

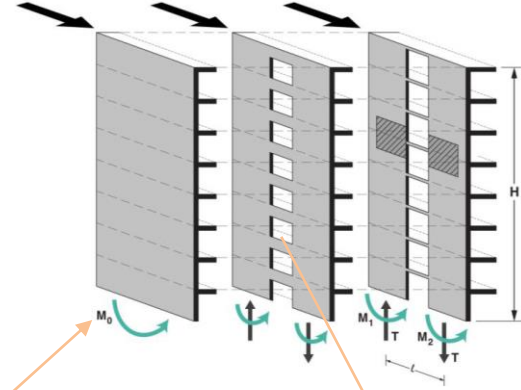
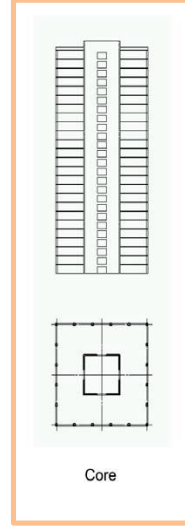
SÖNÜMLEYİCİLER İLE BAĞLI BETONARME PERDE DUVARLI YÜKSEK YAPILARDA EŞDEĞER SÖNÜMLEME YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tez Sunumu
30.01.2015

M. Emre Erdemli

Giriş: Yüksek Yapılar

- Ülkemizde ve Dünya’da yüksek yapı sayısının her geçen gün artışı
- Taşıyıcı sistem önerileri
- Bağ kirişler ile bağlanmış perde duvar sistemlerinin kullanımı ve avantajları
- Şiddetli bir deprem sonrasında yapıda oluşan hasarlar (Fuse Elements)



ARUP

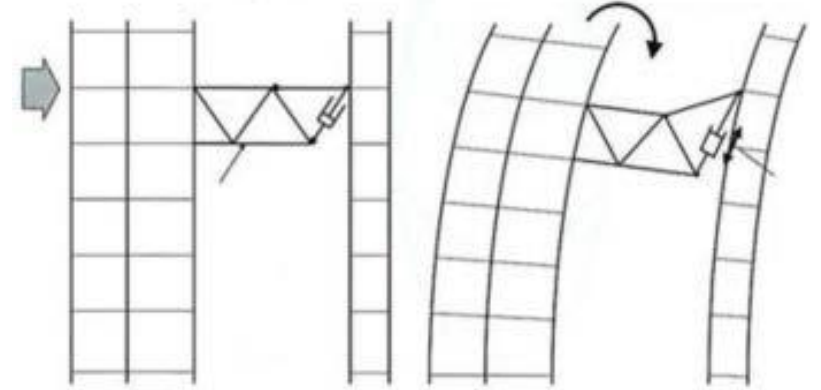
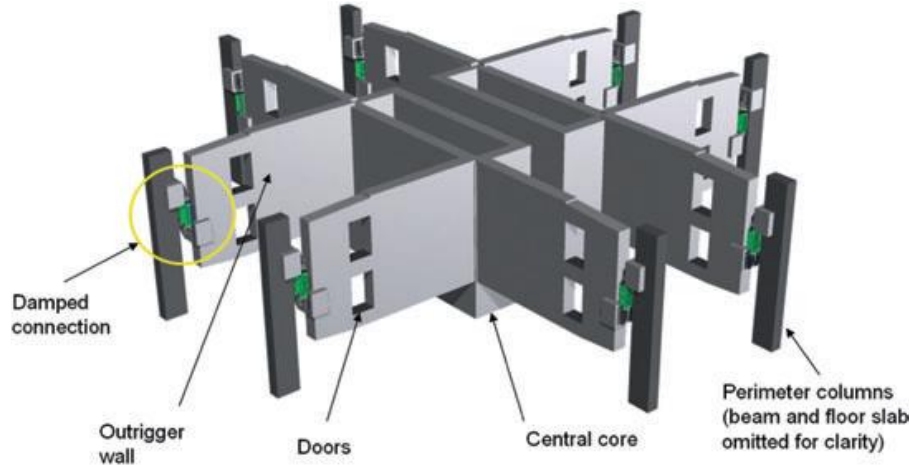


Giriş: Yüksek Yapılarda Sönümleyici Kullanımı

- Günümüzde sönümleyiciler yüksek yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır
- Özellikle Japonya'da kullanılmakta
- Farklı tipteki sönümleyicilerin bir arada kullanıldığı yüksek yapı örnekleri



ARUP (2008) DAMPED OUTRIGGER

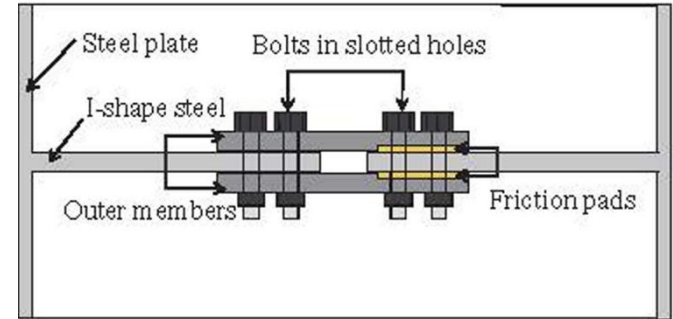
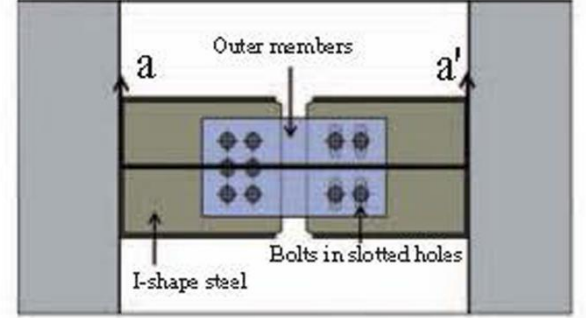
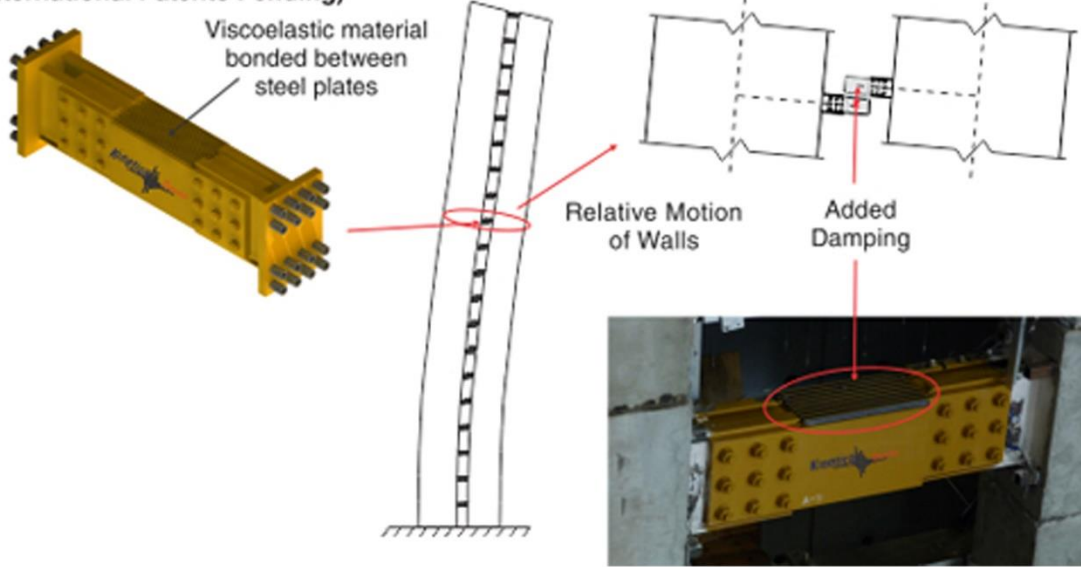


DENTSU HEADQUARTERS BUILDING (JAPAN) VISCOUS OUTRIGGER DAMPERS (2002)

Giriş: Yüksek Yapılarda Sönümleyici Kullanımı

- Günümüzde sönümleyiciler yüksek yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır
- Özellikle Japonya'da kullanılmakta
- Farklı tipteki sönümleyicilerin bir arada kullanıldığı yüksek yapı örnekleri
- Bağ kirişlerine yerleştirilen sönümleyiciler

Viscoelastic Coupling Damper
(International Patents Pending)



**PERDE DUVARIN EĞİLME
DAVRANIŞI İLE ÇALIŞAN
SÜRTÜNME TİPİ
SÖNÜMLEYİCİ
(CHUNG ve diğ., 2009)**

**VISCOELASTIC COUPLING DAMPER
(CHRISTOPOULOS, 2013)**

Giriş: Problemin Tanımı

- Her ne kadar bu yaklaşım, çok etkili ve çekici gözükse de, uygulamada zorluklar mevcuttur.
 - Sönümleyici tasarımının zor olması, ileri yapı dinamiği bilgisi
 - Yöntemlerin yaklaşık olması
 - Yapısal sistem hakkında karar verilecek ön tasarım aşamasında fazla vaktin olmaması
- Yapılan çalışmalar, daha çok bilimsel seviyededir ve uygulamaya yönelik değildir
- Ön tasarım aşamasında en çok kullanılacak olan eşdeğer sönümleme yöntemleri ile ilgili bir çalışma mevcut değildir

Giriş: Çalışmanın Amacı, Kapsamı ve Yöntem

- AMAÇ
 - Sönümleyicilerle bağlı betonarme perde duvarlı yüksek yapılarda eşdeğer sönüm hesap yöntemlerinin doğruluğunu belirlemek
 - Doğrusal davranış
 - Doğrusal olmayan davranış
- KAPSAM
 - Türkiye’de inşa edilmiş, 43 katlı betonarme bina
 - Sürtünmeye dayalı sönümleyici
- YÖNTEM
 - Doğrusal sistem ile eşdeğer yöntemlerin doğruluğunun belirlenmesi
 - Mod Birleştirme Yöntemi ile Zaman Tanım Alanında Analiz Karşılaştırması
 - Doğrusal olmayan sistem davranışının incelenmesi ve eşdeğer sönümleme değerlerinin anlamının araştırılması
 - Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz
- PROGRAMLAR
 - ETABS, SAP2000 ve PERFORM 3D

Giriş: Sunumun İçeriği

Bolum 1: İncelenen yapısal sistemin tanıtılması

- Yapısal eleman boyutları ve yerleşimi
- Depremsellik

Bolum 2: Eşdeğer sönüm hesap yöntemlerinin incelenmesi (Verification)

- Modal Şekil Değiştirme Yöntemi
- ASCE/FEMA yaklaşımı

Bolum 3: Eşdeğer sönüm hesap yönteminin doğrusal olmayan çözümleme sonuçları ile karşılaştırılması

- Yapısal eleman tanımları
- ASCE/FEMA yaklaşımının incelenmesi

Giriş: Sunumun İçeriği

Bolum 1: İncelenen yapısal sisteminin tanıtılması

- Yapısal eleman boyutları ve yerleşimi
- Depremsellik

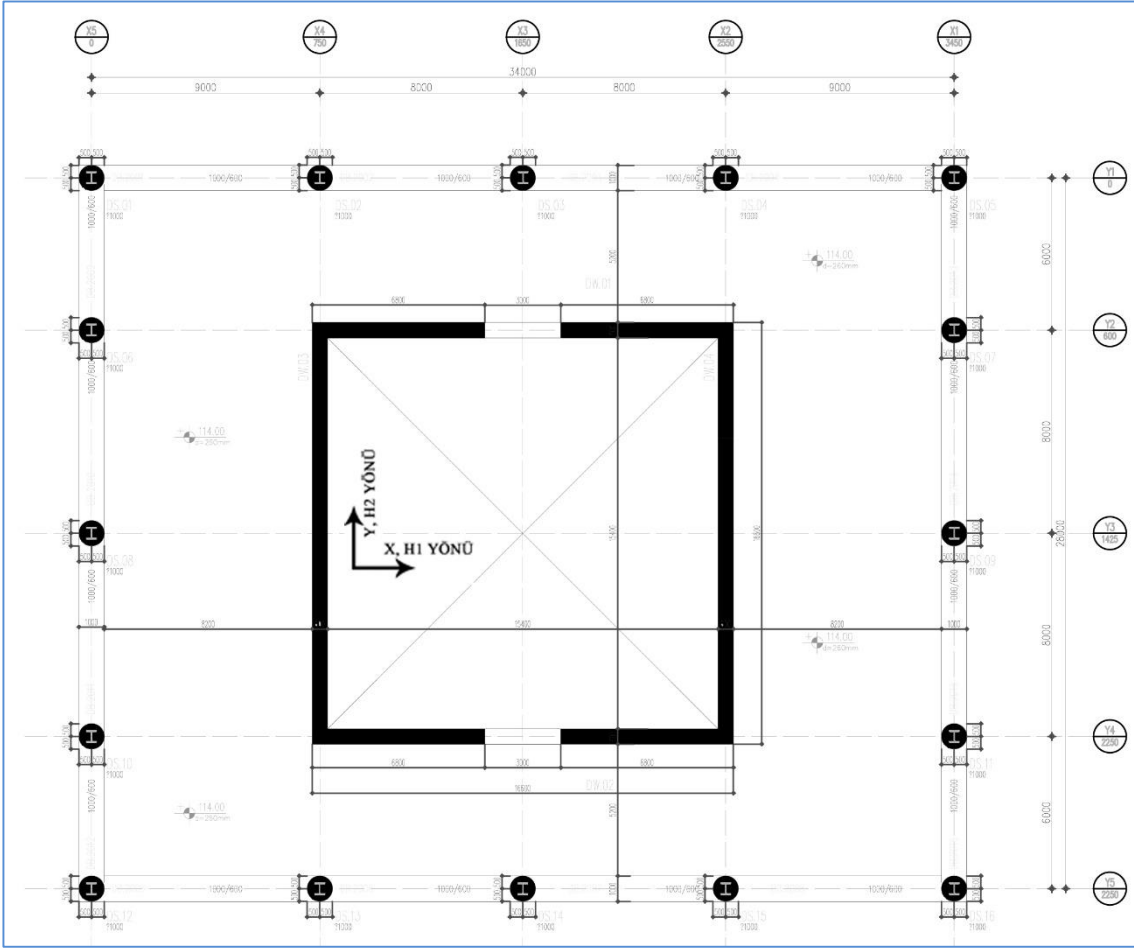
Bolum 2: Eşdeğer sönüm hesap yöntemlerinin incelenmesi (Verification)

- Modal Şekil Değiştirme Yöntemi
- ASCE/FEMA yaklaşımı

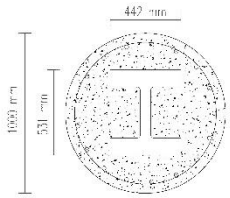
Bolum 3: Eşdeğer sönüm hesap yönteminin doğrusal olmayan çözümleme sonuçları ile karşılaştırılması

- Yapısal eleman tanımları
- ASCE/FEMA yaklaşımının incelenmesi

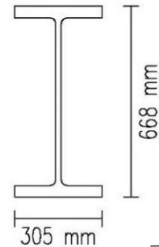
İncelenen Yapı: Yapısal Eleman Özellikleri



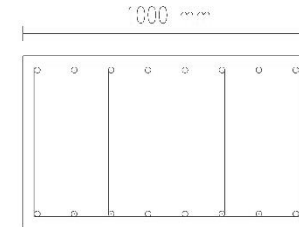
- Yapı tasarımı bir mühendislik firması tarafından gerekli yönetmeliklere uyularak yapılmıştır
- Yapı, tamamen aynı olan 43 kattan oluşmaktadır
- Taban alanı $28 \times 34 \text{ m}^2$
- Kat yüksekliği 3.8 m
- Döşeme kalınlığı 26 cm
- Perde kalınlıkları
1-15 katları arası....70 cm
16-30 katları arası...60 cm
31-43 katları arası...50 cm
- Tüm bağ kirişlerinde sönümleyici bulunmaktadır



Kolonlar
D1000
HD400x900



Çelik
Bağ Kirişleri
HE650M

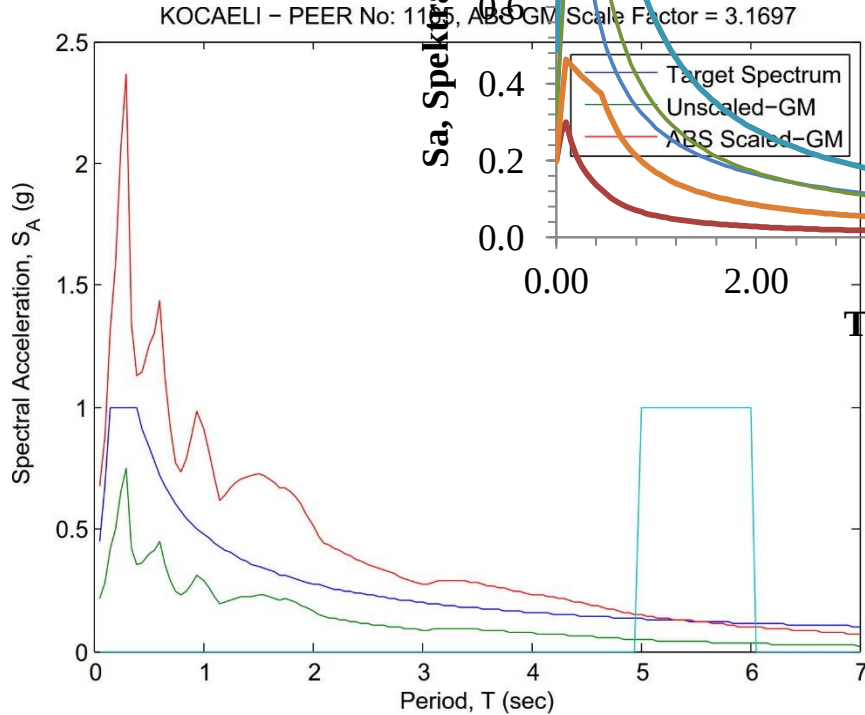


Betonarme
Çerçeve Kirişleri
B1000x600

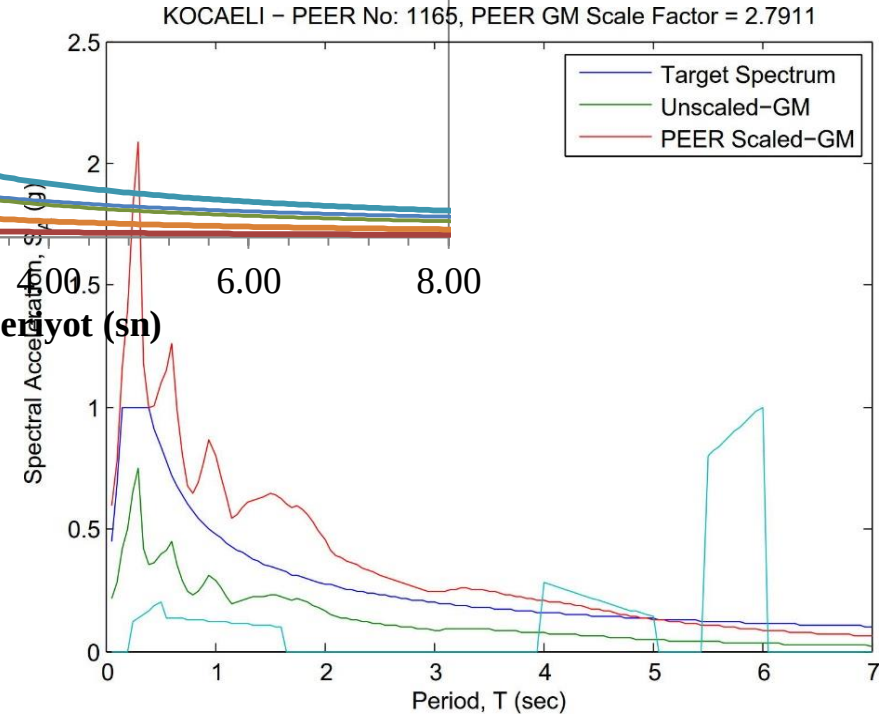
İncelenen Yapı: Depremsellik

Deprem Referans numarası	PEER Kayıt Numarası	Deprem İsmi	Süre (sn)	Zaman Aralığı (sn)	Ölçeklendirme Katsayısı
S1	821	Erzincan,Turkey	20.775	0.005	1.09
S2	1176	Kocaeli, Turkey	34.995	0.005	0.92
S3	838				2.86
S4	1634				1.92
S5	180				1.1
S6	1165				2.29
S7	1605				0.85

Sa, Spektral ivme (g)



T, Periyot (sn)



Giriş: Sunumun İçeriği

Bolum 1: İncelenen yapısal sisteminin tanıtılması

- Yapısal eleman boyutları ve yerleşimi
- Depremsellik

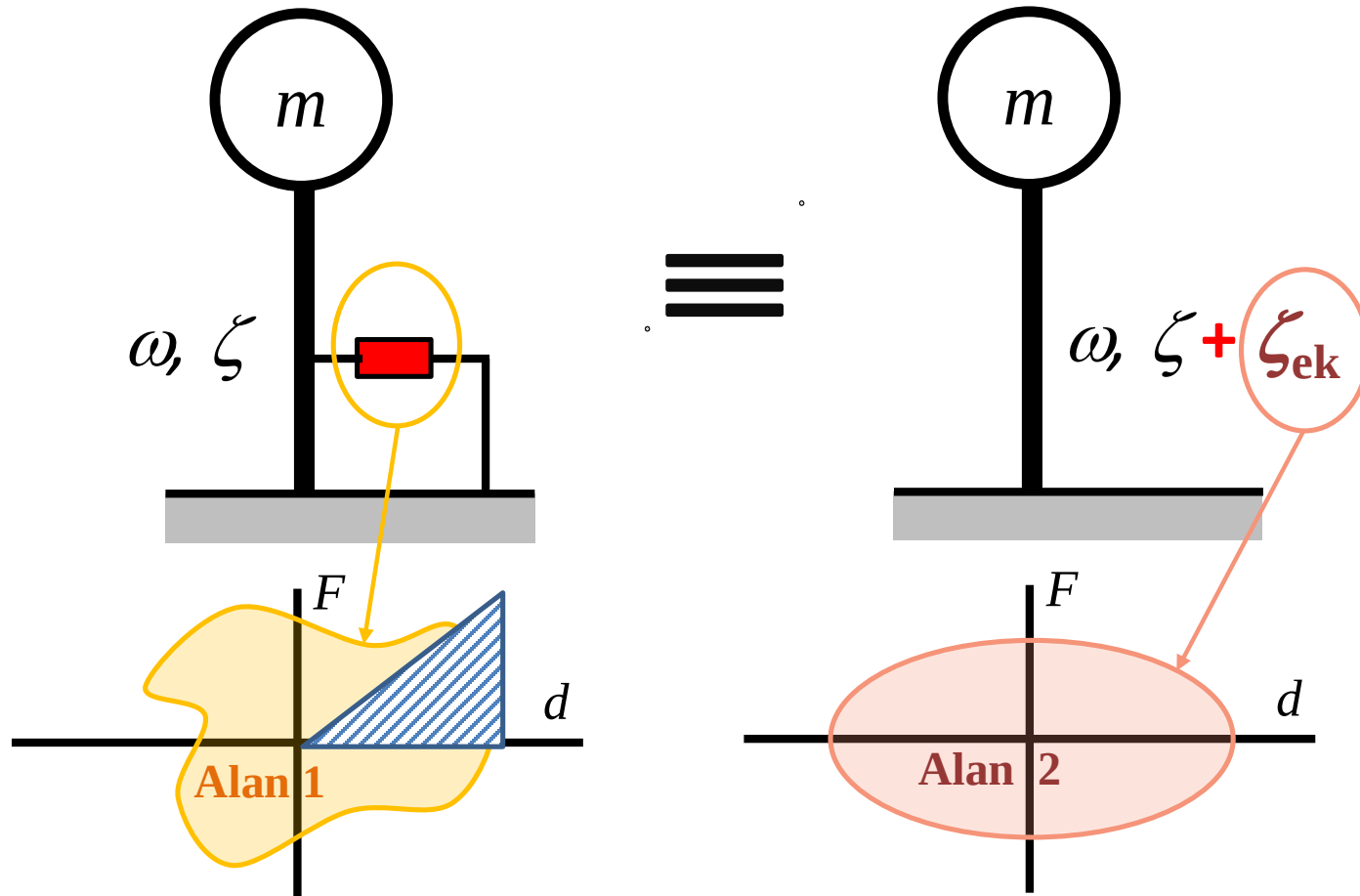
Bolum 2: Eşdeğer sönüm hesap yöntemlerinin incelenmesi (Verification)

- Modal Şekil Değiştirme Yöntemi
- ASCE/FEMA yaklaşımı

Bolum 3: Eşdeğer sönüm hesap yönteminin doğrusal olmayan çözümleme sonuçları ile karşılaştırılması

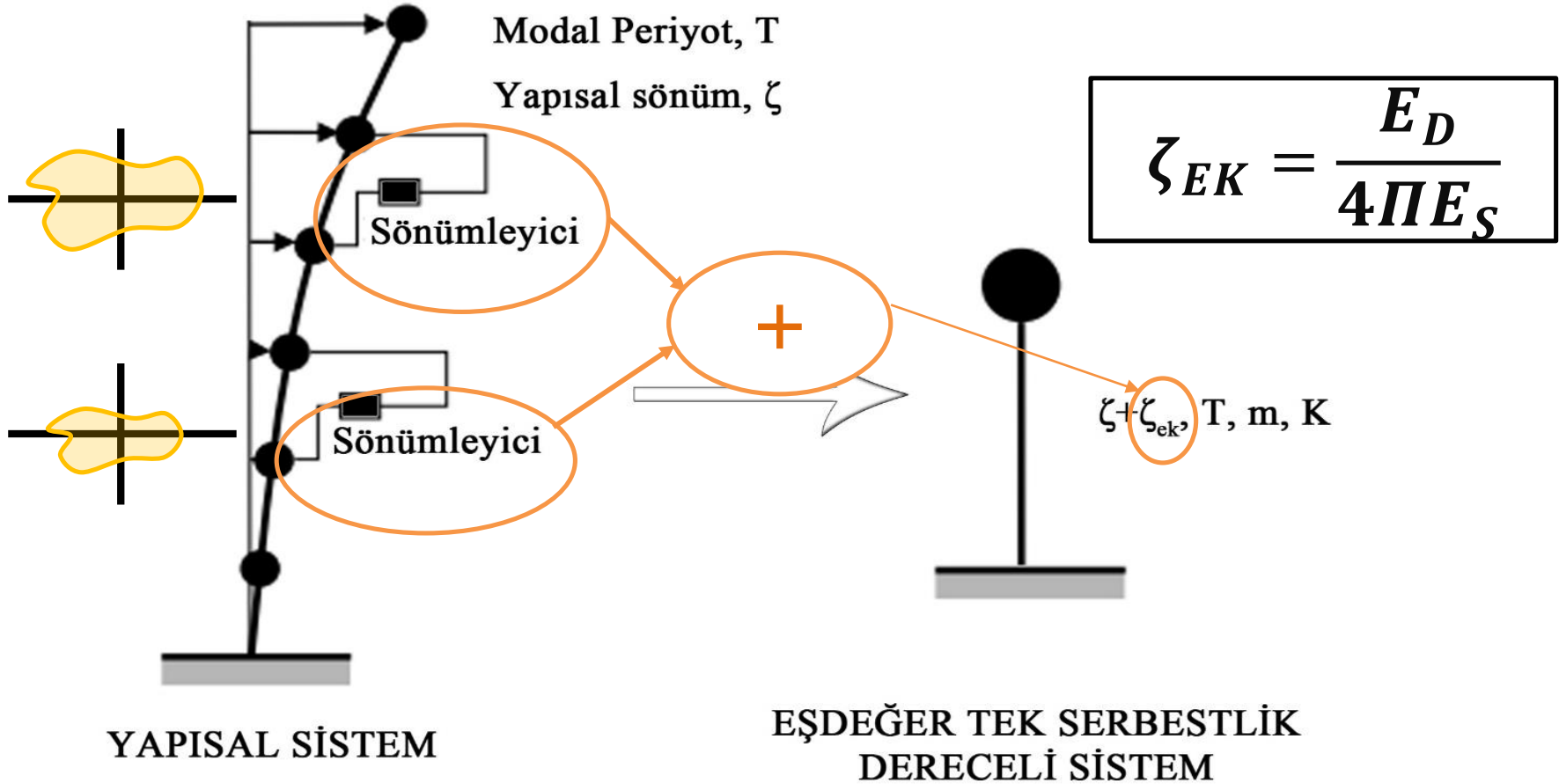
- Yapısal eleman tanımları
- ASCE/FEMA yaklaşımının incelenmesi

Eşdeğer Sönüm: Modal Şekil Değiştirme Yöntemi



$$\text{Alan 1} \quad \zeta_{EK} = \frac{E_D}{4\pi E_S} \quad \text{Alan 2}$$

Eşdeğer Sönüm: Modal Şekil Değiştirme Yöntemi



Gerçek sistemde,
sönümleyicilerin verilen bir
modda harmonik çevrim
sonucu sönümlediği enerji

=

SDOF sistemde ek viskoz
sönümleme ile harmonik
çevrim sonucu sönümlediği
enerji

Eşdeğer Sönüm: ASCE/FEMA Yaklaşımı

- ASCE 7-10 Bölüm 18 ve FEMA-450 Bölüm 15’de belirtilen yöntem
- Oscar M. Ramirez ve Andrew S. Whittaker’ın çalışmaları sonucu yönetmeliklere girmiş bir yöntemdir

$$\beta = \beta_1 + \beta_V \sqrt{\mu} + \beta_H$$

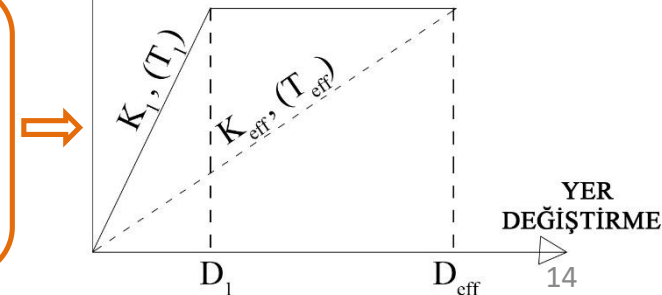
İçsel Sönüm

Viskoz Sönümleyiciler
Tarafından Sönümlenen
Enerji

Yapısal Elemanların ve
Sönümleyicilerin Histeretik
Davranışları Sonucu
Sönümlenen Enerji

$$\beta_H = q_H (0.64 - \beta_1) \left(1 - \frac{1}{\mu} \right)$$

KUVVET



$$q_H = 0.67 \frac{T_s}{T_1}$$
$$0.5 \leq q_H \leq 1.0$$

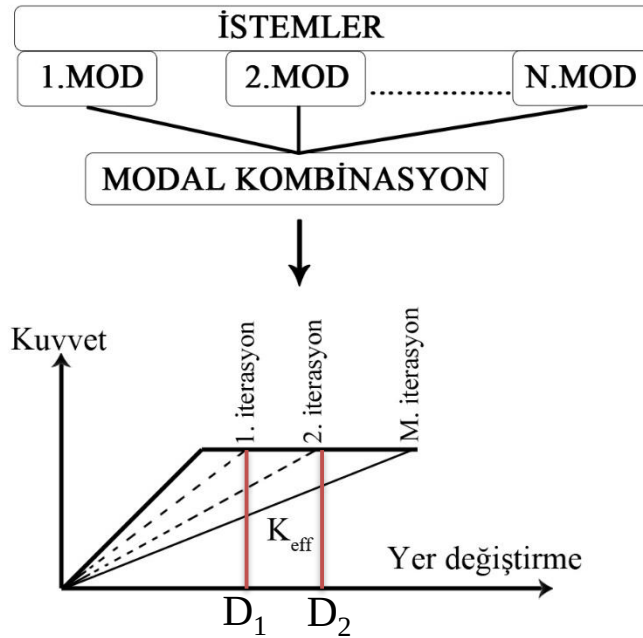
$$\mu = \frac{D_{eff}}{D_1} \Leftrightarrow \mu = \left(\frac{T_1}{T_{eff}} \right)^2$$

Eşdeğer Sönüm: Modal Şekil Değiştirme Yöntemi

1.ADIM

T_{eff} 'in belirlenmesi

Spektrum Analizi



2.ADIM

Elde edilen model kullanılarak E_D ve E_S 'nin hesaplanması

$$\zeta_{EK} = \frac{E_D}{4\pi E_S}$$

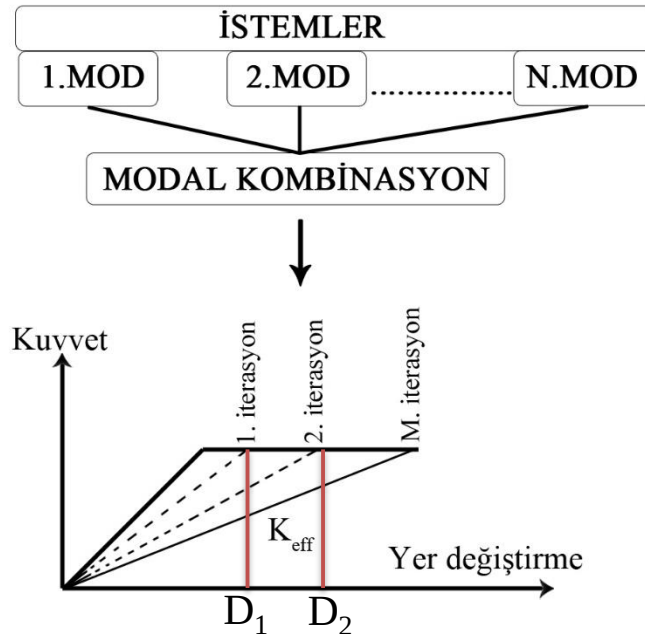
1. Adımın Tekrarlanması
Sonuçların yakınsaması ile iterasyonun durdurulması

Eşdeğer Sönüm: ASCE/FEMA Yaklaşımı

1.ADIM

T_{eff} 'in belirlenmesi

Spektrum Analizi



2.ADIM

Efektif Süneklğin Hesaplanması

$$\mu = \frac{D_{eff}}{D_1} \Leftrightarrow \mu = \left(\frac{T_1}{T_{eff}} \right)^2$$

$$\beta_H = q_H(0.64 - \beta_1) \left(1 - \frac{1}{\mu} \right)$$

1. Adimin Tekrarlanması
Sonuclarin yakinsamasi ile iterasyonun
durdurulmasi

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- İncelenen iki adet eşdeğer sönüm hesap yöntemi ile yapının **birinci modu** (X yönü) için yakın eşdeğer sönüm değerleri elde edilmiştir

1. MOD İÇİN ELDE EDİLEN SÖNÜM DEĞERLERİ	Eşdeğer Ek Sönüm (ζ_{EK})	Yapı İç Sönümü (ζ)	TOPLAM SÖNÜM
Modal Şekil Değiştirme Enerjisi Yön.	%15	%2.5	%17.5
ASCE/FEMA Yaklaşımı	%13.5	%2.5	%16

- ASCE/FEMA yaklaşımı ile hesaplanan eşdeğer sönüm değerinin doğruluğu incelenmiştir
- İnceleme için iki adet analiz modeli oluşturulmuştur

SAP2000 MODELİ

- Lineer elemanlar ($R=1$)
- Link elemanlar (Sönümleyici)
- İçsel sönüm
- 1. mod için ek eşdeğer sönüm
- 7 adet deprem kaydı ile analiz (D3)
- Spektrum analizi (D3)

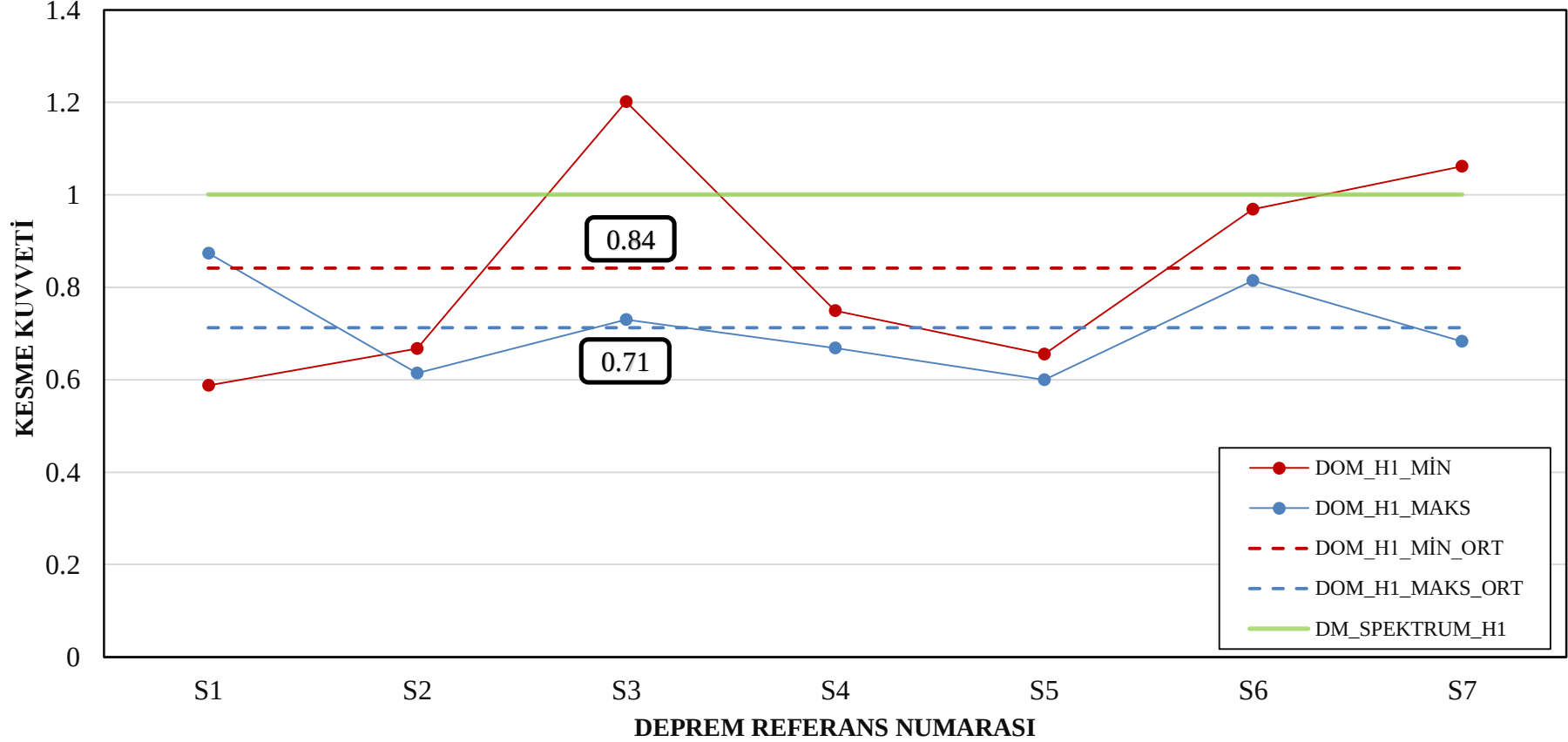


PERFORM-3D MODELİ

- Lineer elemanlar
- Sönümleyici histeretik davranışı
- İçsel sönüm
- 7 adet deprem kaydı ile analiz (D3)

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvvetleri Karşılaştırması (Spektrum Analizi)

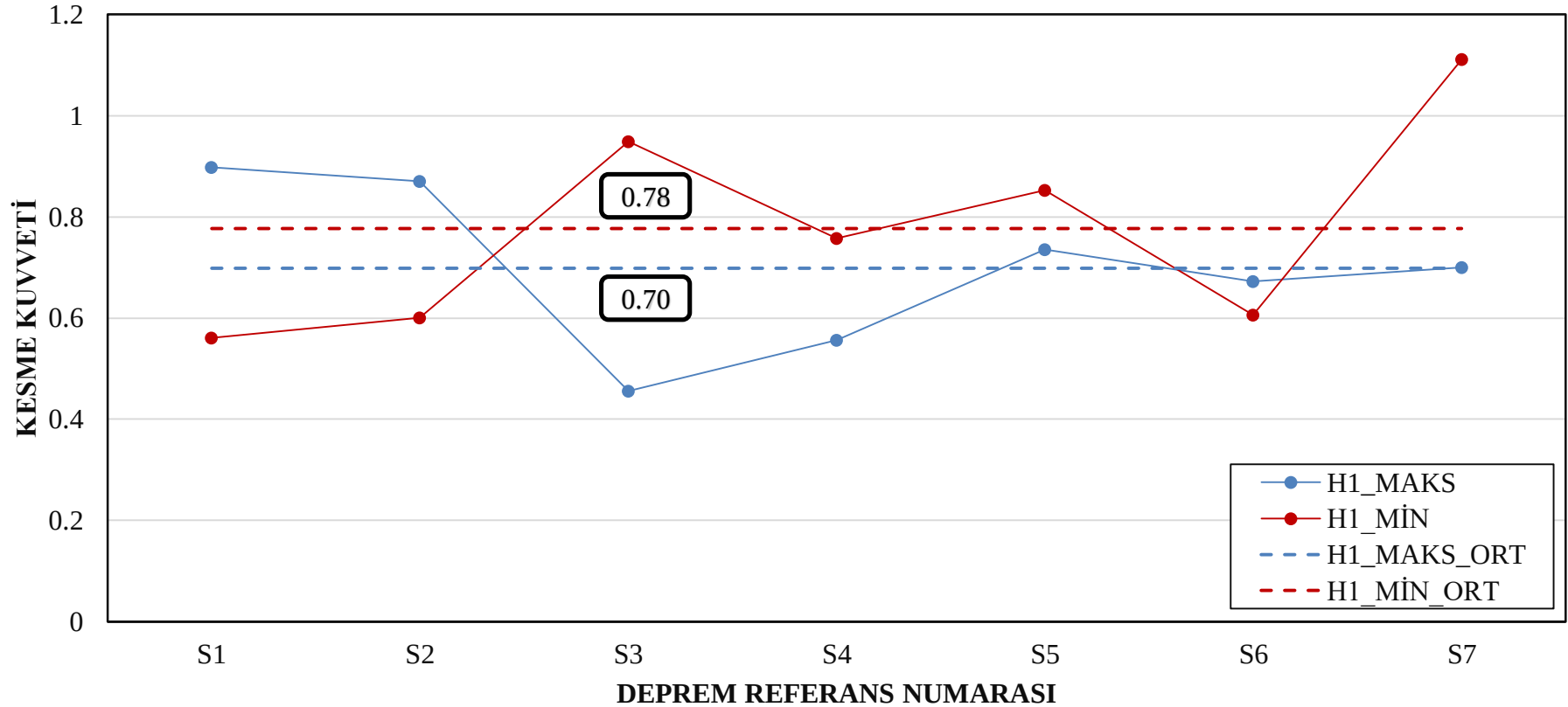


H1 (X) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvvetleri Karşılaştırması (Zaman Tanım Alanında Analiz)

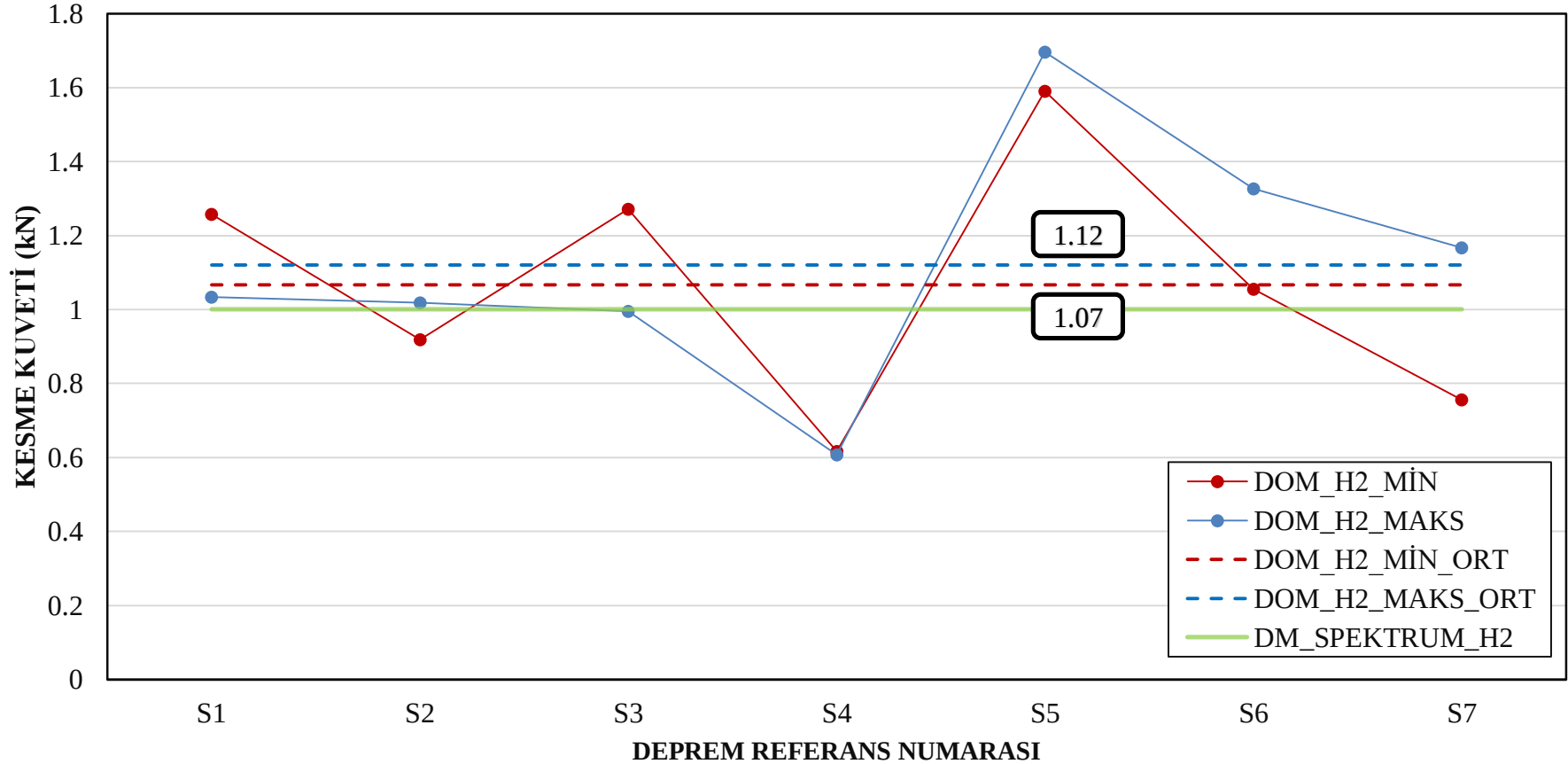


H1 (X) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvvetleri Karşılaştırması (Spektrum Analizi)

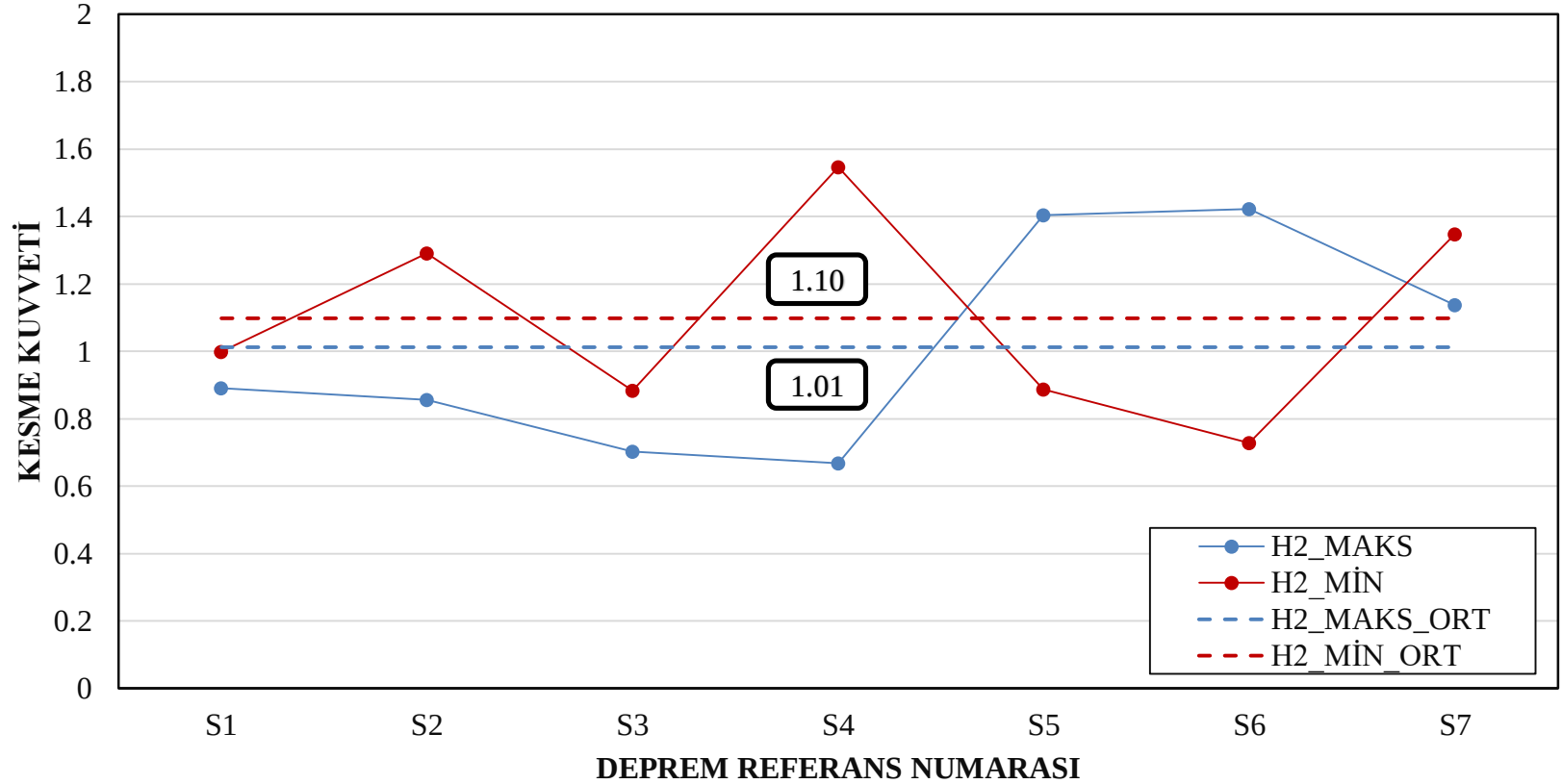


H2 (Y) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvvetleri Karşılaştırması (Zaman Tanım Alanında Analiz)

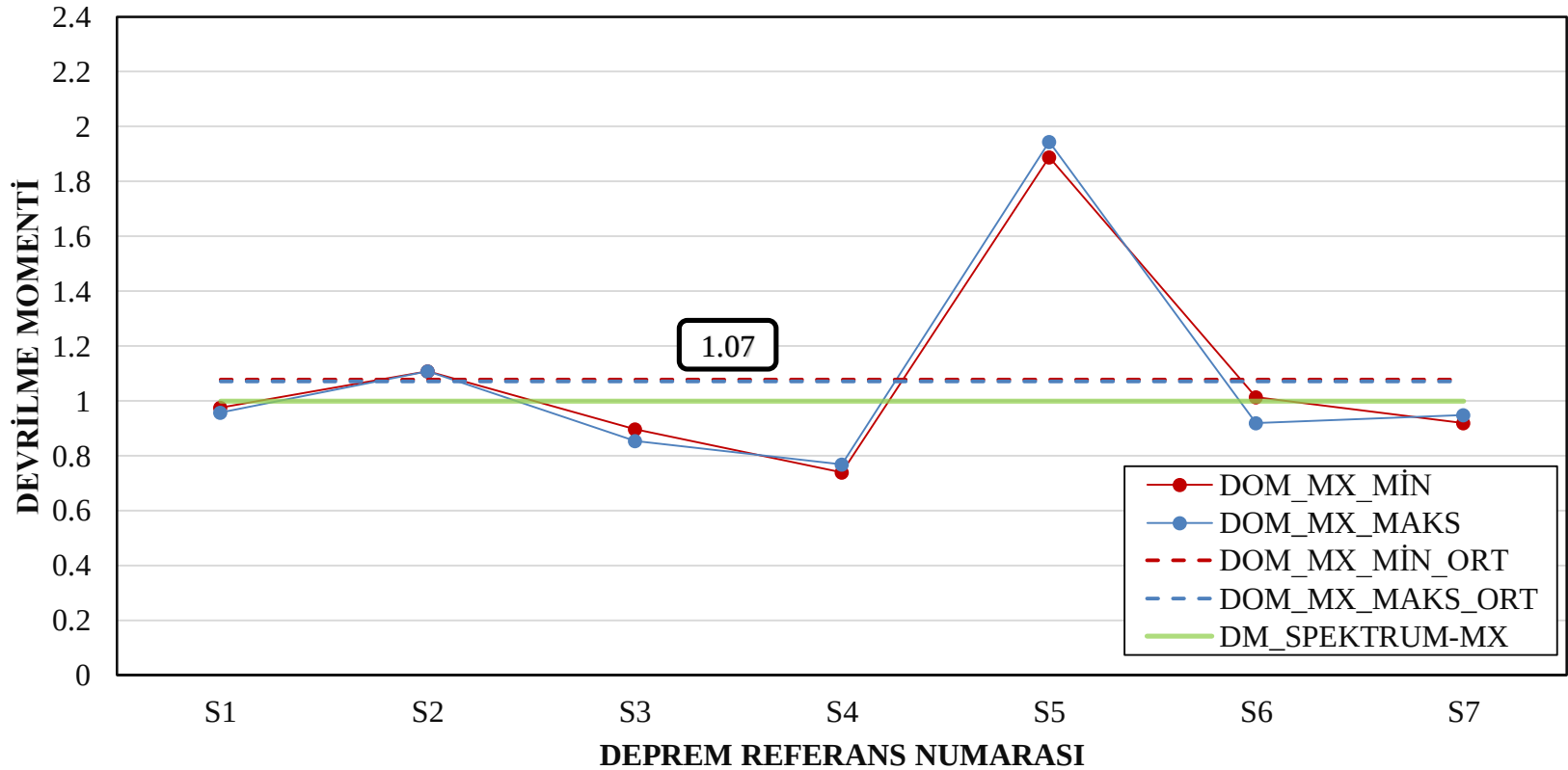


H2 (Y) YONU TABAN KESME KUVVETLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momentleri Karşılaştırması (Spektrum Analizi)

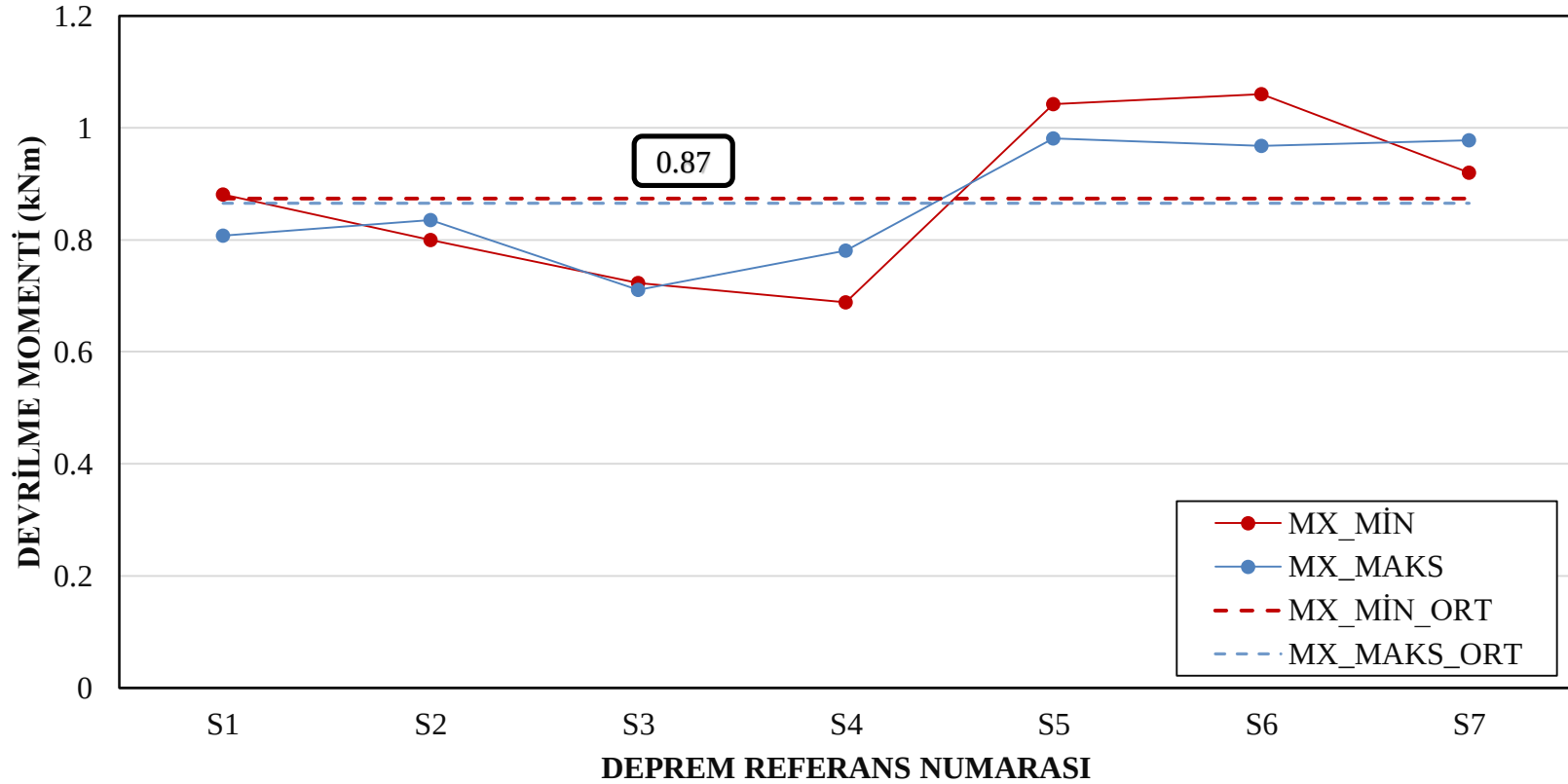


H1 (X) YÖNÜ ETRAFINDA DEVRİLME MOMENTLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momentleri Karşılaştırması (Zaman Tanım Alanında Analiz)

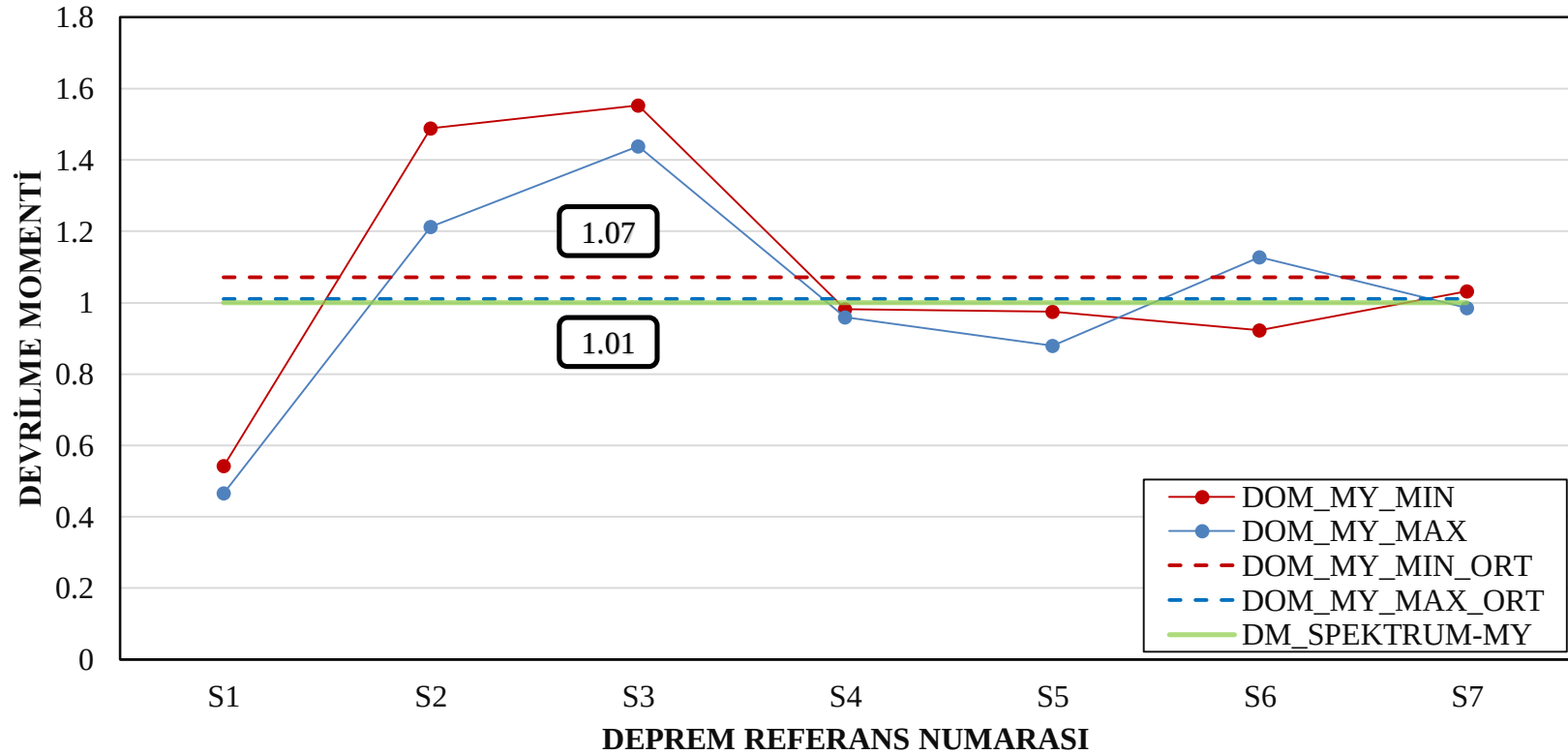


H1 (X) YÖNÜ ETRAFINDA DEVİRİLE MOMENTLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momentleri Karşılaştırması (Spektrum Analizi)

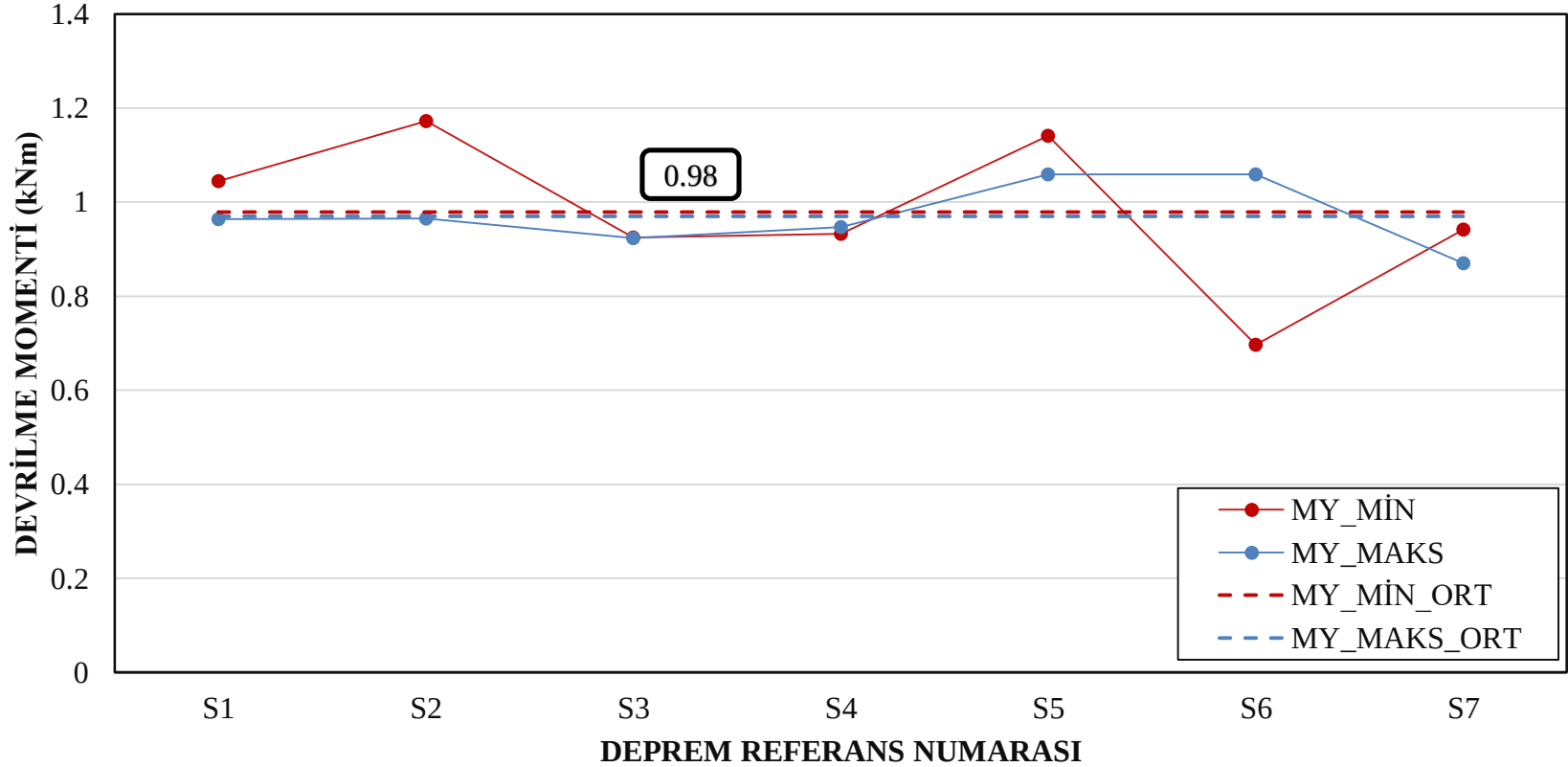


H2 (Y) YÖNÜ ETRAFINDA DEVİRİLMİ MOMENTLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momentleri Karşılaştırması (Zaman Tanım Alanında Analiz)

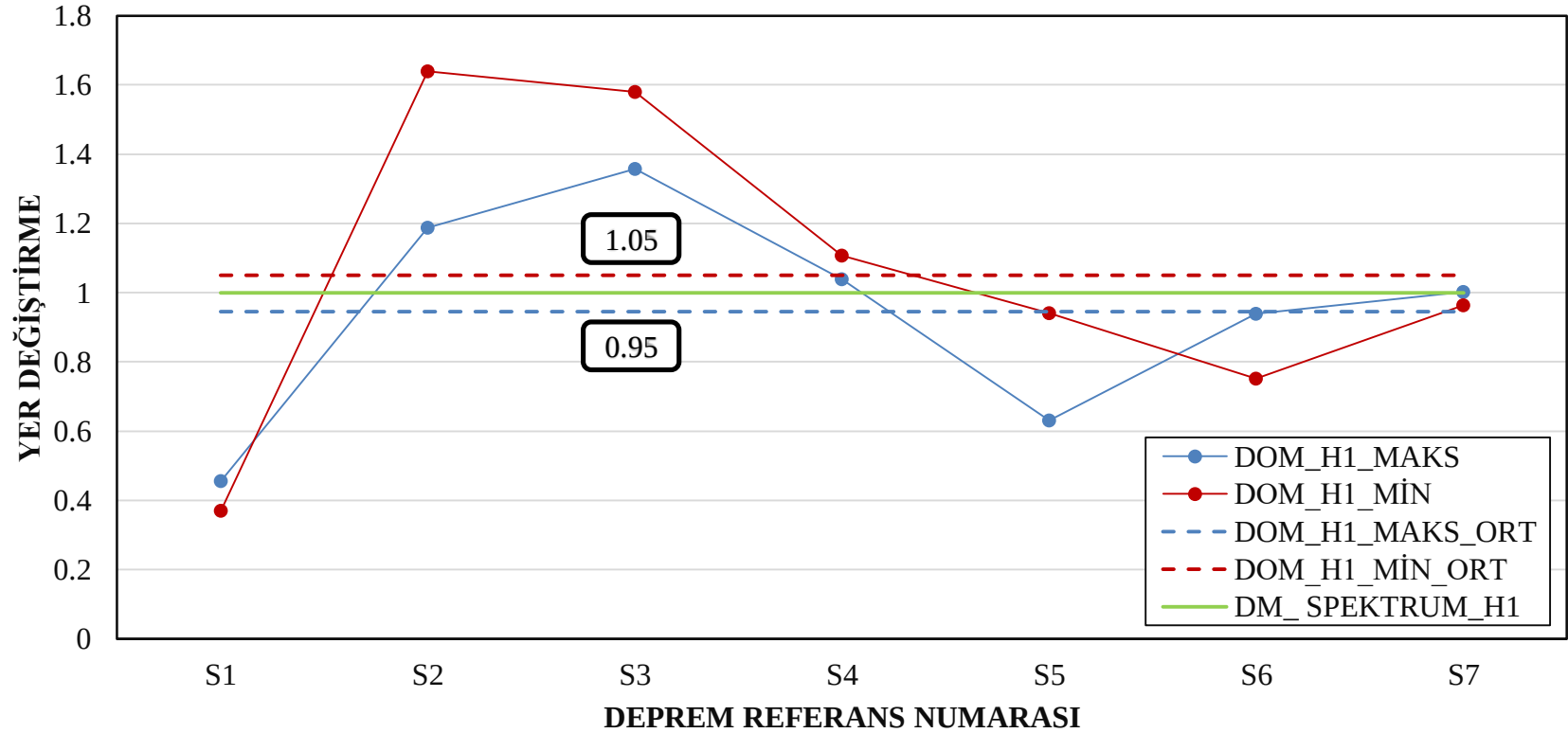


H2 (Y) YONU ETRAFINDA DEVRİLME MOMENTLERİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Kolon Uç Noktası Yer Değiştirmesi Karşılaştırması (Spektrum Analizi)

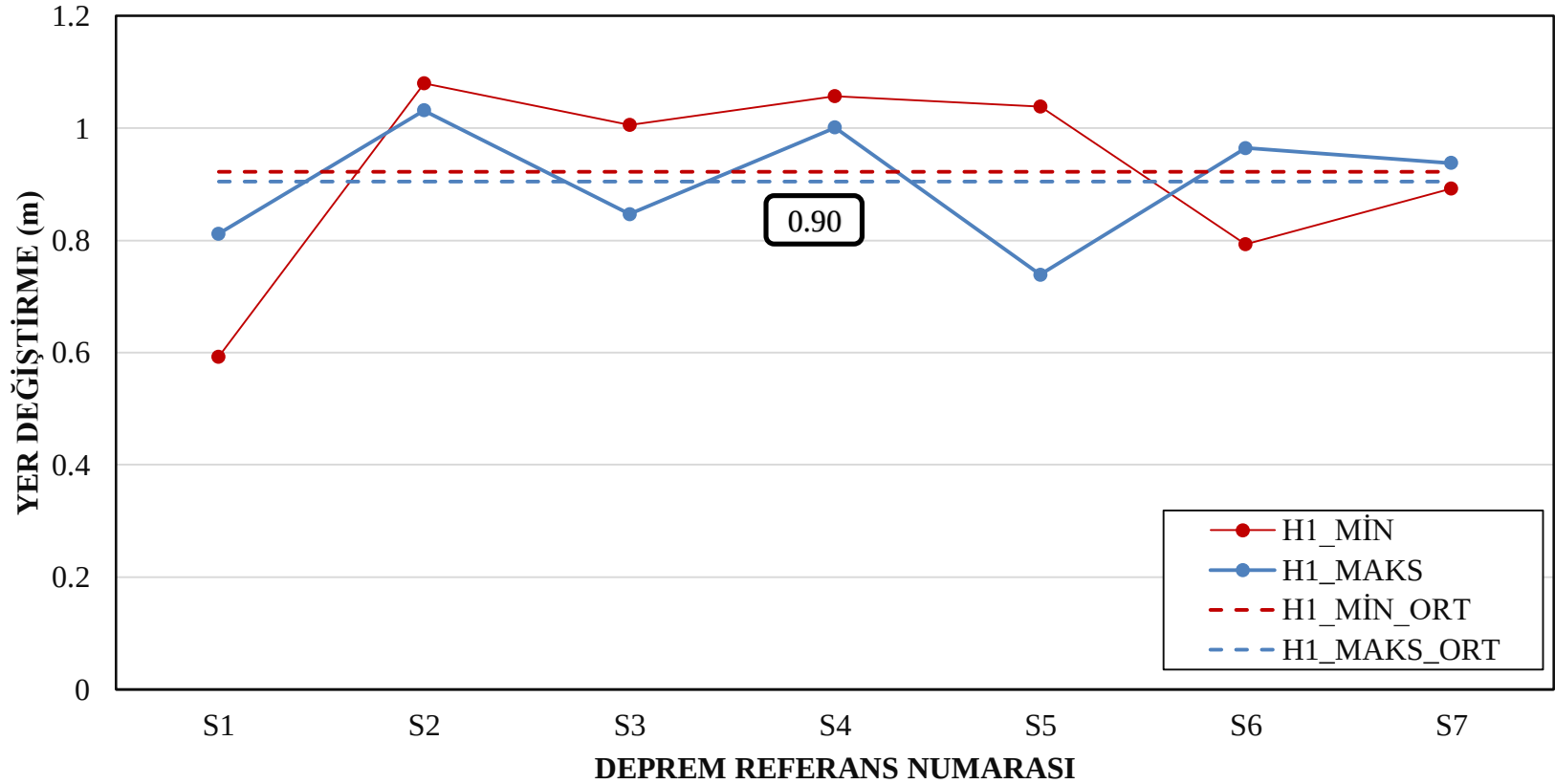


H1 (X) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi (Zaman Tanım Alanında Analiz)

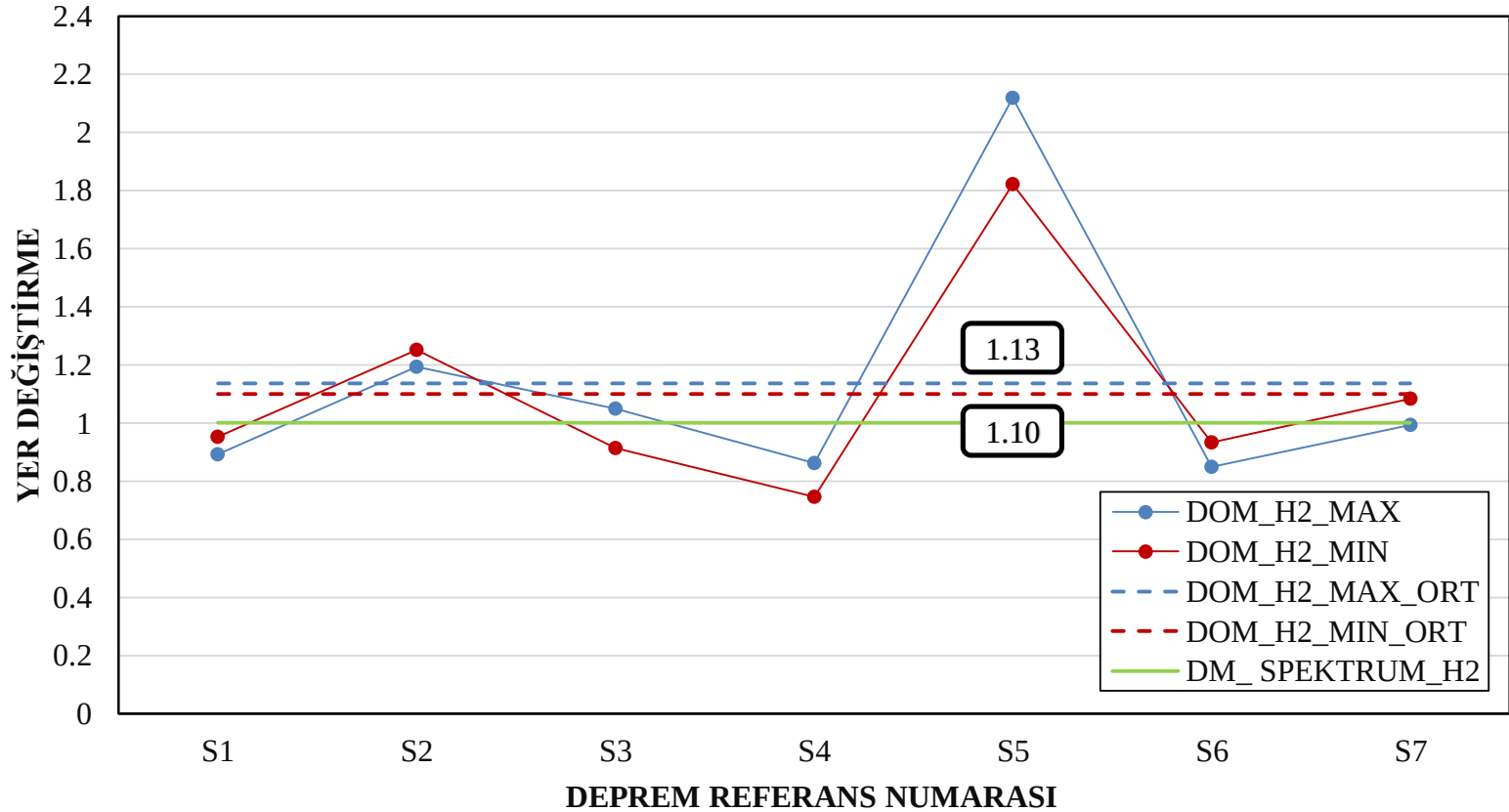


H1 (X) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi (Spektrum Analizi)

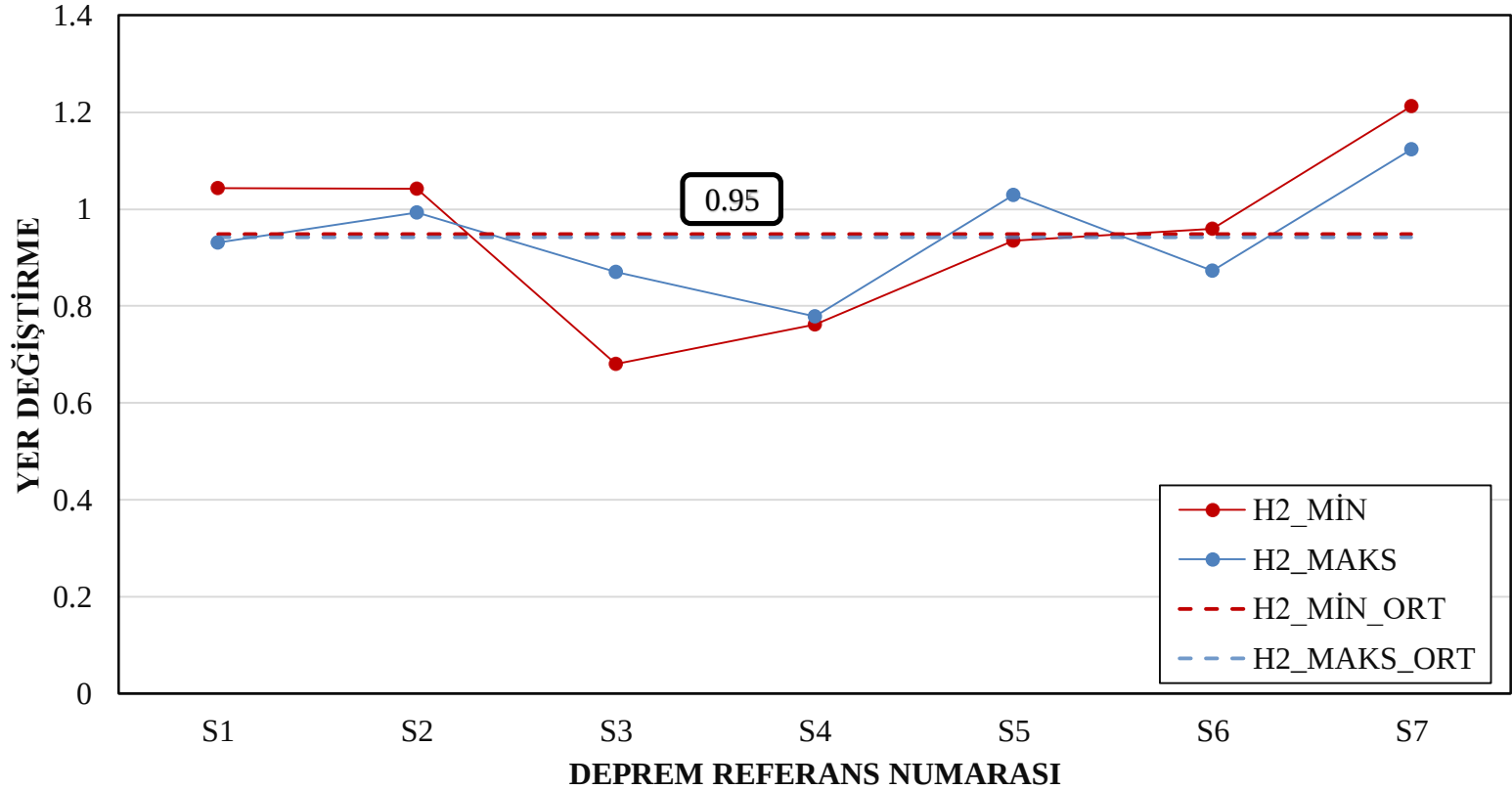


H2 (Y) YONU KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi (Zaman Tanım Alanında Analiz)



H2 (Y) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Giriş: Sunumun İçeriği

Bolum 1: İncelenen yapısal sisteminin tanıtılması

- Yapısal eleman boyutları ve yerleşimi
- Depremsellik

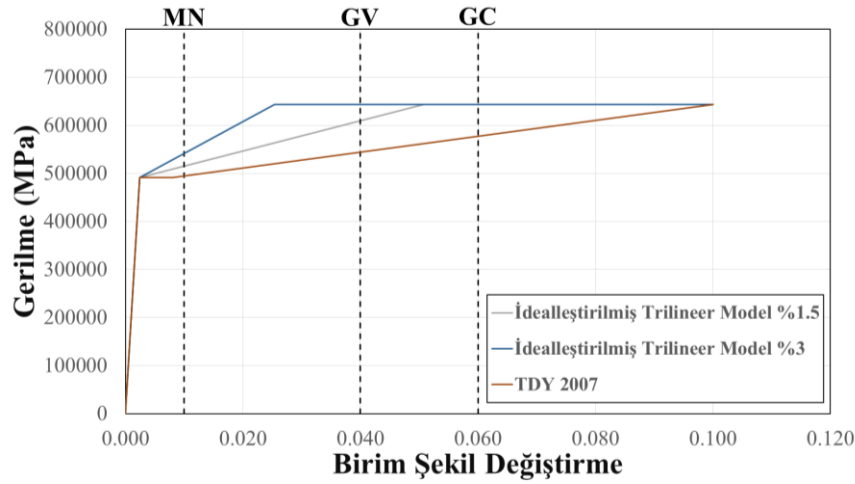
Bolum 2: Eşdeğer sönüm hesap yöntemlerinin incelenmesi (Verification)

- Modal Şekil Değiştirme Yöntemi
- ASCE/FEMA yaklaşımı

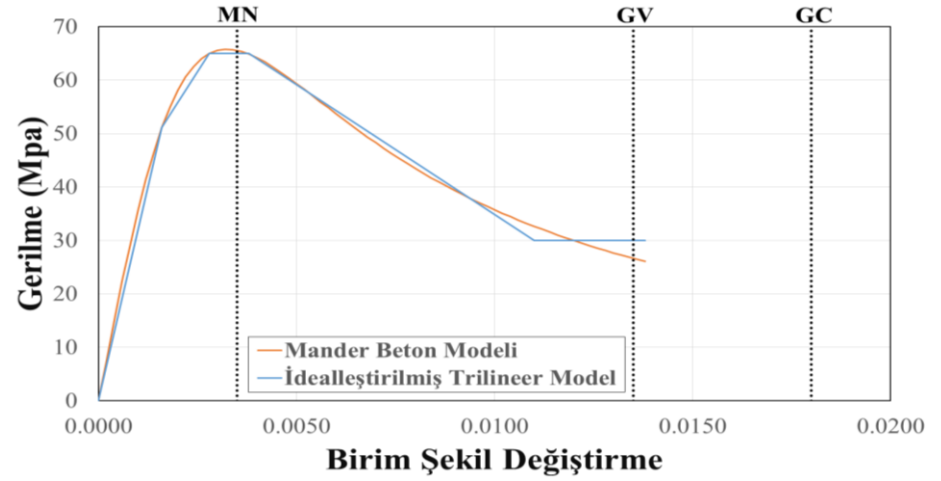
Bolum 3: Eşdeğer sönüm hesap yönteminin doğrusal olmayan çözümleme sonuçları ile karşılaştırılması

- Yapısal eleman tanımları
- ASCE/FEMA yaklaşımının incelenmesi

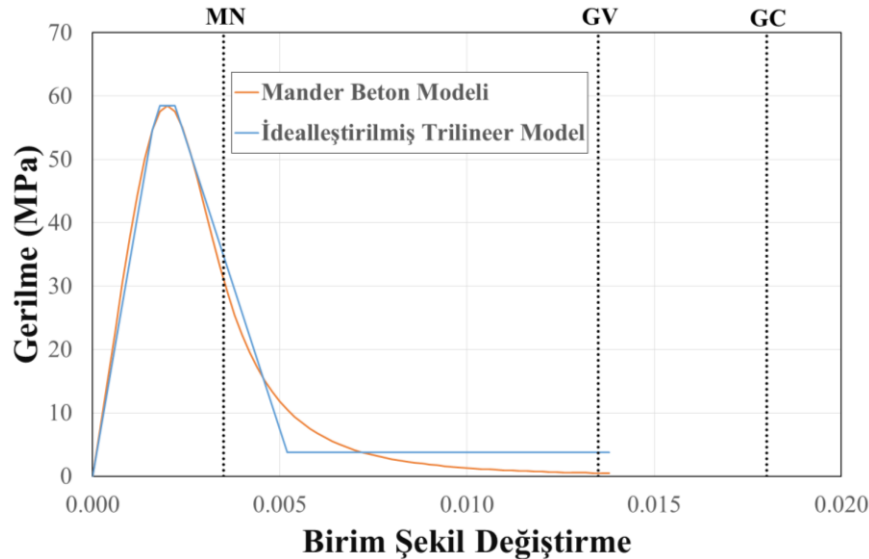
İncelenen Yapı: Yapısal Malzeme Özellikleri



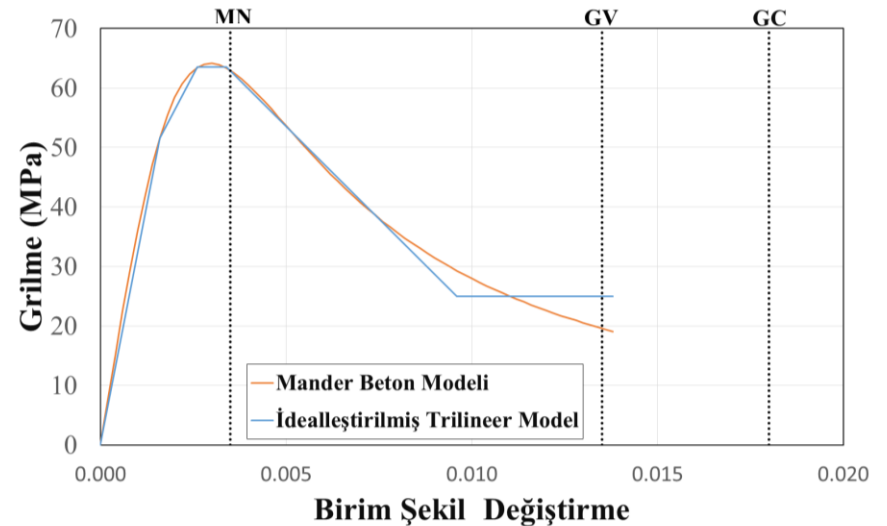
Çelik (%1.5 Strain Hardening)



Sargılı Beton (Perde Duvar)

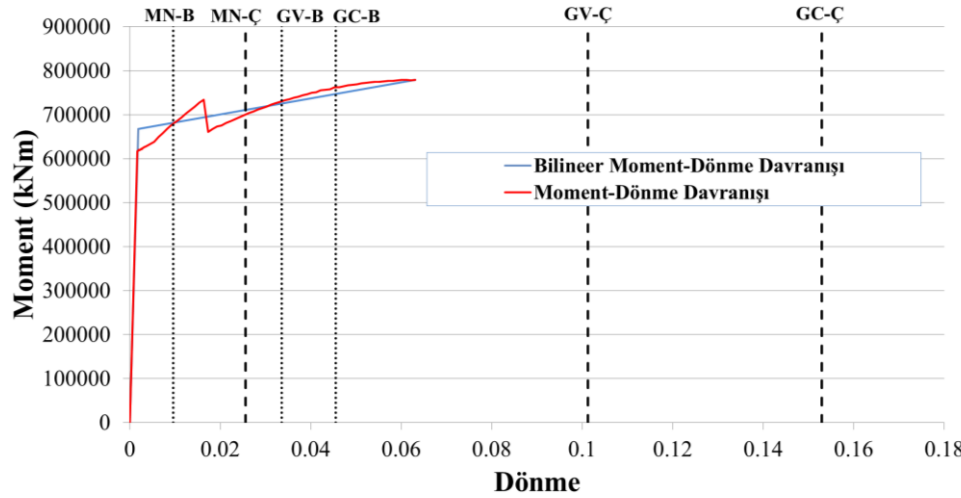


Sargısız Beton

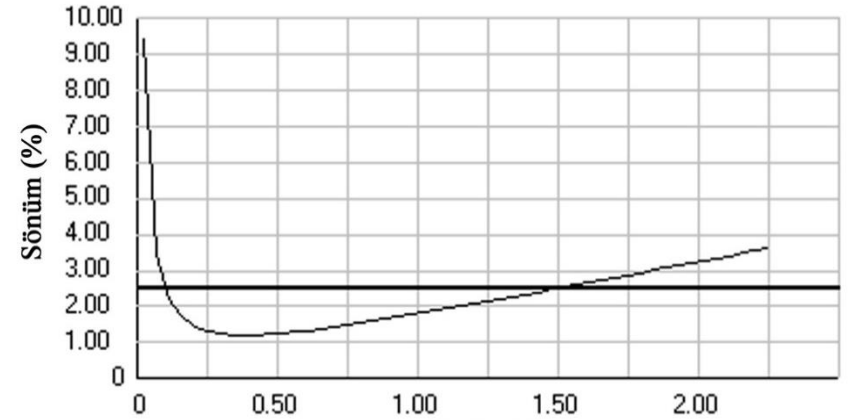


Sargılı Beton (Çevre Kirişleri)

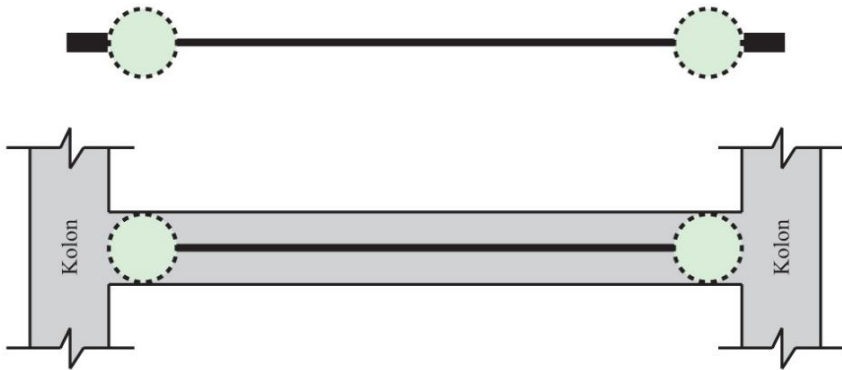
İncelenen Yapı: Yapısal Eleman Özellikleri



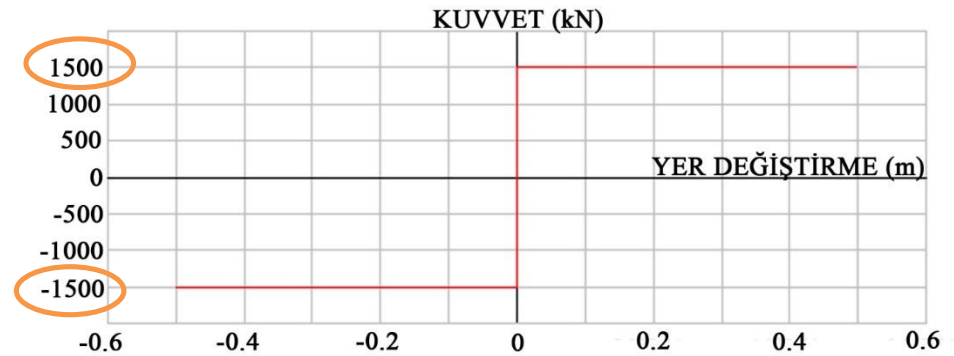
Çevre Kirişleri Plastik Mafsalı



İçsel Sönüm (%2.5 Rayleigh)

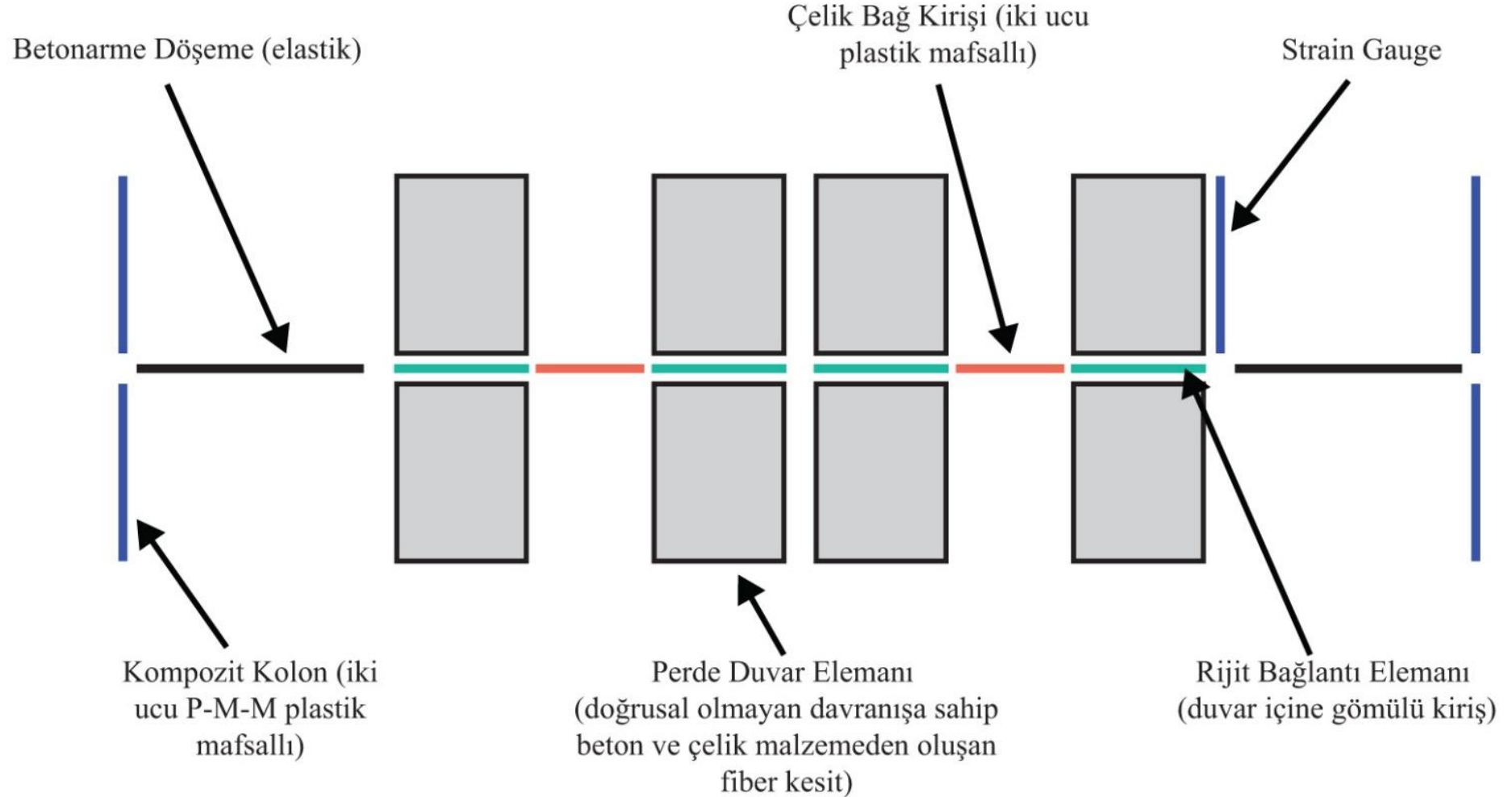


Çevre Kirişleri Plastik Mafsalı



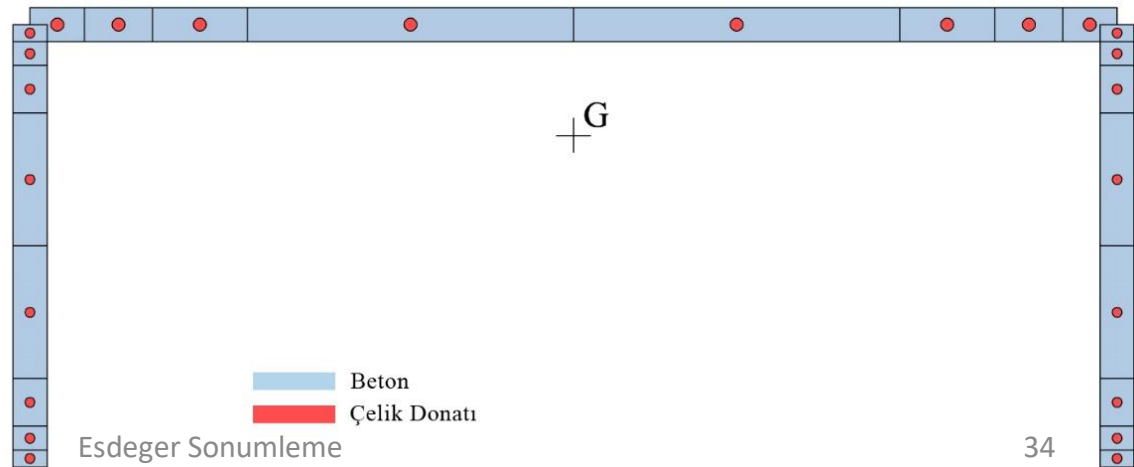
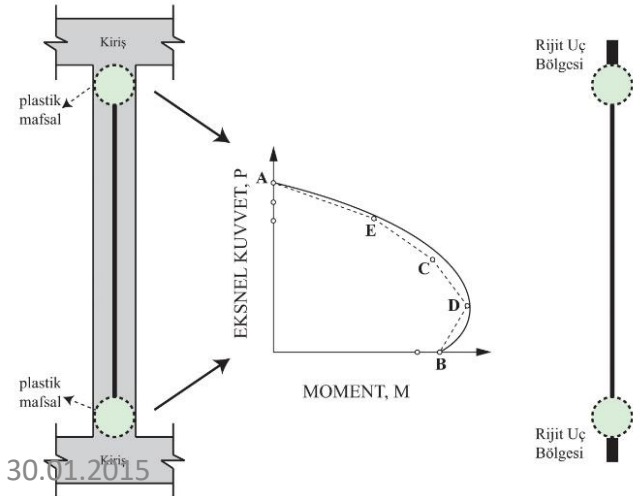
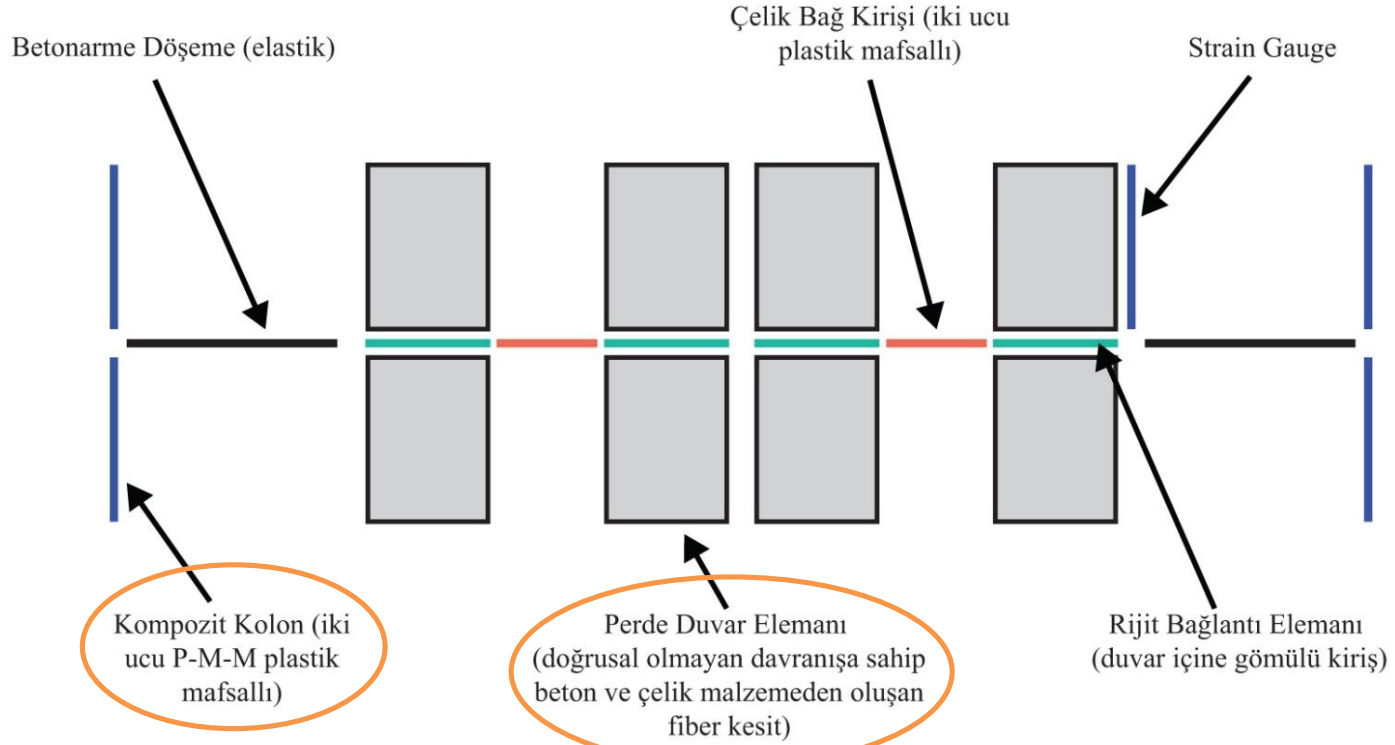
Sürtünme Tipi Sönümleyici Tanımı

İncelenen Yapı: Doğrusal Olmayan Model Tanımı



DOĞRUSAL OLMAYAN MODEL İÇİN ELEMAN TANIMLARI

İncelenen Yapı: Yapısal Eleman Özellikleri



İncelenen Yapı: Yapısal Eleman Özellikleri

Betonarme Döşeme (elastik)

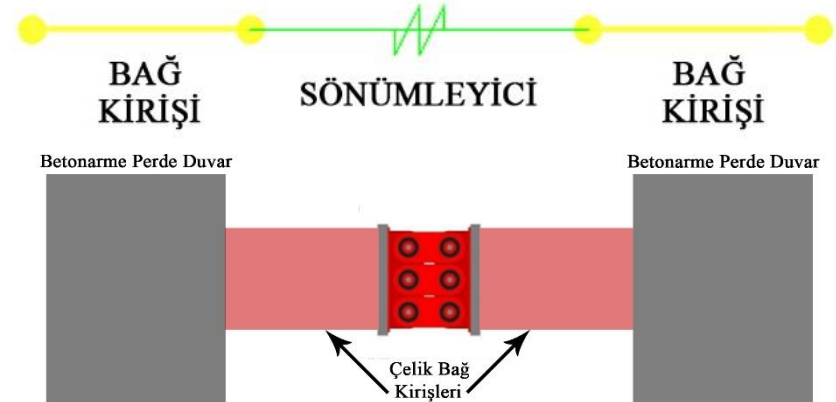
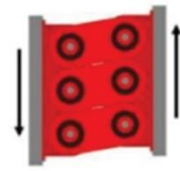
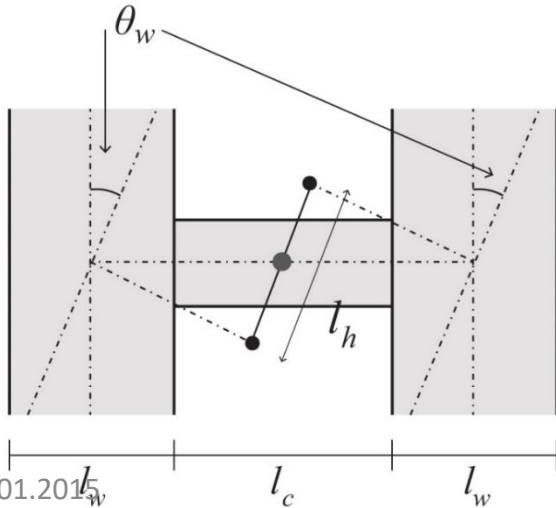
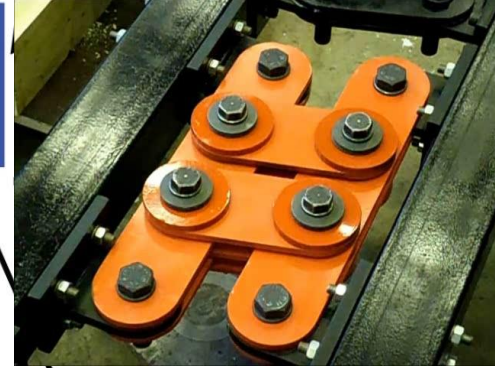
Çelik Bağ Kirişi (iki ucu plastik mafsallı)

Strain Gauge

Kompozit Kolon (iki ucu P-M-M plastik mafsallı)

Perde Duvar Elemanı
(doğrusal olmayan davranışa sahip beton ve çelik malzemeden oluşan fiber kesit)

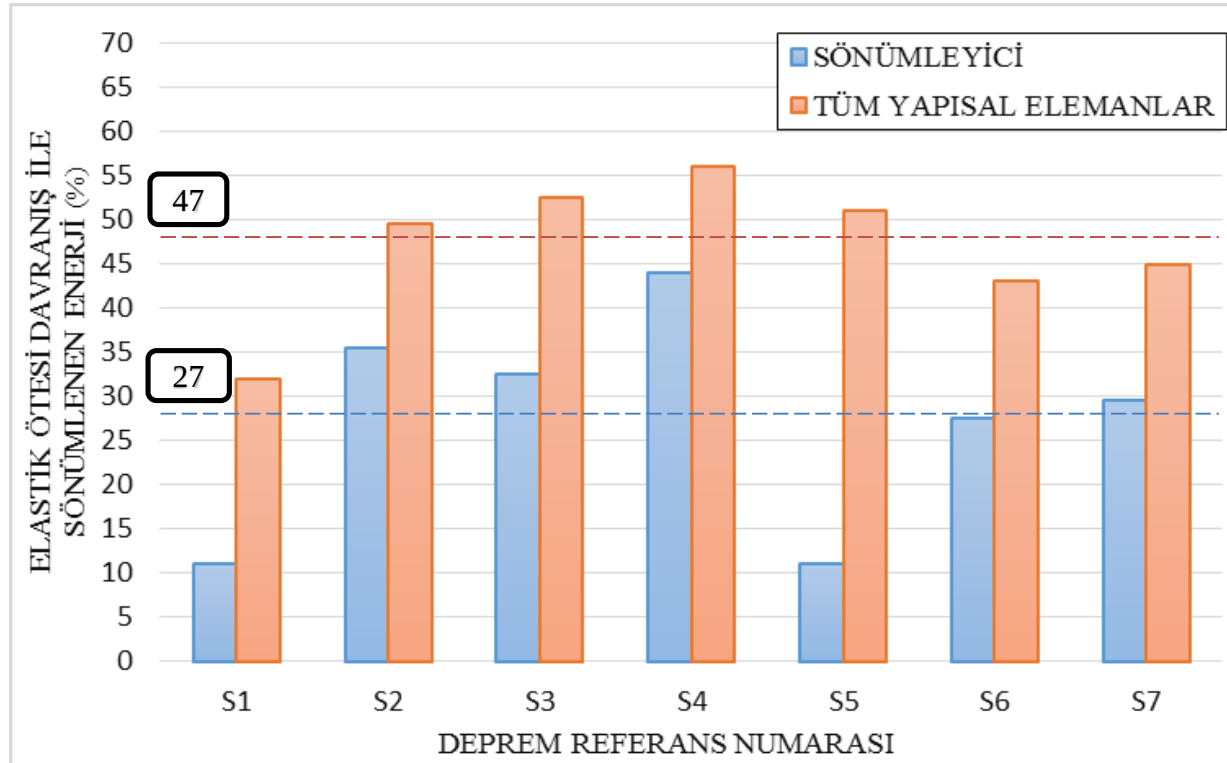
Rijit Bağlantı Elemanı
(duvar içine gömülü kiriş)



Esdeğer Sonumleme

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

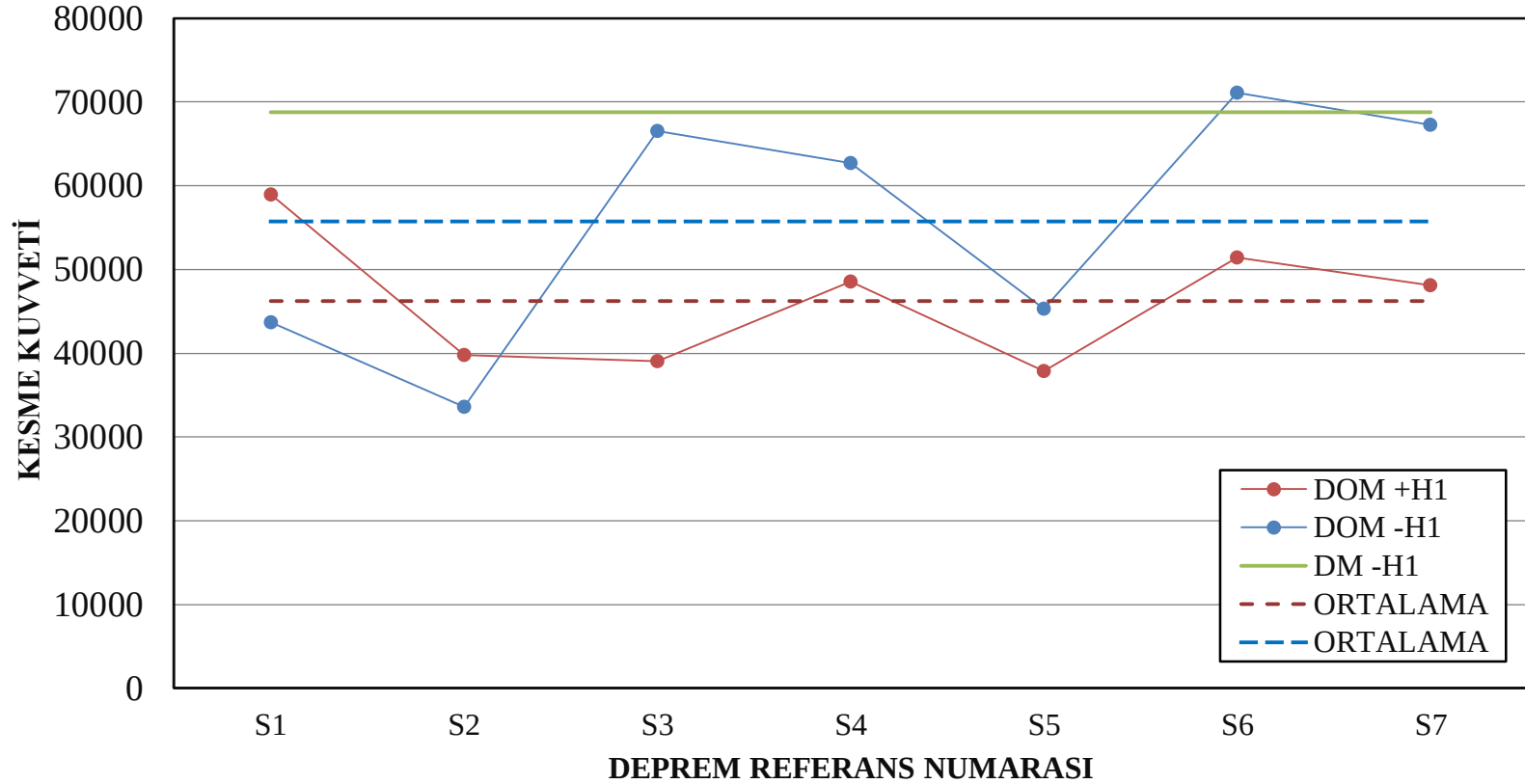
- ASCE/FEMA yaklaşımı ile hesaplanan eşdeğer sönüm değerinin doğrusal olmayan davranış için incelenmesi
- İnceleme için iki adet analiz modeli oluşturulmuştur
- Eşdeğer sönüm hesabında yapısal elemanların histeretik davranışları sonucu sönümledikleri enerji dikkate alınmamıştır



ELASTİK ÖTESİ ENERJİ SÖNÜMÜ DAĞILIMI

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvveti Karşılaştırması

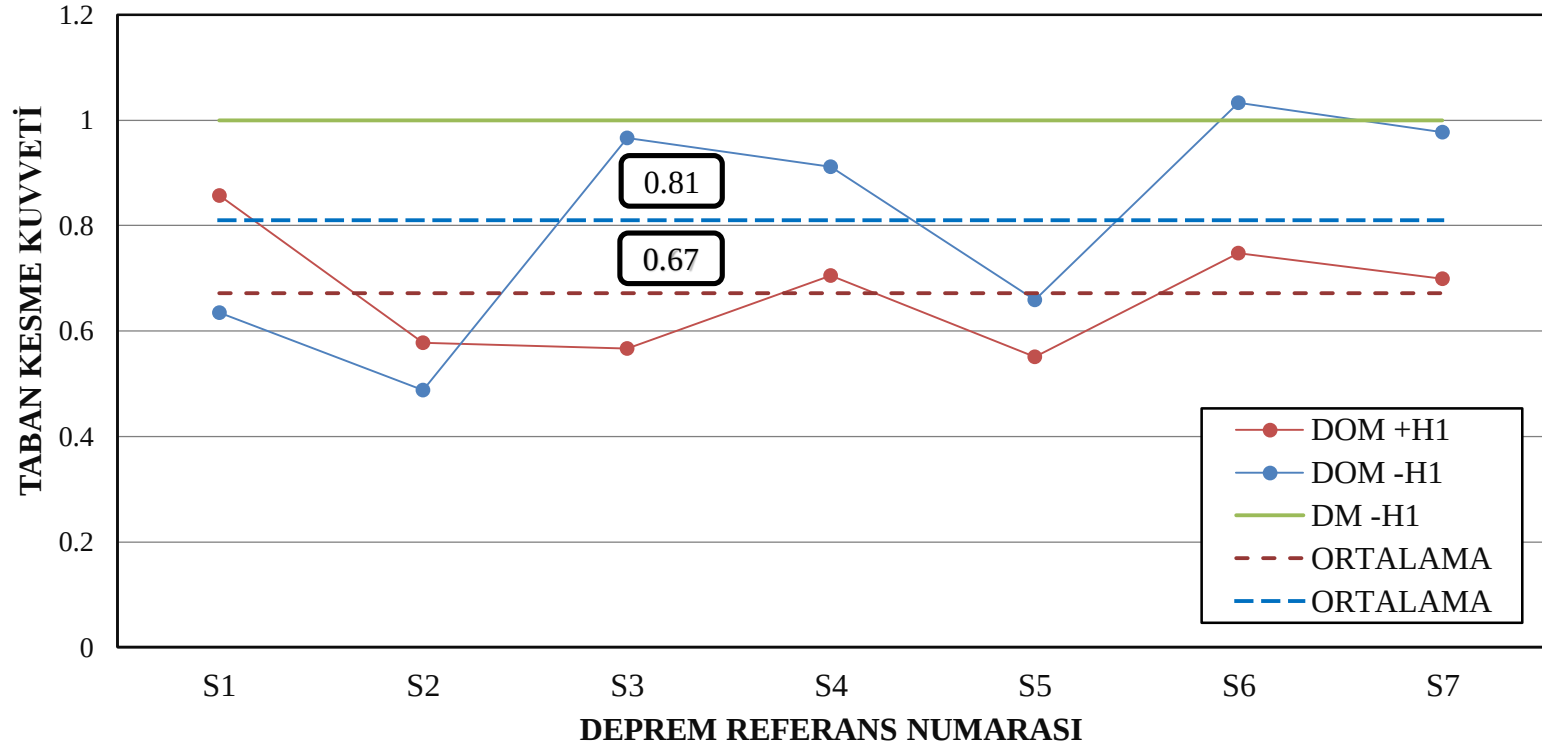


H1 (X) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvveti Karşılaştırması

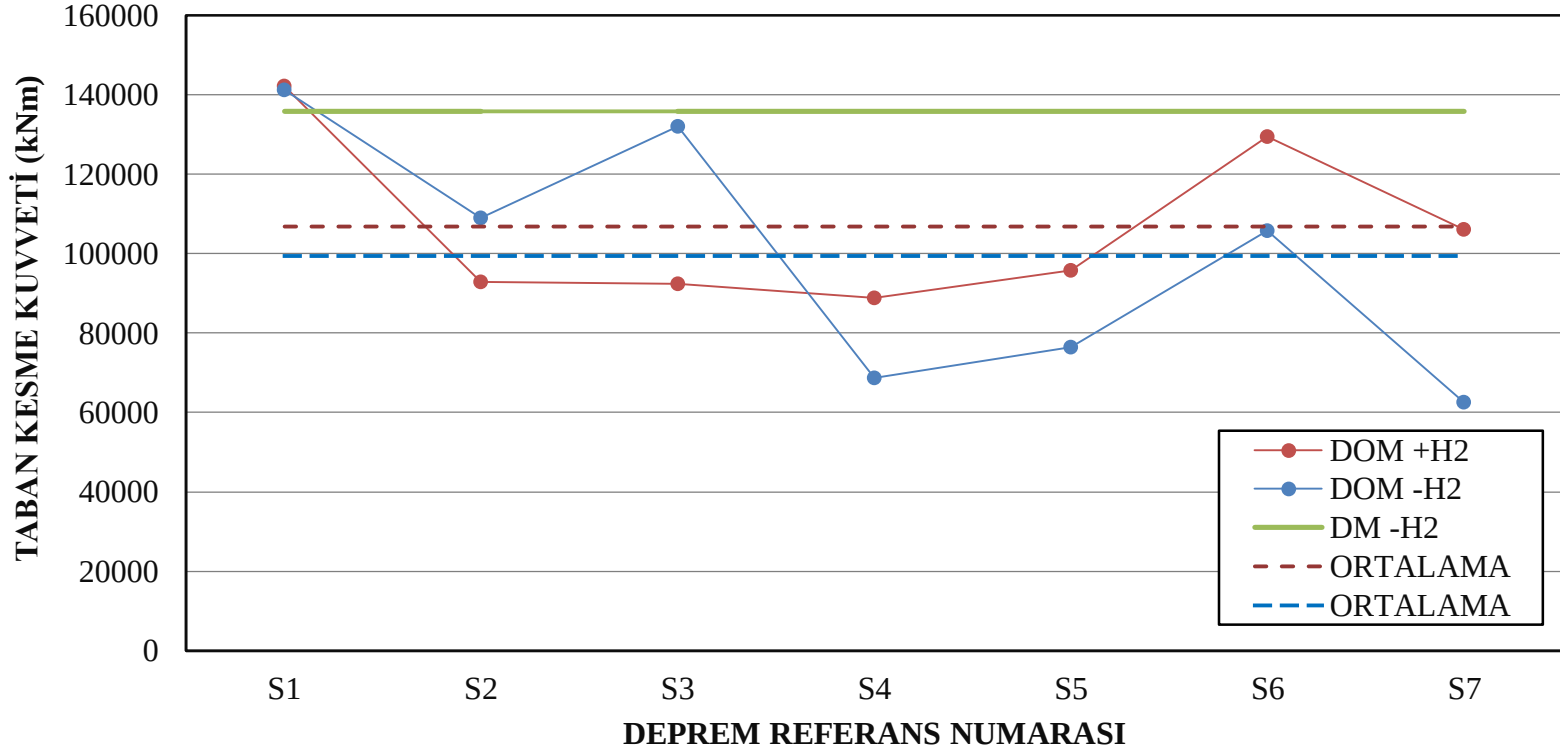


H1 (X) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvveti Karşılaştırması

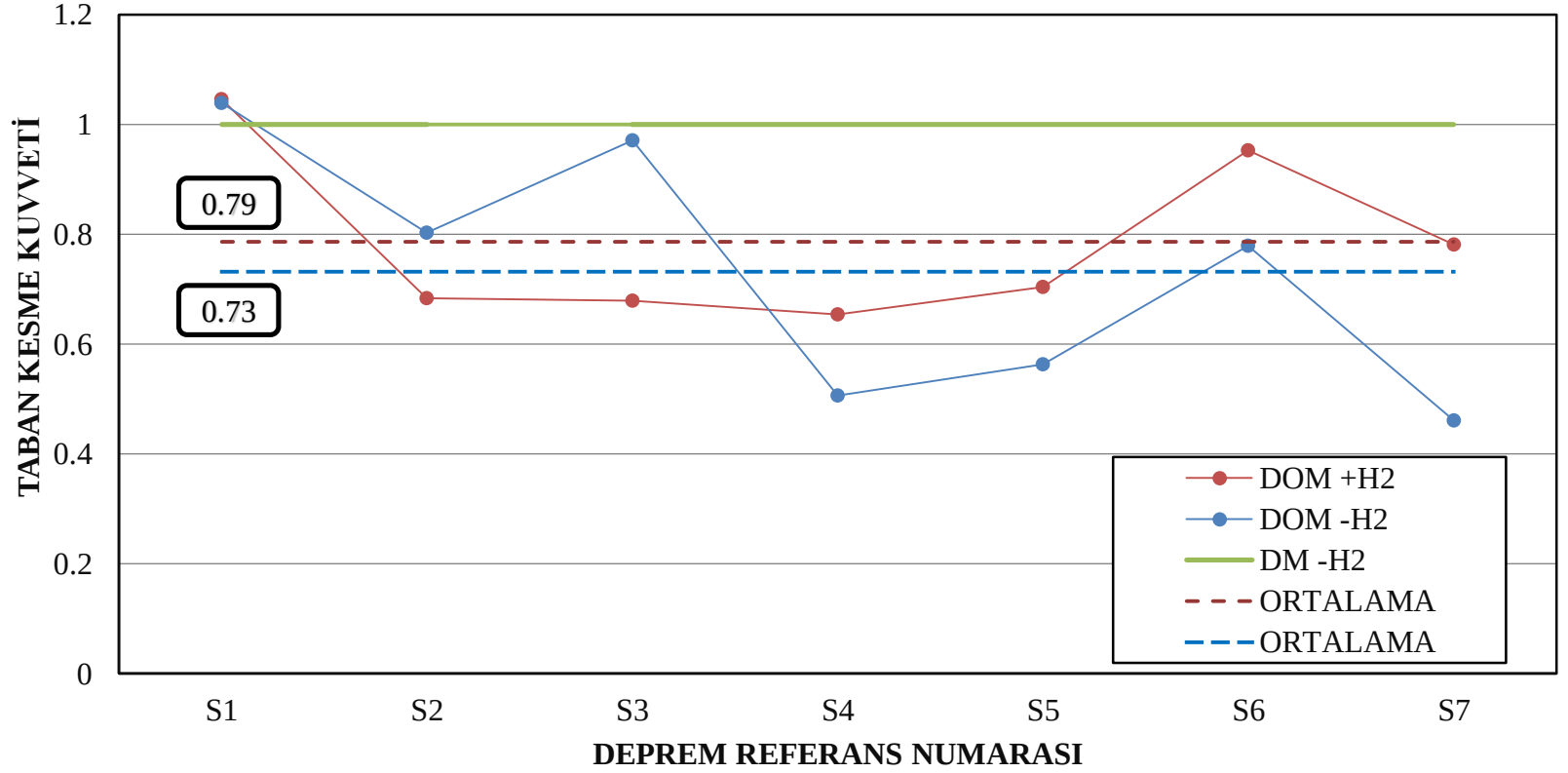


H2 (Y) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Taban Kesme Kuvveti Karşılaştırması

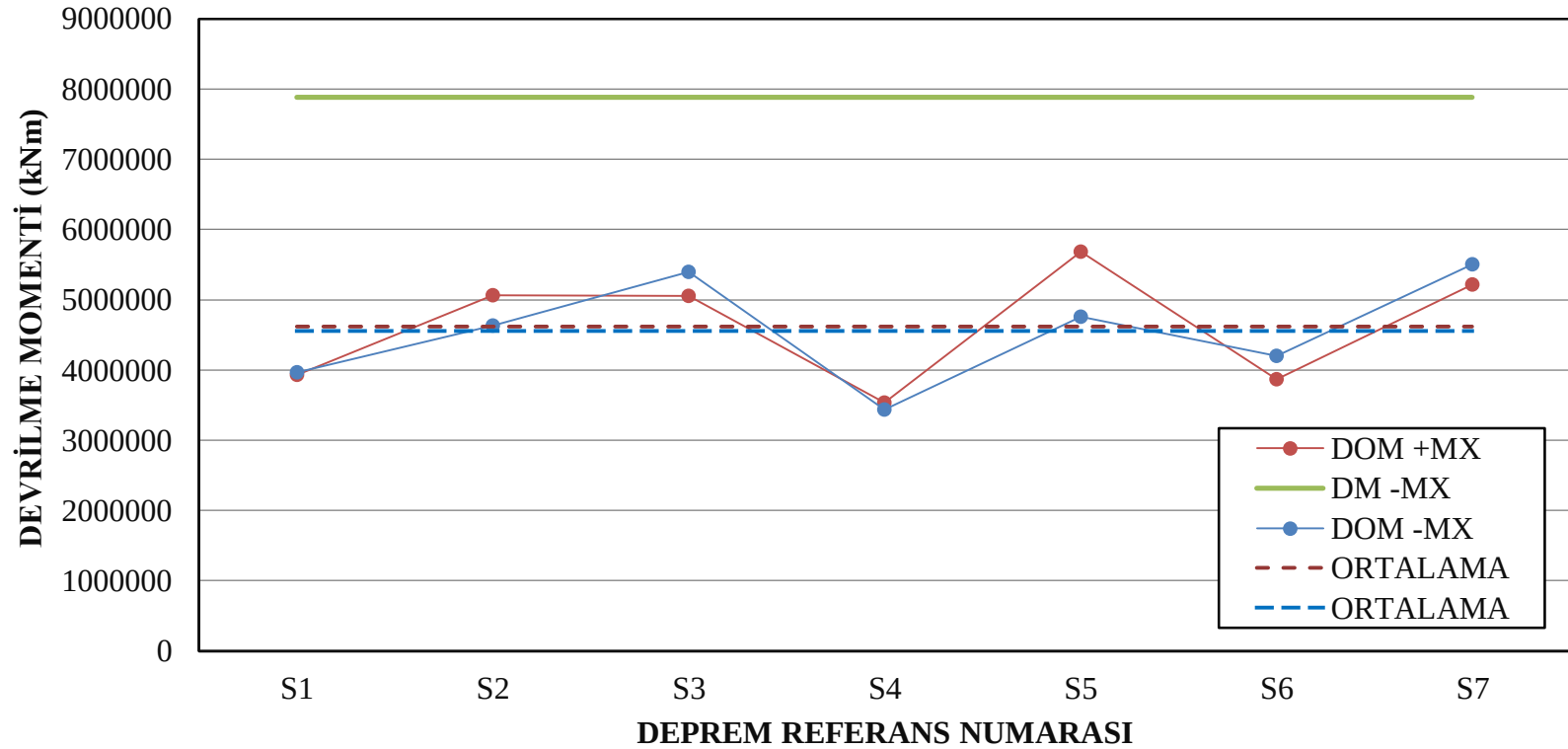


H2 (Y) YÖNÜ TABAN KESME KUVVETİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momenti Karşılaştırması

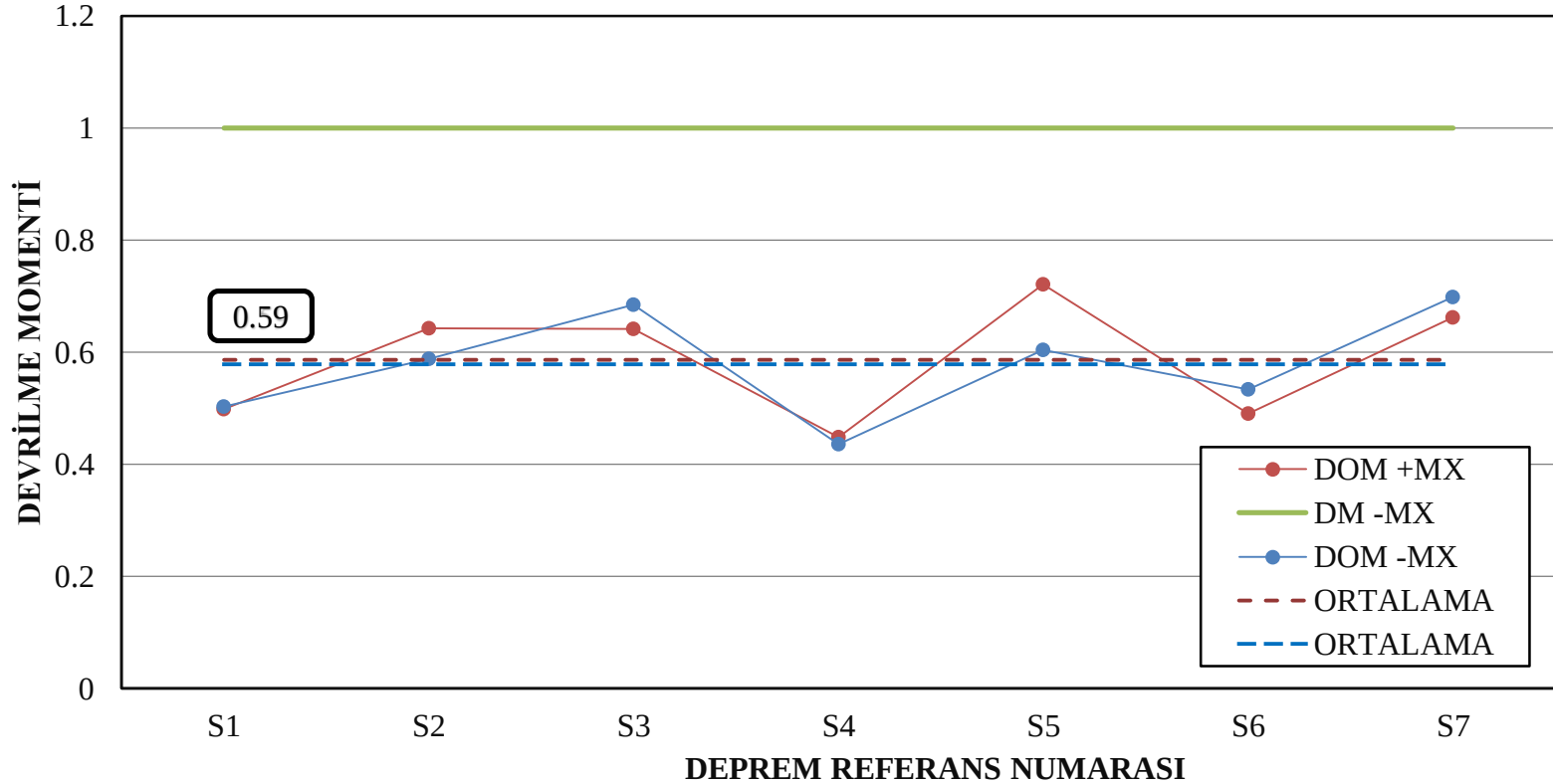


H1 (X) YÖNÜ ETRAFINDA DEVRİLME MOMENTİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momenti Karşılaştırması

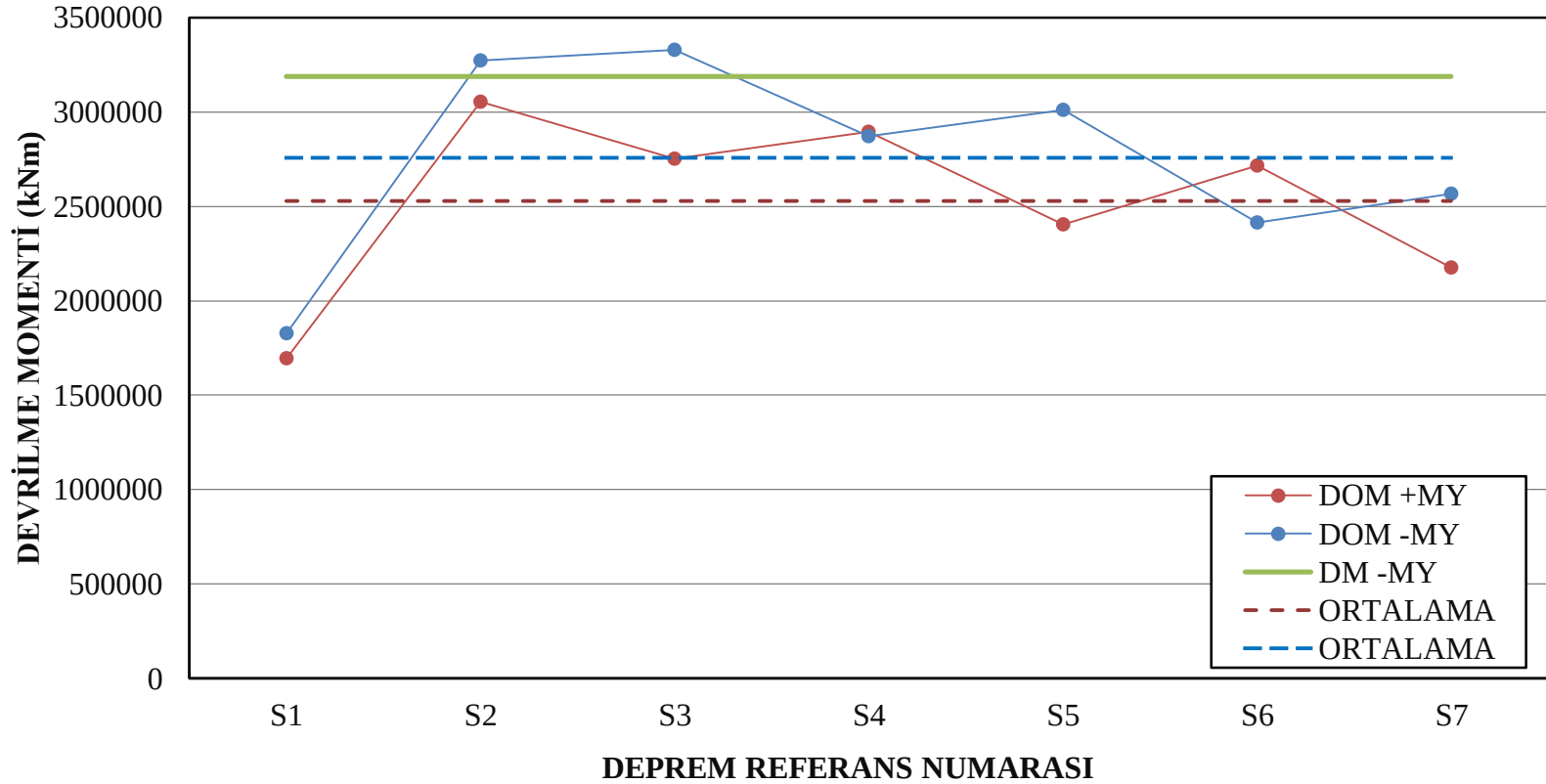


H1 (X) YÖNÜ ETRAFINDA DEVİRİLMİ MOMENTİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momenti Karşılaştırması

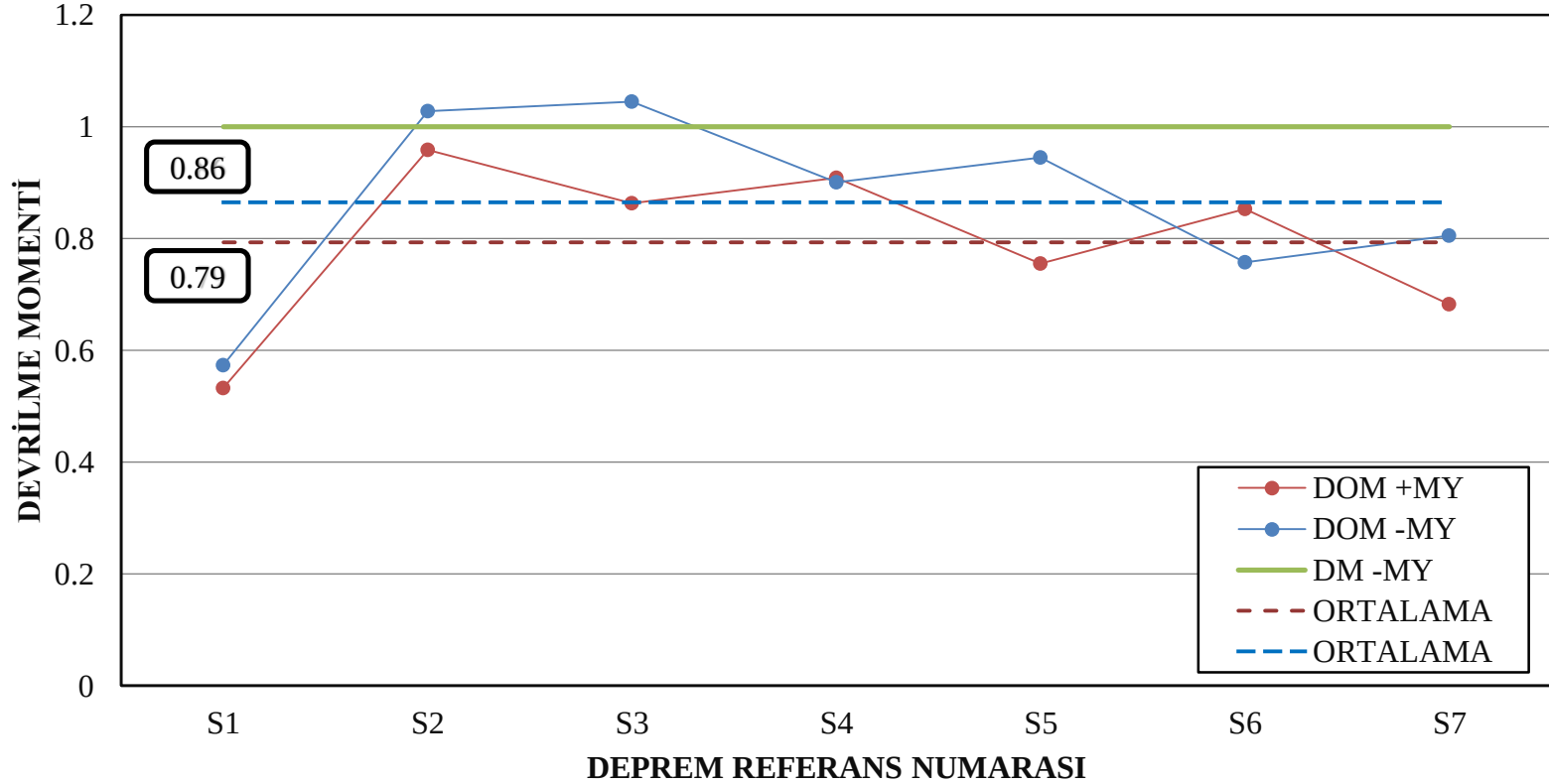


H2 (Y) YÖNÜ ETRAFINDA DEVRİLME MOMENTİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Devrilme Momenti Karşılaştırması

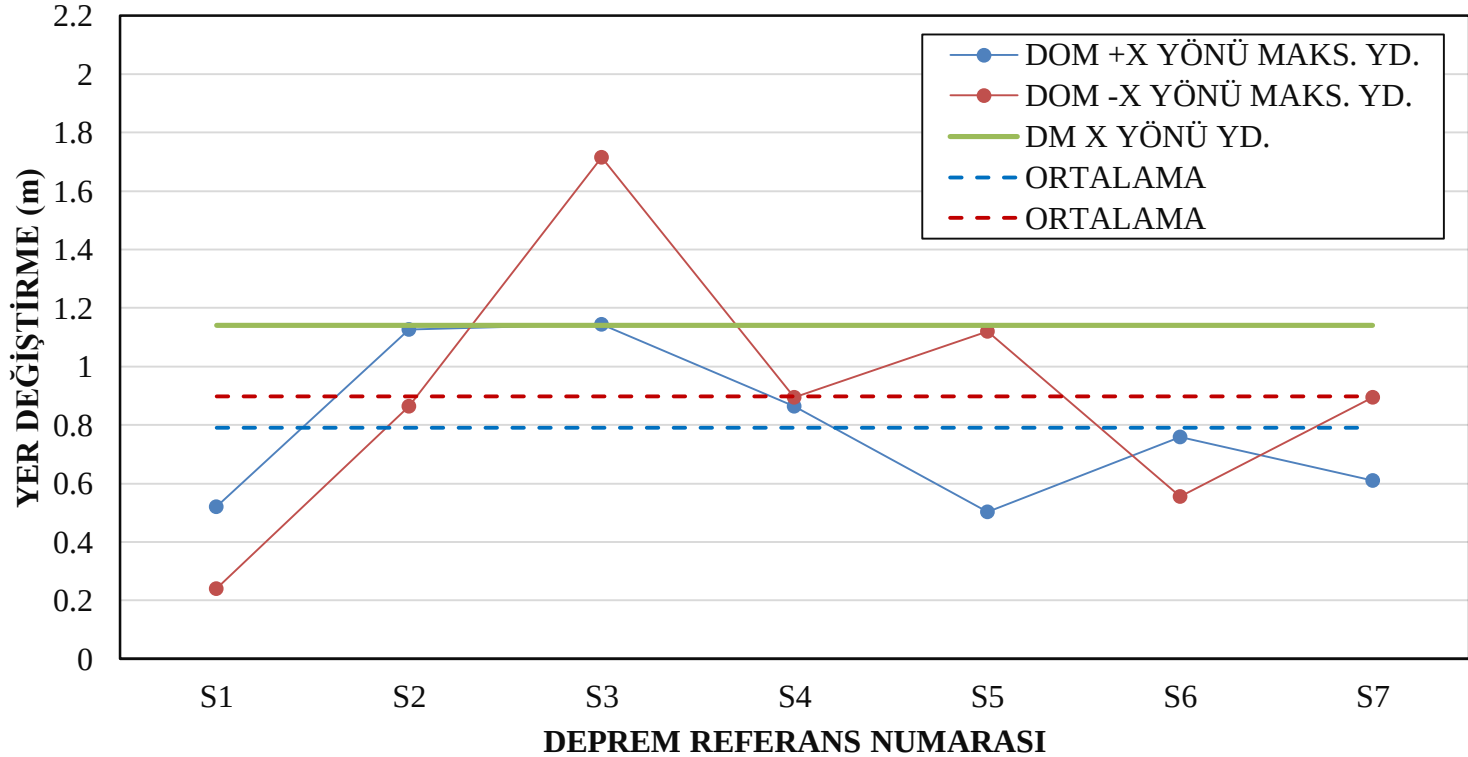


H2 (Y) YÖNÜ ETRAFINDA DEVİRİLMİ MOMENTİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi

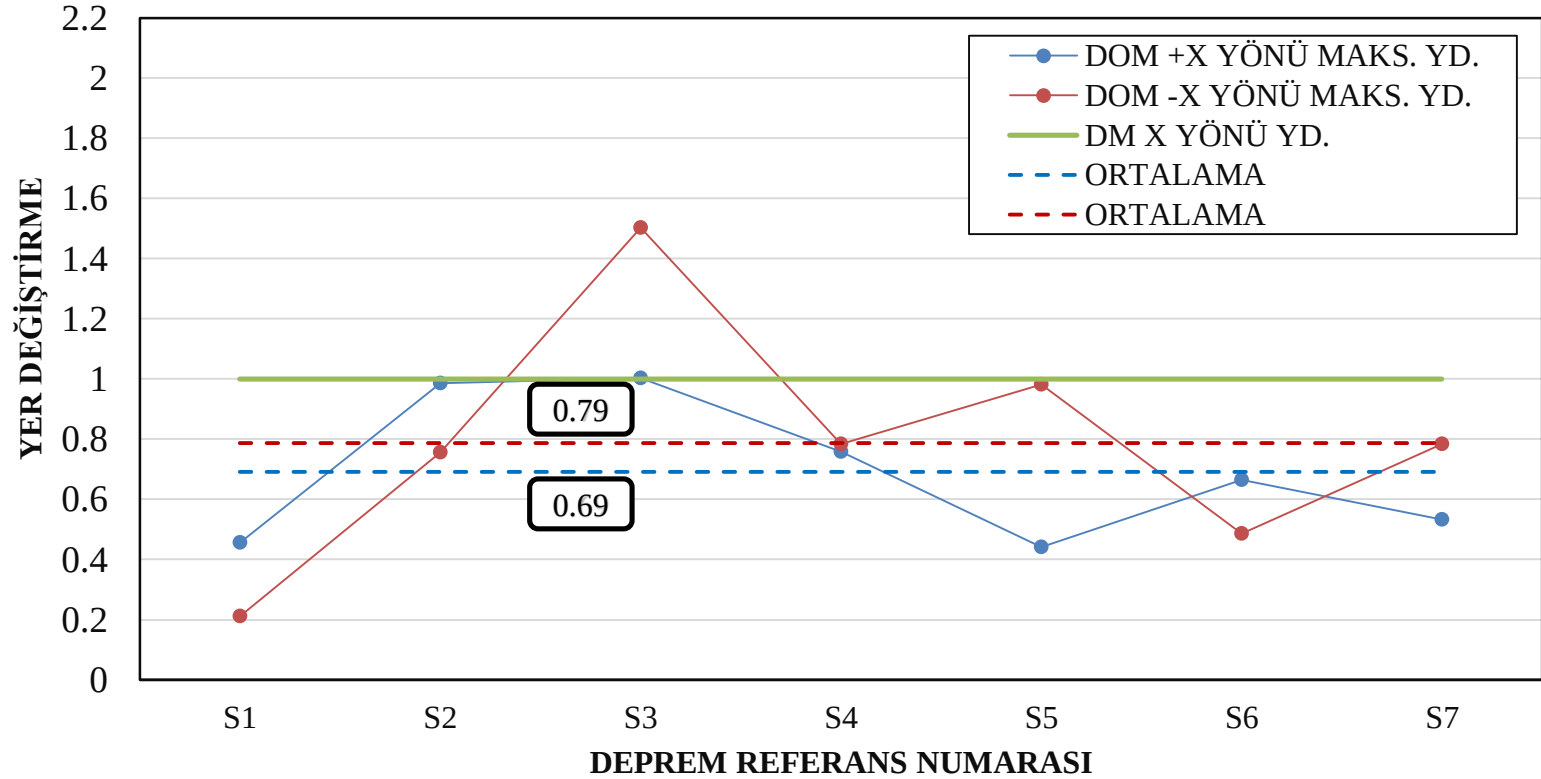


H1 (X) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi

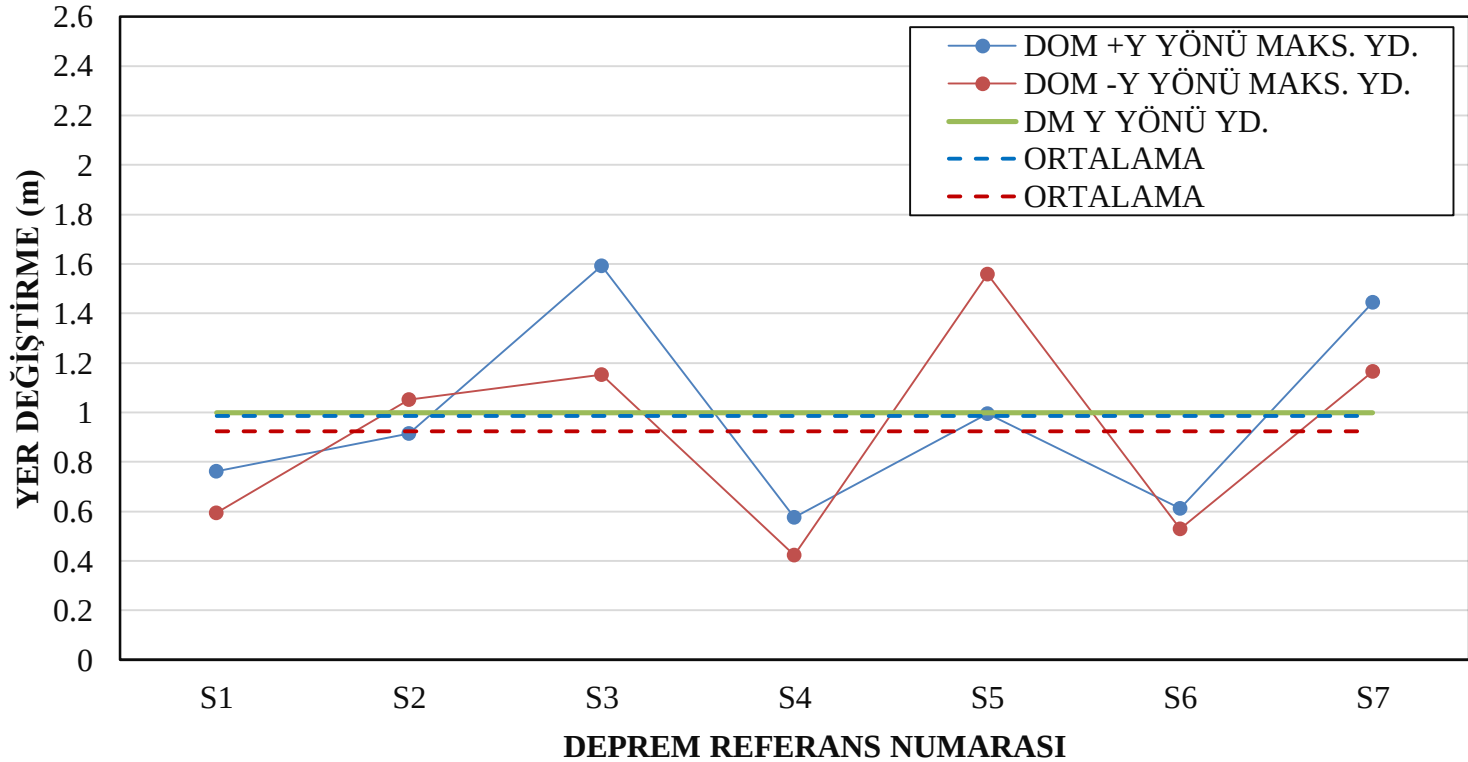


H1 (X) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi

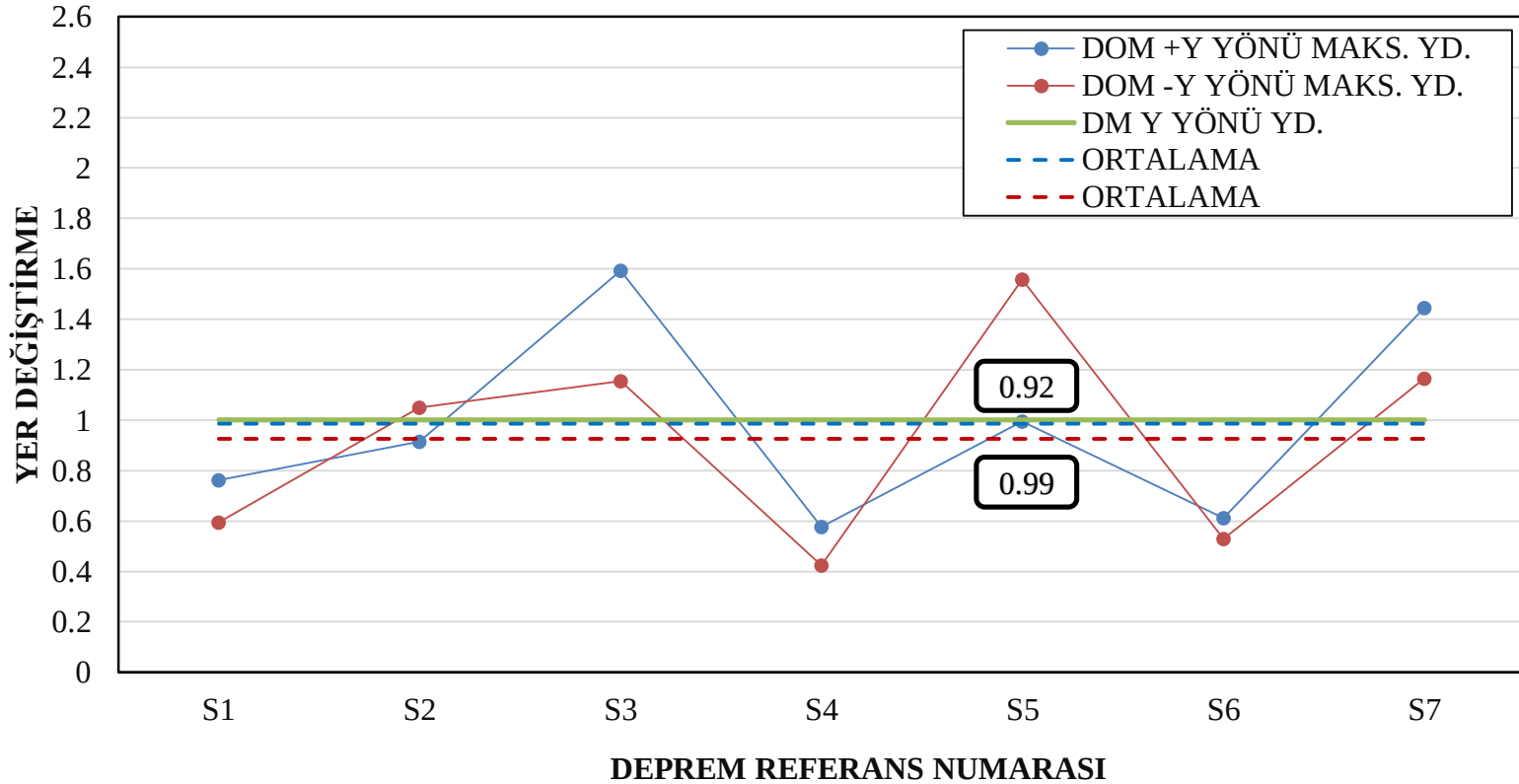


H2 (Y) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Eşdeğer Sönüm: Doğrusal Olmayan Davranış İçin İnceleme

- Kolon uç noktası yer değiştirmesi



H2 (Y) YÖNÜ KOLON UÇ NOKTASI YER DEĞİŞTİRMESİ

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Erzincan	Kocaeli	Landers	Manjil	Imperial Valley	Kocaeli	Düzce

Sonuçlar

- Bu çalışmada sönümleyicilerle bağlı betonarme perde duvarlı yüksek yapılarda eşdeğer sönüm hesap yöntemlerinin doğruluğu araştırılmıştır
 - Modal şekil değiştirme enerjisi yöntemi
 - ASCE/FEM Ayaklaşımı yöntemi
- Bu amaç için Türkiye’de inşa edilmiş, 43 katlı betonarme bir bina ve sürtünme tipi sönümleyiciler kullanılmıştır

Sonuçlar

- Örnek yapı için her iki yöntemle hesaplanan eşdeğer sönümleme yöntemlerinin çok yakın olduğu görülmüştür.
- Eşdeğer sönümleme kullanılarak yapılan spektrum analizi sonuçlarının zaman tanım alanında, yapının doğrusal, sönümleyicilerin doğrusal olmadığı model için yapılan analiz sonuçlarından
 - Taban kesmesi için %20 mertebelerinde daha büyük olduğu
 - Devrilme momenti ve çatı katı kolon uç yer değiştirmeleri için ise %5-%10 mertebelerinde daha büyük olduğu görülmüştür..
- Yukarıda belirtilen farkların mühendislik pratiği için kabul edilebilir farklar olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

- Doğrusal olmayan modeller ile yapılan çalışmalarda tasarlanan yapının oldukça düşük seviyelerde doğrusal olmayan davranış gösterdiği görülmüştür.
- Doğrusal olmayan yapısal istemlerin doğrusal istemlerden yaklaşık olarak 0.6-0.8 oranlarında daha küçük olduğu görülmüştür.

Araştırılması Gereken Konular

- Doğrusal olmayan davranışın daha iyi anlaşılabilmesi için ölçeklendirme yönteminin irdelenmesi gerekir.
- Modal sönümlemeler hesaplanırken yüksek modların sönüm değerleri daha detaylı irdelenmelidir.
- İncelenen yapının orjinal halinin yüksek performanslı bir yapı olduğu anlaşılmıştır; daha standart performanslı bir yapı ayrıca incelenmelidir.
- Yapının tüm katlarında sönümleyici olması ekonomik olmayabilir. Sadece belli katlarda sönümleyici olması durumu araştırılması.

Teşekkürler

İTÜ BAP YÜKSEK LİSANS DESTEĞİ ALINMIŞTIR