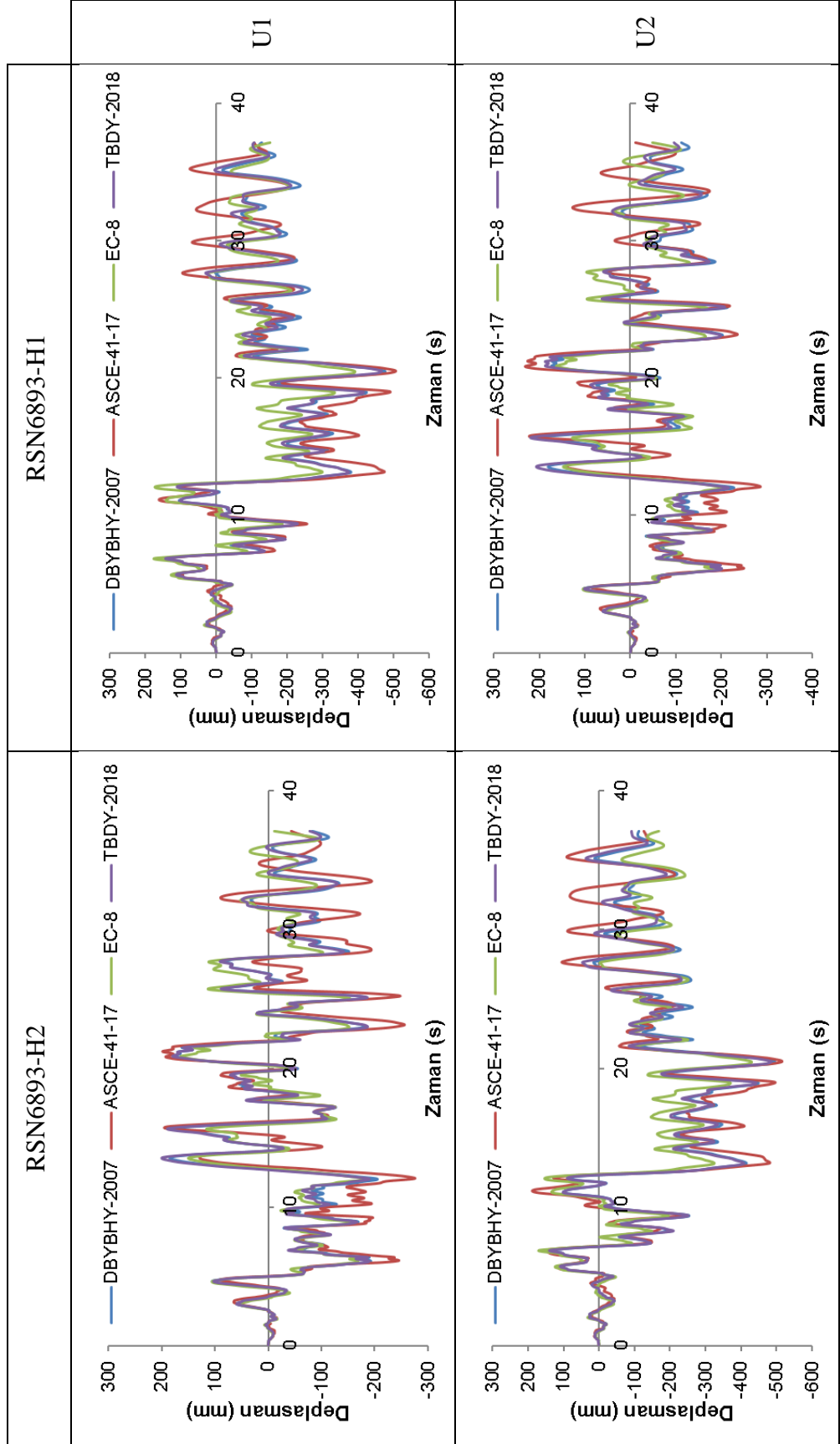
Şekil A.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



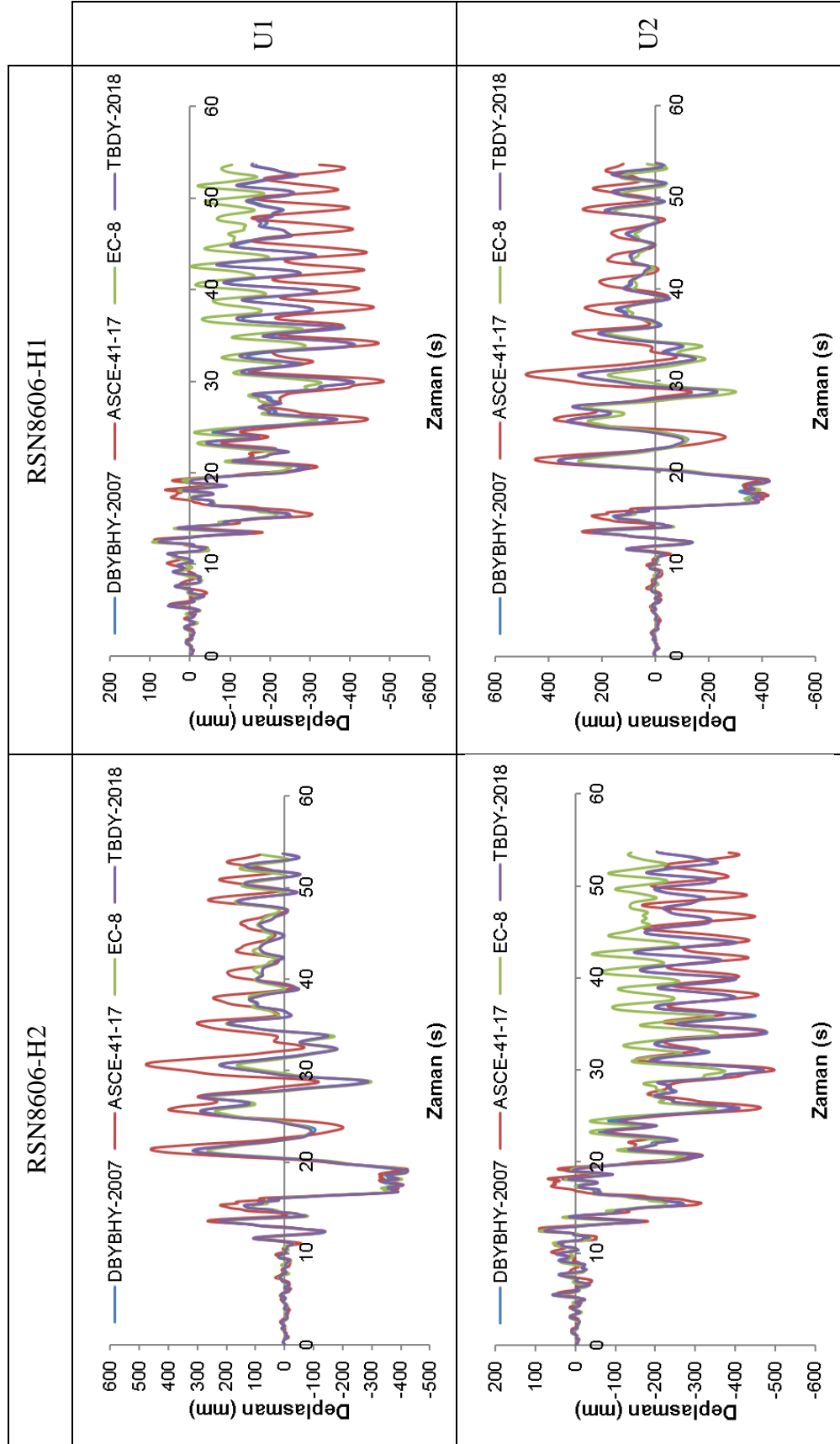
Şekil A.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri



Şekil A.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri

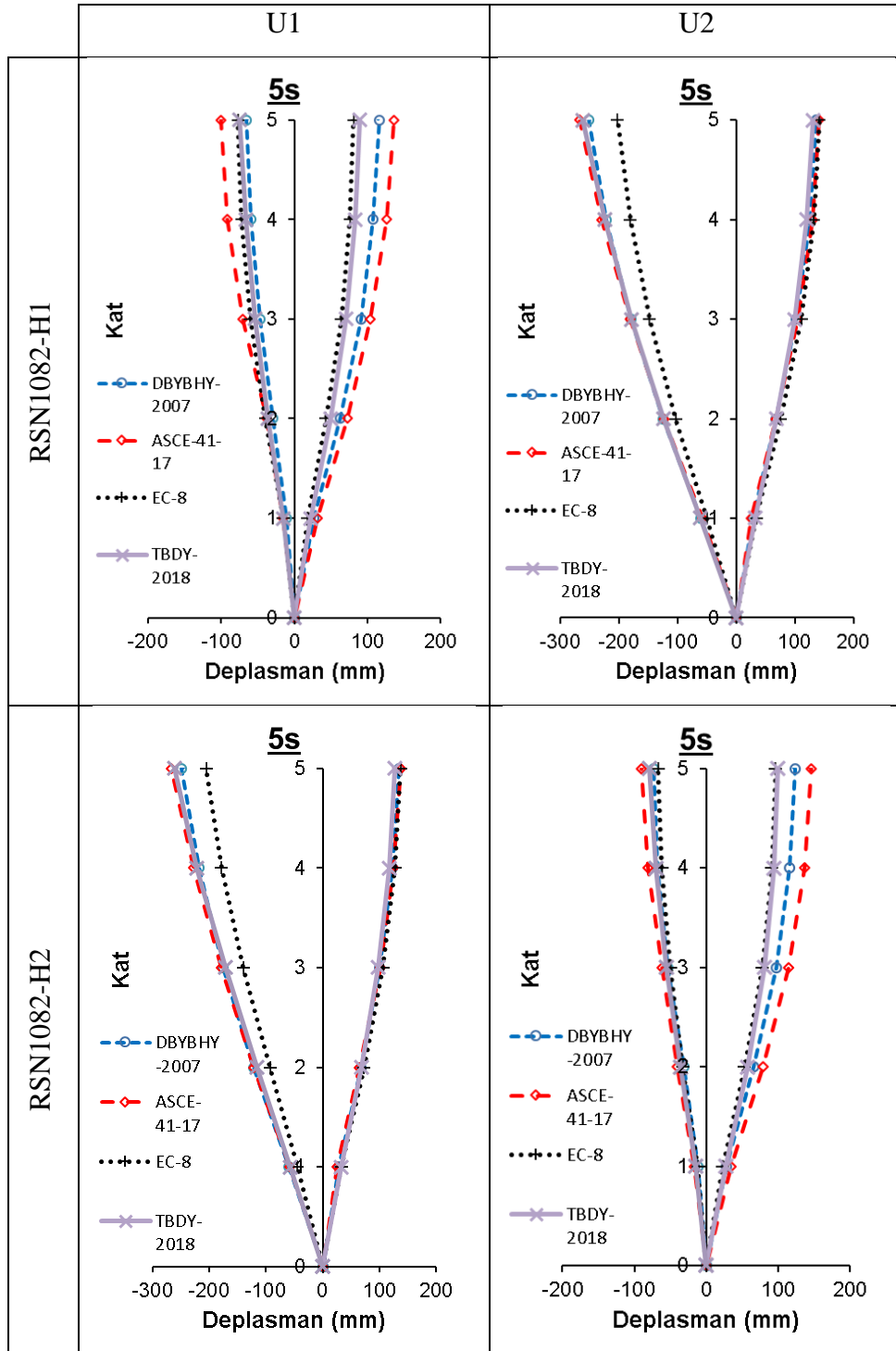


Şekil A.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri

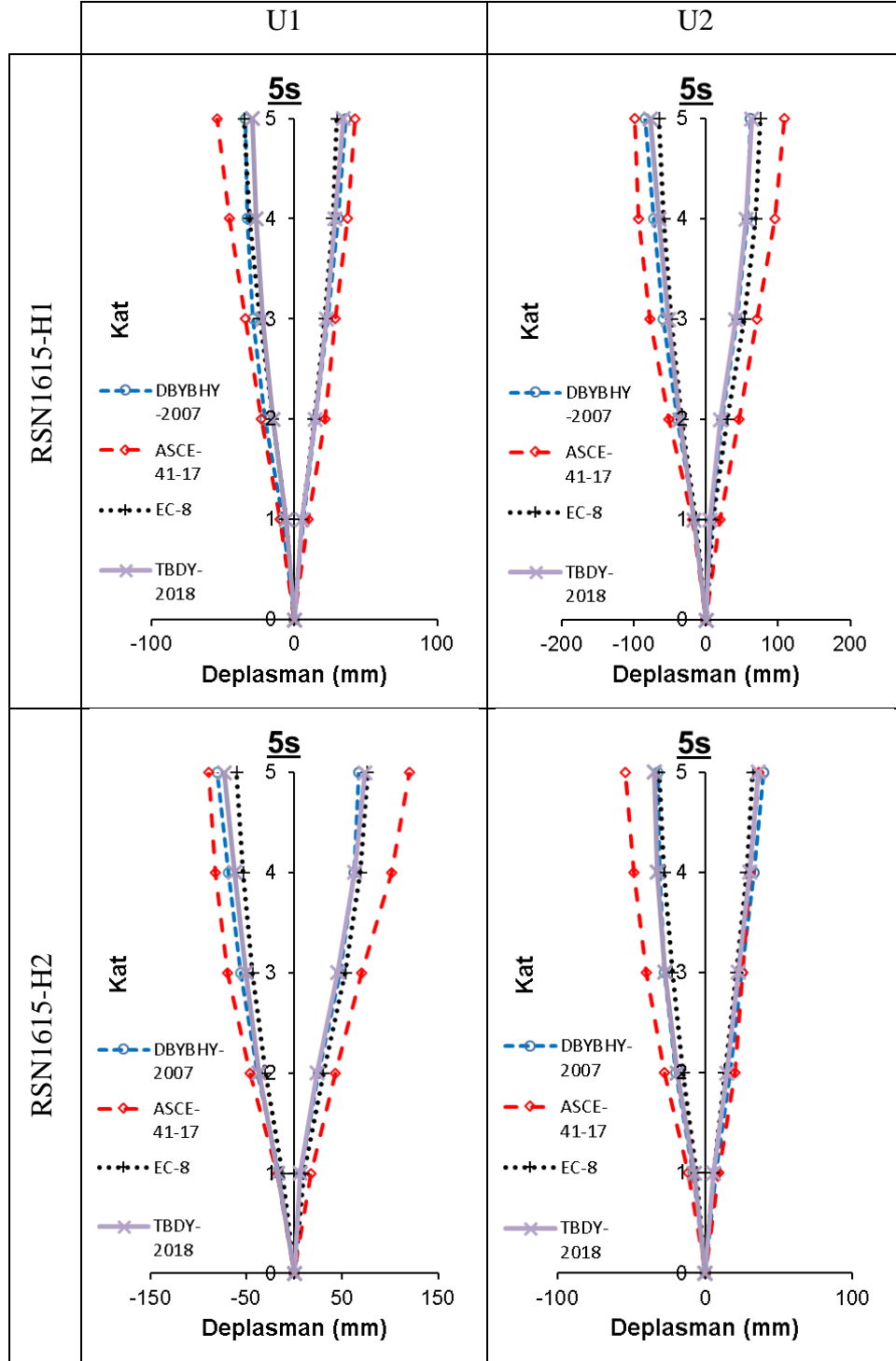


Şekil A.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman talepleri

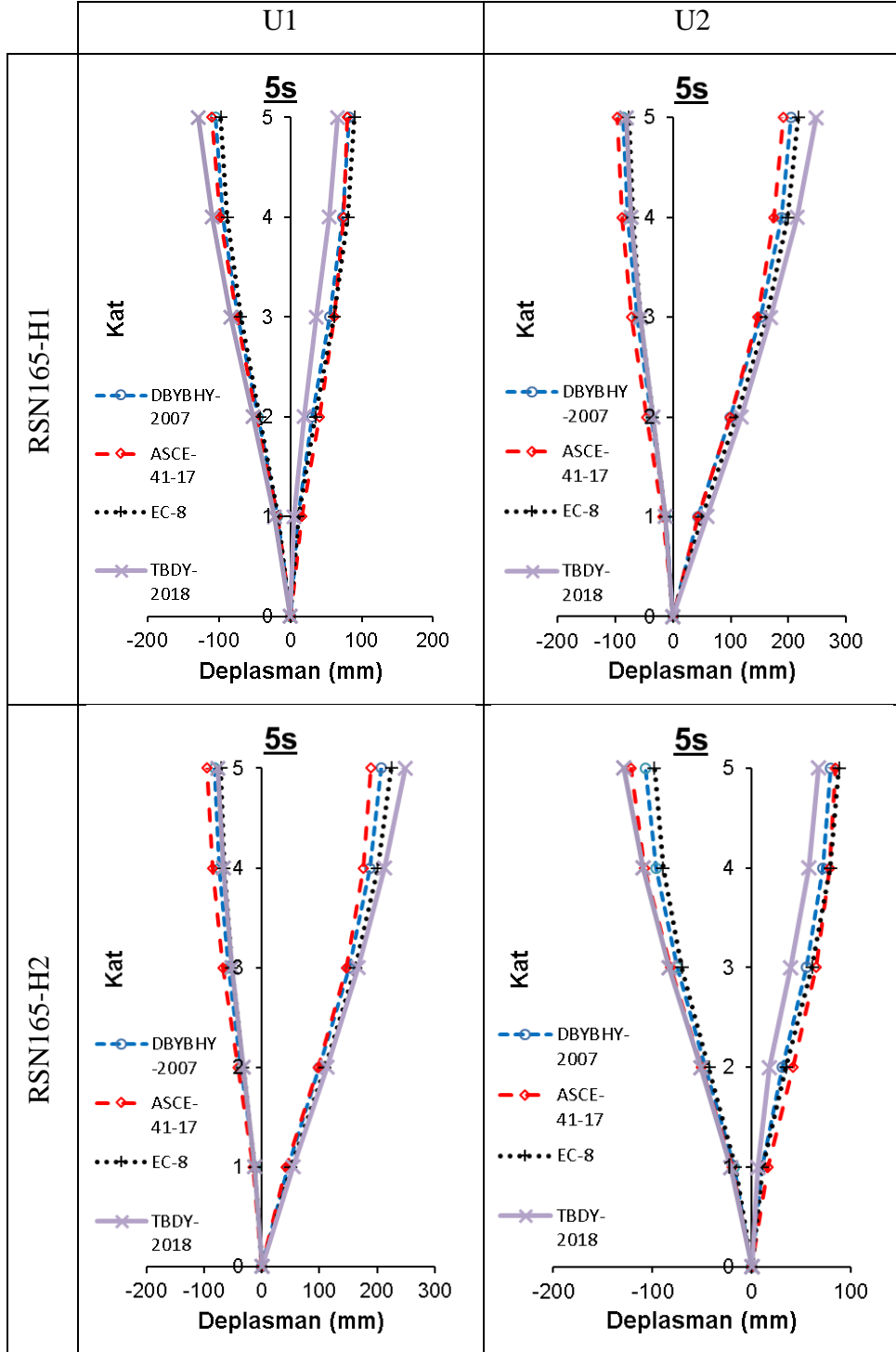
EK B Deplasman Profilleri



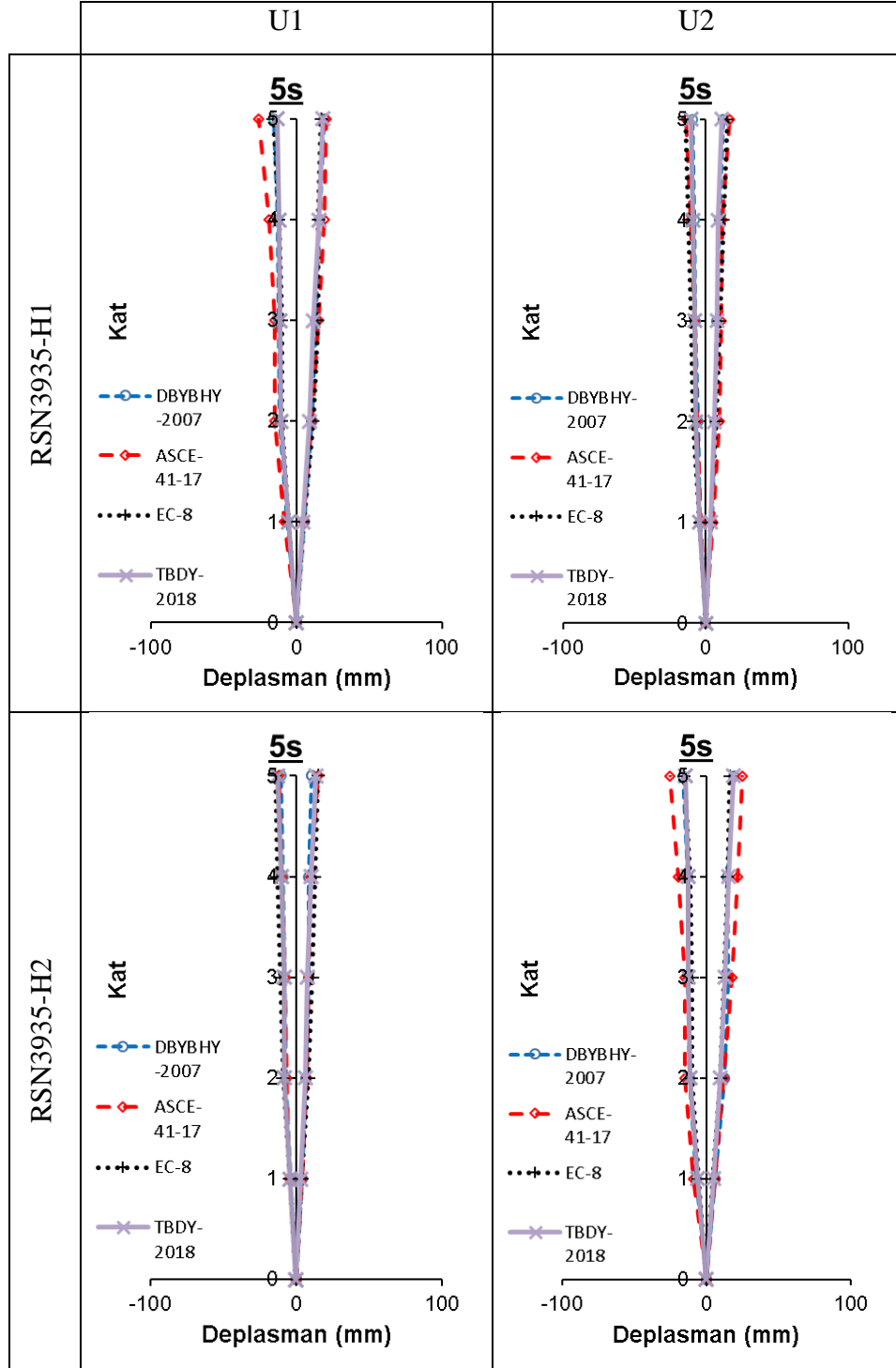
Şekil B.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



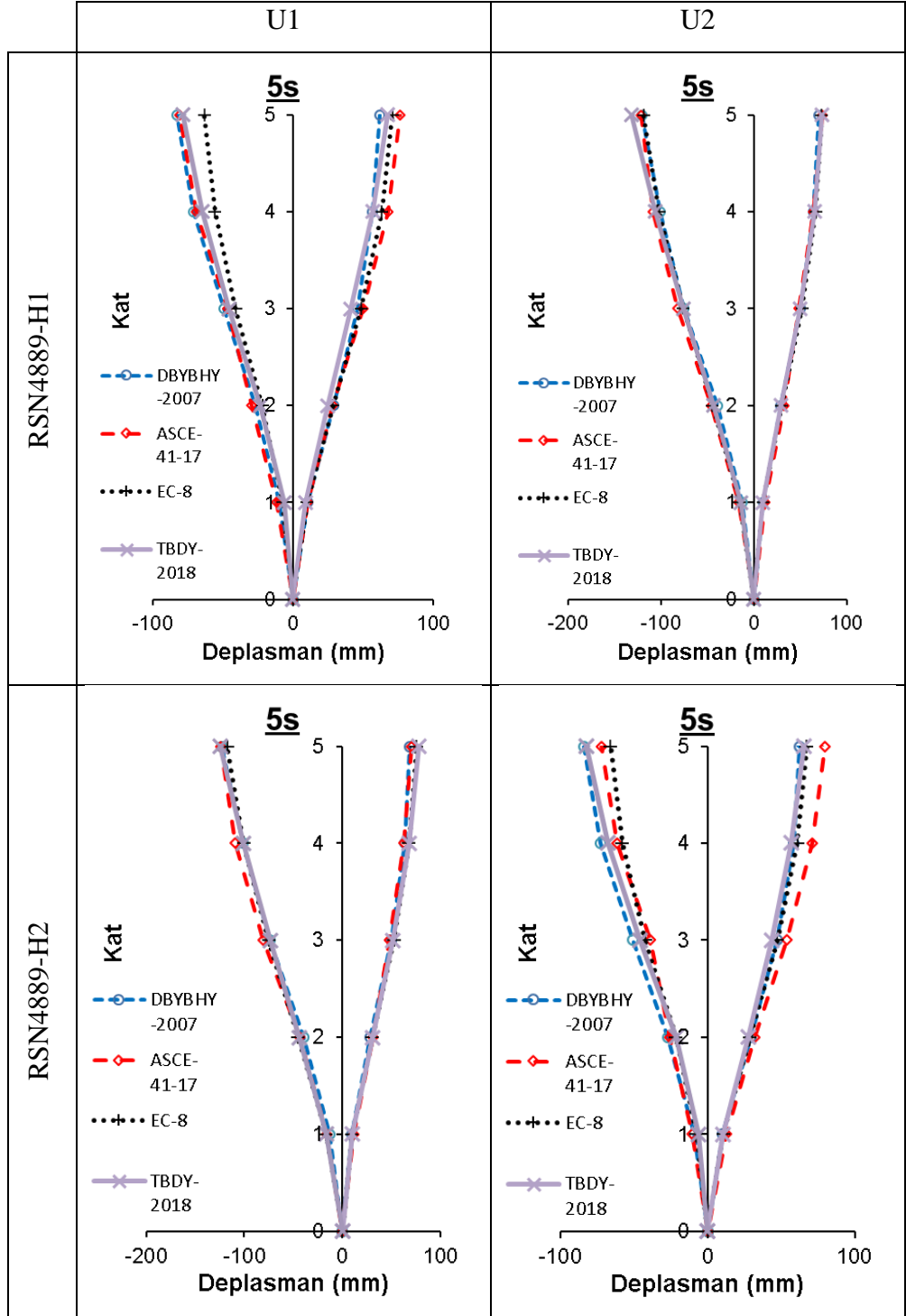
Şekil B.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



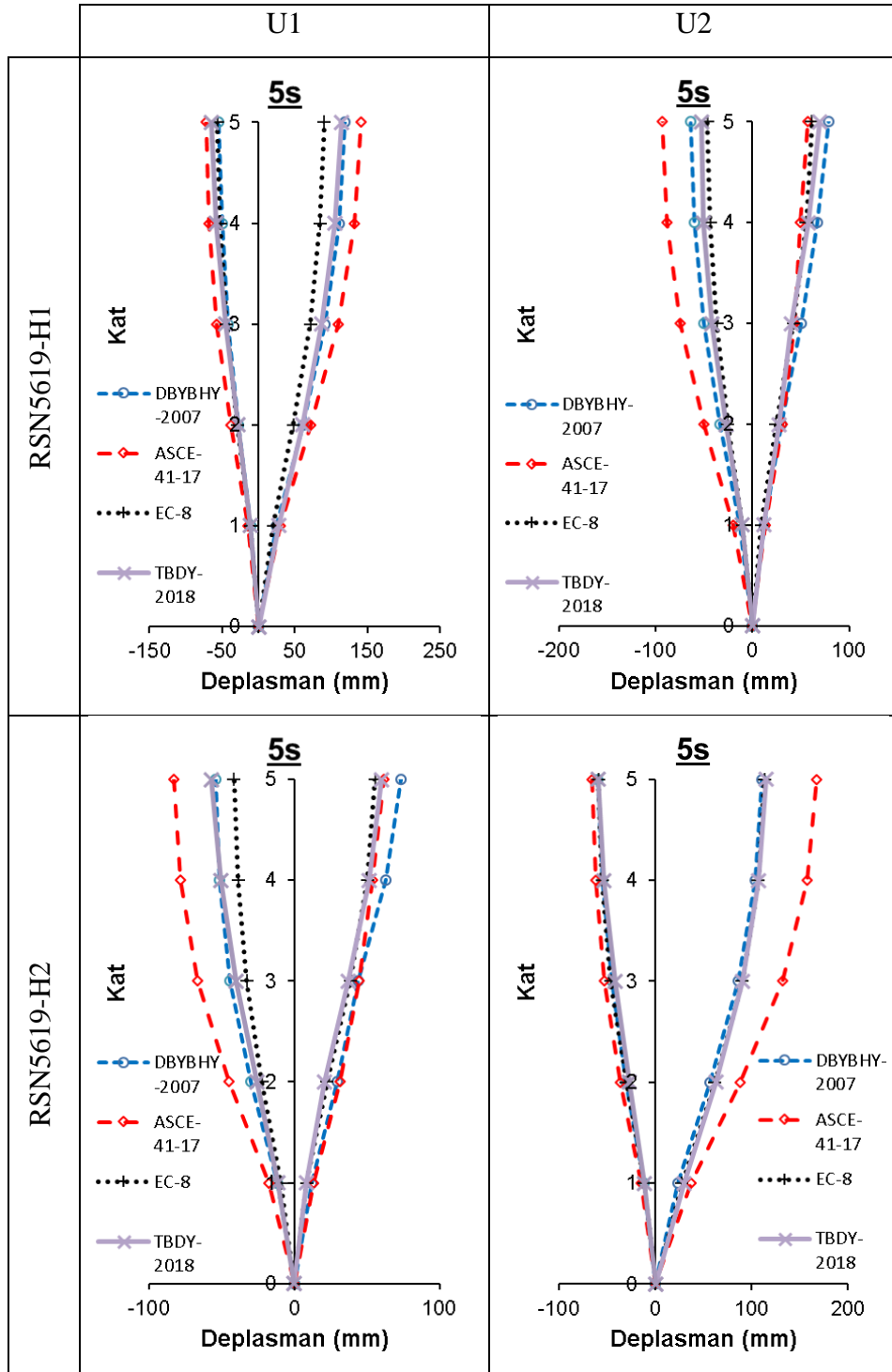
Şekil B.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



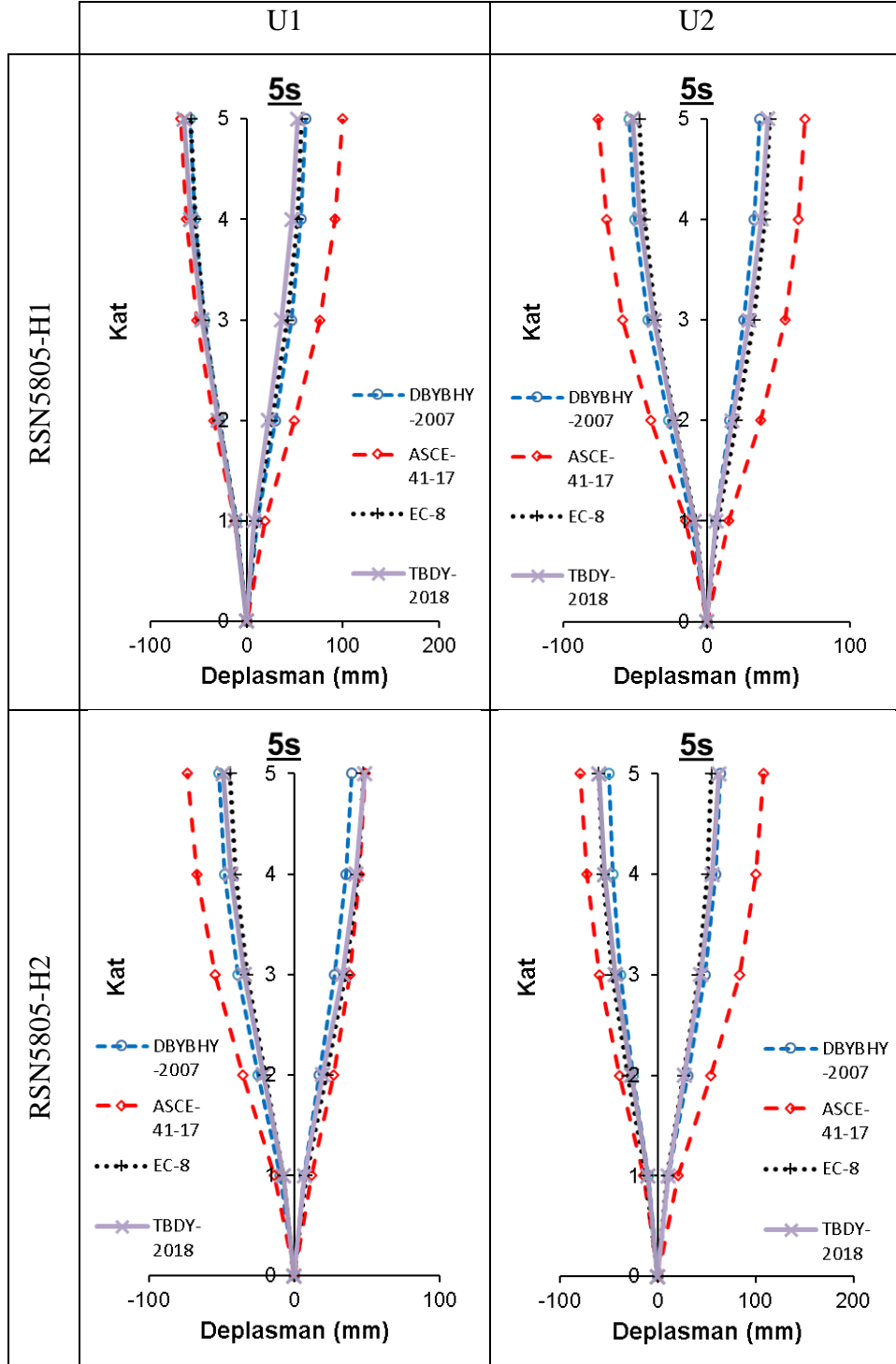
Şekil B.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



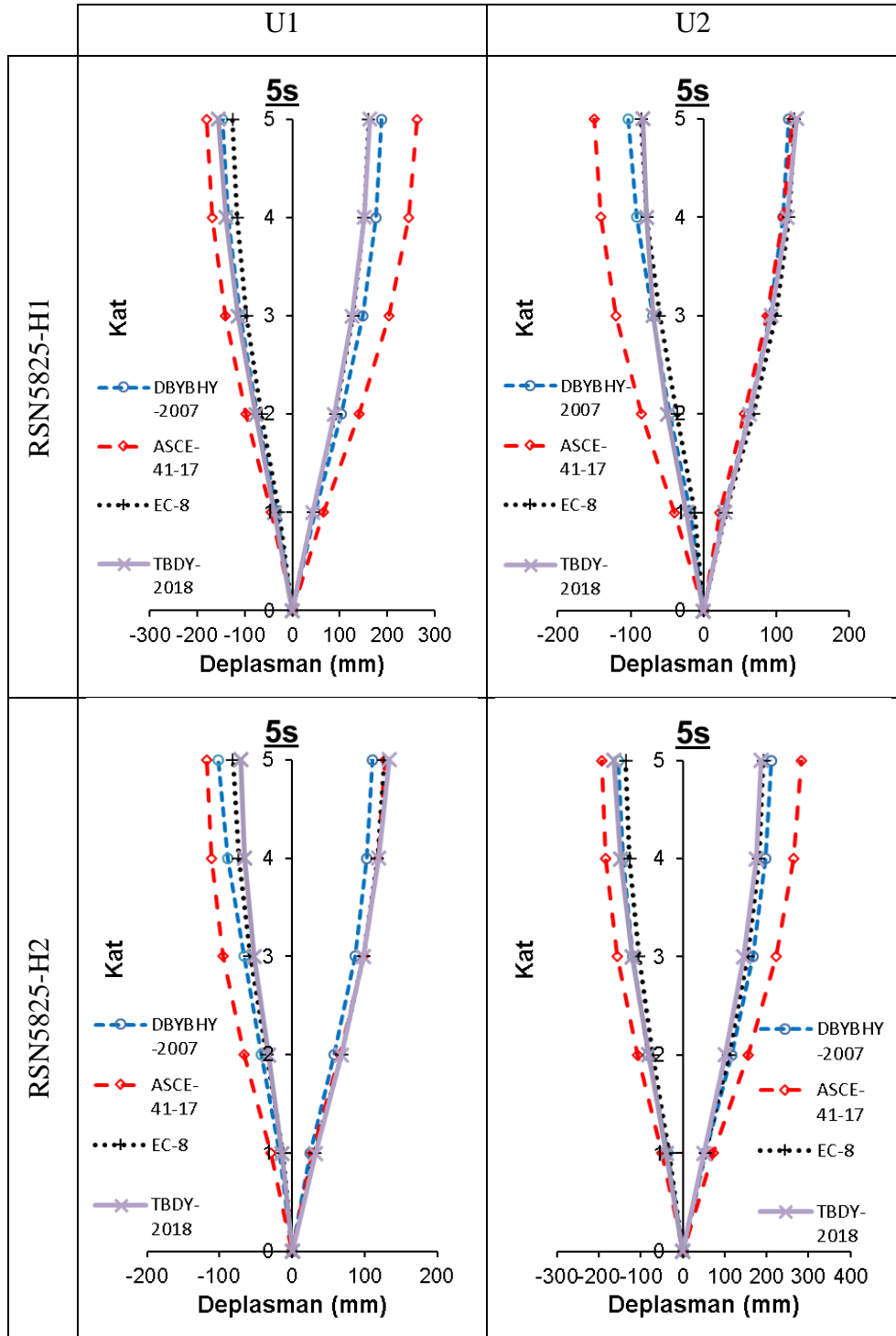
Şekil B.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



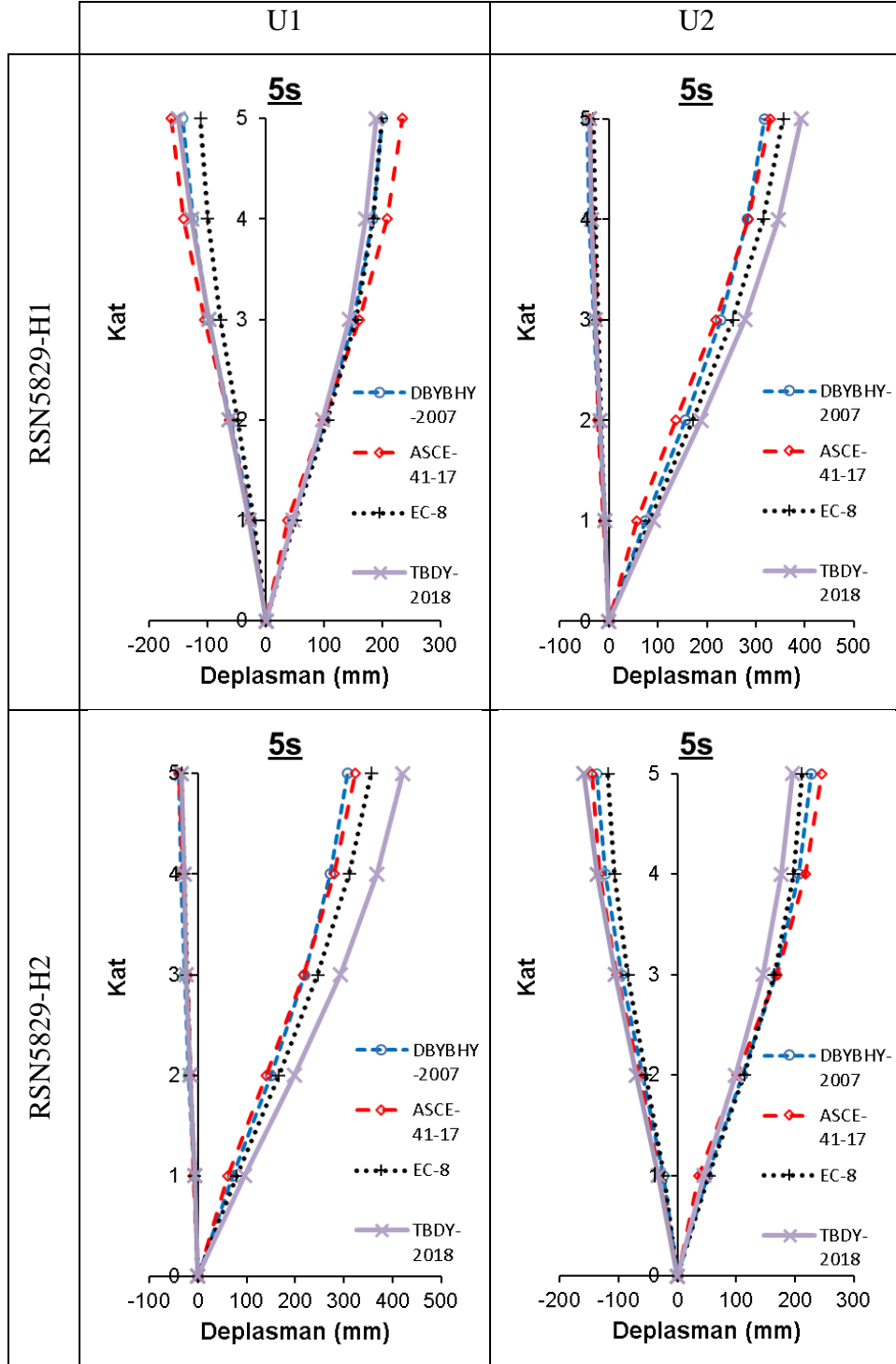
Şekil B.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



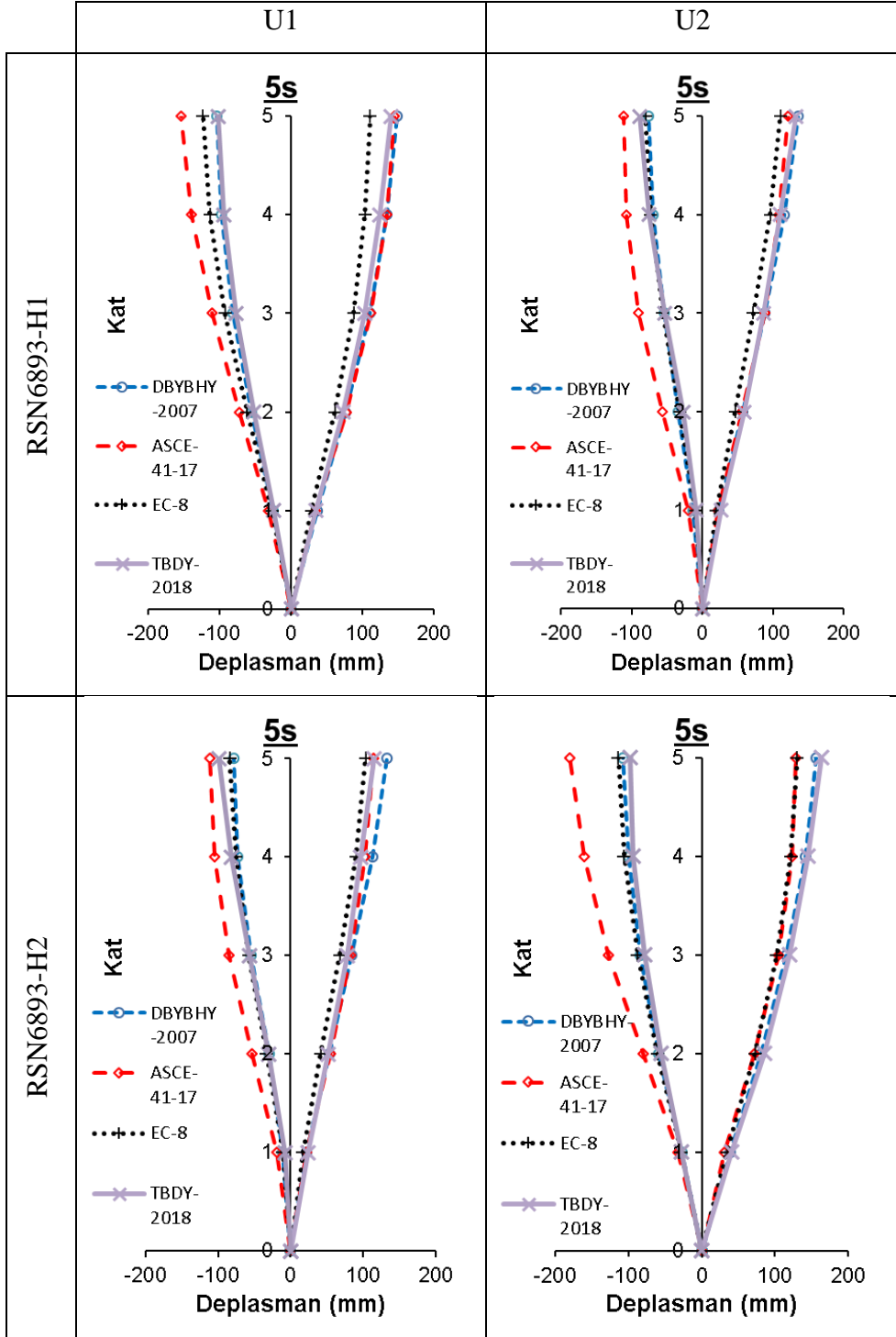
Şekil B.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



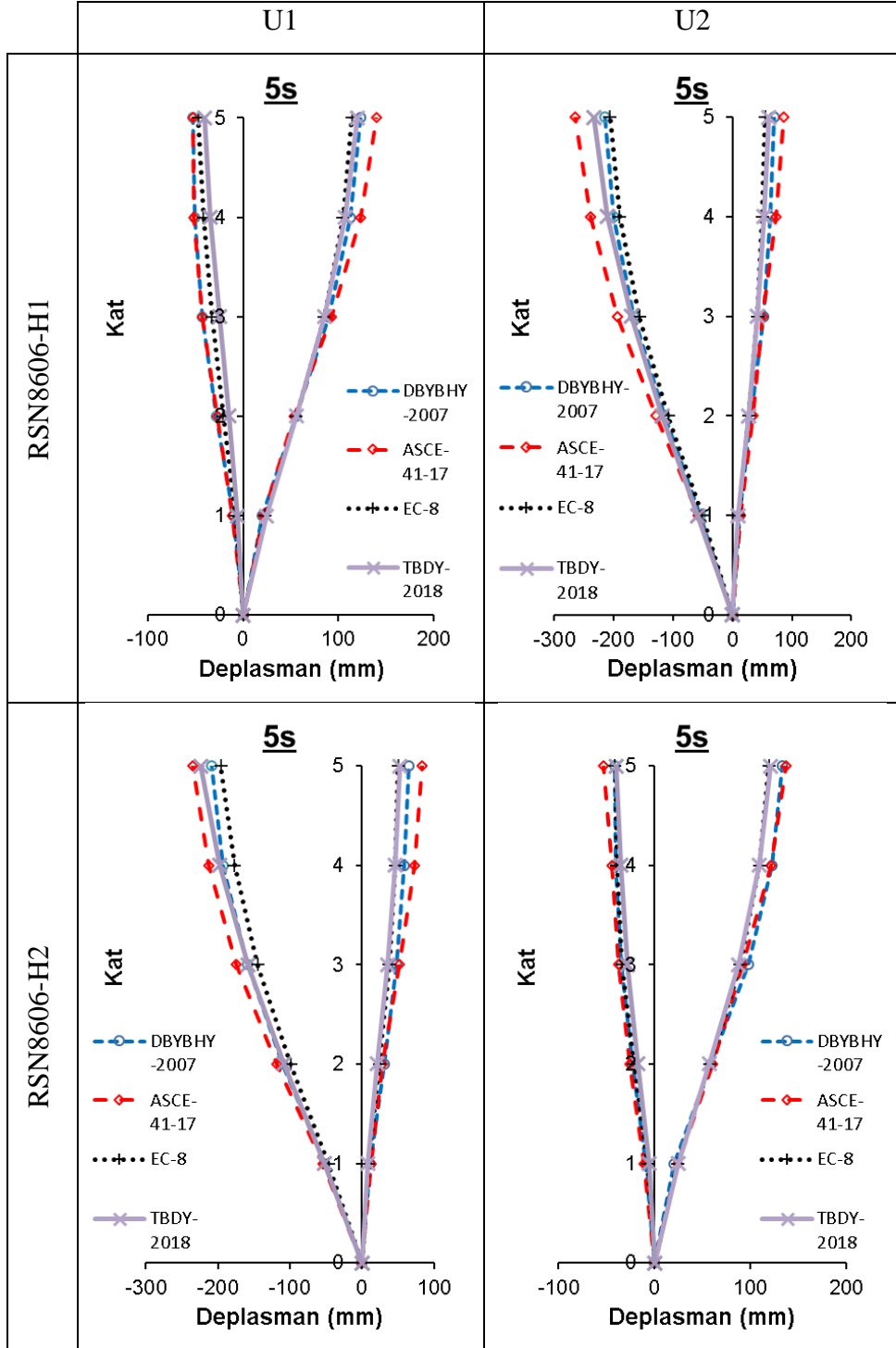
Şekil B.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



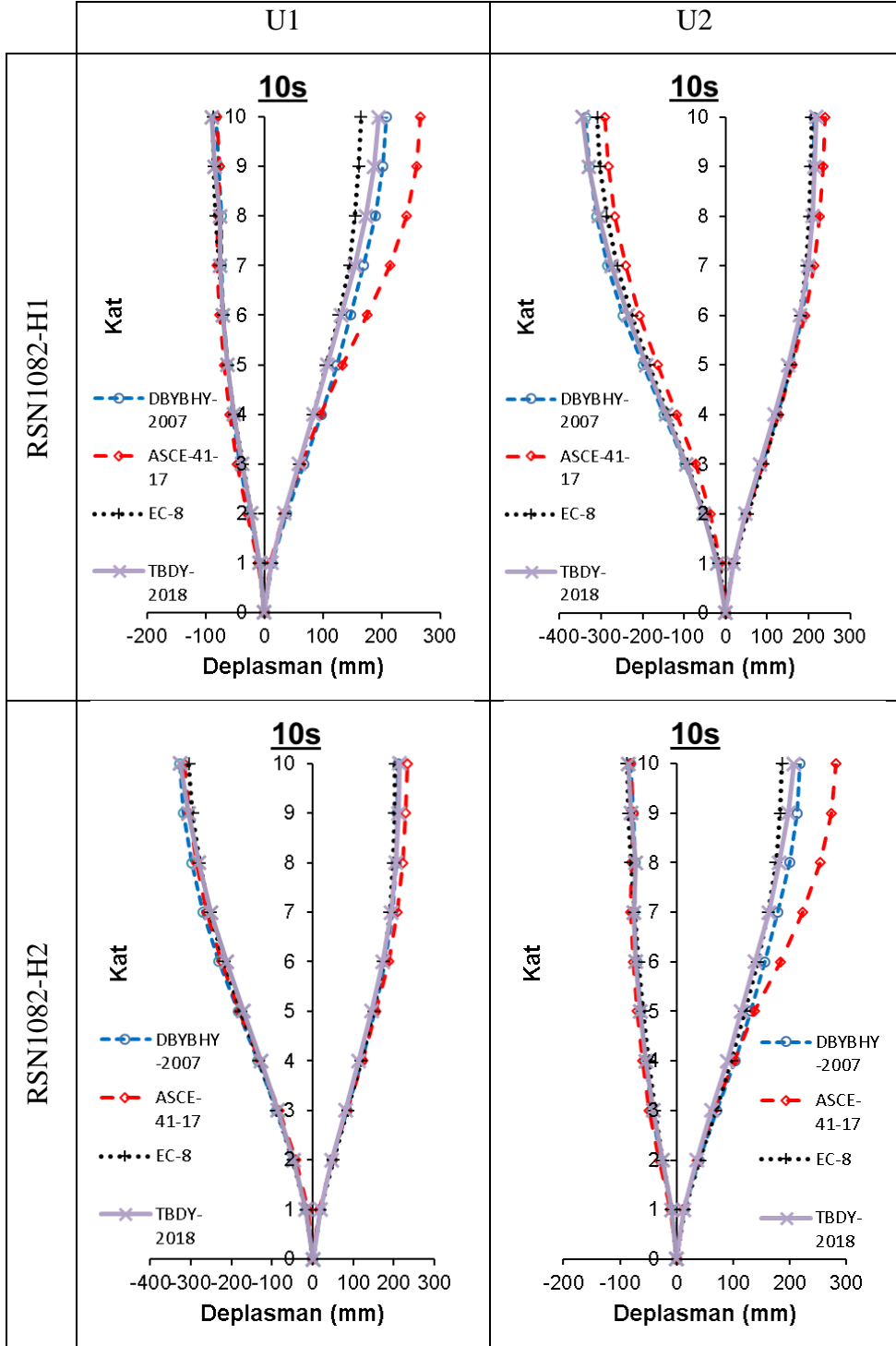
Şekil B.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



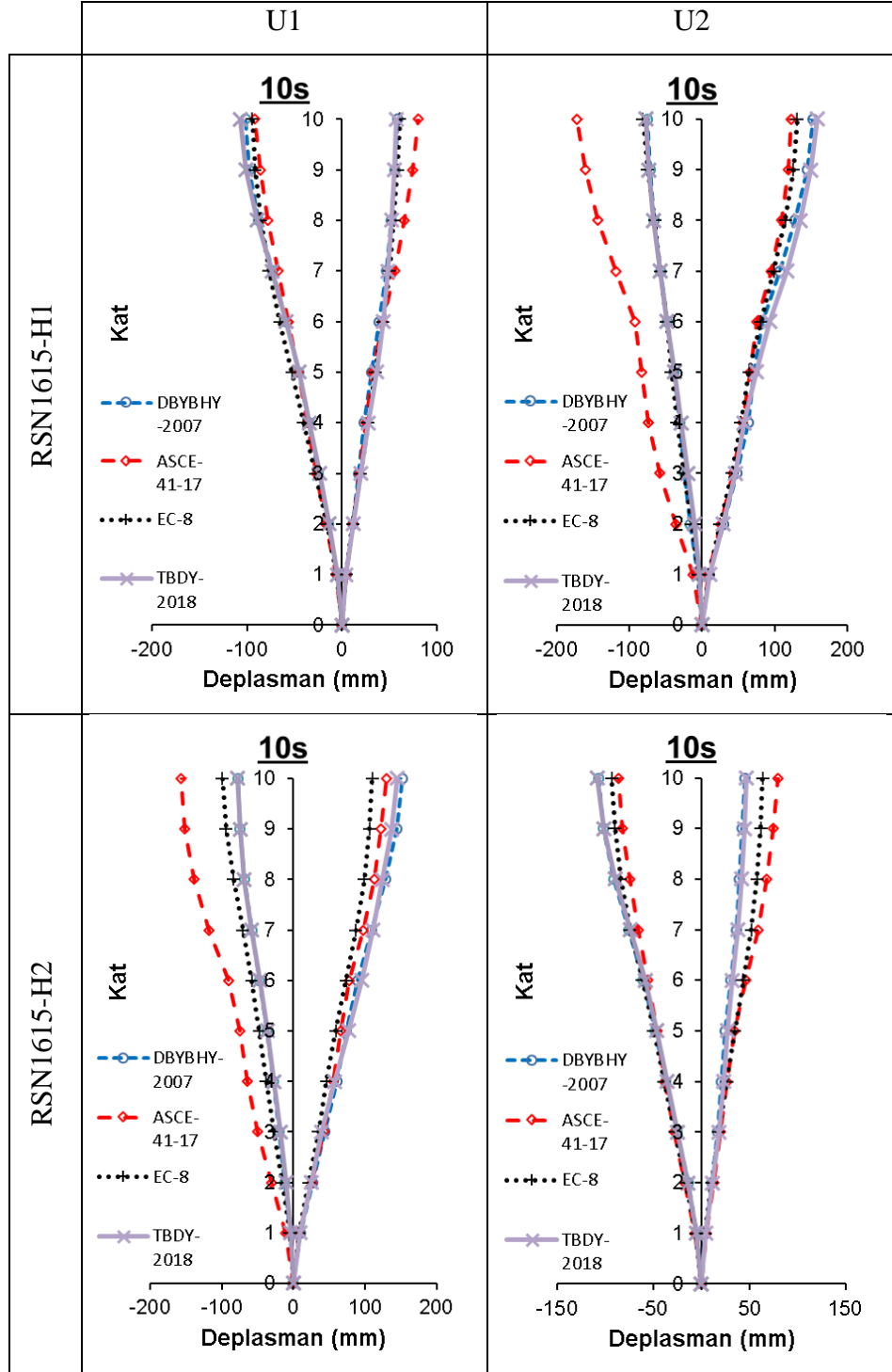
Şekil B.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



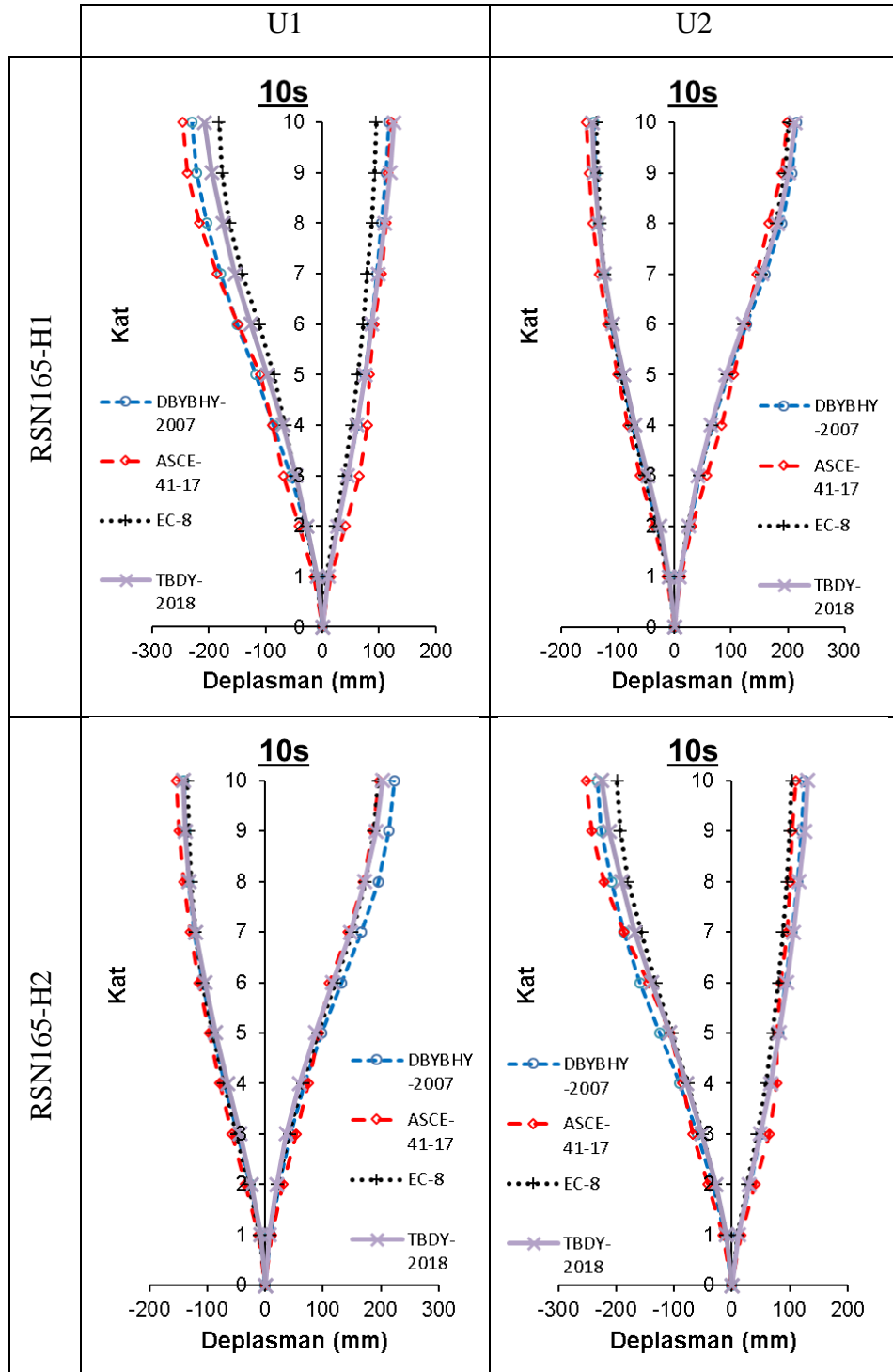
Şekil B.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



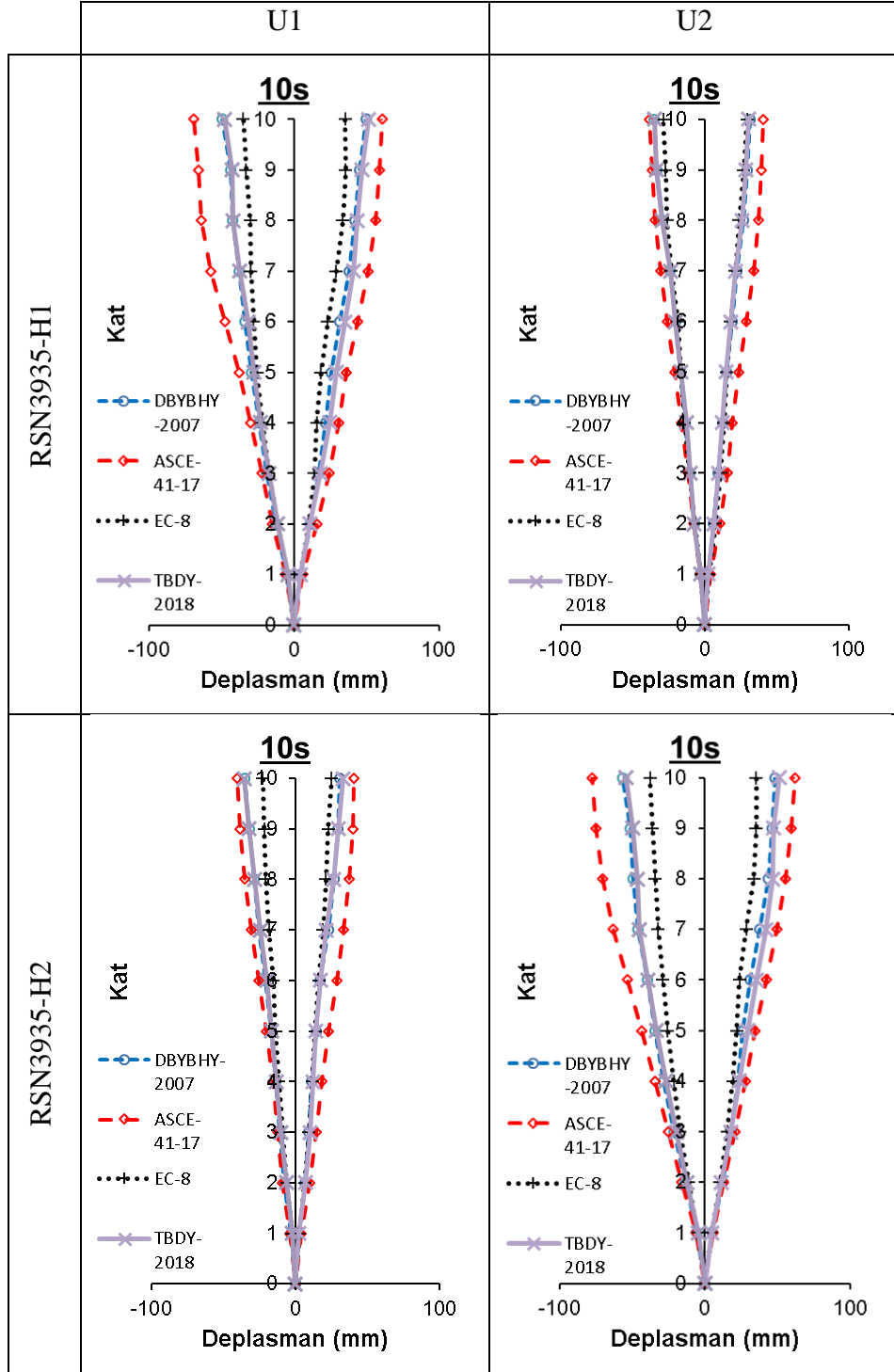
Şekil B.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



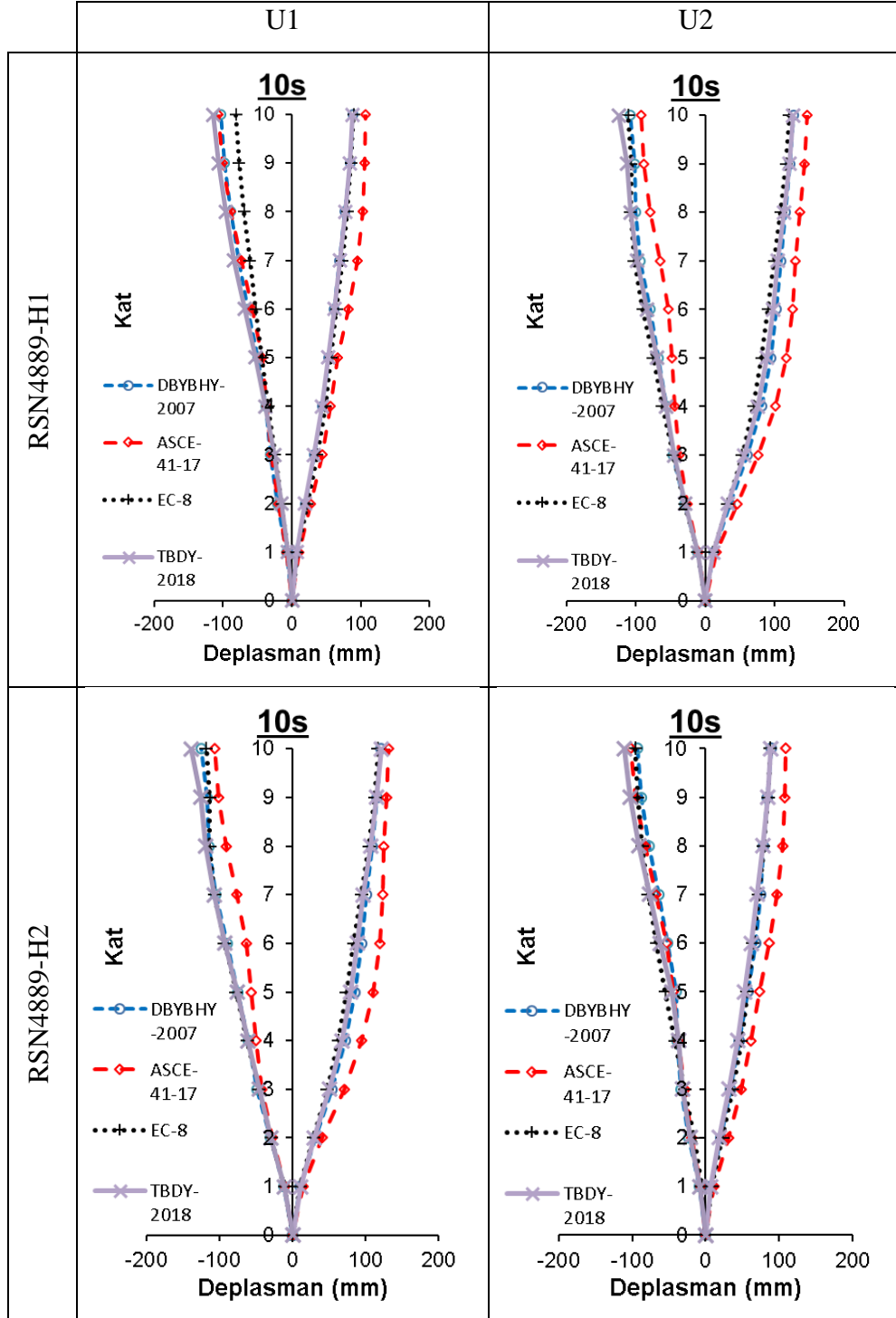
Şekil B.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



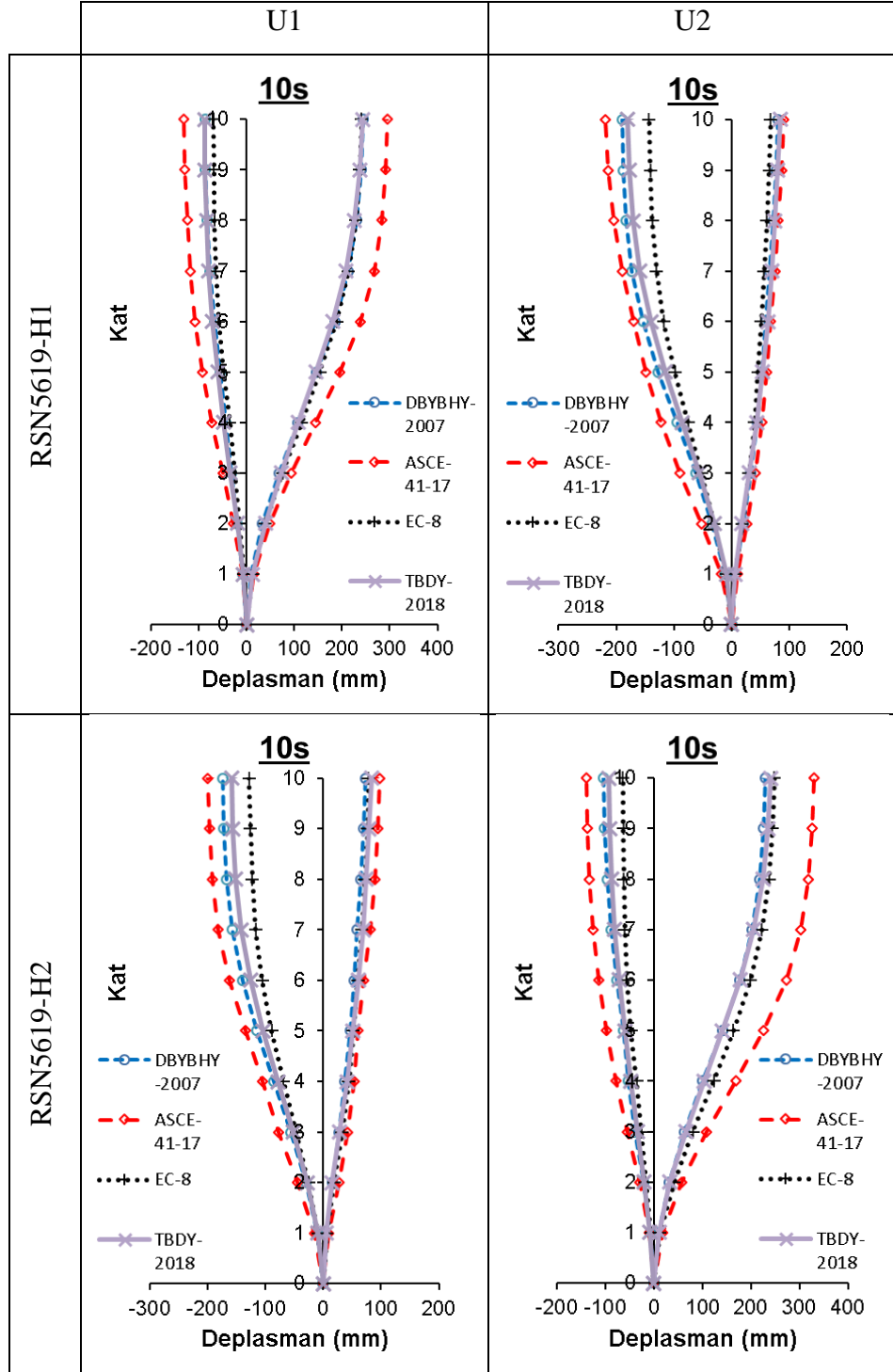
Şekil B.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



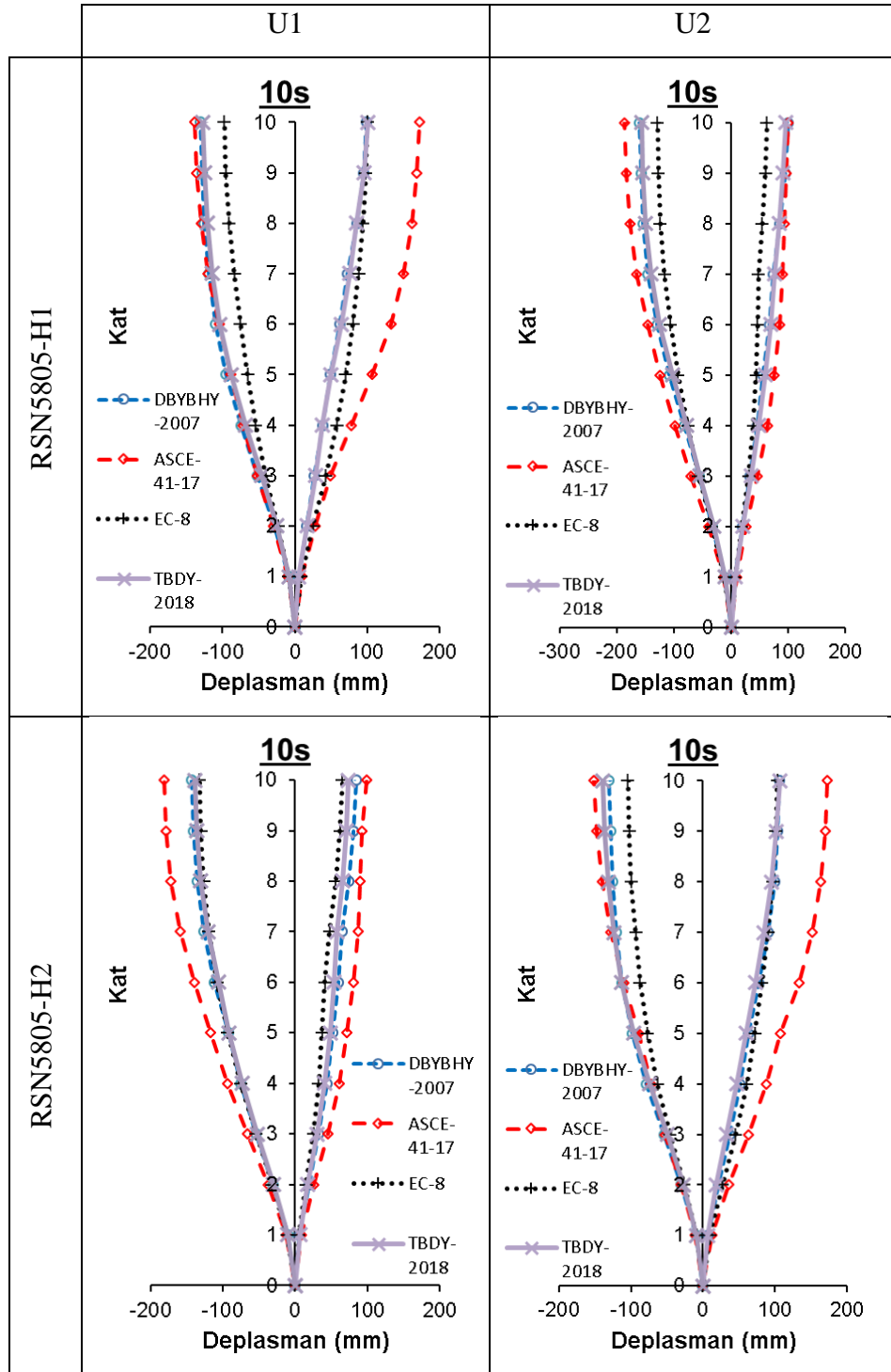
Şekil B.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



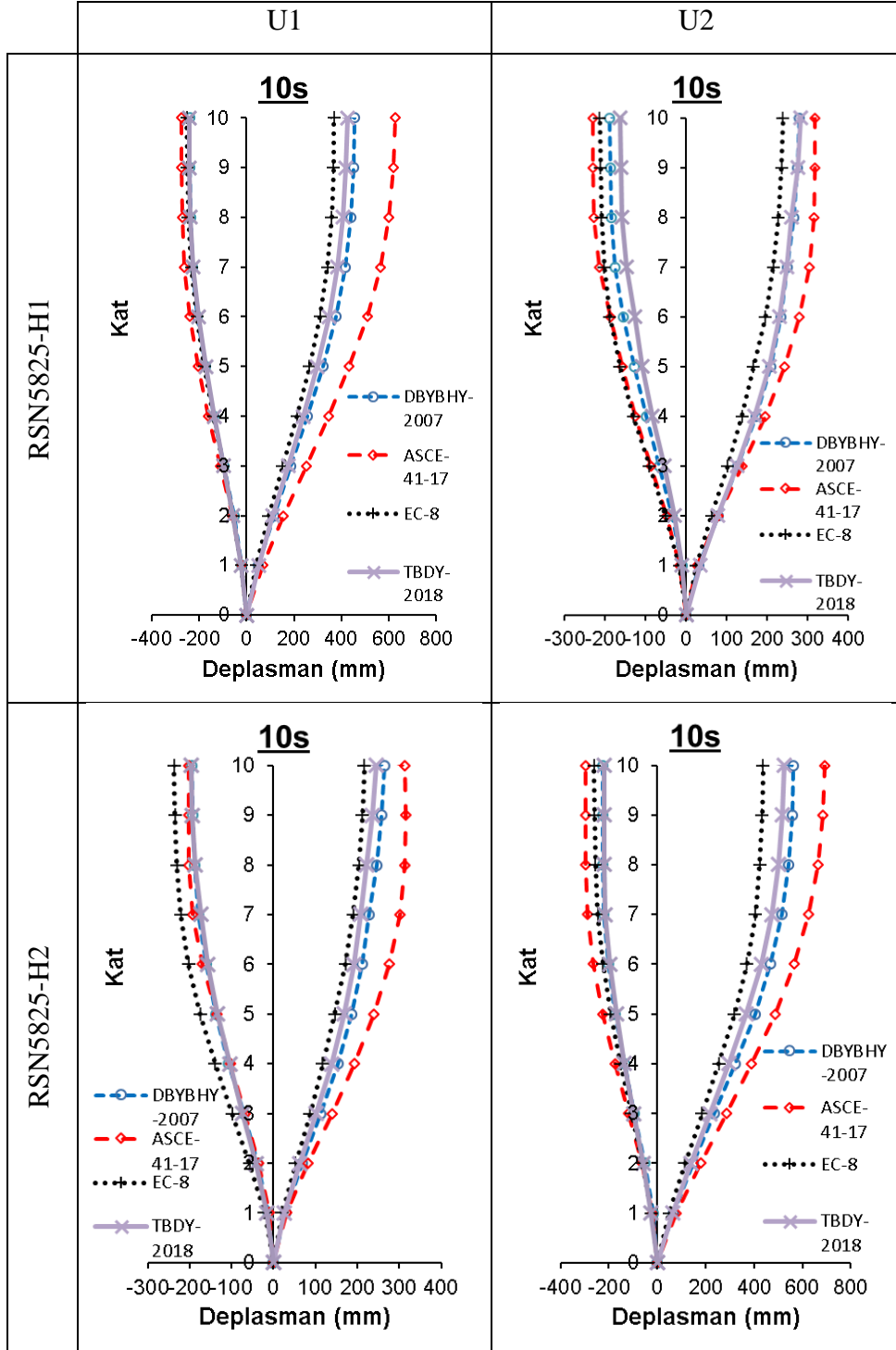
Şekil B.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



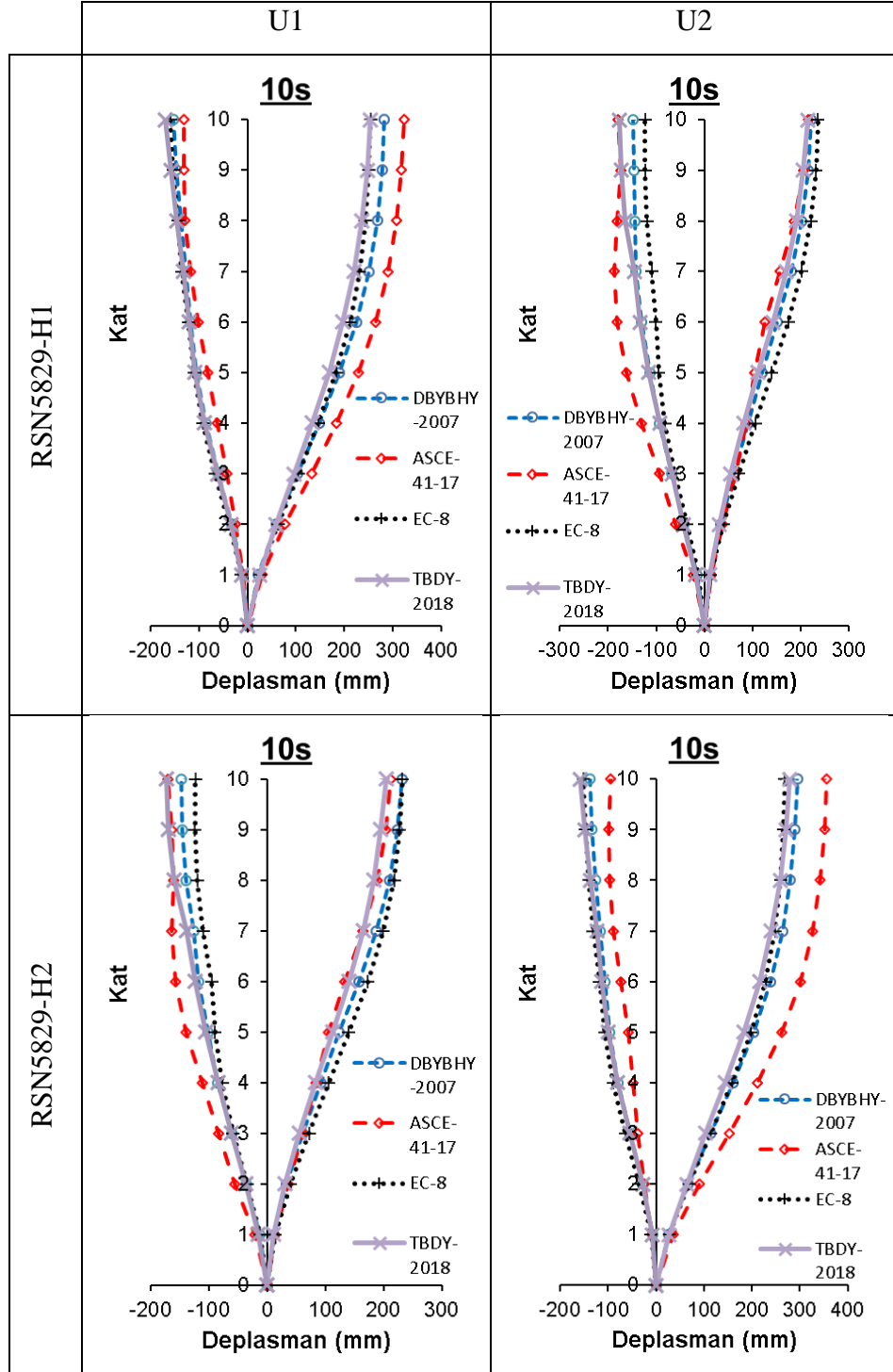
Şekil B.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



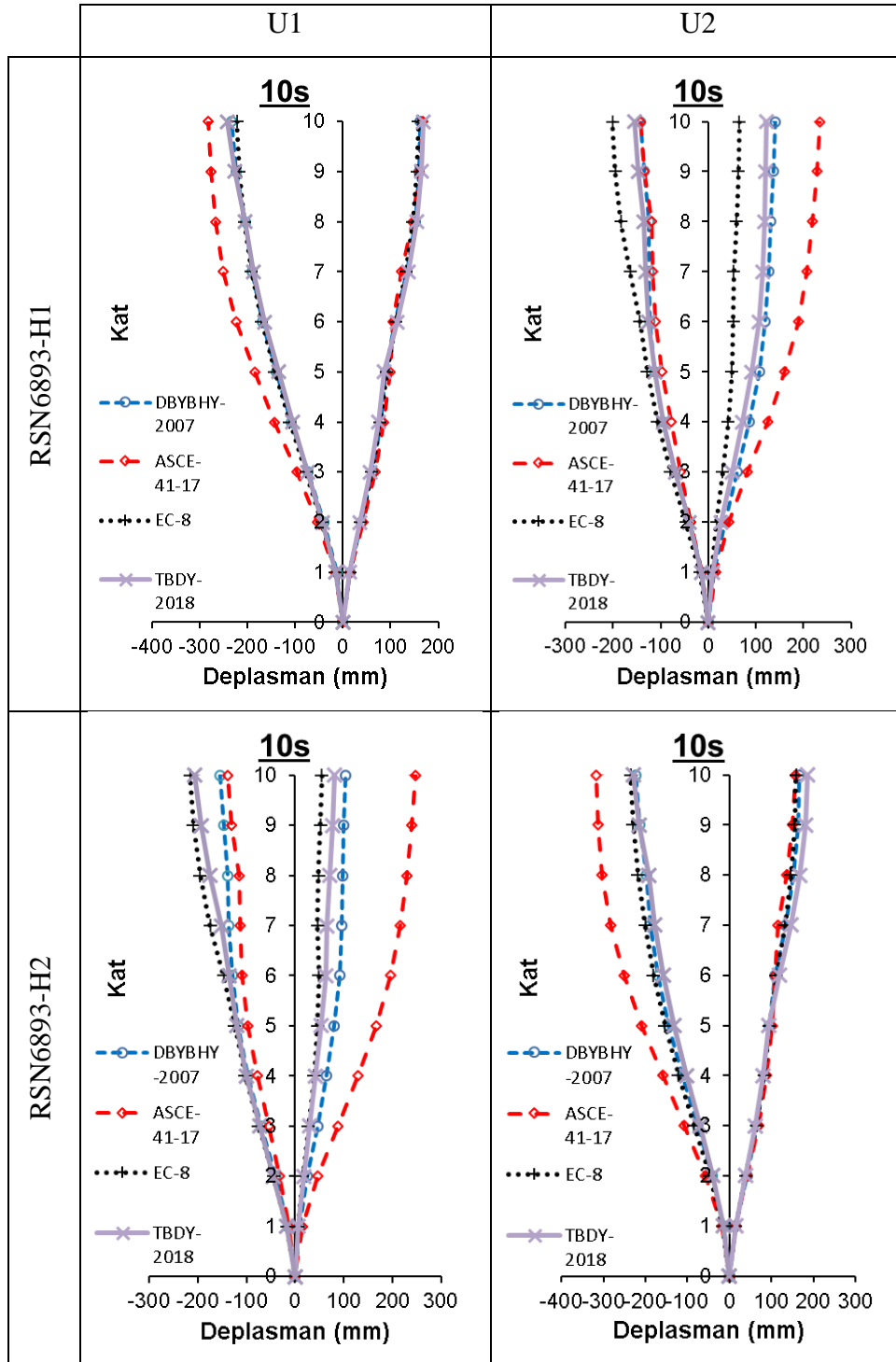
Şekil B.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



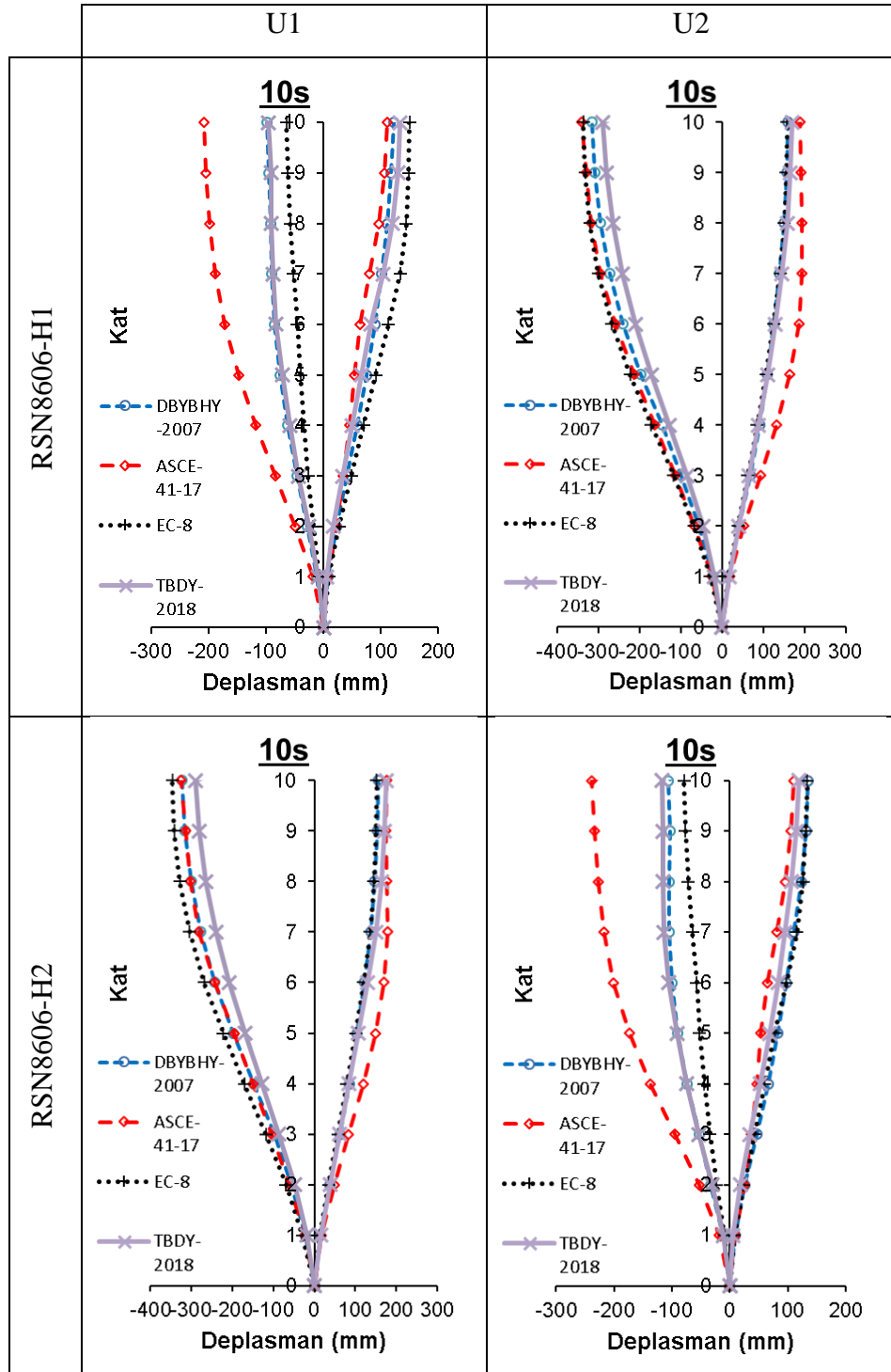
Şekil B.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



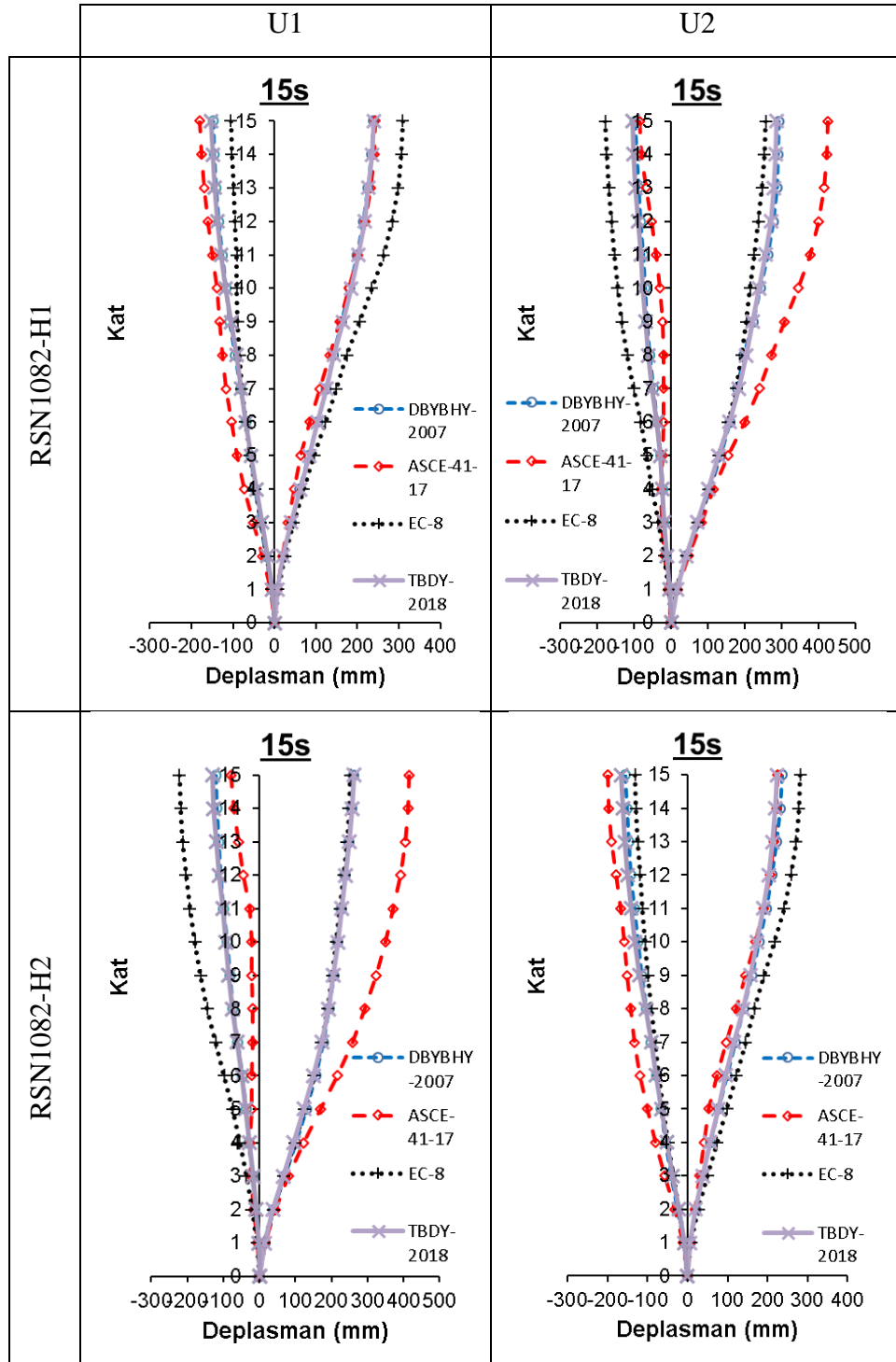
Şekil B.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



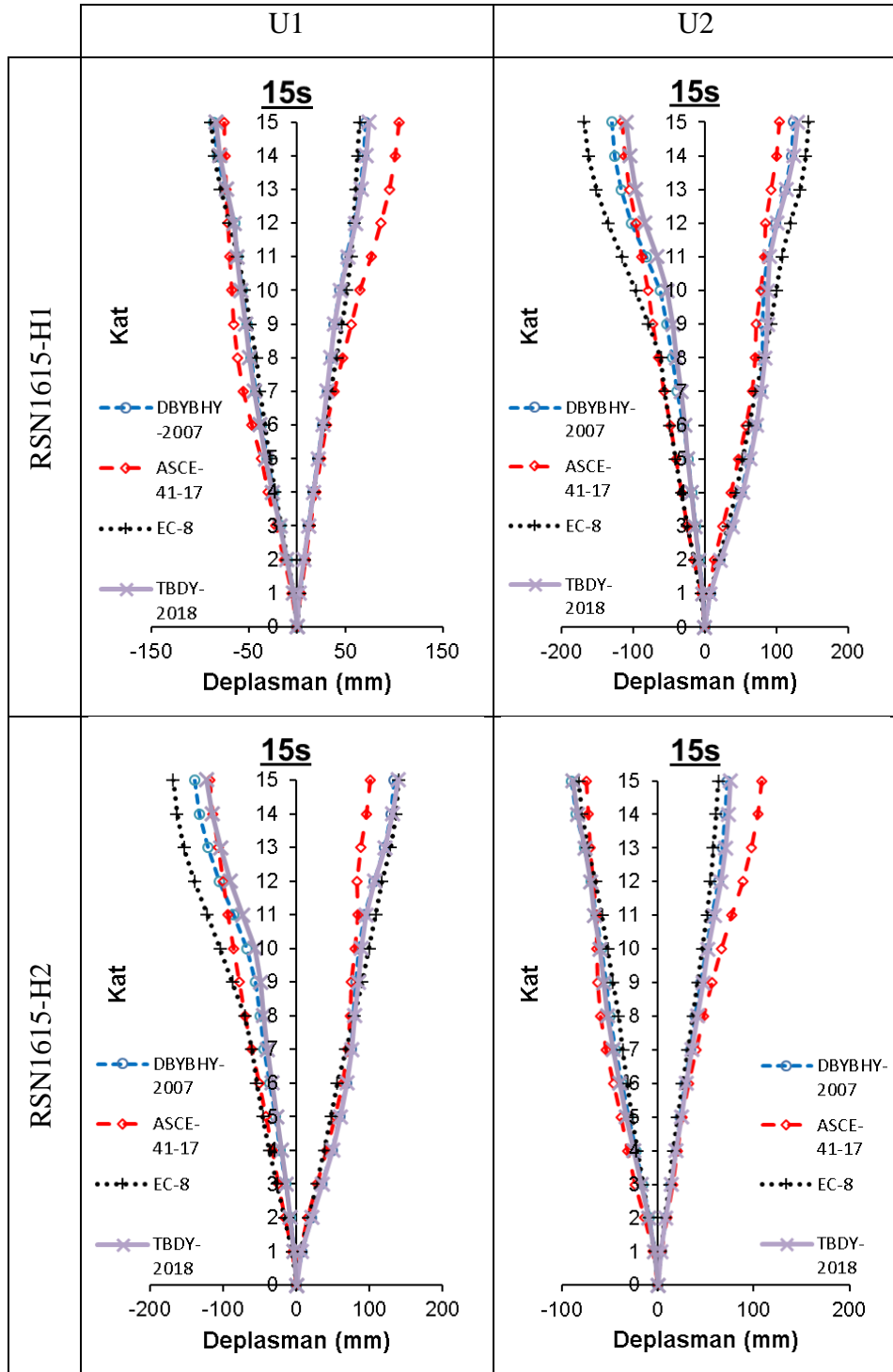
Şekil B.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



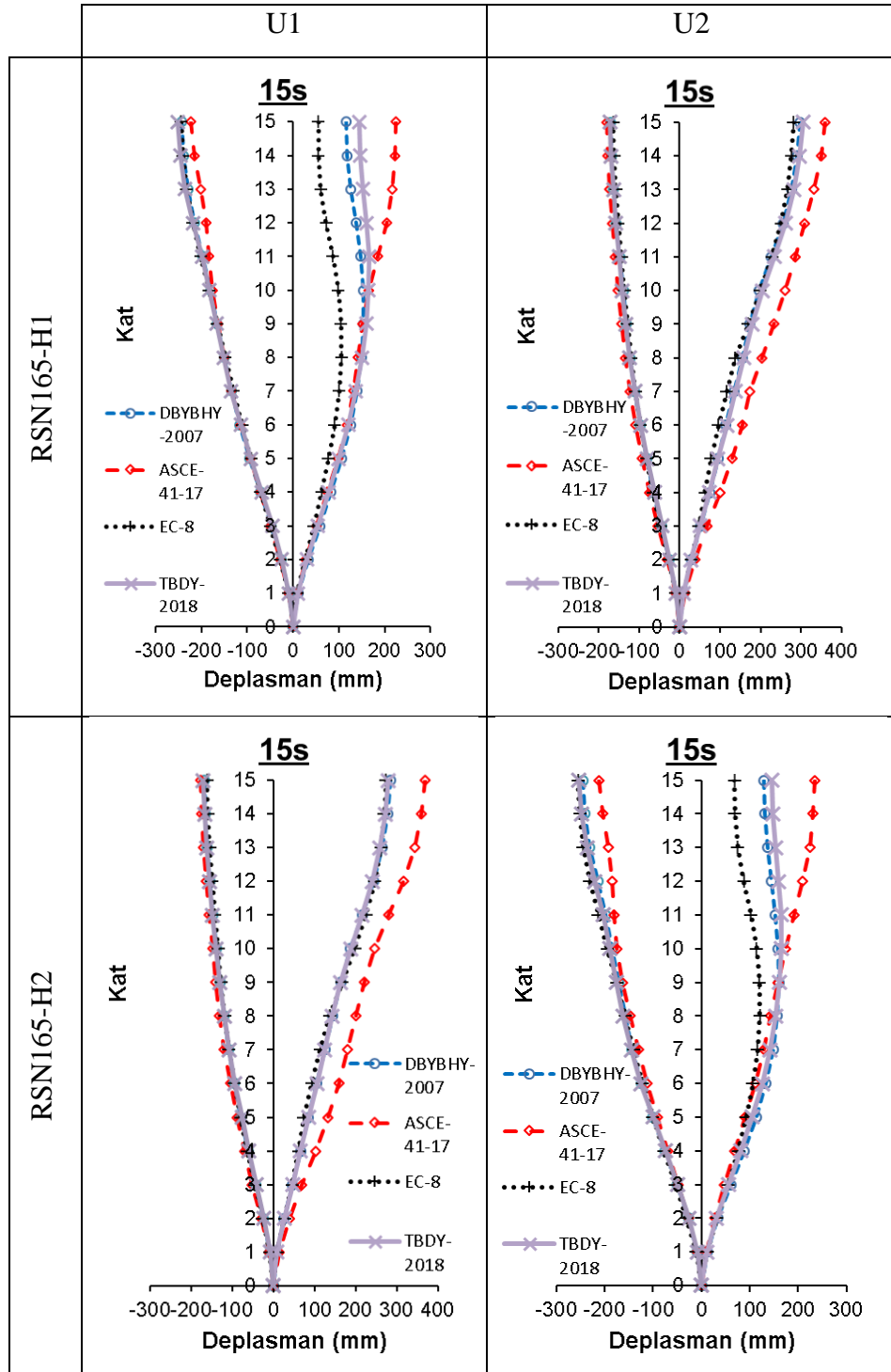
Şekil B.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



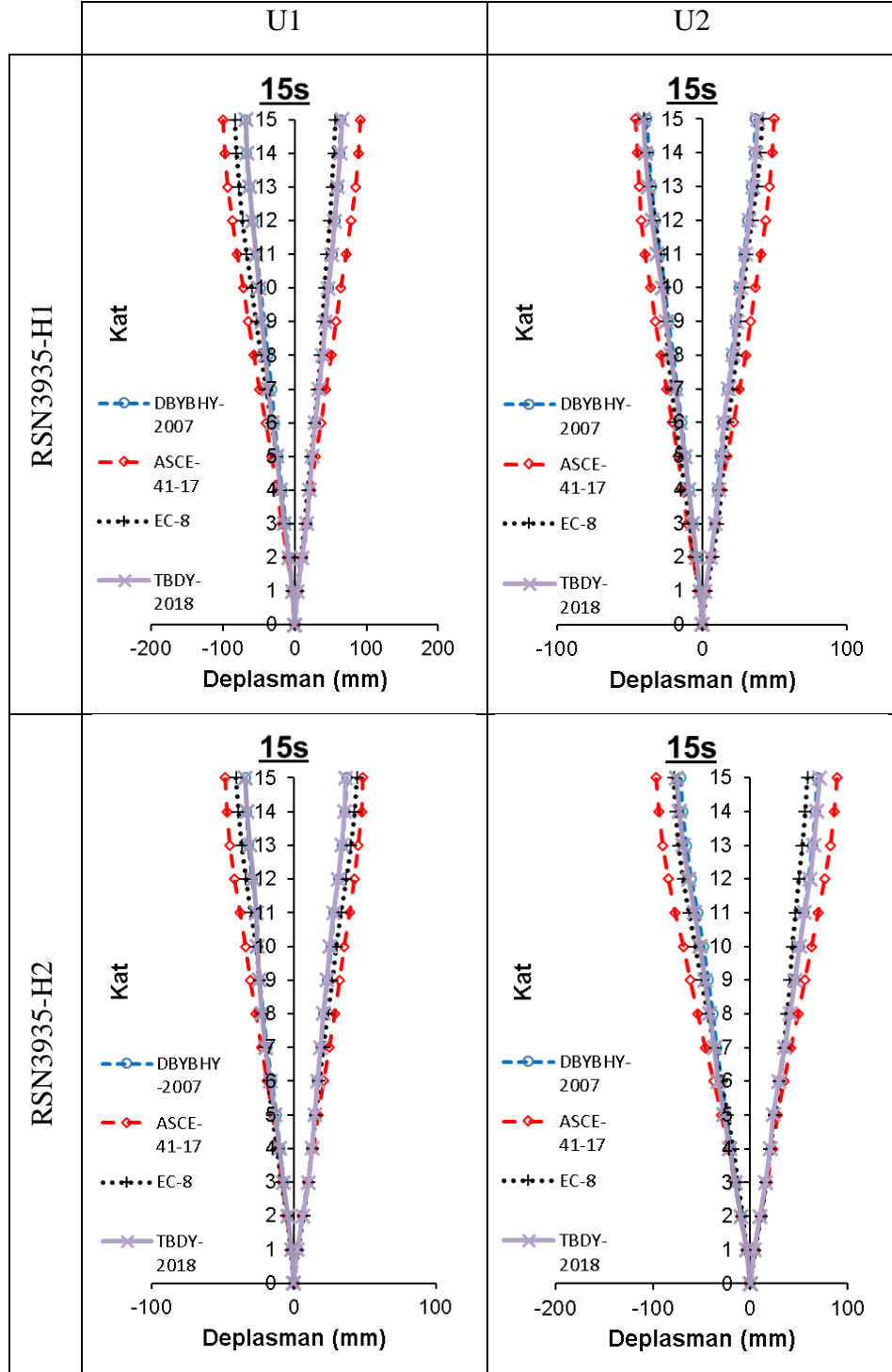
Şekil B.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



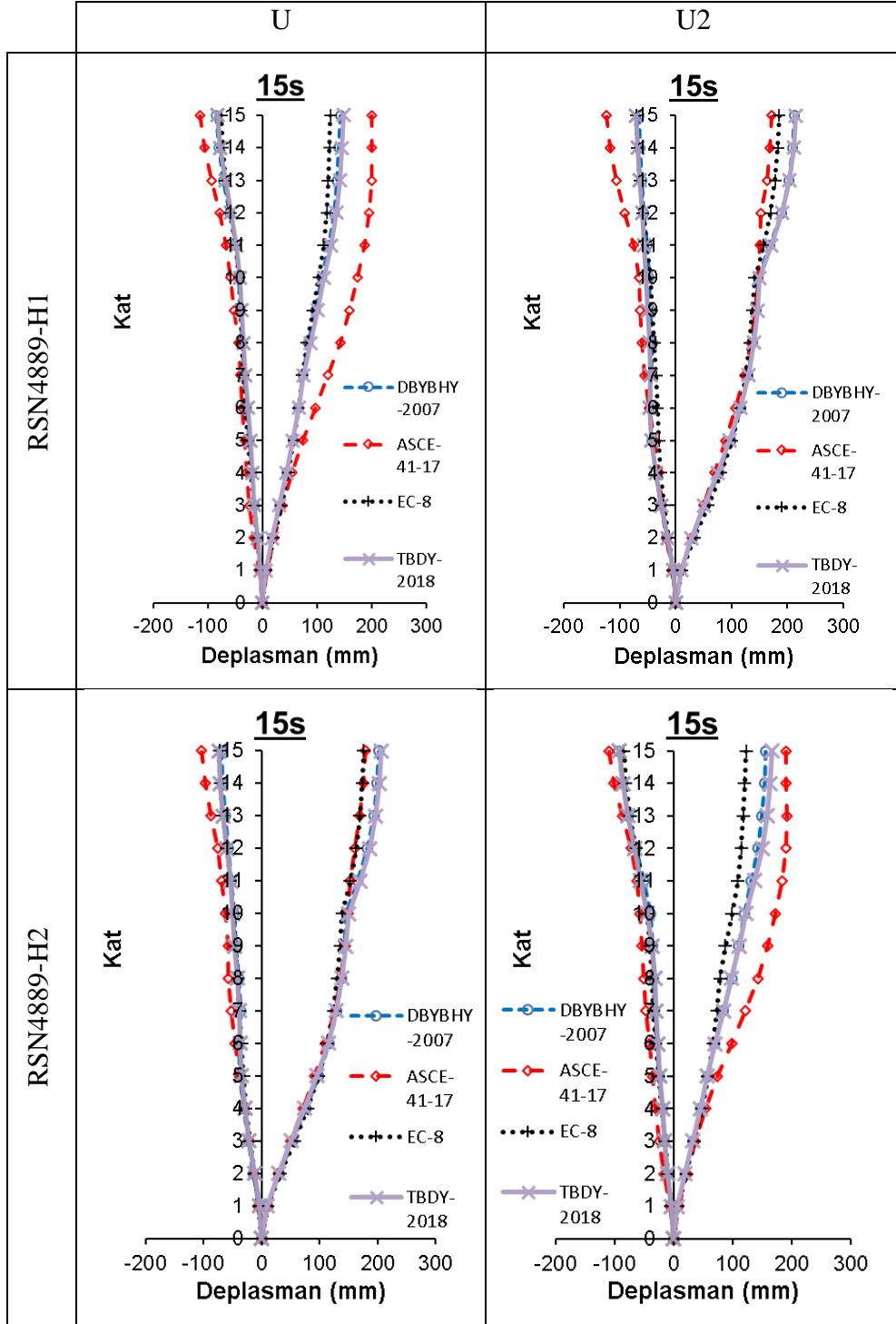
Şekil B.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



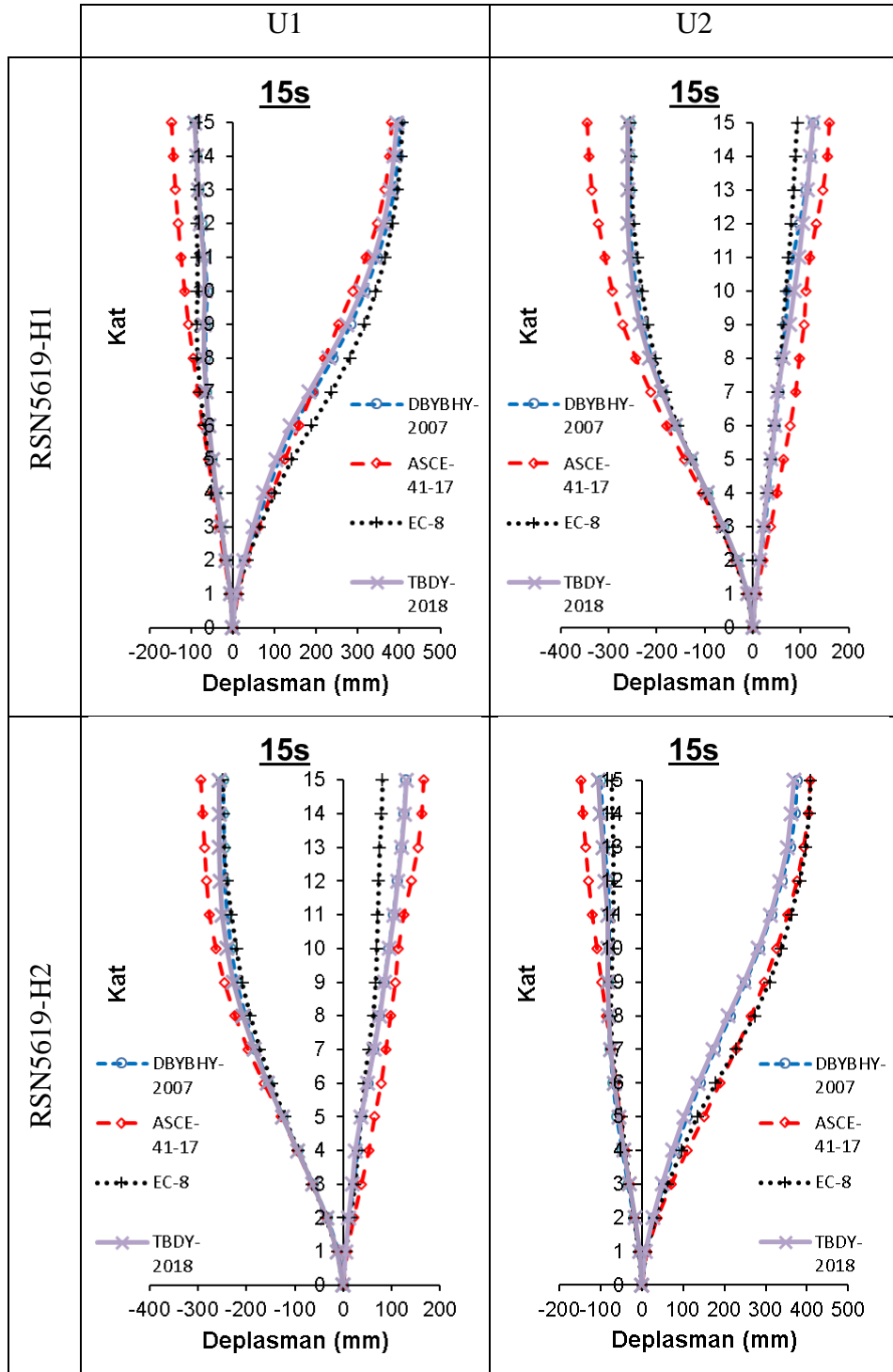
Şekil B.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



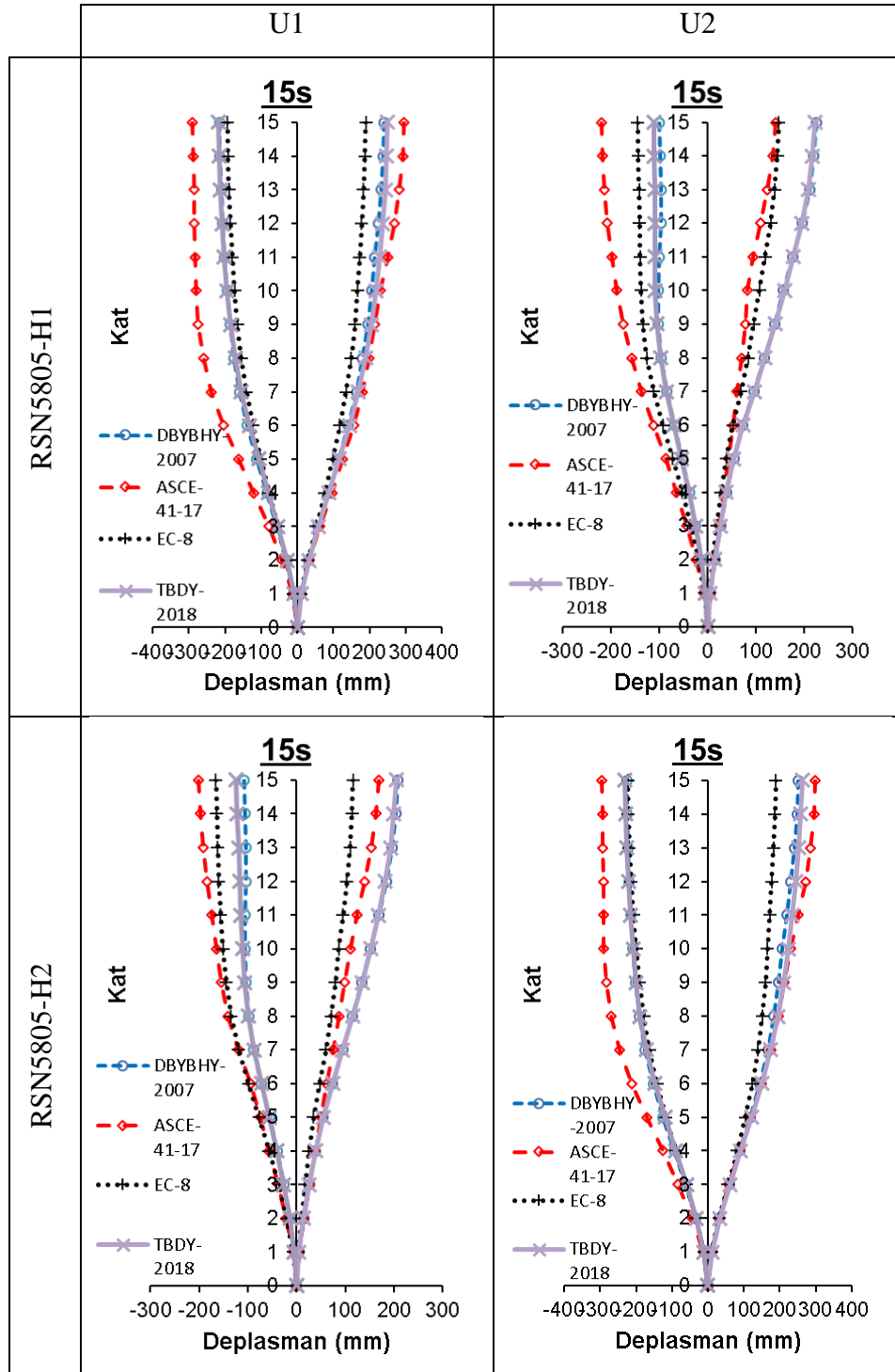
Şekil B.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



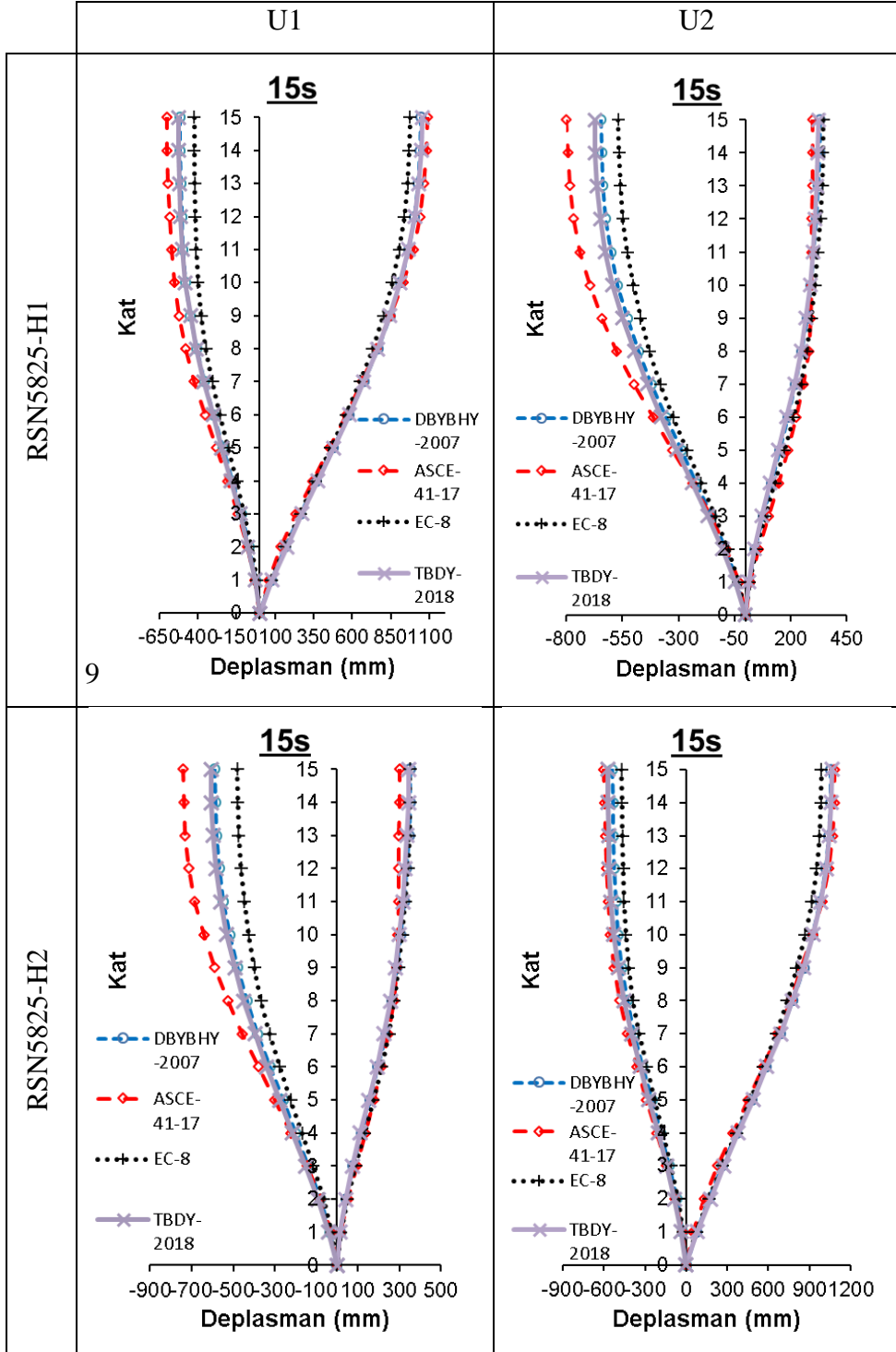
Şekil B.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



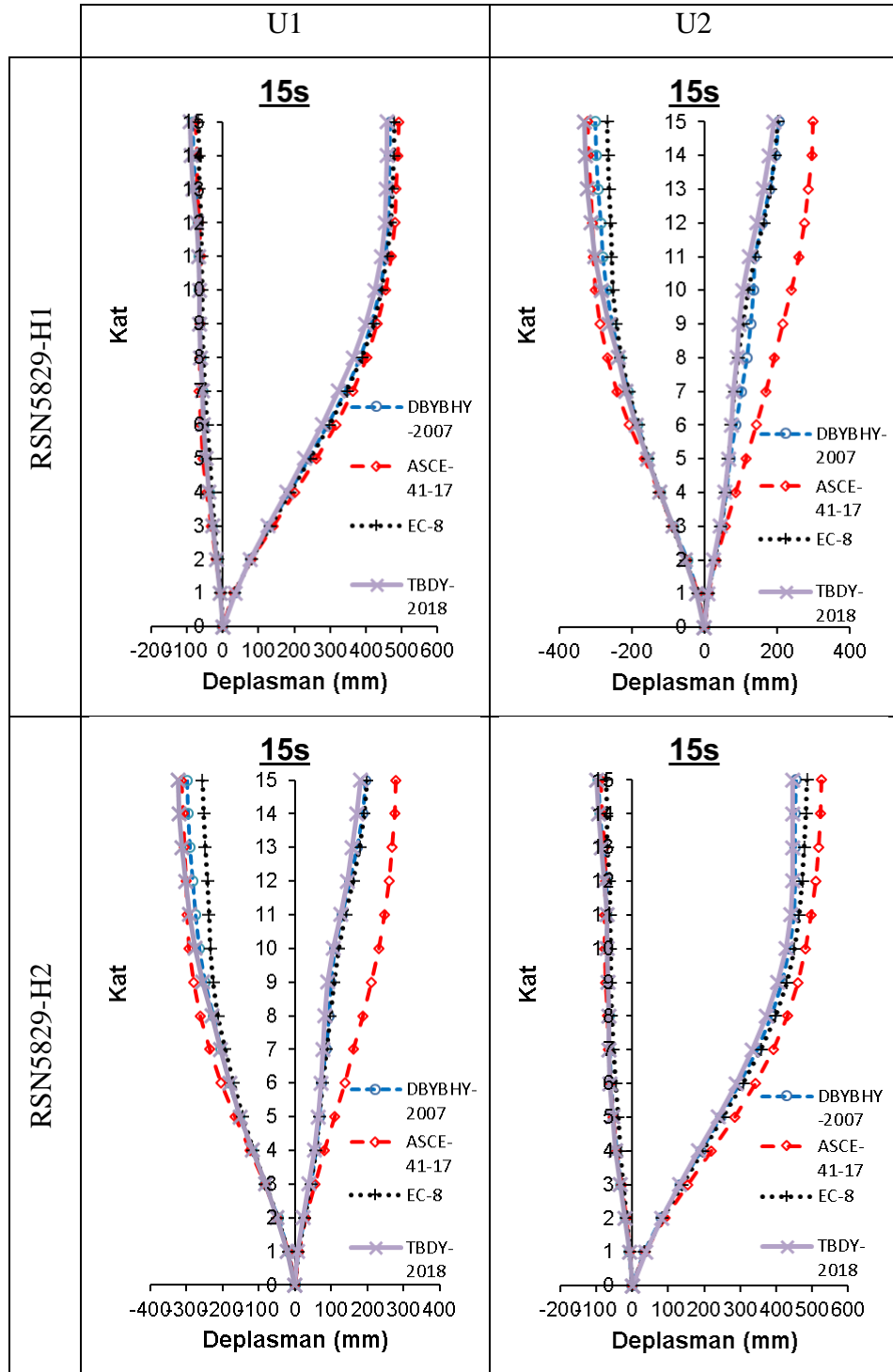
Şekil B.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



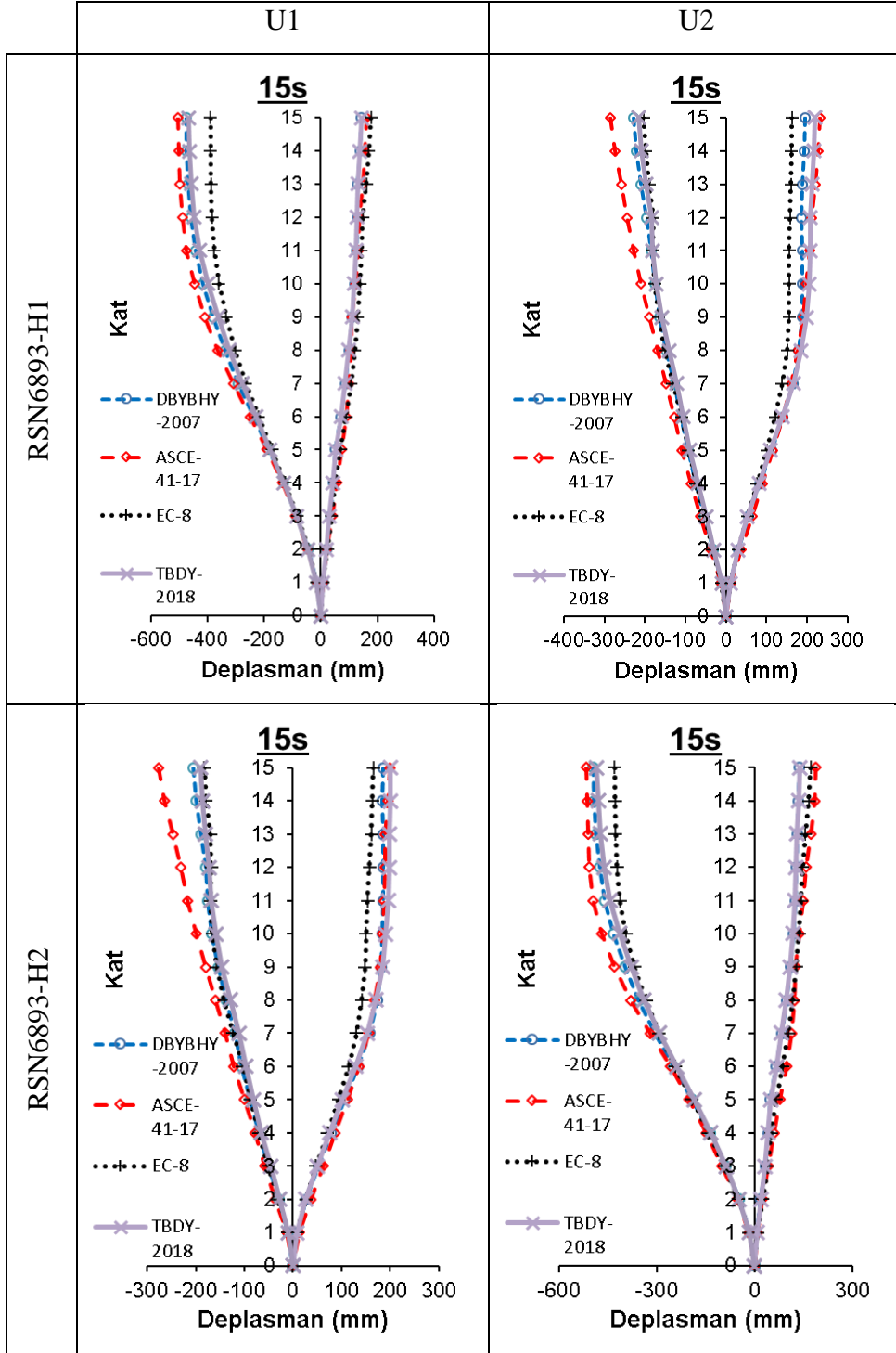
Şekil B.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



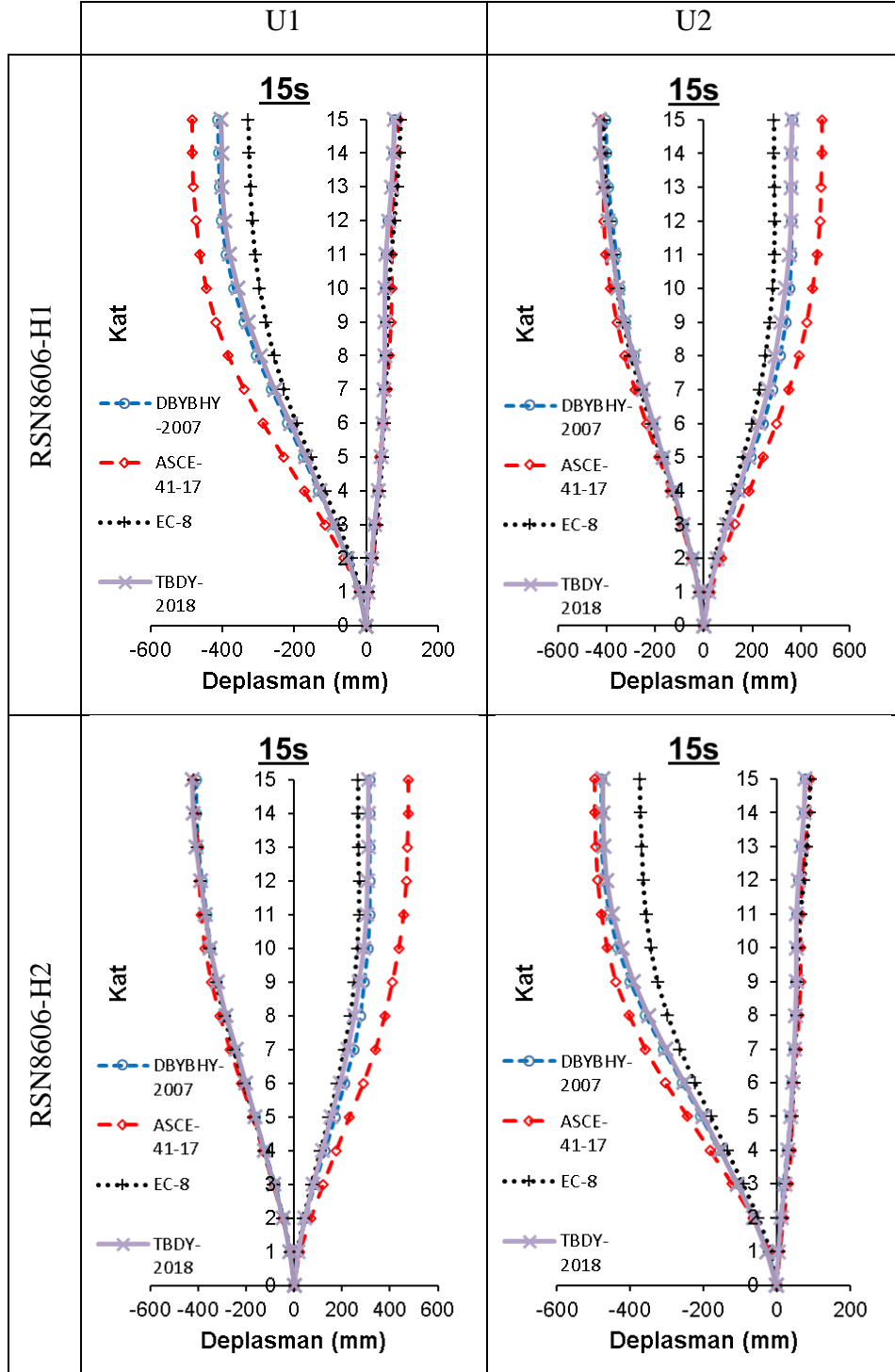
Şekil B.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri



Şekil B.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri

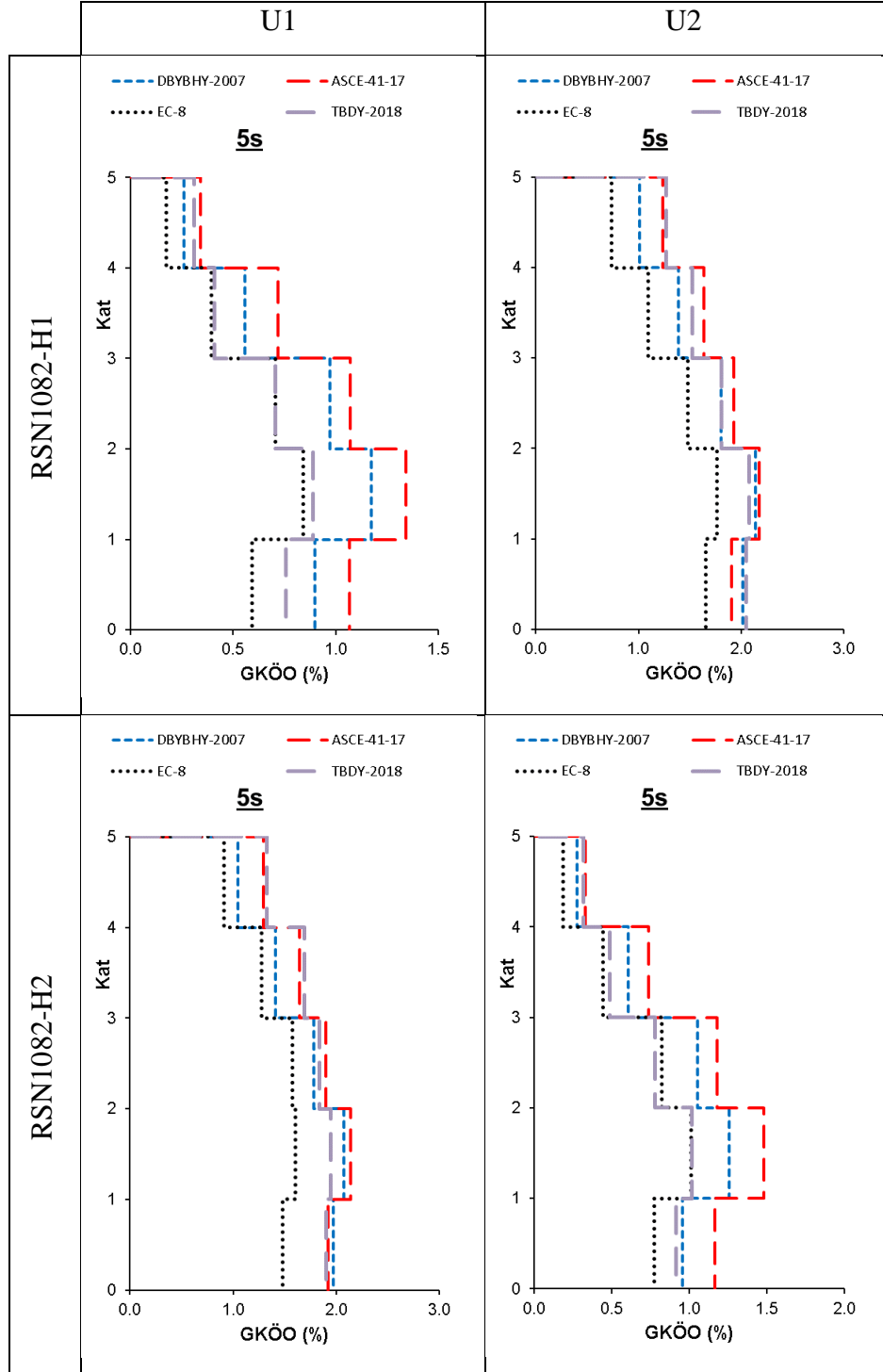


Şekil B.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri

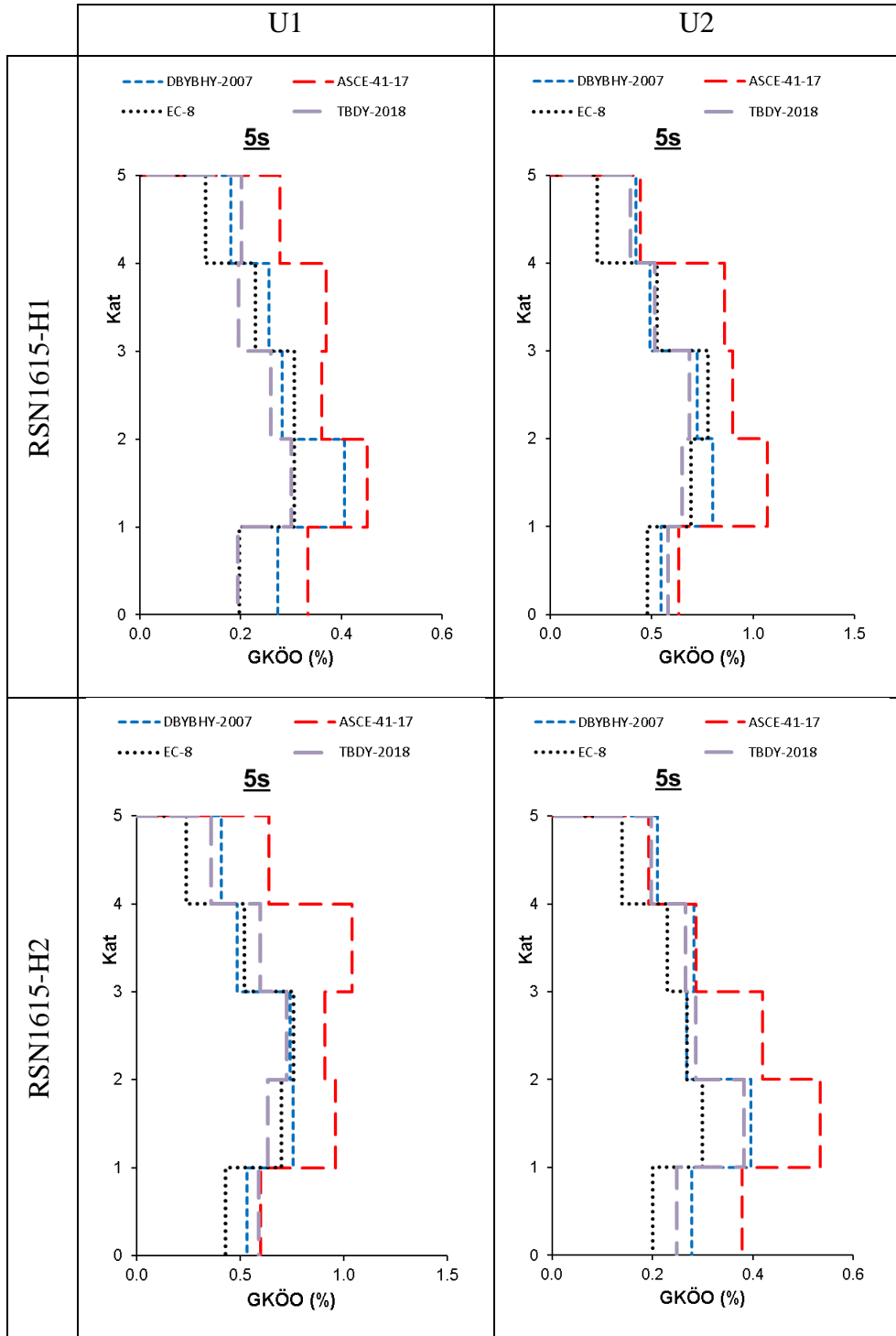


Şekil B.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre deplasman profilleri

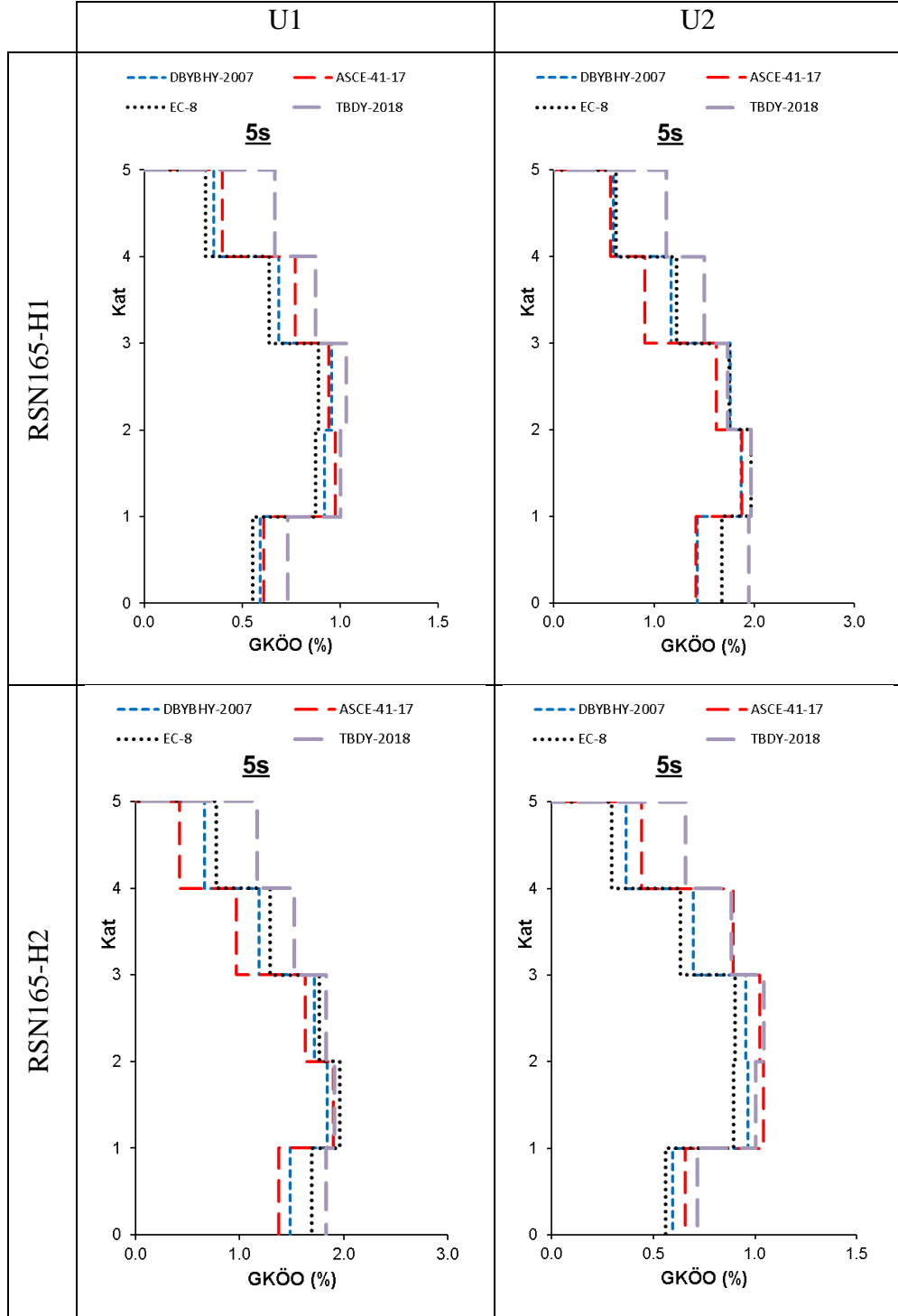
EK C Görel Kat Ötelenme Oranı



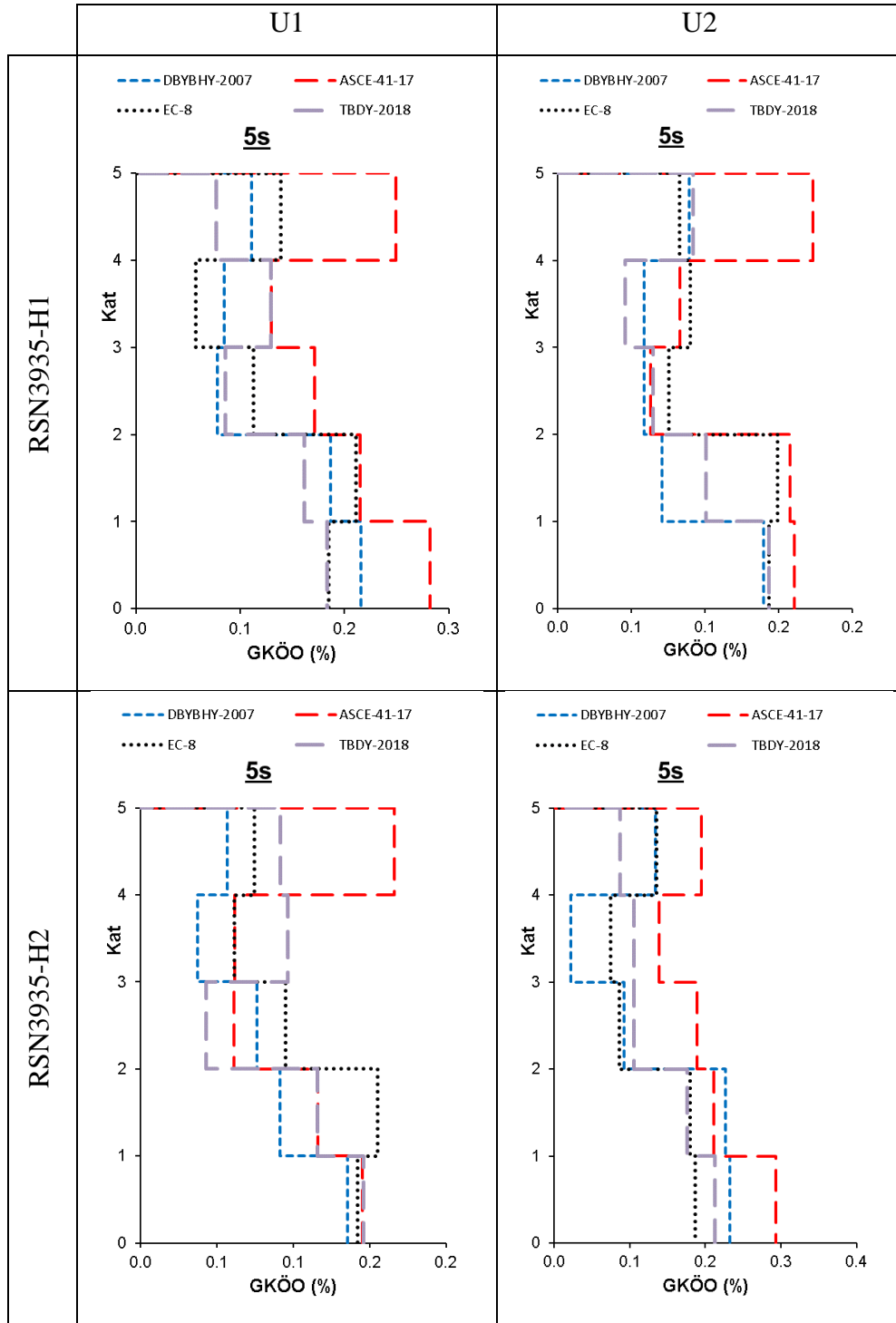
Şekil C.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



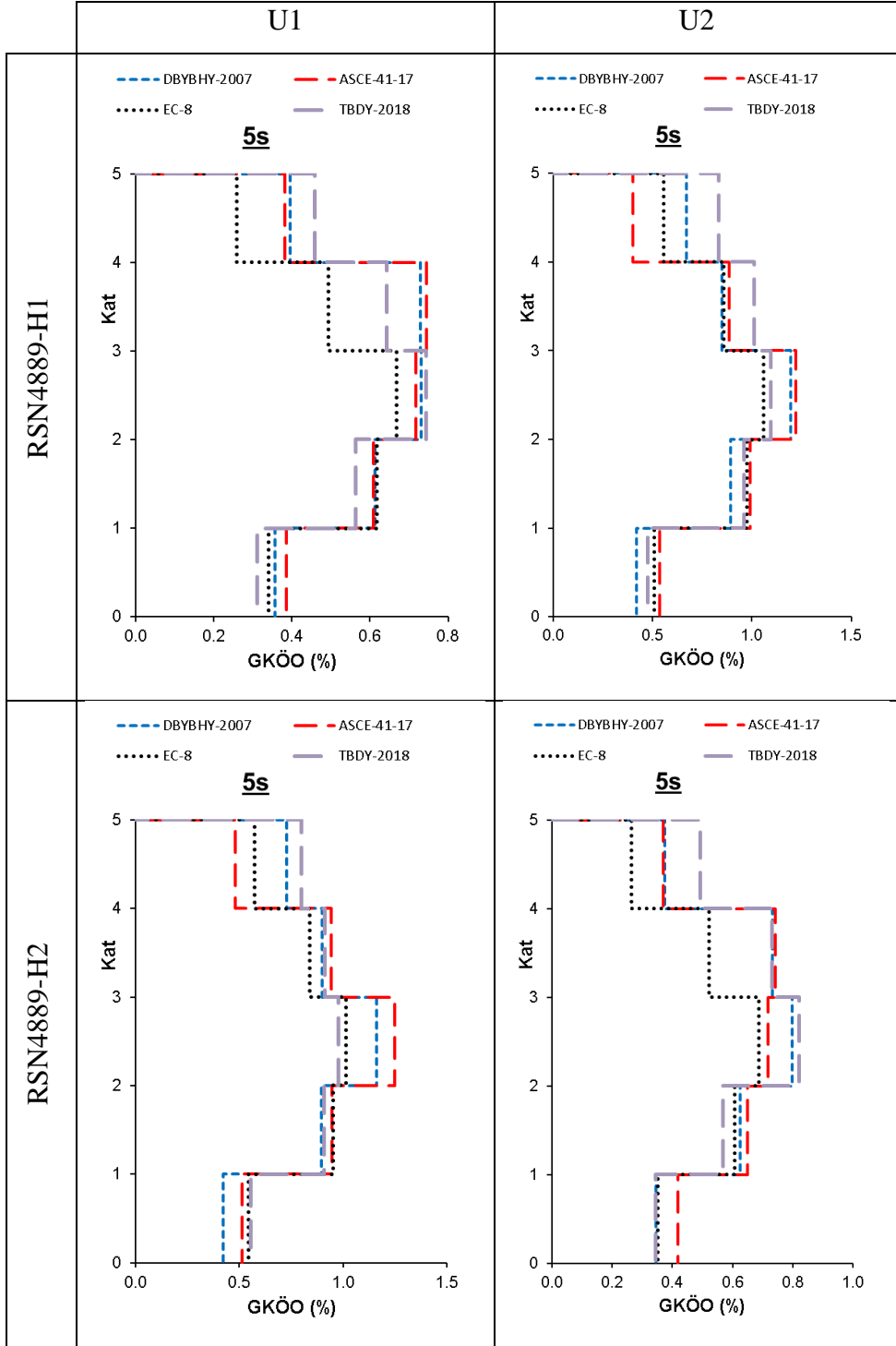
Şekil C.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



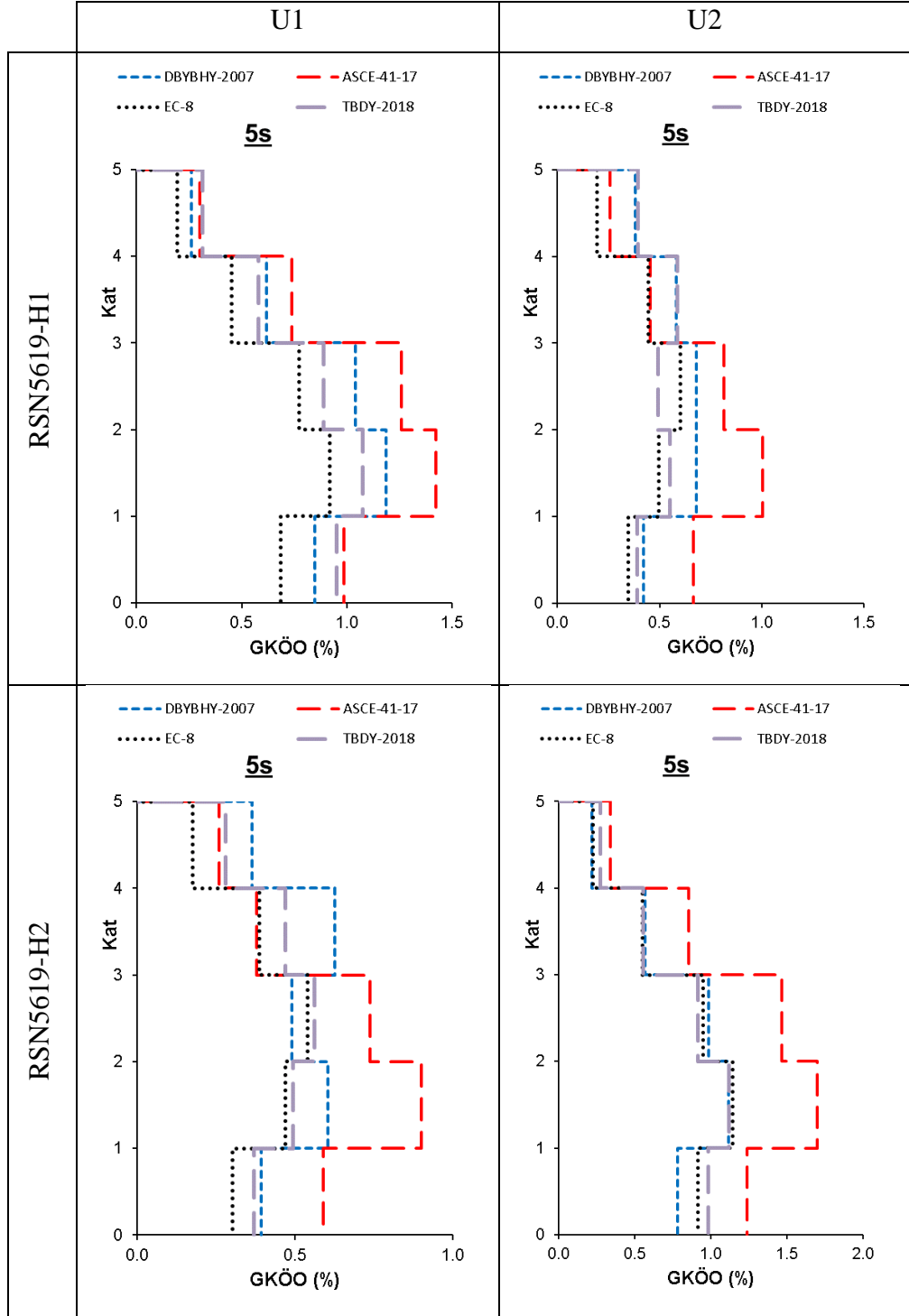
Şekil C.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



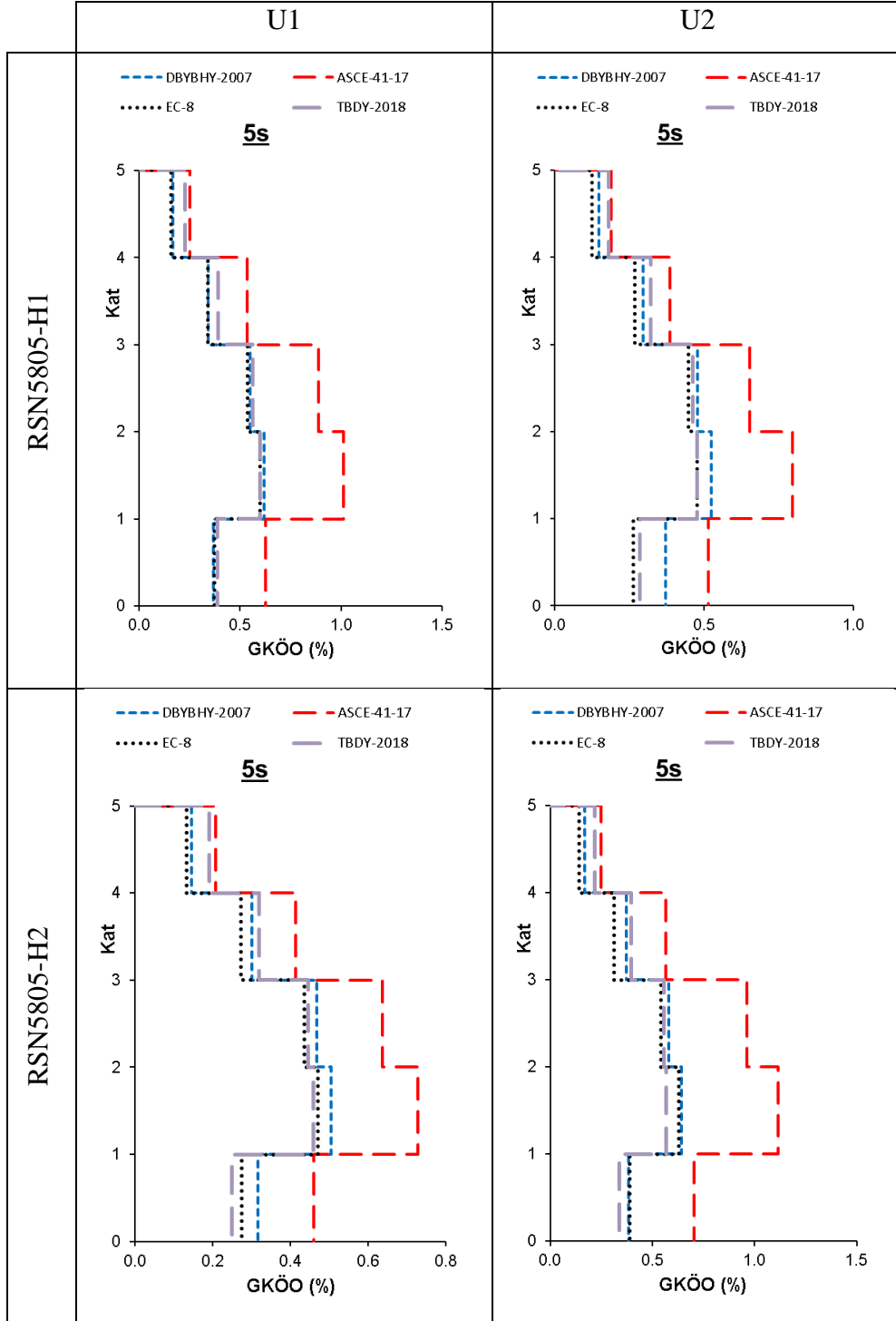
Şekil C.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



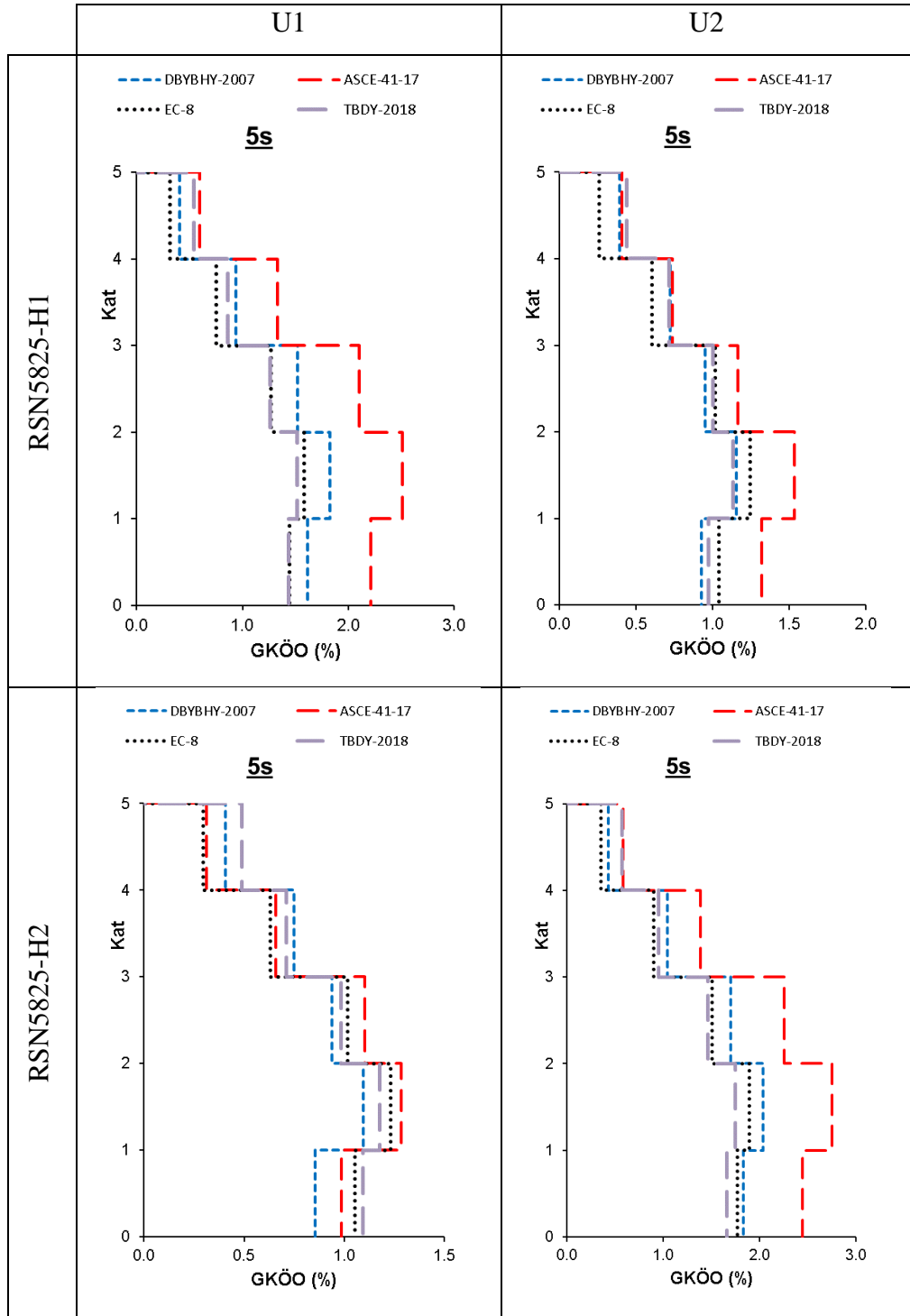
Şekil C.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



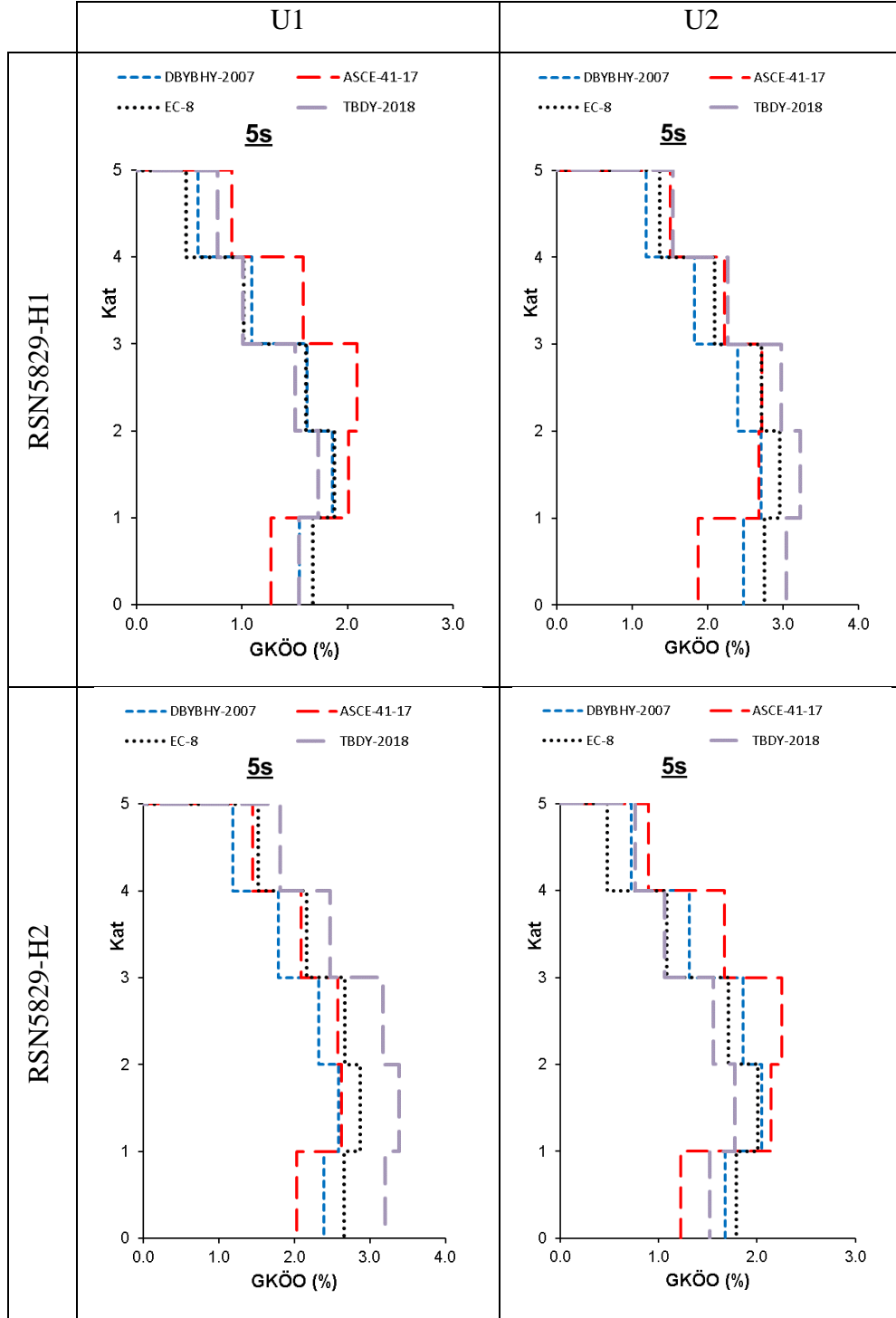
Şekil C.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



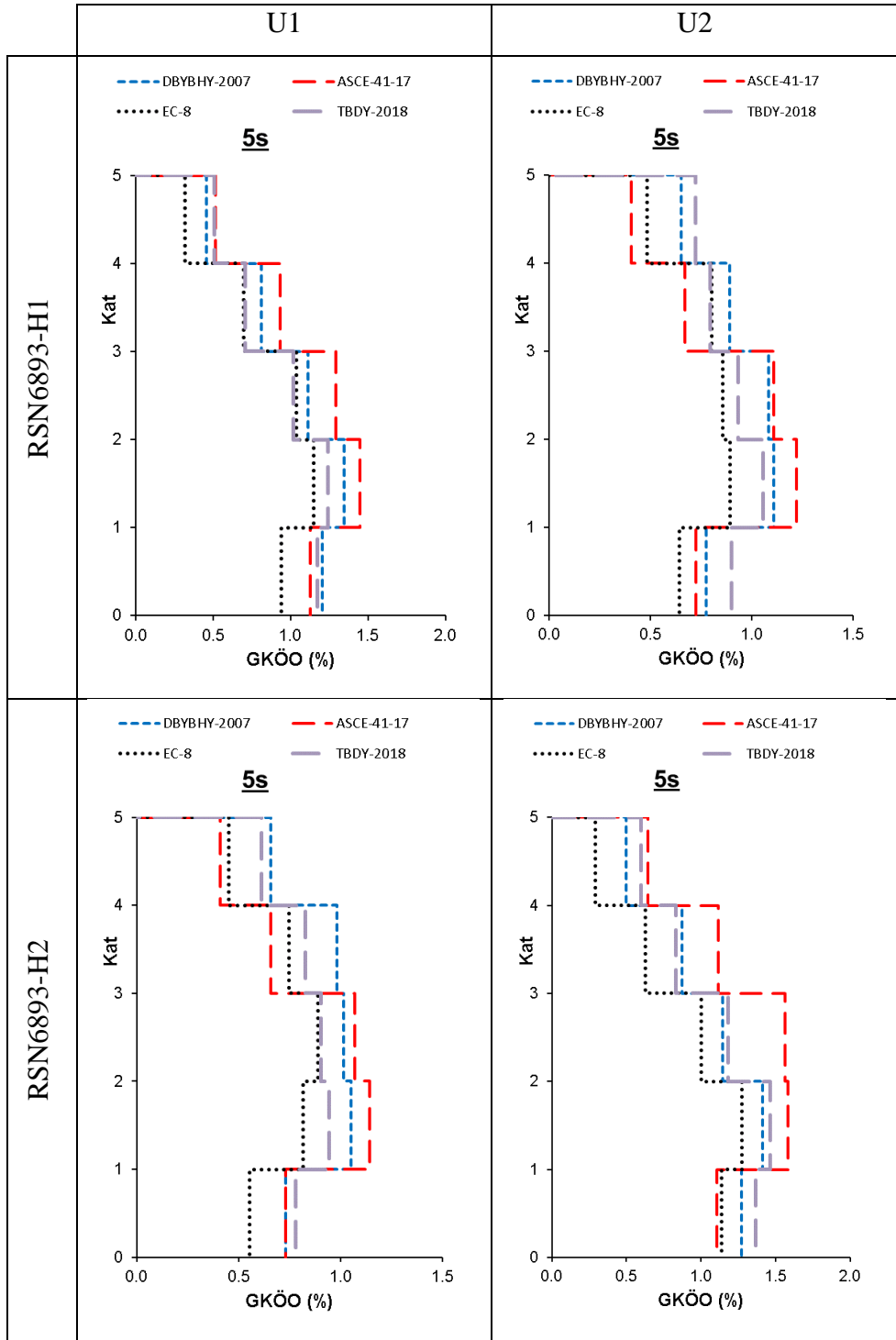
Şekil C.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



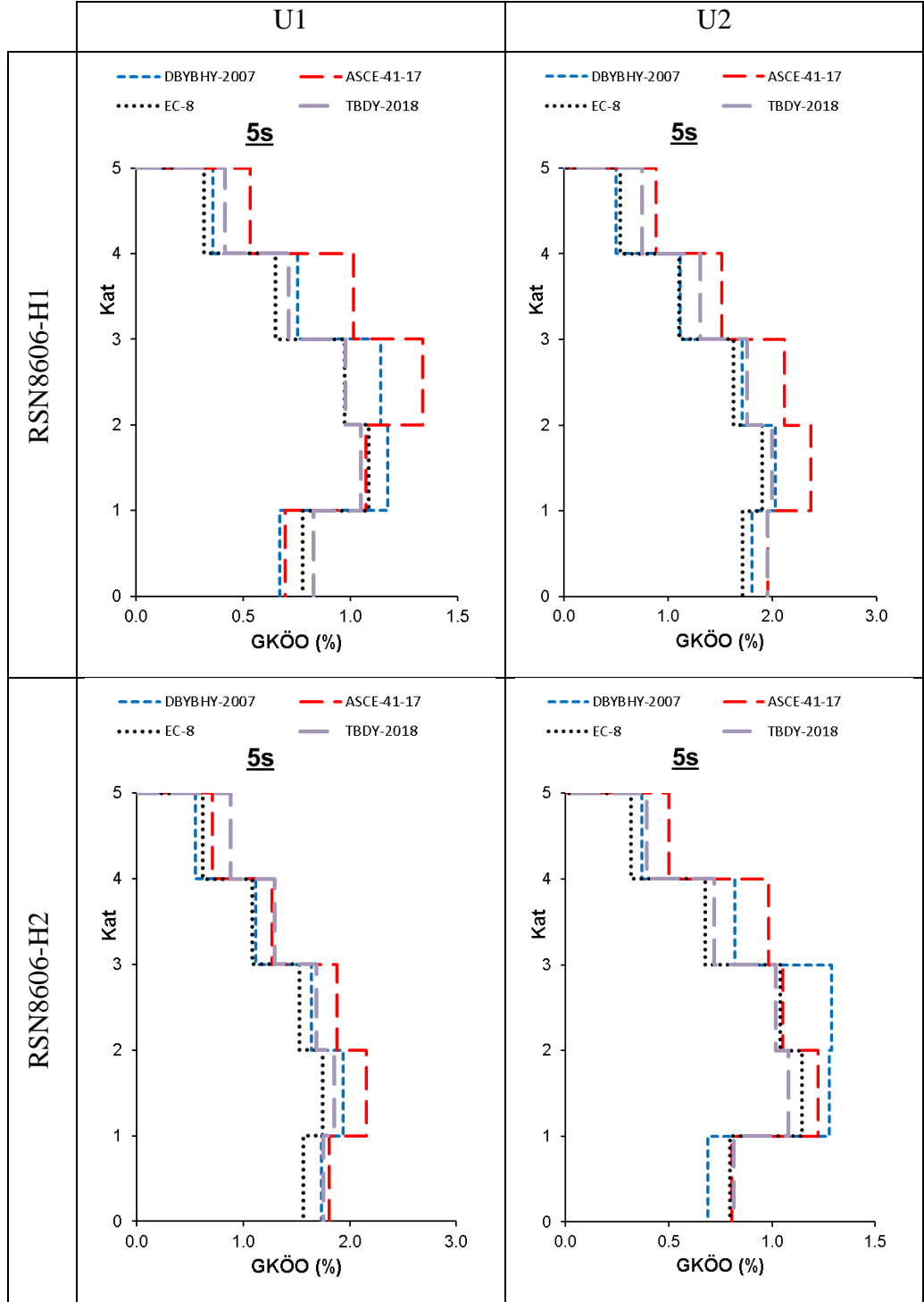
Şekil C.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



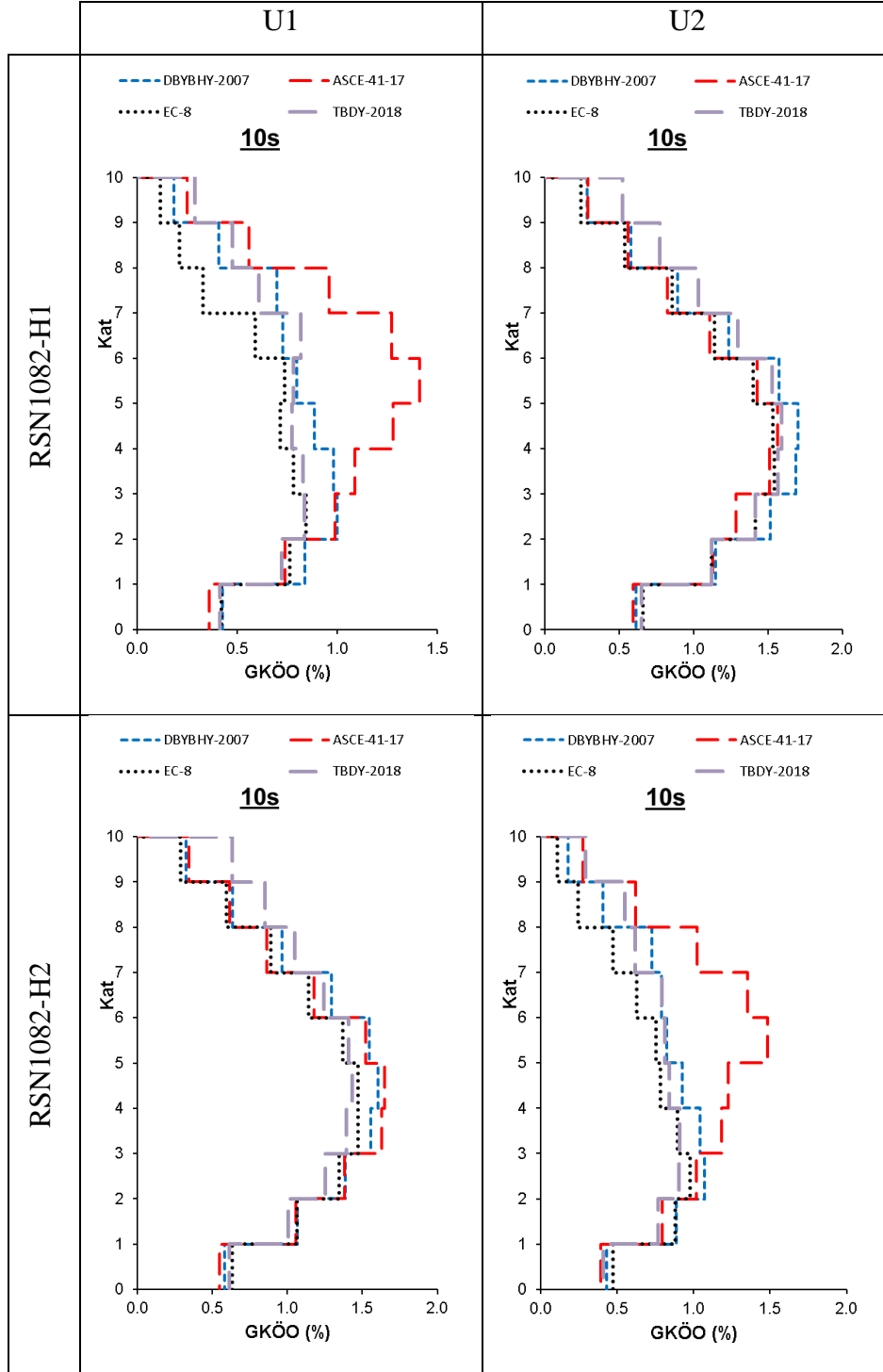
Şekil C.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



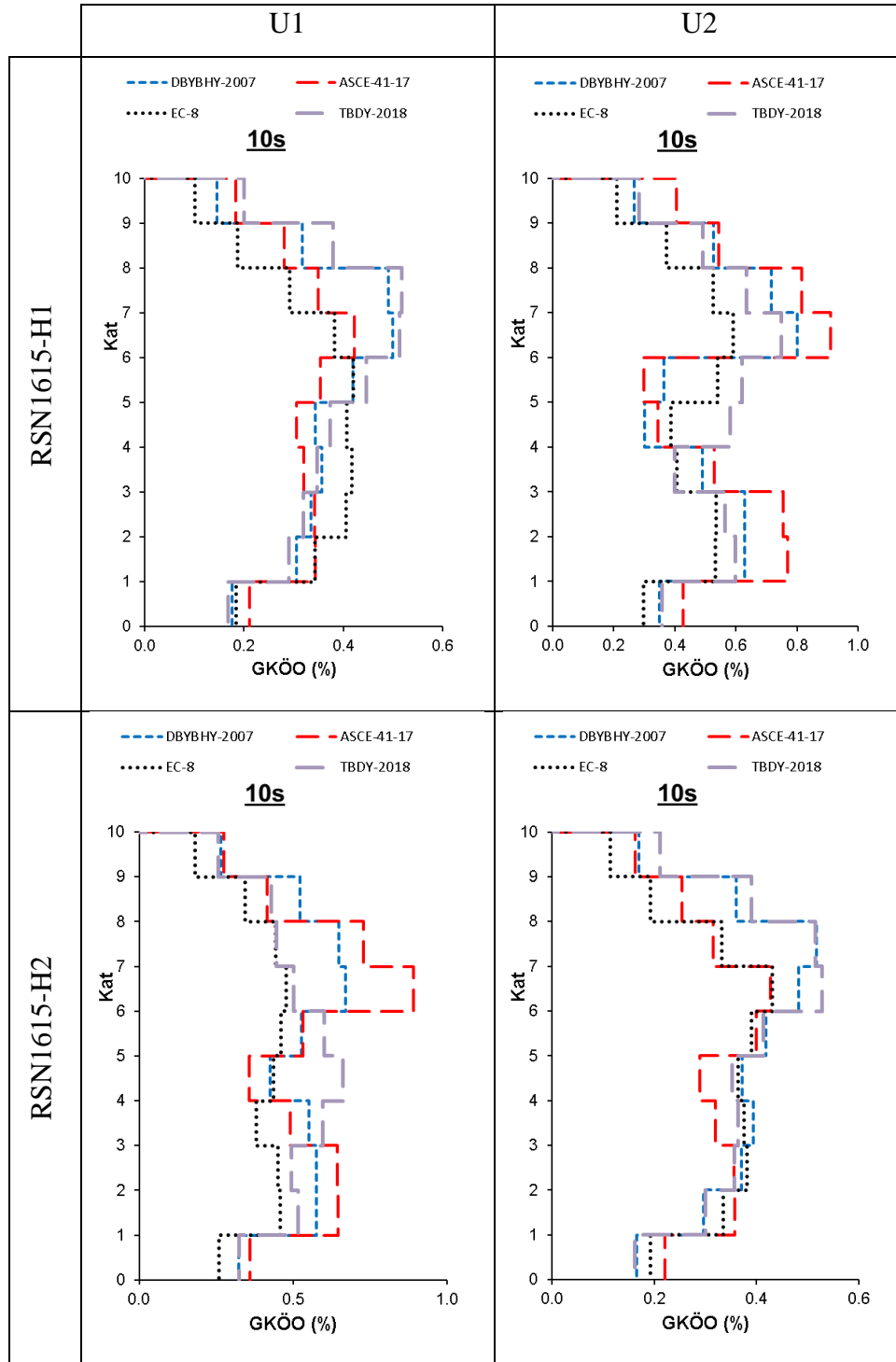
Şekil C.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



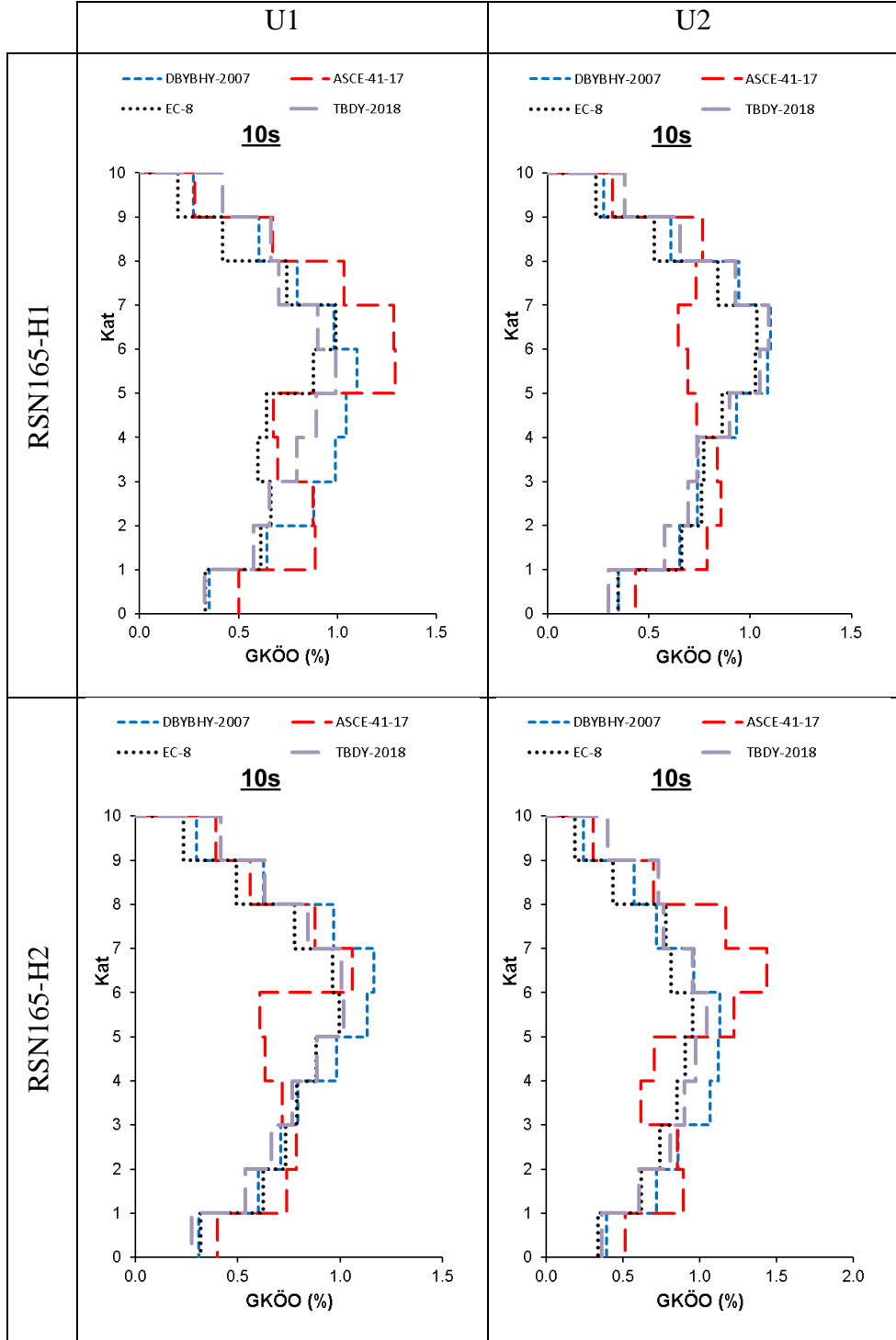
Şekil C.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



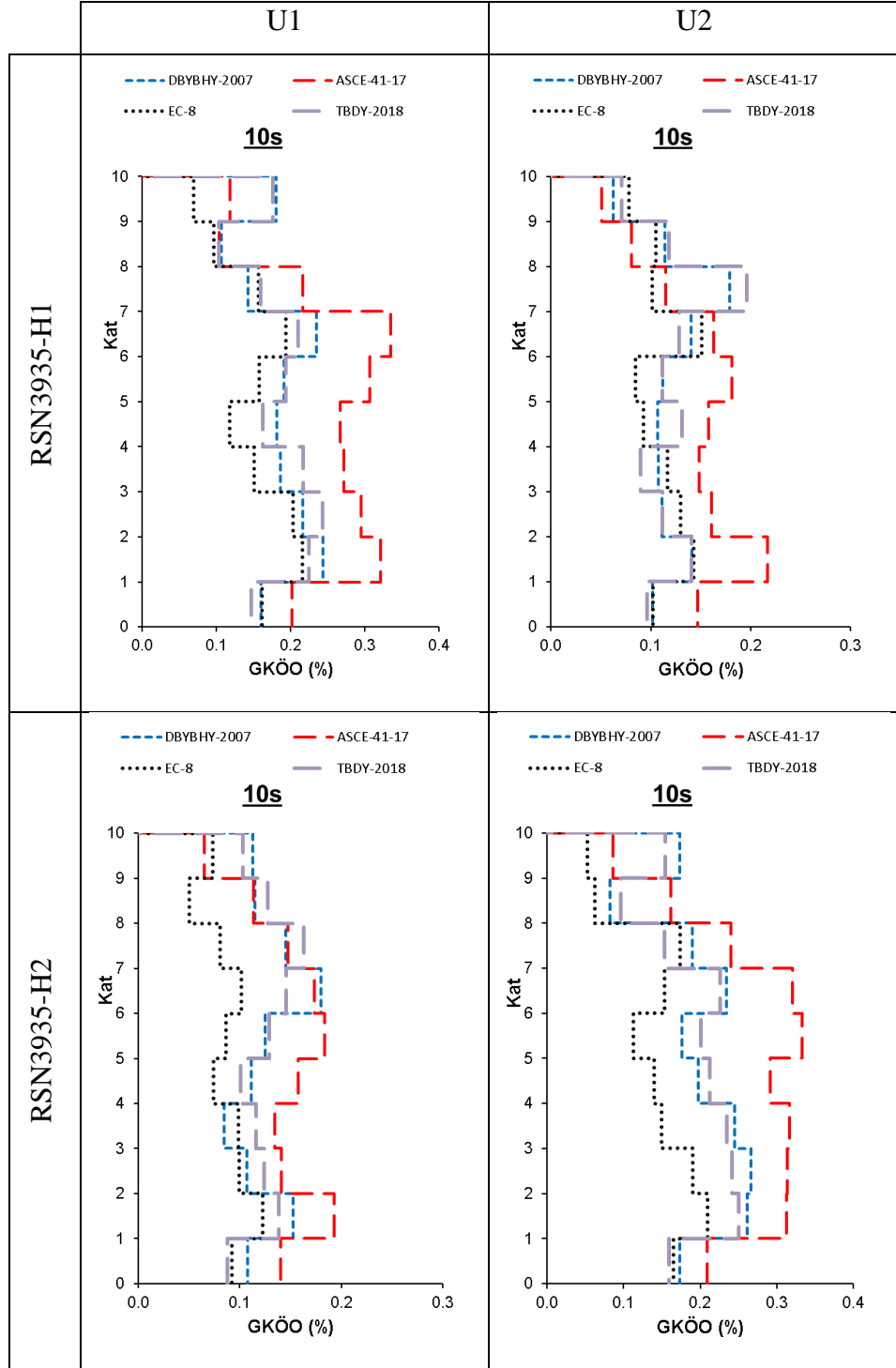
Şekil C.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



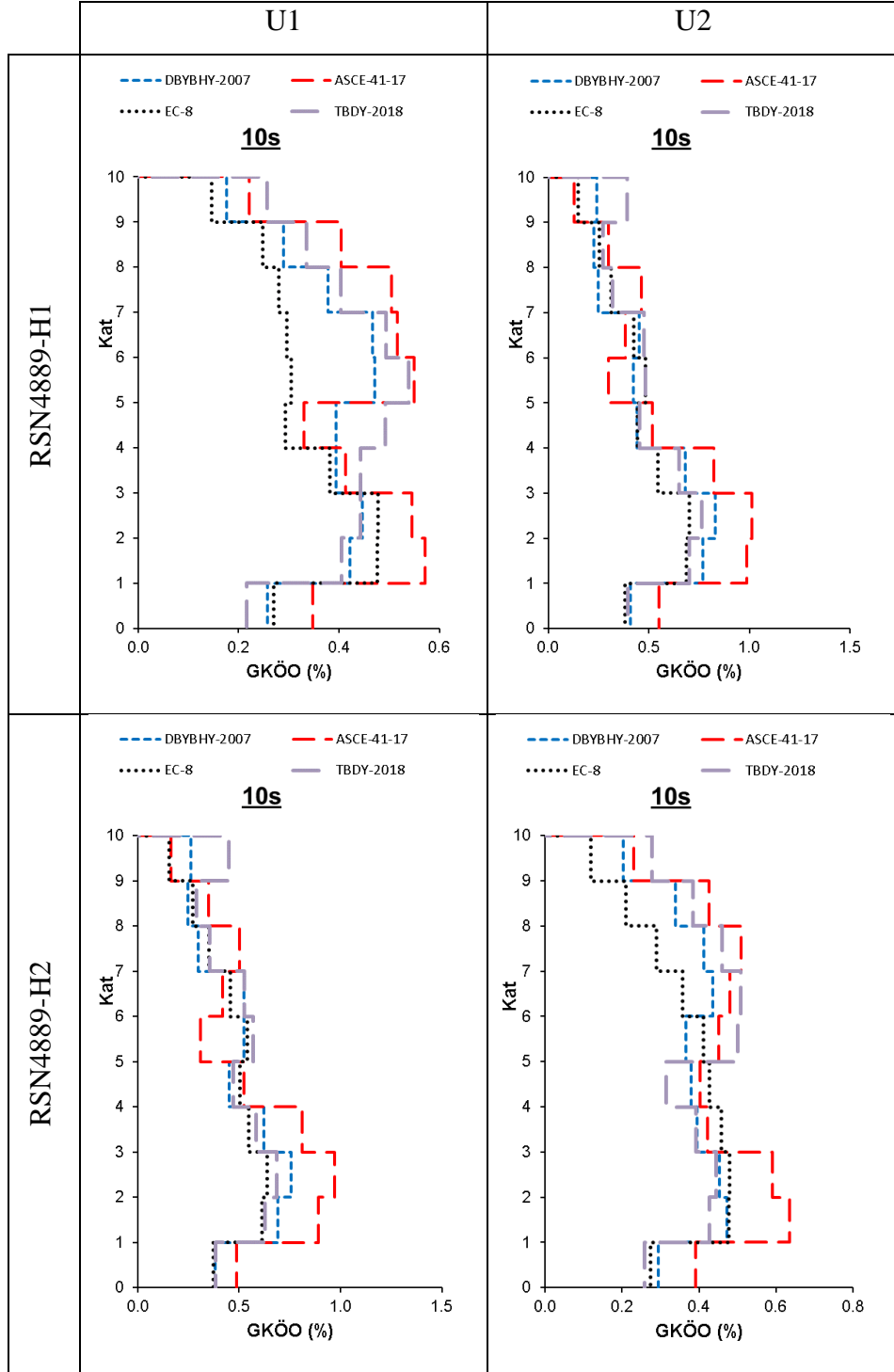
Şekil C.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



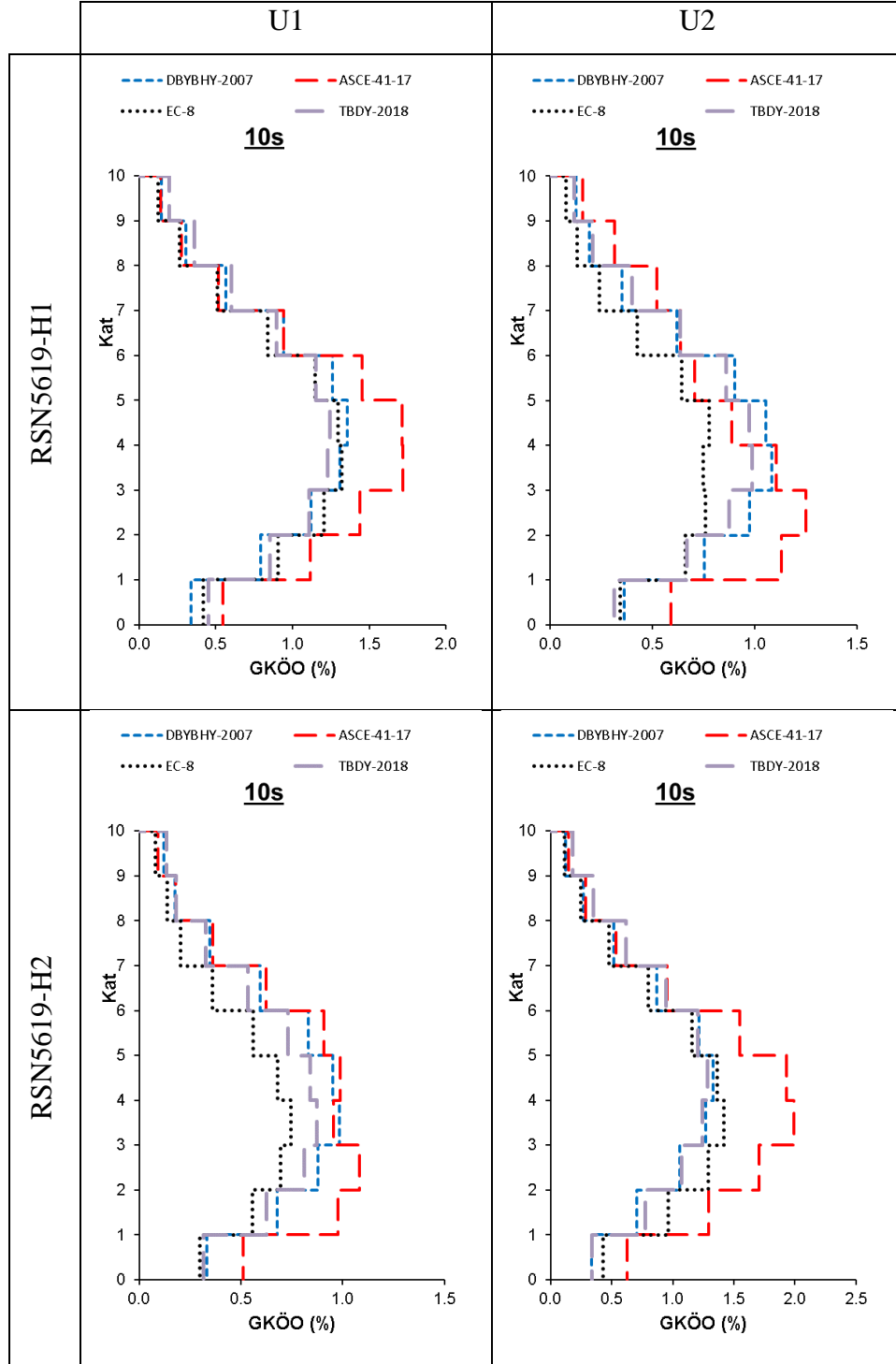
Şekil C.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



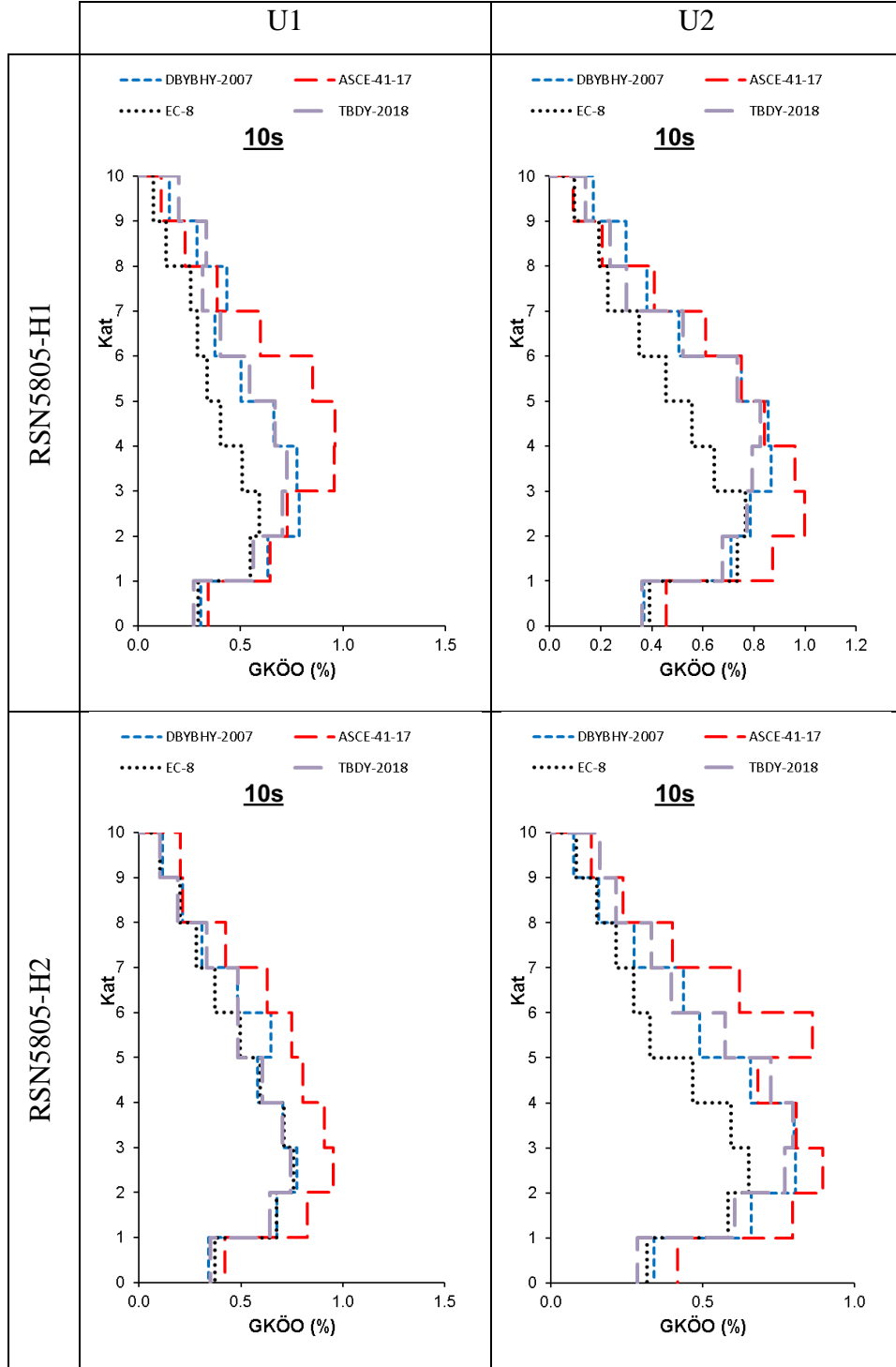
Şekil C.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



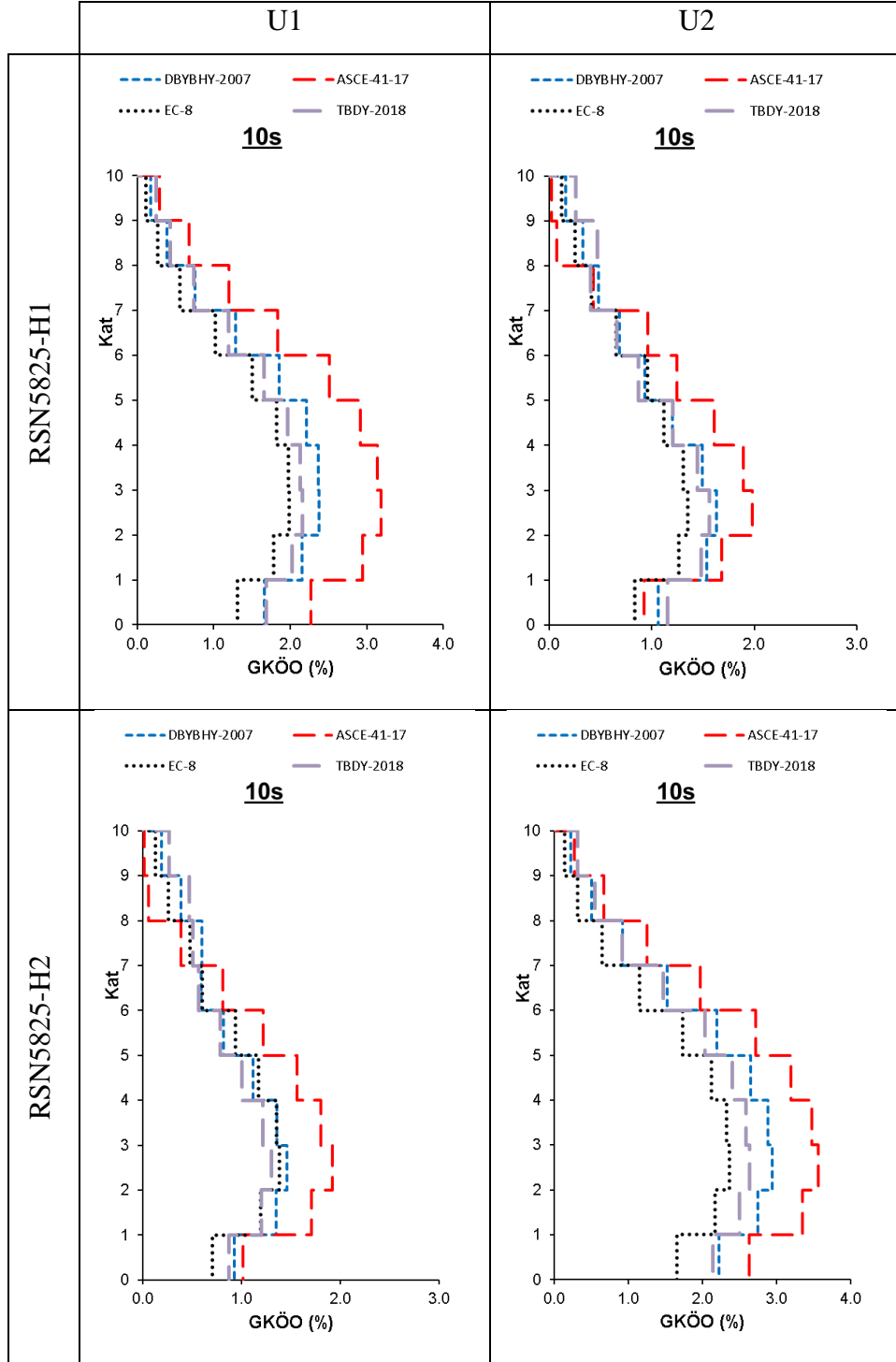
Şekil C.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



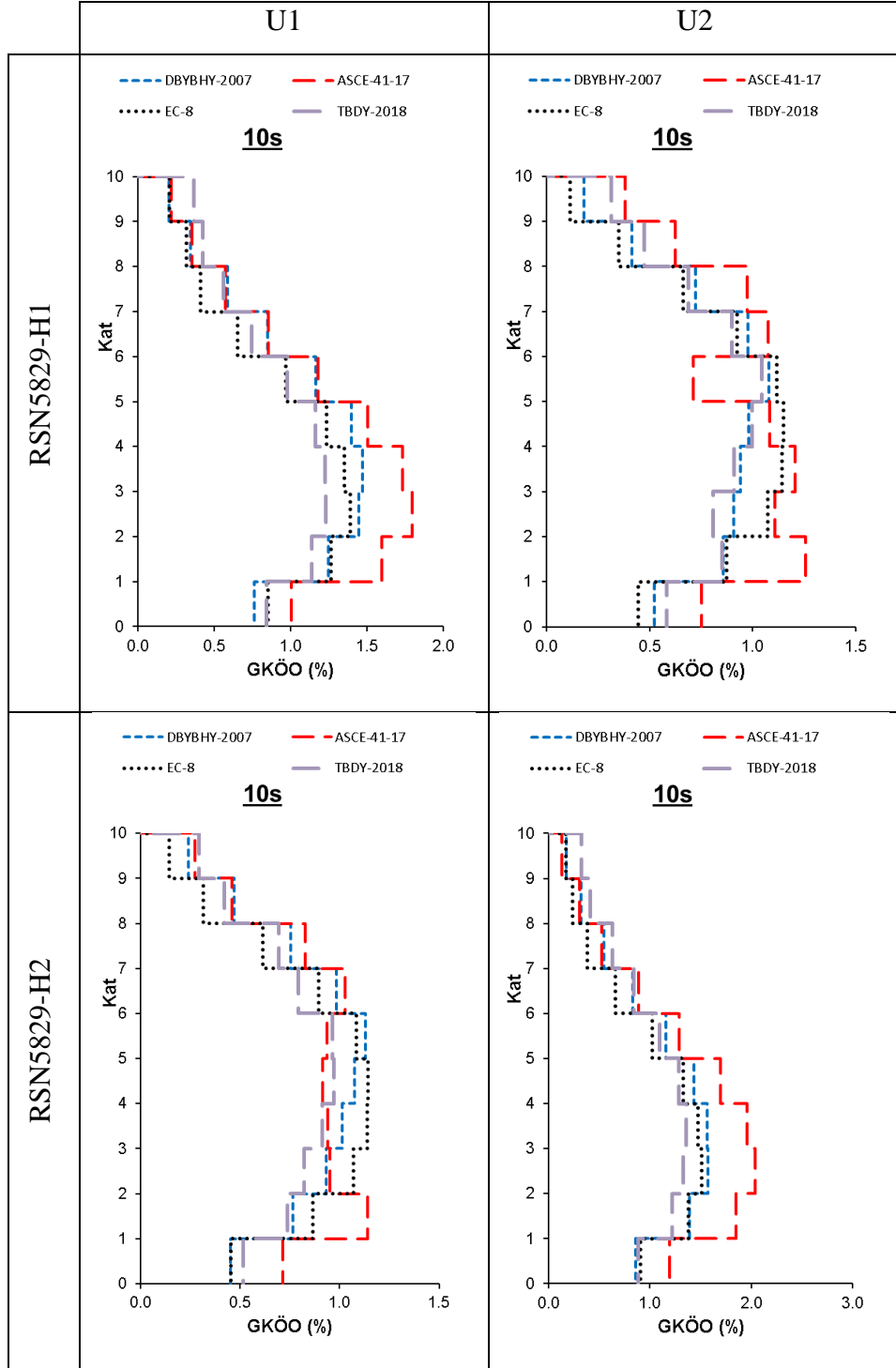
Şekil C.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



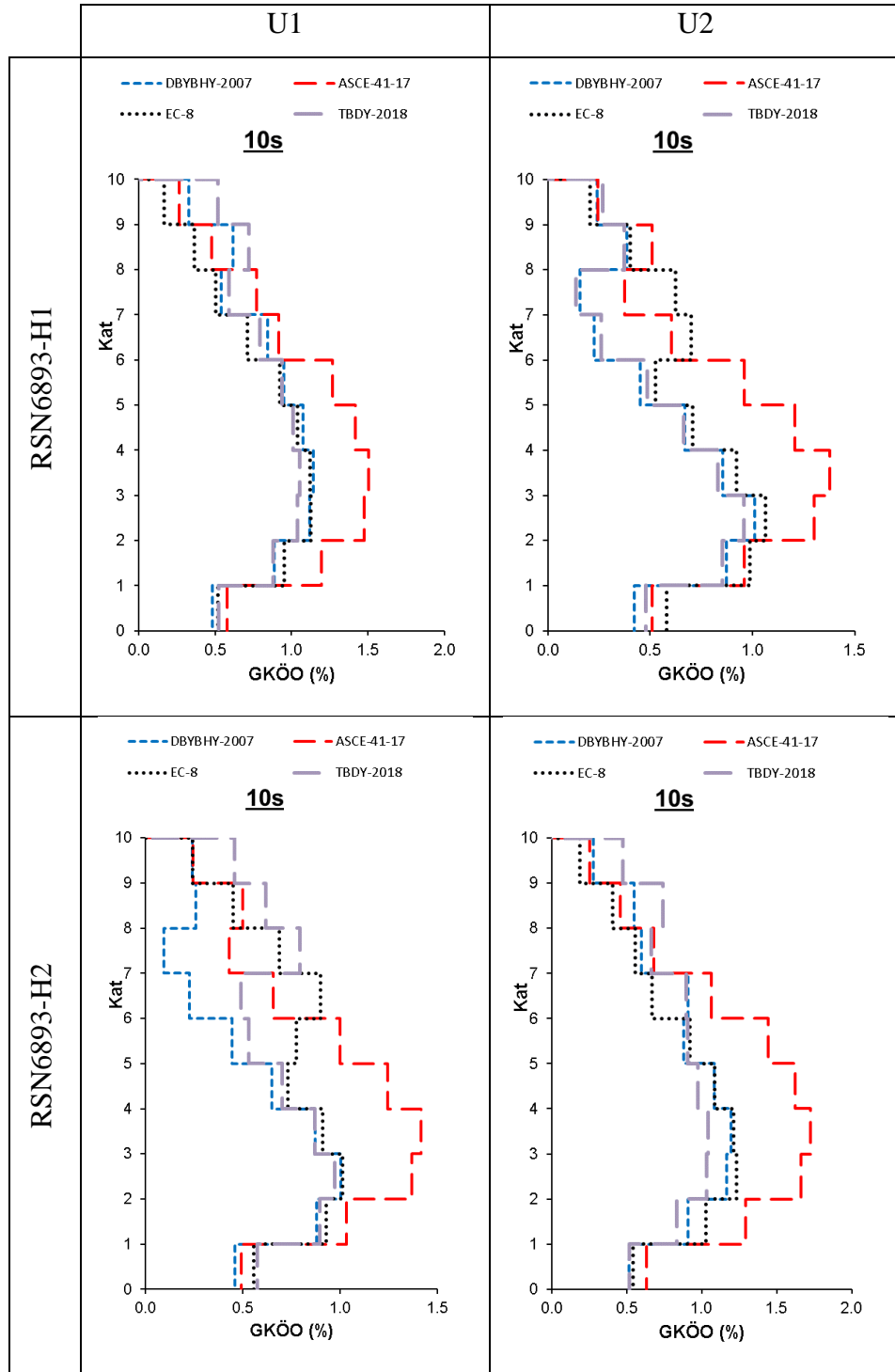
Şekil C.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



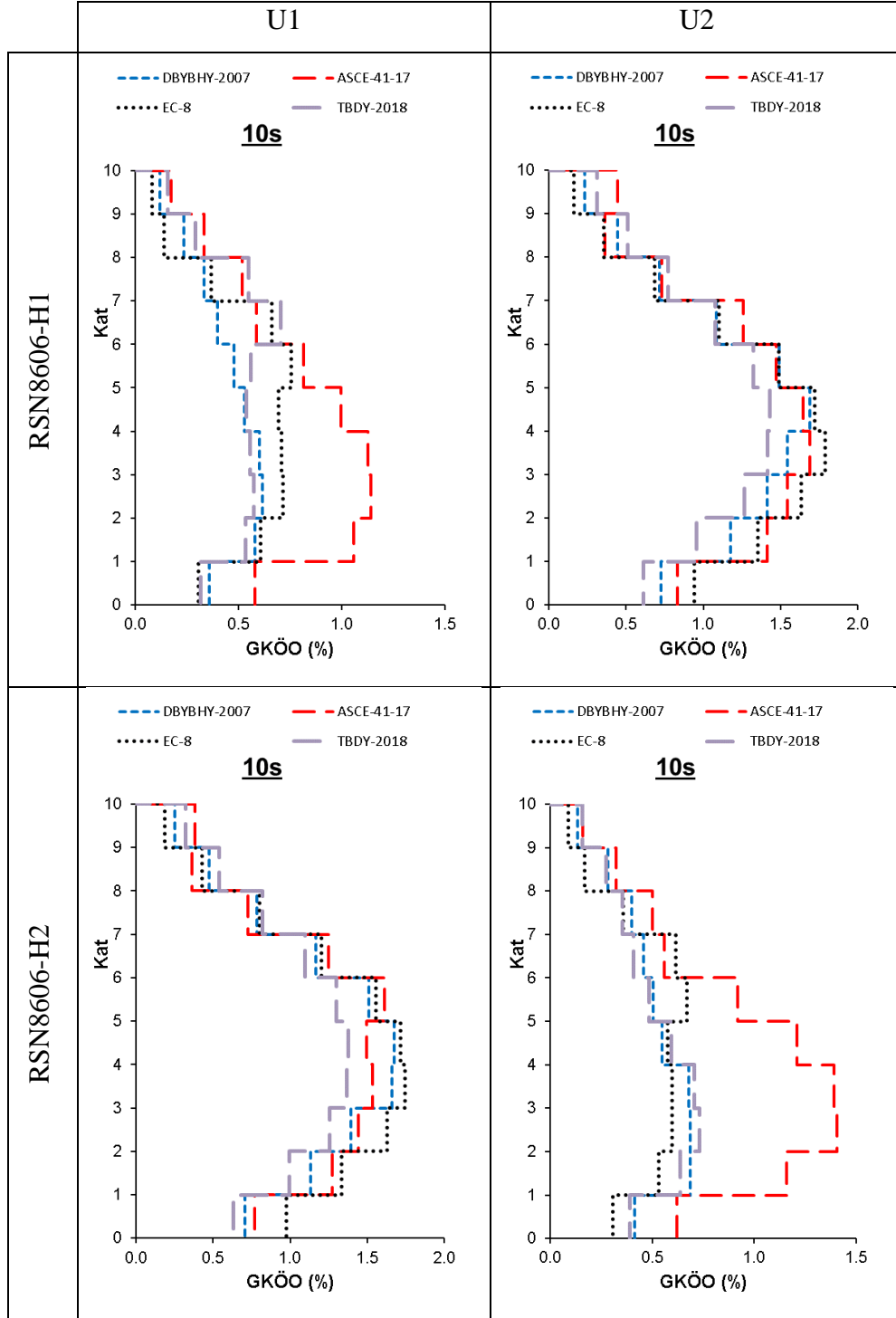
Şekil C.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



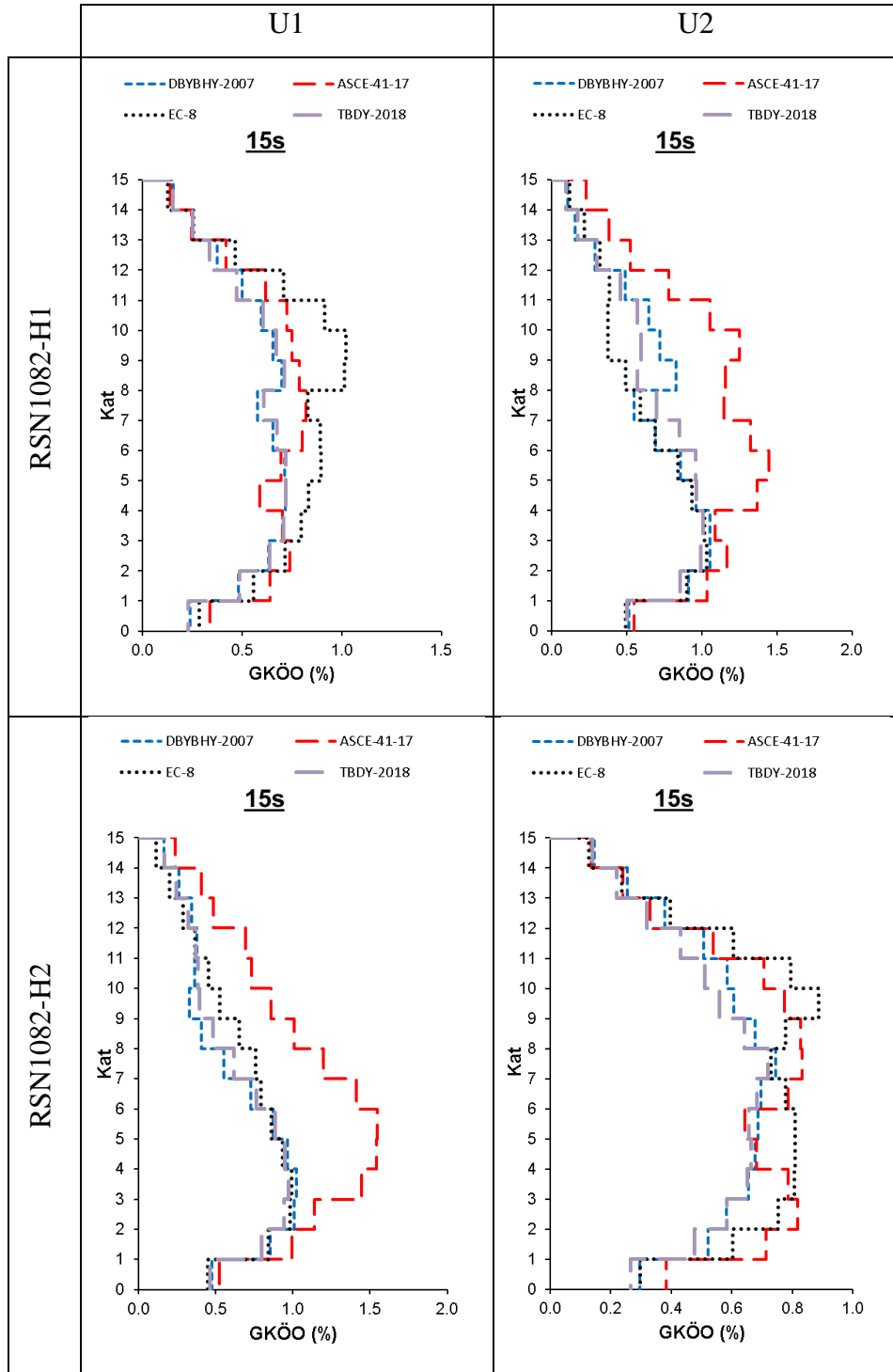
Şekil C.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



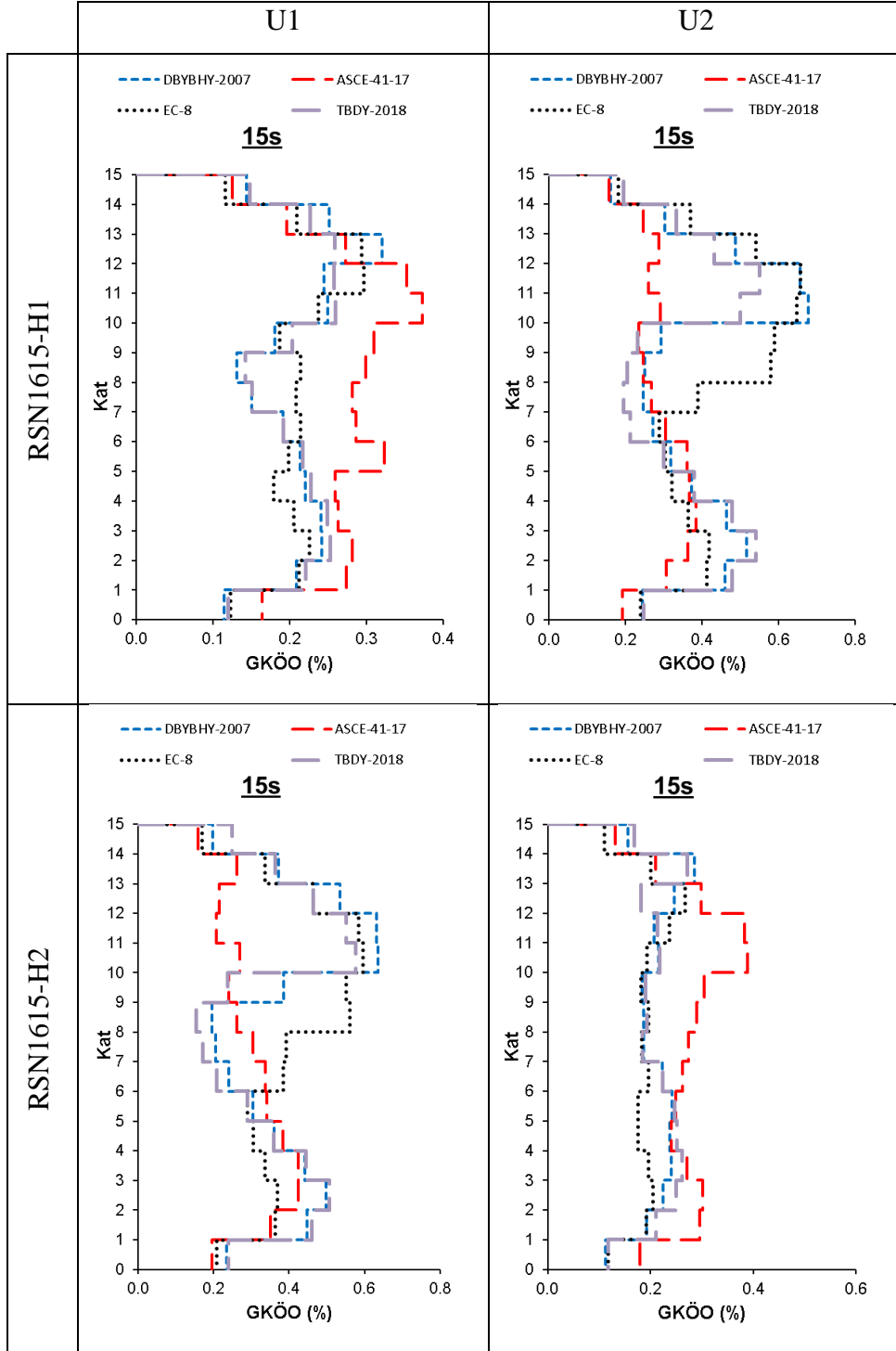
Şekil C.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



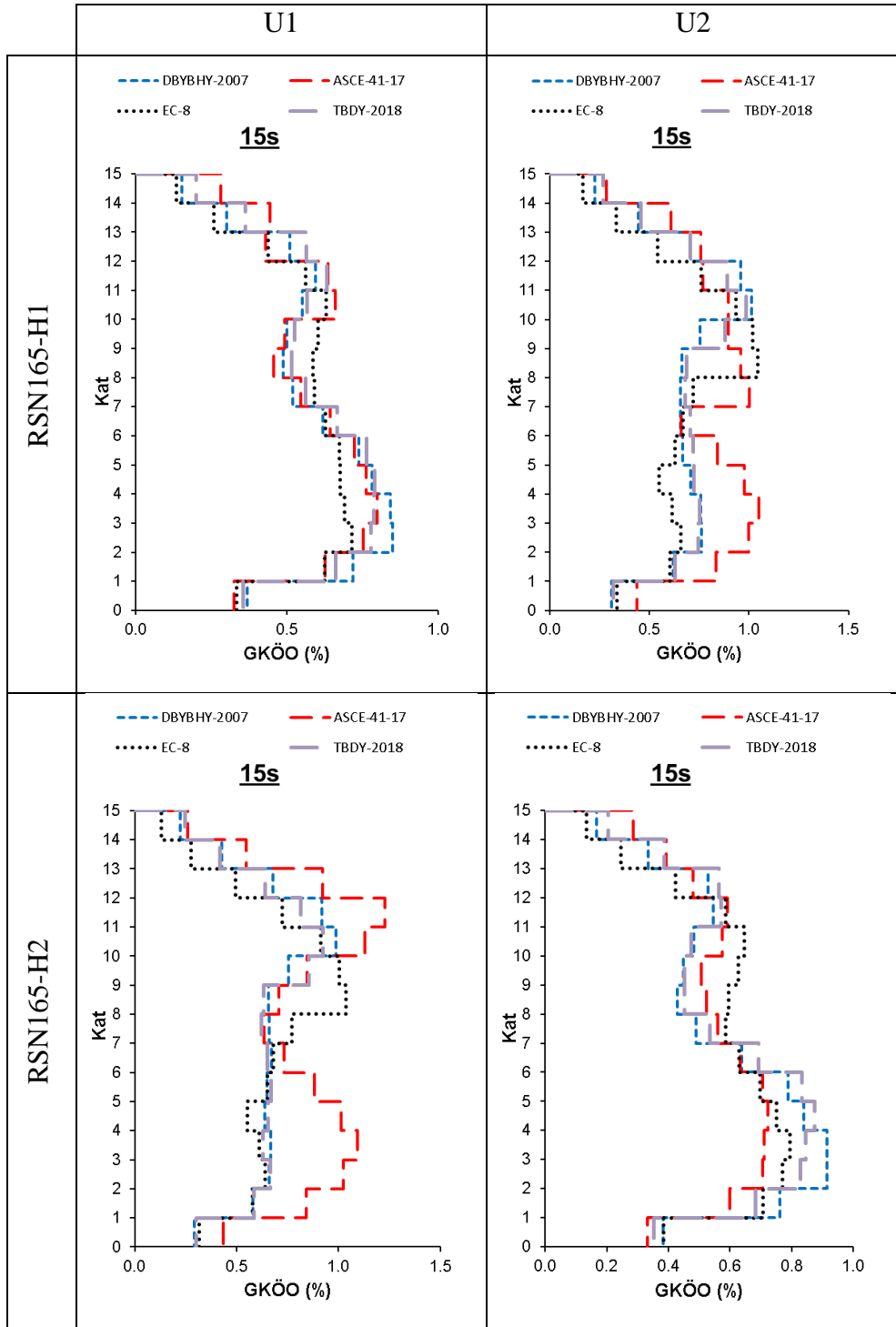
Şekil C.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



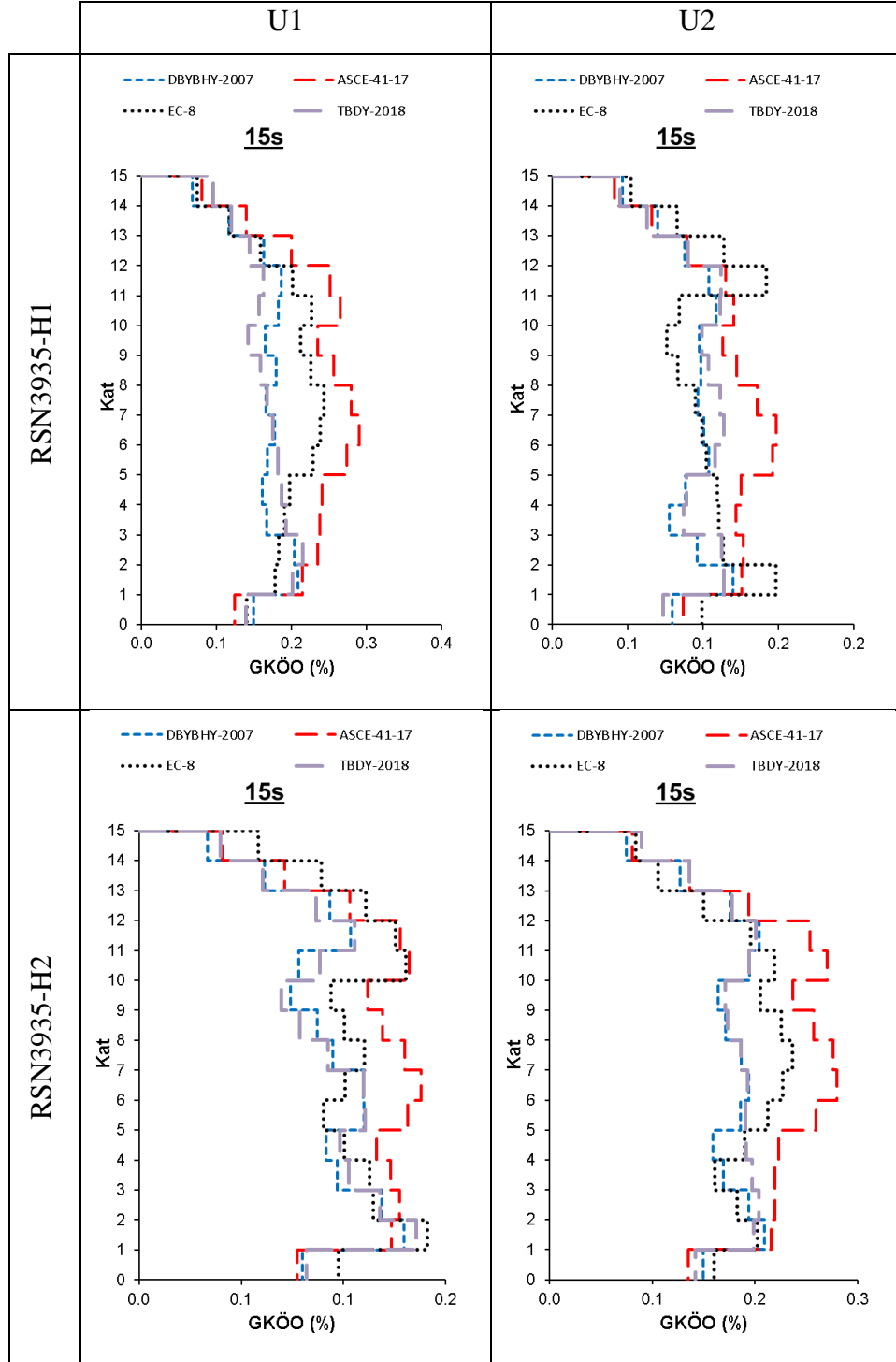
Şekil C.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



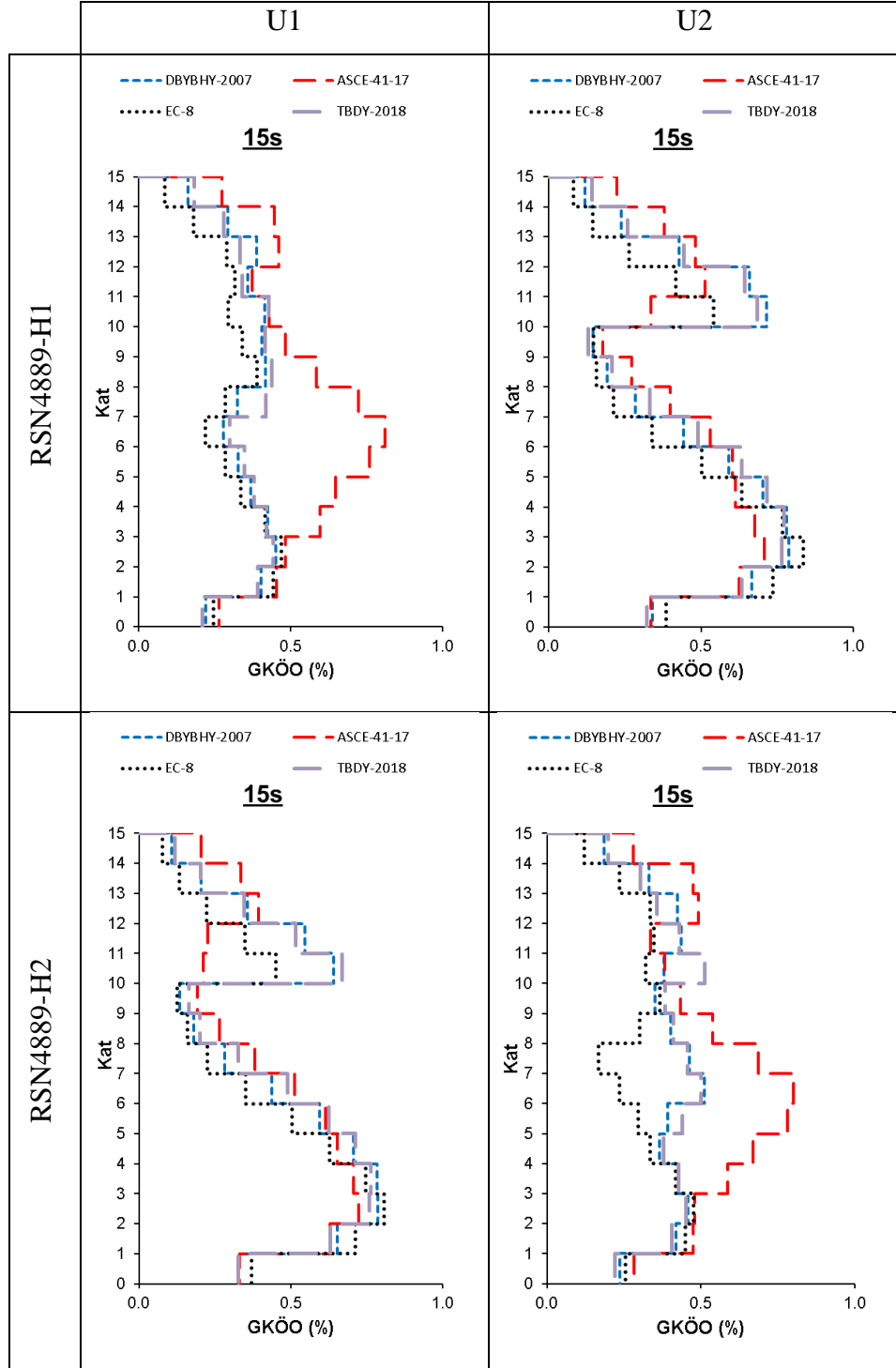
Şekil C.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



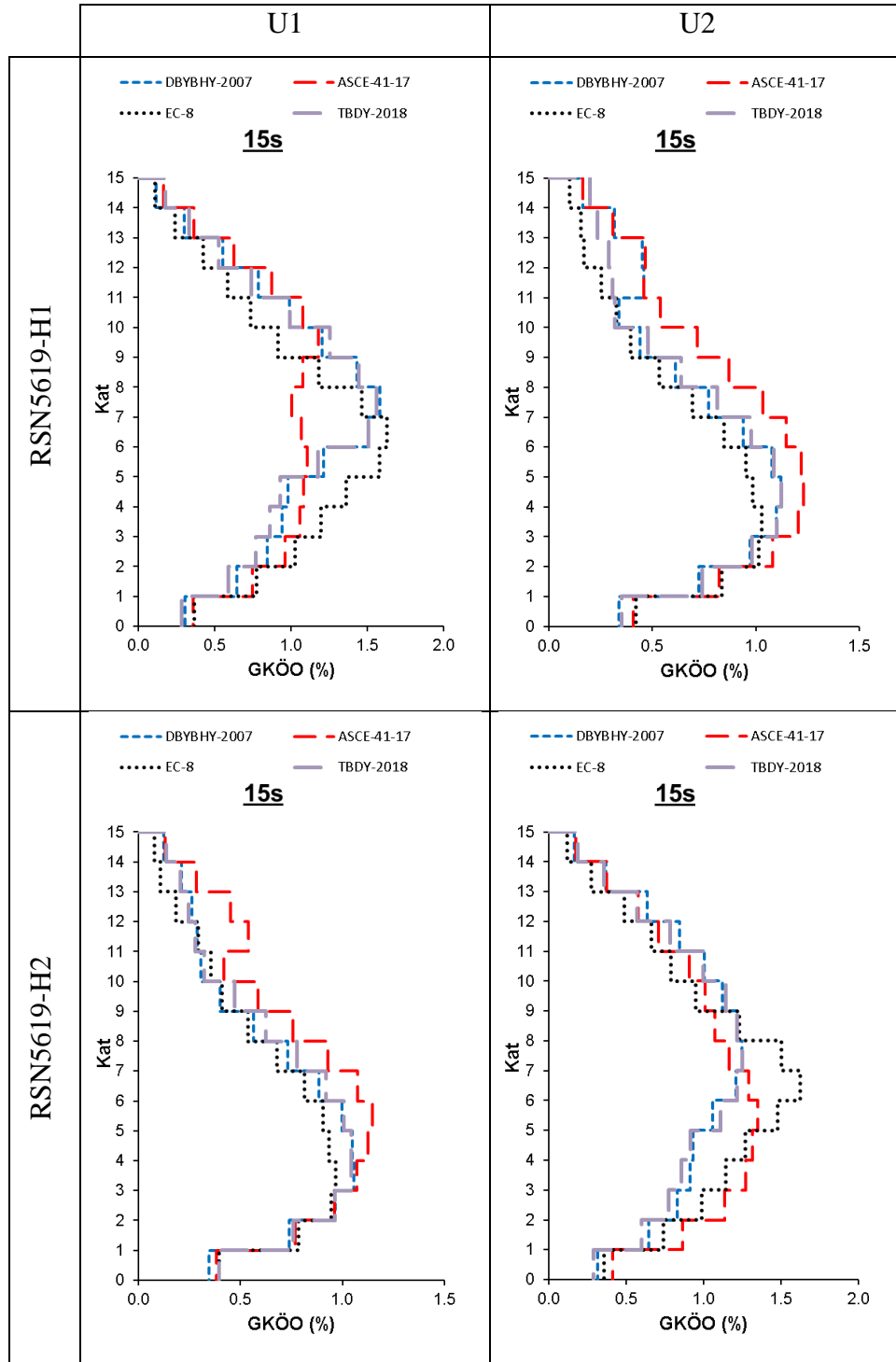
Şekil C.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



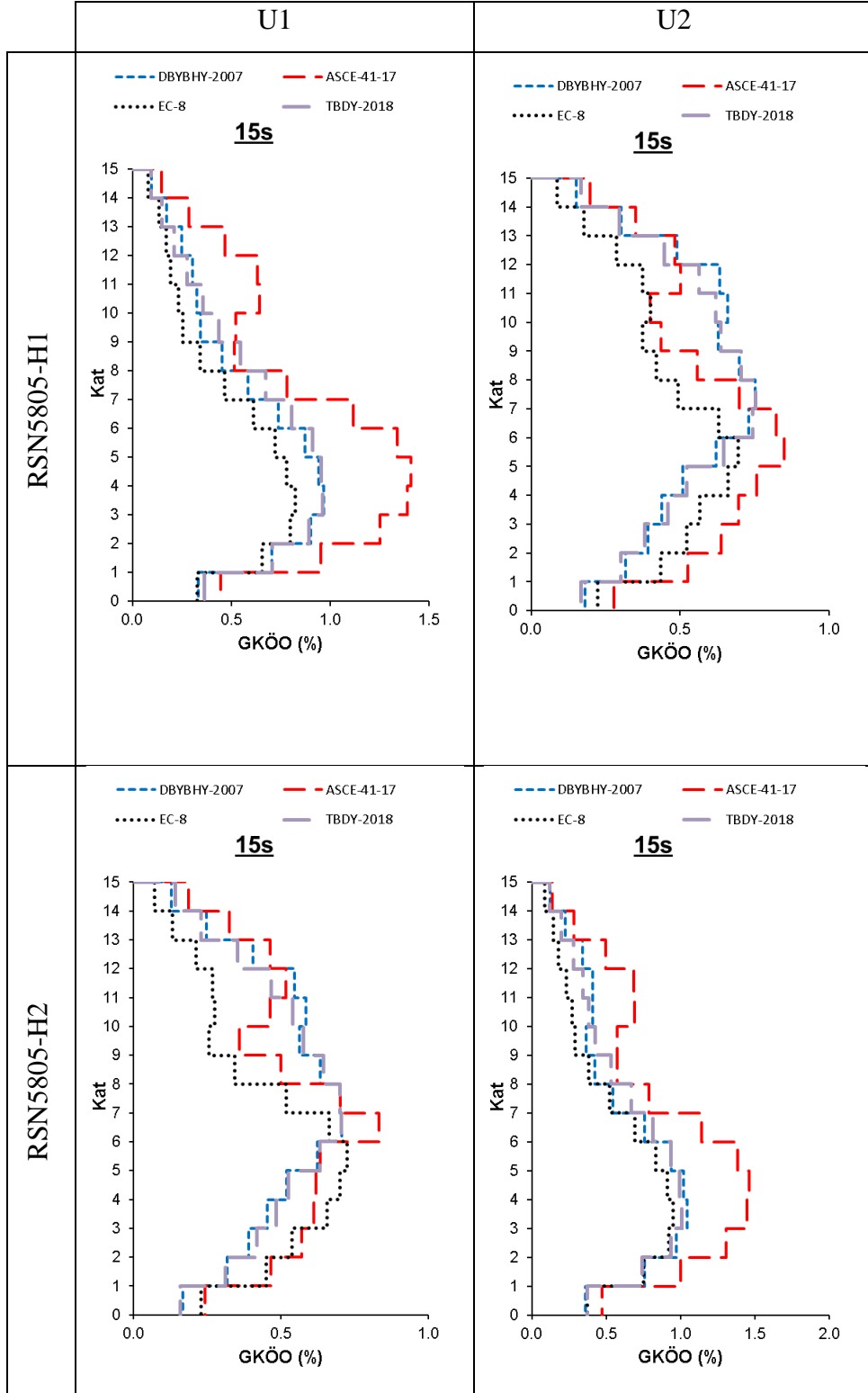
Şekil C.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



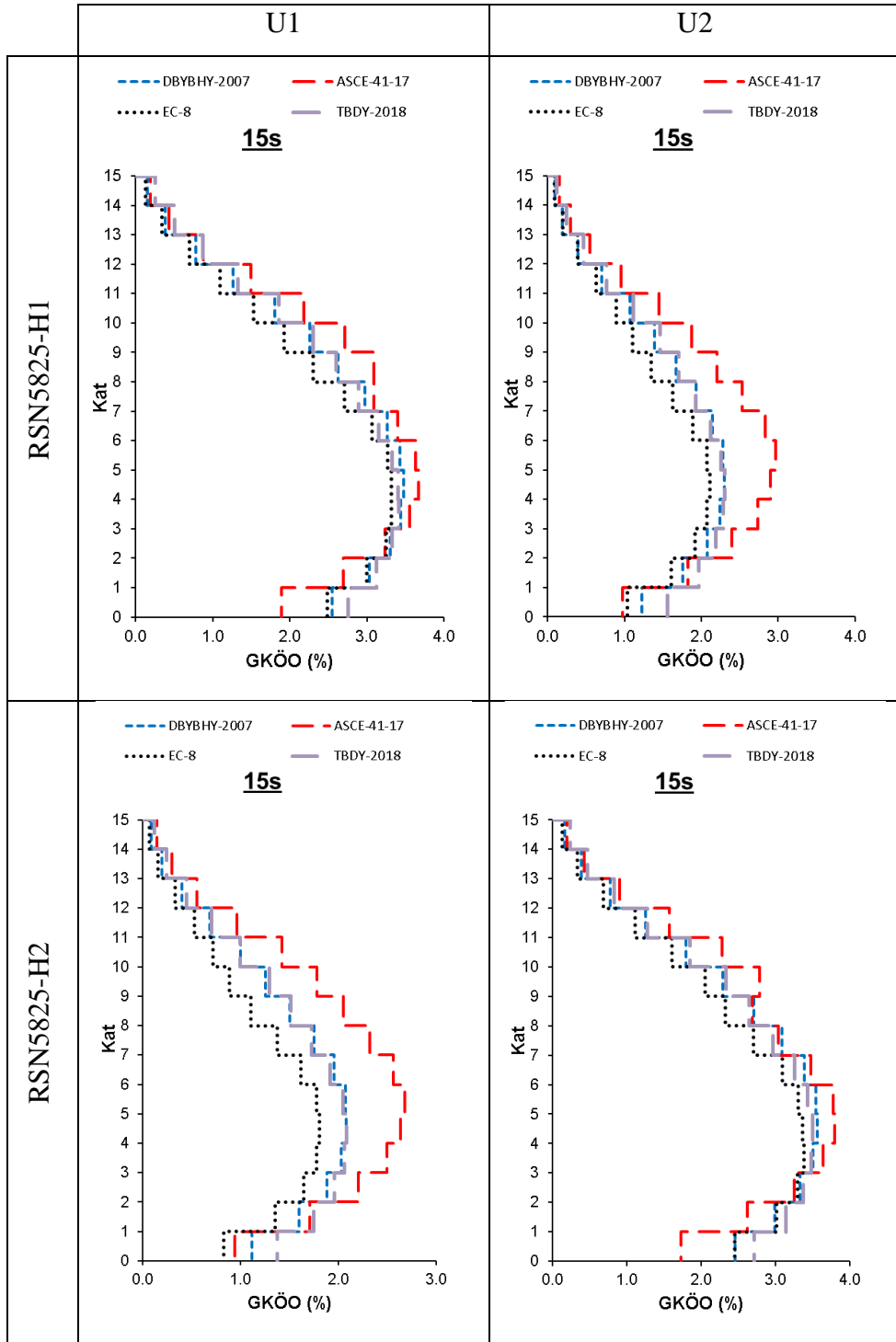
Şekil C.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



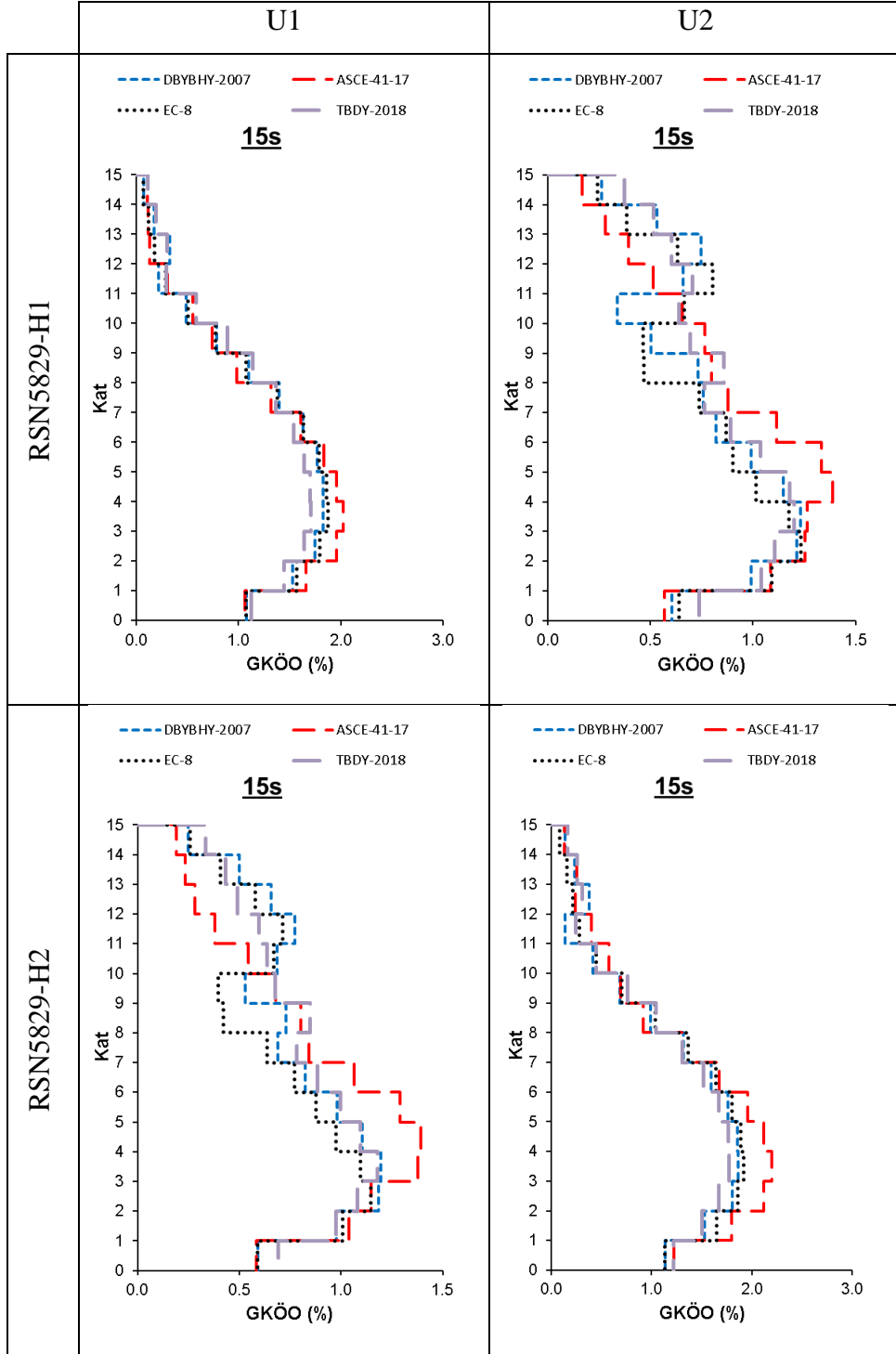
Şekil C.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



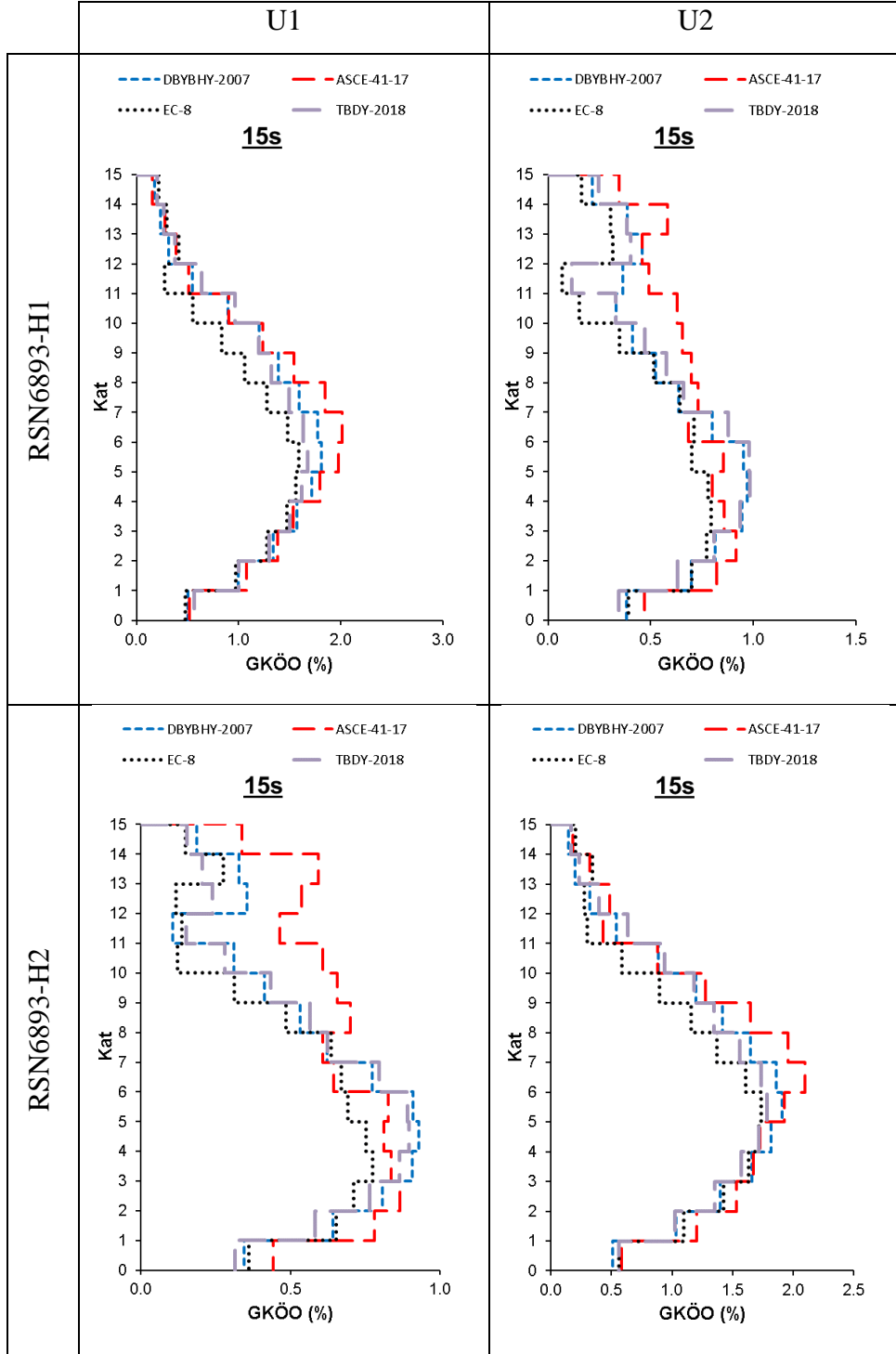
Şekil C.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



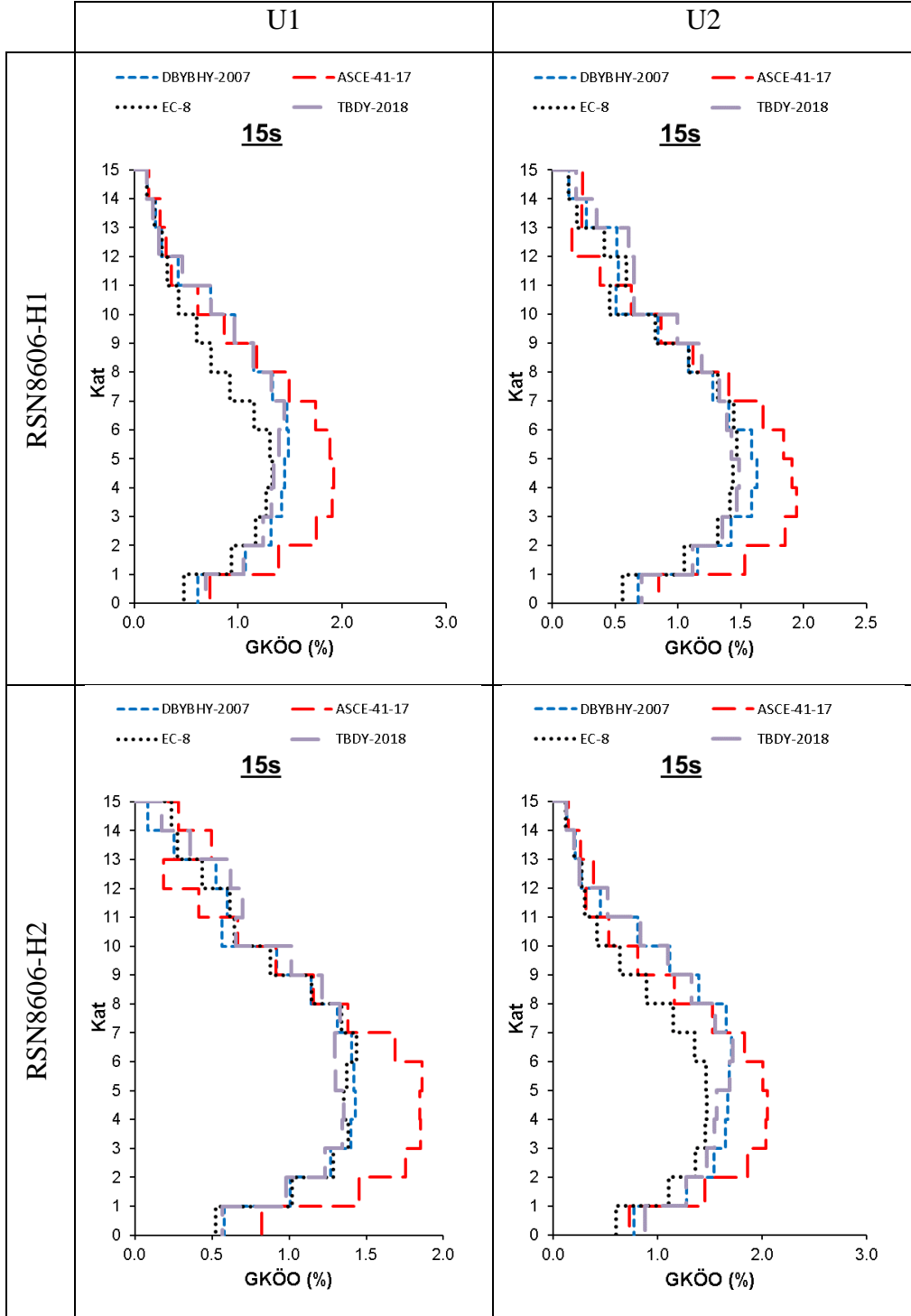
Şekil C.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görece kat öteleme oranları



Şekil C.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları

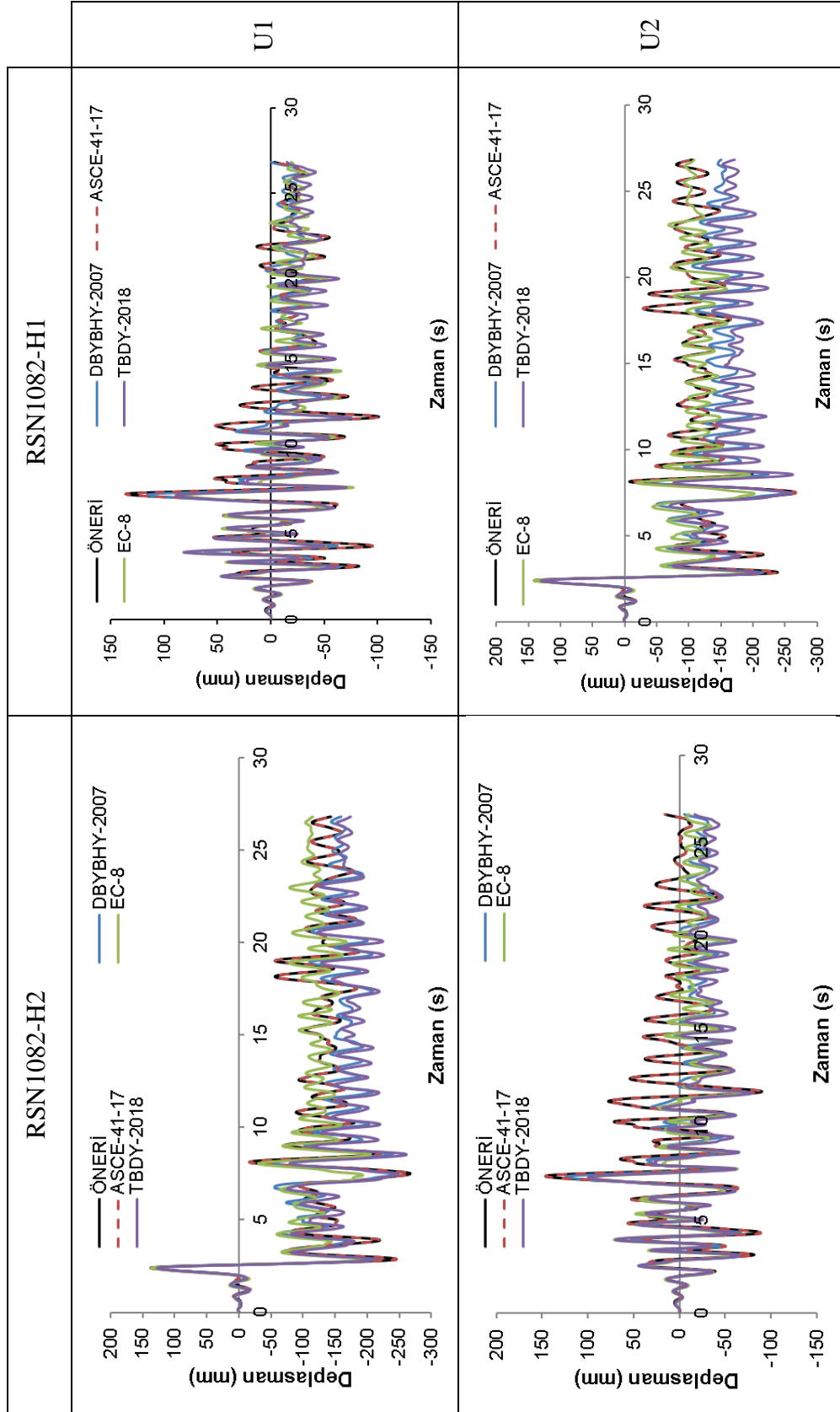


Şekil C.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları

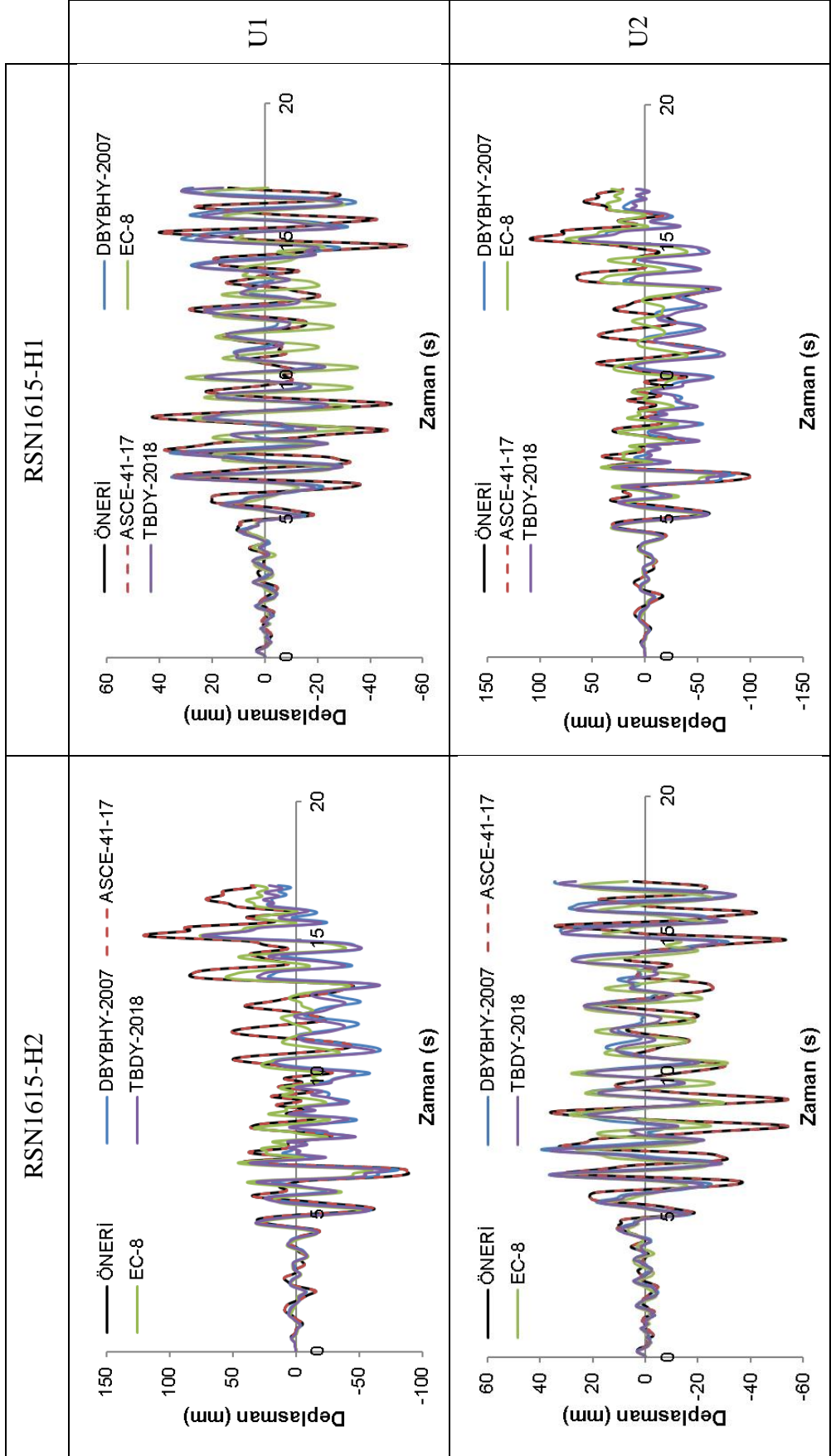


Şekil C.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları

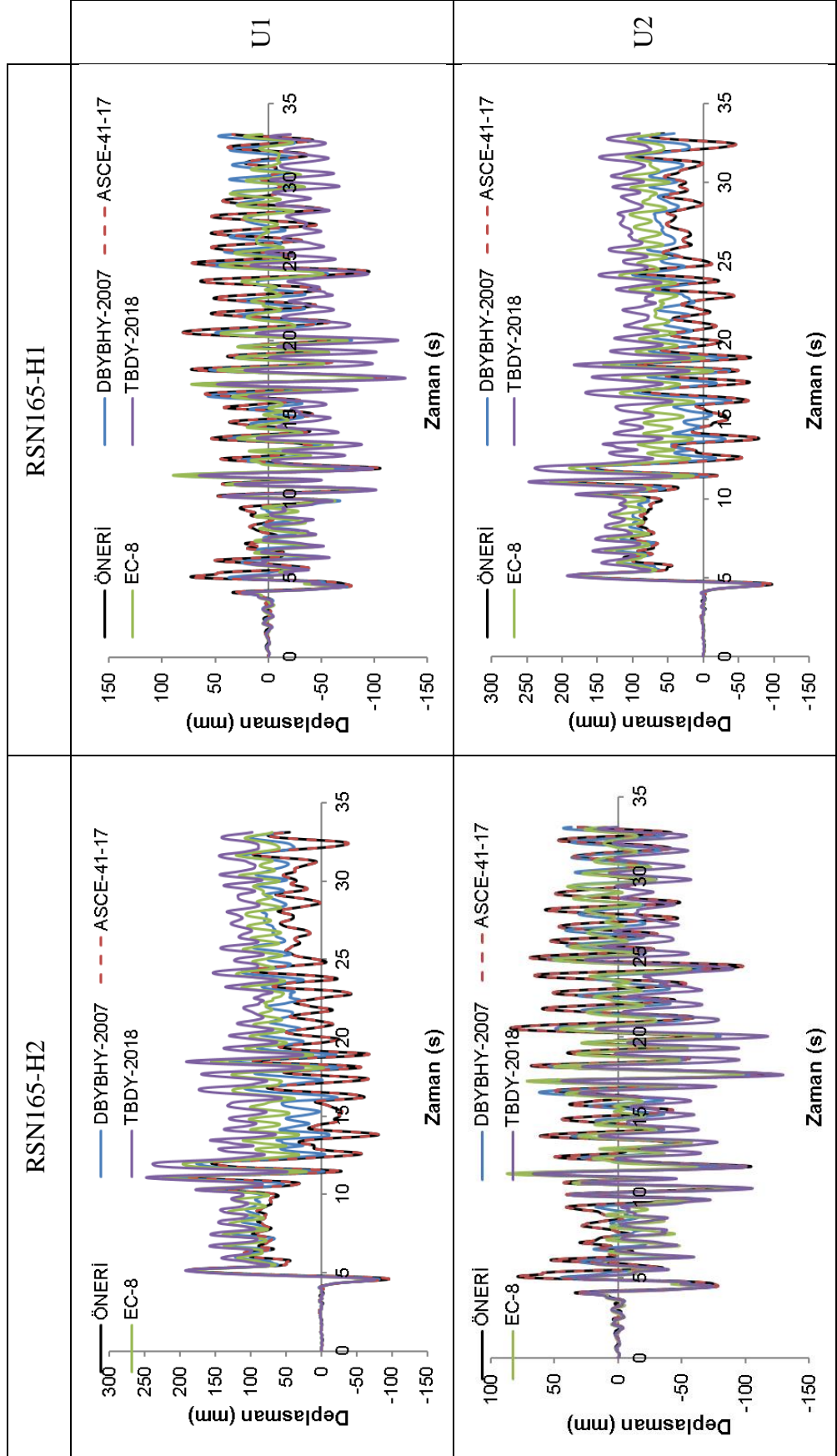
EK D Modellerin İvme ve Deprem Yönlerine Göre Deplasman Talepleri



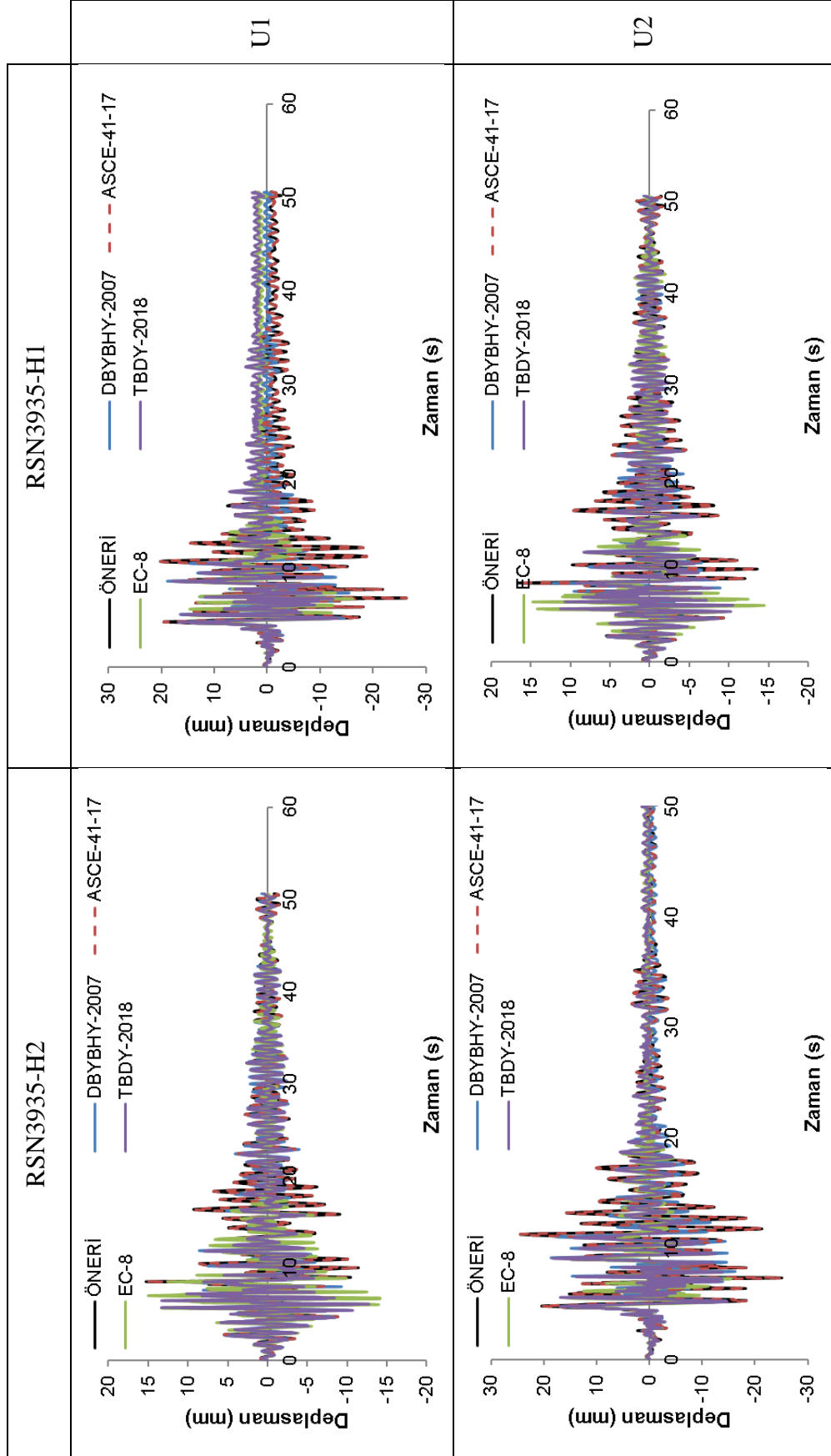
Şekil D.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



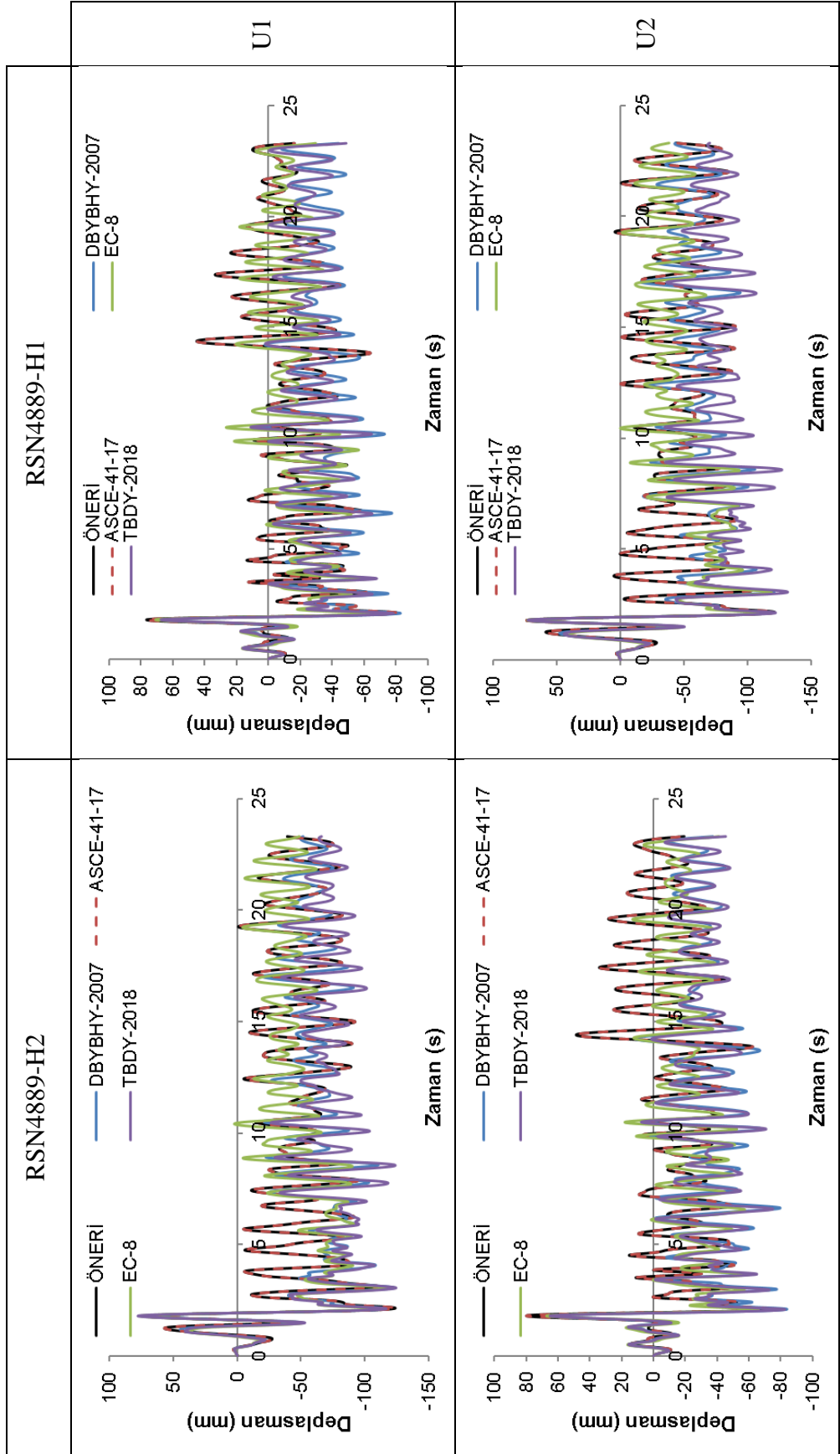
Şekil D.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



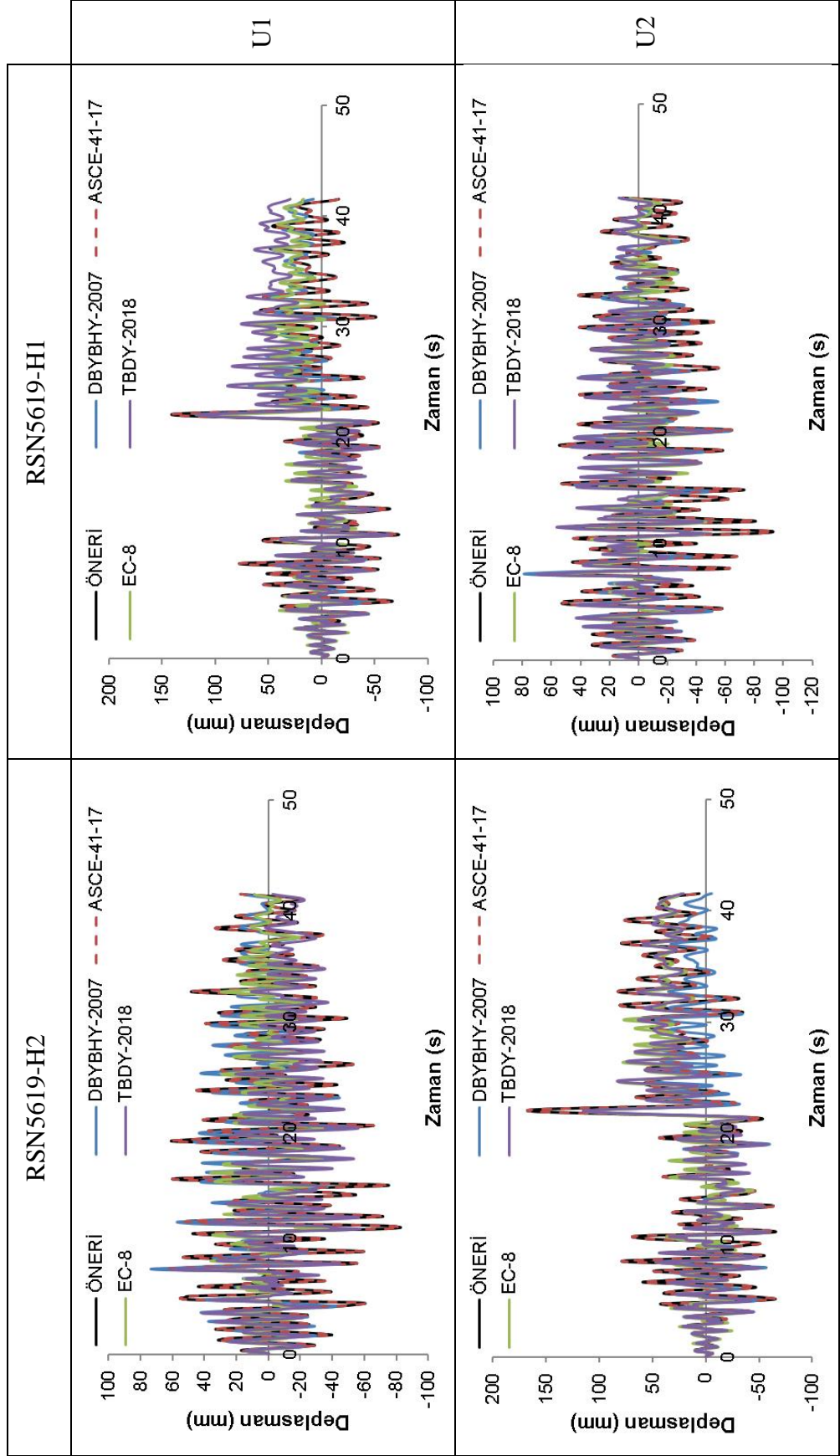
Şekil D.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



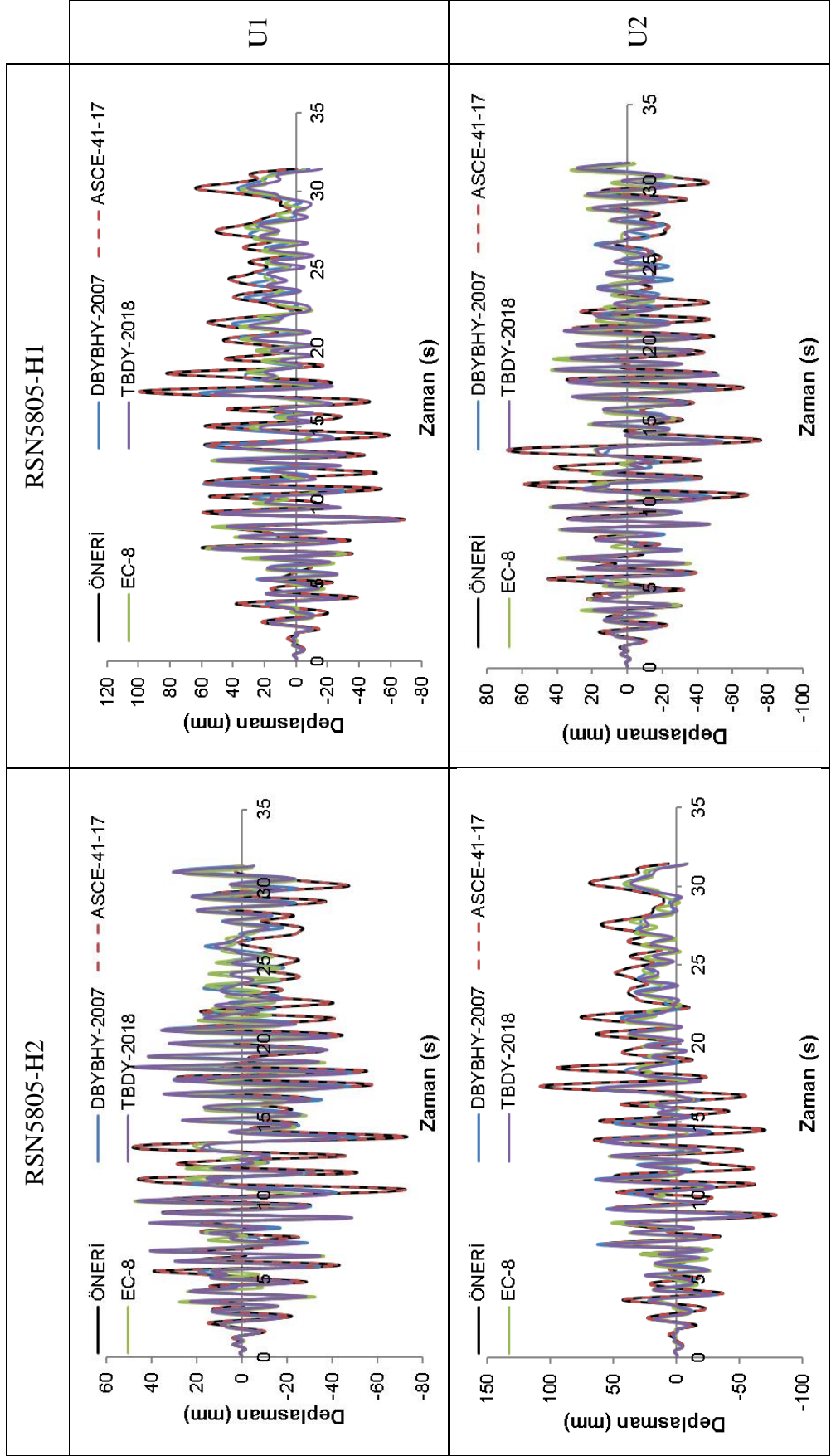
Şekil D.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



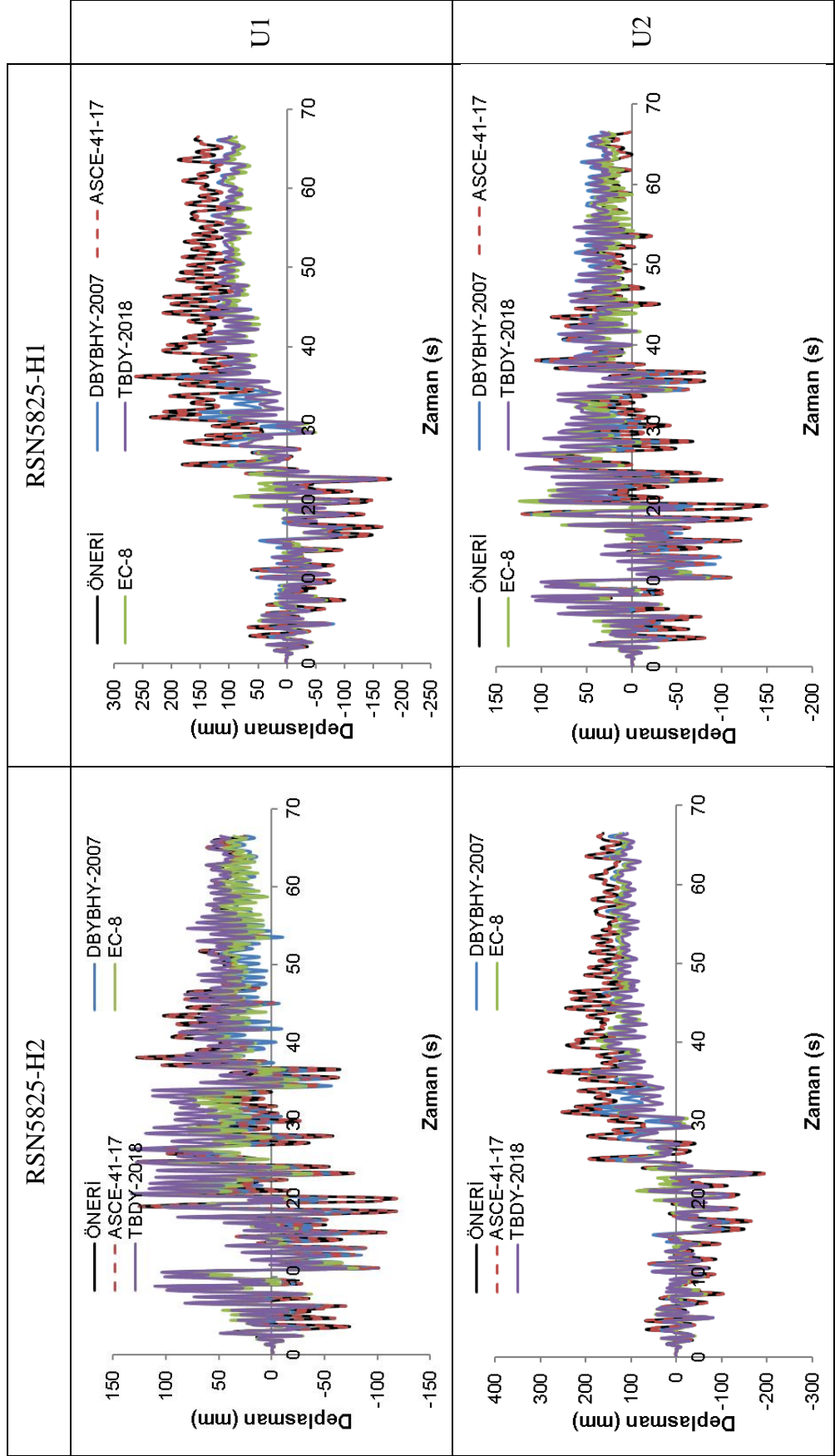
Şekil D.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



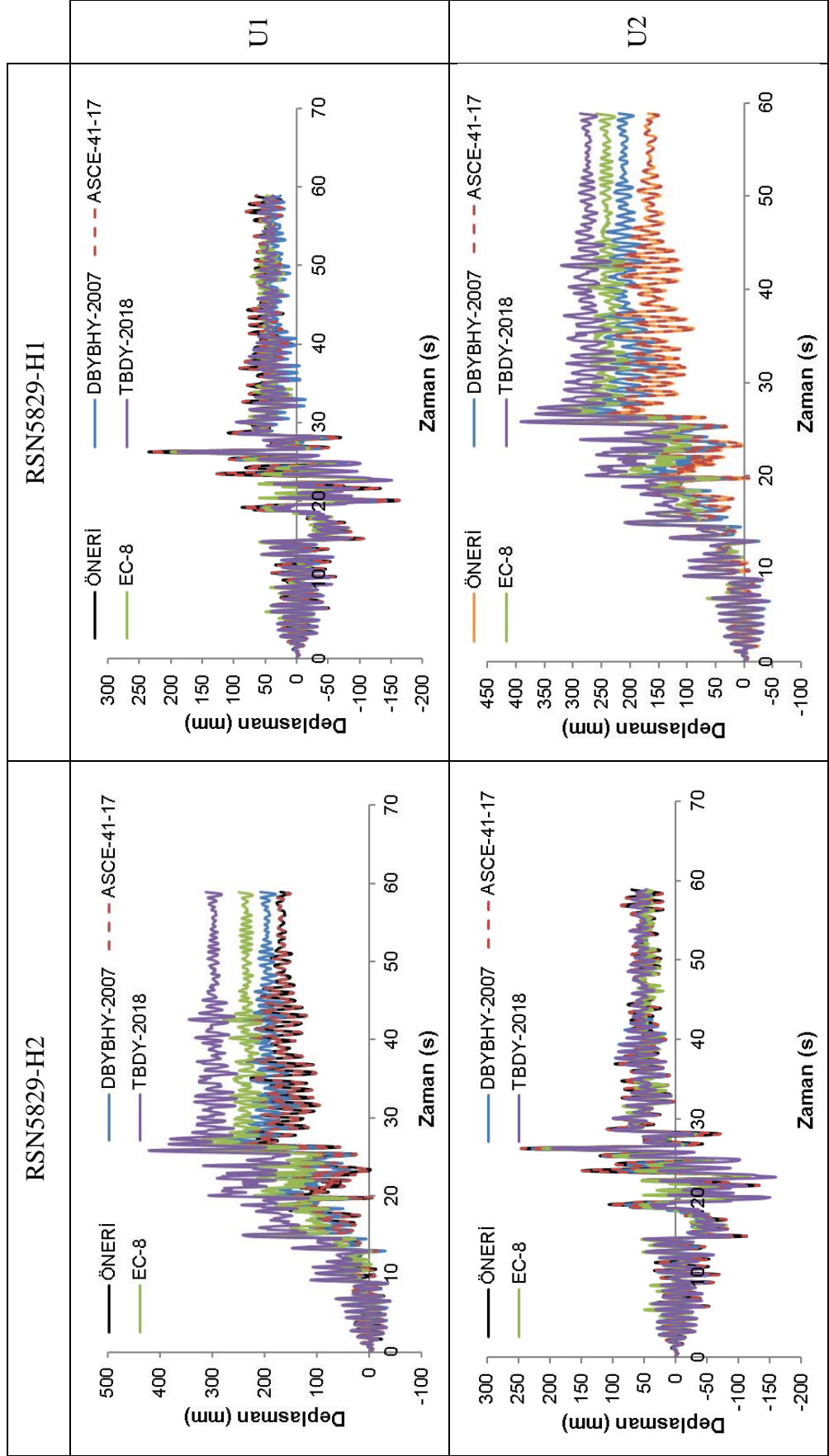
Şekil D.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



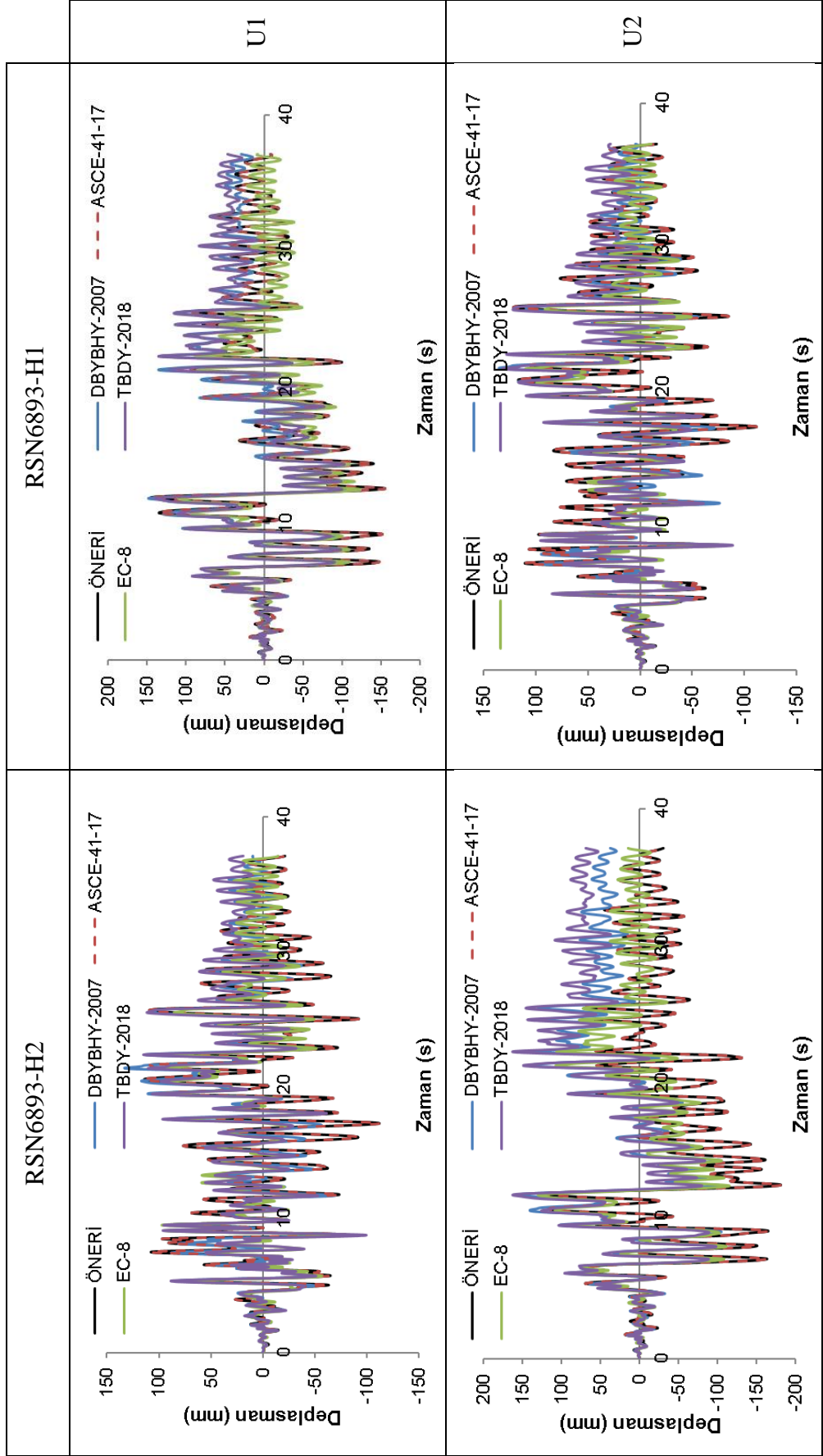
Şekil D.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



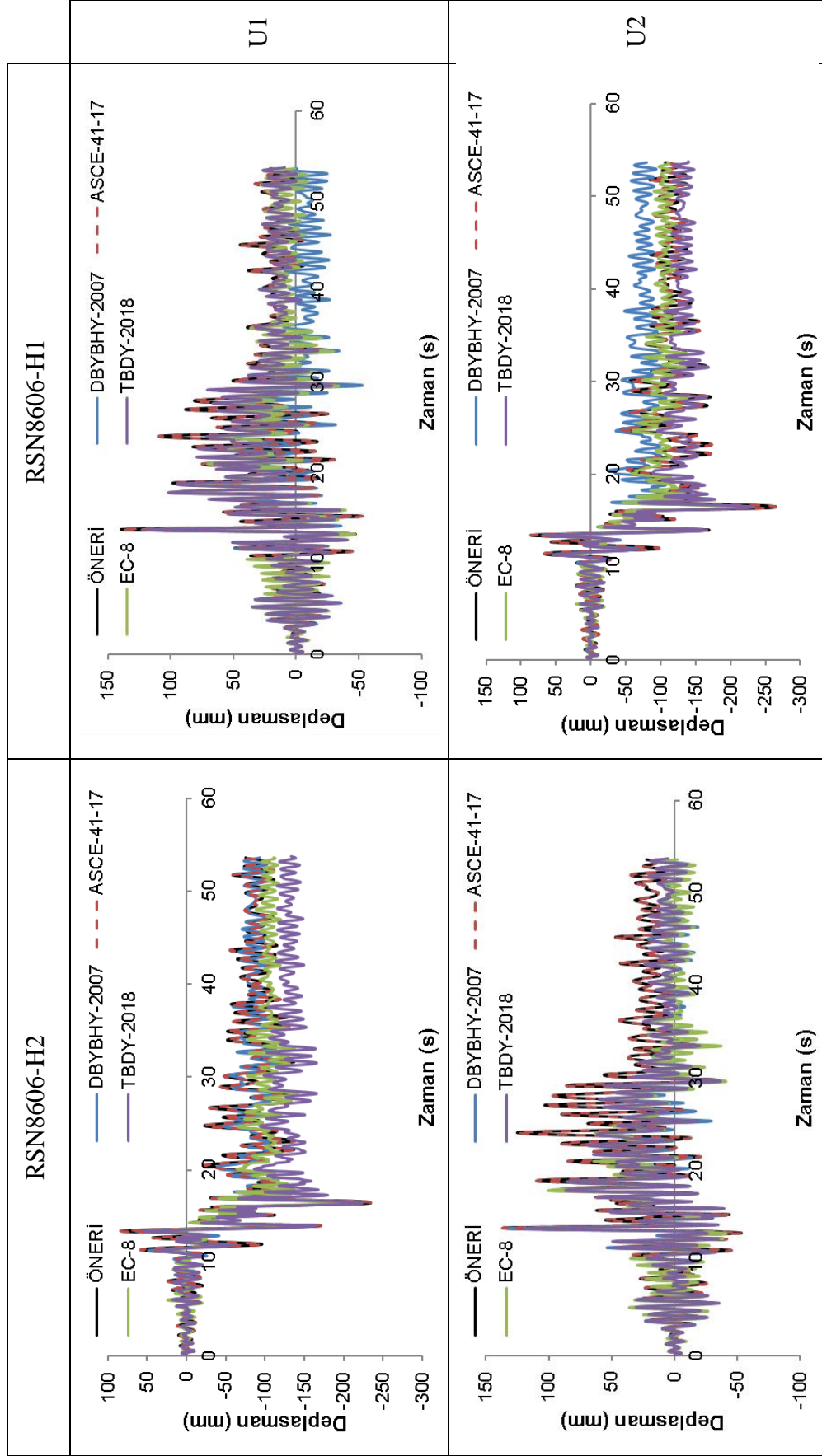
Şekil D.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



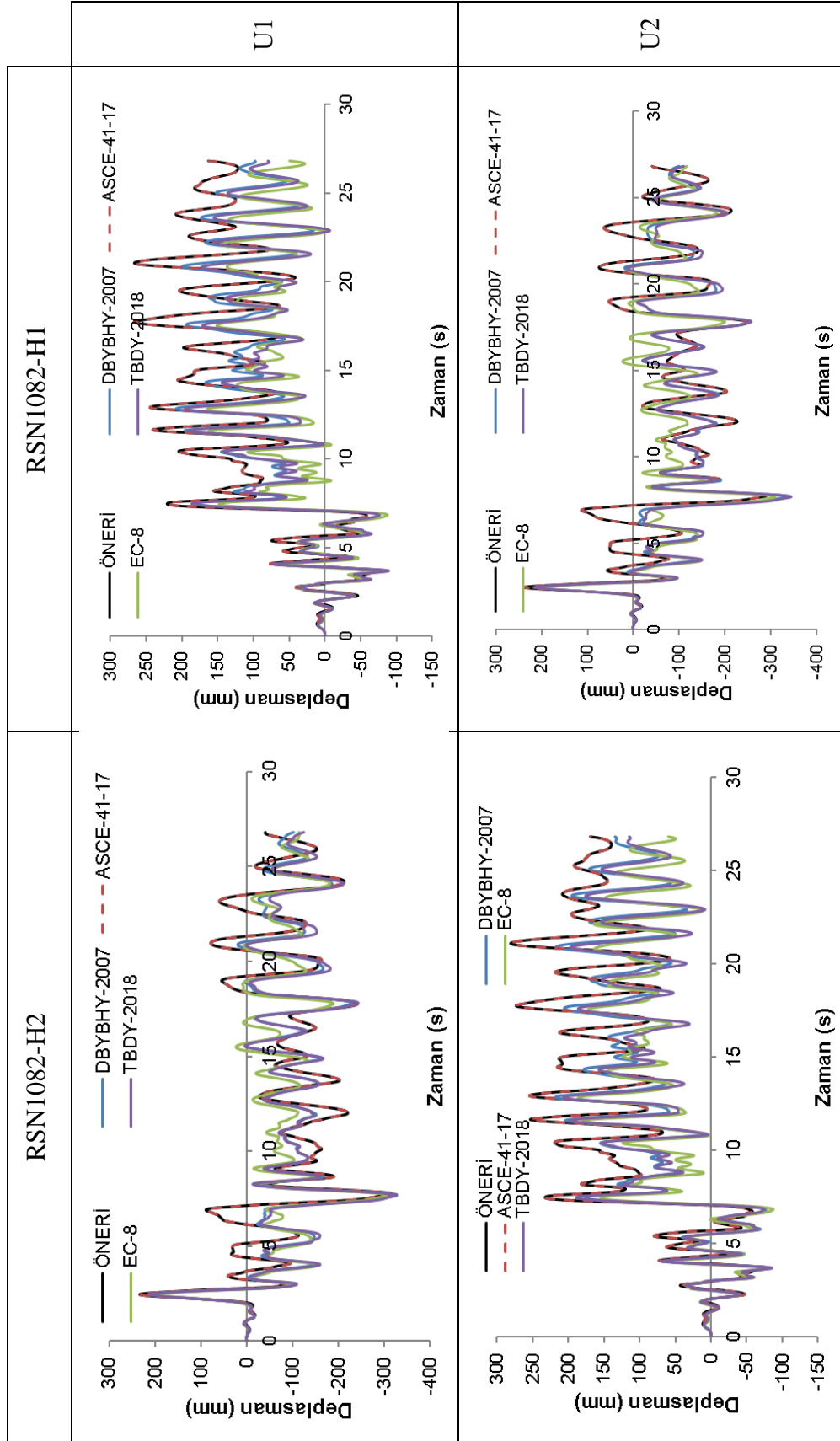
Şekil D.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



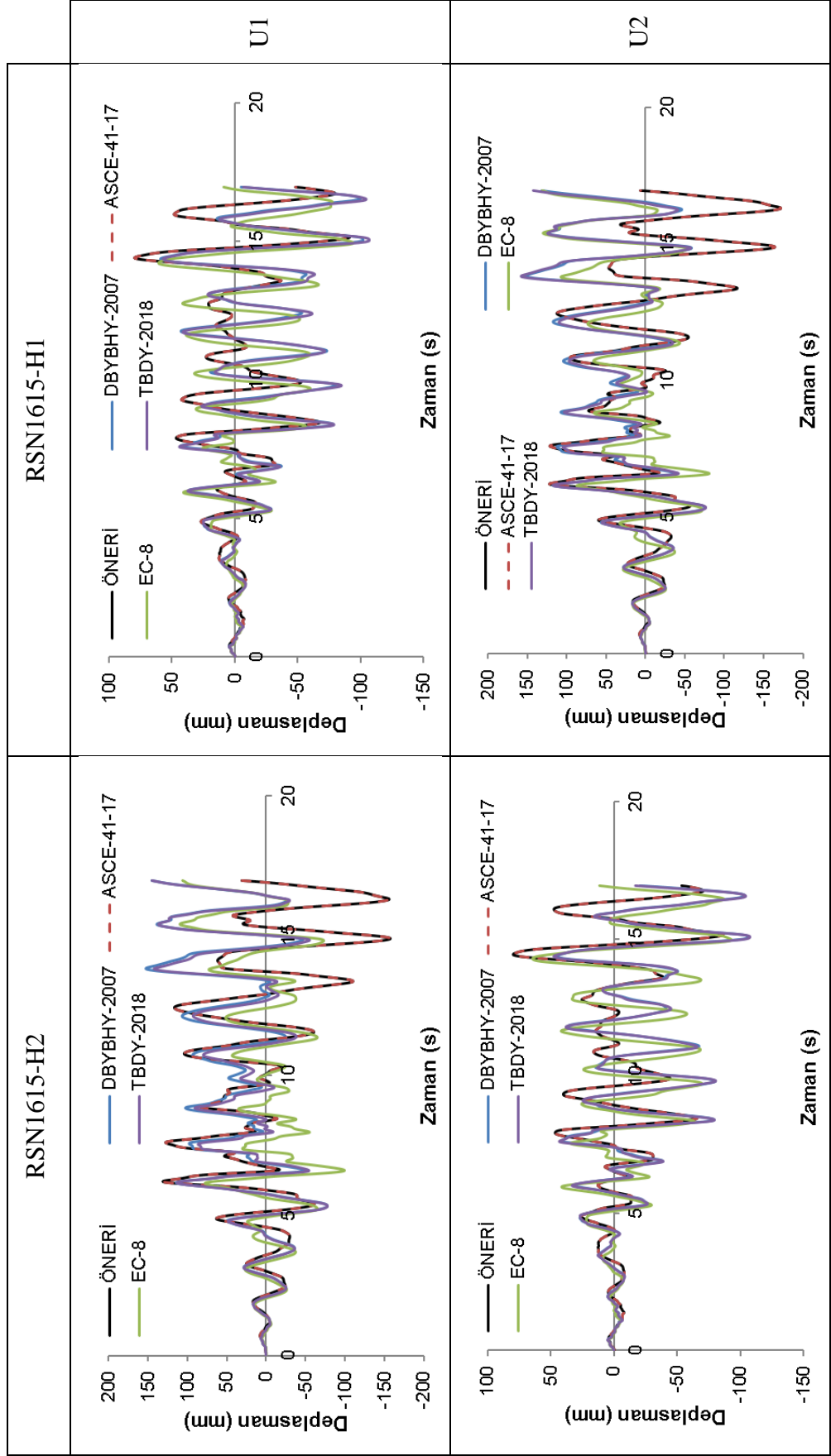
Şekil D.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



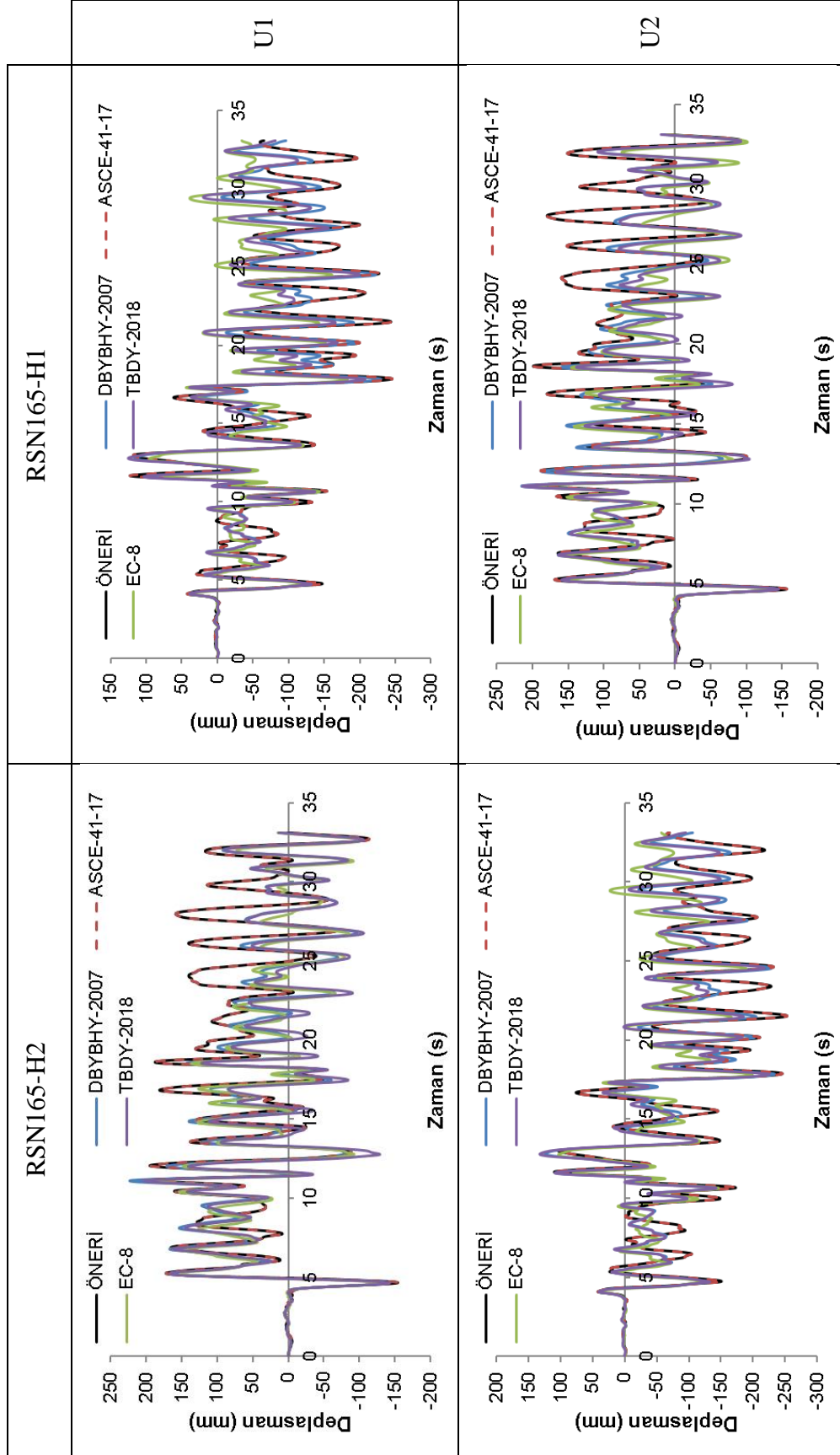
Şekil D.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



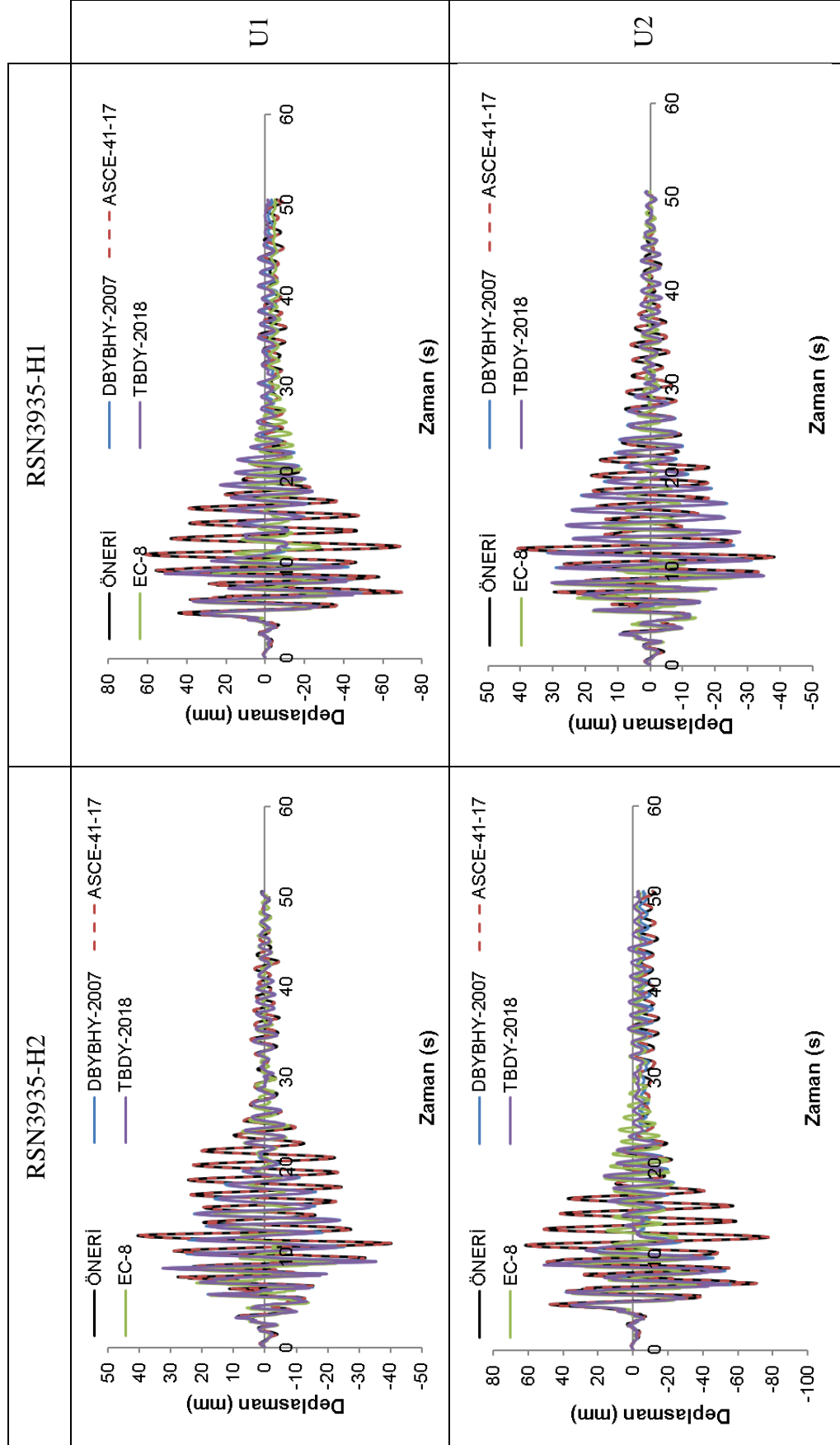
Şekil D.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



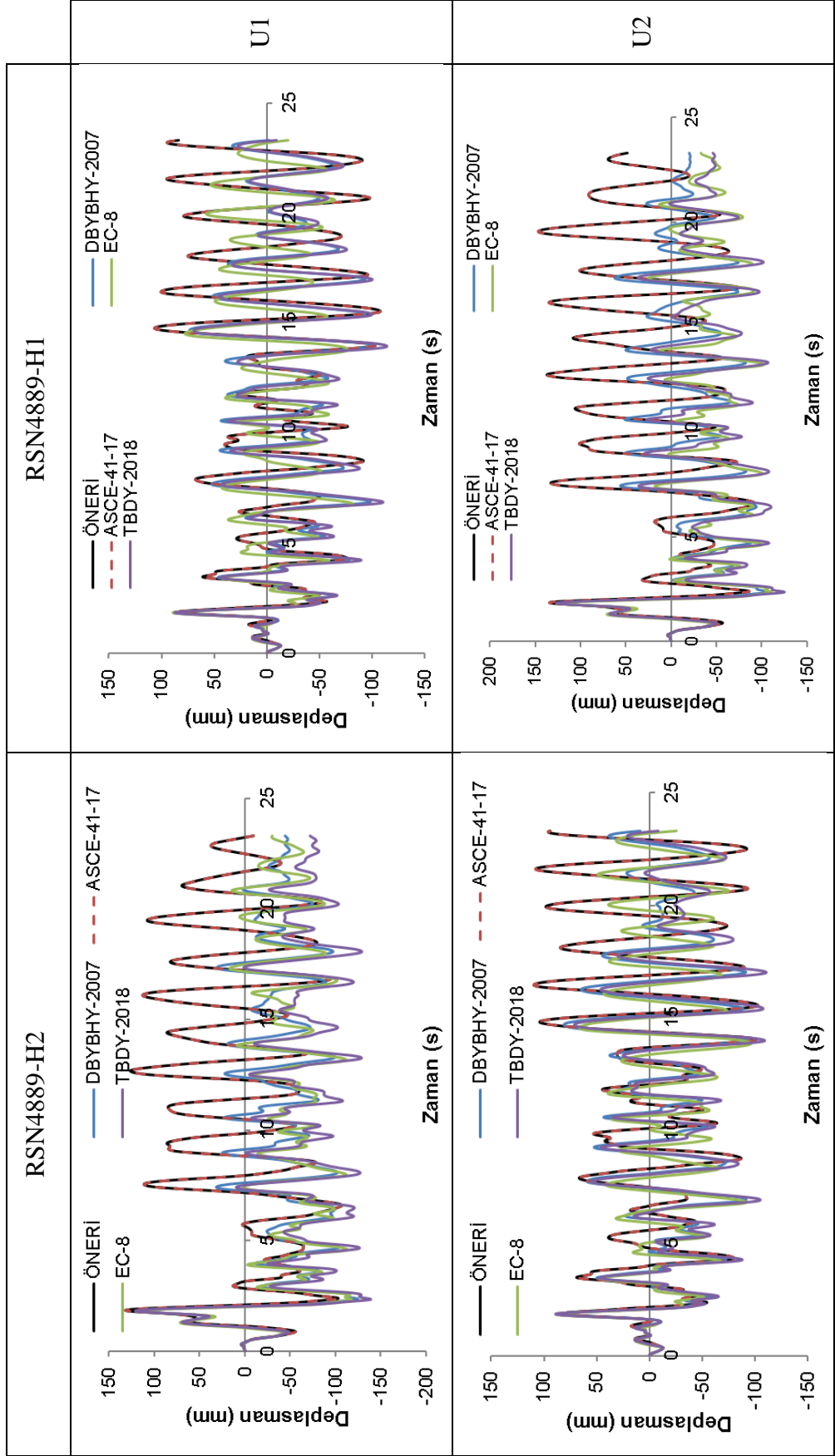
Şekil D.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



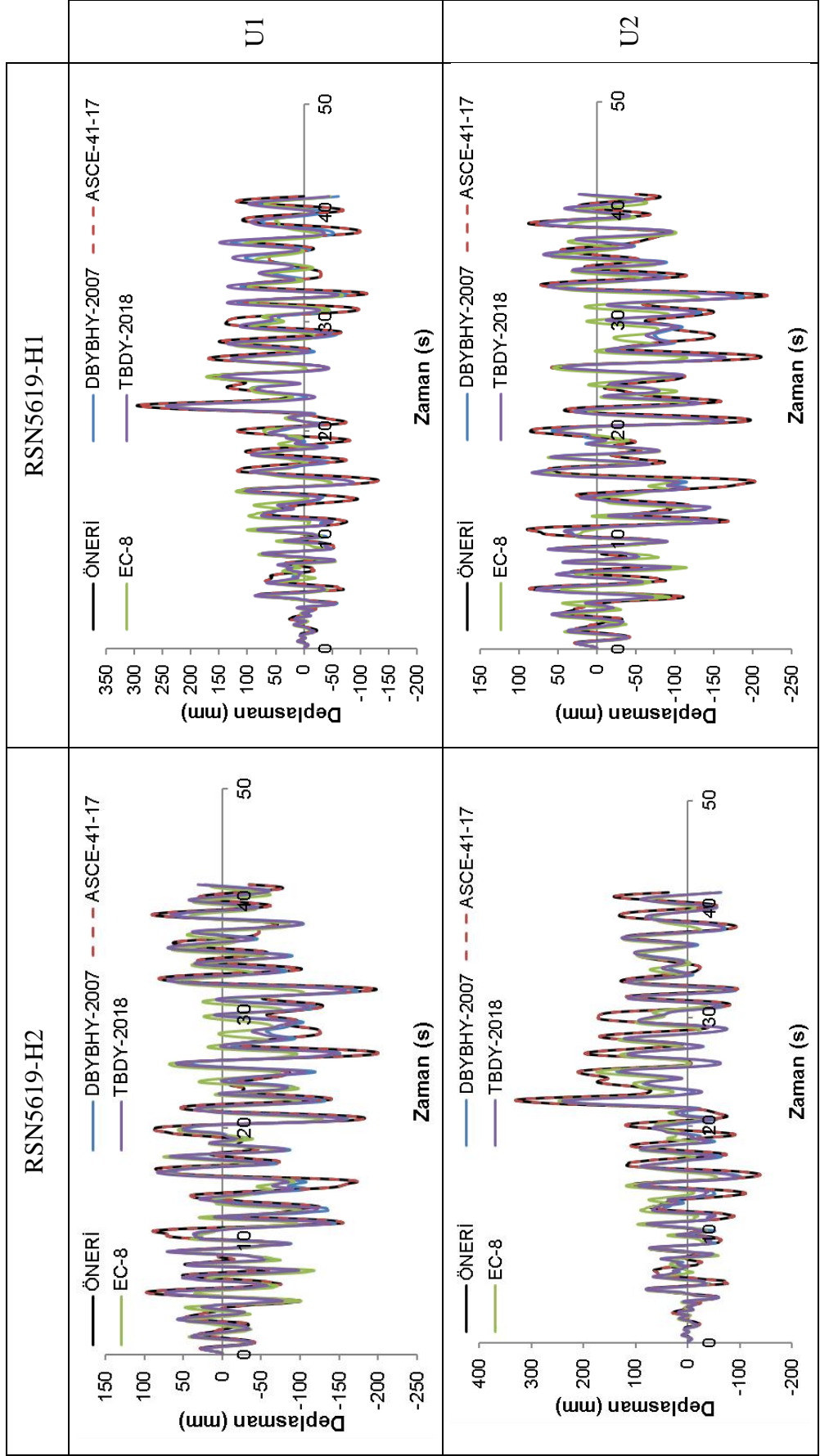
Şekil D.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



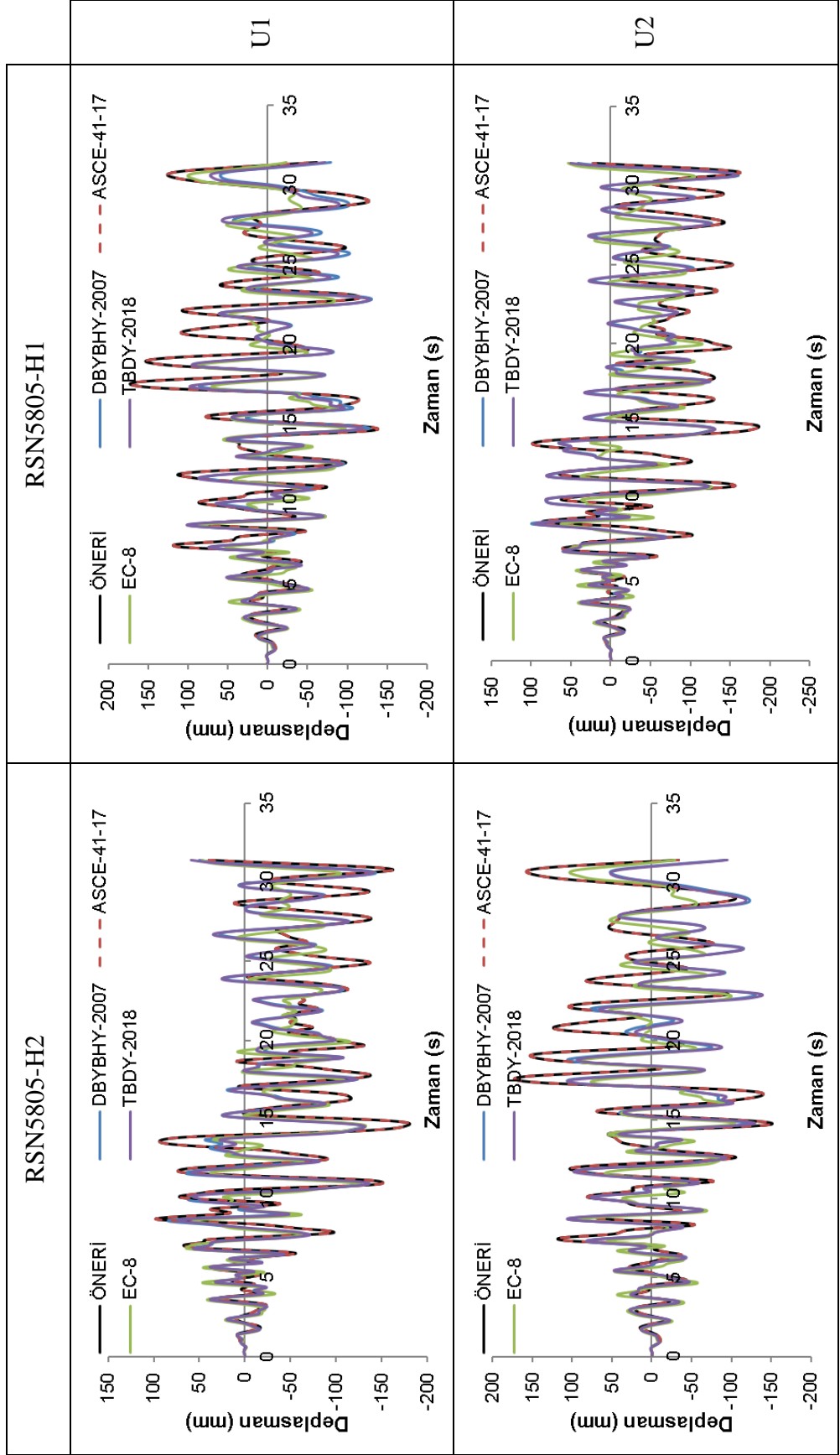
Şekil D.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



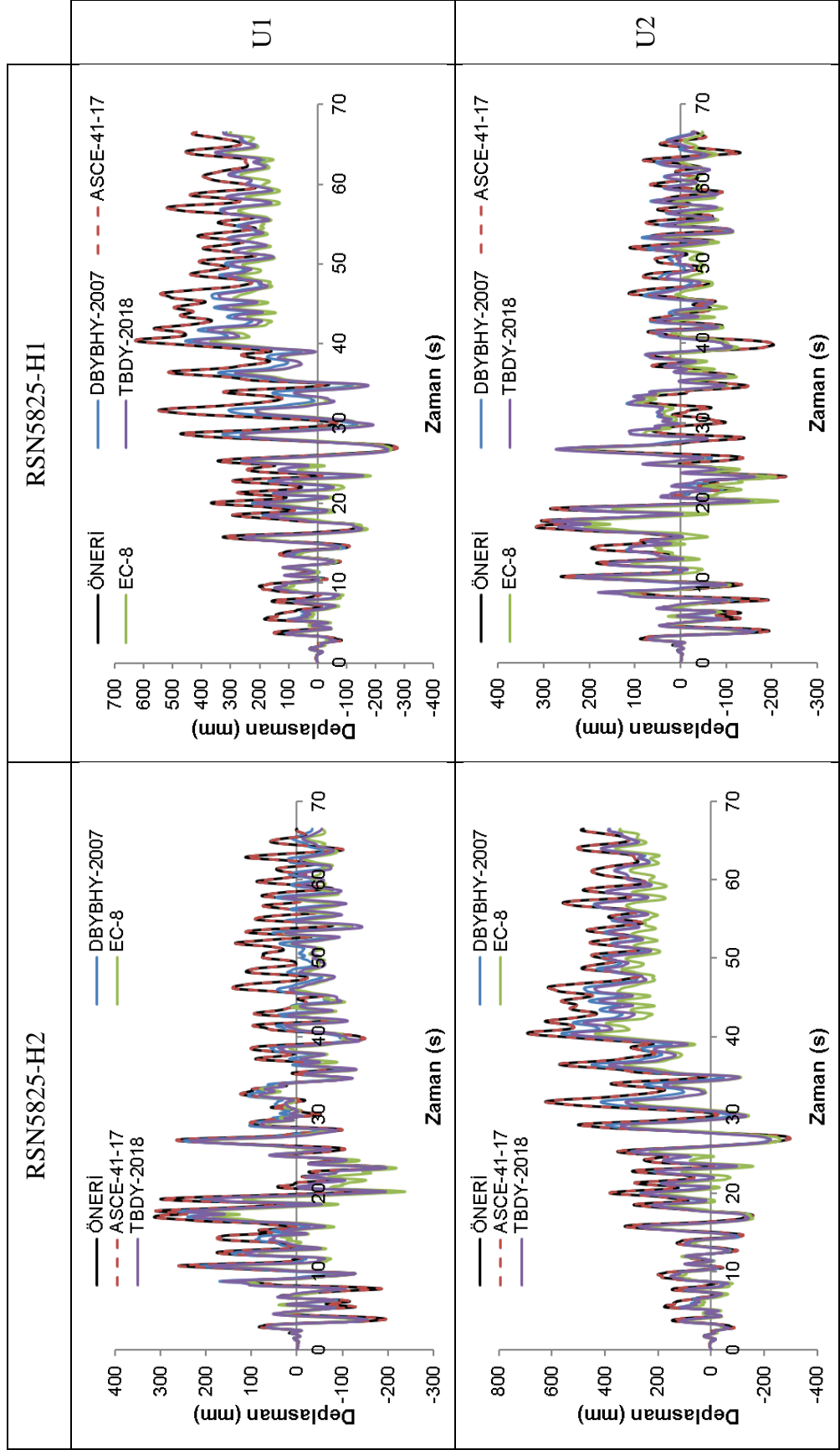
Şekil D.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



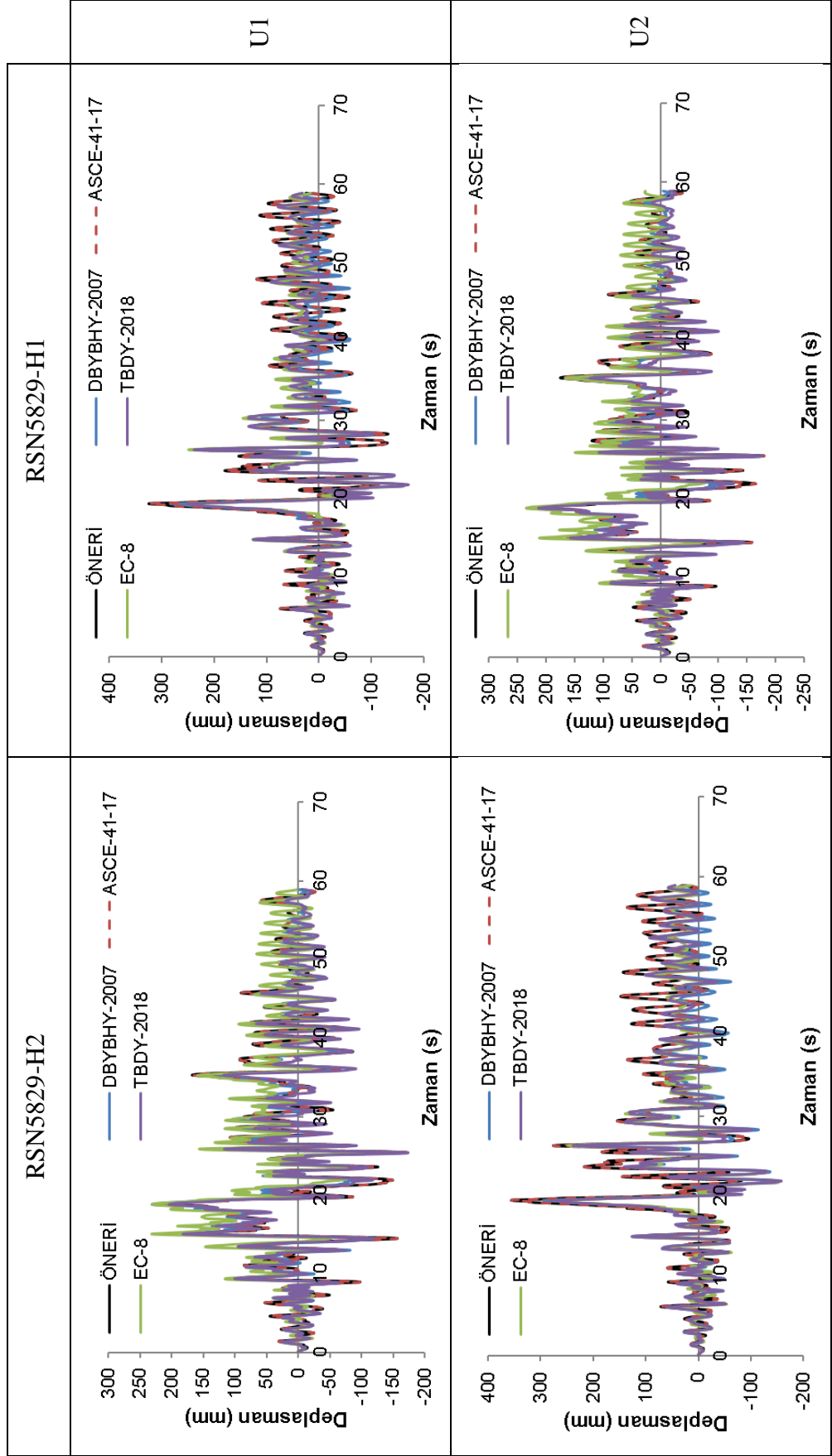
Şekil D.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



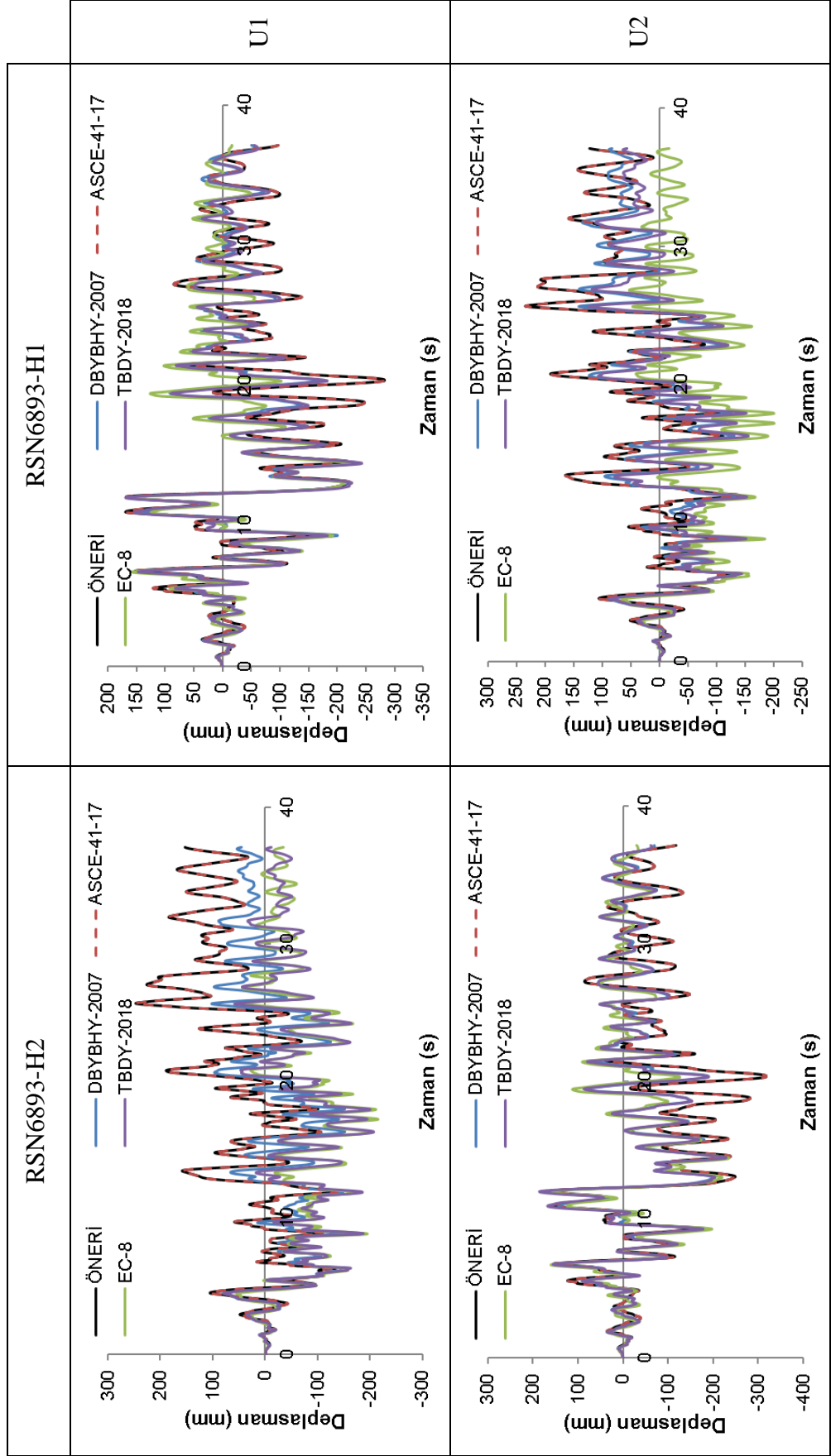
Şekil D.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



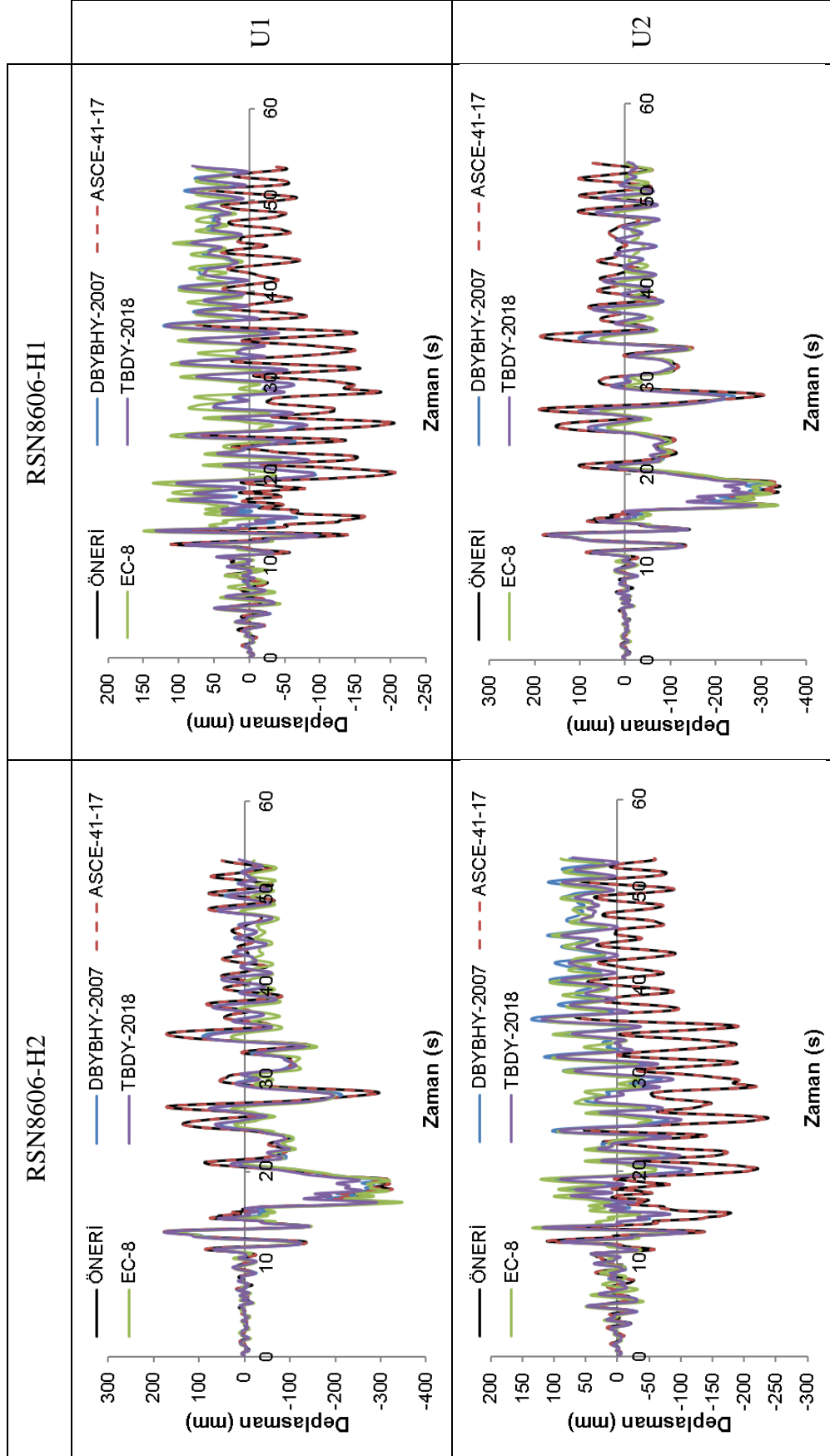
Şekil D.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



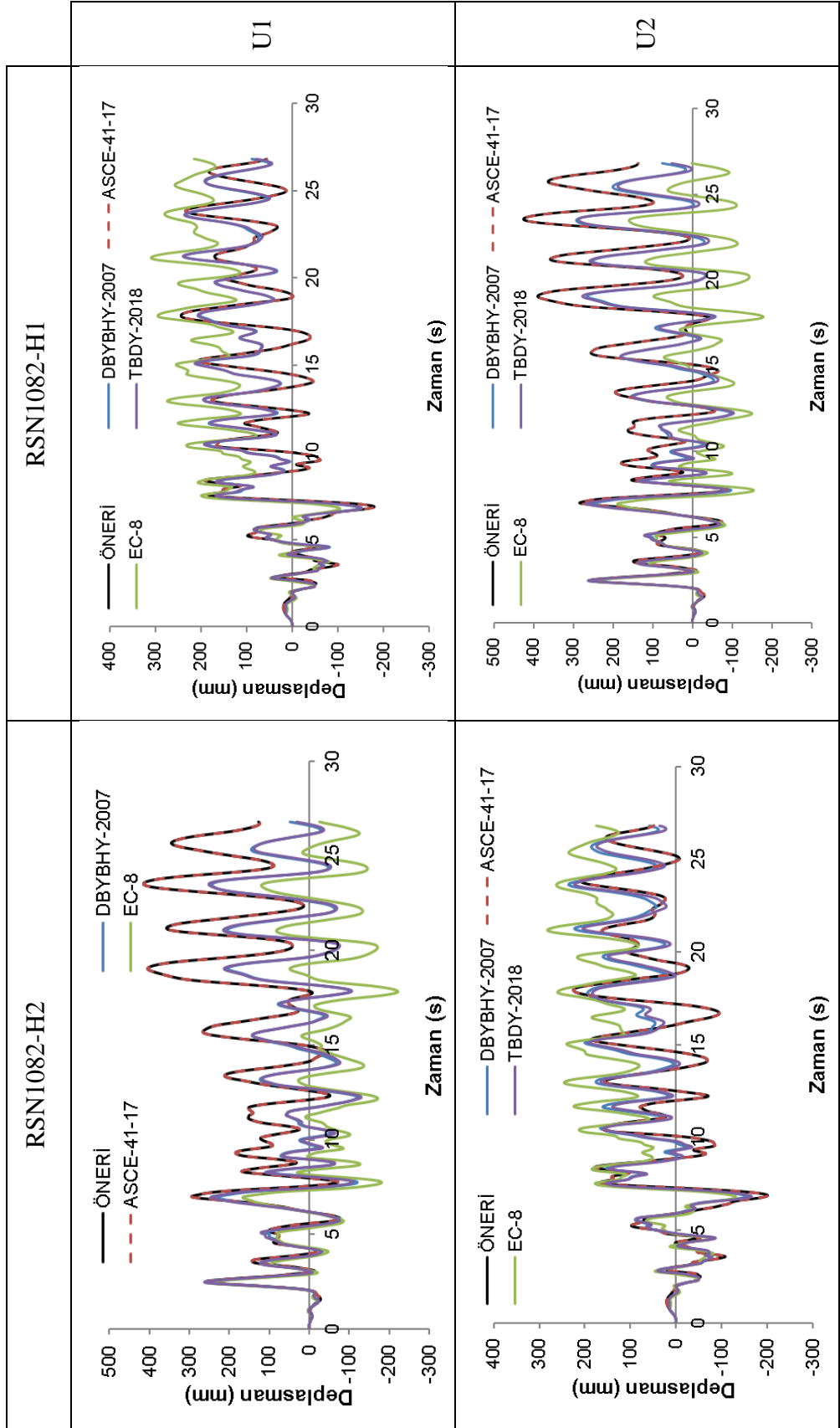
Şekil D.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



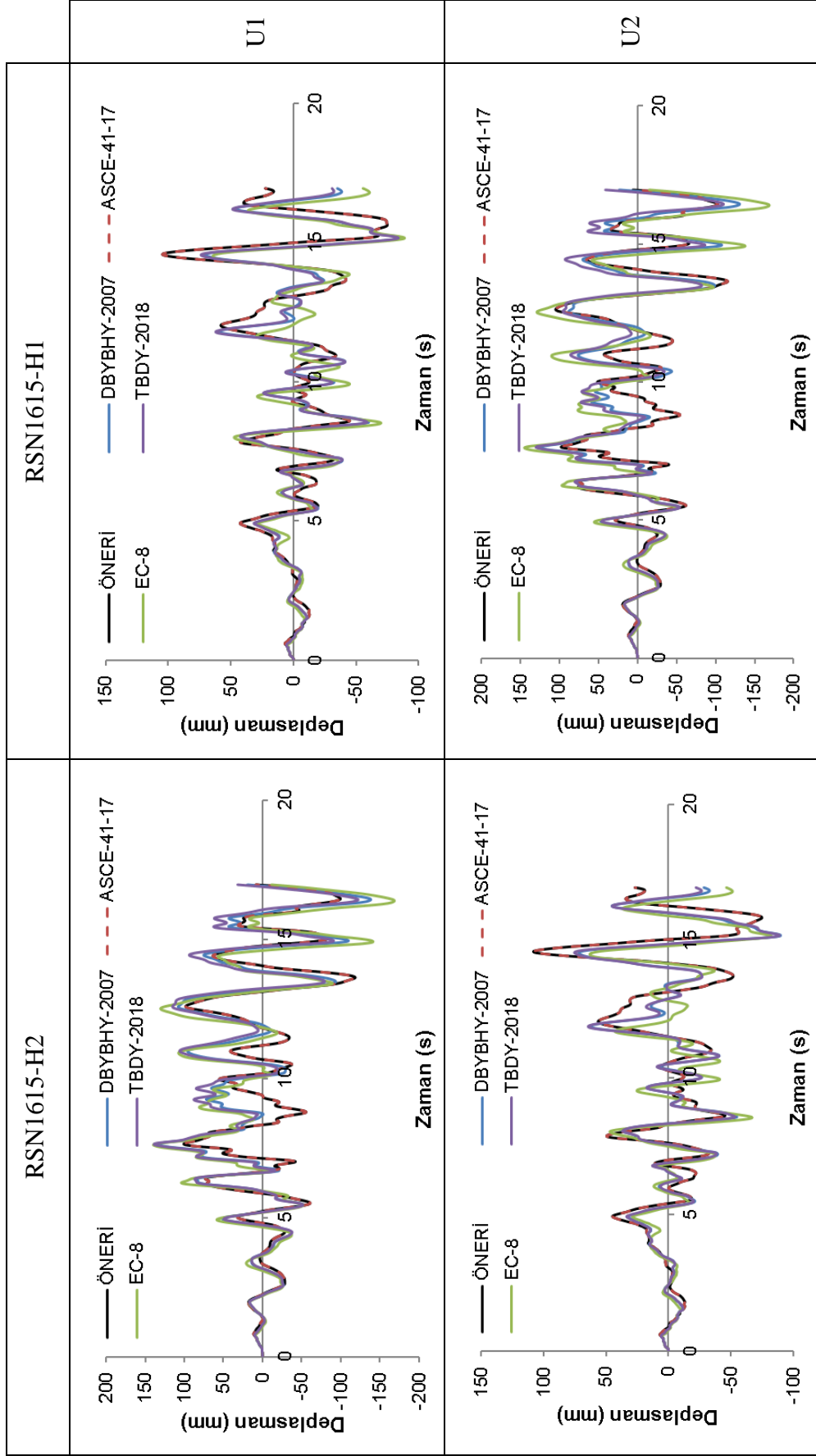
Şekil D.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



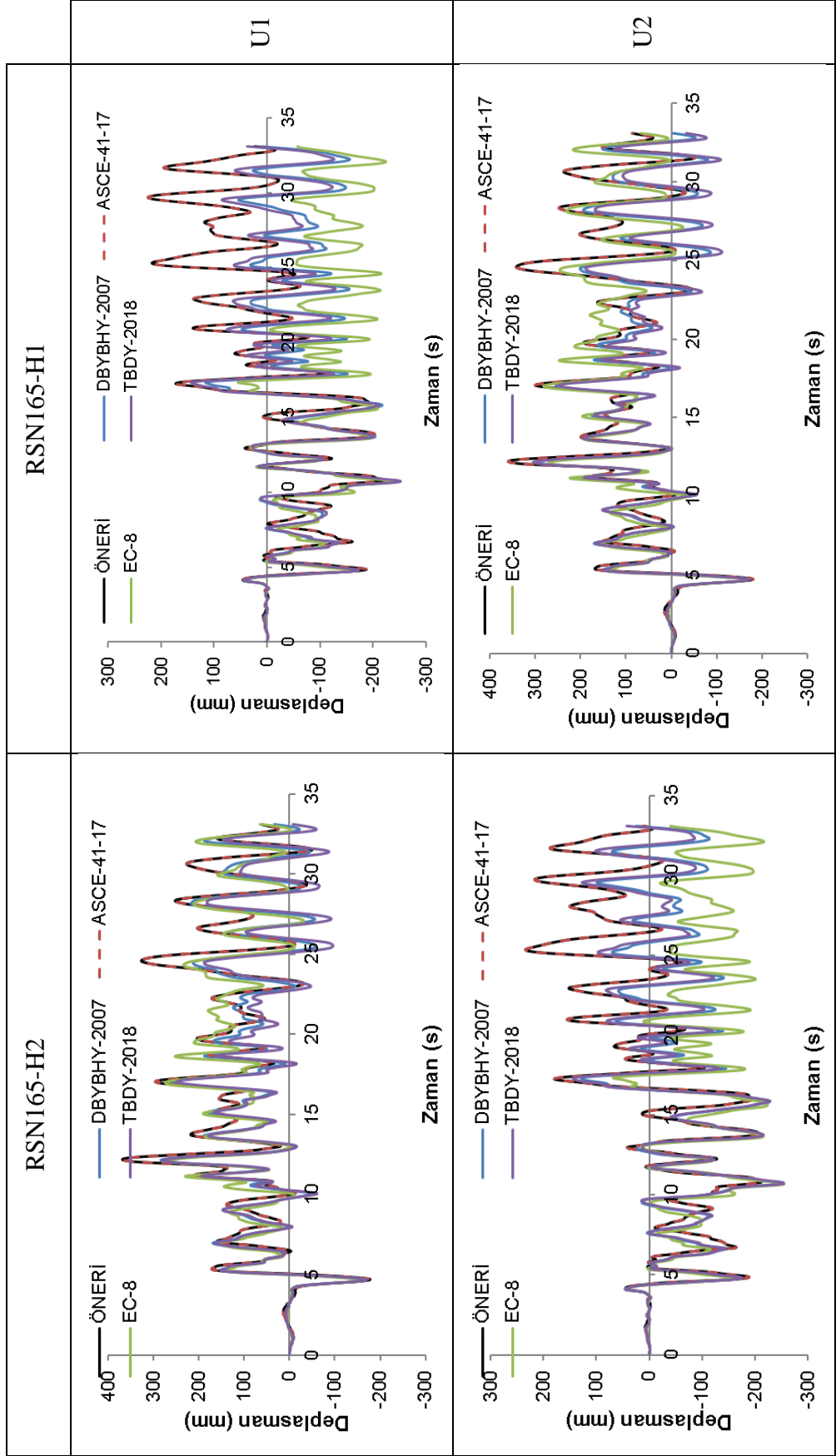
Şekil D.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



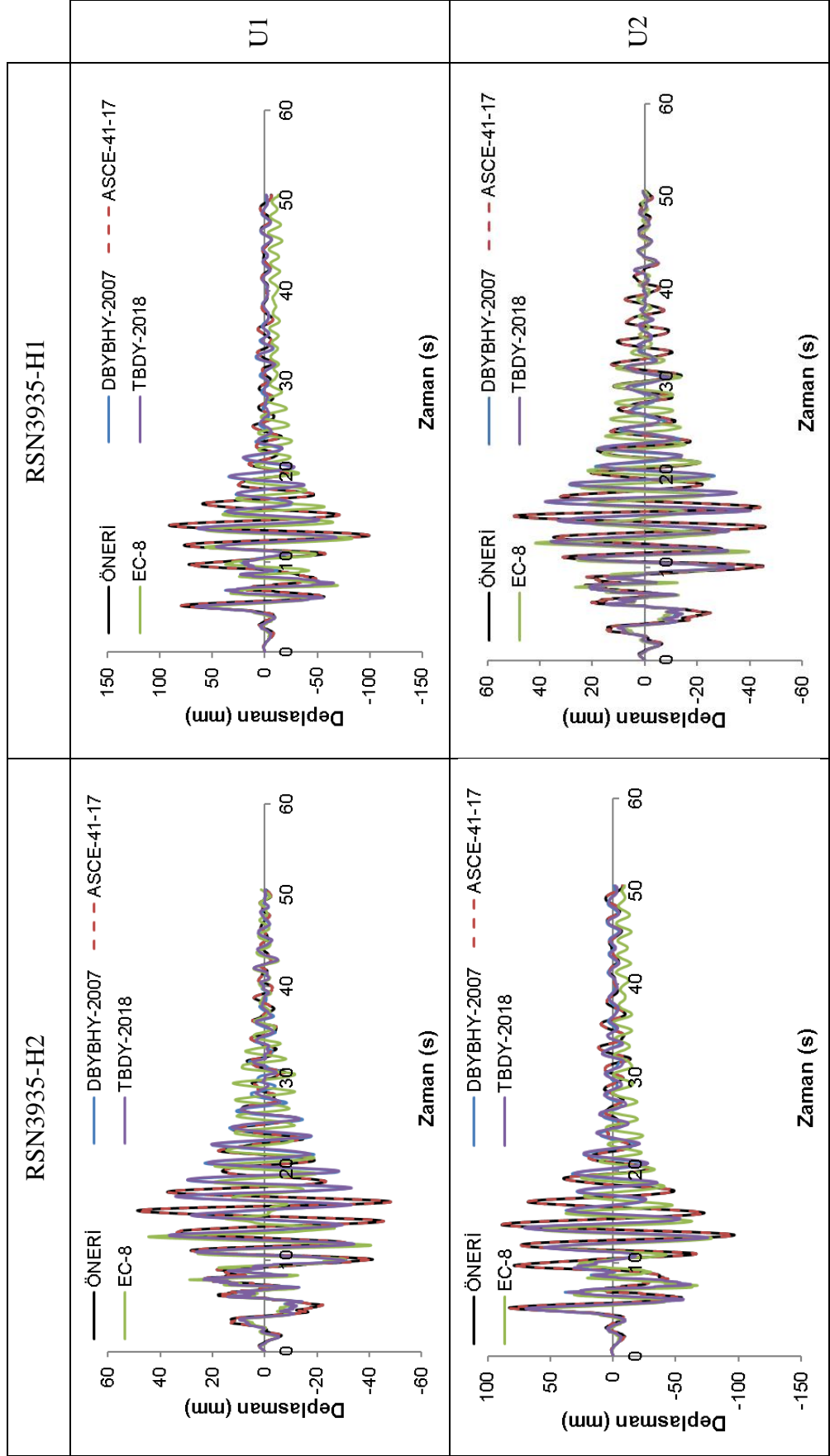
Şekil D.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



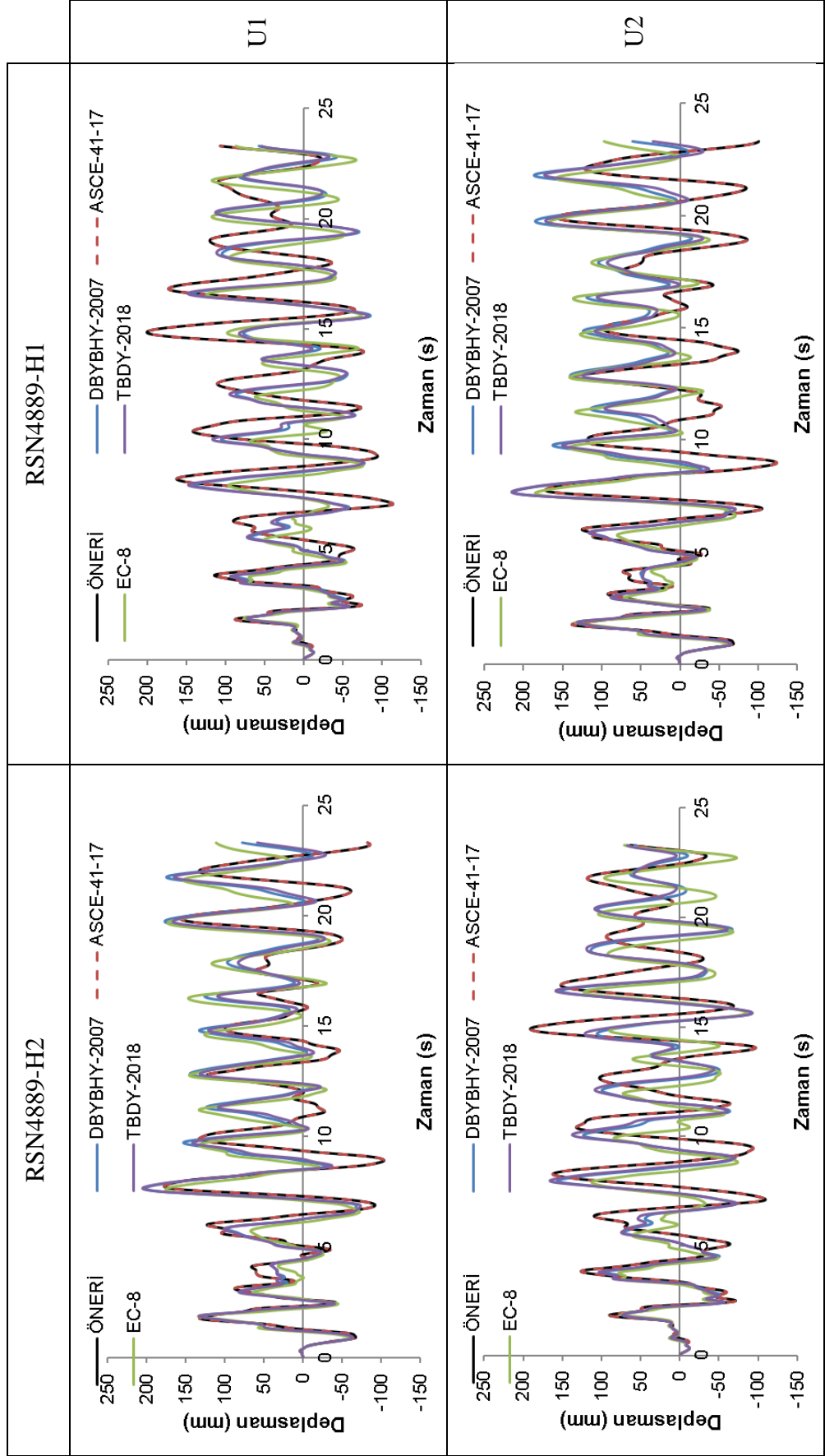
Şekil D.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



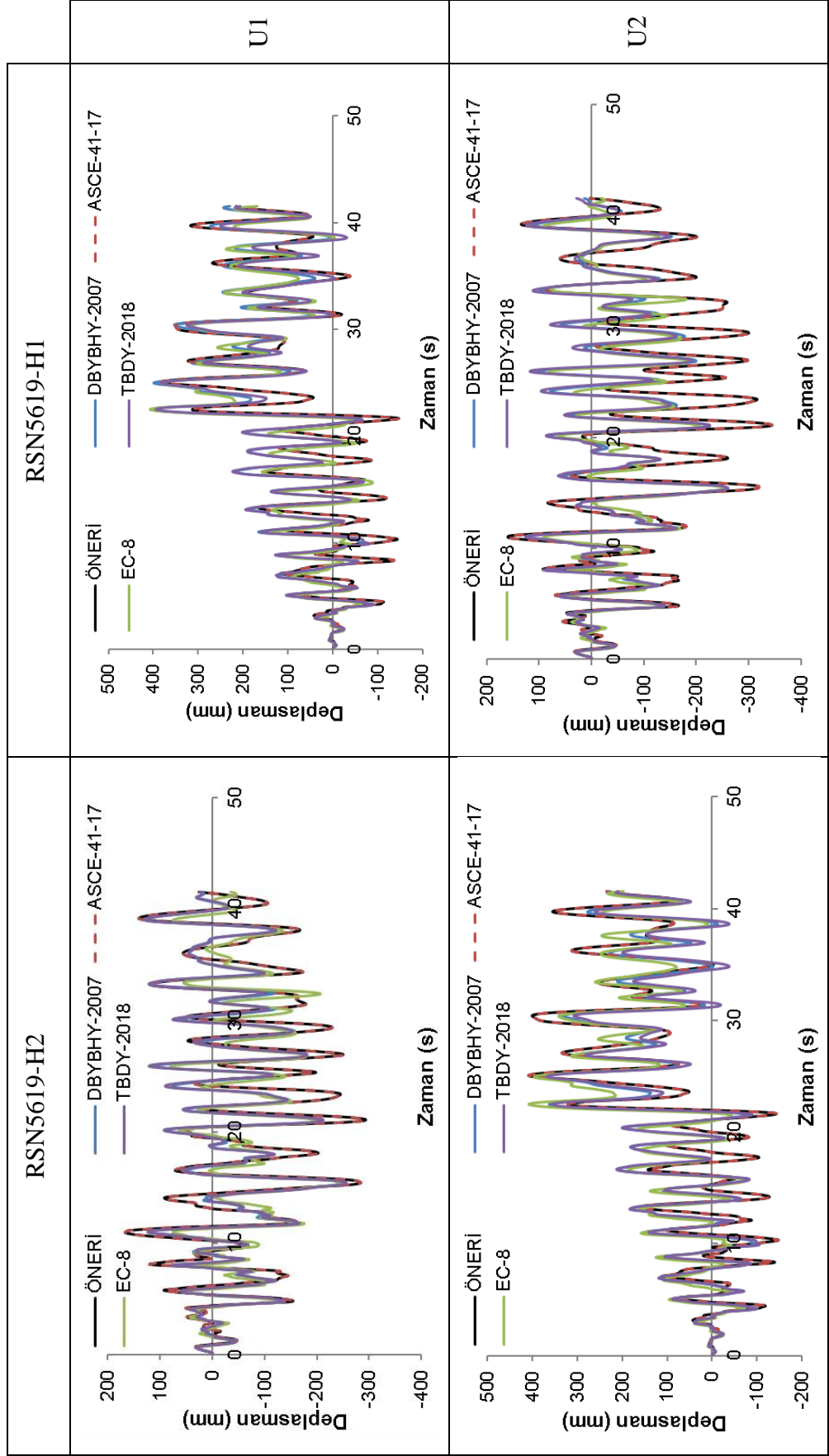
Şekil D.25: 15 katlı modelin RSNI165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



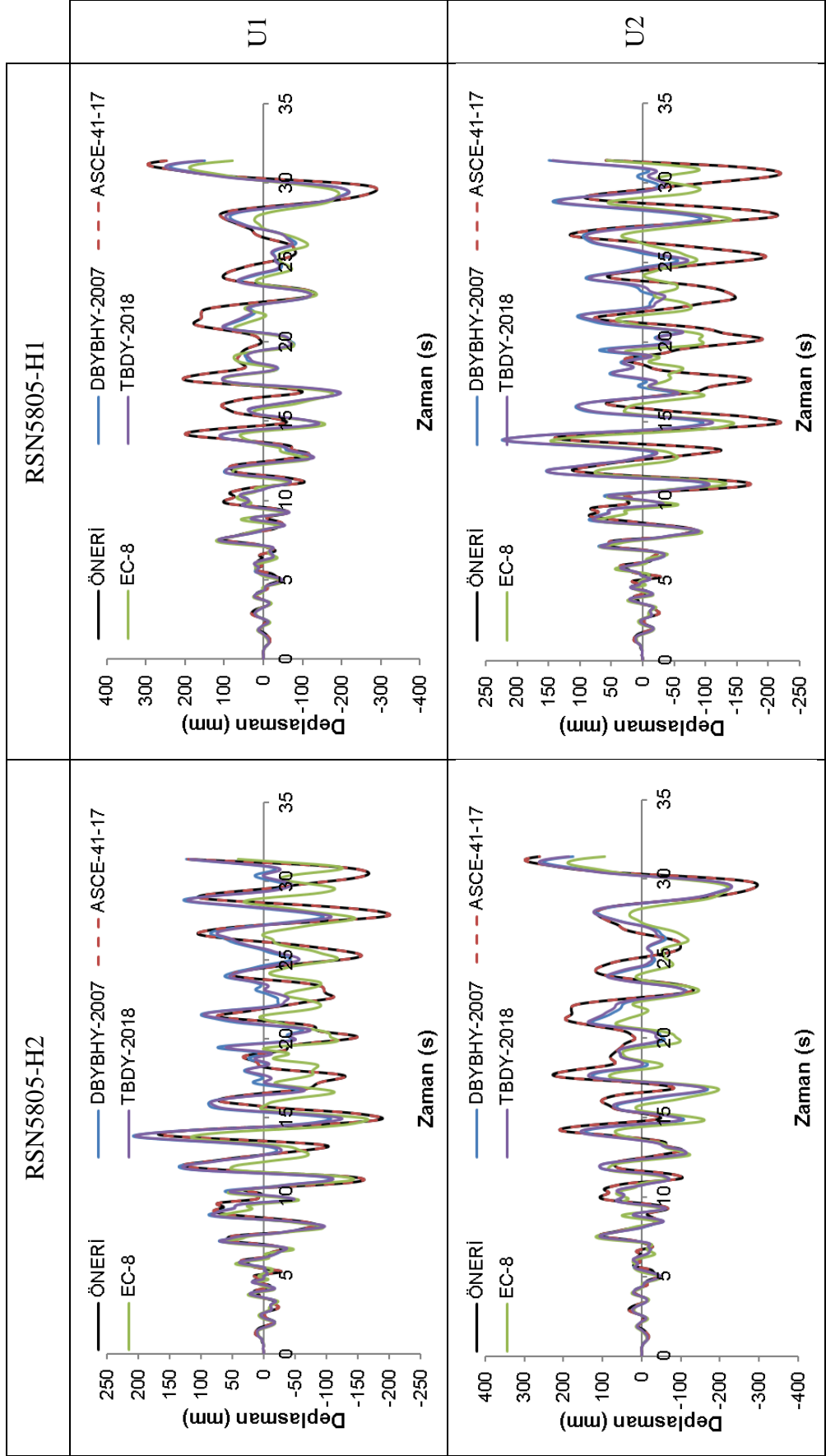
Şekil D.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



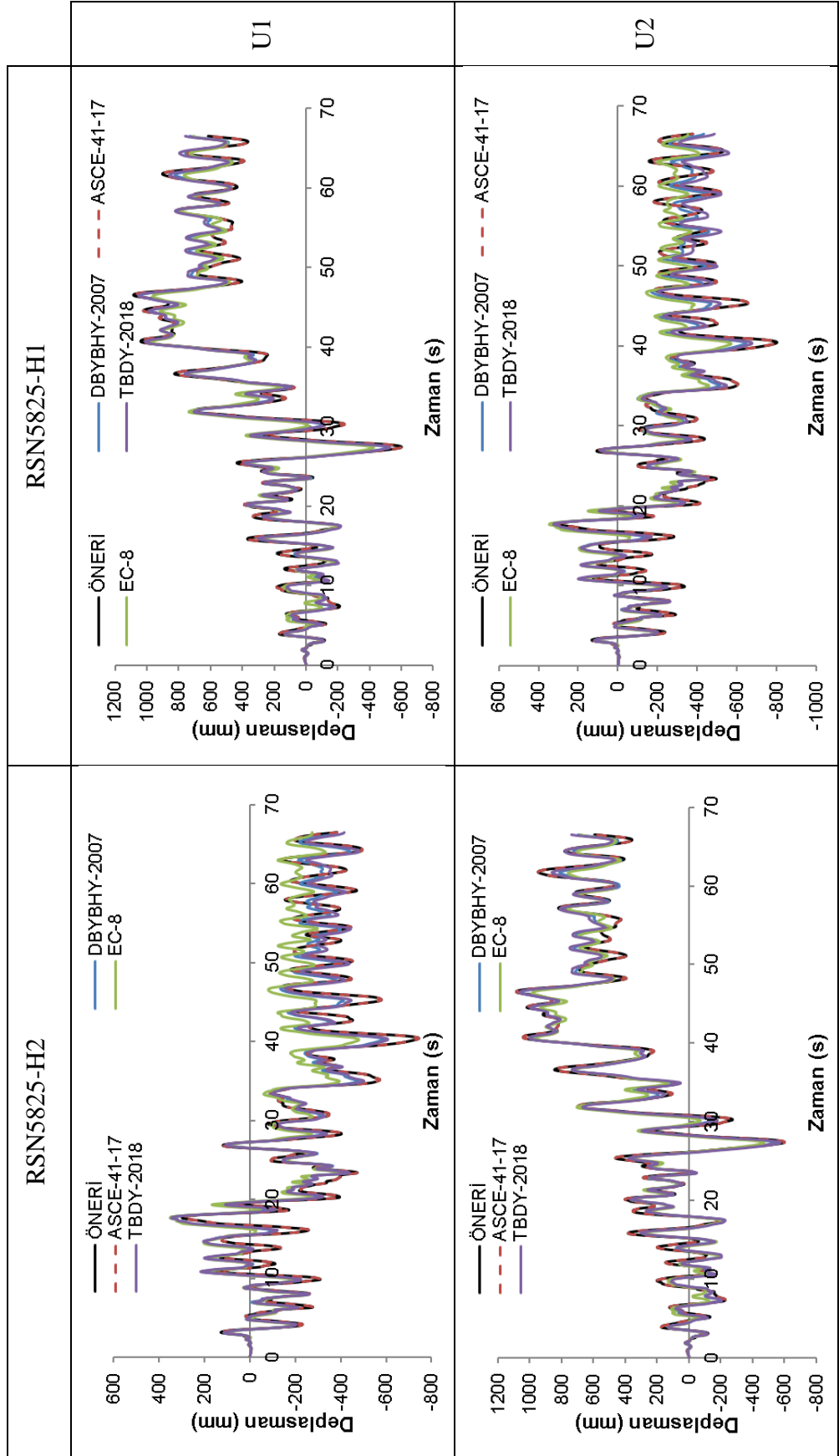
Şekil D.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



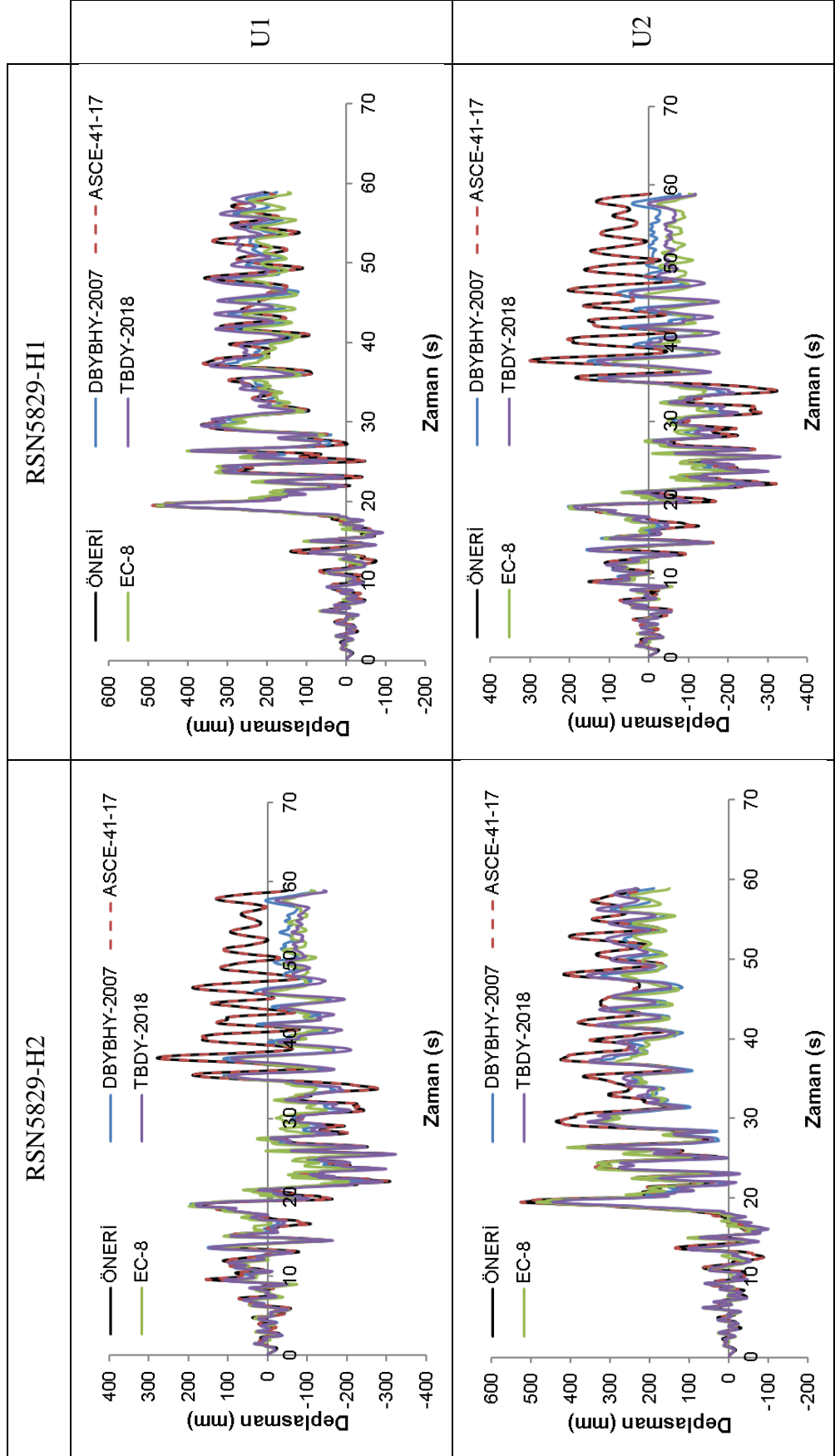
Şekil D.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



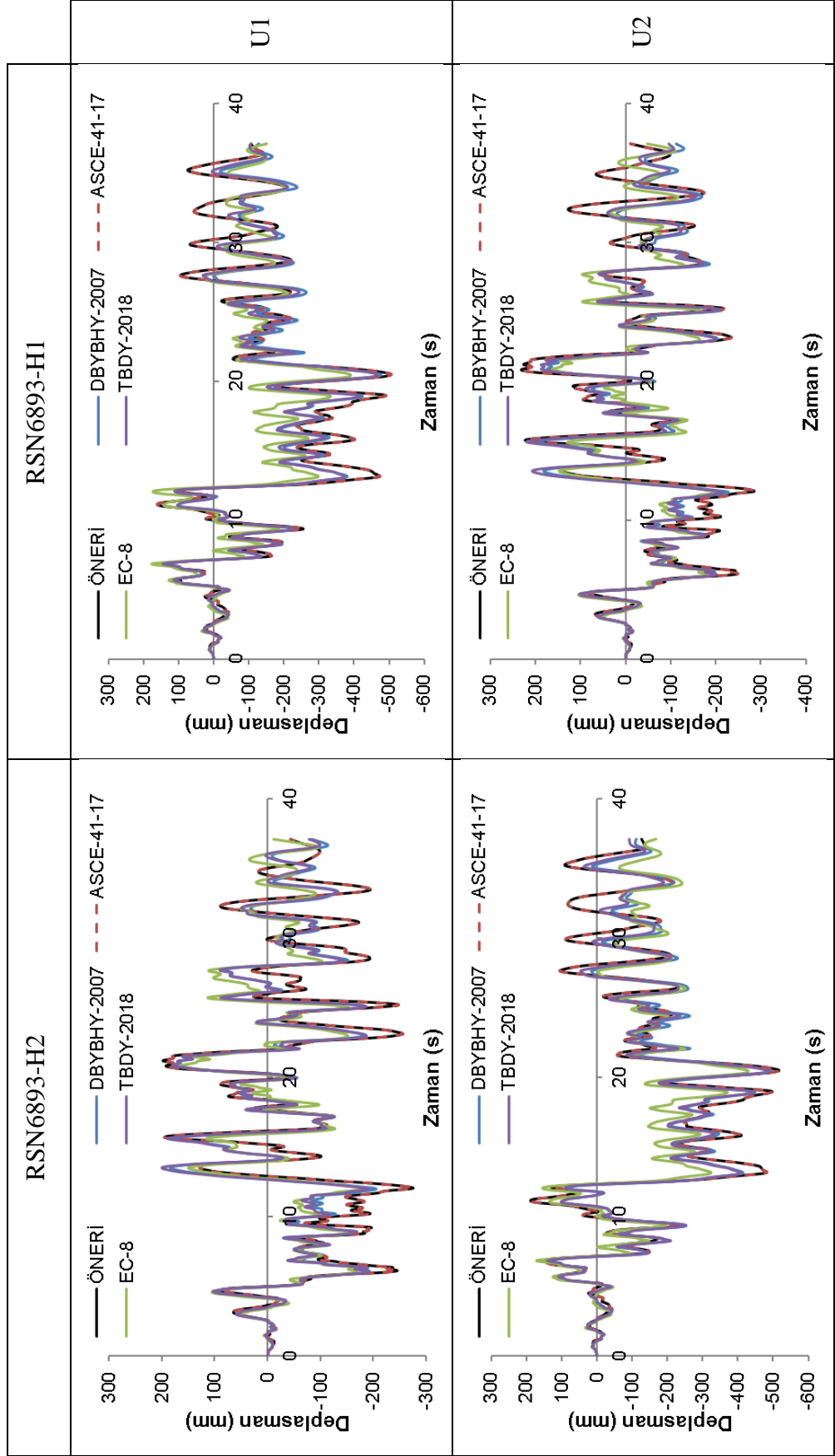
Şekil D.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



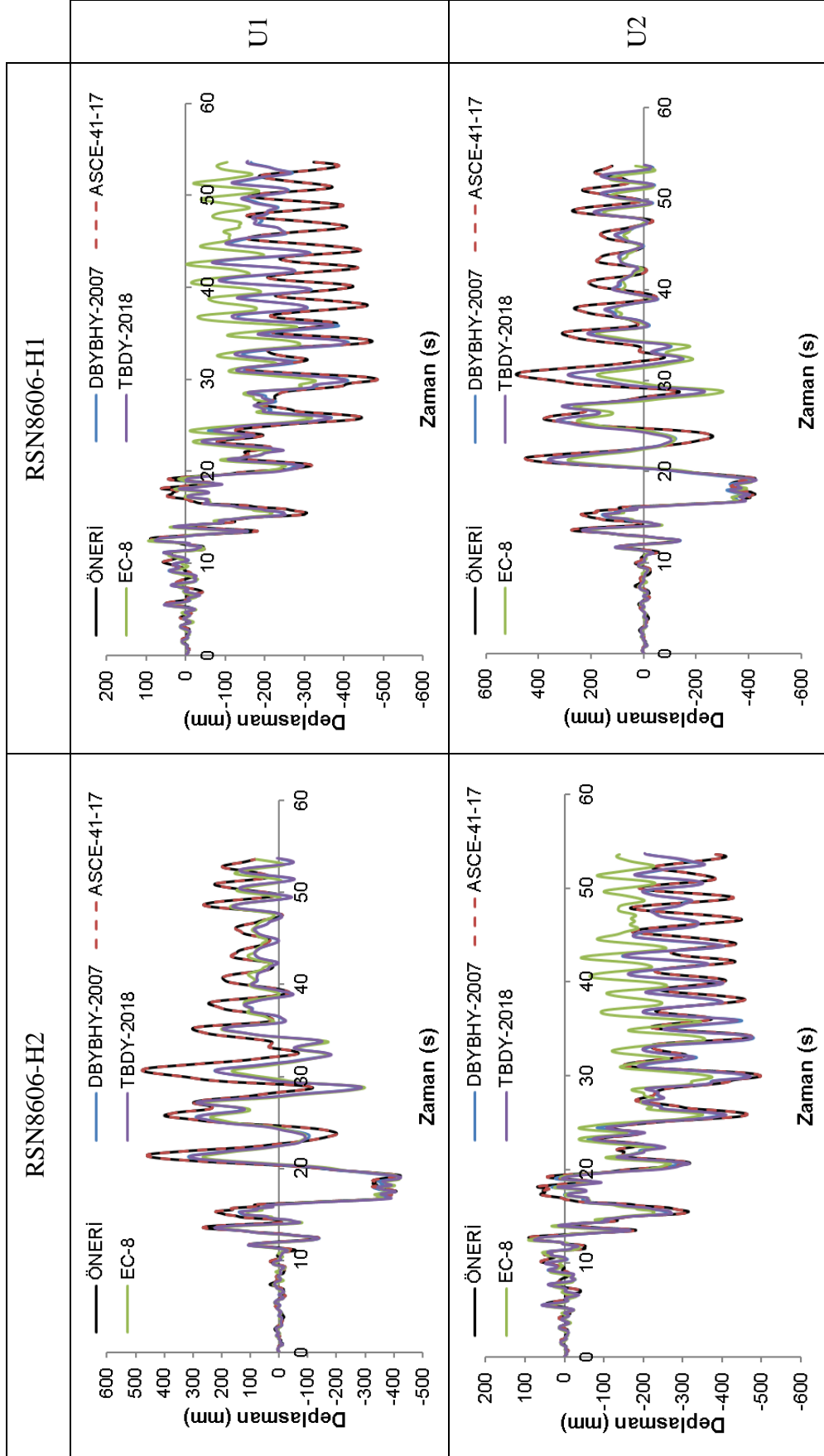
Şekil D.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri



Şekil D.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri

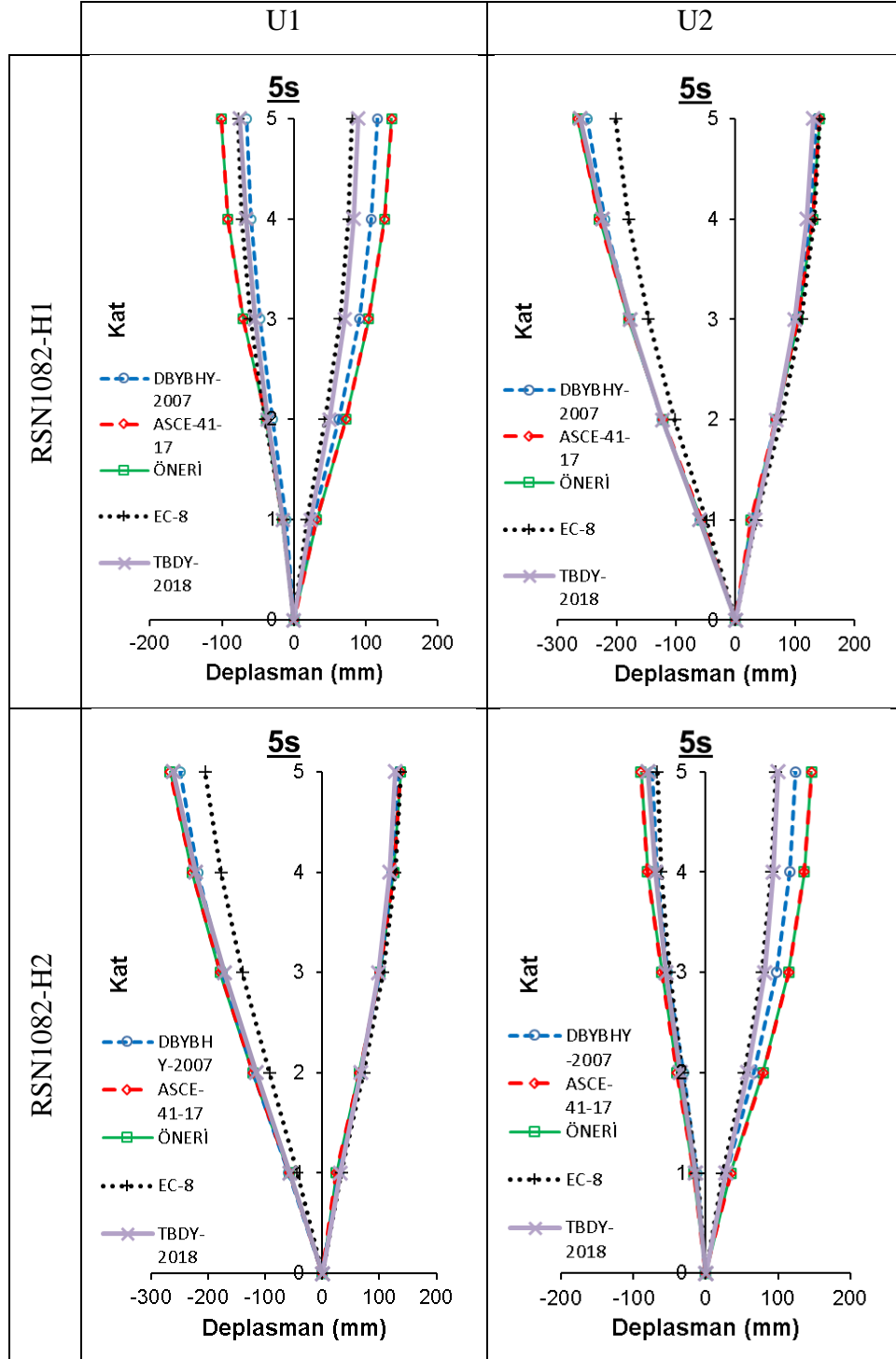


Şekil D.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri

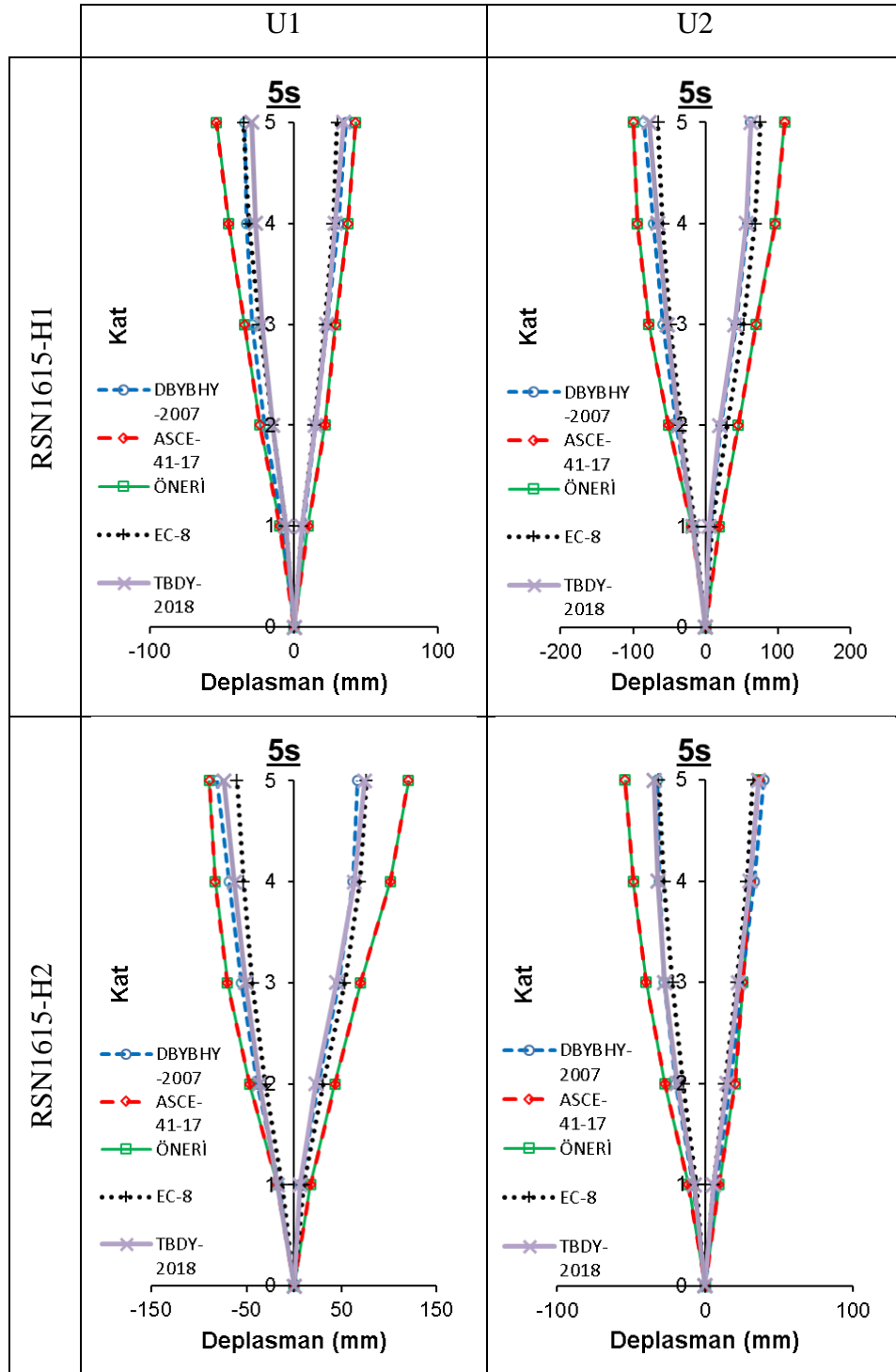


Şekil D.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman talepleri

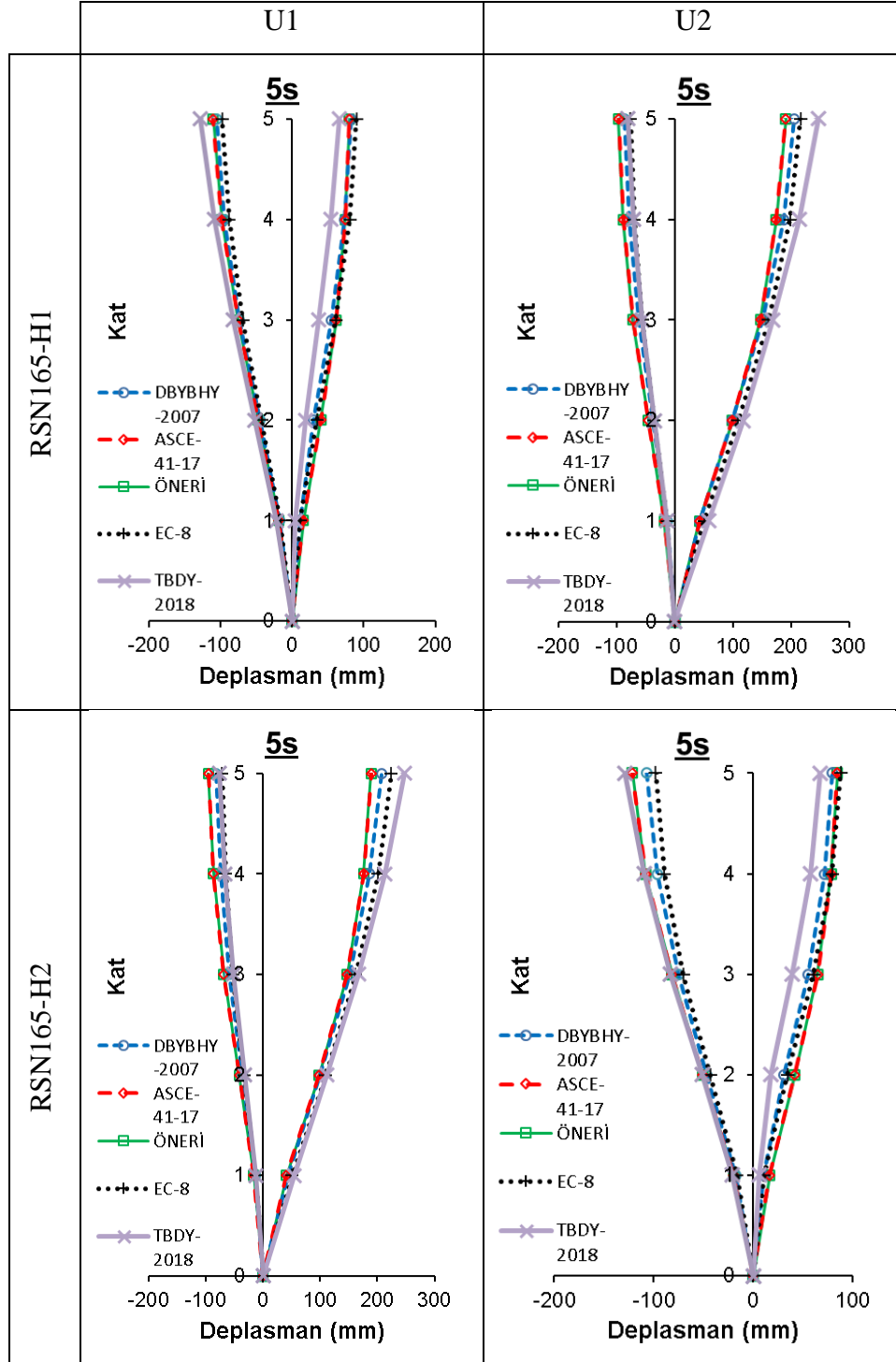
EK E Deplasman Profili Önerilen



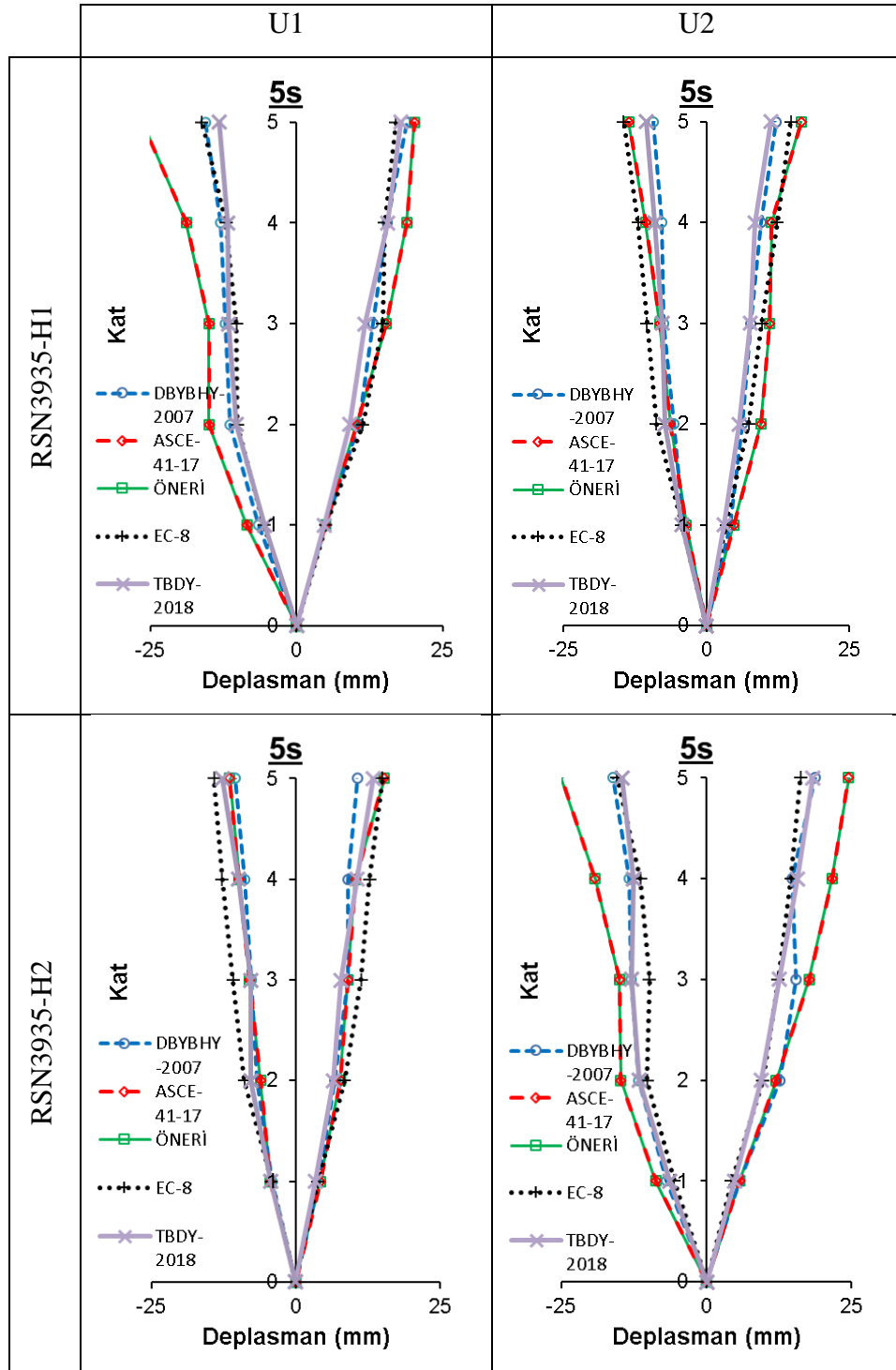
Şekil E.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



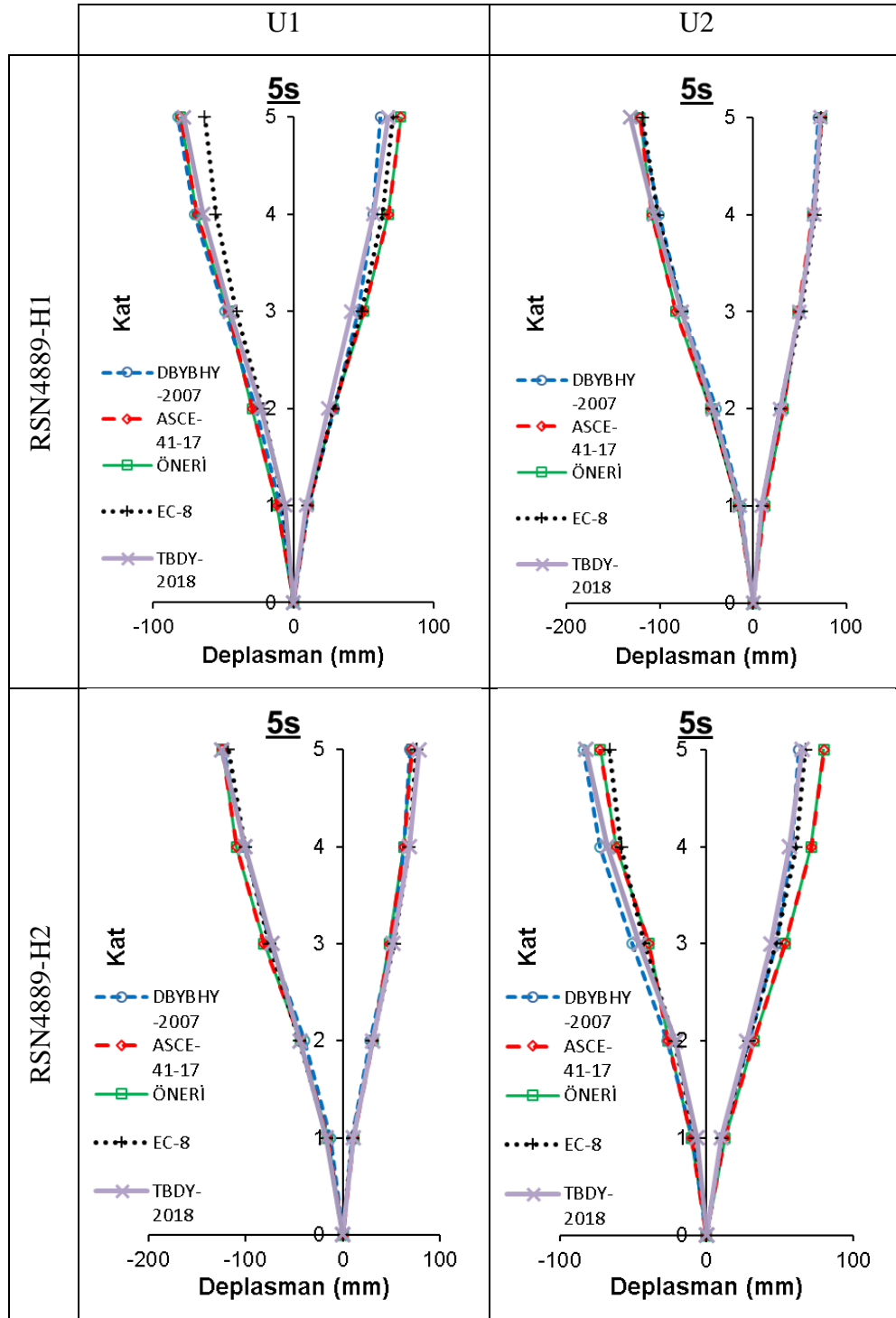
Şekil E.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



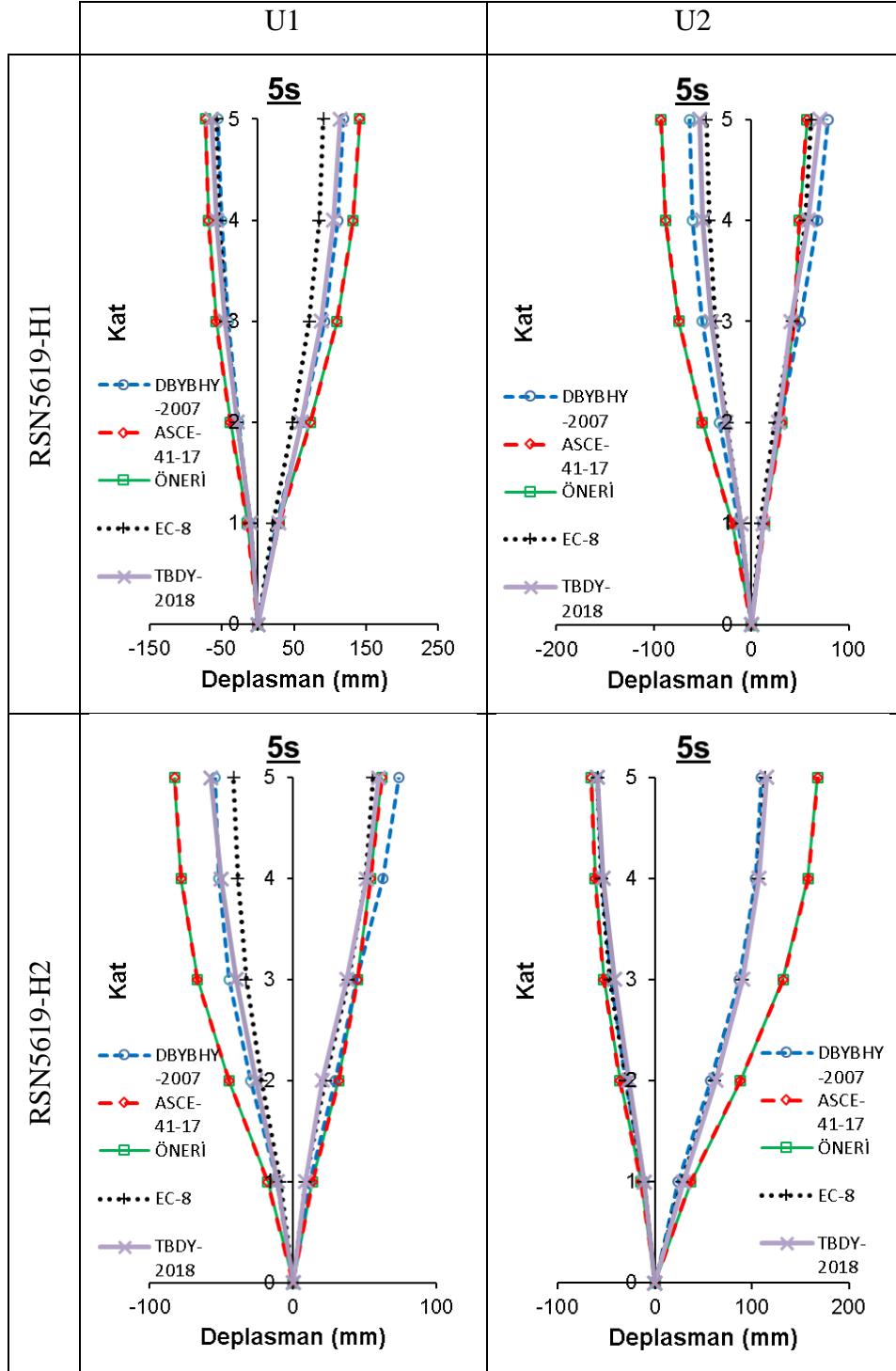
Şekil E.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



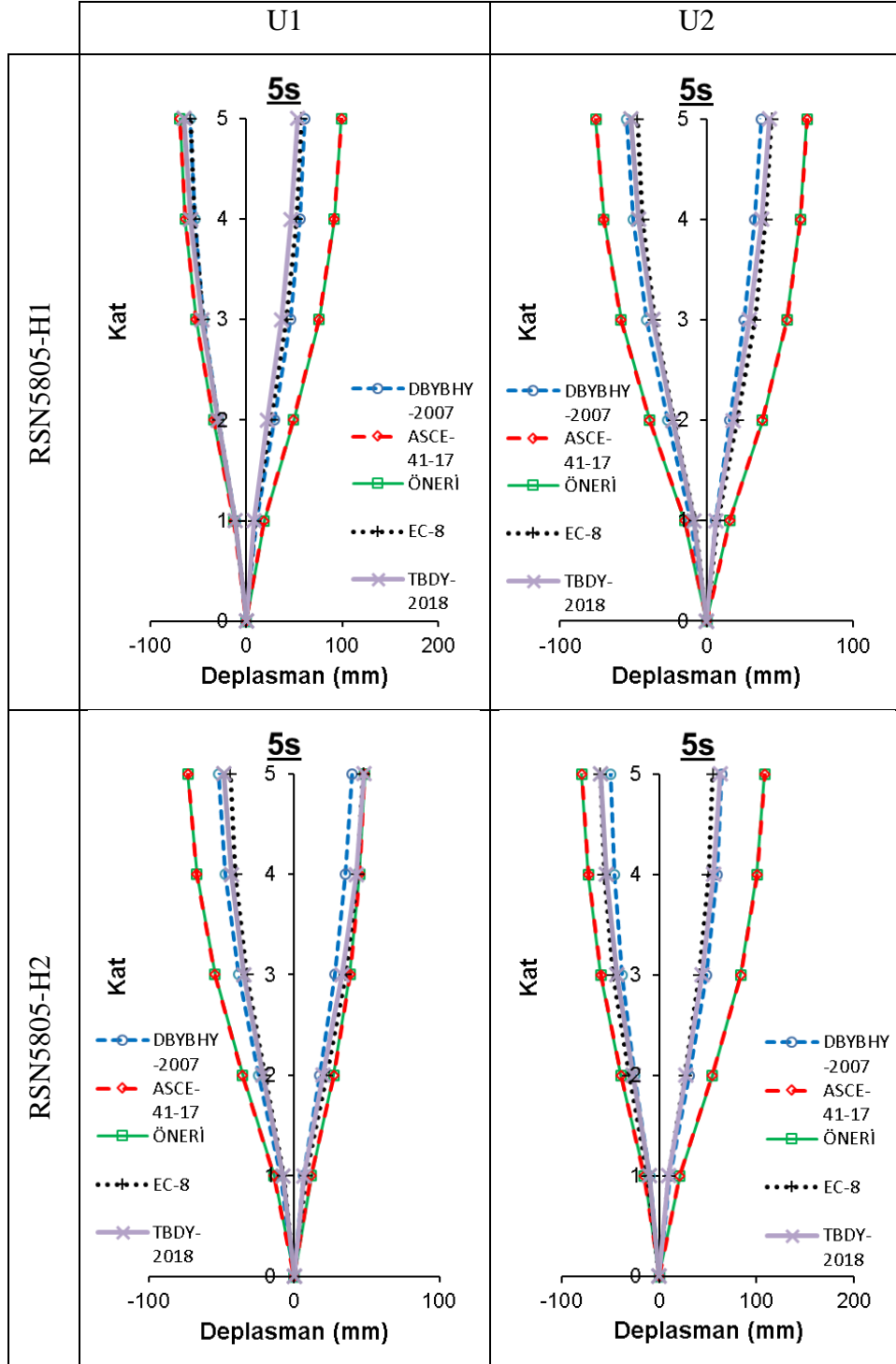
Şekil E.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



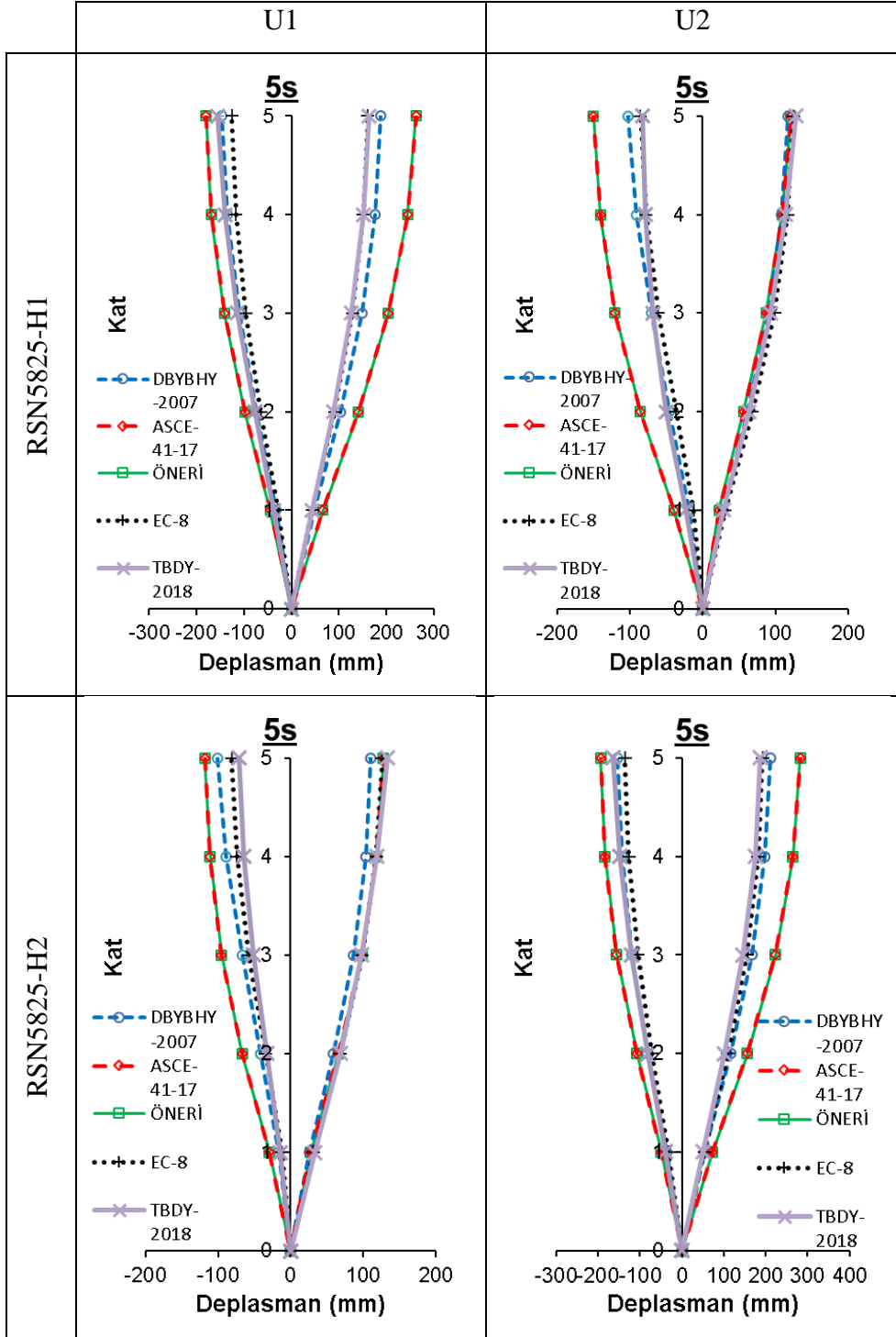
Şekil E.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



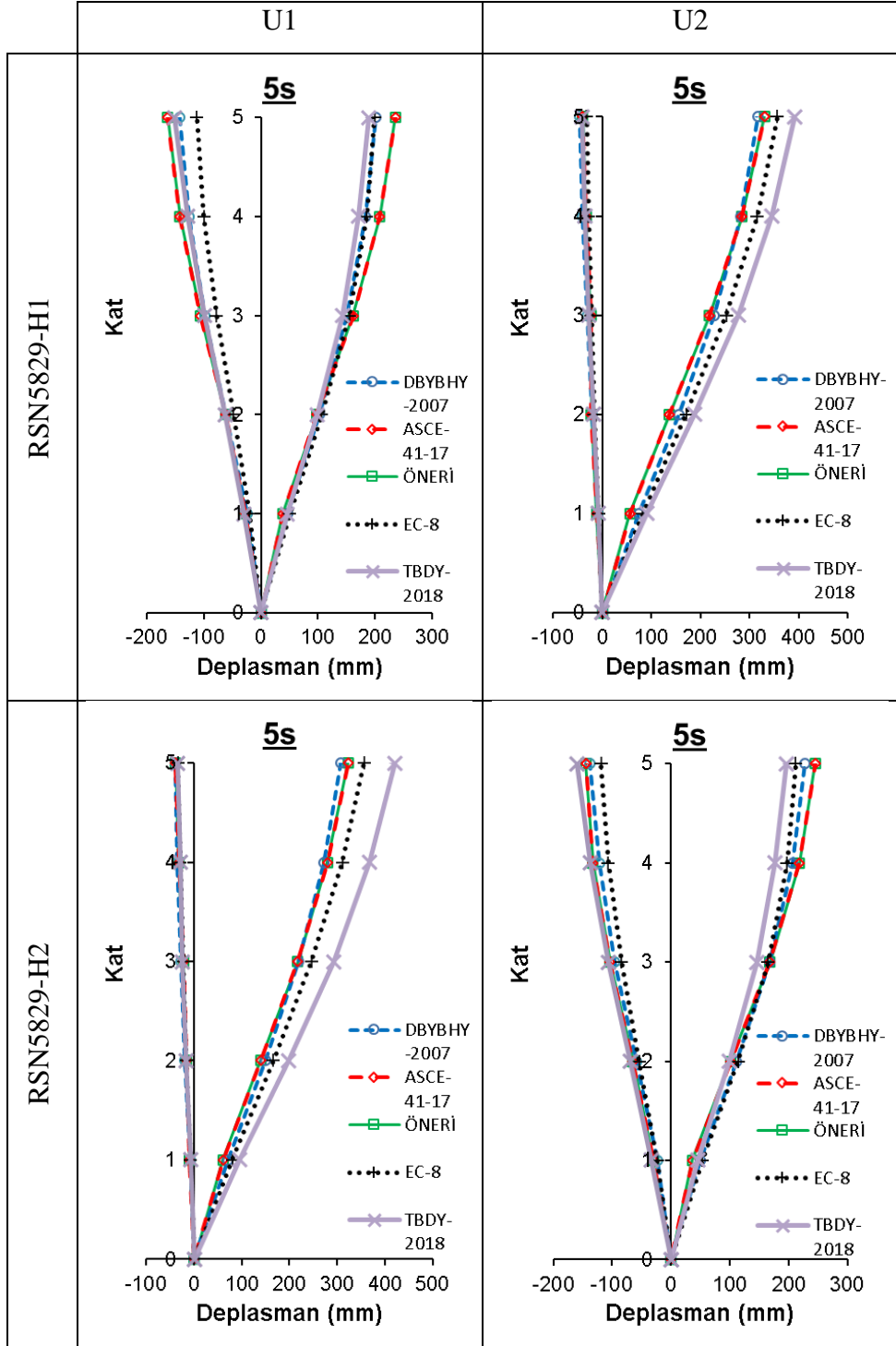
Şekil E.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



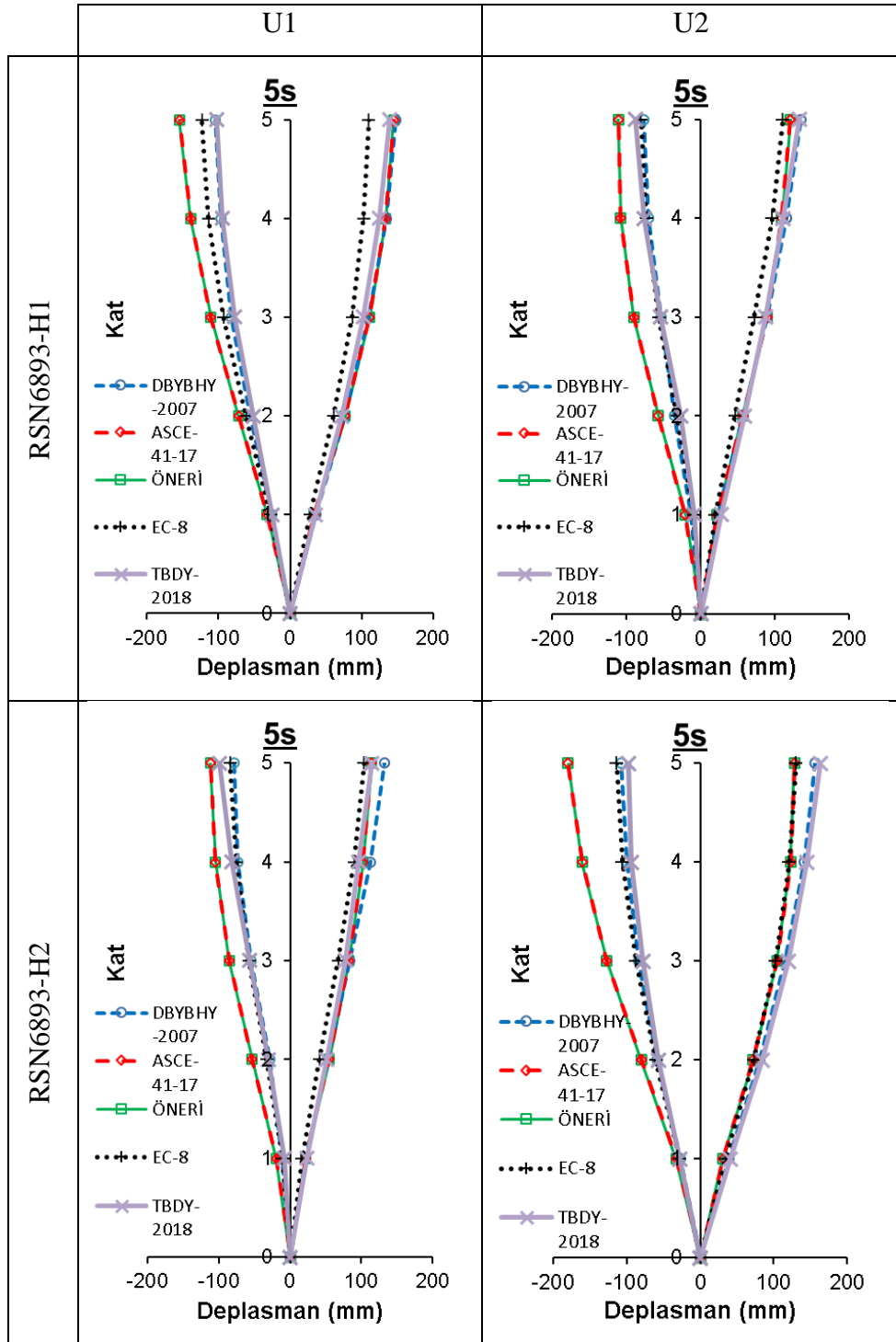
Şekil E.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



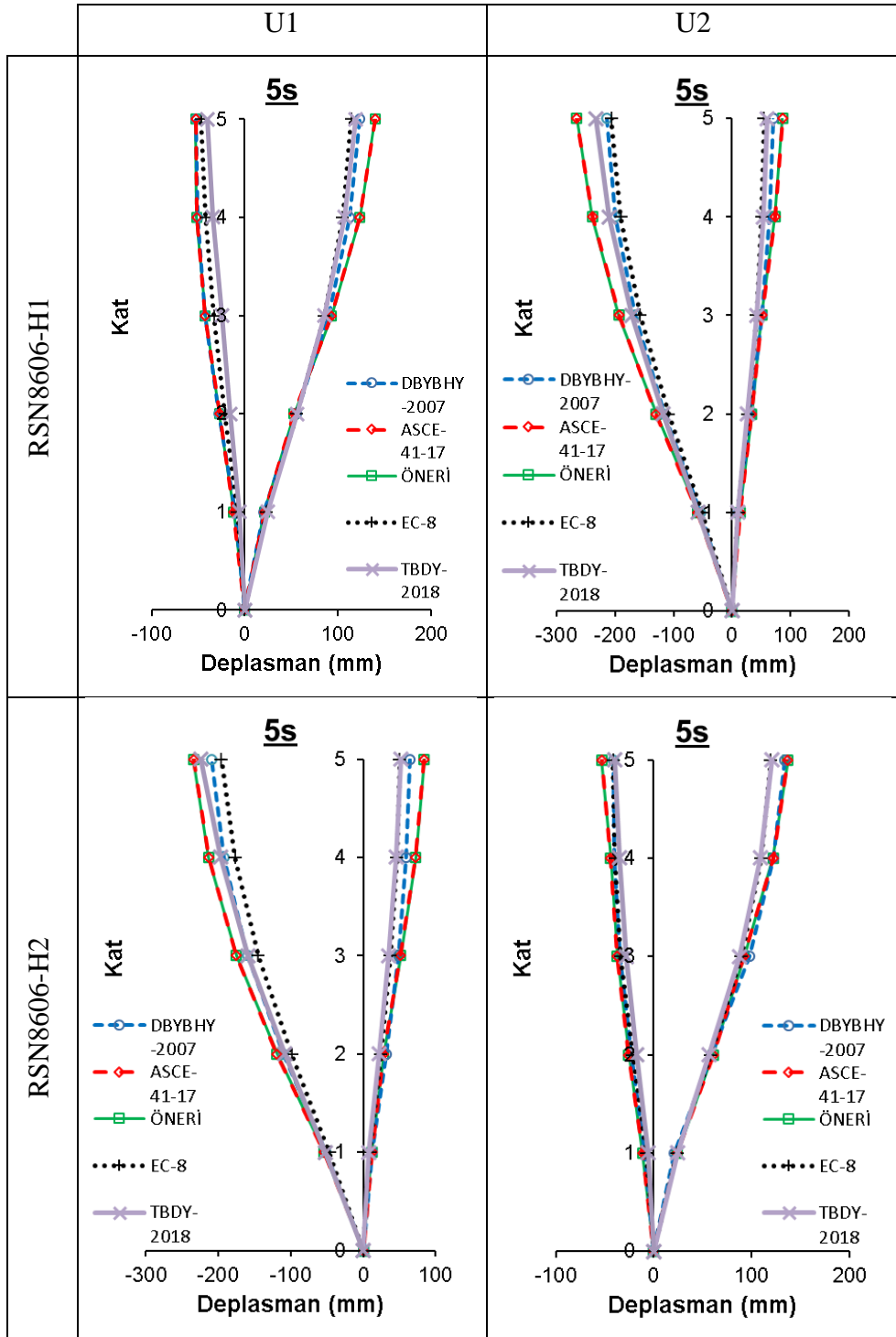
Şekil E.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



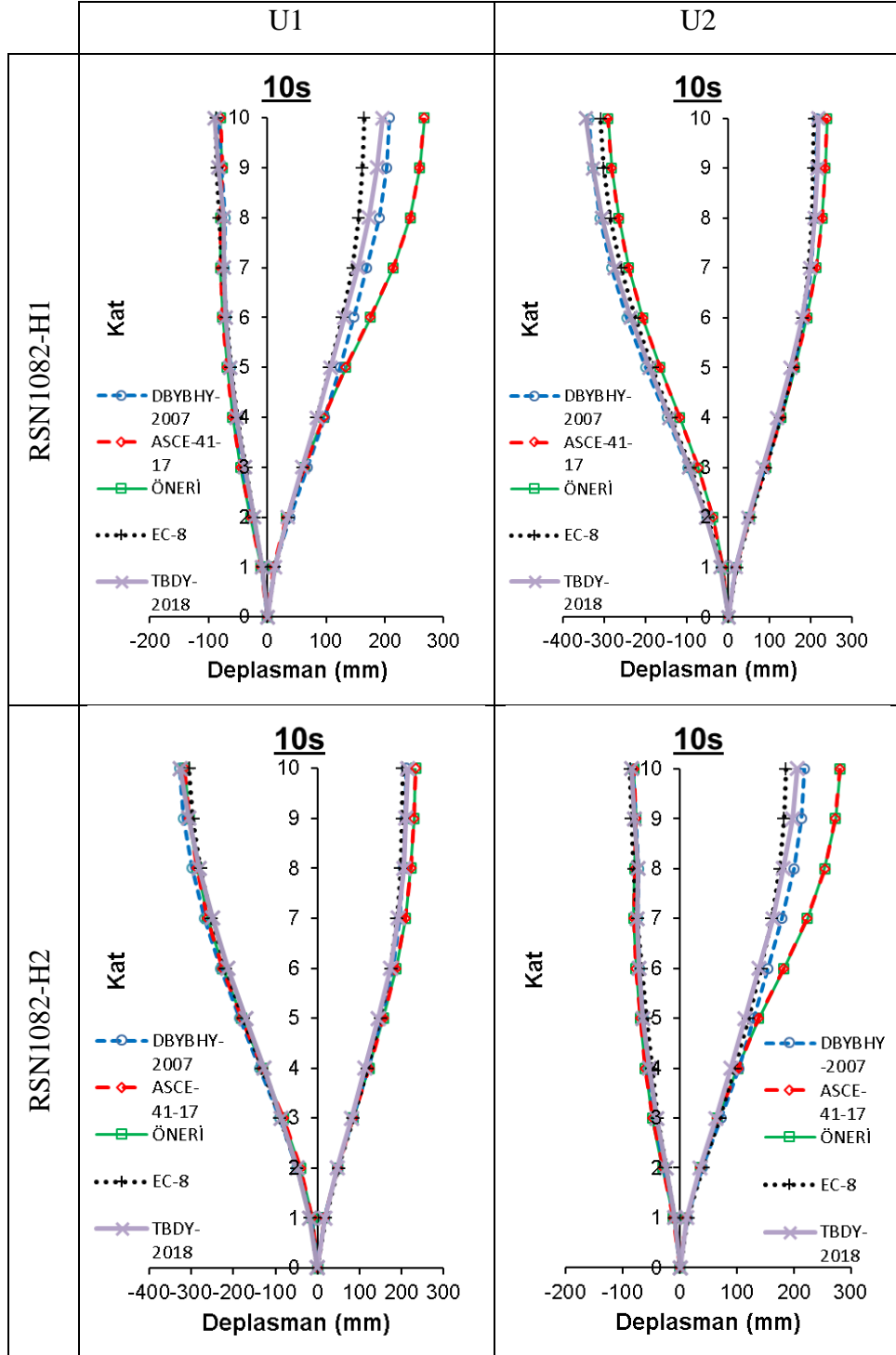
Şekil E.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



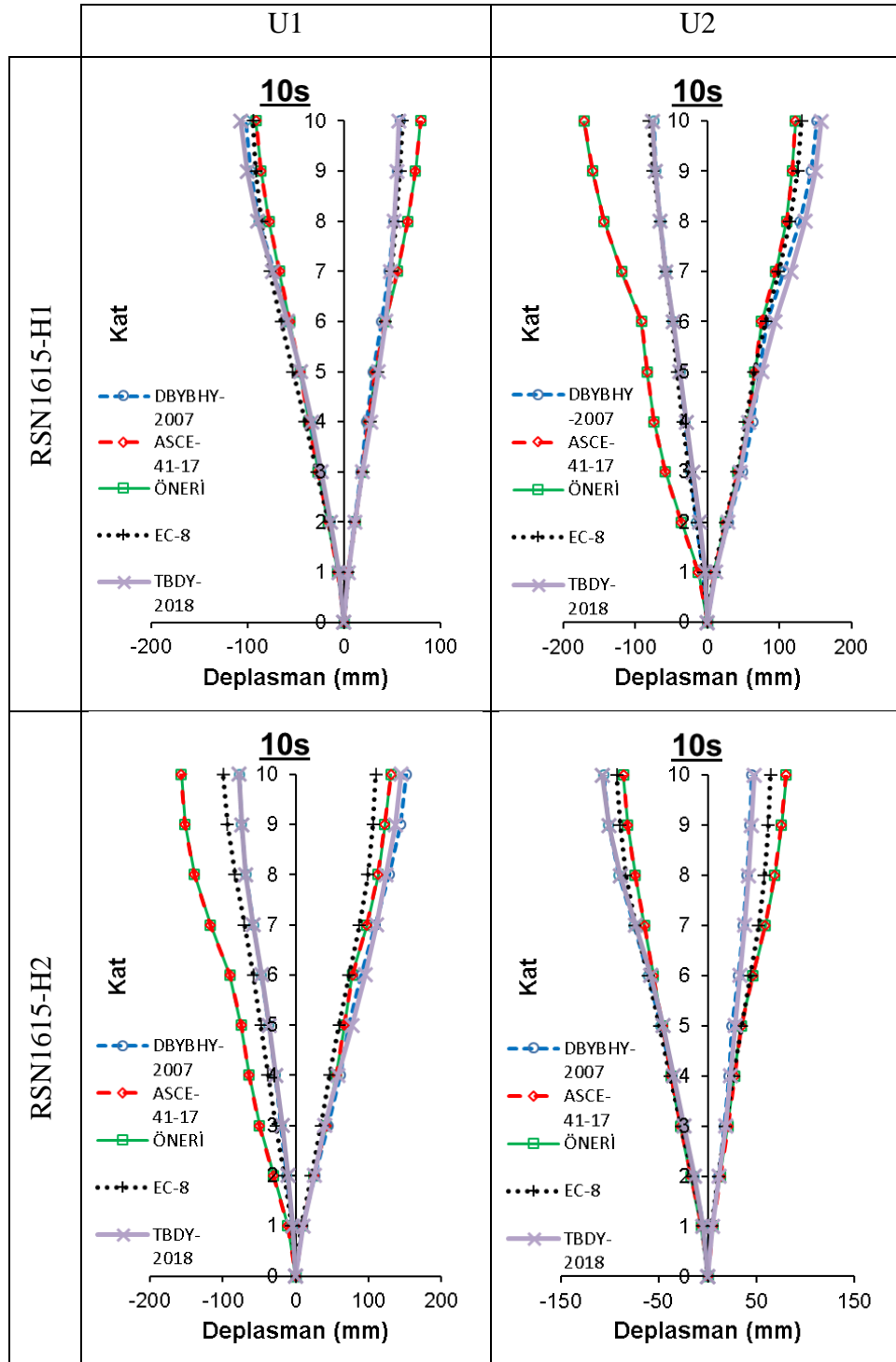
Şekil E.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



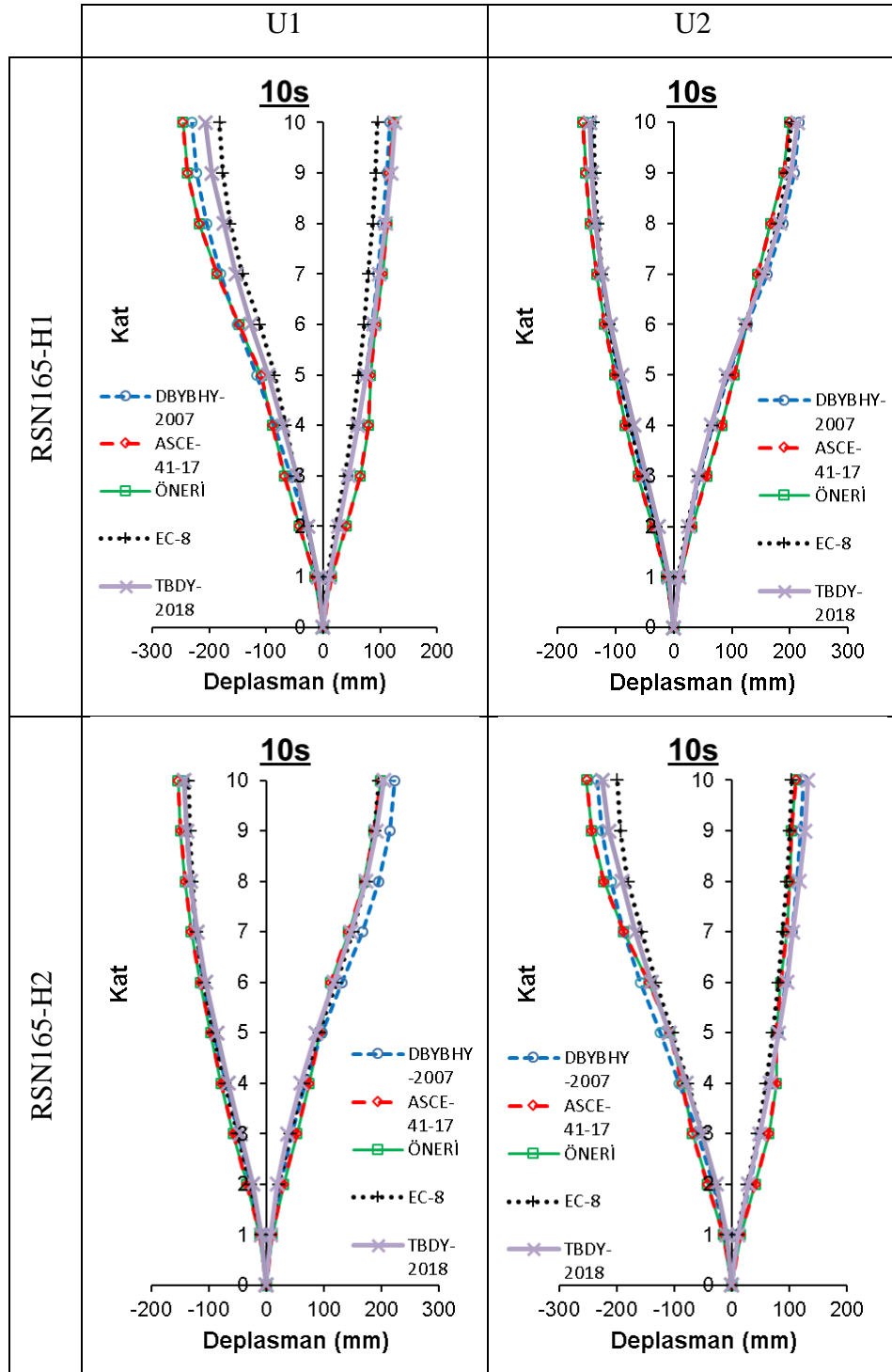
Şekil E.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



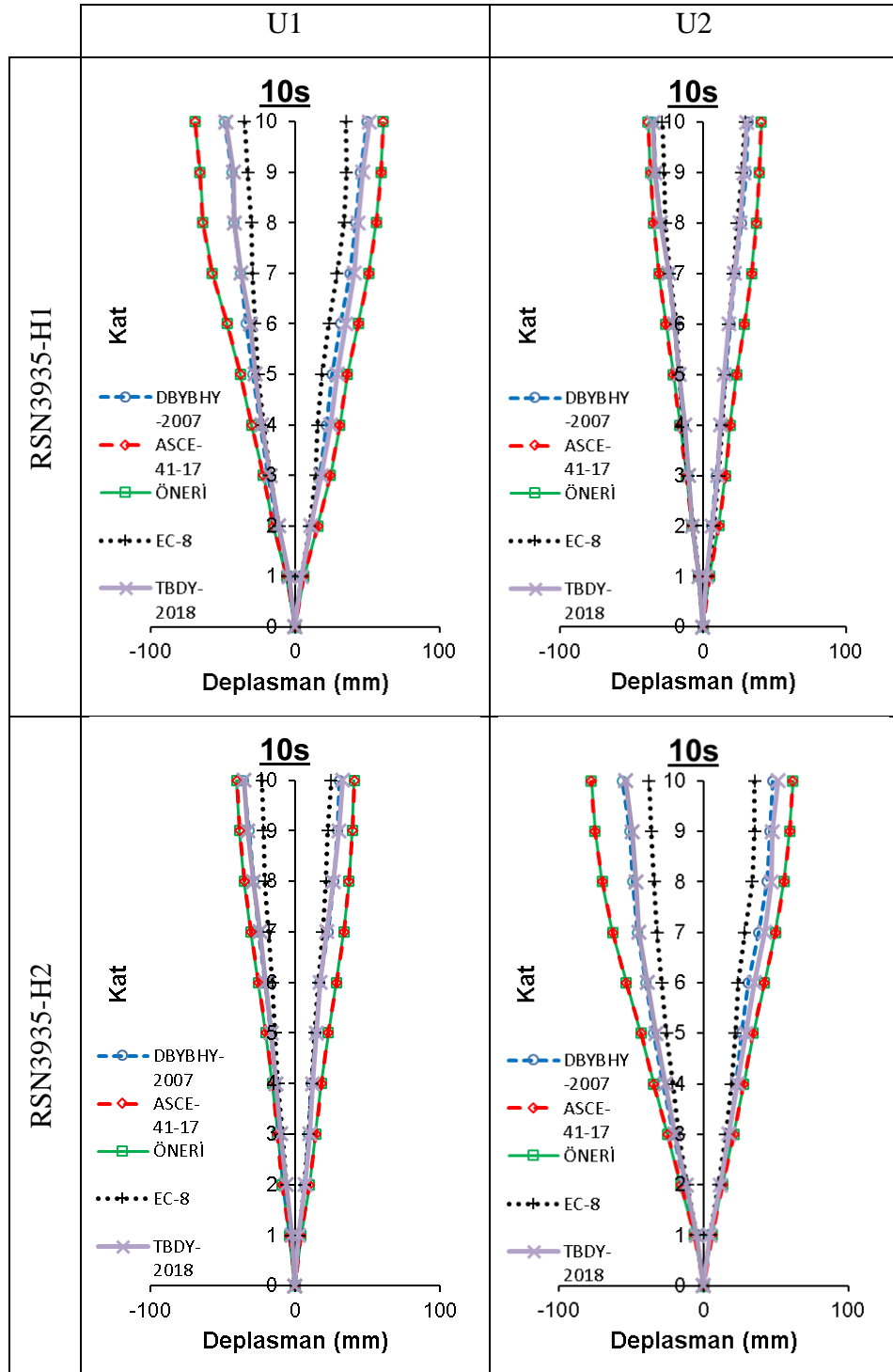
Şekil E.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



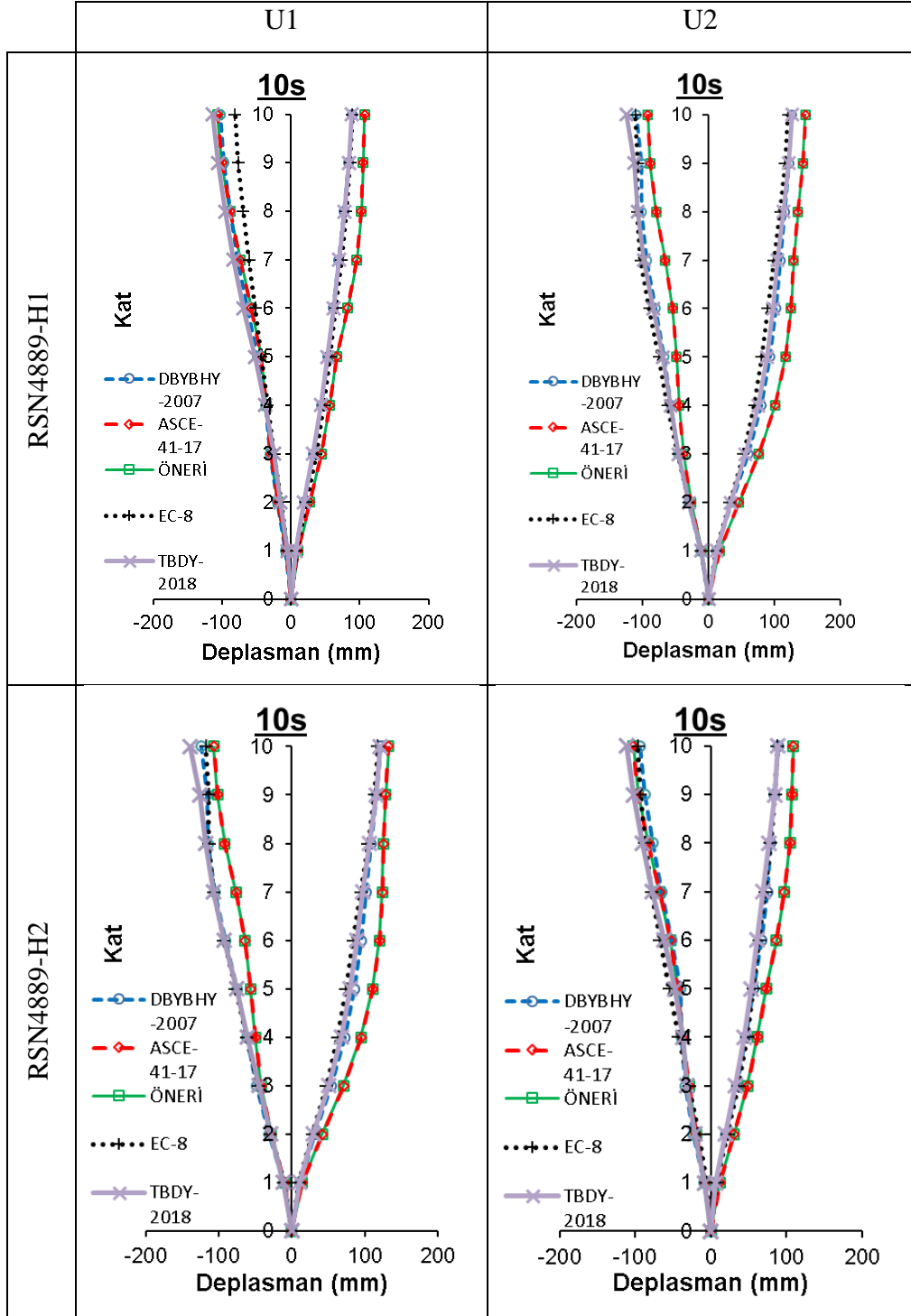
Şekil E.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



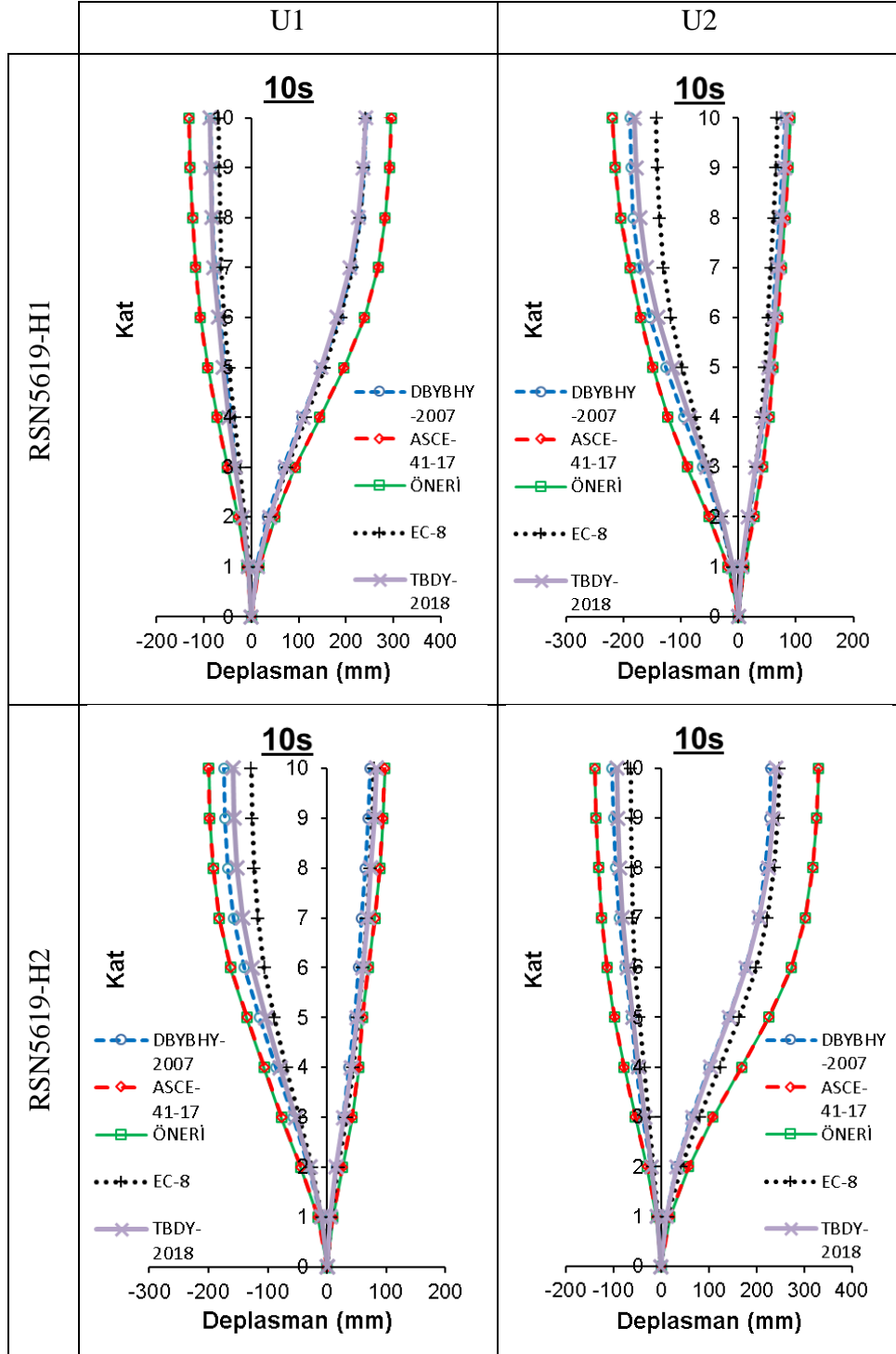
Şekil E.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



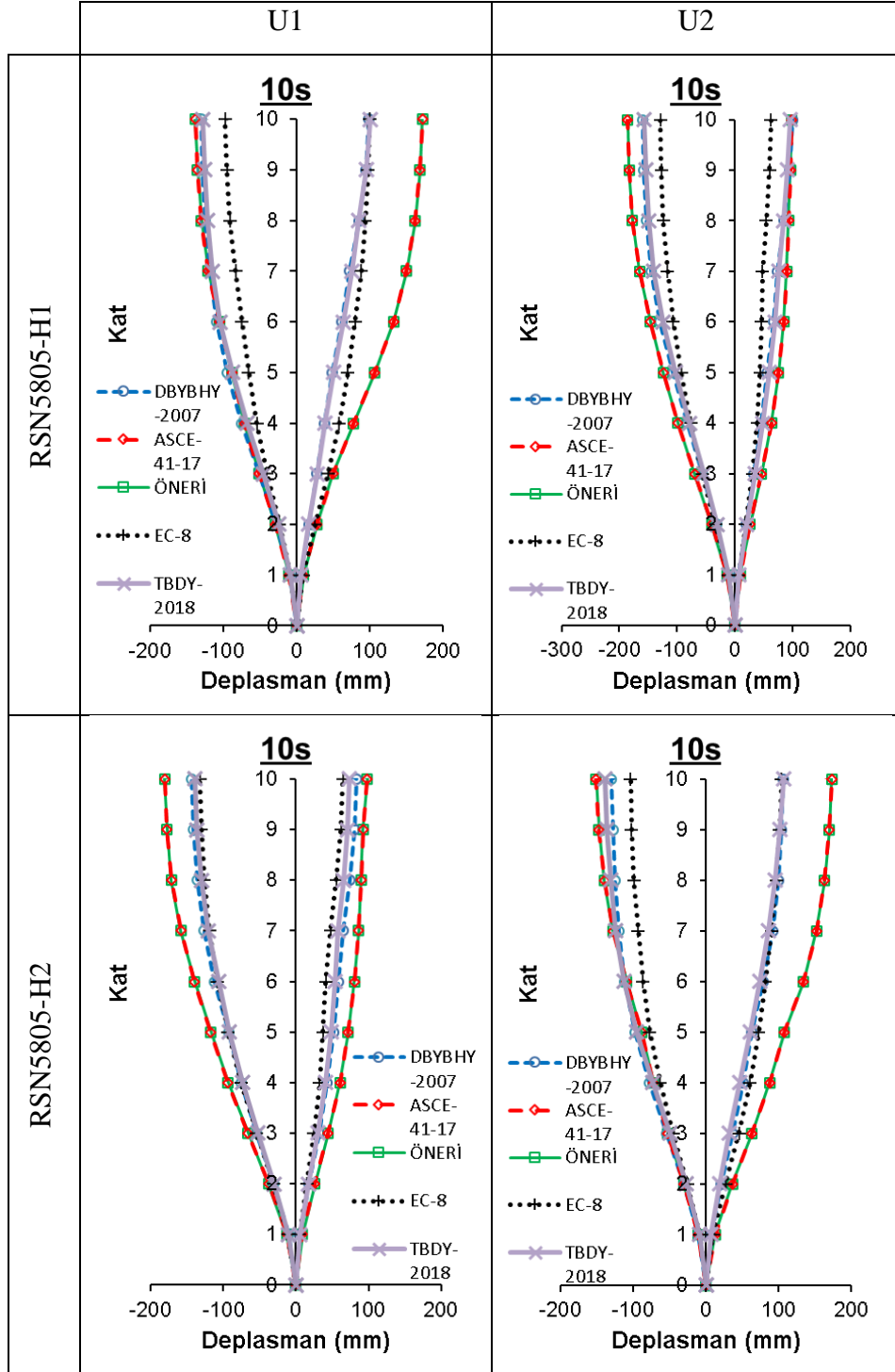
Şekil E.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



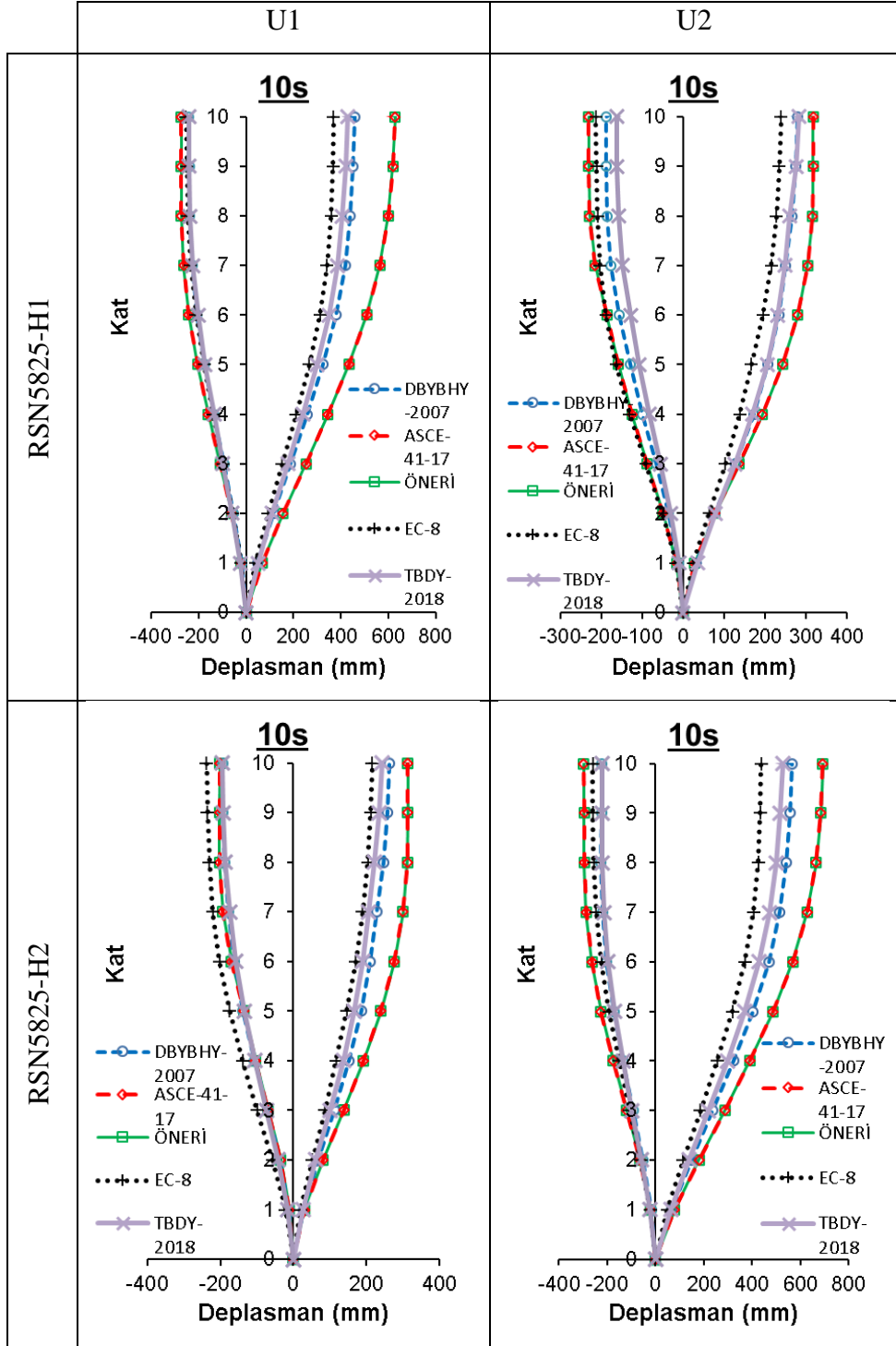
Şekil E.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



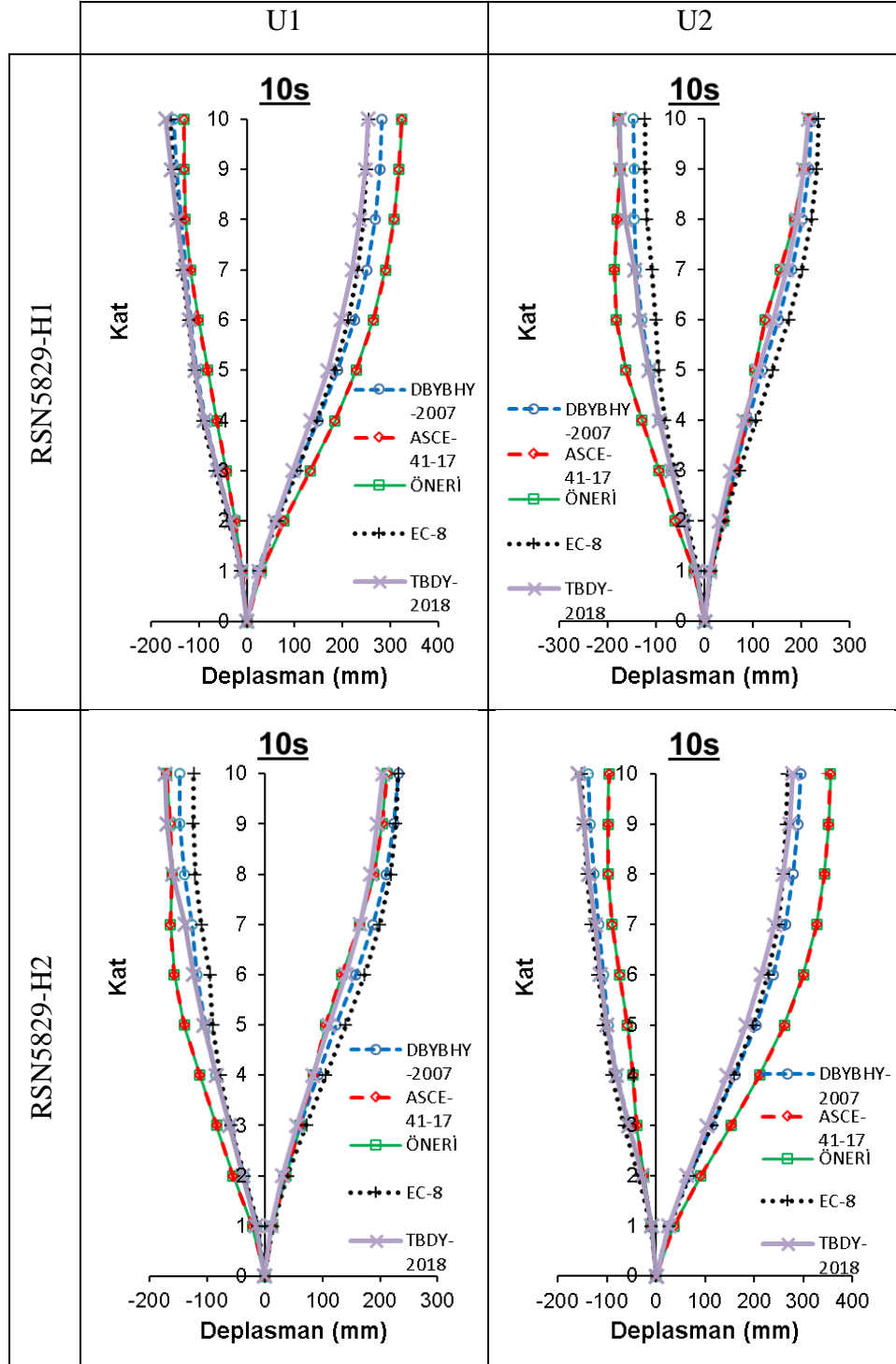
Şekil E.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



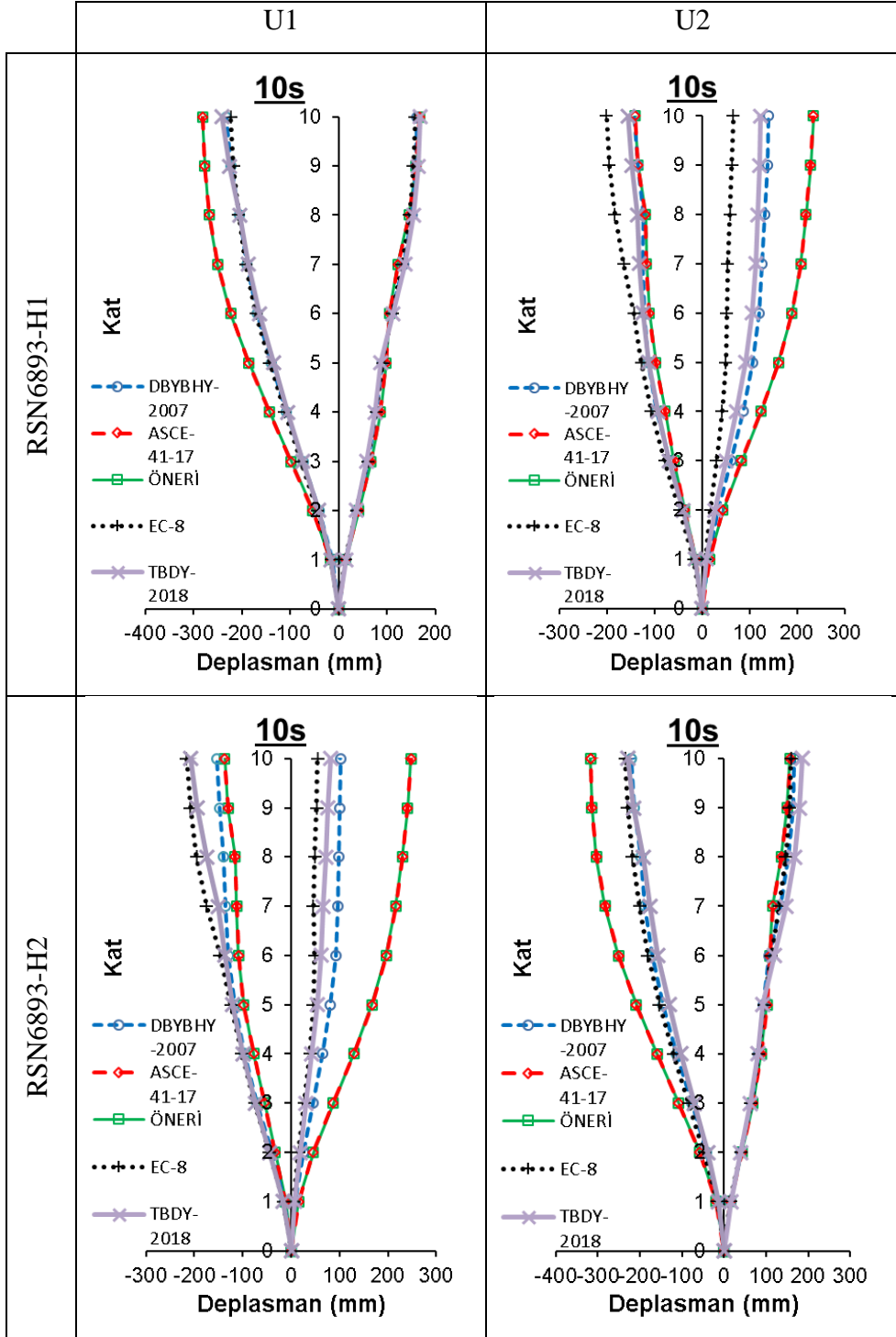
Şekil E.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



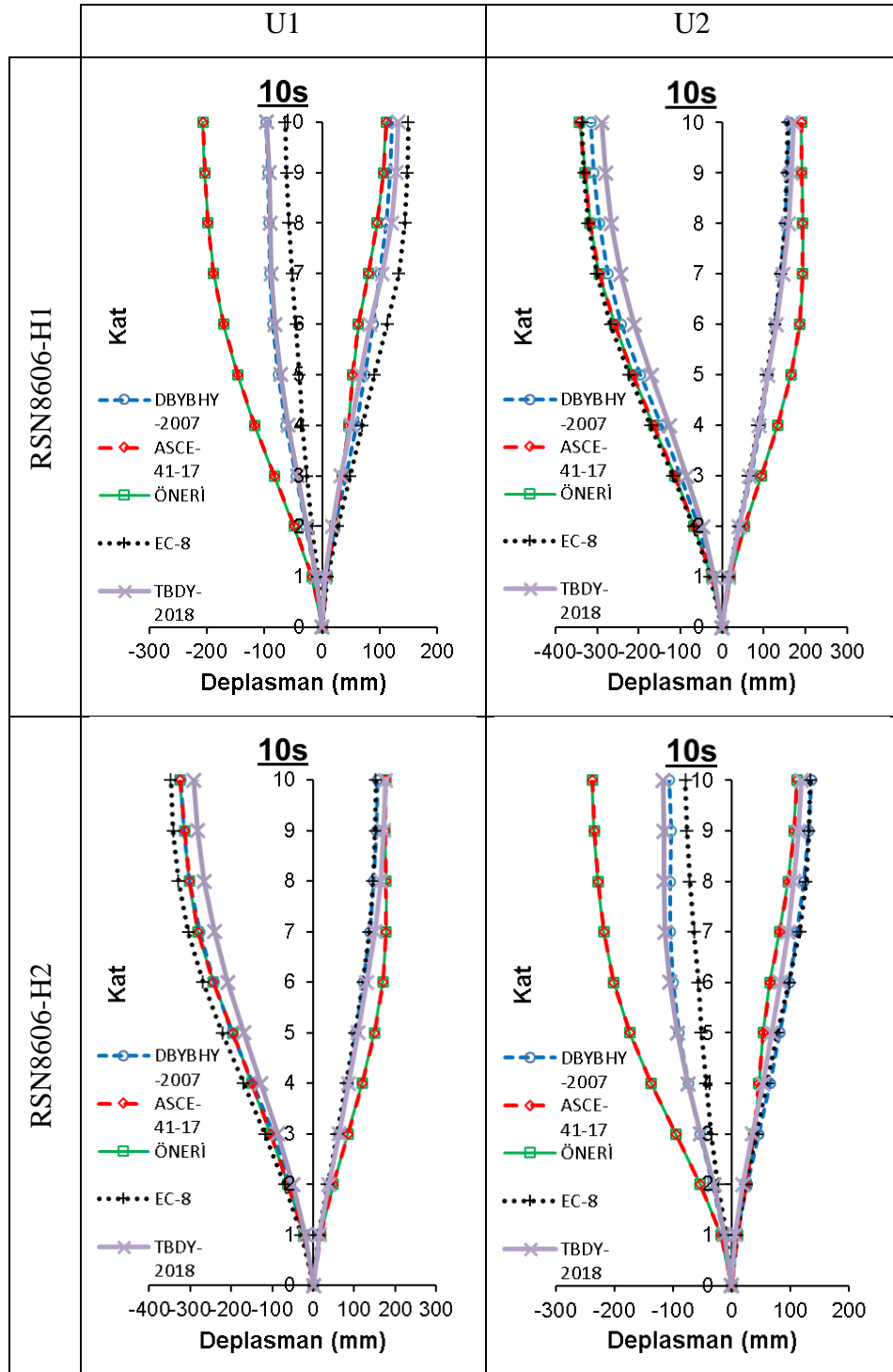
Şekil E.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



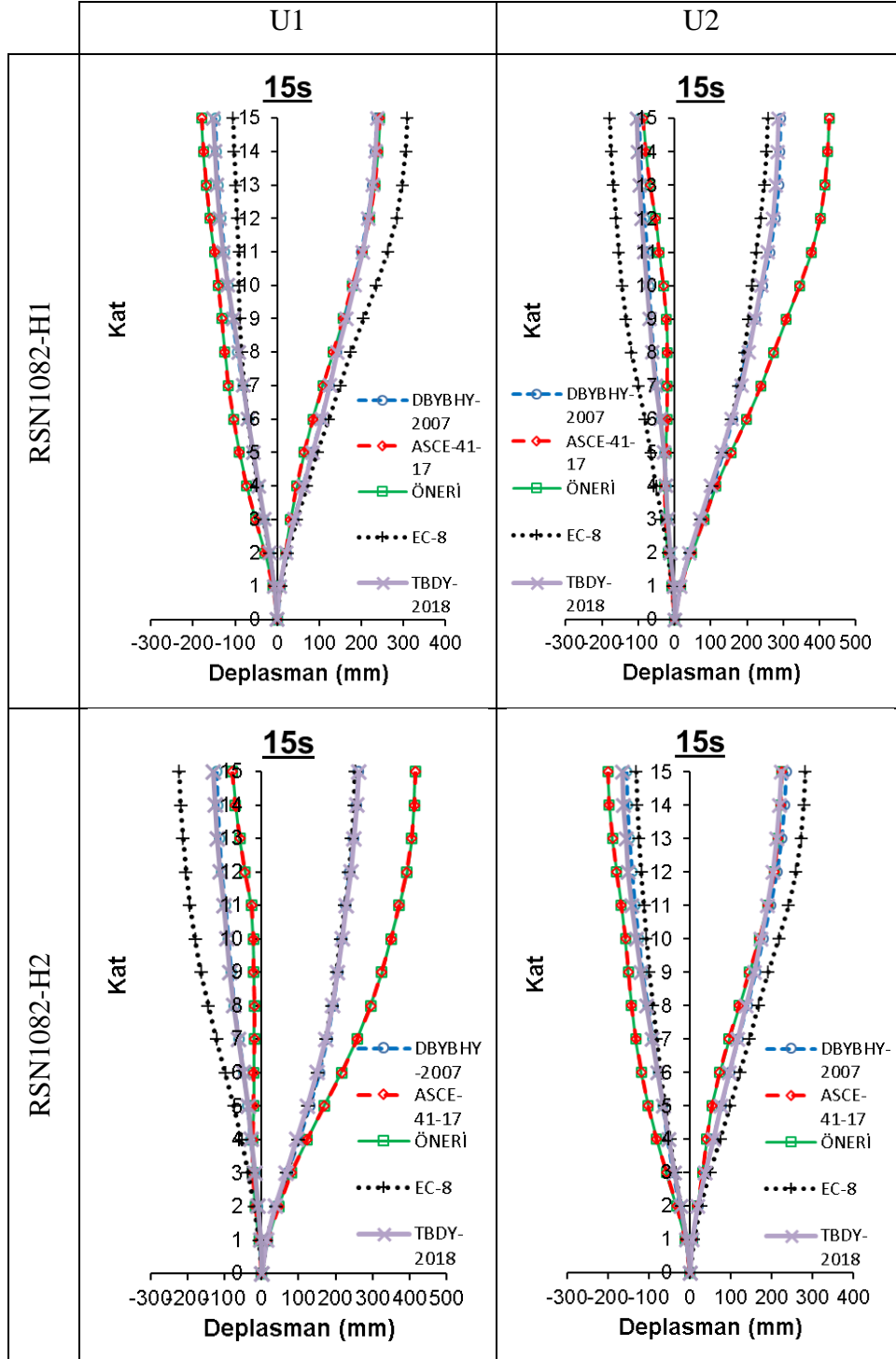
Şekil E.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



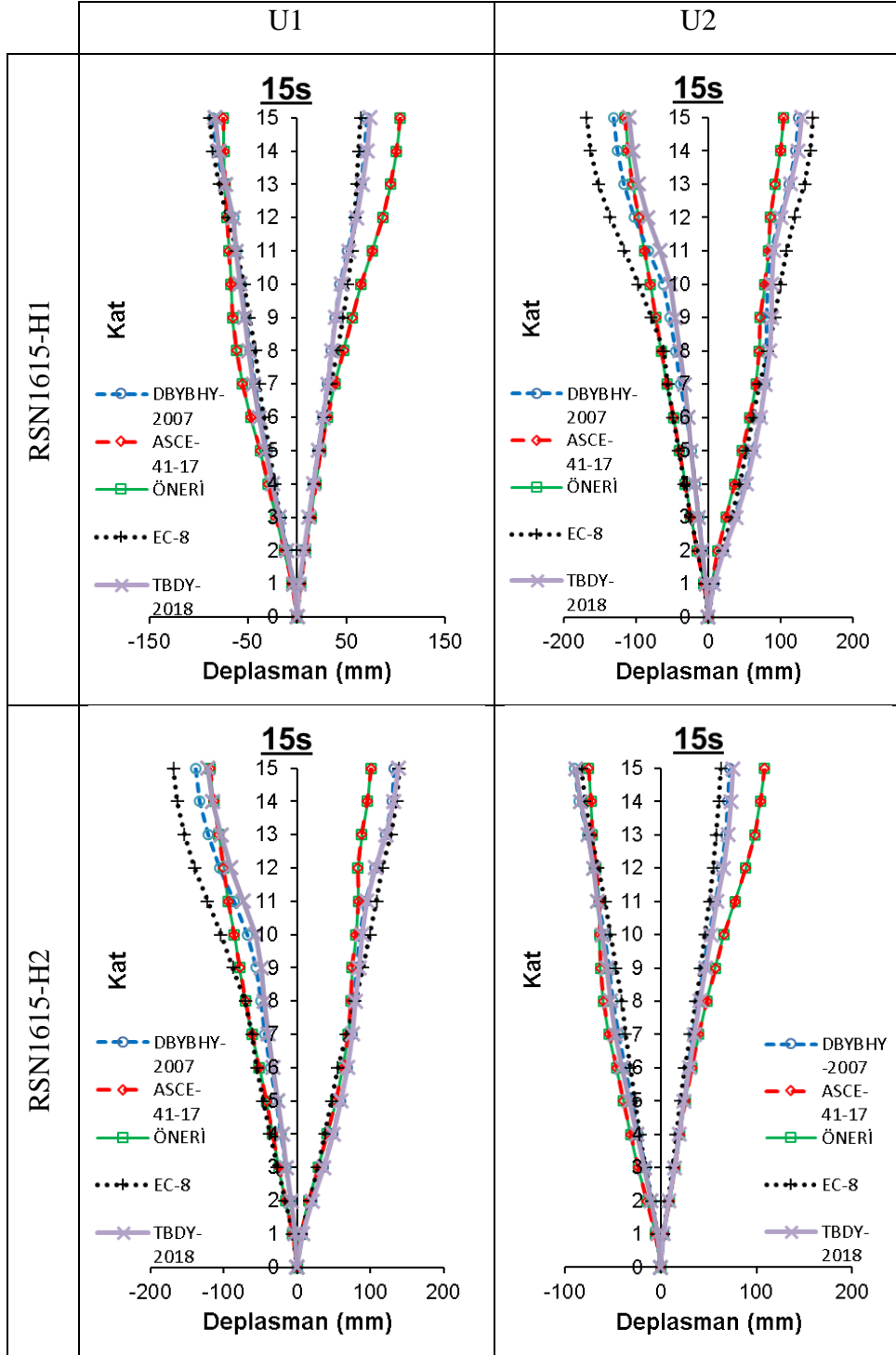
Şekil E.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



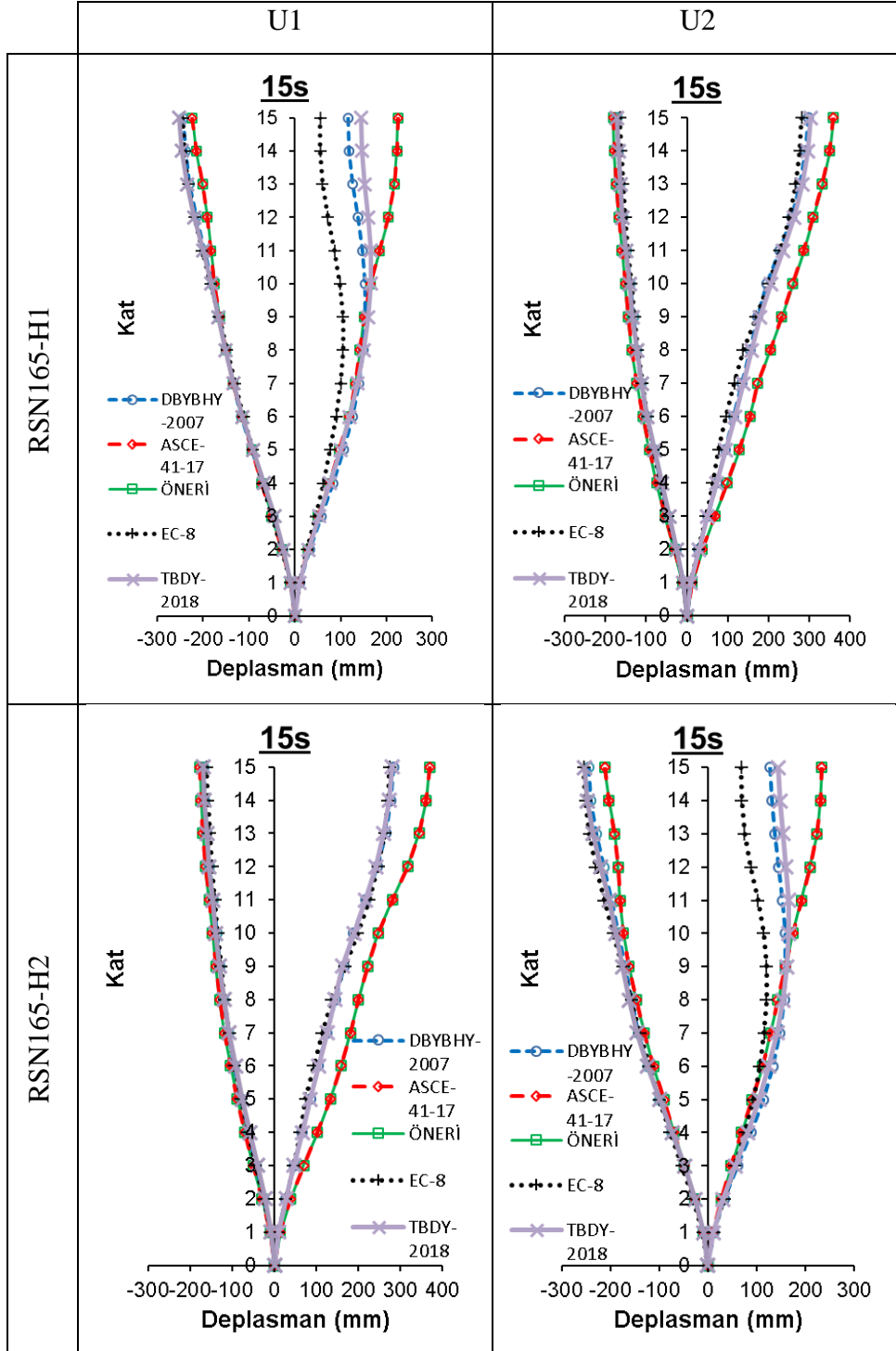
Şekil E.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



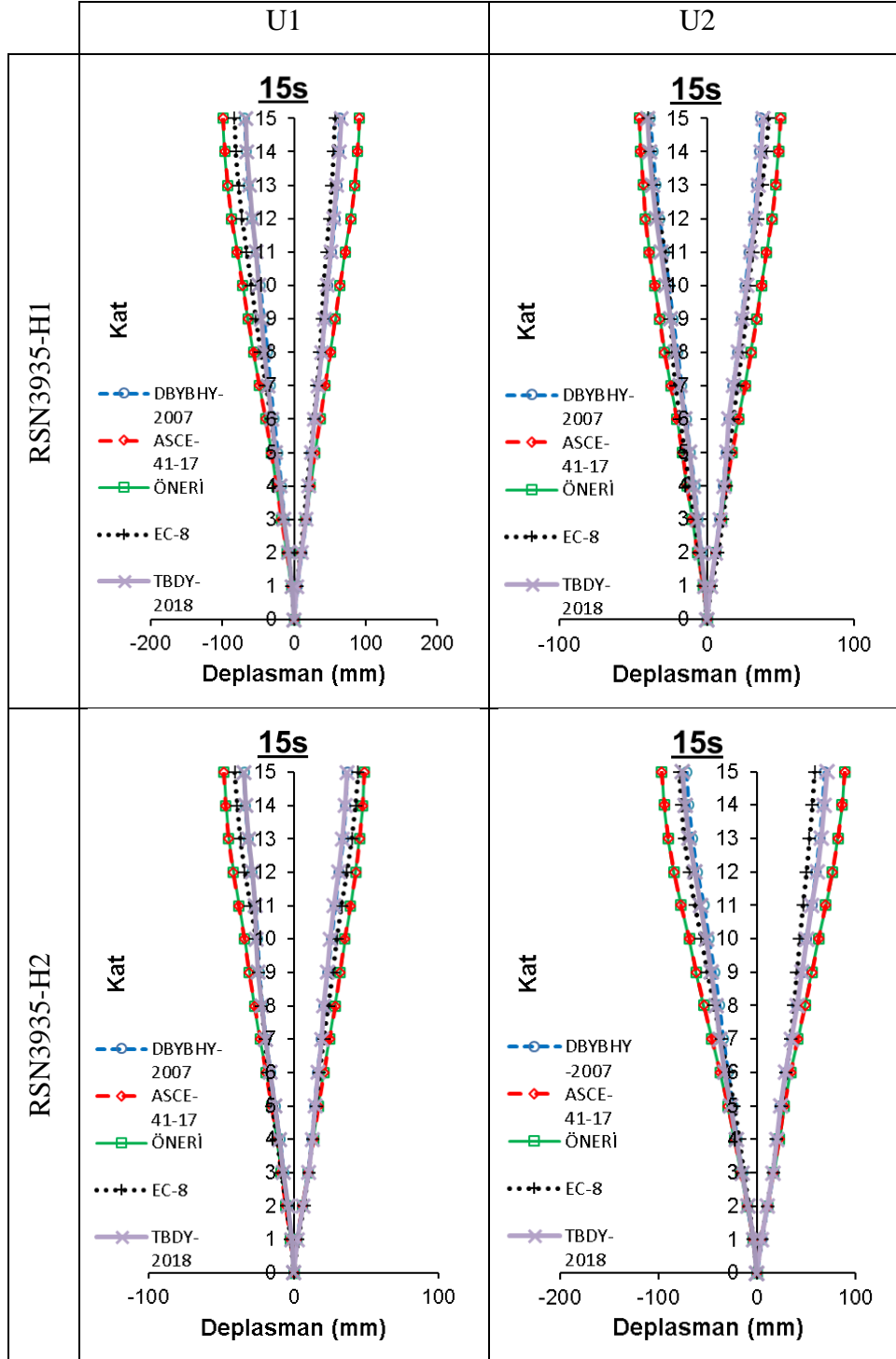
Şekil E.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



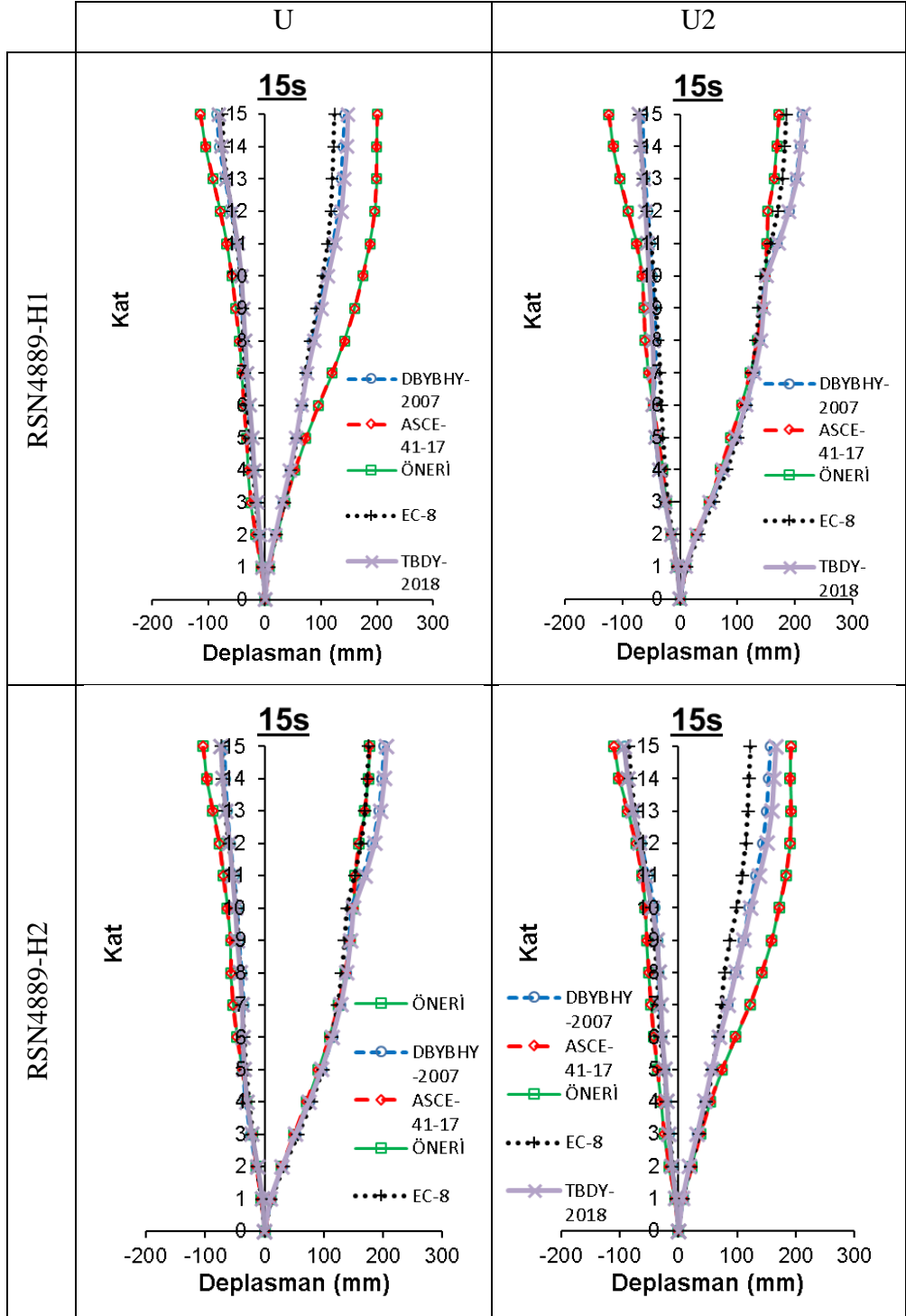
Şekil E.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



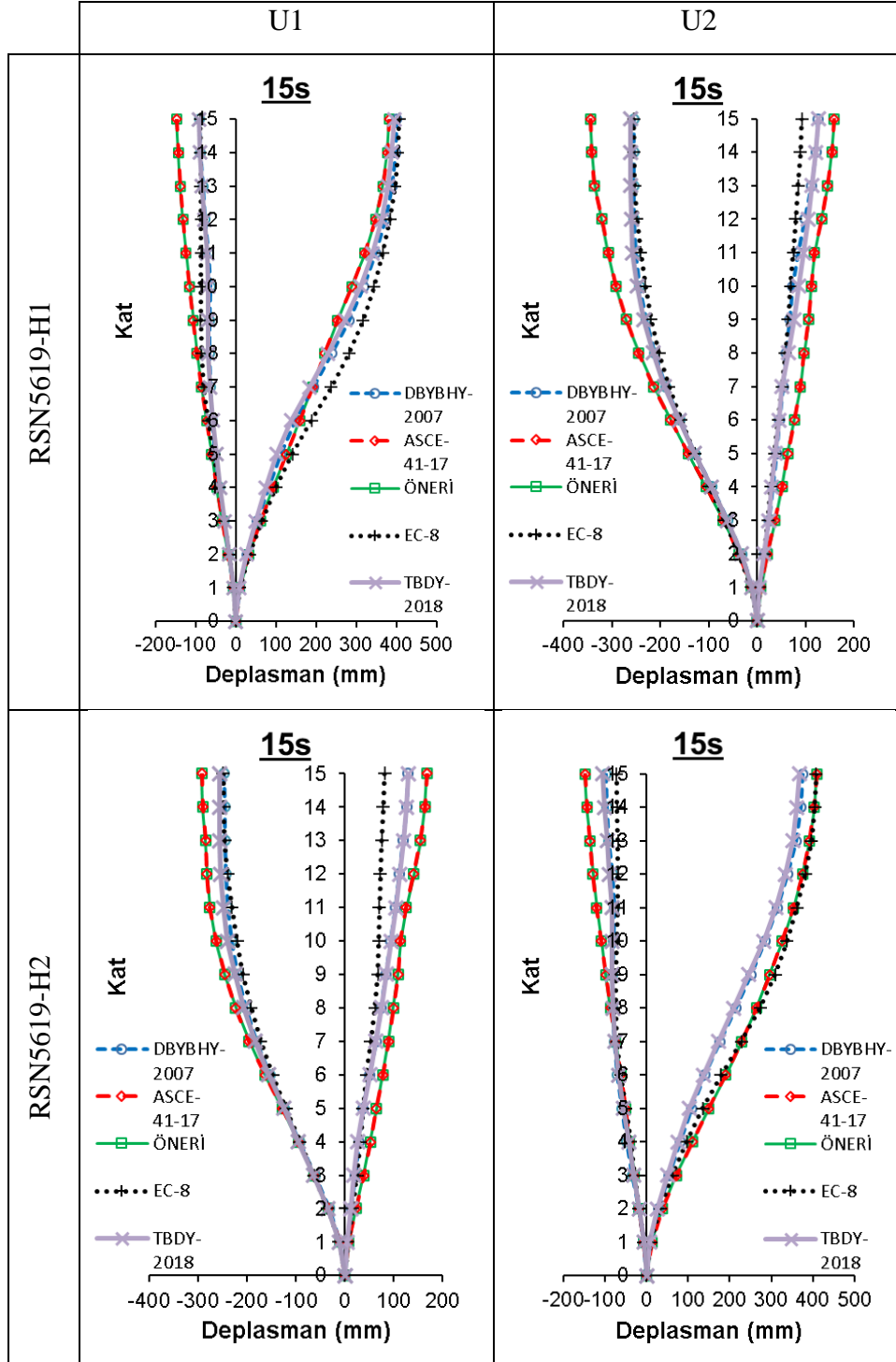
Şekil E.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



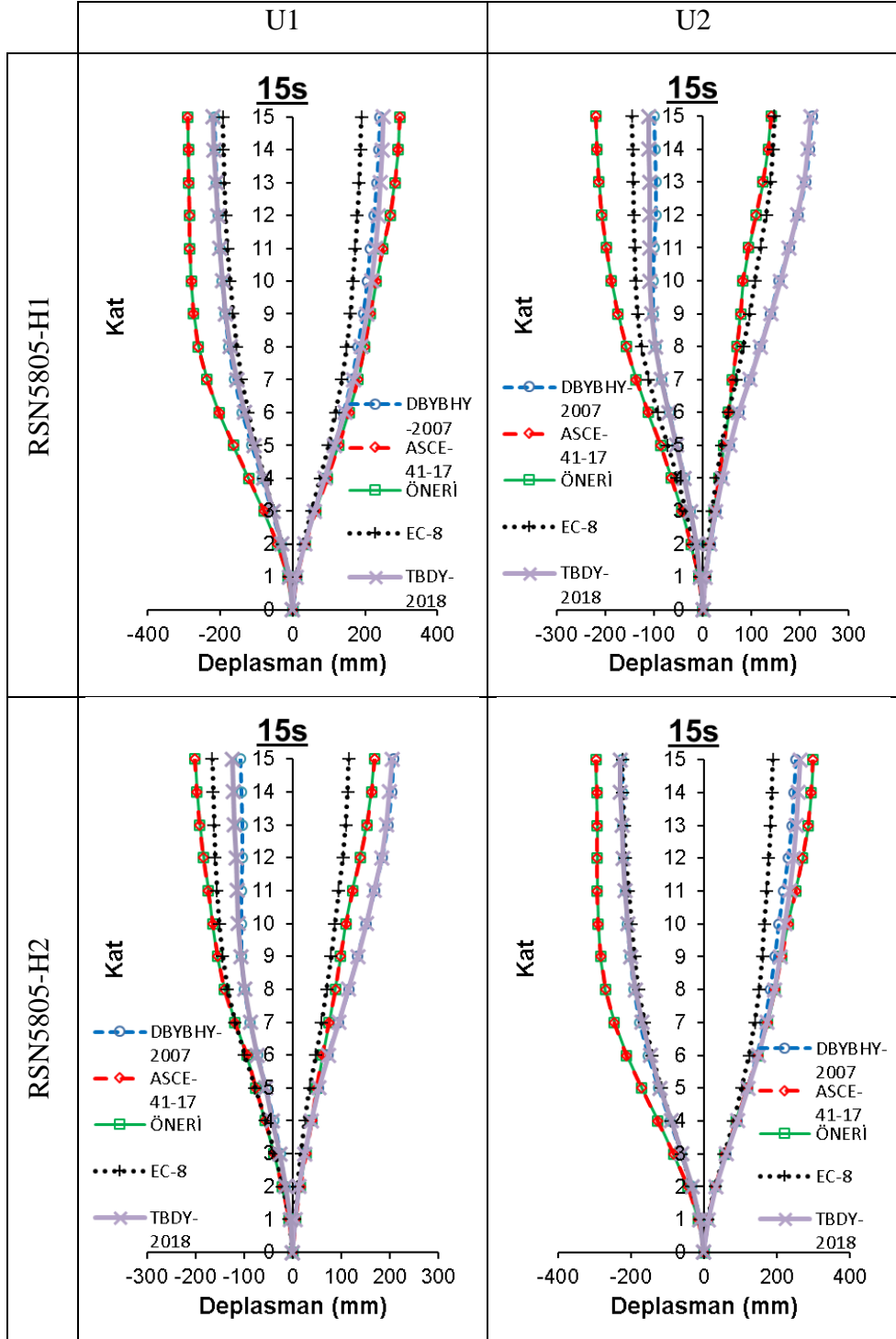
Şekil E.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



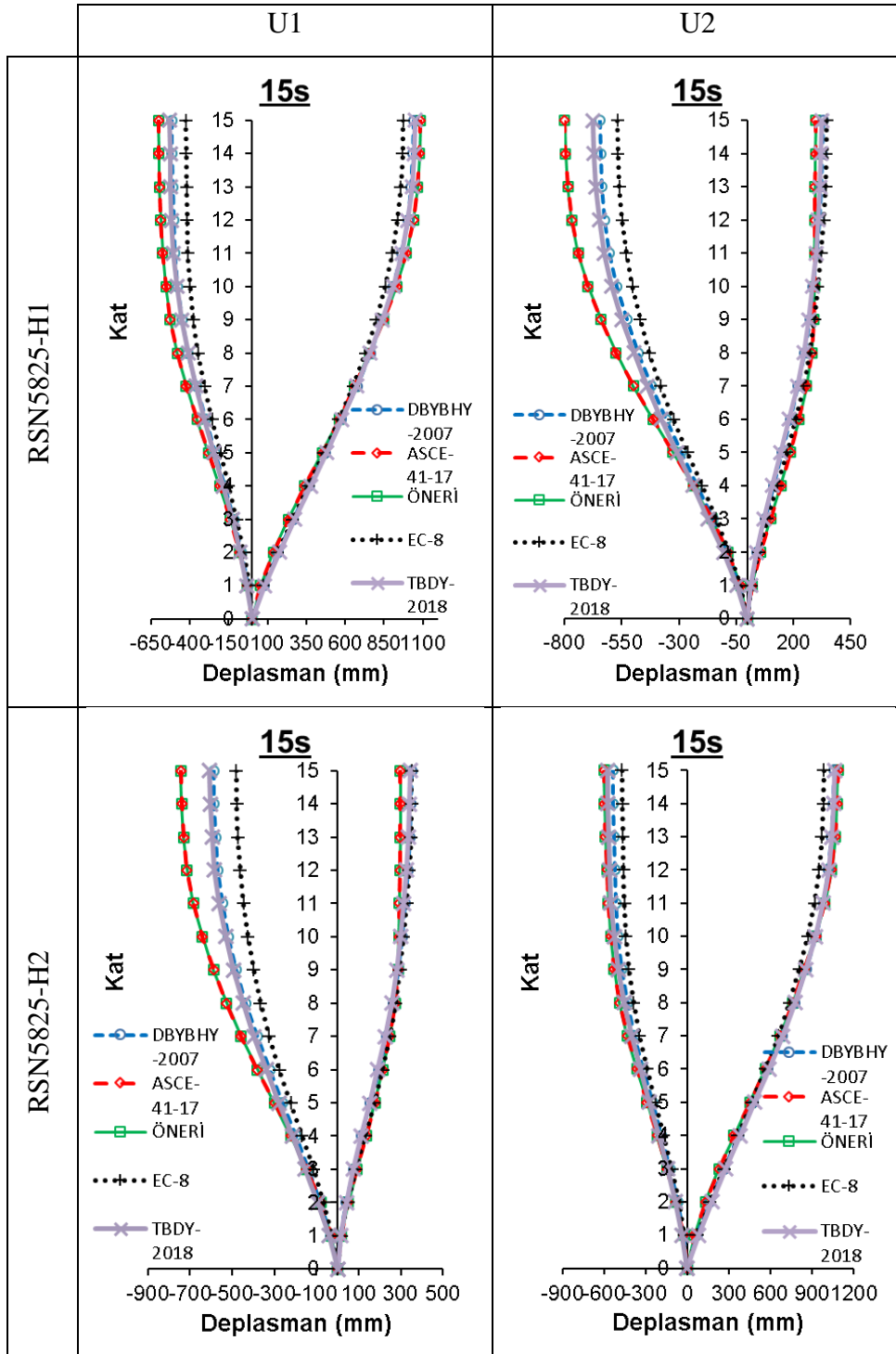
Şekil E.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



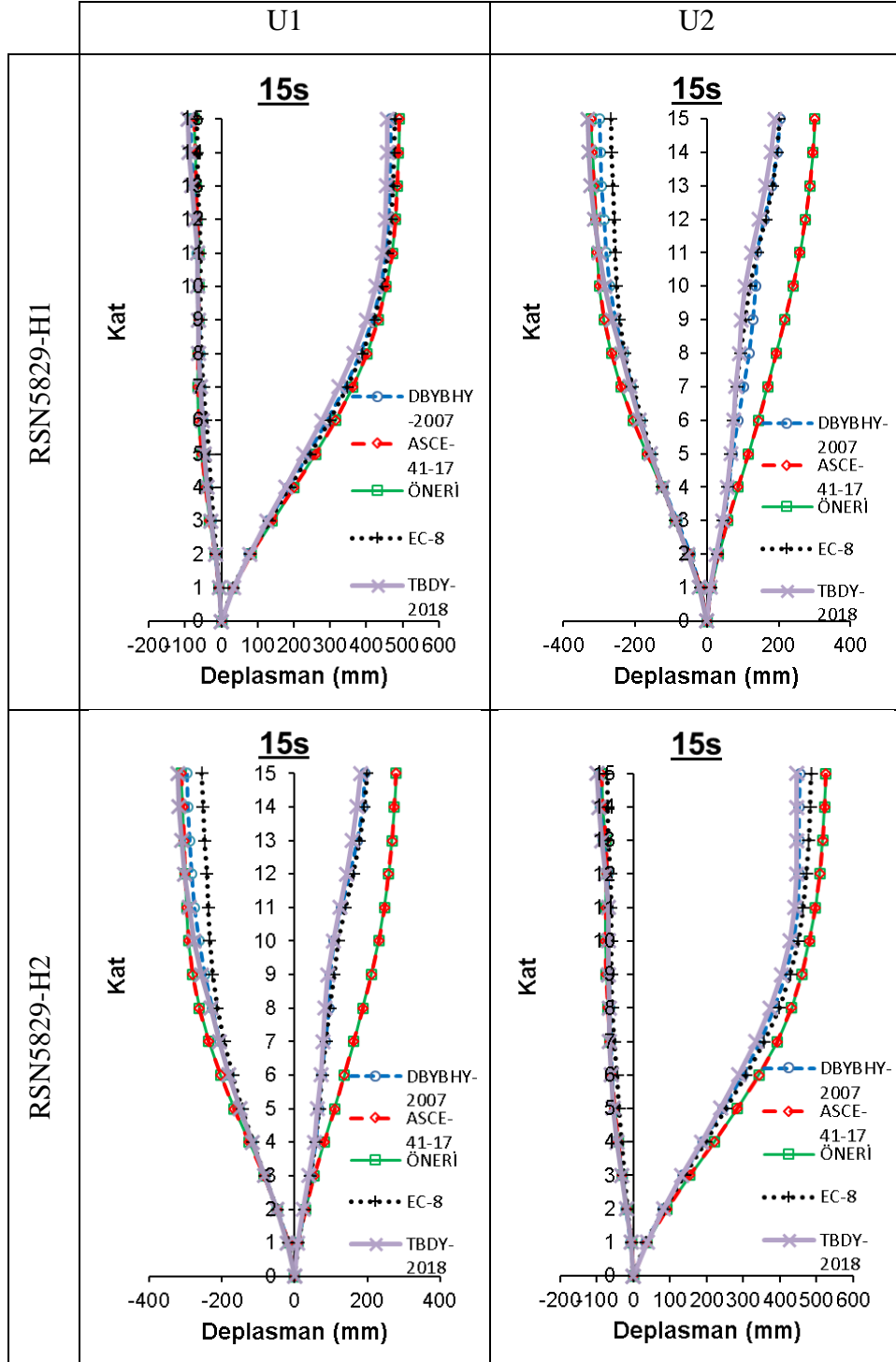
Şekil E.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



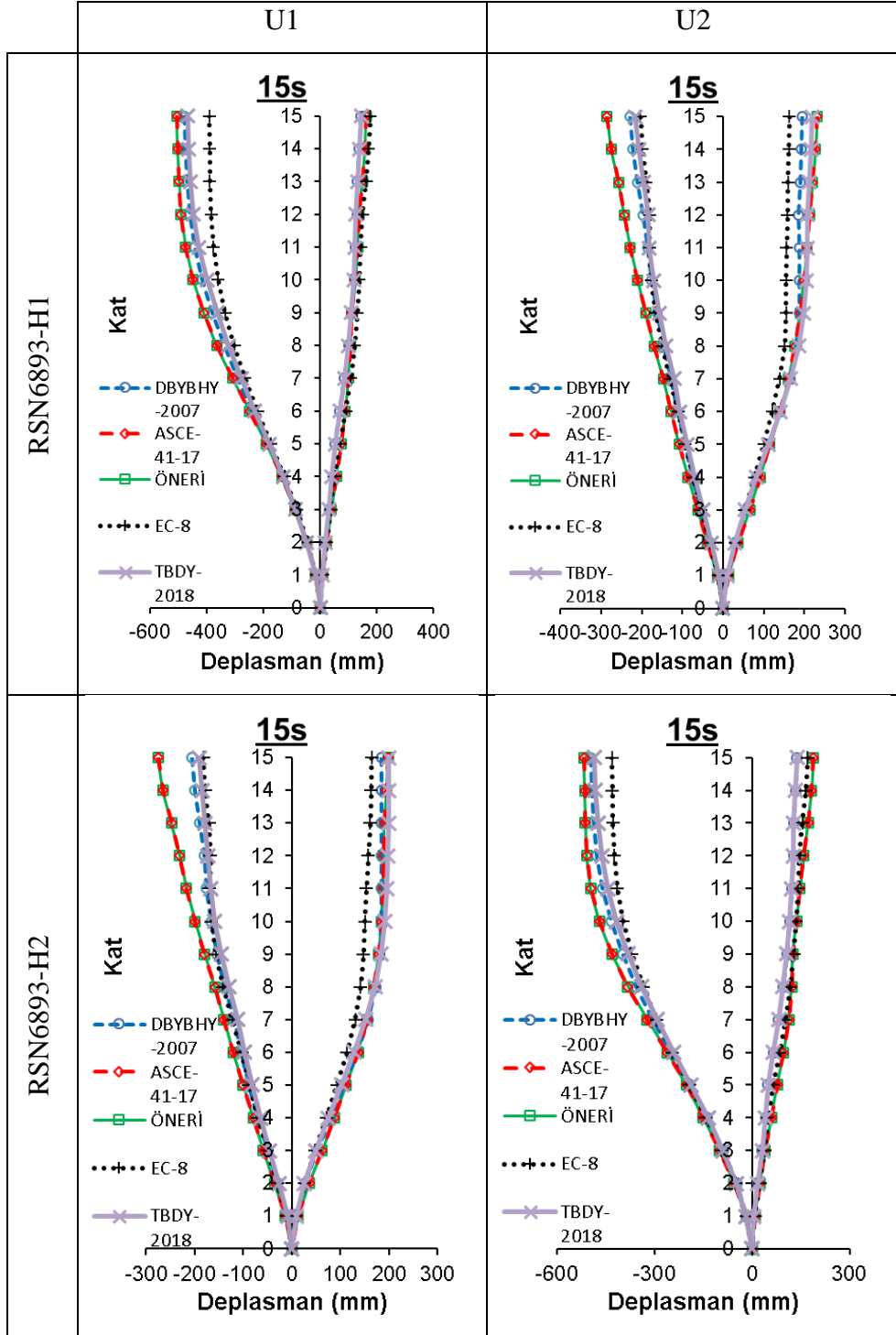
Şekil E.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



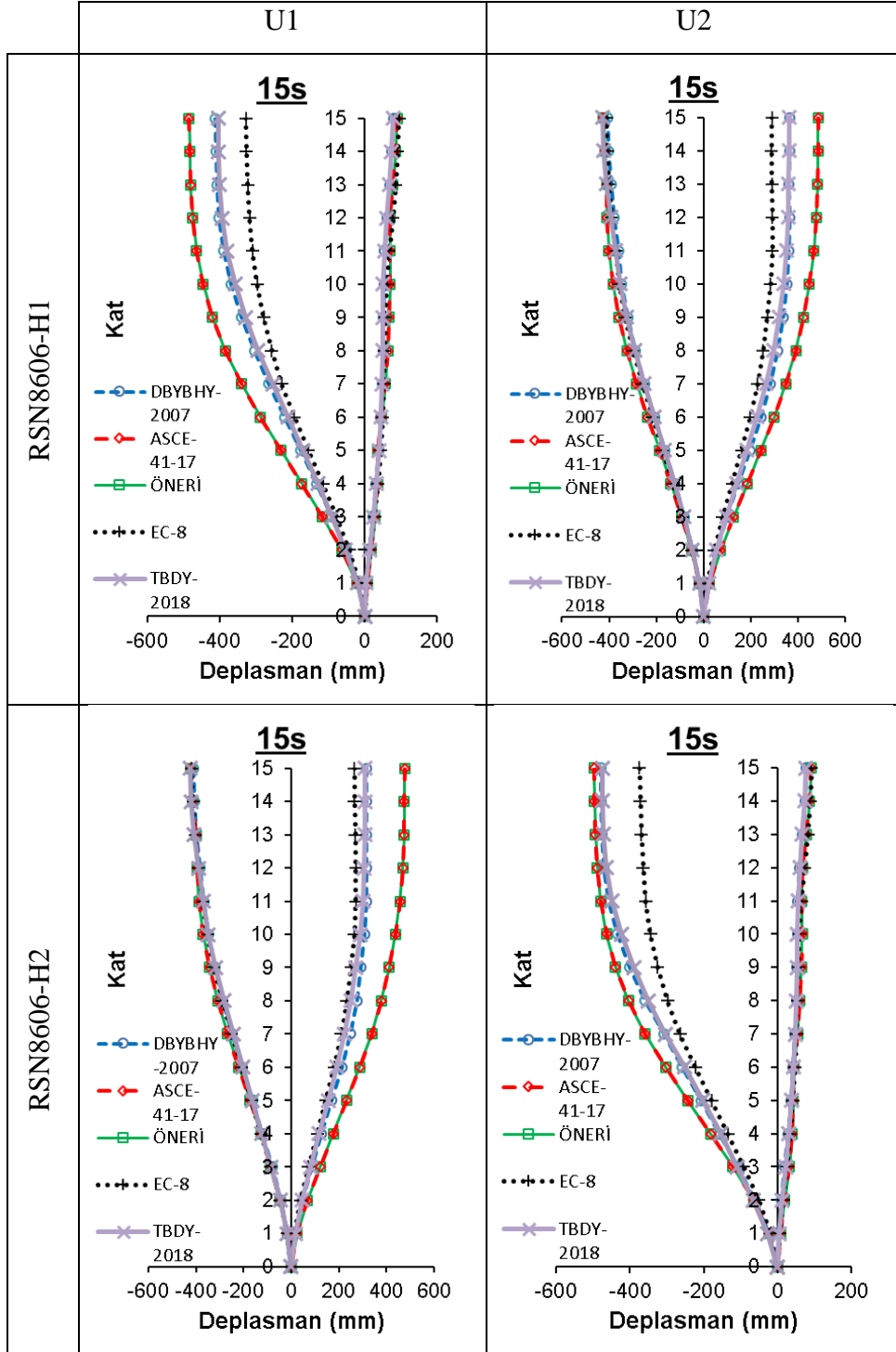
Şekil E.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



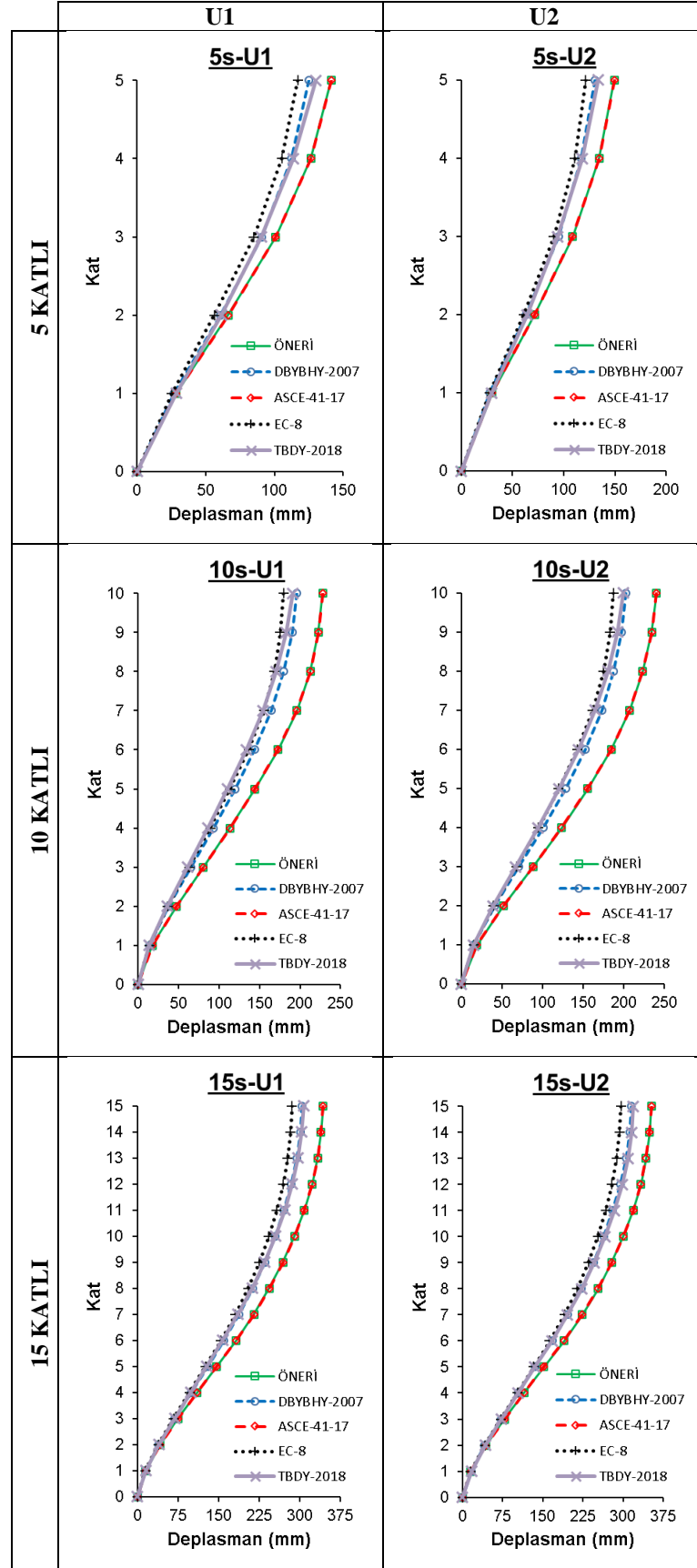
Şekil E.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri



Şekil E.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri

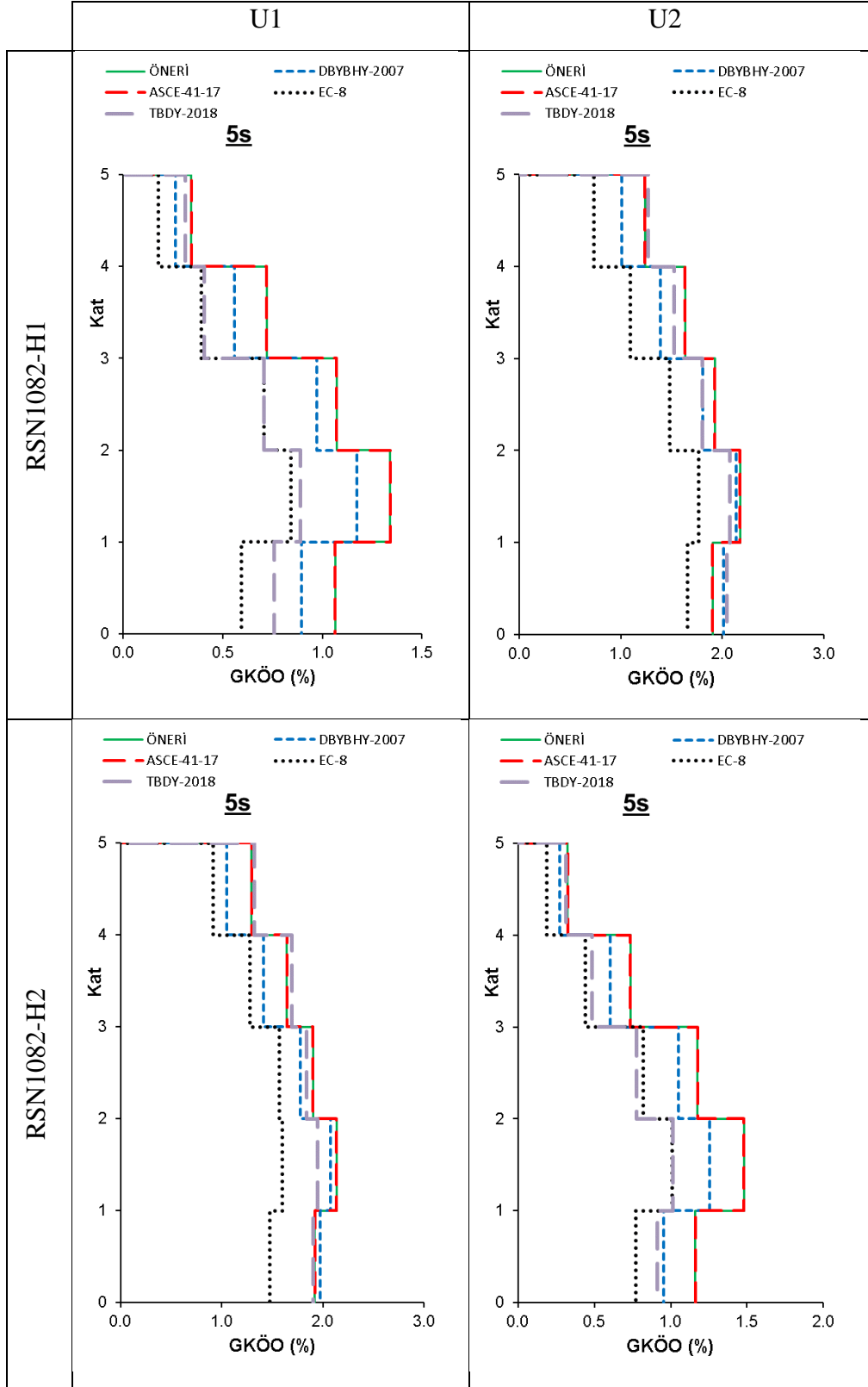


Şekil E.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre deplasman profilleri

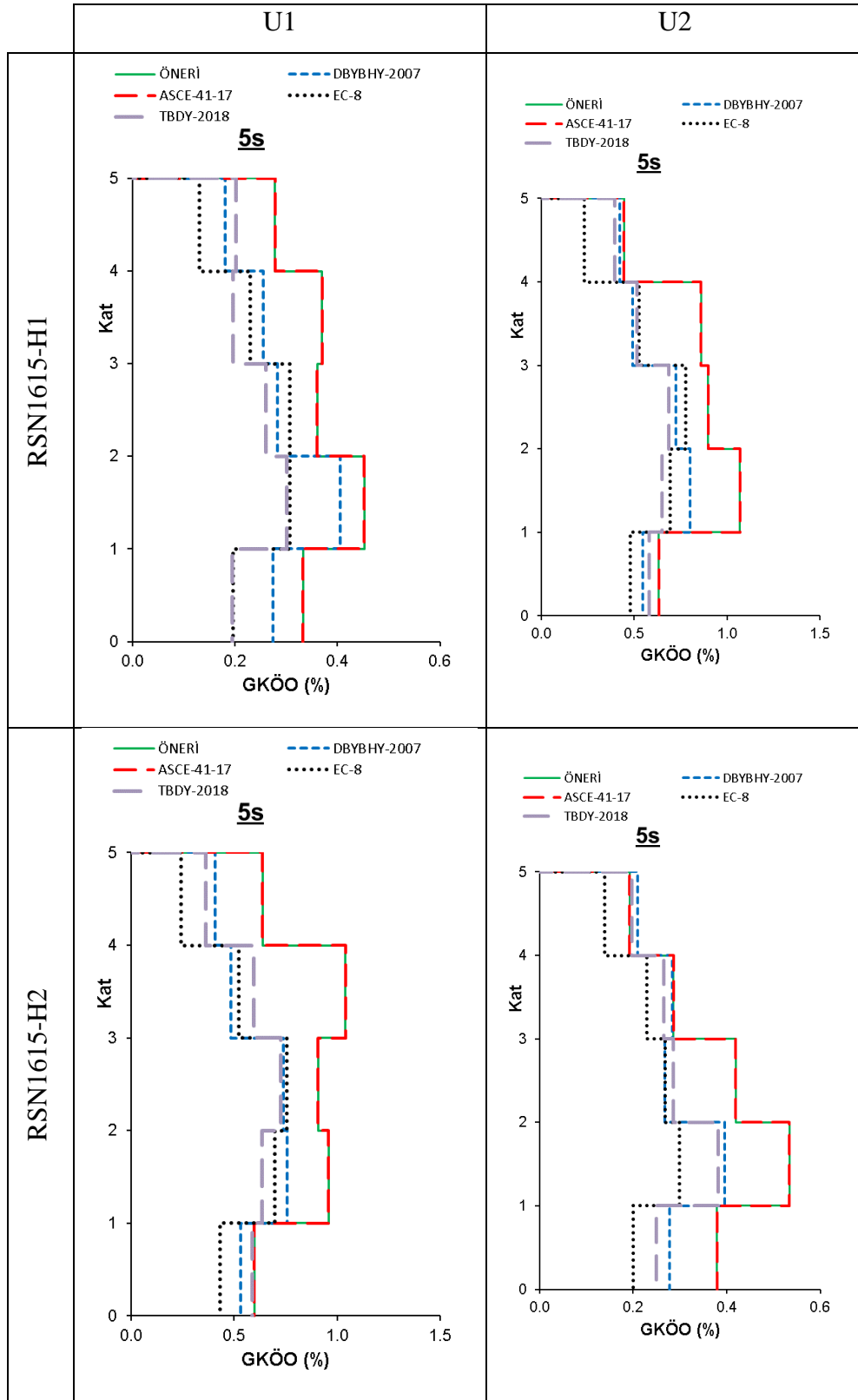


Şekil E.34: ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak maksimum taleplerin dikkate alınarak hesaplandığı ortalama deplasman profilleri

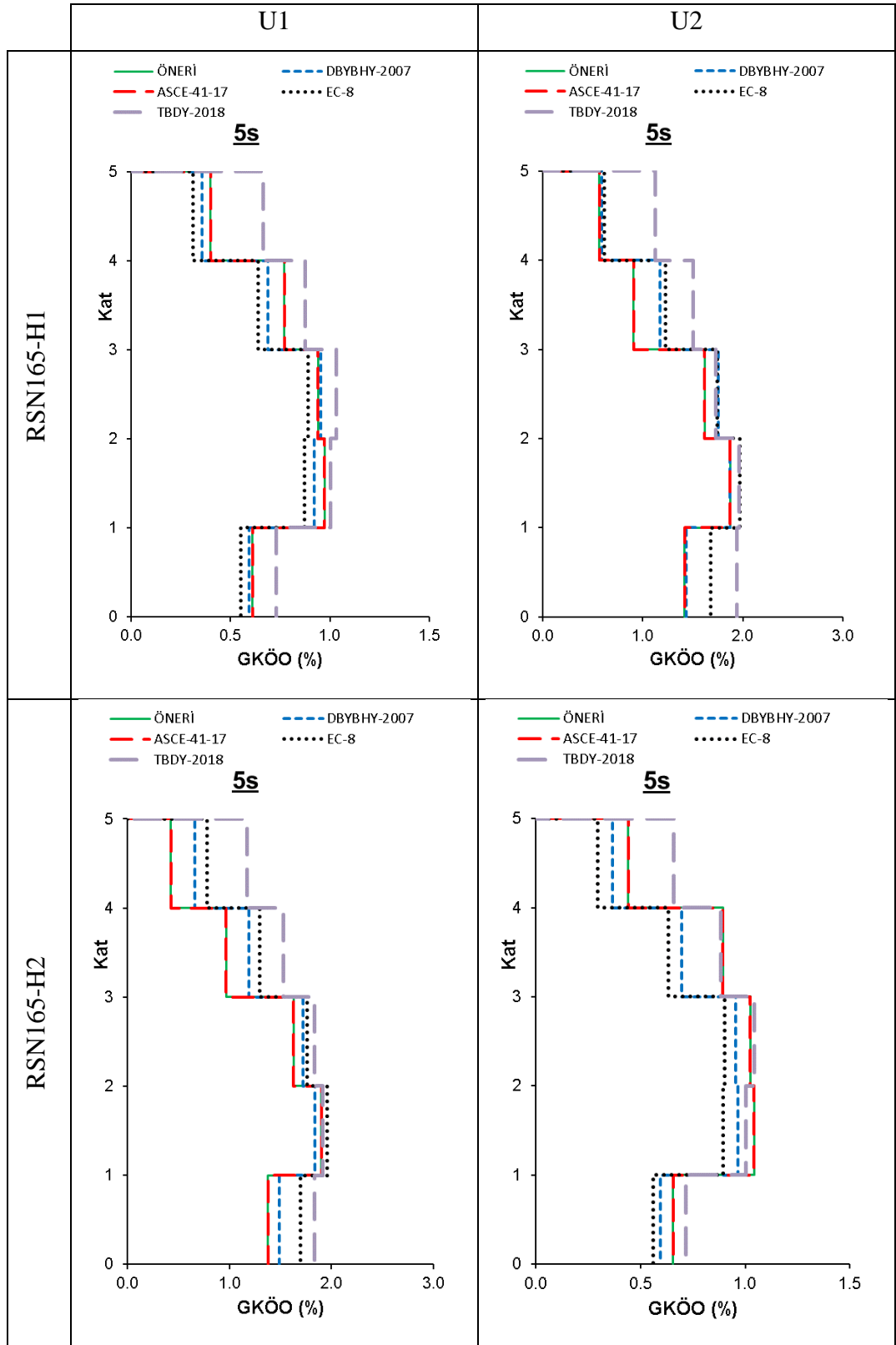
EK F Görelî Kat Ötelenme Oranı Önerilen



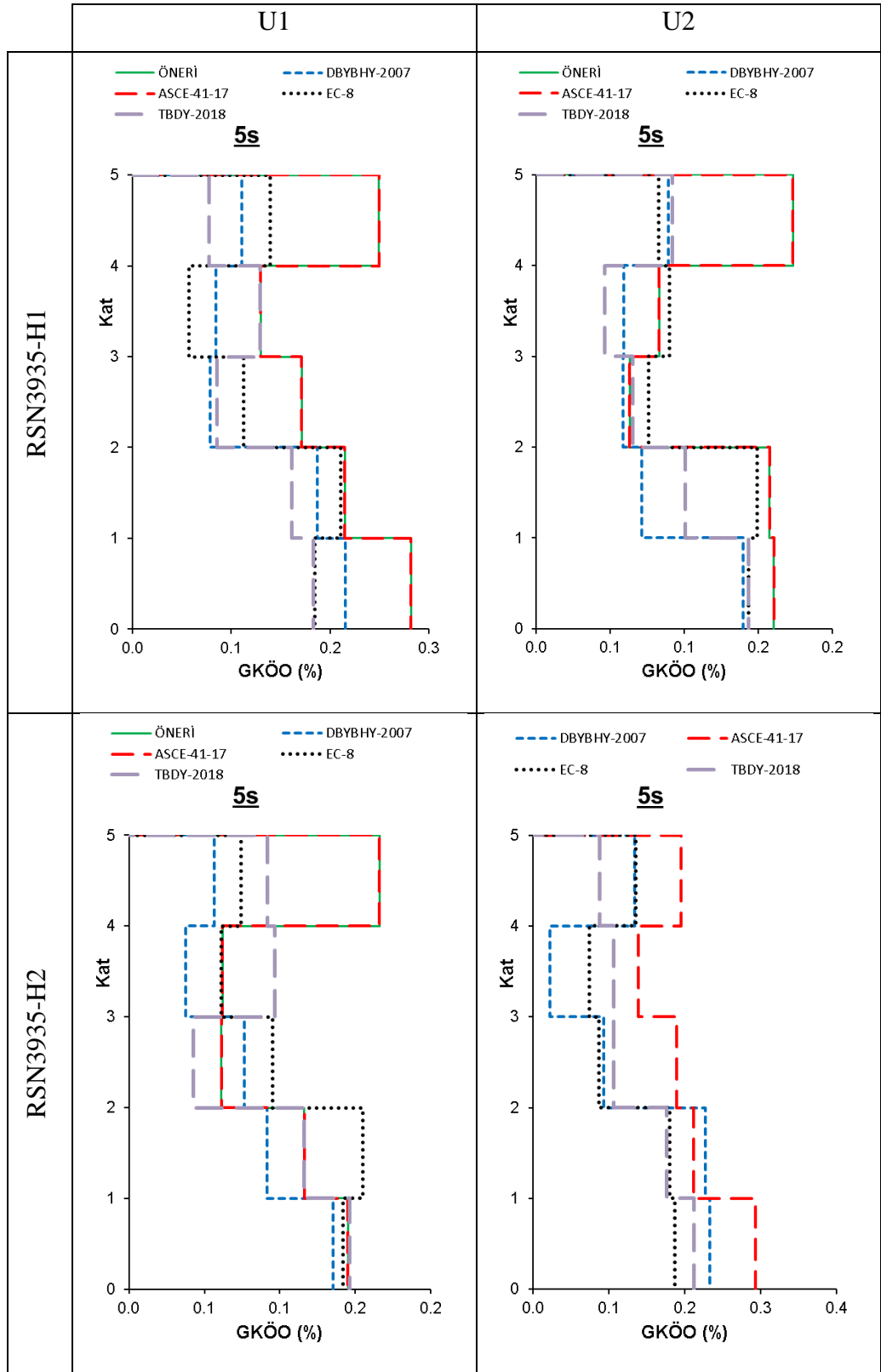
Şekil F.1: 5 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat ötelenme oranları



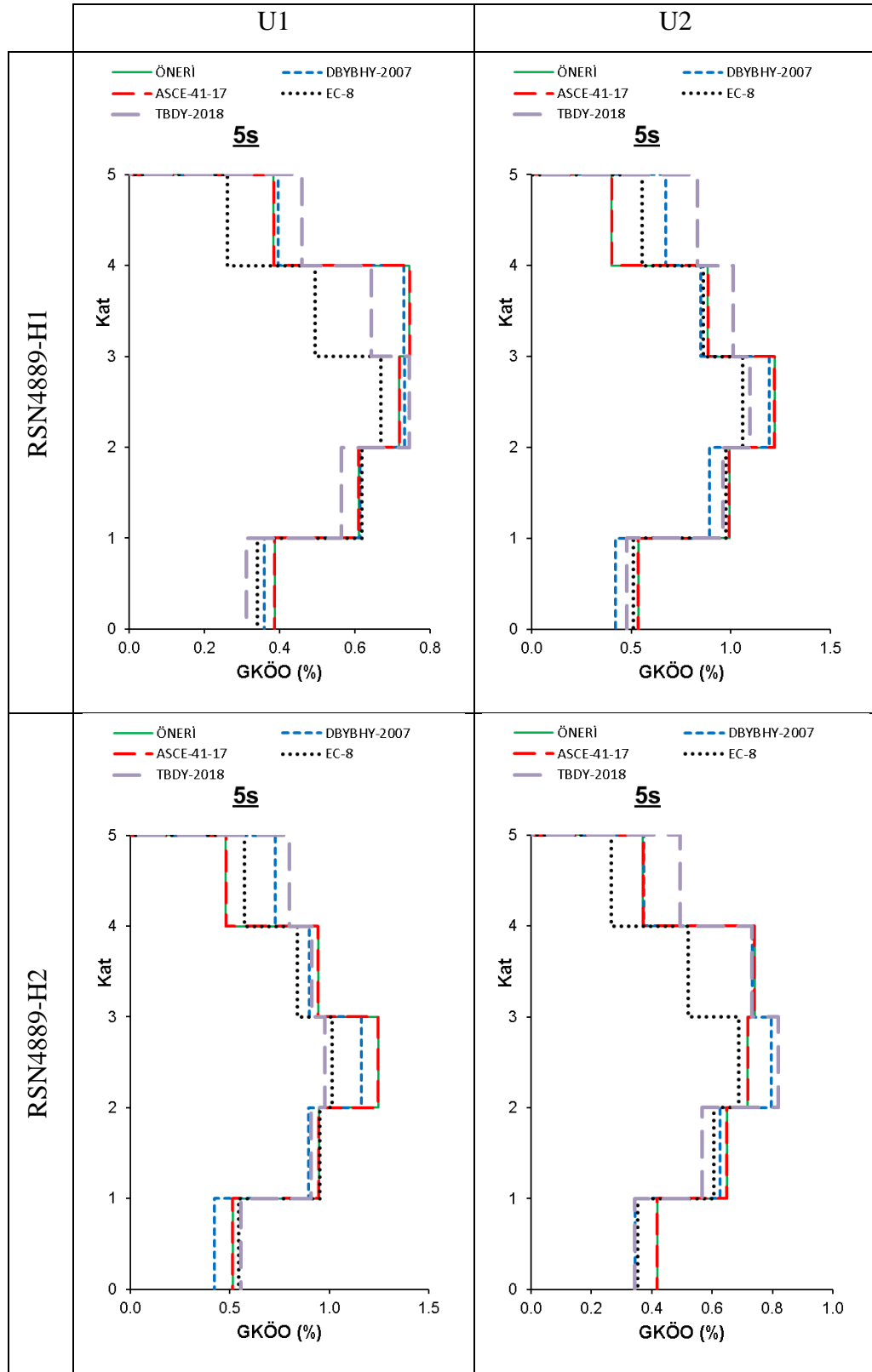
Şekil F.2: 5 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



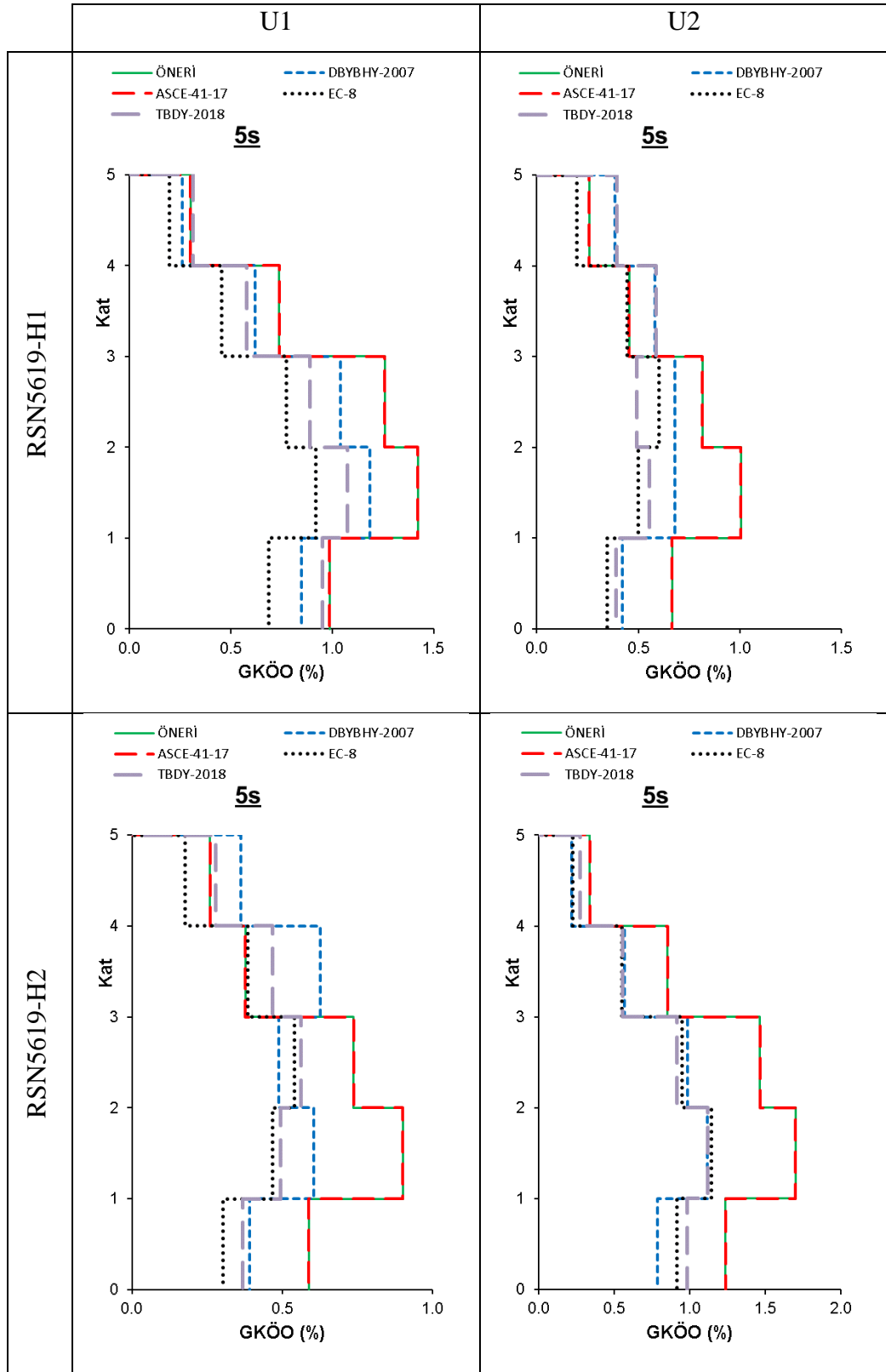
Şekil F.3: 5 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



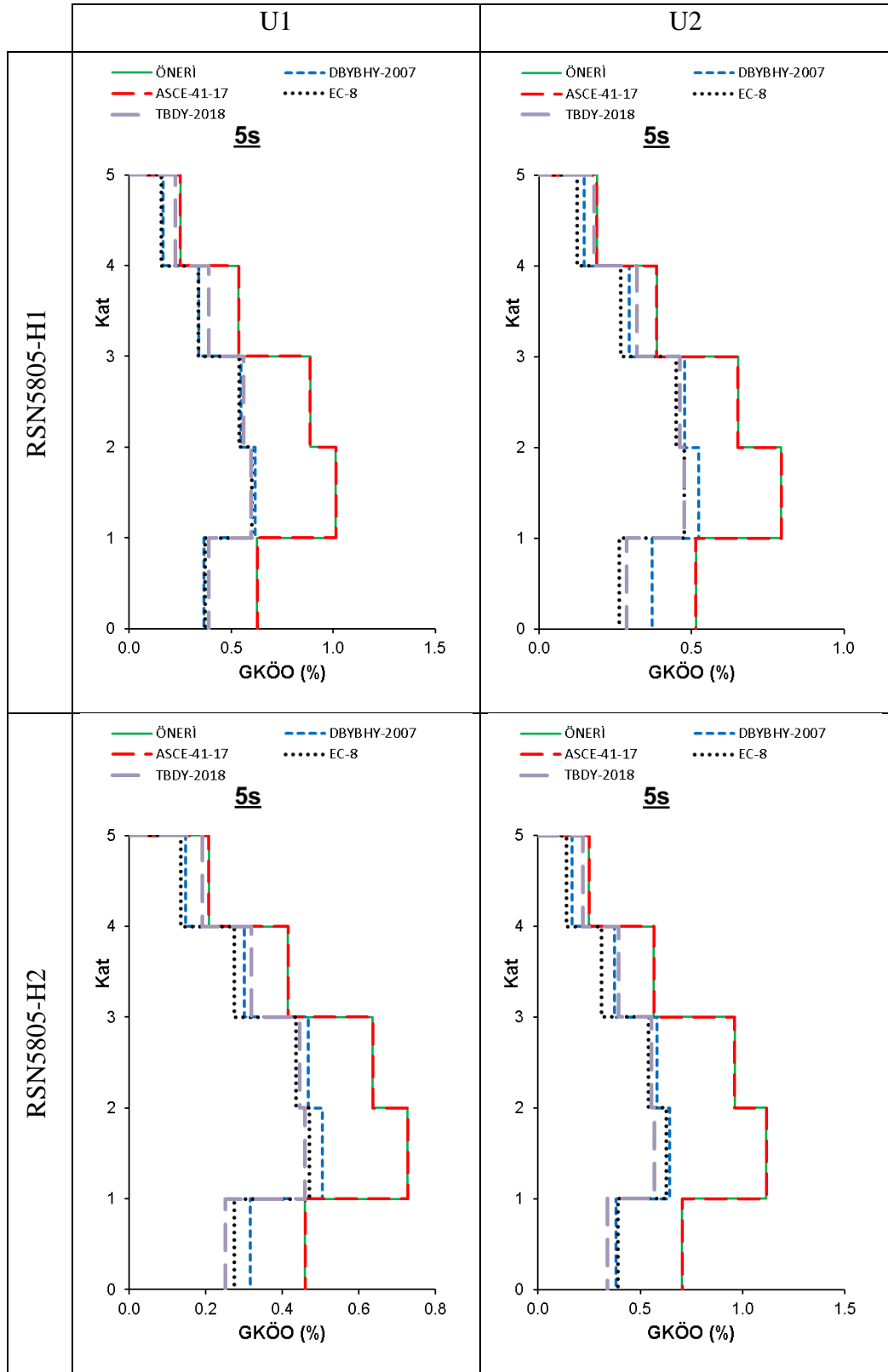
Şekil F.4: 5 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



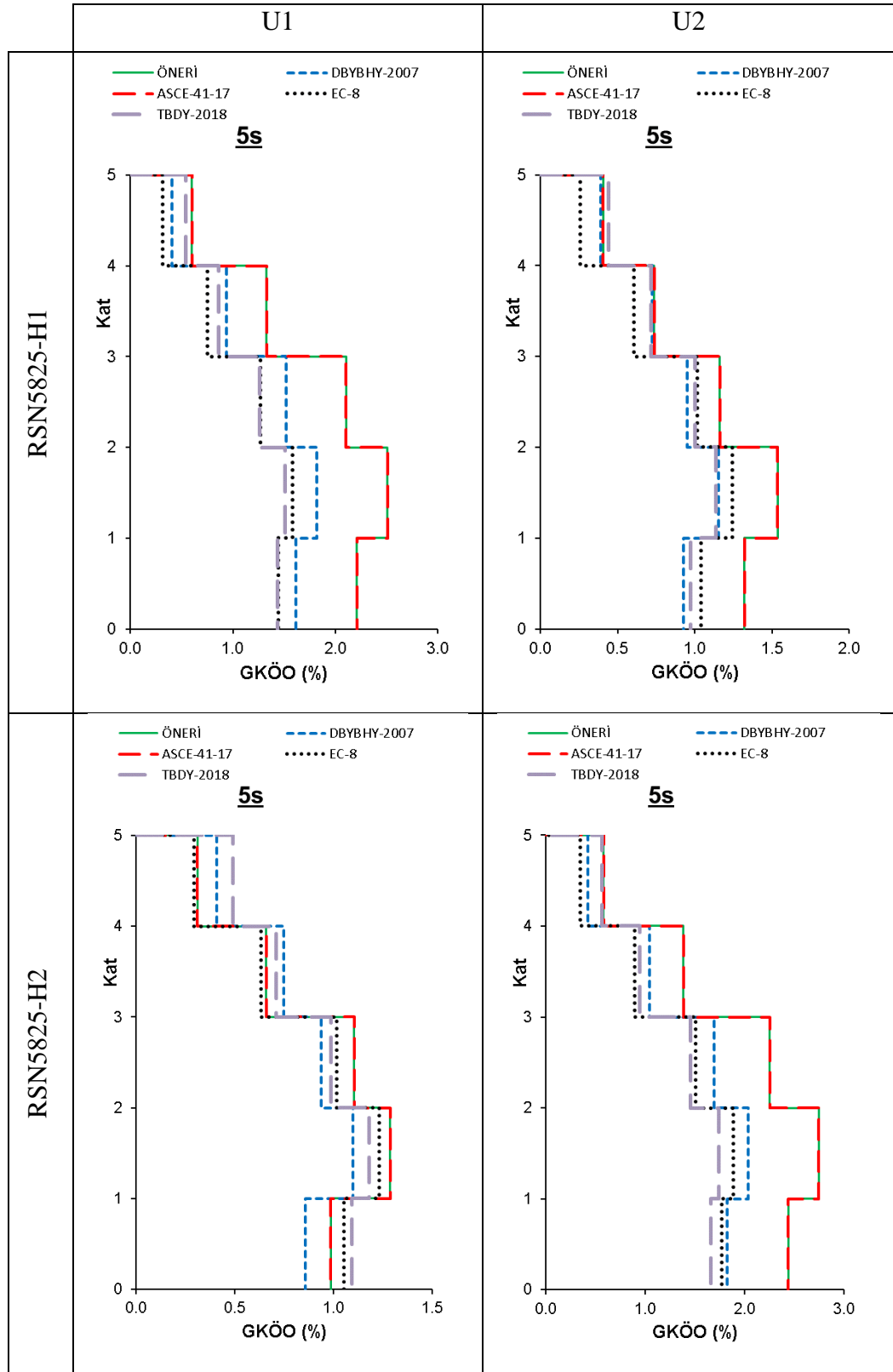
Şekil F.5: 5 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



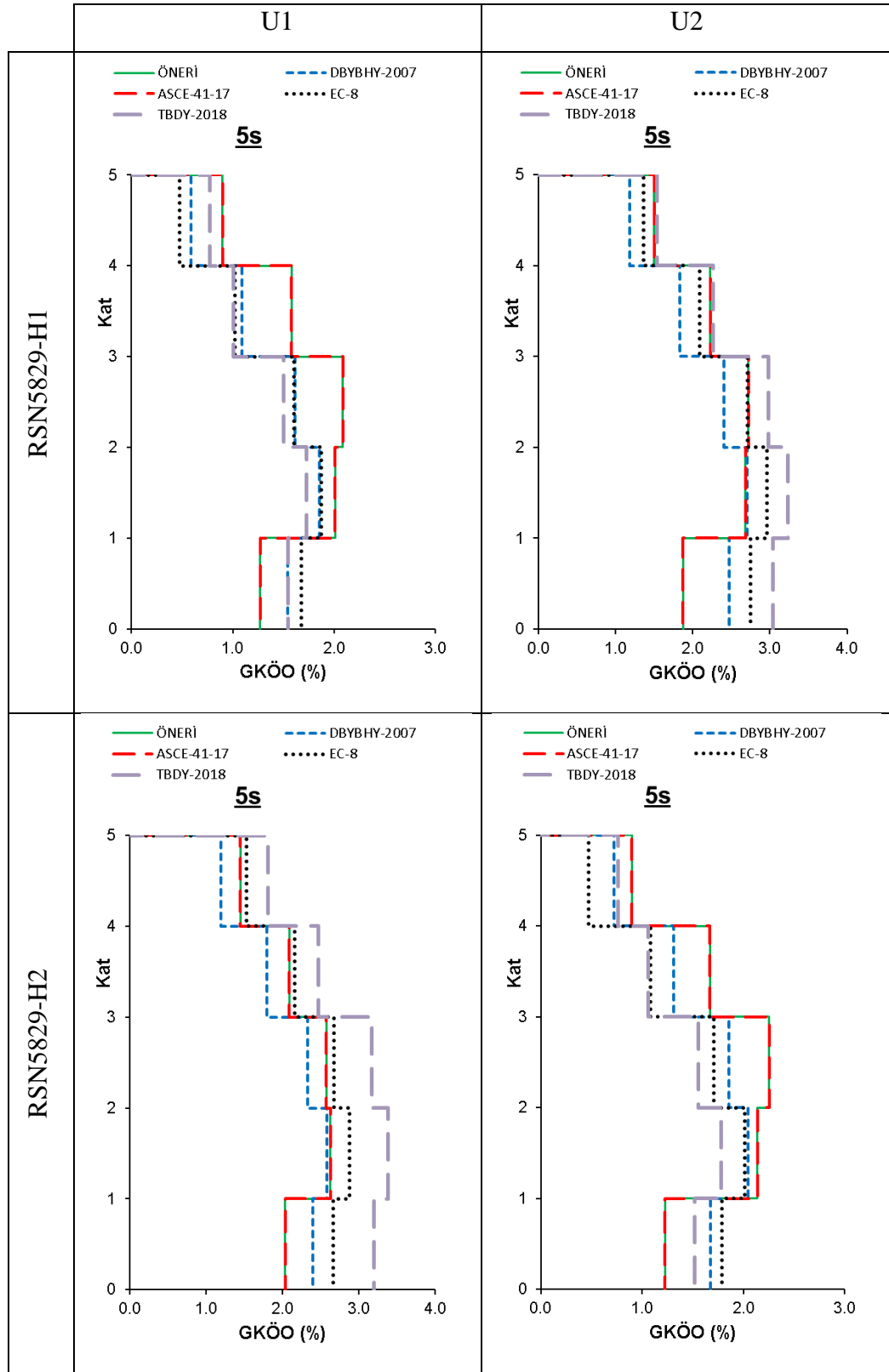
Şekil F.6: 5 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak göreli kat öteleme oranları



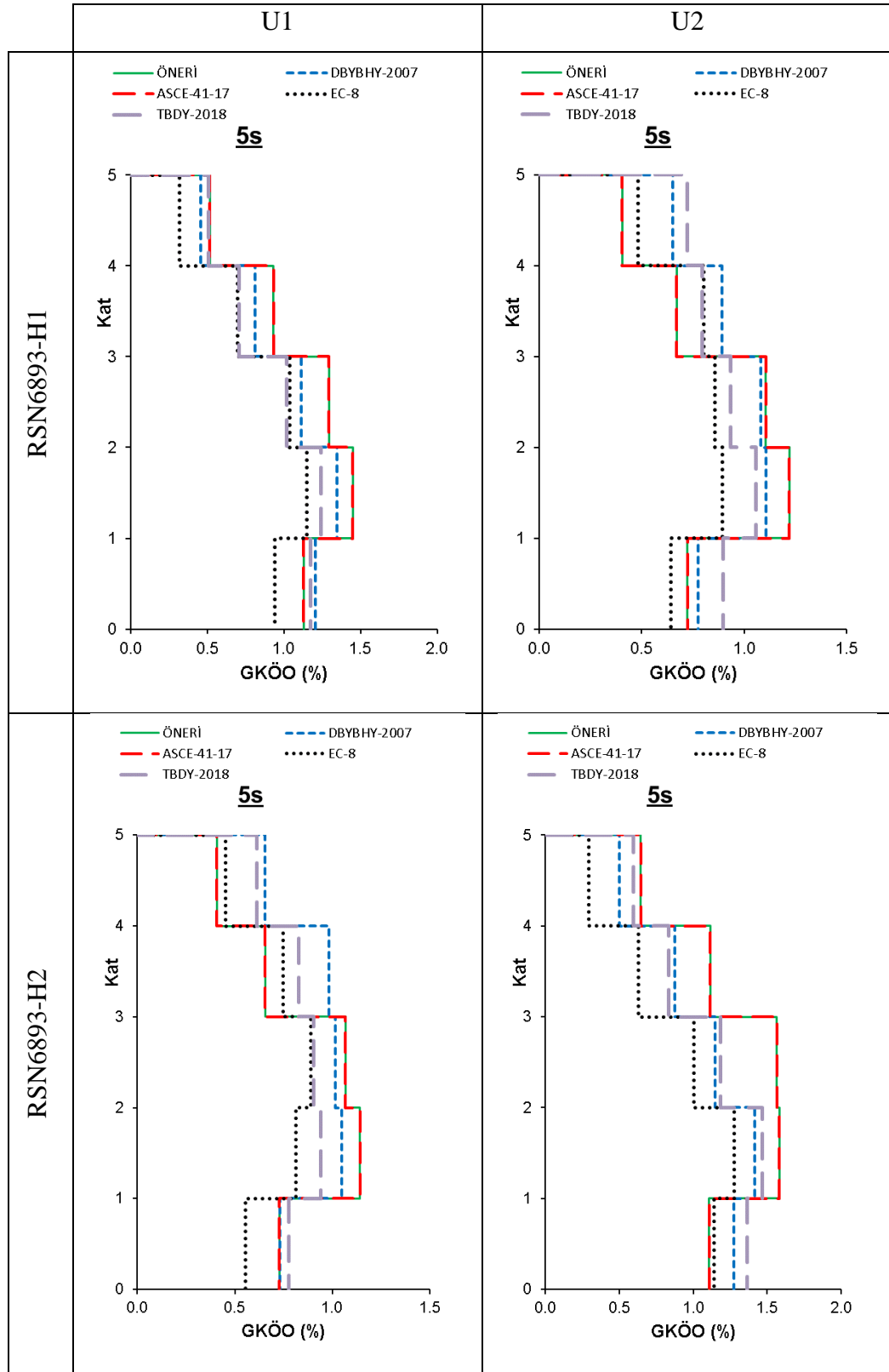
Şekil F.7: 5 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak göreli kat öteleme oranları



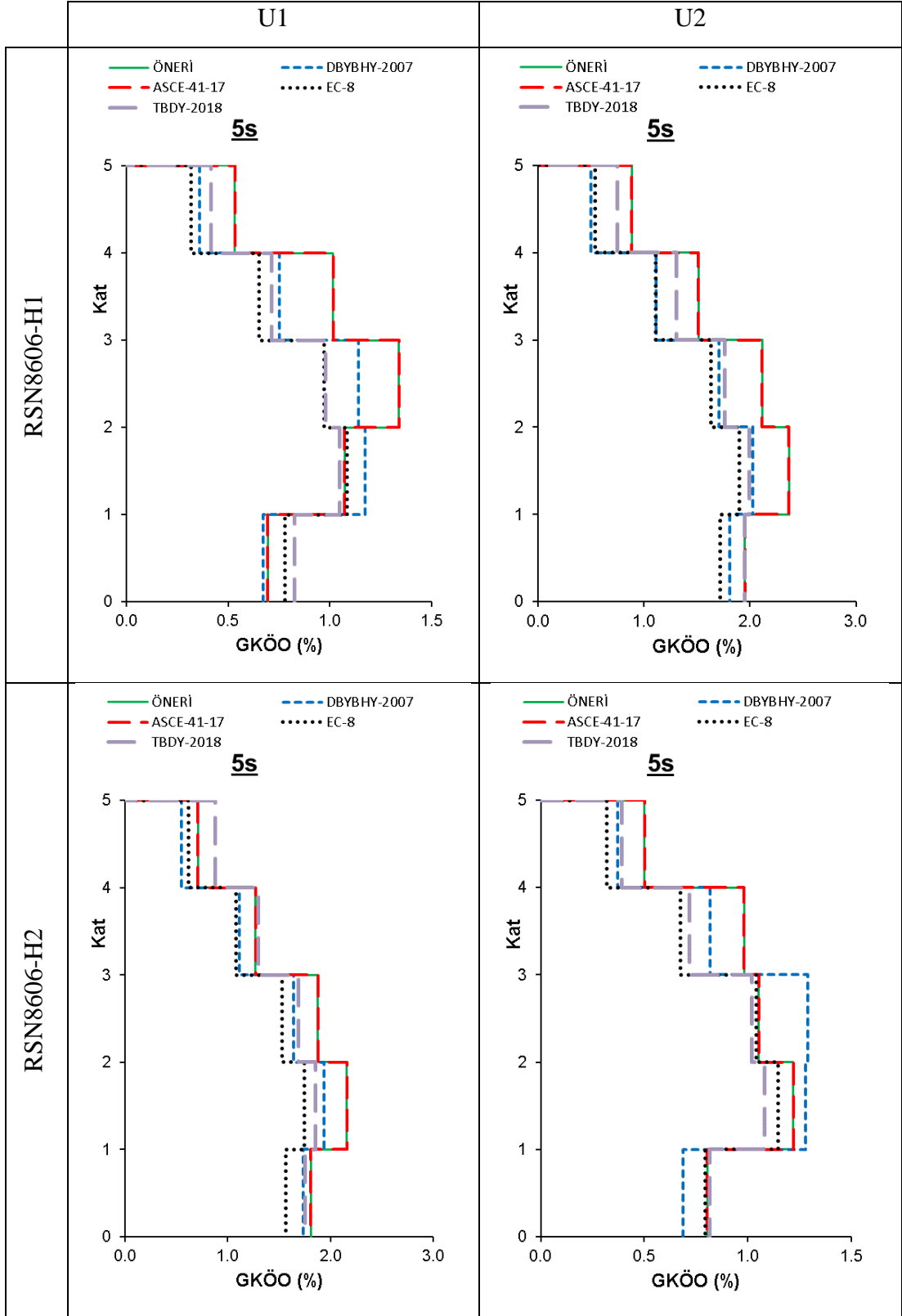
Şekil F.8: 5 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



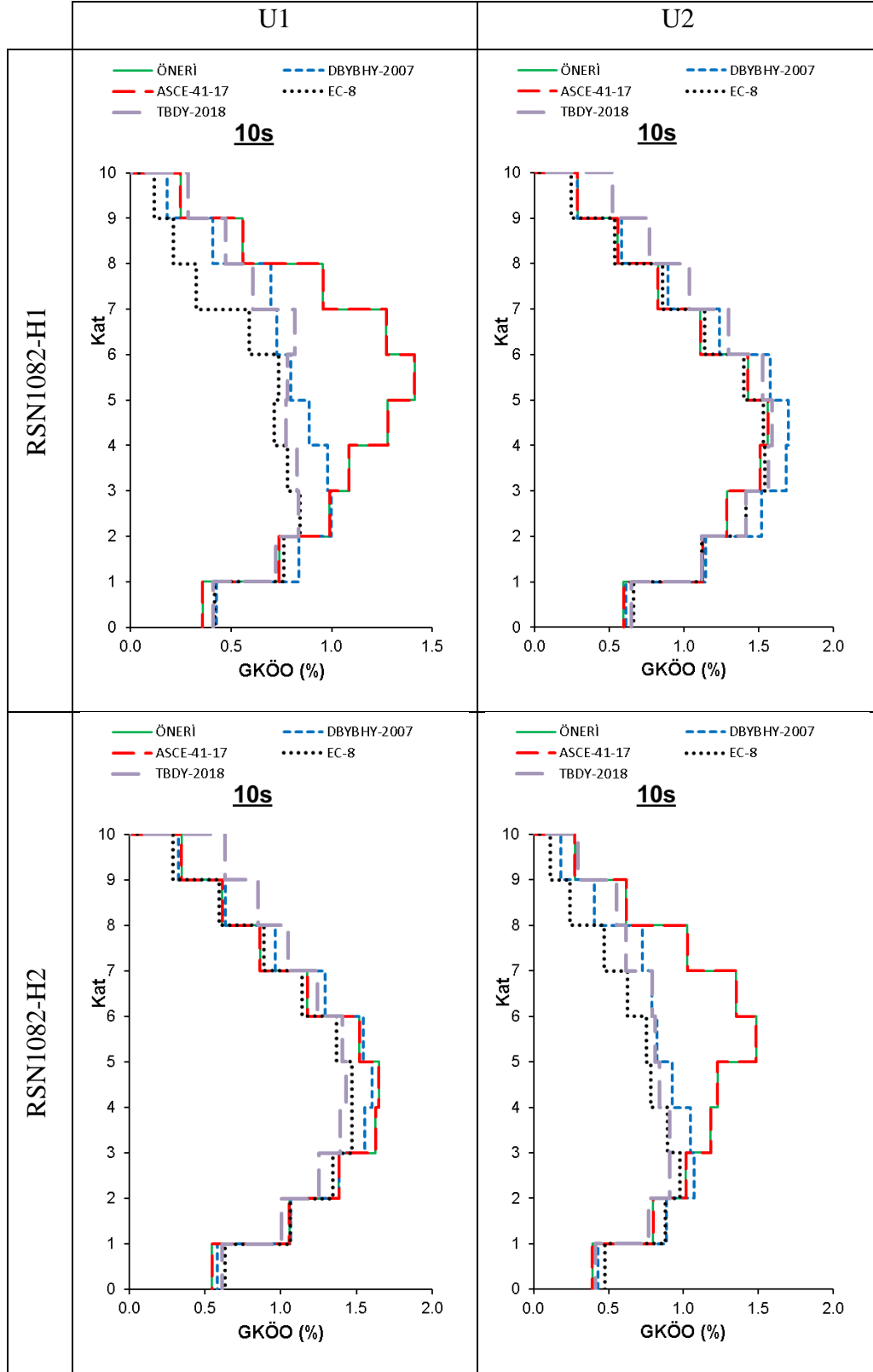
Şekil F.9: 5 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



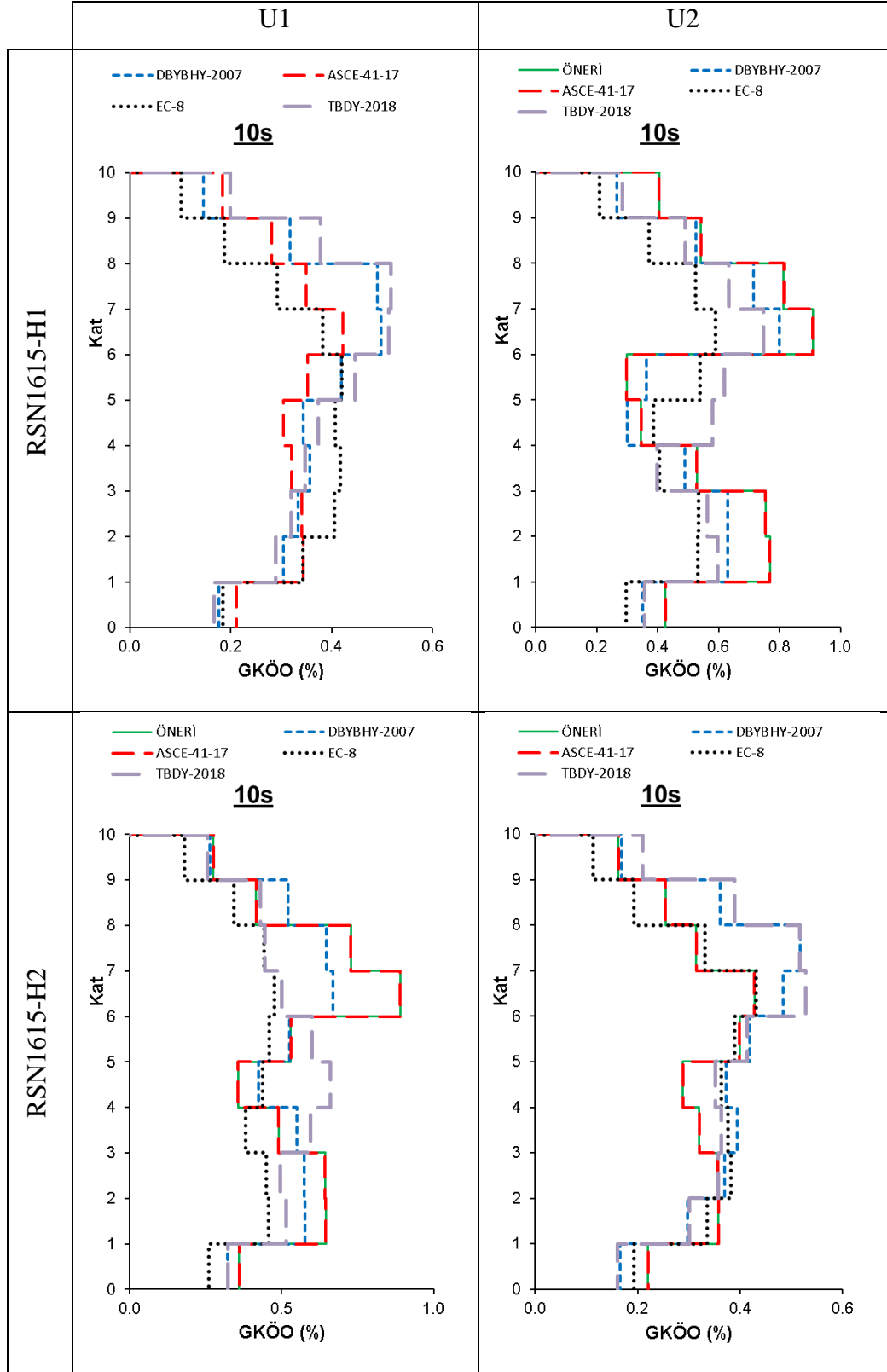
Şekil F.10: 5 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



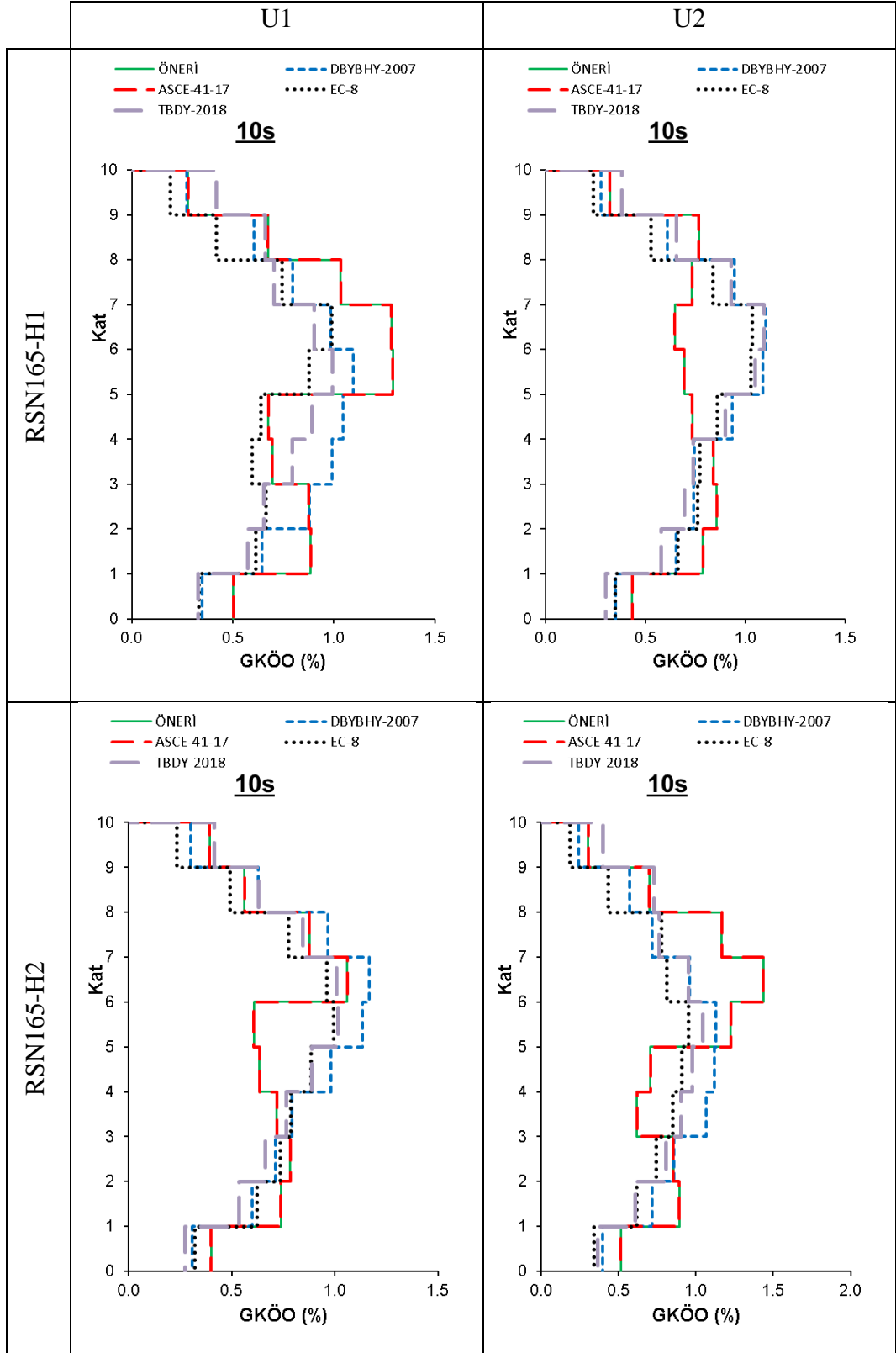
Şekil F.11: 5 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



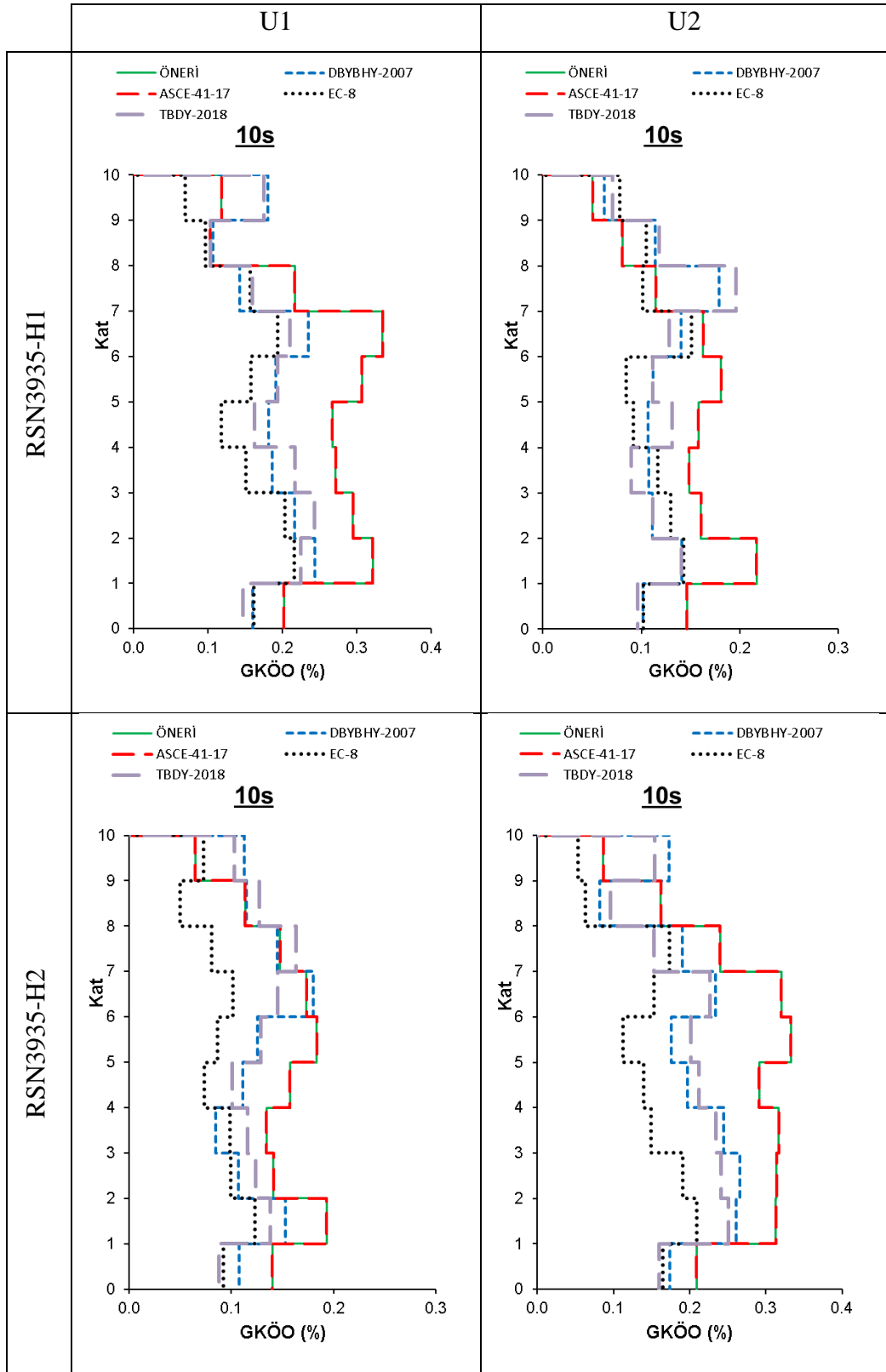
Şekil F.12: 10 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



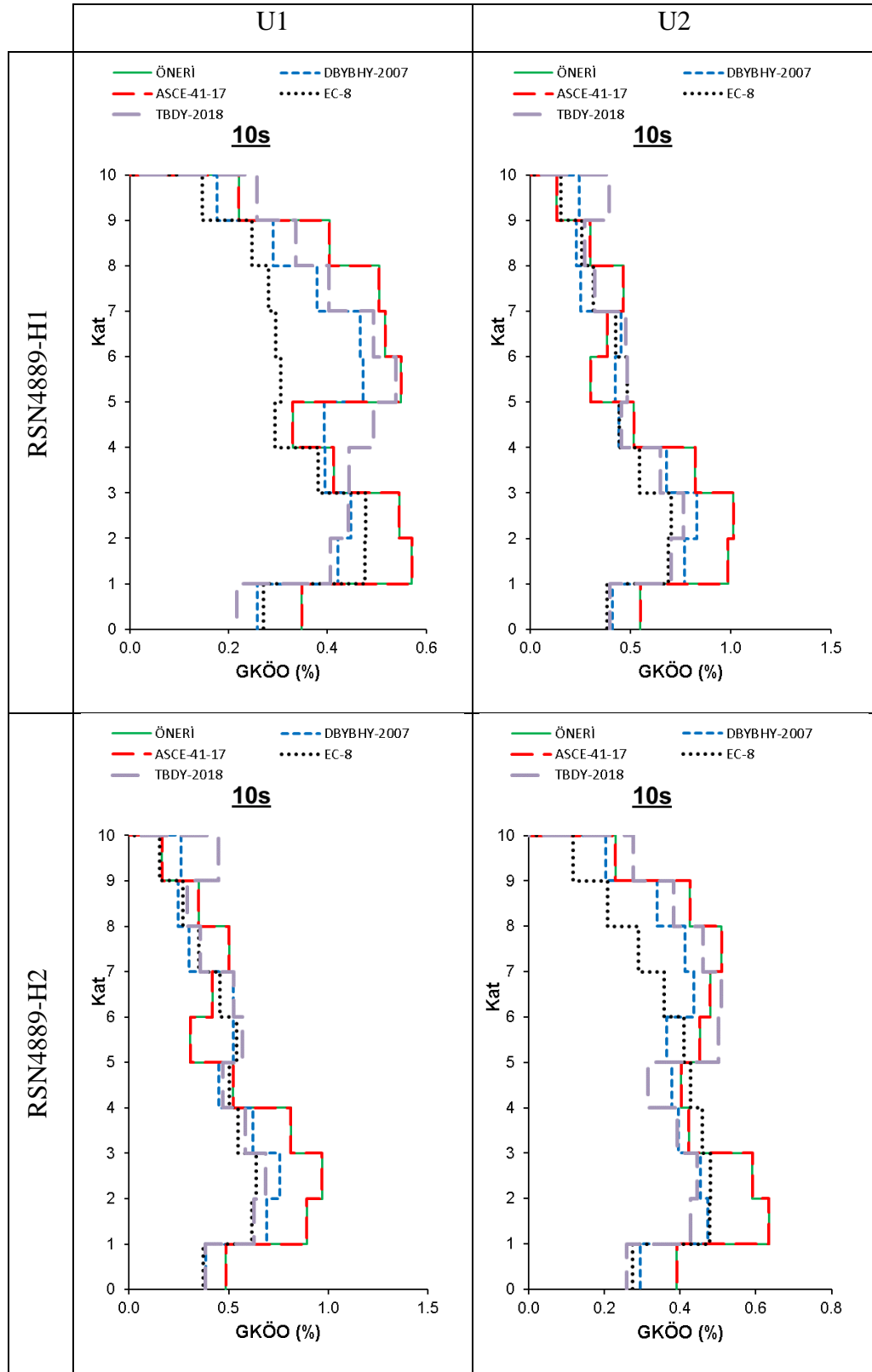
Şekil F.13: 10 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



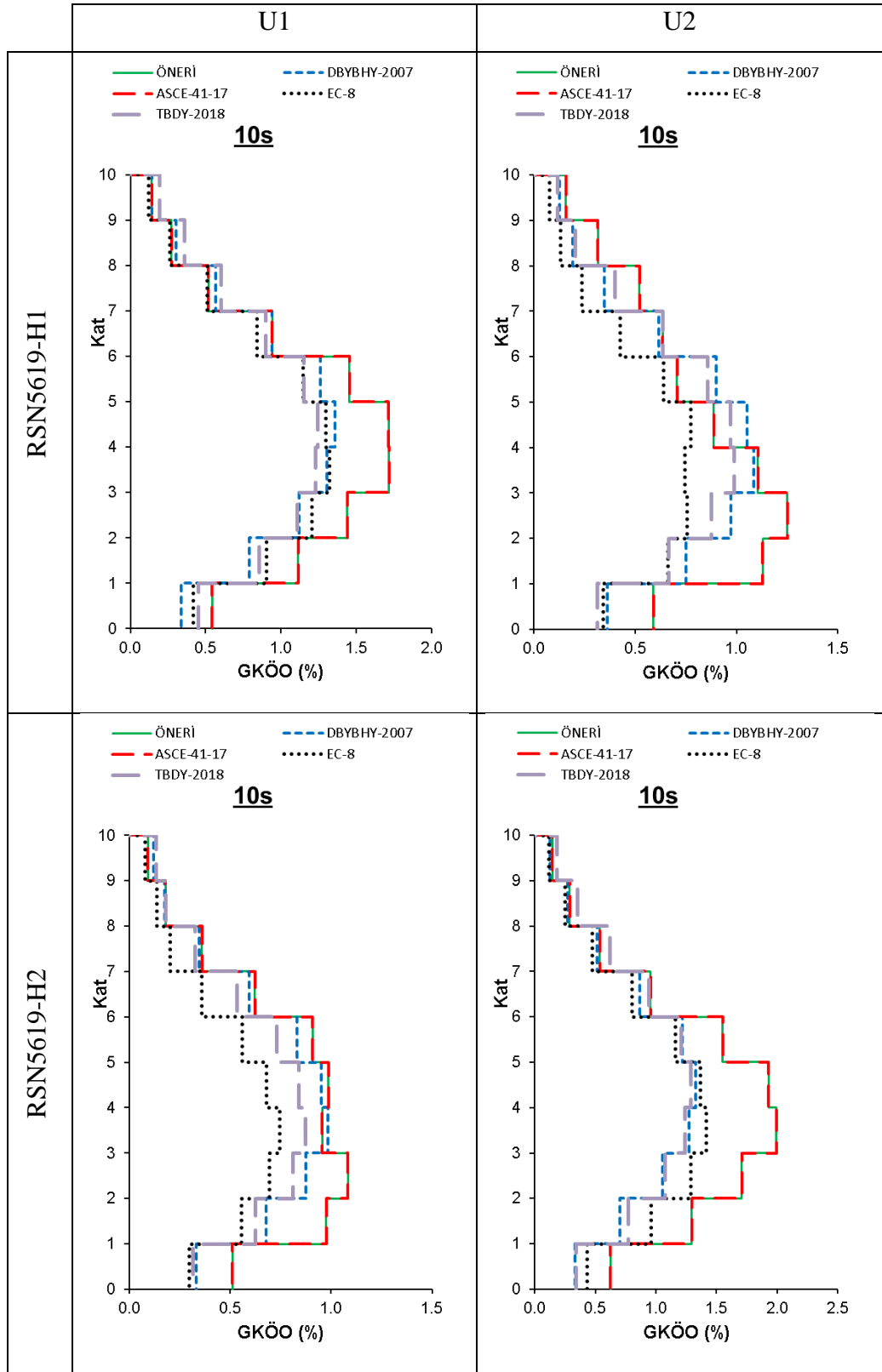
Şekil F.14: 10 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



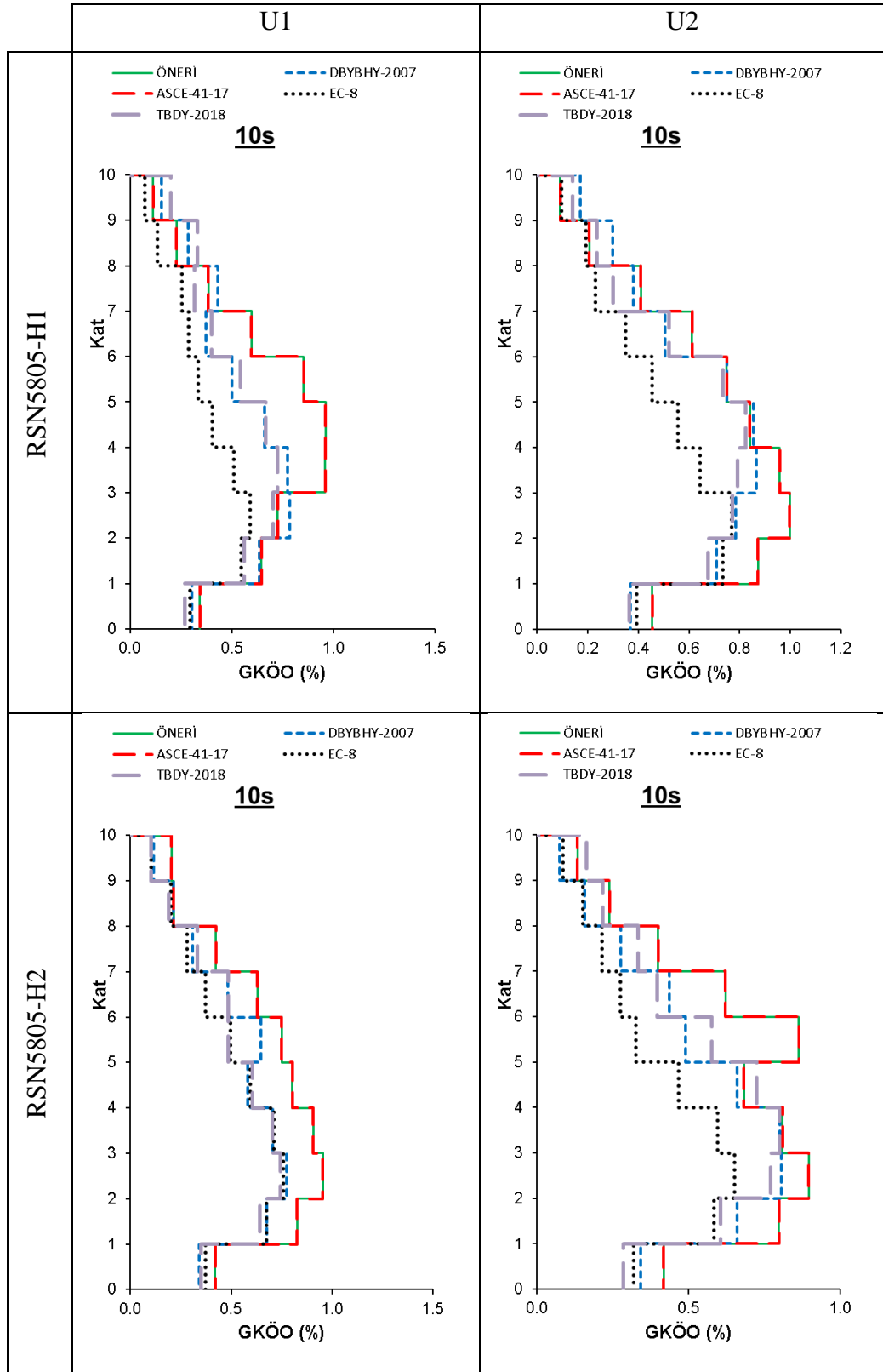
Şekil F.15: 10 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



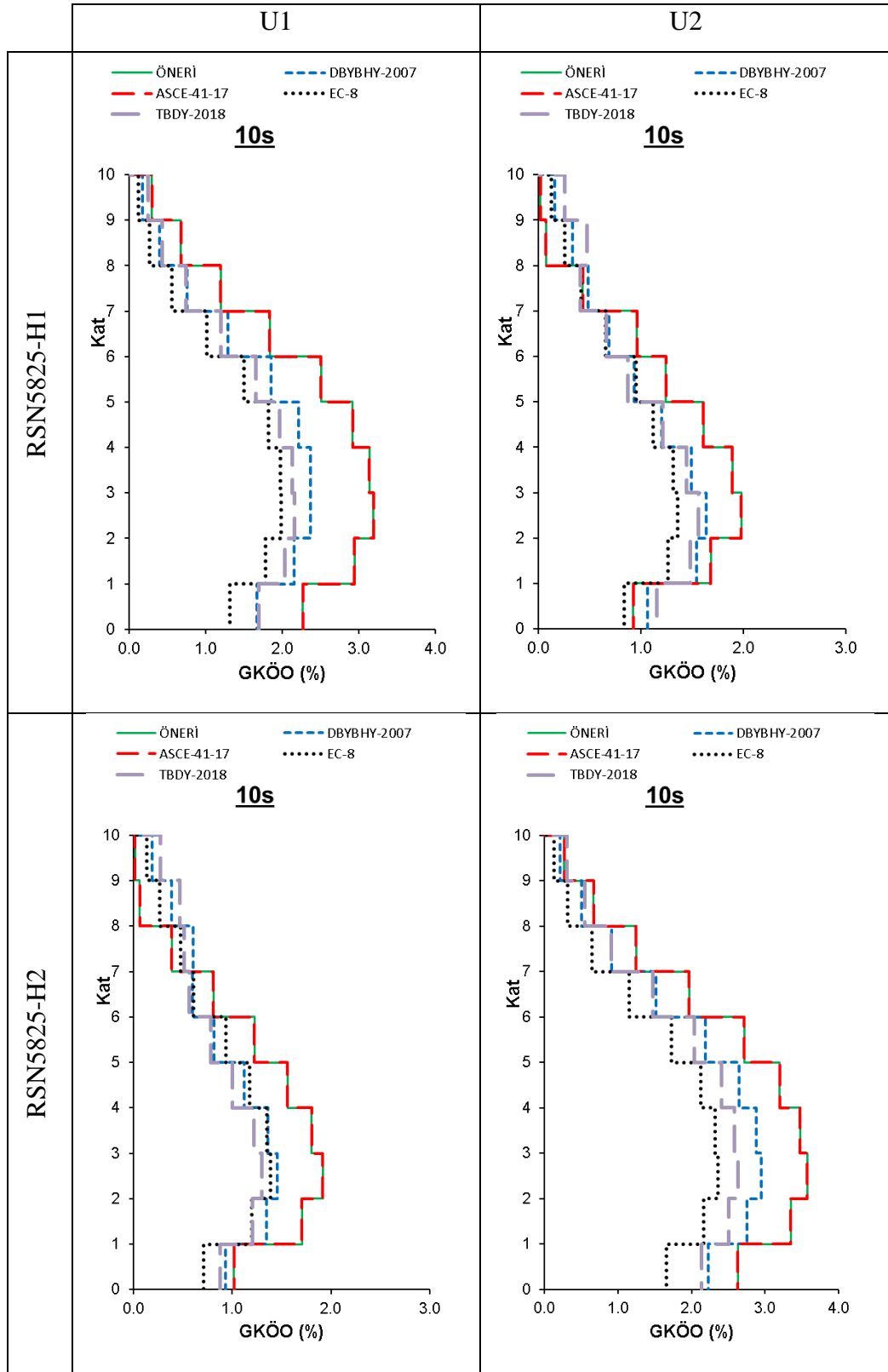
Şekil F.16: 10 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



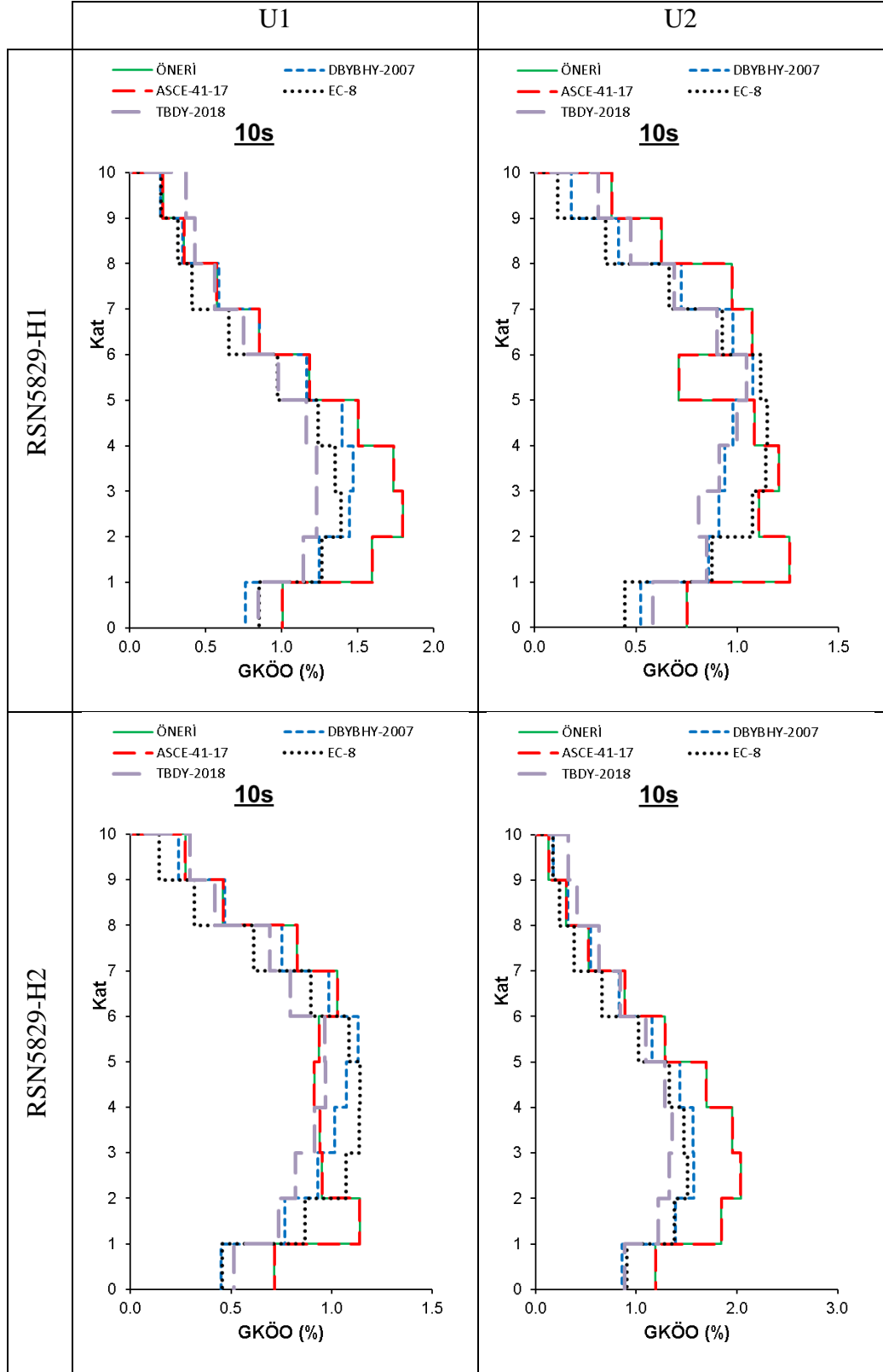
Şekil F.17: 10 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



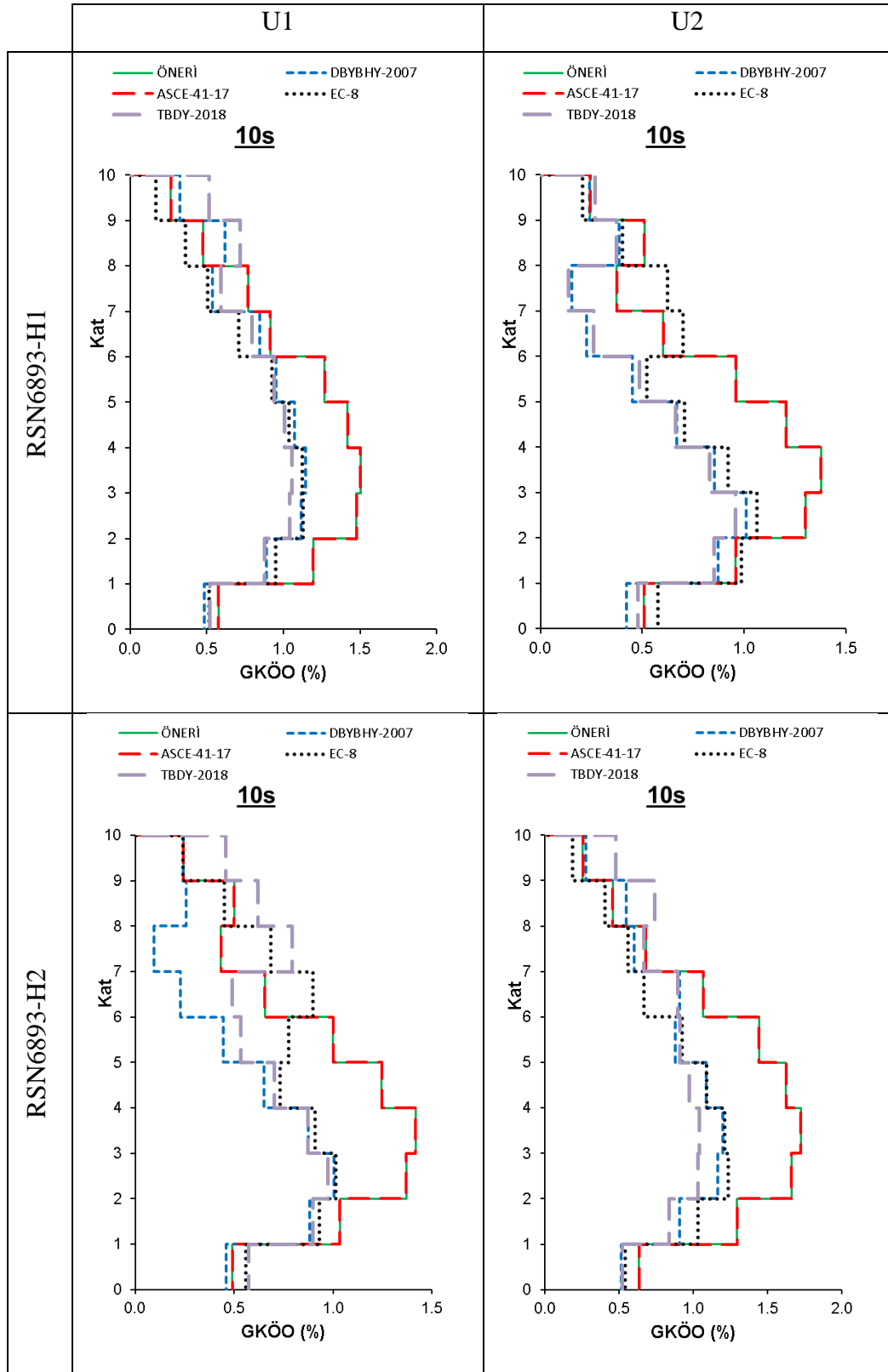
Şekil F.18: 10 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



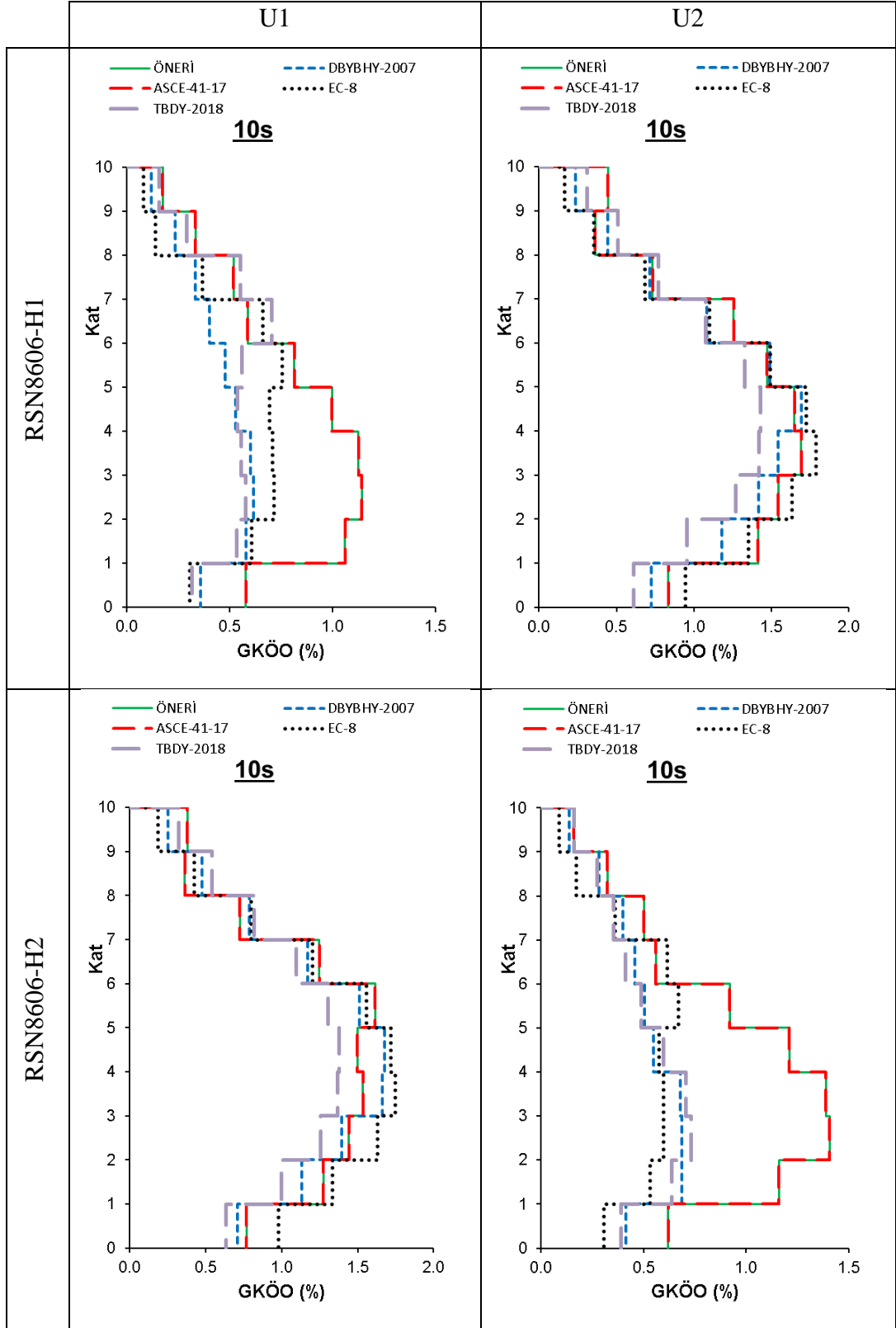
Şekil F.19: 10 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



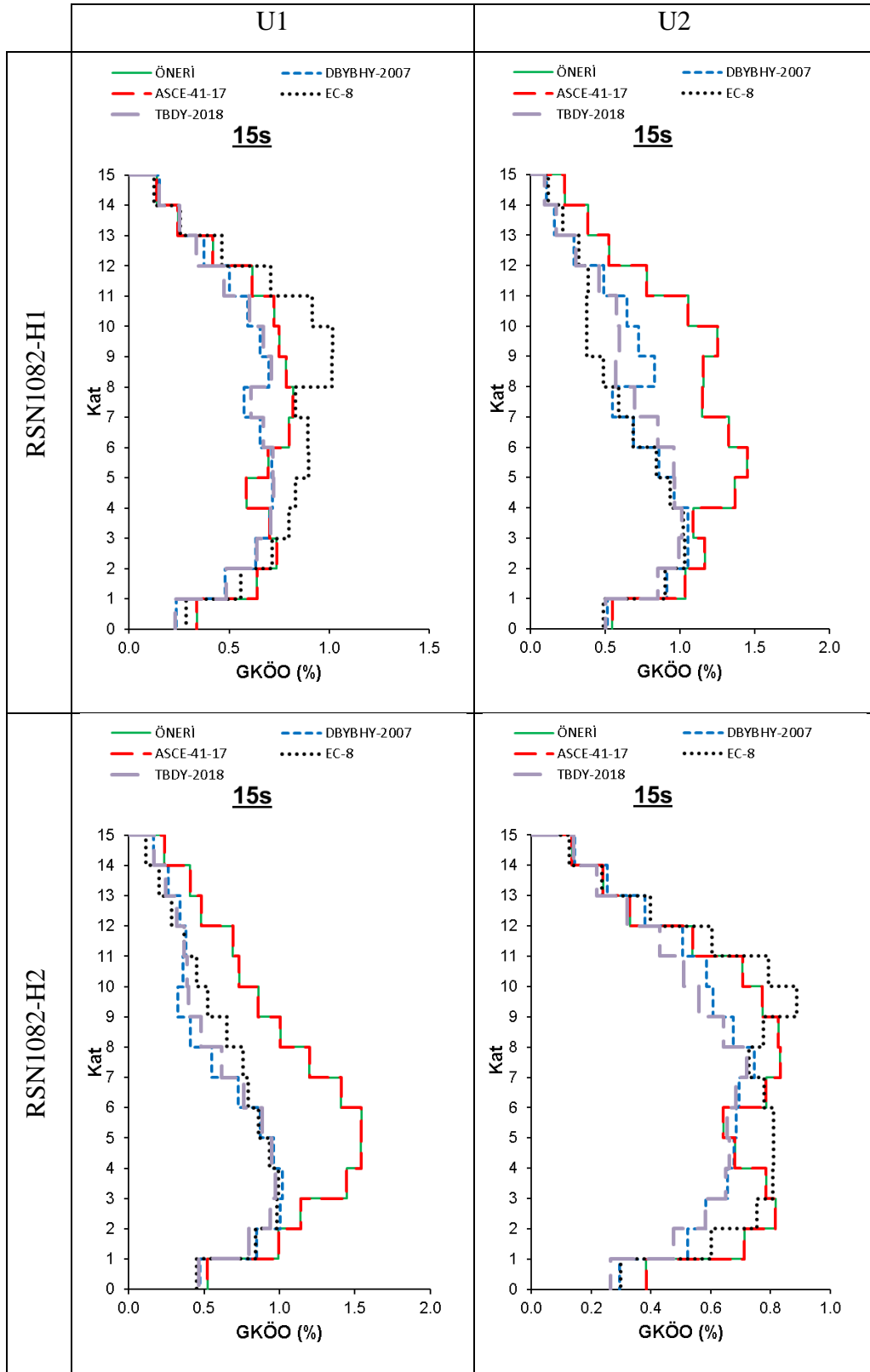
Şekil F.20: 10 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



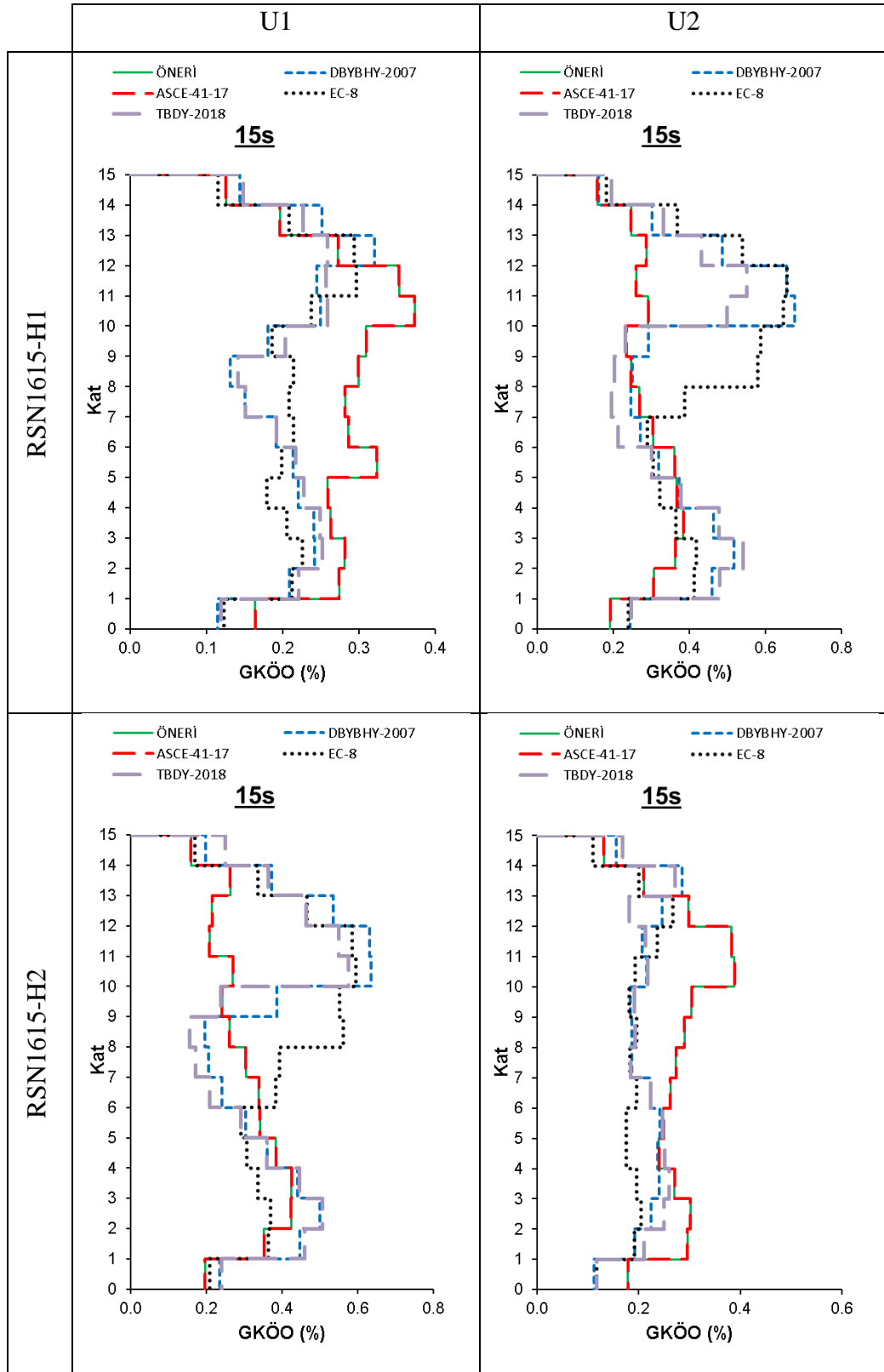
Şekil F.21: 10 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



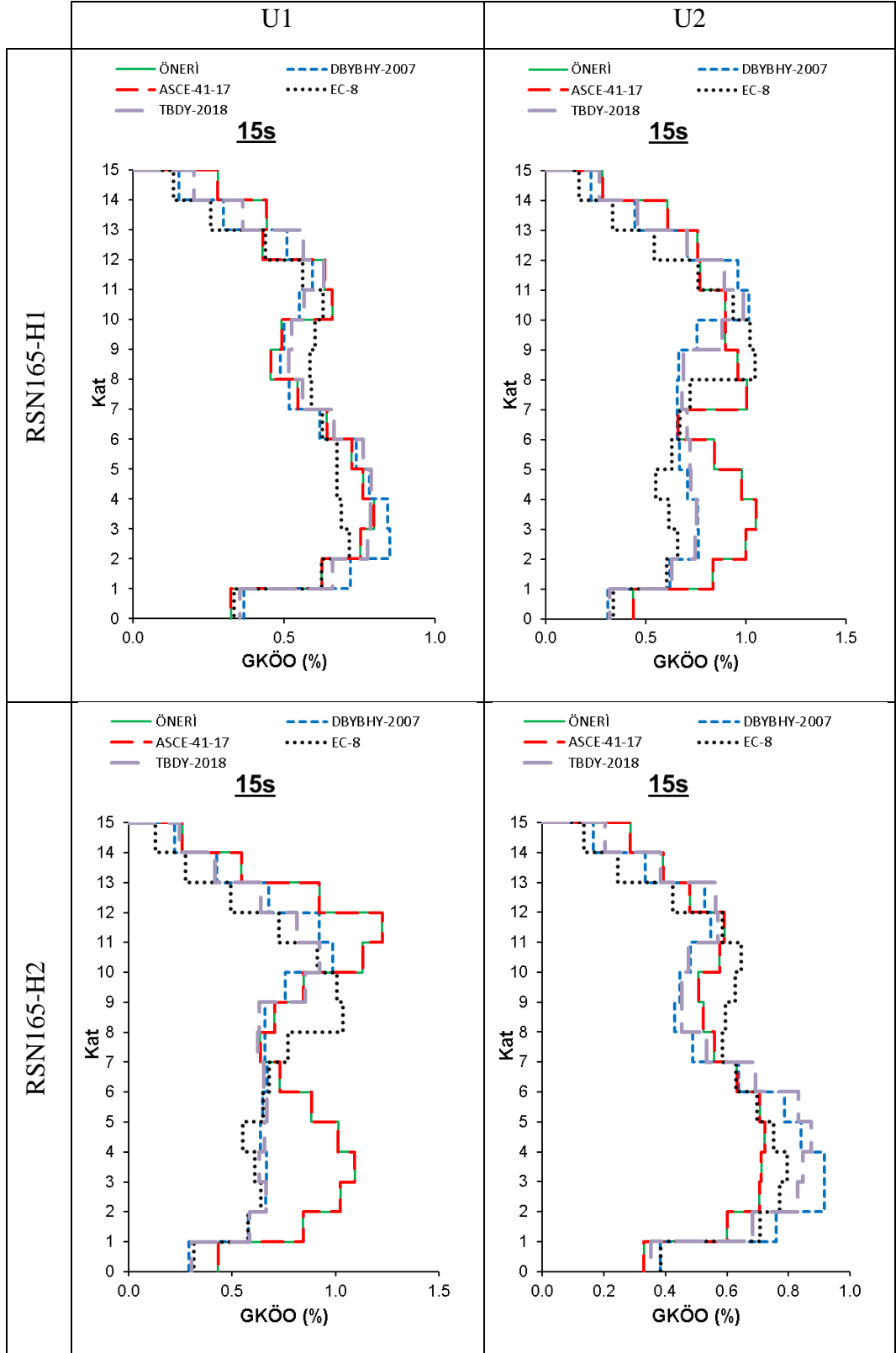
Şekil F.22: 10 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görelî kat öteleme oranları



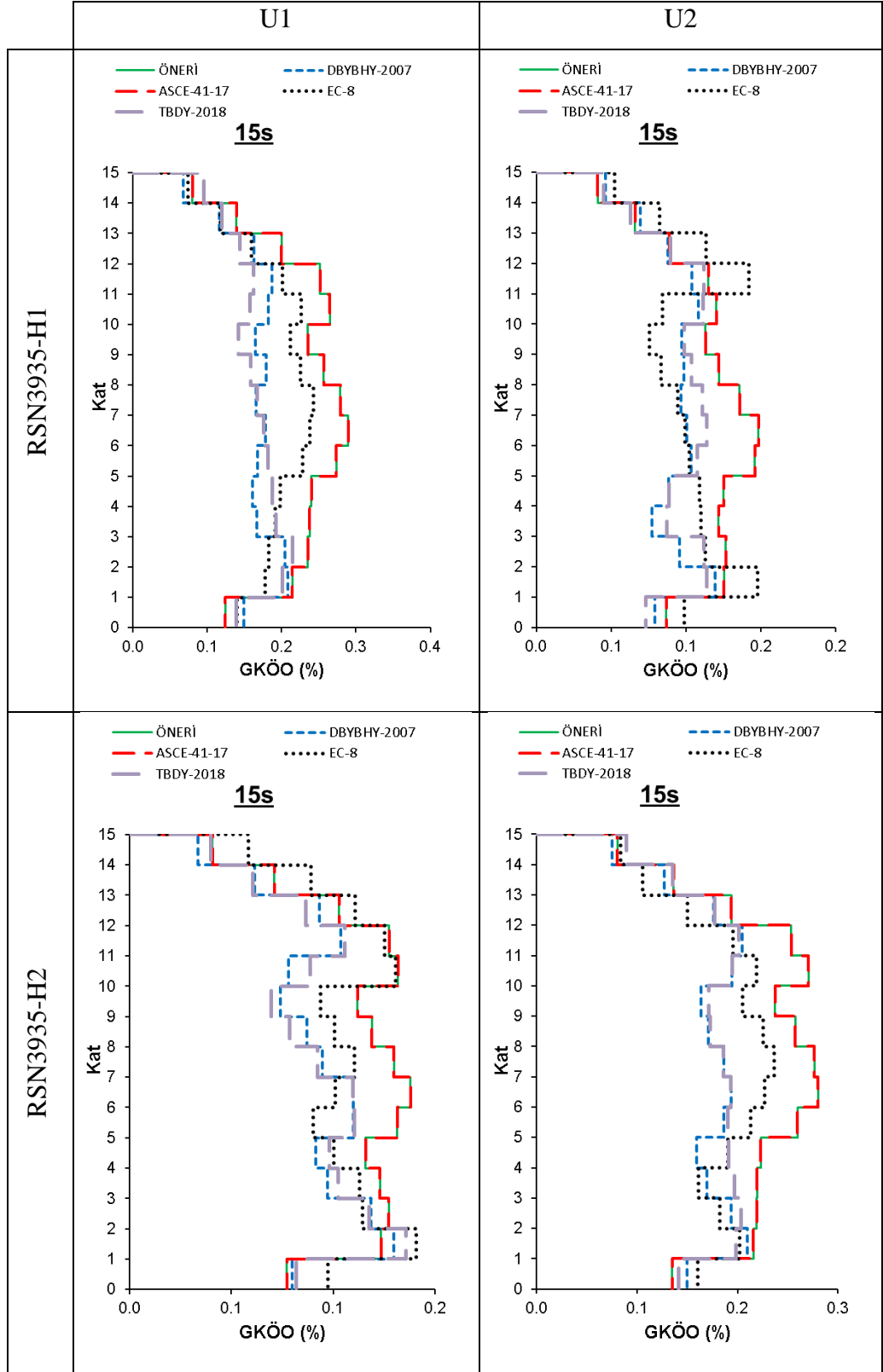
Şekil F.23: 15 katlı modelin RSN1082 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



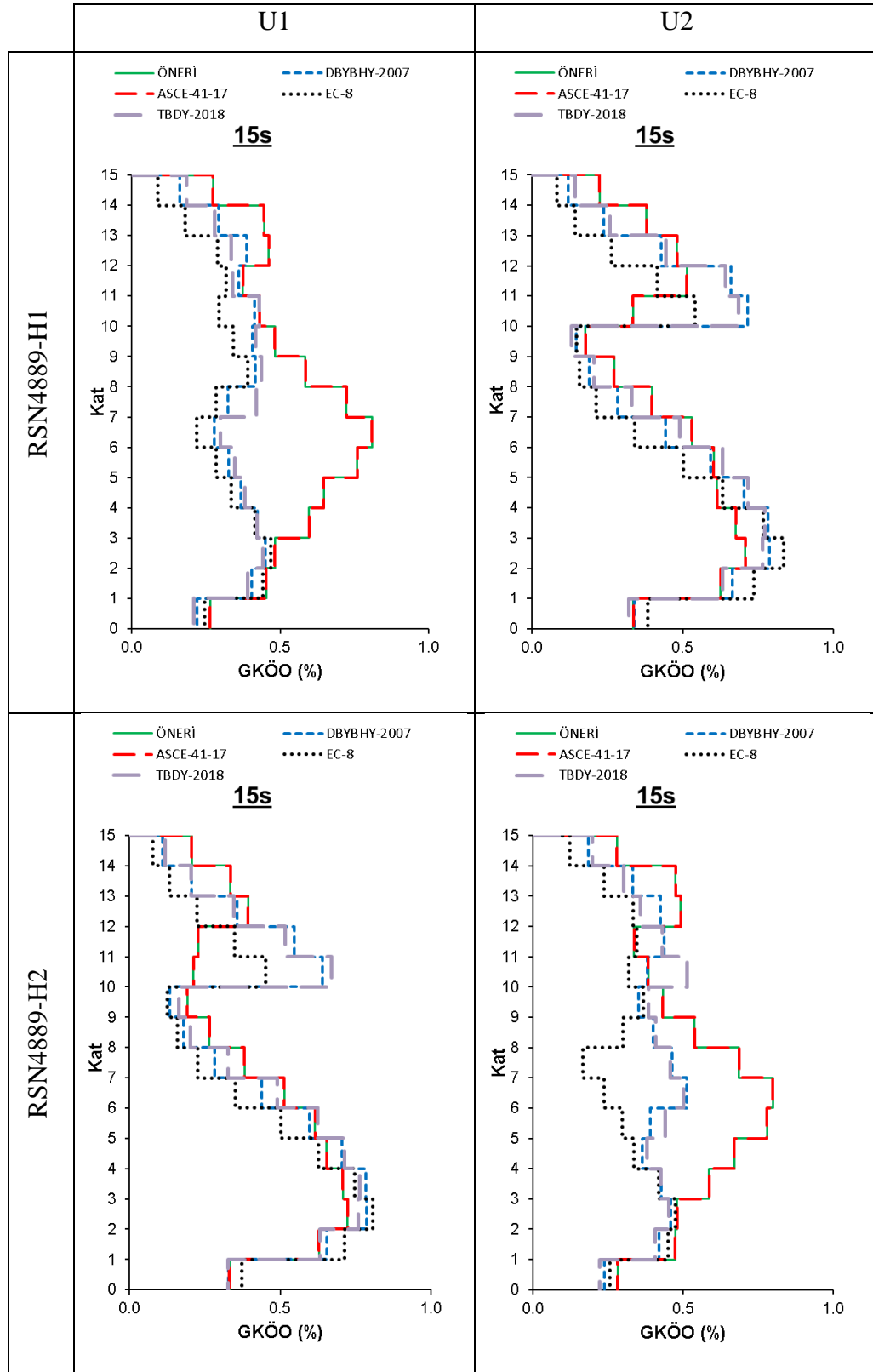
Şekil F.24: 15 katlı modelin RSN1615 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



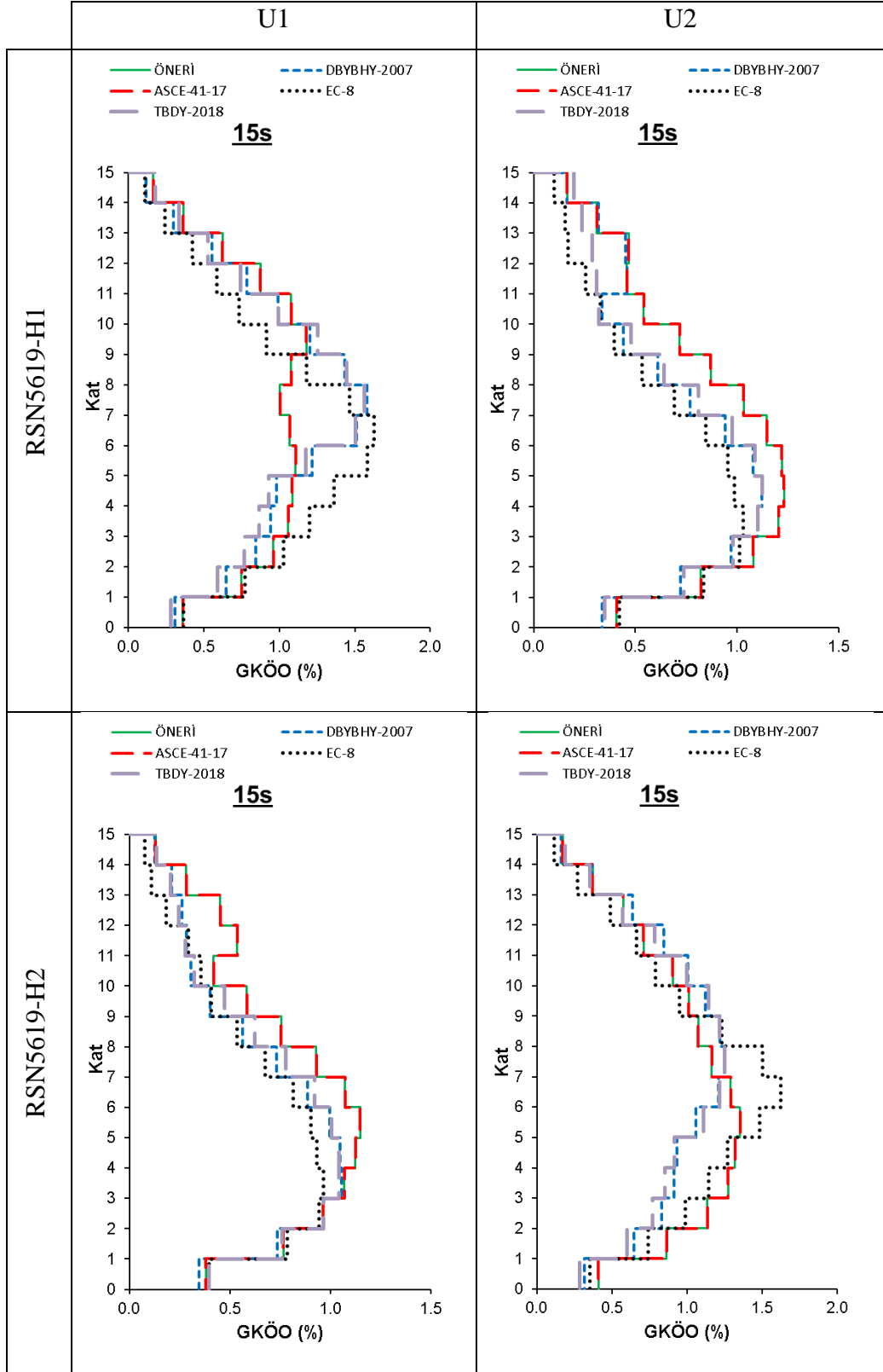
Şekil F.25: 15 katlı modelin RSN165 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



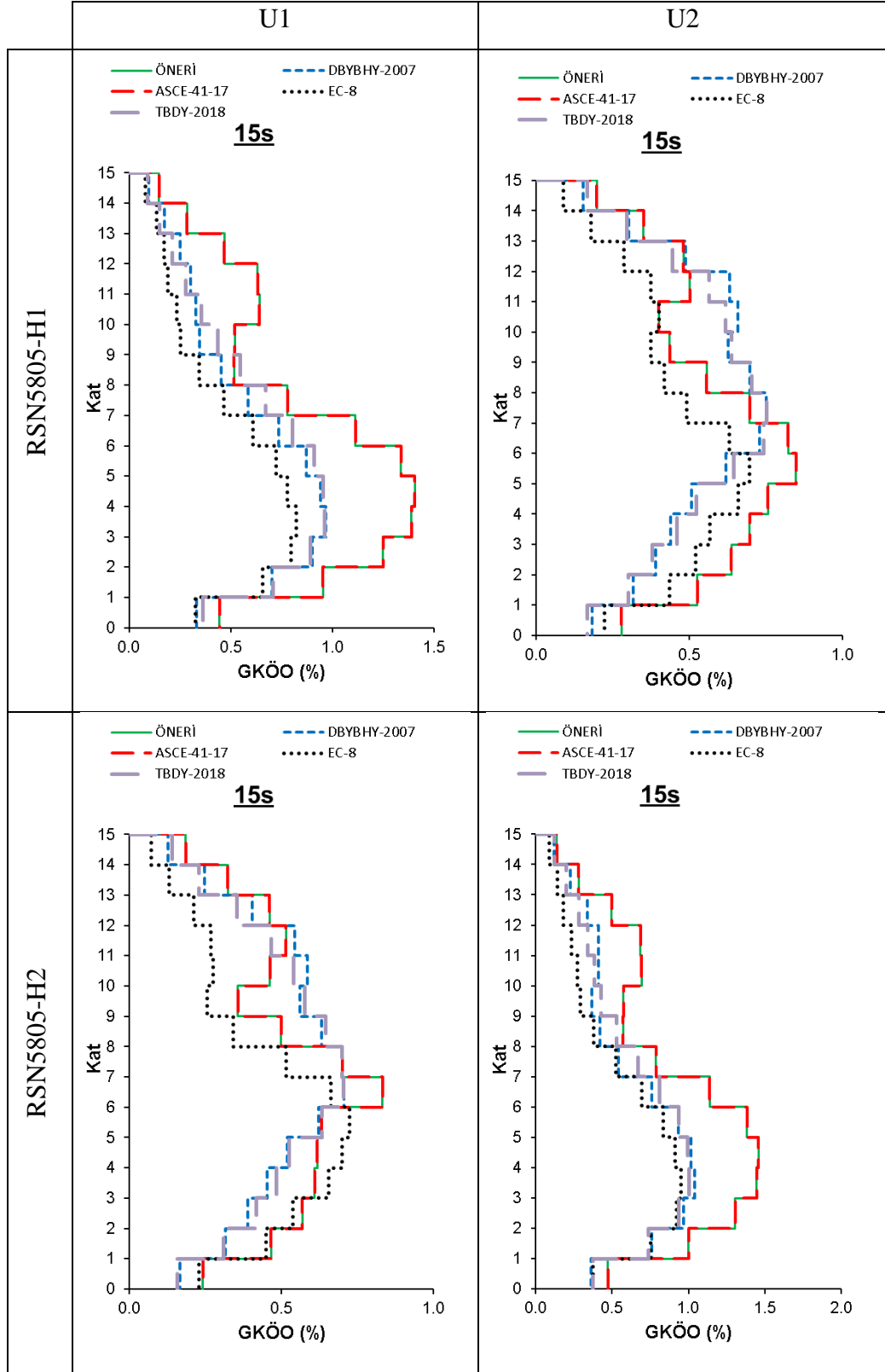
Şekil F.26: 15 katlı modelin RSN3935 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



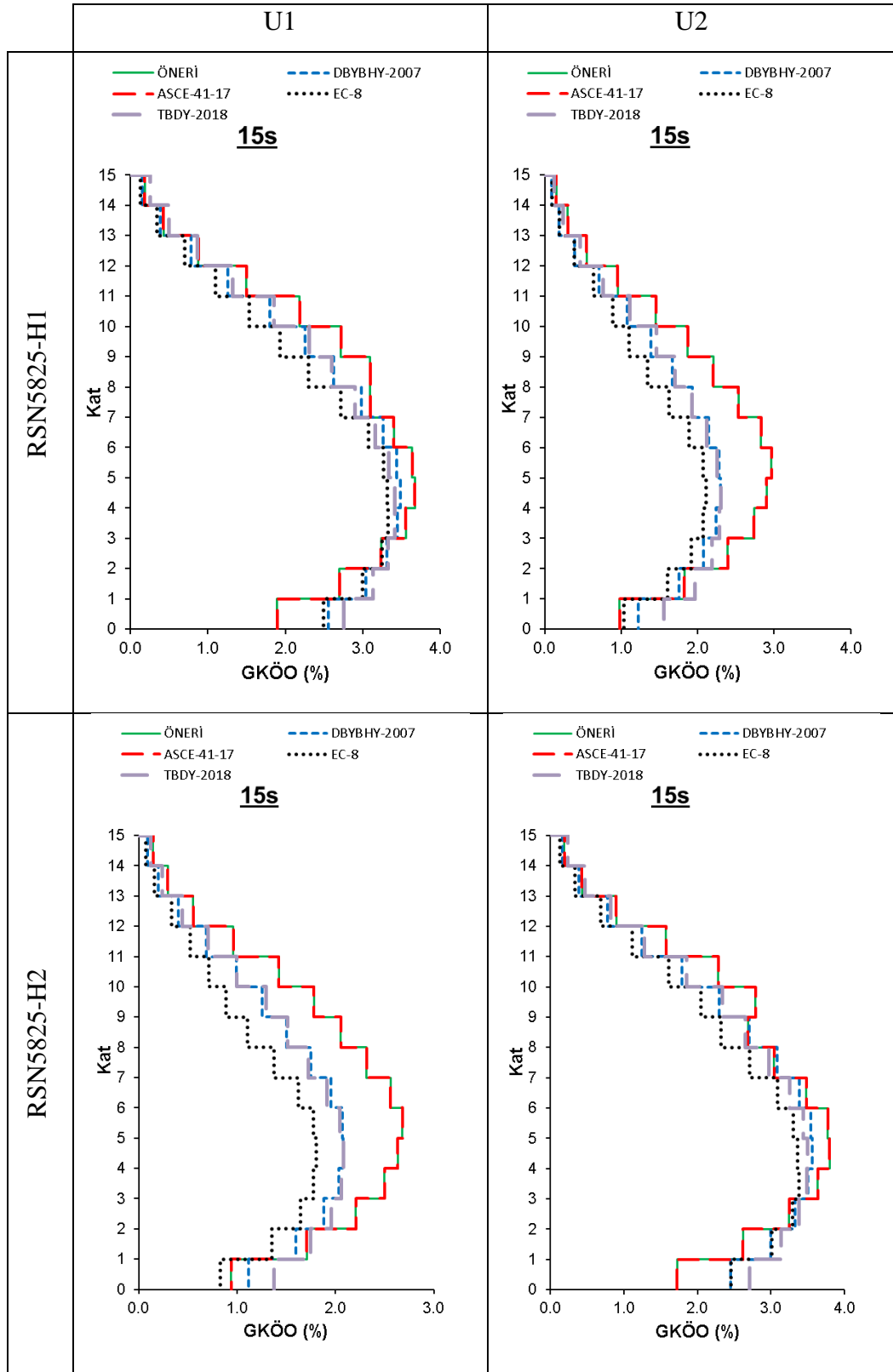
Şekil F.27: 15 katlı modelin RSN4889 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



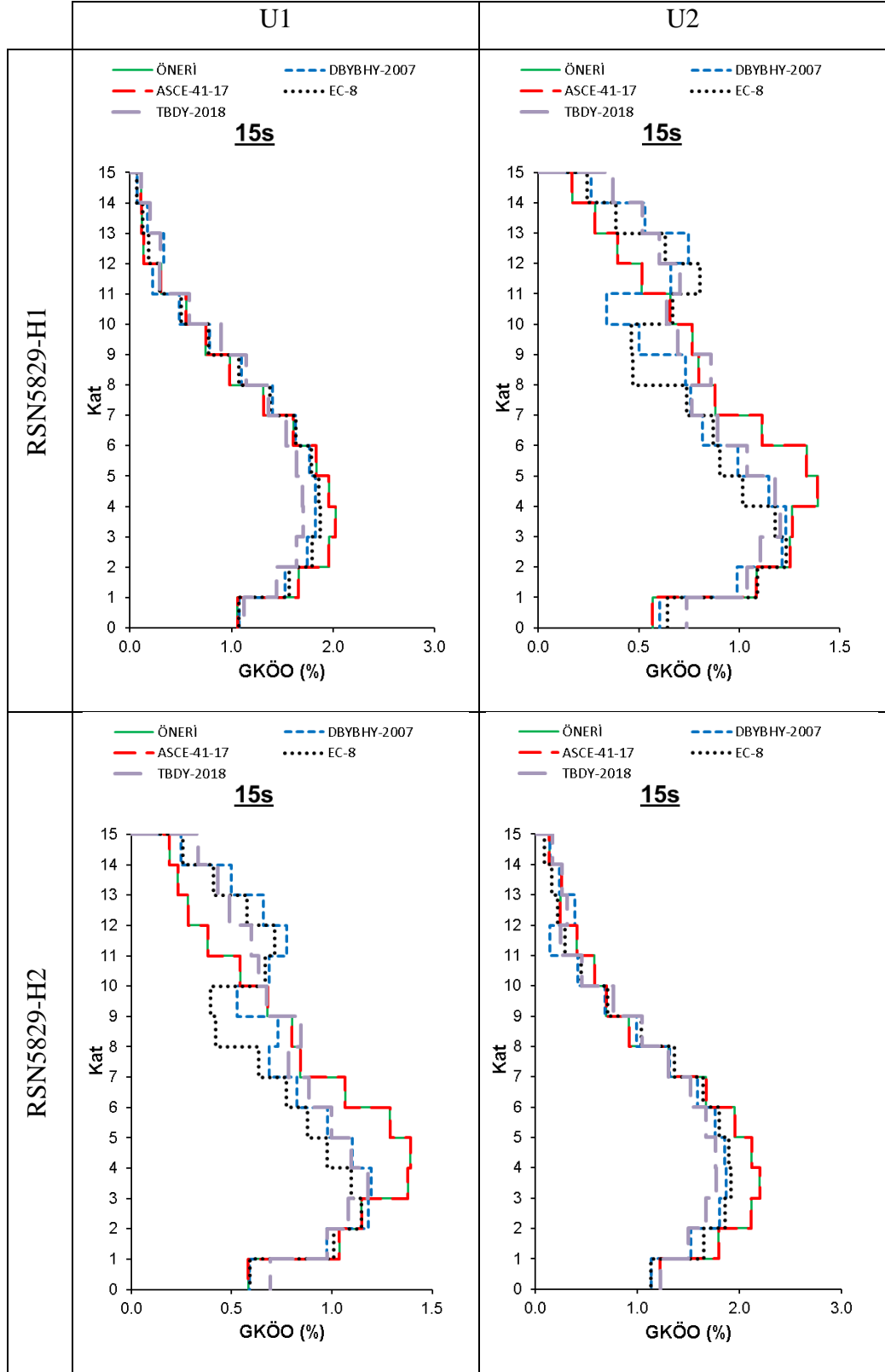
Şekil F.28: 15 katlı modelin RSN5619 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



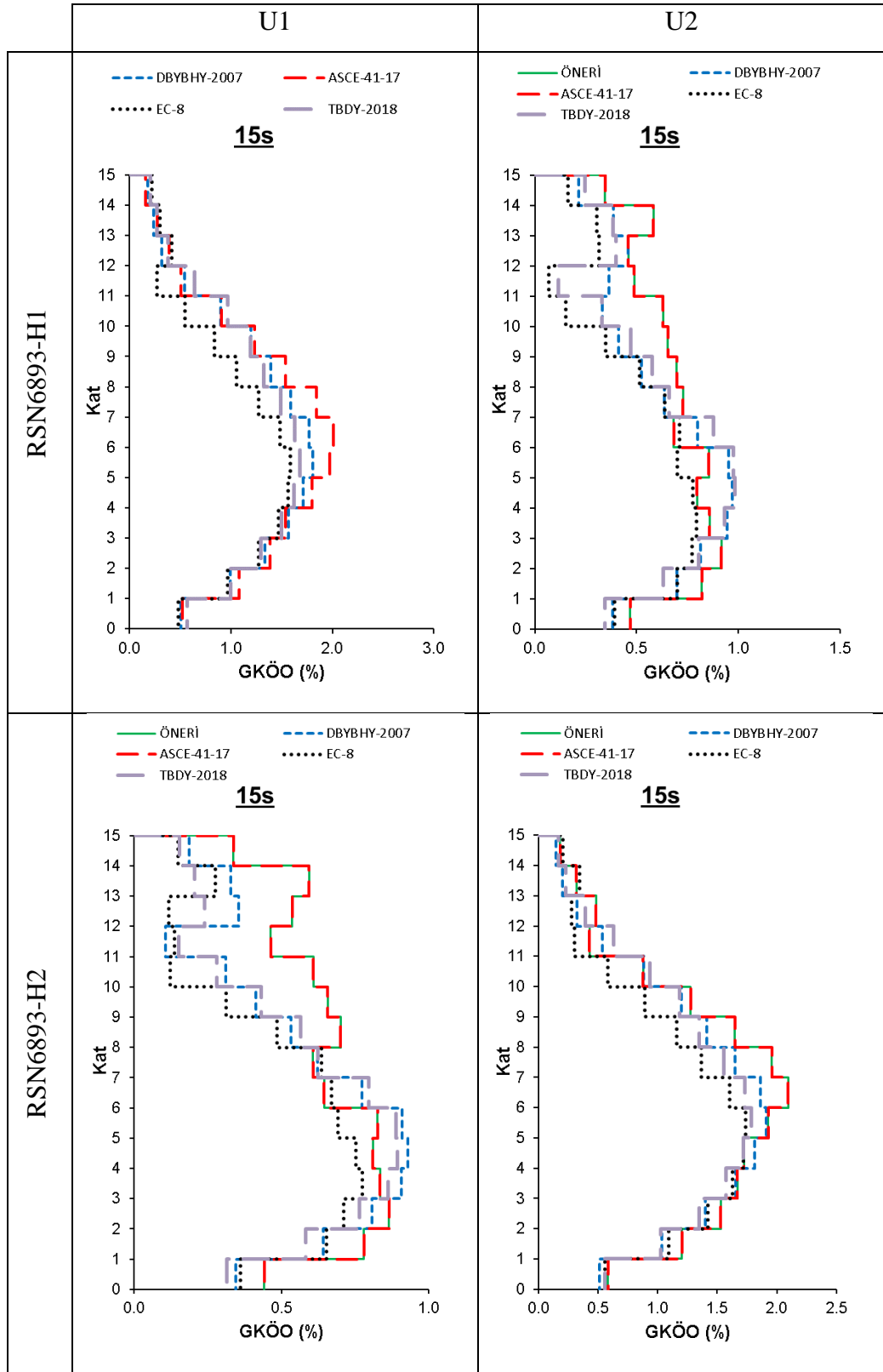
Şekil F.29: 15 katlı modelin RSN5805 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



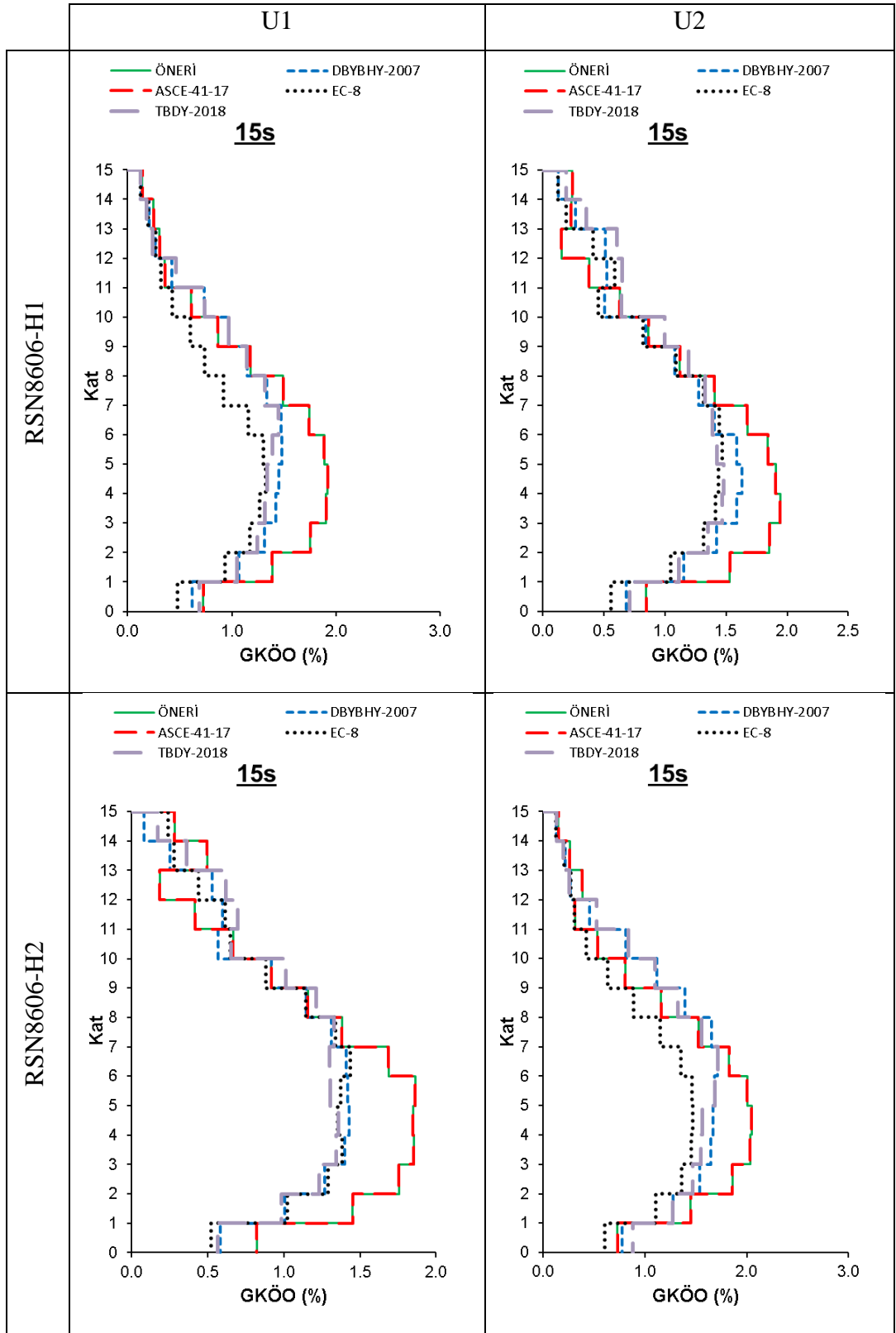
Şekil F.30: 15 katlı modelin RSN5825 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



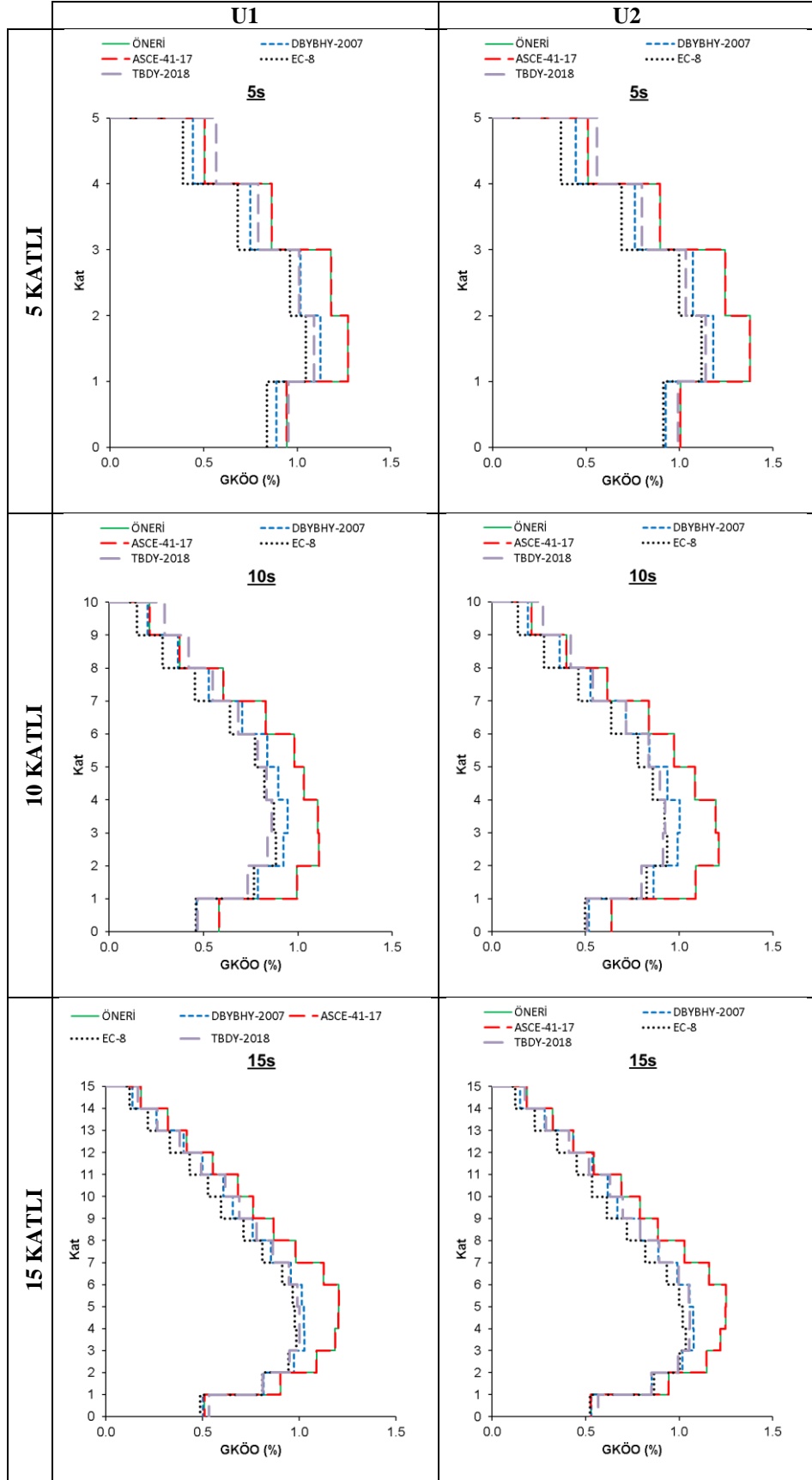
Şekil F.31: 15 katlı modelin RSN5829 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları



Şekil F.32: 15 katlı modelin RSN6893 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak görel kat öteleme oranları

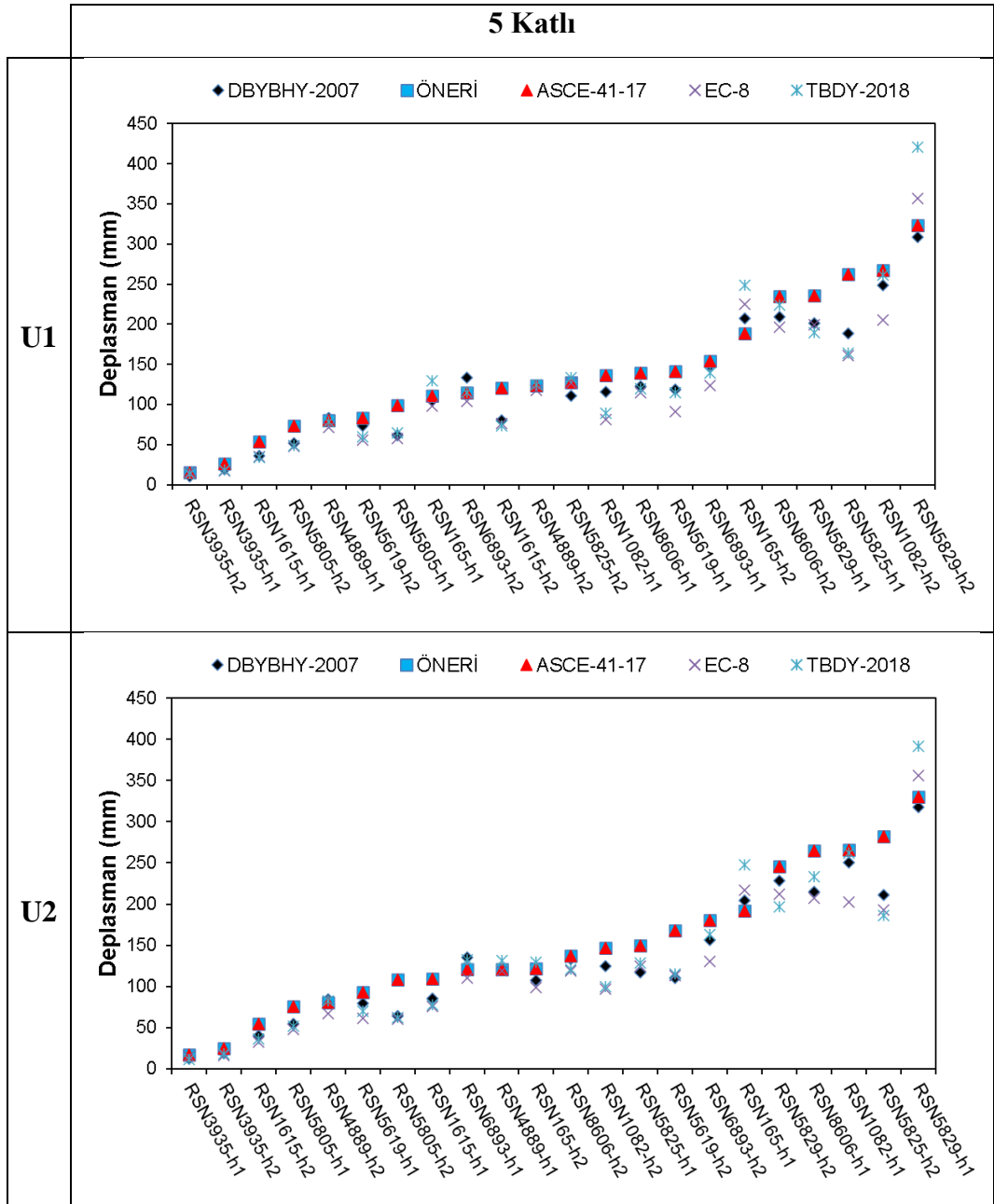


Şekil F.33: 15 katlı modelin RSN8606 ivme kaydı için ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre mutlak göreli kat öteleme oranları

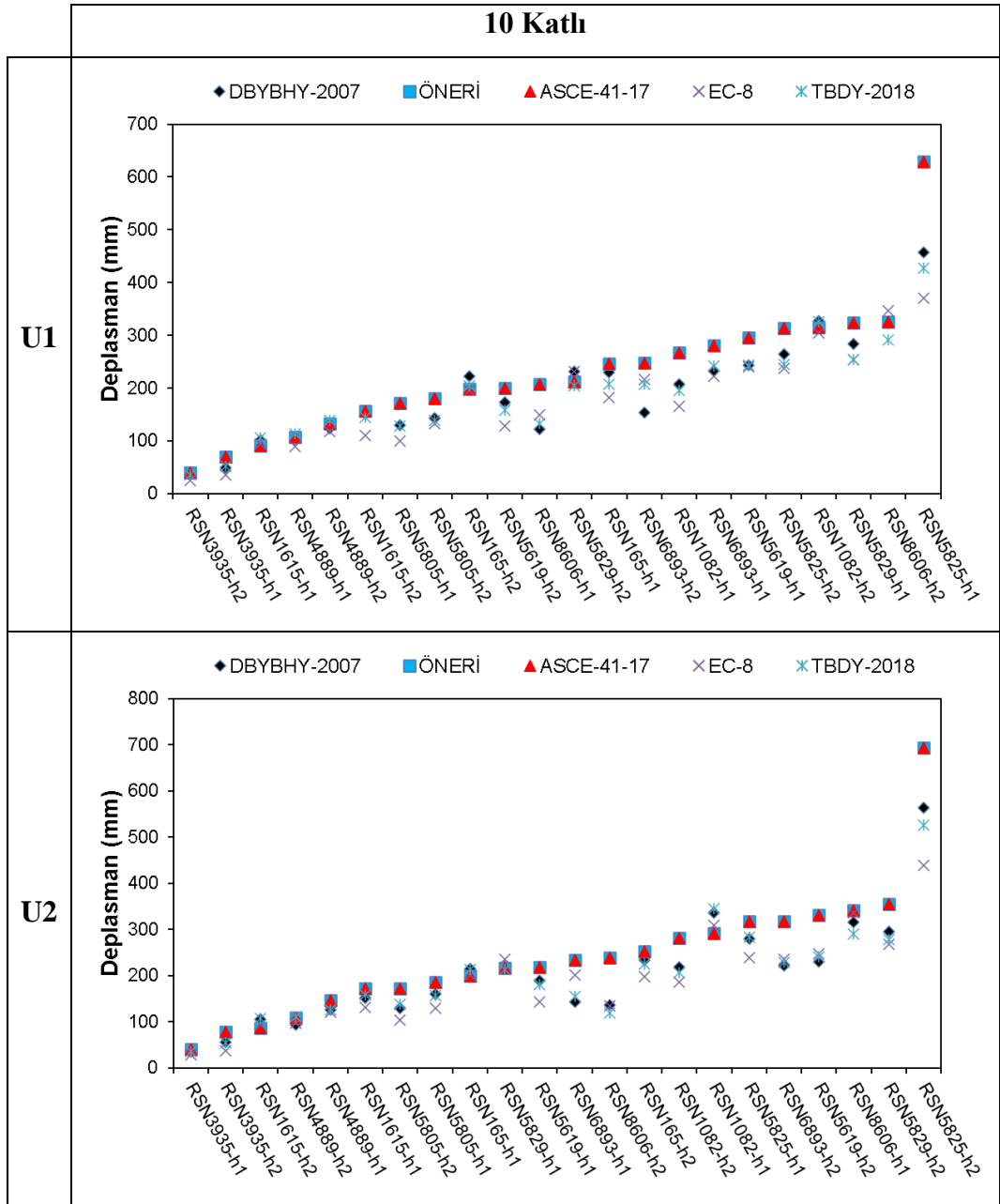


Şekil F.34: ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre tüm ivme kaydı oranlarının mutlak görelî kat öteleme oranları

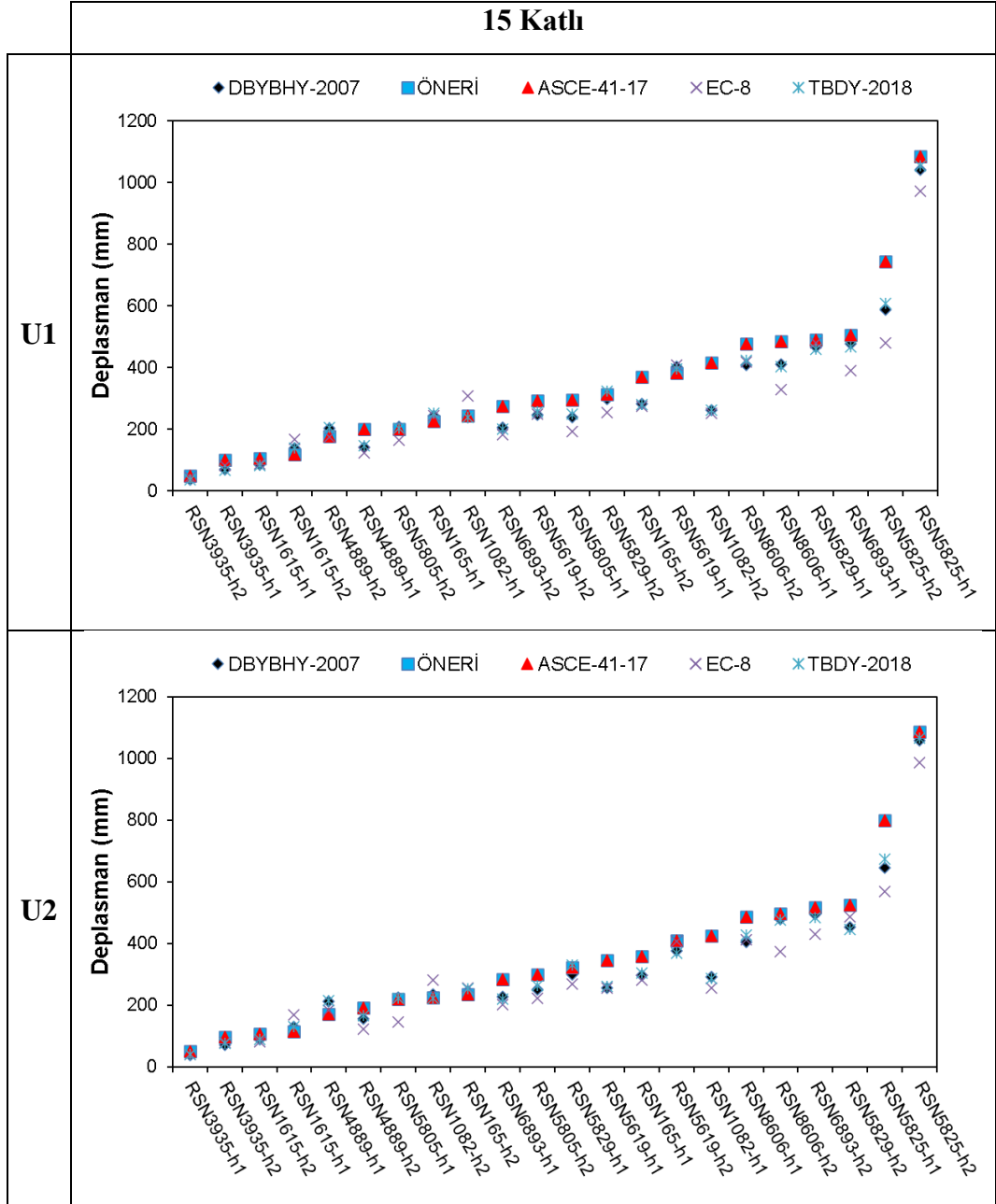
EK G Çatı (Tepe) Deplasman Talepleri



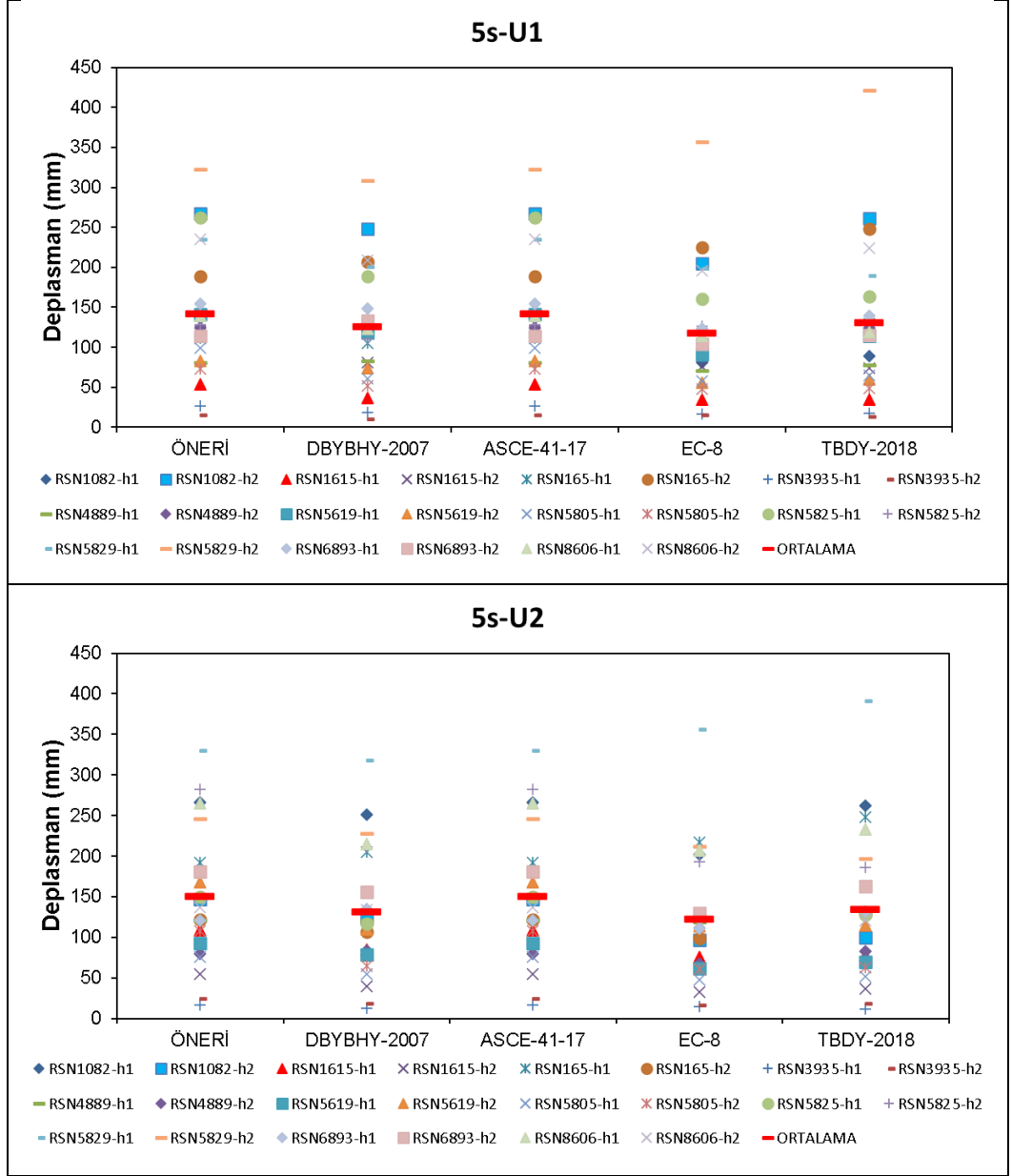
Şekil G.1: 5 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri



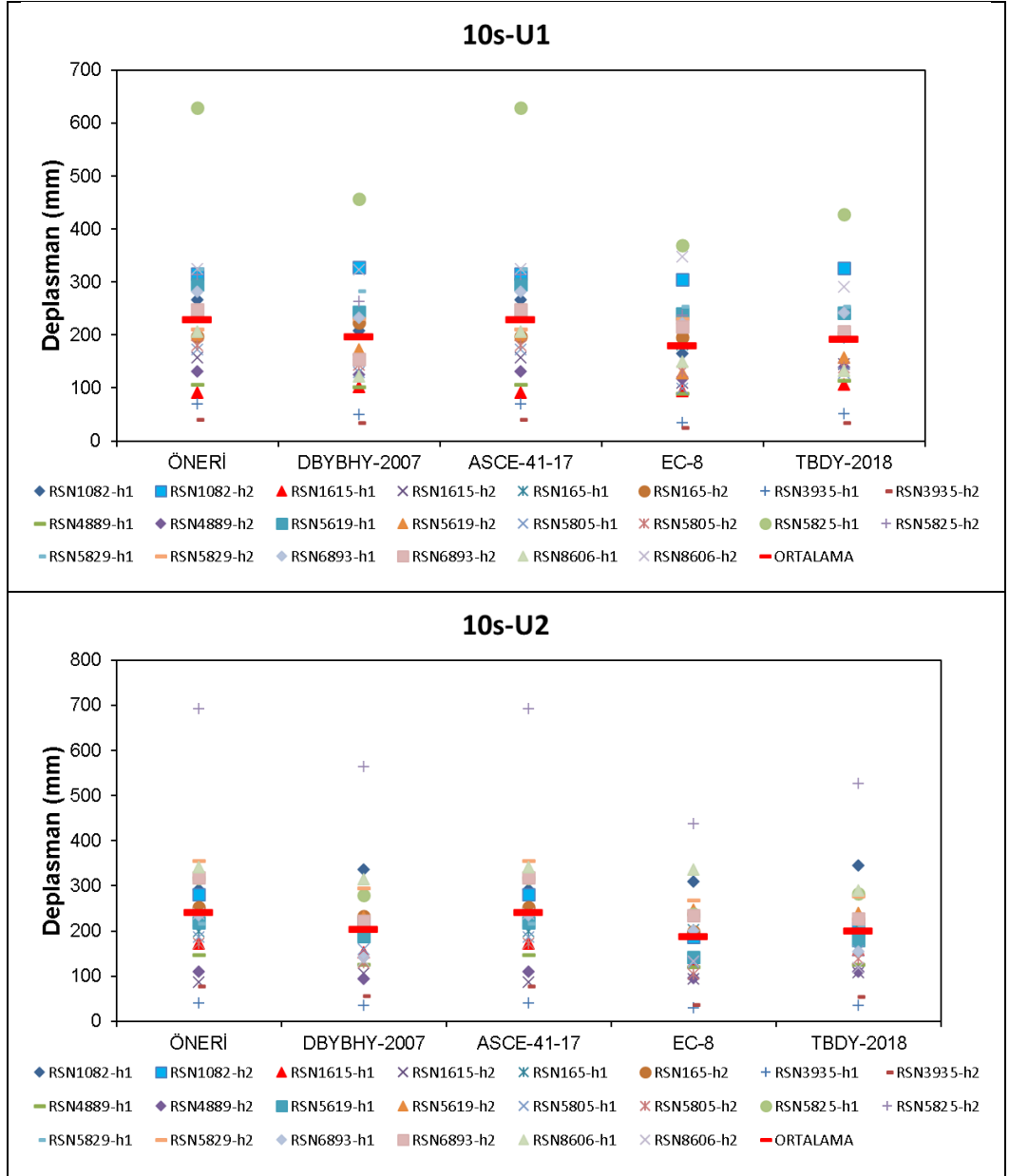
Şekil G.2: 10 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri



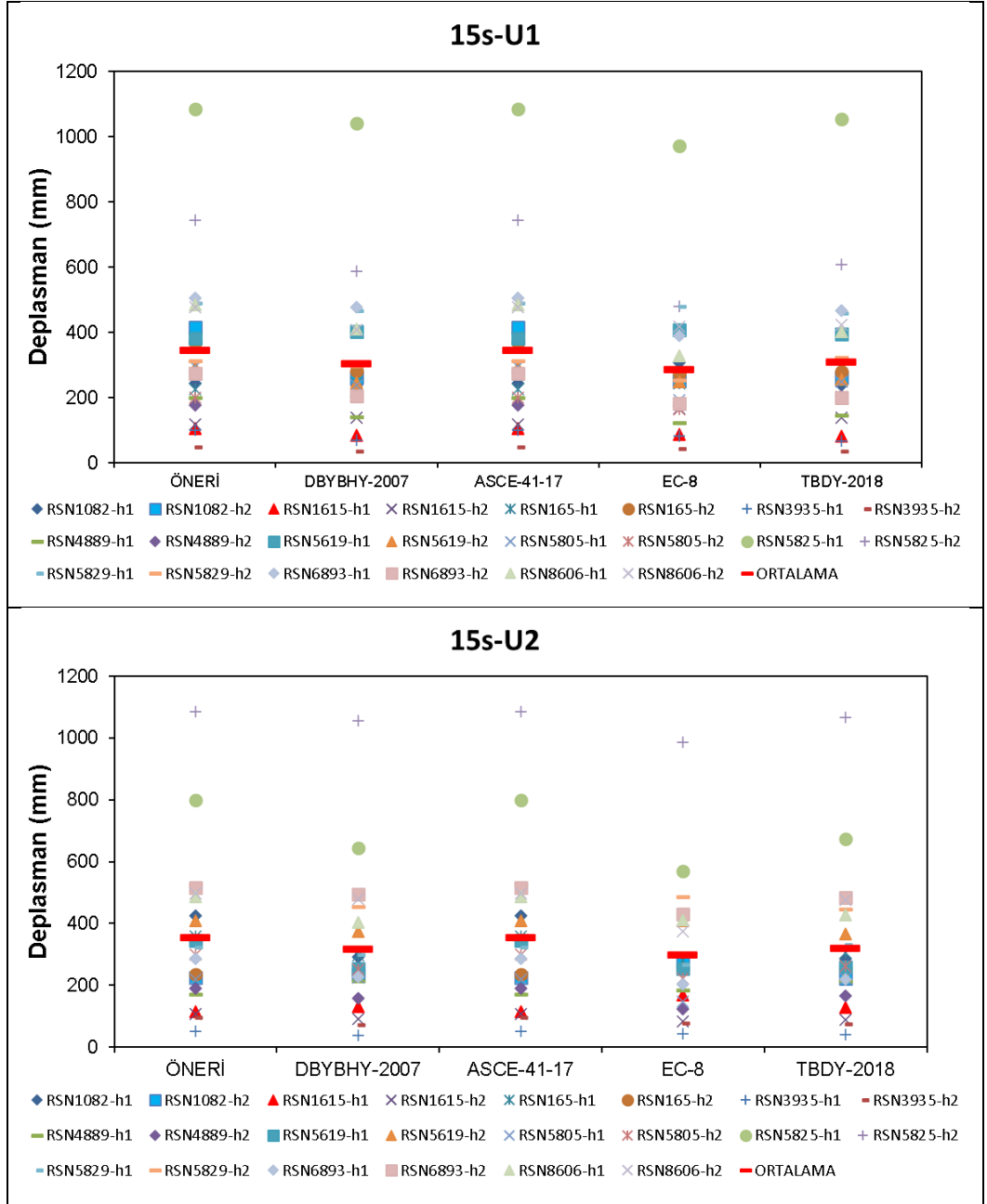
Şekil G.3: 15 katlı modellerin ivme kayıtlarına göre ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklerin çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil G.4: 5 katlı modellerin ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil G.5: 10 katlı modellerin ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri



Şekil G.6: 15 katlı modellerin ÖNERİ modeli ile birlikte yönetmeliklere göre çatı (tepe) deplasman talepleri