FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ÇEVRİMSEL DAVRANIŞTA RİJİTLİK AZALMASININ DEPREM DAVRANIŞINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

RAMAZAN AYDIN

İSTANBUL, 2020

FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

ÇEVRİMSEL DAVRANIŞTA RİJİTLİK AZALMASININ DEPREM DAVRANIŞINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan AYDIN
(170241009)

Dr. Öğr. Üyesi Cenk AKSOYLAR

İSTANBUL, 2020

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 170241009 numaralı Ramazan AYDIN'ın hazırladığı "Çevrimsel Davranışta Dayanım ve Rijitlik Azalmasının Deprem Davranışına Etkisi" konulu Yüksek Lisans Tezi ile ilgili **TEZ SAVUNMA SINAVI**, 23/07 /2020 Perşembe günü saat 10:00'da yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE**'ne* **OYBİRLİĞİ** ile karar verilmiştir.

Düzeltme verilmesi halinde:
Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı …/…/20…, tarihinde, saat da yapılacaktır.

Tez adı değişikliği yapılması halinde :

Tez adının **"Çevrimsel Davranışta Rijitlik Azalmasının Deprem Davranışına Etkisi"** şeklinde değiştirilmesi uygundur.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATİ (*)	İMZA
Dr. Öğr. Üye. Cenk Aksoylar	BAŞARILI	
Prof. Dr. Zekai Celep	BAŞARILI	
Doç. Dr. Cem Aydemir	BAŞARILI	

BEYAN/ ETİK BİLDİRİM

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağlı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

Ramazan AYDIN

İmza

Aileme,

ÇEVRİMSEL DAVRANIŞTA RİJİTLİK AZALMASININ DEPREM DAVRANIŞINA ETKİSİ

ÖZET

Betonarme elamanlarda rijitlik azalmasının ana sebepleri arasında, çatlak oluşumları, aderans kayıpları, korozyon ve korozyon kaynaklı çatlaklar ve benzerleri gösterilebilir. Yapı elemanları, rijitlik ve dayanım azalmasına, özellikle elastik ötesi bölgeye geçtiklerinde maruz kalırlar. Yer değiştirmenin büyüklüğü veya çevrim sayısının artmasıyla daha etkili hale geleceğinden, deprem halinde yapı performansında önemli değişikliklere neden olabilmektedir.

Yapıların deprem yükleri altında davranışlarının, sayısal analizlerle gerçekçi biçimde belirlenmesi için yapıların ve yapı elemanlarının elastik ötesi davranışlarının gerçekçi biçimde modellenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda elastik ötesi bölgede çevrimsel davranışta gerçekleşen, rijitlik ve dayanım azalmalarının hesaplara dahil edilmesiyle, yapının deprem davranışının daha gerçekçi bir şekilde temsil edileceği düşünülmektedir.

Bu doğrultuda rijitlik azalması göstermeyen modeller kullanarak tasarlanan sabit süneklik kapasiteli tek serbestlik dereceli sistemlerin, rijitlik azalması göstermeleri durumunda sistemlerin süneklik istemlerinde oluşacak değişiklikler parametrik olarak incelenmiştir. İnceleme parametresi olarak dört farklı pekleşme oranı, yirmi farklı doğal titreşim periyodu, dört farklı tasarım süneklik kapasitesi ve on beş farklı artımsal dinamik analiz katsayısı seçilmiştir. Analizler 56 farklı deprem kaydı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarım aşamasında 268800 adet, parametrik inceleme aşamasında ise 537600 adet olmak üzere toplamda 806400 adet elastik ötesi doğrusal olamayan dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Tüm analizler Microsoft Excel platformunda hazırlanan yazılımlarla gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, rijitlik azalmasının yapıların süneklik istemlerinde belirli oranlarda değişiklikler meydana getirdiği görülmüştür. Özellikle periyot değerinin azalmasıyla ve tasarım süneklik kapasitesinin artmasıyla belirli deprem seviyelerinde, rijitlik azalmasının önemli oranda sonuçları etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Deprem yükü, Artımsal dinamik analiz, Çevrimsel davranış, Rijitlik azalması, Süneklik istemi

EFFECTS OF CYCLIC STIFFNESS DEGRADATION ON SEISMIC RESPONSE

ABSTRACT

Crack formations, adherence losses, cracks caused by corrosion, and corrosion can be shown among the main reasons for the stiffness degradation in reinforced concrete elements. Structural members are exposed to cyclic stiffness and strength degradation, especially when they cross the elastic zone. The effect of the stiffness reduction becomes more effective with increasing the size of the displacement and the number of cycles. Therefore, in case of an earthquake, it can cause significant changes in building performance.

To realistically determine the behaviors of structures under earthquake loads by numerical analysis, it is necessary to model the inelastic behavior of structures and structural members. In this context, it is thought that the earthquake behavior of the structure will be represented more realistically, by including the cyclic stiffness and strength degradation in cyclical behavior in the inelastic region.

In this study, the changes in the ductility demands are investigated parametrically on single degree of freedom systems. Four different hardening ratios, twenty different natural periods, four different design ductility capacity, and fifteen different incremental dynamic analysis coefficients are selected as the investigation parameters. Analyzes were performed using 56 different earthquake records. A total of 806400 non-linear dynamic analyses were performed, 268800 of which were in the design phase, and 537600 of them in the parametric analysis phase. All analysis was performed with Microsoft EXCEL Platforms using Visual Basic Extension.

In the conclusion part, it was seen that the cyclic stiffness degradation caused certain changes in the ductility demands of the structures. Especially with decreasing periods and increasing design ductilities. it was observed that the stiffness decrease significantly affected the results.

Keywords: Seismic load, Incremental dynamic analysis, Cyclic behavior, Stiffness degradation, Ductility demand

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak yürüttüğüm bu çalışmada rijitlik azalması göstermeyen modeller kullanarak tasarlanan sabit süneklik kapasiteli tek serbestlik dereceli sistemlerin, rijitlik azalması göstermeleri durumunda süneklik istemlerinde oluşacak değişiklikler parametrik olarak incelenmiştir

Bu süreçte bilgi ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Cenk AKSOYLAR' a, lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca üzerimde birçok emeği olan Prof. Dr. Zekai CELEP ve Prof. İbrahim EKİZ'e ve diğer hocalarıma çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu süreçte sürekli beraber olduğum, desteklerini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli arkadaşlarım Haşim ÇAYIR, Sadullah GÖNCÜ ve Muhammed Şükrü YAVAŞ'a çok teşekkür ederim.

Ve tüm eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi olarak beni destekleyen Aileme…

Haziran 2020 Ramazan AYDIN

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **v**
ABSTRACT ..... **vi**
ÖNSÖZ ..... **vii**
SEMBOL LİSTESİ ..... **xi**
TABLO LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xiv**
KISALTMALAR ..... **xvi**
1.GİRİŞ **1**
1.1 PROBLEMİN TANIMI 2
1.2 TEZİN AMACI VE KAPSAMI 3
1.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
1.3.1 Rijitlik Azalımını Konu Edinen Çalışmalar 5
1.3.2 Süneklik İstemini Konu Edinen Çalışmalar 14
2. TEORİK BİLGİLER **17**
2.1 DOĞRUSAL OLMAYAN DİNAMİK PROBLEM 17
2.2 ZAMAN TANIM ALANINDA DİNAMİK ANALİZ 20
2.2.1 Merkezi Farklar Metodu 21
2.2.2 Newmark İvme Metodu 23
2.2.3 Alpha Operatör Splitting (a-OS) Yöntemi 26
2.3 ÇEVRİMSEL DAVRANIŞ MODELLERİ 29
2.3.1 Giriş 29
2.3.2 Elasto-plastik davranış 29
2.3.3 Pekleşmeli Davranış 30
2.3.4 Rijitlik Azalmalı Davranış 31
2.3.5 Dayanım Azalmalı Davranış 32
2.3.6 Rijitlik ve Dayanım Azalmalı Davranış 33
2.4 TBDY 2018'E GÖRE ZAMAN TANIM ALANINDA DEPREM HESABI 34
2.5 YER HARAKETİ KAYITLARI 36

2.5.1 TBDY 2018 Göre Kayıt Seçimi ve Ölçeklendirmesi 36
2.5.2 Kayıt Setinin Seçimi 36
2.5.3 Kayıtların Normalizasyonu 37
2.5.4 Kayıtların Ölçeklendirilmesi 37
2.6 ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ 40
2.7 KATSAYILAR YÖNTEMİ 41
3. İNCELENEN SİSTEMLERİN TASARIMI 43
3.1 YÖNTEM 43
3.2 TEZİN ORGANİZASYONU 46
3.3 SABİT SÜNEKLİK KAPASİTESİNE GÖRE TASARIM 47
4. DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARI 53
4.1 GİRİŞ 53
4.2 PEKLEŞME ORANI ETKİSİ 60
4.2.1 Ortalama Süneklik İstemi Oranı 60
4.2.2 Ortalama Süneklik Oranı Sınır Değerleri 66
4.2.3 Pekleşme Etkisi Oranı 69
4.2.4 pekleşme etkisine ait genel değerlendirmeler 73
4.3 TASARIM SÜNEKLİK KAPASİTESİ VE ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ KATSAYISI ETKİSİ 74
4.3.1 Ortalama Süneklik İstemi Oranı 74
4.3.2 Ortalama Süneklik Oranı Sınır Değerleri 83
4.3.3 Tasarım Süneklik Kapasitesi Etkisi Oranı 87
4.3.4 IDA ve Tasarım Süneklik Kapasitesine Ait Genel Değerlendirmeler 88
4.4 PERİYOT DEĞİŞİMİNİN ETKİSİ 89
4.4.1 Ortalama Süneklik istemi Oranı 89
4.4.2 Maksimum Ortalama Süneklik İstemi Oranı 97
4.4.3 Periyot Etkisine Ait Genel Değerlendirmeler 99
5.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME 100
5.1 ELDE EDİLEN BULGULAR 100
5.2 DEĞERLENDİRME 103
5.3 GELECEK ÇALIŞMALARA YÖNELİK ÖNERİLER 103
KAYNAKÇA 105
EKLER 108
EK-A 108

EK-B 165
EK-C 390
EK-D 611
ÖZGEÇMİŞ 682

SEMBOL LİSTESİ

α : Pekleşme oranı

C : Sistemin sönümü

g : Yer çekimi ivmesi

K_e : Elastik rijitlik

k : Sistemin rijitliği

k_0 : Başlangıç rijitliği

M : Süneklik kapasitesi

m : Sistemin kütlesi

R : Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

R_y : Akma dayanımı azaltma faktörü

r_y : Akma dayanımı

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı

S_{D1} : 1.0 sn periyot için tasarım spektral ivme katsayısı

T : Doğal titreşim periyodu

U_0 : Maksimum yer değiştirme

u_y : Akma yer değiştirmesi

$\ddot{u}_g(t)$: Deprem ivme kaydı

W_n : Açısal frekans

x : Yapının deplasmanı

$\hat{M}$: Eşdeğer kütle

$\tilde{R}$: Tahmin edilmiş yer değiştirme

μ : Süneklik katsayısı

$\mathbf{\Delta t}$: Zaman adım aralığı

$\bar{\boldsymbol{r}}_{\mathbf{y}}$: Normalize akma dayanımı

ξ : Sönüm oranı

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Yer hareketi kayıtları özet bilgileri. 39

Tablo 4.1: Süneklik istemi oranı ortalamaları. 58

Tablo 4.2: Süneklik istemi oranı ortalamaları artı bir standart sapma değerleri. 59

Tablo 4.3 Pekleşme etkisi oranı değişimi. 72

Tablo 4.4: Minimum ve maksimum ortalama süneklik istemi oranları. 83

Tablo 4.5: Tasarım süneklik kapasitesi değişimi 87

Tablo 4.6: Sistem gruplarına göre elde edilen ortalama sonuçların maksimumları.. 98

Tablo 4.7: Sistem gruplarına göre elde edilen ortalama +1 standart sapma sonuçların maksimumları..... 98

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Çift doğrulu pekleşmeli idealize elastik ötesi davranış modeli. 20

Şekil 2.2: Ortalama ivme değişimi. 24

Şekil 2.3: Doğrusal ivme değişimi..... 26

Şekil 2.4: Elasto-Plastik çevrimsel davranış modeli. 30

Şekil 2.5: Çift doğrulu kinematik pekleşmeli model. 31

Şekil 2.6: Clough Rijitlik azalmalı davranış modeli..... 32

Şekil 2.7: Dayanım azalmalı davranış modeli. 33

Şekil 2.8: Orta derecede rijitlik ve dayanım azalmalı davranış modeli (FEMA P440A,2009). 34

Şekil 2.9: Yüksek derecede rijitlik ve dayanım azalmalı davranış modeli (FEMA P440A,2009). 34

Şekil 2.10: Yer hareketi kayıtlarına ait elastik ivme spektrumları ve ortalaması. 40

Şekil 3.1: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin, Düzce (1999) depremi Bolu-090 kaydı altında davranışı. 48

Şekil 3.2: Sabit süneklikli sistemlerin 56 deprem kaydı altında ortalama akma dayanımı azaltma faktörleri..... 50

Şekil 3.3: Sabit süneklikli sistemlerin 56 deprem kaydı altında ortalama akma dayanımı azaltma faktörleri..... 51

Şekil 4.1: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri (Pekleşme oranı %1 Doğal titreşim periyodu Tn = 1.0s olan dört farklı süneklik kapasiteli sistemin iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 deprem kaydı altında)..... 55

Şekil 4.2 Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri (Pekleşme oranı %1, Doğal titreşim periyodu Tn = 1.0s olan dört farklı süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)..... 56

Şekil 4.3: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları (Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)..... 57

Şekil 4.4: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları..... 61

Şekil 4.5: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları..... 62

Şekil 4.6: Pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı sistemlerin maksimum ve minimum sonuçları. 67

Şekil 4.7: Tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerin özet süneklik istemi oranı değişimleri..... 70

Şekil 4.8: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları..... 76

Şekil 4.9: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen ortalama süneklik istemi oranları. 80

Şekil 4.10: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen ortalama süneklik istemi oranları. 81

Şekil 4.11: Pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum sonuçlar..... 84

Şekil 4.12: IDA = 0.5 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları. 91

Şekil 4.13: Tasarım deprem seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları. 92

Şekil 4.14: IDA = 1.6 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları. 93

Şekil 4.15: IDA = 2.0 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları. 94

KISALTMALAR

DBYBHY 2007	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik
ASCE	American Society of Civil Engineering
TBDY 2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TSD	Tek Serbestlik Dereceli Sistem
EUROCODE	European standards (Avrupa standartları)
FEMA	Federal Emergency Management Agency
IDA	incremental Dynamic Analysis (Artımsal Dinamik Analiz)
BLKH	Bilinear Kinematic Hardening (Çift Doğrulu Kinematik Pekleşmeli)
CLM	Clough Davranış Modeli
PEER	Pasific Earthquake Engineerig Reserch
a-OS	Alpha Operatör Splitting

1.GİRİŞ

Deprem sırasında yapıda oluşacak kuvvetler, genel olarak yapının dayanımı ve sünekliği ile karşılanmaktadır. Yapıların süneklik kapasitesi her ne kadar taşıyıcı sistemin tipine bağlı olarak değişiklik gösterse de deprem etkilerinin güvenli bir şekilde karşılanmasında yapının sünekliğinin çok büyük bir öneme sahip olduğunu ifade edebiliriz. Bu doğrultuda deprem sırasında oluşan süneklik isteminin, yapının süneklik kapasitesinden daha az olması, yapıların güvenli bir şekilde yer değiştirmesine olanak sağlayacaktır. Depremin yapıdan talep ettiği süneklik, yapı süneklik kapasitesinden fazla olduğu durumlarda ise yapıda göçme olayı gözlenebilecektir. Bu sebeple, depremin yapıdan talep ettiği sünekliğin doğru bir şekilde bulunması depreme dayanıklı yapı tasarımında önemli bir rol oynamaktadır.

Yapıların deprem yükleri altında davranışlarının, sayısal analizlerle gerçekçi biçimde belirlenmesi için en önemli noktalardan biri, yapıların ve yapı elemanlarının elastik ötesi davranışlarının gerçekçi biçimde modellenmesidir. Bu bağlamda elastik ötesi bölgede çevrimsel davranışta gerçekleşen, rijitlik ve dayanım azalmalarının hesaplara dahil edilmesiyle, yapının deprem davranışının daha gerçekçi bir şekilde temsil edileceği düşünülmektedir.

Deprem yükleri altında yapılacak dinamik analizlerde elastik ötesi çevrimsel davranışın modellenmesinde iki önemli husus bulunur. Bunlardan ilki elastik ötesi davranışın zarf eğrisinin modellenmesi, ikincisi ise çevrimsel davranış kurallarının tanımlanmasıdır. Yapı elemanları, özellikle elastik ötesi bölgeye geçtiklerinde rijitlik ve dayanım azalmasına maruz kalırlar. Bu azalmalar çevrim içi ve çevrimler arası olarak ikiye ayrılabilir. Genellikle çevrim içi azalmalar elastik ötesi davranışın zarf eğrisinde tanımlanırken, çevrimler arası azalmalar elastik ötesi çevrimsel davranış kurallarında tanımlanırlar. Yapıların deprem davranışlarının incelenmesine ait yapılan çalışmalarda genellikle çevrim içi azalmalar dikkate alınırken çevrimler arası azalmalar nispeten daha az sayıda çalışmada göz önüne alınmıştır.

1.1 PROBLEMİN TANIMI

Betonarme elamanlar için rijitlik azalmasının ana sebepleri arasında, çatlak oluşumları, aderans kayıpları, korozyon ve korozyon kaynaklı çatlaklar ve benzerleri gösterilebilir. Çelik yapı elemanlarında ise rijitlik azalmasının ana sebepleri arasında yorulma, mikro çatlaklar ve benzerleri sayılabilir. Ayrıca yapı elemanlarında zamana bağlı oluşan etkilerde rijitlik azalmasının ana sebepleri arasındadır.

Rijitlik azalması genellikle, elastik ötesi bölgede gerçekleşen çevrimsel davranışlar sonucu ortaya çıkan bir davranış biçimidir. Yer değiştirmenin büyüklüğü veya çevrim sayısının artmasıyla daha etkili hale geleceğinden, deprem halinde yapı performansında önemli değişikliklere neden olabilmektedir. Geçmişte yapılan birçok araştırmada hem betonarme yapılarda hem de çelik yapılarda gerçekçi çevrimsel davranış modellerinin rijitlik ve dayanımın azalmasını içerdiği ve elde edilen sonuçların, literatürde sıklıkla kullanılan çift doğrulu kinematik pekleşmeli çevrim modeli ile birçok noktada farklılaştığı görülmüştür. Bu değişikliklerin yapının deprem performansını nasıl etkileyeceğinin bilinmesi depreme karşı güvenli yapı tasarımında önemli bir parametre olacağı düşünülmektedir.

Performansa dayalı hesap yöntemi genel olarak doğrusal elastik ve doğrusal olmayan yöntem olarak ikiye ayrılır. Ulusal ve uluslararası literatürde, yapı sistemlerinin incelenmesinde, elastik ötesi bölgede gerçekleşen rijitlik ve dayanım azalmasının hesaplara detaylı olarak yansıtılması yerine yaklaşık çözümler kullanılmaktadır. Geçmiş çalışmalarda ve yönetmeliklerde halihazırda kullanılan ve aynı zamanda FEMA 356, 2000'de kullanılan katsayılar yöntemi, temel olarak bir yapının doğrusal elastik sonuçlarının bir dizi katsayı ile çarparak doğrusal olmayan elastik ötesi sonuçlarını bulmayı hedefleyen bir yöntemdir. Katsayılar yöntemi, elastik ötesi yer değiştirme istemini kolay bir şekilde elde edebilmek için kullanılan en yaygın yöntemler arasındadır. Bu yöntemde bulunan C_2 katsayısı da dayanım ve rijitlik azalması etkilerini yaklaşık olarak göz önüne alan bir katsayıdır. Çevrimsel davranıştaki rijitlik ve dayanım azalmalarının etkisinin çeşitli parametrelere bağlı olarak belirlenmesi, yapıların deprem davranışlarının daha gerçekçi olarak anlaşılmasında etkili bir parametre olduğu düşünülmektedir.

1.2 TEZİN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışmanın amacı rijitlik azalması göstermeyen modeller kullanarak tasarlanan sabit süneklik kapasiteli tek serbestlik dereceli sistemlerin, rijitlik azalması göstermeleri durumunda süneklik istemlerinde oluşacak değişikliklerin parametrik olarak incelenmesidir. Rijitlik azalmasının yapı davranışına etkisinin incelenmesi için bu çalışma kapsamında ele alınan kriter; aynı sönüm oranı, idealize elastik ötesi davranış zarfı (pekleşme oranı), doğal titreşim periyodu ve tasarım süneklik kapasitesine sahip sistemlerin, belirli bir deprem kaydı altında rijitlik azalması gösteren ve göstermeyen çevrimsel davranış modelleri ile elde edilen süneklik istemlerinin karşılaştırılmasıdır.

İncelenen sistemlerin tasarımında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılmıştır. Yapıların deprem davranışlarının belirlenmesinde ise artımsal dinamik analiz yöntemleri kullanılmıştır. İnceleme parametresi olarak pekleşme oranı, doğal titreşim periyodu, tasarım süneklik kapasitesi ve artımsal dinamik analiz katsayısı seçilmiştir.

Öncelikli olarak, hesaplarda birçok yapıyı temsil edecek şekilde seçilmiş 20 farklı doğal titreşim periyodu $\left[T_n\right]_i = 0.20, 0.25, ..., 0.4, 0.5, ..., 1.0, 1.2, ..., 2.0, 2.25, ...3.0$ kullanılmıştır. Tasarlanan sistemlerde akma sonrası rijitlik için dört farklı pekleşme oranı (0, 0.01, 0.03, 0.05) kullanılmıştır. Sistemler dört farklı tasarım süneklik kapasitesine (μ=1.5, 2, 4, 8) sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca bu çalışmada 15 farklı artımsal dinamik analiz (IDA) katsayısı $IDA_i = 0.05, 0.10, ..., 0.2, 0.3, ..., 0.6, 0.8, ..., 2.0$ kullanılarak, farklı deprem seviyelerine ait sonuçlar elde edilmiştir.

Bu kapsamda analizler için toplamda 28 adet deprem takımının iki yatay bileşeninden oluşan 56 farklı deprem kullanılmıştır. Tüm kayıtlar sağlam zemin sınıfından alınmış olup alan eşleştirme metodu ile belirli katsayılarla ölçeklendirilmiştir.

Böylelikle tasarımı yapılan tek serbestlik dereceli sistemlerde, farklı deprem seviyesi, tasarım süneklik kapasitesi, pekleşme oranı ve periyot değerleri altında analiz

sonuçları elde edilmiş, tüm parametrelerin süneklik istemi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir.

Çevrimsel davranışın modellenmesinde; biri rijitlik azalması olmayan durumu biri de rijitlik azalması olan durumu temsil edecek şekilde iki model kullanılmıştır. Bunlardan birincisi TBDY 2018'de kullanılan, rijitlik azalımı göstermeyen çift doğrulu kinematik pekleşmeli (BLKH) yaklaşım modelidir. Diğeri ise çevrimler arasında rijitlik azalımı içeren Clough (CLM) modelidir.

Bu çalışmada gerçekleştirilen analizleri iki aşamada değerlendirmek mümkündür. Birinci aşamada çift doğrulu kinematik pekleşmeli model (BLKH) ile 80 adet tek serbestlik dereceli sistem, 56 adet deprem kaydı altında dört farklı sabit süneklik kapasitesine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Toplamda 17920 adet doğrusal olmayan dinamik tasarım yapılmıştır. Her bir tasarım için ortalama yaklaşık 15 adet doğrusal olmayan dinamik analiz gerçekleştirilmiş olduğundan birinci aşamada toplam 268800 adet doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmıştır. İkinci aşamada ise, birinci aşamada tasarlanan 17920 adet sistemin her biri, tasarlandığı deprem kaydı altında iki farklı elastik ötesi davranış modeli ve 15 farklı artımsal analiz katsayısı kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analiz ile incelenmiştir. İki farklı davranış modeli için süneklik istemi elde edilirken, analizi yapılan sistemlerde aynı pekleşme oranı, süneklik kapasitesi, deprem kaydı, deprem seviyesi (IDA katsayısı) ve periyot değeri kullanılmıştır. Bu parametrelerin etkisini değerlendirmek üzere aynı parametrenin bir sonraki değeri için (örnek: pekleşme oranı %0'dan %1'e). Süneklik istemi hesaplatılacağı zaman her iki yaklaşım modeli içinde bu değişim gerçekleştirilip süneklik istemi bulunur. Bu tez kapsamında davranış modellerinin süneklik istemi üzerindeki etkisi konu edinildiğinden, rijitlik azalması gösteren sistemlerdeki süneklik isteminin rijitlik azalması göstermeyen sistemlerdeki süneklik istemlerine bölünerek (CLM/BLKH), süneklik istemi oranı elde edilir. Böylece davranış modellerinin süneklik istemi üzerinde ki etkisi sayısal olarak ifade edilerek rijitlik azalım etkisinin süneklik istemi üzerindeki etkisi değerlendirilir. Yapılan analizler sonucunda beklenildiği üzere artımsal dinamik analiz katsayısı arttıkça süneklik istemi artmıştır. Ancak bu artış hem çift doğrulu kinematik pekleşmeli davranış modelinde (BLKH) hem de rijitlik azalmalı davranış modelinde (CLM) gerçekleştiği için süneklik istemi

oran değerlerindeki değişim süneklik istemindeki gibi açık bir şekilde ortaya çıkmamıştır. Süneklik istemi oranları bazı durumlarda da artmış bazı durumlarda azalım göstermiştir. Aynı sebeple tasarlanan sistemlere sadece pekleşme oranının artmasıyla süneklik istemi her iki model için de azalırken, süneklik istemi oranları ise daha farklı şekilde seyretmiştir. İkinci aşamada ise toplam 537600 adet doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmıştır.

Tüm analizler Microsoft Excel platformunda hazırlanan yazılımlarla gerçekleştirilmiştir.

Tüm elastik ötesi dinamik analizler tek serbestlik dereceli hareket denkleminin çözülmesiyle gerçekleştirilmiştir.

Doğrusal olmayan dinamik hareket denkleminin zaman tanım alanında sayısal olarak çözümü α-OS zaman integrasyon şeması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem iterasyonsuz, tahmin edici-düzeltici bir yöntem olması dolayısıyla daha hızlı analiz imkânı sunmaktadır.

Son olarak tez kapsamında analizi yapılan tüm sistemlerin sönüm oranı %5 kabul edilerek parametrik incelemenin dışında tutulmuştur.

1.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

1.3.1 Rijitlik Azalımını Konu Edinen Çalışmalar

Literatürde rijitlik azalmasının, deprem davranışına etkisini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar 1960'lı yıllarda ve hatta daha önceki yıllarda başlamış, günümüze kadar artarak gelmiştir. Bu çalışmaların birçoğunda rijitlik azalımının etkisi, tek serbestlik dereceli ve çok serbestlik dereceli sistemlerde zaman tanım alanında analiz yöntemi ile çözülerek, yapıların deprem tepkisinde oluşan değişiklikler değerlendirilmiştir. Bu kısımda, rijitlik azalması konusunda yapılmış literatürde bulunan çalışmaların bazıları incelenmiştir.

Clough ve Johnston (1966) çalışmasında, betonarme yapılar için sistemin yeniden yüklenmesinden sonra rijitlik azalması içeren bir model geliştirmişlerdir. Bu önerilen modelde boşaltma rijitliği başlangıç rijitliğine eşittir. Ancak yeniden yükleme rijitliği, önceki yüklemelerde ulaşılan maksimum yer değiştirme noktasına doğru

çizilen bir çizgi ile hesaplanır. Bu geliştirdikleri modelin dört farklı ivme kaydı altında sonuçlarını elde etmişlerdir. Elastoplastik ve rijitlik azalımı gösteren modellerin maksimum deformasyonları bulunup birbirine oranlanmıştır. Elde edilen sonuçlarda bu oranların 0.8 ile 1.2 arasında değiştiği ve her iki model için de sistemlerin akma noktalarını önemli ölçüde değiştirmediği görülmüştür. Ayrıca periyodu 0.5sn'den büyük, elastoplastik davranışla ve rijitlik azalmalı davranışla modellenen sistemlerde, deprem yükleri altında elde edilen süneklik istemlerinin arasında önemli ölçüde fark olmadığı görülmüştür.

Rijitlik azalmasının deprem davranışına etkisini inceleyen öncü çalışmalardan biri olan Chopra ve Kan (1973) çalışmasında, çok katlı sistemleri rijitlik azalması gösteren ve göstermeyen şekilde modelleyerek, yapının süneklik istemlerini karşılaştırmışlardır. Temel olarak iki yapı analiz edilmiştir. Bu yapılardan biri uzun periyot değerine sahipken diğeri kısa periyot değerine sahiptir. Tasarlanan bu iki sisteme toplamda 20 adet simüle edilmiş, sert zemin yer hareketi kaydı etkitilmiş ve sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre çevrimsel davranışta rijitlik azalması gösteren sistemlerin süneklik istemleri ile çift doğrulu kinematik pekleşmeli çevrimsel davranış modelli sistemlerin süneklik istemleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir. Rijitlik azalması, rijitlik düzeyi düşük olan binalarda süneklik istemlerini çok az etkilerken, rijit yapıların süneklik istemlerini arttırma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Son olarak rijitlik azalmasının, kolonların yük taşıma kapasitesi ve stabilitesi üstünde önemli bir etkiye sahip olabileceğini ve bu elemanların deprem performansını düşürebileceğini belirtmişlerdir.

Iwan ve Gates (1979) çalışmasında, farklı süneklik oranlarına μ=0.6-1-1.5-2-4-8 sahip altı sistem tasarlamışlardır. Ayrıca 12 farklı deprem kaydı ve 6 farklı çevrimsel davranış modeli kullanarak sistemlerde oluşan maksimum tepkileri hesaplamış ve karşılaştırmışlardır. Her bir sistem ve süneklik için, RMS yanıt spektrumu hata yüzdelerini en aza indirgeyen, sönüm ve periyot değerleri hesaplanmıştır. Bulunan bu hata yüzdelerini en aza indirgeyen parametreler arasında; rijitlik azalması, dayanım azalması, çatlaklar ve süneklik etkileri ele alınmıştır. Sistemlerde oluşan çatlakların, yapıların tepkisini azaltmada önemli bir rol

oynayabileceğini açıklanmıştır. Rijitlik azalımının sistemlerin periyodunu arttırdığını, fakat sistemlerin sönümünü önemli ölçüde etkilemediğini belirtmişlerdir.

Riddell ve Newmark (1979) çalışmasında, deprem etkisine maruz tek serbestlik dereceli, doğrusal olmayan sistemlerin dinamik tepkisini incelemişlerdir. Tasarım spektrumlarını oluşturulması amacı ile sönümün ve elastik ötesi malzeme davranışının, sistemin doğrusal olmayan davranışına etkisini değerlendirmişlerdir. Tasarımı yapılan %2, %5 ve %10 sönüm oranına sahip sistemler, üç farklı davranış modeli (elastoplastik, çift doğrulu pekleşmeli ve rijitlik azalmalı) kullanılarak incelenmiştir. Çift doğrulu pekleşmeli ve rijitlik azalmalı davranışta, 0.03-30cps frekans aralığına ve %5 sönüm oranına sahip sistemler, 10 adet deprem kaydı altında incelenmiştir. Elastoplastik model için ise tüm sönüm oranlarında hesap yapılmıştır. Süneklik oranı 1, 1.5, 2, 3, 5 ve 10 olarak alınmıştır. Tüm değişken parametrelerden elde edilen 12000 farklı durum incelenmiştir. Oluşan farklılıkların genel olarak 0.1 ile 10 cps ve yüksek süneklik oranlarında gerçekleştiği belirtilmiştir. Ara frekans değerlerine sahip, sünekliği iki ve daha düşük olan sistemlerde, sistemlerin elastoplastik ve çift doğrulu model tepkileri hemen hemen aynı olurken, daha yüksek süneklik oranlarında çift doğrulu modelde elastoplastik modele göre tepkilerin daha küçük değerlerde kaldığını belirtilmiştir.

Sozen ve Saııdı (1979) çalışmasında, betonarme yapıların doğrusal olmayan dinamik analizini basitleştirmeyi amaçlamışlardır. Üç farklı çevrimsel model kullanılmış ve bu modellerin yanıtlarını ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Daha sade formüller kullanılarak gerçekçi sonuçlara yakın değerleri bulmayı hedeflemişlerdir. Küçük ölçekli betonarme bir çerçeve sistemi için elde edilen deney sonuçları ile, kullanılan üç farklı çevrimsel modelin sonuçları karşılaştırılmıştır. Sonuç kısmında yazarlar çevrimsel modellere eklenecek bazı karakteristiklerin (rijitlik azalması, daralma) dahil edilmesinin, bulunacak sonuçlarda farklılık yaratacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle bir yapının çevrimsel modellerinin etkisini değerlendirmek için hesaplamanın tepki geçmişinin hem büyük hem de küçük periyot değerlerine uzatılması gerektiğini belirtmişlerdir. Yapıların yanal yer değiştirmesinin tespiti, belirli bir deprem altında sistemin performansını belirlemede yeterli olabileceğini

belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada yapıların doğrusal olmayan yer değiştirme-tepki geçmişlerini hesaplamak için basit bir tek serbestlik dereceli model de tanıtılmıştır.

Sulaimani ve Roessett (1985) çalışmasında, çevrimsel davranışta dayanım ve rijitlik azalmasının etkisini incelemek amacıyla, %5 sönüme sahip tek serbestlik dereceli, elastik olmayan sistemlerin dinamik tepkisi incelenmiştir. İstenilen yer değiştirme oranının bir fonksiyonu olarak tasarım spektrumunun elde edilmesi için bazı kurallar önerilmiştir. Elastik spektrumdan elastik olmayan spektrum elde etmek için kullanılan azaltma katsayılarının, elasto-plastik sistemler için normalde kullanılandan daha küçük olması gerektiğini belirtmişlerdir. Her betonarme yapının daralma (pinching) ve yumuşama (softening) etkilerinden dolayı bir miktar rijitlik kaybı sergileyeceğini açıklamışlardır. Kesme kapasitesi aşıldığında, yapının kuvvet-yer değiştirme ilişkisinde negatif eğimli bölgelerin oluşabileceğini belirtmişlerdir.

Nassar ve Krawinkler (1991) çalışmasında, tek serbestlik dereceli sistemlerde çift doğrulu pekleşmeli model ile rijitlik azalmalı modelin sismik talep parametrelerinin kapsamlı bir değerlendirmesi yapılmıştır. Tek serbestlik dereceli modellerden türetilen güç istemi parametrelerine uygulanması gereken değişiklikleri değerlendirmek için, üç adet çok serbestlik dereceli sistem üzerinde ayrıntılı bir çalışma yapılmıştır. Dayanım azalması ile periyot ve hedef süneklik oranı arasında ilişkiler geliştirilmiştir. Çok serbestlik dereceli analizde, hedef süneklik oranı için gereken kuvvetin, sistemde ortaya çıkacak göçme mekanizmasına güçlü bir şekilde bağlı olduğunu ifade etmiştir. Genel olarak çift doğrulu pekleşmeli model ile rijitlik azalımı gösteren Modifiye-Clough modeli karşılaştırıldığından, dayanım taleplerindeki farklılıklar çok küçük kalmıştır. Çoğu durumda rijitlik azalımı gösteren modelin yeterli sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Rahnama ve Krawinkler (1993) çalışmasında, deprem etkisi ile yapıda gerçekleşebilecek rijitlik azalması, dayanım kaybı ve zemin dayanım azalmasının, yapı yer değiştirme isteminde oluşturacağı etkileri değerlendirmiştir. Bu etkilerin belirlenmesi için bazı metotlar önerilmiştir. Periyot aralığı 0.1sn-4.0sn arasında değişen ve hedef süneklik oranları 2 ile 8 arasında olan tek serbestlik dereceli sistemler, rijitlik azalmalı, dayanım azalmalı ve çift doğrulu pekleşmeli modeller ile analiz edilmiştir. Sonuçlar azalım gösteren sistem istemlerinin, azalım göstermeyen

sistemlere oranlanmasıyla ifade edilmiştir. Çalışma sonuçlarında pekleşmenin dinamik tepki üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu açıklamışlardır. Yapıda oluşacak çevrimsel enerji isteminin, sistem çevrimsel enerji kapasitesine yaklaşması durumunda, tek serbestlik dereceli sistemlerdeki dayanım azalım derecesinin önemli bir rol oynayacağı belirtilmiştir. Negatif pekleşmeli modellerde daha büyük yer değiştirmeler olduğunu, bu nedenle aynı hedef süneklik oranı için daha yüksek dayanım kapasitesi gerektiği açıklamışlardır. Dayanım azalmasının etkisinin, rijitlik azalması etkisinden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Rijitlik azalımı gösteren sistem davranışının, çift doğrulu pekleşmeli davranışla benzer sonuçlar verdiği açıklanmıştır.

Lee Hun ve Han oh (1999) çalışmasında, süneklik faktörünü tek serbestlik dereceli sistemlerde elastik kuvvet isteminin belirli bir süneklik oranı için elastik olmayan kuvvet istemine oranı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmanın amacı farklı çevrimsel modeller (elastoplastik-çift doğrulu kinematik pekleşmeli-rijitlik azalmalı-dayanım azalmalı-daralmalı model) kullanılarak bu süneklik faktörünü belirlemektir. Bu amaçla sert zemin alanından alınan 40 farklı deprem yer hareketi kullanılarak istatiksel bir çalışma yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, belirli bir süneklik oranı için bir süneklik faktörü (R) bulunmuştur. Özellikle kısa periyot aralığındaki sistemlerin, çevrimsel model değişikliğinden büyük oranda etkilendiğini açıklamışlardır. Rijitlik azalması, dayanım azalması ve daralma seviyesinin artmasıyla, sistemlerde daha düşük süneklik faktörü elde edildiği belirtilmiştir. Son olarak süneklik faktörü (R) için, sistemin periyodu, hedef süneklik oranı, dayanım azalması, rijitlik azalması ve daralma parametrelerine bağlı yeni bir fonksiyon önermişlerdir.

Pincheira ve Song (2000) çalışmasında, yakın fay etkisine sahip deprem kayıtları altında, rijitlik ve dayanım azalımı gösteren, tek serbestlik dereceli sistemlerin yer değiştirme istemlerini incelemişlerdir. Üç farklı seviyede dayanım ve rijitlik azalımı gösteren, sönüm oranı %5 olan sistemler, beş deprem kaydı altında incelenmiştir. Sonuç olarak rijitlik ve dayanım azalmasının, azalım göstermeyen sistemlere göre, maksimum elastik olmayan yer değiştirmeleri arttırma eğiliminde olduklarını belirtmişlerdir. Rijitlik ve dayanım azalmasının, kısa periyotlu sistemlerin yer değiştirme isteminde daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Miranda ve Garcia (2001) çalışmasında, tek serbestlik dereceli sistemlerin maksimum elastik olmayan yer değiştirme istemini tahmin edebilmek için altı farklı yöntemi karşılaştırmıştır. Tüm yöntemlerde doğrusal olmayan sistemlerin, maksimum yer değiştirme istemi, doğrusal elastik sistemlerin maksimum yer değiştirme isteminden tahmin edilmiştir. Bu kapsamda 264 deprem ivme kaydı altında, periyodu 0.05sn-3.0sn arasında değişen, elasto-plastik ve rijitlik azalmalı modeller kullanılmıştır. Sert toprak zeminde ve periyot değeri 1.2sn üstündeki yapılar için maksimum yer değiştirme tahmininde Newmark, Hall, Miranda, Iwan ve Kowalsky'nin yöntemlerinin nispeten daha iyi sonuçlar ürettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca aynı spektral bölgelerde, Newmark, Hall ve Miranda'nın yöntemleri eşit yer değiştirme yaklaşımına dayandığı için, pratik olarak kullanımının daha kolay olduğunu açıklamışlardır. Kısa periyot bölgelerinde ise Miranda ve Iwan'nın geliştirdiği yöntemin, maksimum yer değiştirme tahmininde en iyi sonuçları verdiğini belirtilmişlerdir.

Loh, Wan ve Liao (2002) çalışmasında, güçlendirilmiş 355cm yüksekliğinde 75cm×65cm ebatlarında bir kolonun deney sonuçları ile elastik olmayan tepki spektrumunu elde etmeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada, faya yakın yer hareketlerinin yapısal tepki üstündeki etkilerini değerlendirmek amacı ile tek serbestlik dereceli bir sistemin doğrusal olmayan davranışı, hem rijitlik azalımı gösteren Takeda (1970) modeli ile hem de elastoplastik model elde edilmiştir. Chi-chi depremine ait yer hareketi kayıtları kullanılarak elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çevrimsel yükleme deney sonuçlarına en yakın değerlerin Takeda (1970) modelinden elde edildiği belirtilmiştir.

Rafael Riddell vd. (2002) çalışmasında, performansa dayalı sismik tasarımda çok serbestlik dereceli sistemlerin doğrusal olmayan deprem istemlerini tahmin edebilmek için, tek serbestlik dereceli sistemlerin tepkisine dayanan çeşitli yöntemler önerilmiştir. Veletsos-Newmark-Hall yöntemi göz önüne alınarak %5 sönüm oranına sahip elastoplastik, rijitlik azalmalı ve çift doğrulu kinematik pekleşmeli model ile iki set deprem kaydı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda VNH yönteminin güvenilir sonuçlar verdiği bulunmuştur. Deprem isteminin basitçe yer hareketinin maksimum ivme, hız ve yer değiştirmesi ile tahmin edilebileceğini

belirtmişlerdir. Analizlerde kullanılan kuvvet deformasyon modelinin, doğrusal olmayan sistemlerin ortalama maksimum tepkisi üzerinde, çok belirleyici olmadığı ve tepkilerin elastoplastik model kullanılarak basitçe tahmin edilebileceği belirtilmiştir. Yüksek sünekliğe sahip sistemlerde, eşit enerji ve eşit yer değiştirme kurallarının orantılı olmadığını açıklamışlardır.

Medina ve Krawinkler (2004) çalışmasında, farklı sistemlerin tepe noktasındaki deformasyon istemlerini incelemişlerdir. Sistemlerde üç farklı çevrimsel davranış modeli (çift doğrulu kinematik pekleşmeli, rijitlik azalmalı, daralmalı) kullanılmıştır. Farklı kat adetlerinde, periyot değerleri 0.3sn ile 3.6sn arasında değişen sistemler tasarlanmıştır. Moment büyüklükleri 6.5 ile 6.9 arasında değişen 40 farklı deprem seti kullanılarak, zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilmiştir.

Rijitlik azalım derecesinin, kullanılan çerçeve sistemlerde tepe yer değiştirme talepleri arttığından, sismik performans değerlendirmesine etkisinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte daralmalı (pinching) modelde, rijitlik azalması gerçekleştiğinde, sistemin tepe yer değiştirme istemi, çift doğrulu pekleşmeli ve rijitlik azalmalı modellere göre, daha yüksek bulunmuştur. Çok serbestlik dereceli sistemlerde bu farklılıkların daha belirgin olduğu belirtilmiştir.

Pekoz ve Pincheria (2004) çalışmasında, dayanım ve rijitlik azalmasının tek serbestlik dereceli sistemlerin sismik tepkisi üzerindeki etkilerini parametrik olarak araştırmışlardır. İncelenen %5 sönüm oranına sahip sistemlerde, artan deformasyon genliği ile iki farklı çevrimsel davranış modeli (daralmalı/pinching, dayanım ve rijitlik azalmalı) kullanılmıştır. Araştırma kapsamında B, C ve D zemin tiplerinde, 60 deprem kaydı altında, çeşitli dayanım oranlarında ve azalım seviyelerinde, zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin sonuçlarına göre yer değiştirme faktörü için basit bir denklem önerilmiştir. Dayanım azalması gösteren sistemlerde yer değiştirme faktörlerinin, belirli bir yer hareketi için önemli ölçüde farklılaşabileceğini açıklamışlardır. Periyodun Tg'den (%5 sönümlü sistem için elastik enerji spektrumundaki maksimum değere karşı gelen periyot)_büyük olduğu durumlarda, elastik spektrumun, elastik olmayan yer değiştirmelere bir üst sınır sağlayabileceği belirtilmiştir. Bu durumun dayanım ve rijitlik azalımı gösteren modellerin yer değiştirme faktörleri ile iyi bir uyum içinde olduğu açıklanmıştır.

Medina ve Krawinkler (2004) çalışmasında, kat adedi 3 ile 18 arasında değişen, 0.3sn-3.6sn periyot aralığındaki yapıların, maksimum yer değiştirme talepleri incelenmiştir. Çalışmada 40 adet, moment büyüklüğü 6.5 ile 6.9 ile değişen ve faya uzaklığı 13 km ile 40 km arasında olan, yakın fay ve ileri yönlenme etkisi göstermeyen depremler kullanılmıştır. Çevrimsel davranış için 3 farklı model (çift doğrulu pekleşmeli, zirve odaklı ve daralmalı) kullanılıp elde edilen yer değiştirme talepleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak rijitlik azalma derecesinin, normal çerçevelerin sismik performansının değerlendirilmesi için önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Büyük oranda rijitlik azalmasının olduğu sistemlerde daha büyük tepe yer değiştirme talepleri bulunmuştur. Yapı yüksekliği boyunca tepe yer değiştirmelerinin düzgün olmayan bir şekilde dağıldığı belirtilmiştir.

Ibarra vd. (2005) çalışmasında, dayanım ve rijitlik azalmalı çevrimsel davranış modelleri kullanılarak, yapısal sistemlerin göçmeye yakın bölgelerdeki talepleri incelenmiştir. Sismik taleplerin belirlenmesinde çift doğrulu pekleşmeli, tepe yönelimli (peak-orianted) ve daralmalı (pinching) çevrimsel davranış modelleri kullanılmıştır. Çalışmada %5 sönüm oranına sahip sistemler, moment büyüklüğü 6.5 ile 6.9 arasında değişen 40 farklı deprem, zaman tanım alanında hesap yöntemi ile çözülmüştür. Çelik, ahşap ve güçlendirilmiş beton için deneysel testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda, küçük deformasyon seviyelerinde, azalım derecesinin modellenmesinin çok önemli olmadığını belirtilmiştir. Ayrıca çeşitli tek serbestlik dereceli sistemlerin sismik değerlendirilmesinden elde edilen sonuçların, yapının göçmeden önceki sınır durumuna yaklaştığında, dayanım azalmasının baskın şekilde sonuçları etkilediğini açıklamışlardır. Fakat doğrusal olmayan davranışın ilk aşamalarında azalım gösteren ve göstermeyen modellerin benzer sonuçlar sergilediği belirtilmiştir.

FEMA 440, 2005 çalışması esasen doğrusal olmayan statik analiz yöntemlerini incelemeyi ve geliştirmeyi amaçlayan bir araştırmanın ürünüdür. Bu amaçla FEMA 356, 2000'de bulunan katsayılar yöntemini incelemiştir. Katsayılar yöntemi temel olarak bir yapının doğrusal elastik analiz sonuçlarını bir dizi katsayı ile çarparak doğrusal olmayan elastik ötesi sonuçlarını elde etmeyi amaçlayan bir yöntemdir. Bu yöntemde bulunan C2 katsayısı da dayanım ve rijitlik azalması etkilerini göz önüne

alan katsayıdır. FEMA 440 2005 çalışmasında bu katsayı incelenirken sabit akma dayanımı azaltma faktörüne sahip tek serbestlik dereceli sistemlerin, 100 farklı deprem kaydı altında, dört farklı çevrimsel davranış modeli (elastoplastik, rijitlik azalmalı elastoplastik, dayanım ve rijitlik azalmalı elastoplastik ve doğrusal olmayan elastik) kullanılarak hesaplanan maksimum yer değiştirmeleri karşılaştırılmıştır.

FEMA 440a, 2009 çalışmasında ise asıl amaç dayanım ve rijitlik azalmasının deprem davranışına etkisinin araştırılmasıdır. Bu amaçla tek serbestlik dereceli sistemlerin, 56 farklı deprem kaydı altında artımsal dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışmasında kaynak olarak kullanılan 56 deprem kaydı da bu çalışmada kullanılan depremlerden seçilmiştir. Tek serbestlik dereceli sistemlerin elastik ötesi davranışlarının modellenmesi için sekiz temel elastik ötesi çevrimsel davranış modeli, bunların varyantları ve seri/paralel birleşimleri kullanılmıştır. Toplamda 2.6 milyon üzerinde dayanım ve rijitlik azalımı gösteren modellerin, doğrusal olmayan analiz sonucu elde edilerek kapsamlı bir veri toplanmıştır. Doğrusal olmayan, azalım gösteren sistem tepkilerinin daha iyi anlaşılması ve bu bilgilerin mühendislik uygulamaları için pratik sonuçları değerlendirilmiştir.

Börekçi vd. (2015) çalışmasında, tek serbestlik dereceli sistemlerin ortalama elastik ötesi yer değiştirme sabitlerini elde etmek amacıyla zaman tanım alanında dinamik analizler yapılmıştır. Sistemlere göçme noktası belirlenerek, elastik ötesi yer değiştirme sabitleri üzerindeki etkisi incelemiştir. Göçme potansiyeli içeren tepe noktası yönelimli ve çift doğrulu pekleşmeli modeller kullanılarak, 160 deprem kaydı altında dinamik analiz sonuçları elde edilmiştir. Periyodu 0.1sn ile 3.0sn arasında değişen 53 farklı doğal titreşim periyodu ve 6 farklı dayanım azaltma katsayısı içeren (1.5-2-3-4-5-6) sistemlerin analizi yapılmıştır. İncelenen sistemlerin sönüm oranı %5 kabul edilmiştir. Çalışma sonunda tepe noktası yönelimli modelin, C_R (elastik ötesi yer değiştirme isteminin elastik yer değiştirmeye oranı) üzerinde önemli etkilere sahip olduğu belirtilmiştir. Azalım göstermeyen doğrusal model ile elde edilen Cr sabitinin, azalım gösteren modeller için elde edilen C_R oranına göre daha küçük değerlerde kaldığı görülmüştür. Ayrıca eşit yer değiştirmenin geçerli olduğu periyot değerinin, dayanım azaltma katsayısının artmasıyla daha da yükseldiği görülmüştür.

Apostolos (2017) çalışmasında, yapıların dinamik tepkisi üzerindeki etkisini daha iyi anlamak için farklı çevrimsel davranış modelleri (rijitlik azalmalı, dayanım azalmalı ve daralmalı-pinching) kullanarak, tek serbestlik dereceli sistemlerin doğrusal olmayan dinamik analizlerini gerçekleştirmiştir. 167 deprem kaydı kullanılan bu çalışmada depremler büyüklüğüne, süresine ve zemin koşullarına bağlı olarak 8 farklı grupta değerlendirilmiştir. Farklı davranış modelleri ile elde edilen sonuçlar, elastoplastik model kullanarak bulunun sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Doğrusal inelastik tepki spektrum analizinde elde edilen maksimum kuvvetlerin, genel olarak zaman tanım alanından elde edilen sonuçlardan %6 ve %35 oranında daha fazla olduğu ve böylece güvenli tarafta kalındığı belirtilmiştir. Daralmalı modelin, sistemin maksimum ivme tepkisini en çok etkileyen model olduğunu belirtilmiştir.

1.3.2 Süneklik İstemini Konu Edinen Çalışmalar

Günümüzde yapıların performansa dayalı yaklaşımı daha yaygın kullanılmaya başladığından son yıllarda literatürde yapıların sismik yükler altında maksimum ötelenme istemlerini ve göreli kat ötelenme istemlerini içeren birçok çalışma bulunmaktadır. Bu doğrultuda birçok çalışmada TSD sistemlerin zaman tanım alanında çözümlenmesi ile maksimum ötelenme talepleri elde edilmektedir. Bu tez kapsamında da hesaplanan TSD sistemler için maksimum ötelenme istemlerini konu alan başlıca çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Miranda (1999) çalışmasında, deprem yüküne maruz kalan çok katlı bir sistemin yanal deformasyon istemlerini tahmin etmeye yönelik birtakım yöntemler geliştirmiştir. 10 katlı çelik bir sistemin önerilen yöntem sonuçları ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda önerilen yöntemin deformasyon istemlerinin tahmin edilmesinde zaman tanım alanında çözüm yöntemine yakın sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Bu sayede yapılacak yeni yapılarda veya halihazırda olan yapıların deformasyon talepleri bu yöntem ile daha hızlı bir şekilde değerlendirilebileceği belirtilmiştir.

Gupta ve Krawinkler (2000) çalışmasında, deprem yükleri altında yapı sistemlerinin yer değiştirme istemlerini ve göreli kat ötelemelerini tahmin edici

yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Sistemin birinci titreşim moduna karşılık gelen spektral yer değiştirme istemine bağlı olarak tahmin edilebilmesi için yöntemin ana hatları belirtilmiştir. Bu amaçla 3 ivme setine ait toplam 60 ivme kaydı ile tasarlanan 9 çelik çerçeve sistemin doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemle zaman tanım alanında çözülmüş, yer değiştirme talepleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde maksimum yer değiştirme talepleri ile göreli kat ötelemesi arasındaki ilişkinin büyük ölçüde sistemdeki kat sayısına bağlı olduğu saptanmıştır.

Garcia ve Miranda (2007) çalışması, tek serbestlik dereceli sistemlerin maksimum elastik olmayan yer değiştirme istemlerini tahmin etmek için olasılıksal bir çalışmayı içermektedir. Analizde kullanılan elastoplastik çevrimsel davranış modeli ile doğrusal olmayan davranış sert zeminlerde kaydedilen 240 ivme kaydı ile çözülmüştür. Sonuç kısmında elde edilen yer değiştirme oranının merkezi eğilimi ve değerlerin saçılımları değerlendirilmiştir. Merkezi eğilim ile bu saçılımın yaklaşık olarak tahmin edilebilmesi için yöntemler önerilmiştir.

Mollaioli ve Bruno (2008) çalışmasında hem tek serbestlik dereceli sistemler hem de çok serbestlik dereceli sistemlerin zaman tanım alanında analizleri yapılmıştır. 43 deprem ait 868 gerçek ivme kaydı kullanılarak sabit süneklik spektrumları, maksimum elastik olmayan yer değiştirmenin, maksimum elastik yer değiştirme istemine oranının belirlenmesiyle elde edilmiştir. Ayrıca depremin büyüklüğü, kayıt mesafesi ile deprem merkez uzaklığı, yerel zemin koşulu, süneklik ve çevrimsel davranış modelinin etkileri değerlendirilmiştir.

Lin ve Miranda (2009) çalışmasında, tek serbestlik dereceli sistemlerde zaman tanım alanında dinamik analizler gerçekleştirilerek eşdeğer doğrusal sistemlerin maksimum yer değiştirme katsayısının tayin etme performansını değerlendirmiştir. Bu doğrultuda periyodu 0.3sn-3.0sn arasında tasarlanan sistemlere 9 farklı depremin 72 farklı kaydı kullanılmıştır. Analizleri yapılan sistemlerin zaman tanım alanında hesaplanan maksimum yer değiştirme istemleri bulunmuş ve bu değerler eşdeğer doğrusal yöntem ile bulunan maksimum yer değiştirme istemleri ile oranlanarak ortalamaları ve birbirine göre saçılımları bulunmuştur. Bu değerler periyot ve yatay dayanım oranının fonksiyonu olarak elde edilmiştir.

Demir (2015) çalışmasında, deprem yönetmeliği ile uyumlu ivme setleri seçilerek zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile maksimum ötelenme talepleri bulunmuştur. Bu kapsamda farklı yatay dayanım oranlarına, farklı periyot değerlerine ve farklı çevrimsel davranış modellerine sahip 135 tek serbestlik dereceli sistem üç farklı kat adedine sahip sistemde çözülüp maksimum öteleme ve maksimum göreli kat ötelemeleri elde edilmiştir. Sonuç kısmında seçilen ivme kayıtlarının kendi arasında dikkate değer bir saçılım sergilediği bu farkın %5 hata payı ile istatiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmiştir.

Kayhan ve demir (2016) çalışmasında, tek serbestlik dereceli sistemlerde maksimum ötelenme istemi üzerinde çevrimsel davranış modellerinin TSD sistemler için zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi çözülerek yapıların süneklik istemindeki değişikliklerin yaklaşım modellerinin farklılığı ile nasıl değiştiği incelenmiştir.

Kayhan, demir ve palancı (2018) çalışmasında, maksimum ötelenme istemlerini elde etmek amacıyla TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Deprem yönetmeliğinde ki her bir zemin sınıfı için tanımlanan elastik tasarım spektrumuyla uyumlu 30 adet gerçek ivme kayıt seti kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatiksel olarak değerlendirildiğinde kullanılan kayıtlardan elde edilen maksimum yer değiştirme istemlerinin bulunan ortalamadan saçılımının yüksek olduğunu, aynı tasarım spektrumu ile uyumlu olmasına rağmen farklı deprem kayıtları kullanıldığında farklı yer değiştirme istemlerinin bulunduğunu, periyodu uzun olan ve sert zemin gruplarında inşa edilmiş yapıların davranışının doğrusal olmayan statik analiz ile belirlenmesinde özel olarak dikkat edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Son olarak yatay dayanım oranına ve periyot değerlerine bağlı olarak maksimum ötelenme istemlerinin tahmini için doğrusal regresyon modelleri önerilmiştir.

2. TEORİK BİLGİLER

2.1 DOĞRUSAL OLMAYAN DİNAMİK PROBLEM

Deprem hareketine maruz kalan tek serbestlik dereceli doğrusal olmayan bir sistemin hareket denklemi aşağıda verilmiştir. Burada m sistemin kütlesini, c sönümünü ve son olarak $r_s(u, \dot{u})$ terimi, elastik ötesi davranış gösterebilen bir sistem için rijitlik kuvvetini ifade etmektedir. Tek serbestlik dereceli bir sistemin bu dinamik davranışını çözümleyebilmek için bu hareket denkleminin yazılması şarttır. Burada yazılan $m\ddot{x}_g(t)$ terimi ise yapıya etkiyerek yapının hareketine neden olan dış kuvveti (deprem, rüzgar) temsil etmektedir.

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + r_s(x, \dot{x}) = -m\ddot{x}_g(t) \qquad \textbf{(2.1)}$$

Yapıların ve yapı elemanlarının malzeme bakımından doğrusal olmayan davranışları genellikle laboratuvar deneyleri ile belirlenir. Bu davranışlar ele alınan problemin yapısına göre; i) şekil değiştirme – gerilme, ii) yer değiştirme – reaksiyon kuvveti iii) dönme – moment ilişkisi olarak ifade edilebilir. Laboratuvar deneyleri ile elde edilebilen bu ilişkiler, hem gerçek davranışı en iyi şekilde yansıtabilecek hem de sayısal çözümlemelerde basitçe kullanılabilecek şekilde idealleştirilerek çeşitli fonksiyonlarla ifade edilirler. Bu idealleştirilmiş fonksiyonların en çok kullanılanları arasında; i) elastik-plastik model, ii) çift doğrulu kinematik pekleşmeli model, iii) çok doğrulu model ve benzerleri gösterilebilir. Bu modeller dinamik analizlerde kullanılacaksa, elastik ötesi davranışın hem zarf eğrisini hem de çevrimsel davranışın (yükleme, boşaltma, tekrar yükleme) kurallarını tanımlamalıdır.

Tek serbestlik dereceli sistemlerde, elastik ötesi davranış genellikle yer değiştirme – reaksiyon kuvveti ikilisi üzerinden tanımlanır. Çift doğrulu bir fonksiyon ile idealleştirilmiş böyle bir elastik ötesi sistemin yer değiştirme – kuvvet ilişkisi Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Burada r_y, u_y, ve u_m sırasıyla idealleştirilmiş elastik ötesi sistemin akma dayanımını, akma yer değiştirmesini ve belirli bir dinamik yük altında sistemde oluşan maksimum yer değiştirmesini ifade etmektedir. Ayrıca Şekil 2.1'de elastik ötesi sistemin eşdeğer doğrusal sistemi de verilmiştir. Eşdeğer doğrusal sistem tanım olarak, elastik ötesi sistemle aynı elastik rijitliğe, doğal titreşim periyoduna ve

sönüm oranına sahip, sadece elastik davranış gösteren doğrusal bir sistemdir. Burada u_0 ve r_0, sırasıyla elastik ötesi sistemde u_m maksimum yer değiştirmesini oluşturan dinamik yük altında eşdeğer doğrusal sistemde oluşan maksimum yer değiştirme ve rijitlik kuvvetini göstermektedir.

Elastik ötesi dinamik problemin çözümünde normalize hareket denkleminin prensipleri kullanılmıştır. Normalize hareket denklemi her ne kadar Chopra, 2000'de detaylı olarak açıklanmış ve literatürde geniş olarak yer alıyor olsa da, konu bütünlüğü açısından burada da kısaca değinilmiştir. Normalize hareket denkleminin amacı; elastik ötesi davranışa sahip bir dinamik problemin bağımsız değişkenlerini belirlemek ve bu sayede aynı sonuca varacak koşulları belirlemektir.

Doğrusal olmayan analizlerde literatürde sıklıkla kullanılan bazı terimleri Şekil 2.1 üzerinden burada tekrar tanımlamakta fayda görülmektedir. Normalize akma dayanımı $\bar{r}_y = r_y/r_0 = u_y/u_0$, akma dayanımı azaltma faktörü, $R_y = 1/\bar{r}_y = r_0/r_y = u_0/u_y$ ve süneklik katsayısı, $\mu = u_m/u_y$ şeklinde tanımlanabilir.

Denklem (2.1)'de verilen eşitlik, sistemin kütlesine bölünerek normalize edilirse ve doğal açısal frekans $\left(w_n = \sqrt{k/m}\right)$ ve sönüm oranı $\left(\xi = c/2mw_n\right)$ tanımları yerleştirilirse

$$\ddot{u} + 2\xi w_n \dot{u} + w_n^2 u_y \tilde{r}_s(u, \dot{u}) = -\ddot{u}_g(t) \qquad \textbf{(2.2)}$$

elde edilir. Burada $\tilde{r}_s(u, \dot{u})$, akma dayanımına göre normalize edilmiş rijitlik kuvvetidir, $\tilde{r}_s(u, \dot{u}) = r_s(u, \dot{u})/r_y$ akma dayanımı r_y ise akma yer değiştirmesi cinsinden $r_y = ku_y = m\, w_n^2\, u_y$ şeklinde ifade edilmiştir.

Denklem (2.1) de verilen hareket denkleminin, kütleye bölünerek normalize edilmesi aynı zamanda elastik ötesi davranışın tanımında bulunan rijitlik kuvvetinin de akma dayanımına göre normalize edilmesini sağlamıştır. Denklem (2.2) akma yer değiştirmesine bölünürse ve $\mu(t) = u(t)/u_y$ dönüşümü yapılırsa, elastik ötesi davranışın tanımında bulunan yer değiştirmenin de akma yer değiştirmesine göre normalize edilmesi sağlanmış olur.

$$\ddot{\mu} + 2\xi w_n \dot{\mu} + w_n^2 \tilde{r}_s(\mu, \dot{\mu}) = -\ddot{u}_g(t)/u_0 \bar{r}_y \qquad \textbf{(2.3)}$$

Denklem (2.3)'de görülebildiği gibi belirli bir deprem kaydı, $\ddot{u}_g(t)$ altında ve belirli bir elastik ötesi davranış modeline, $\tilde{r}_s(\mu,\dot{\mu})$ sahip bir sistem için, süneklik istemi $\mu = u_m/u_y$ sadece doğal açısal frekansa w_n, sönüm oranına ξ ve normaliz akma dayanımına $\bar{r}_y$ bağlıdır. Normalize hareket denklemini biraz daha incelemek için bağımsız değişkenleri teker teker ele alabiliriz.

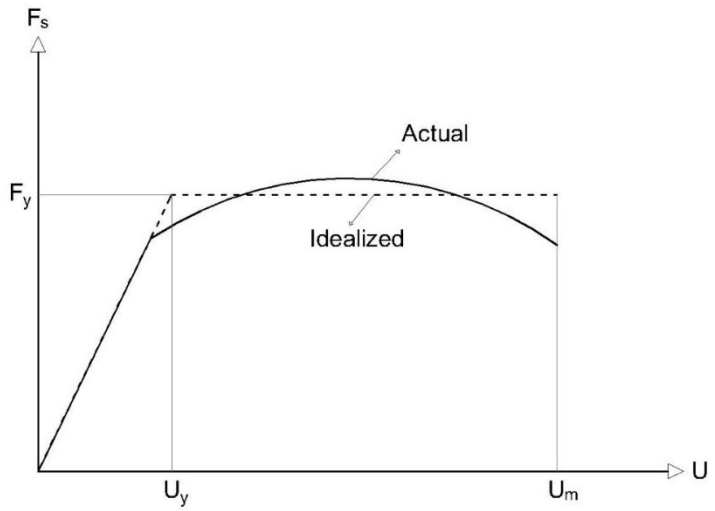
İlk iki bağımsız değişken olarak doğal titreşim periyodunu ve sönüm oranını ele alırsak, bunların değişmesi hareket denkleminin sonuçlarını tamamen değiştirecektir. Bu çalışmada yapılan tüm analizlerde sönüm oranı %5 alınarak parametrik incelemenin dışında tutulmuştur. Ancak doğal titreşim periyodunun sonuçlara etkisini incelemek için analizler yirmi farklı doğal titreşim periyodu için gerçekleştirilmiştir.

Bir sonraki bağımsız değişken deprem kaydının kendisidir. Deprem kaydının değişmesi süneklik istemini tamamen değiştirecektir. Bu nedenle analizlerde 56 farklı deprem kaydı kullanılmış ve elde edilen sonuçların ortalamaları ve standart sapmaları incelenmiştir. Ancak belirli bir deprem kaydının tüm değerlerinin aynı sabit katsayı ile çarpılmasının etkisi daha sınırlıdır. Bir başka değişle, deprem kaydını bir sabit katsayı ile ölçeklendirdiğimizde u_0 ve r_0 değerleri de aynı ölçekle çarpılmış olacaktır. Eğer normalize akma dayanımı sabit tutulursa yani r_0 değiştiği için aynı oranda r_y de değiştirilirse ve akma dayanımının değişim oranı kadar akma yer değiştirmesi de değiştirilirse, ölçeklendirilmemiş ve ölçeklendirilmiş kayıtlar altında elde edilecek süneklik istemleri aynı olacaktır. Burada görülebilmektedir ki deprem kaydının tamamen sabit bir katsayı ile ölçeklendirilmesin etkisi, normalize akma dayanımını aynı oranda azaltmak ile eşdeğerdir. Bu etkiyi parametrik olarak incelemek için farklı normalize akma dayanımları göz önüne alınabilir. Ancak bu çalışmada farklı normalize akma dayanımları yerine, taşıyıcı sistem tasarımında eleman kapasitesi açısından daha anlamlı olan dört farklı tasarım süneklik kapasitesi göz önüne alınmıştır.

Son bağımsız değişken ise elastik ötesi davranış modelidir. Elastik ötesi davranış modelinin hem sadece normalize zarf eğrisinin değişmesi hem de sadece çevrimsel davranış kurallarının değişmesi sonuçları değiştirecektir. Normalize zarf eğrisinin etkisini parametrik olarak incelemek için seçilen çift doğrulu pekleşmeli zarf

eğrisi dört farklı pekleşme oranıyla ele alınmıştır. Çevrimsel davranış kurallarının değişmesi ise bu çalışmada aslında rijitlik azalmasının etkisine karşılık gelmektedir. Çünkü seçilen iki farklı çevrimsel davranış kuralından birincisi rijitlik azalması göstermeyen ikincisi ise rijitlik azalması gösteren olarak seçilmiştir.

Analizlerde mühendislik açısından anlamlı değerler kullanmak için normalize edilmiş hareket denklemi yerine, denklem (2.1) kullanılmıştır. Bu denklemin kullanılmasında sistemin kütlesi 1 birim seçilerek ilgili tüm fiziksel değerler (rijitlik, sönüm ve akma dayanımı) incelenen normalize parametreyi yansıtacak şekilde seçilmiştir. Çözüm gerçekleştirildikten sonra da elde edilen fiziksel değerler tekrar normalize edilmiştir. Bu aslında yapılması gerekli olmayan bir dönüşümdür. Ancak özellikle analizlerin yapıldığı yazılımların geliştirilmesi aşamasında, ara değerlerin mühendislik açısından aşina olunan şekilde kontrol edilmesi için tercih edilmiştir.



Şekil 2.1: Çift doğrulu pekleşmeli idealize elastik ötesi davranış modeli.

2.2 ZAMAN TANIM ALANINDA DİNAMİK ANALİZ

Yapı elamanlarının dinamik hesaplamalarında en genel çözüm dinamik hareketin sayısal integrasyonunun alınmasıdır. Zaman tanım alanında dinamik hesap yöntemi deprem yüklerinin binaya doğrudan etkitilmesine dayanan bir çözüm yöntemidir. Bu şekilde yapının deprem performansının en doğru ve gerçeğe yakın bir şekilde elde edildiği bilinmektedir. Bu sebeple en yaygın kullanılan hesap yöntemi olarak tercih edilmektedir. Bu çözüm yönteminde dinamik yükün yapıya etkidiği toplam sürenin eşit zaman aralıklarına bölünmesi ve ilk anda ki (t=0) kabuller

sonrasındaki yaklaşık çözüm adımları için integrasyon şeması kullanılır. Literatürde bu konu hakkında yapılmış birçok çalışma vardır ve bu çalışmalar kendi aralarında farklılık göstermektedirler.

2.2.1 Merkezi Farklar Metodu

Merkezi farklar ile hesap yöntemi yapı hareket denklemi (2.1) hız ve ivme değerlerinin sonlu farklar kullanarak yaklaşık hesap olarak elde edilmeye çalışılır. Sabit zaman aralıklarında "t" anındaki hız ve ivme değerleri $\Delta t=\Delta t_i$ zamanlarındaki yer değiştirmeye bağlı olarak hesaplanır.

$$\dot{u} = \frac{-x_{t-\Delta t} + x_{t+\Delta t}}{2\Delta t} \tag{2.4}$$

$$\ddot{u} = \frac{x_{t-\Delta t} - 2x_t + x_{t+\Delta t}}{(\Delta t)^2} \tag{2.5}$$

burada $\dot{u}$ değeri yapının 't' anındaki hızı ve $\ddot{u}$ değeri ise 't' anındaki ivme değeridir. Denklem (2.4) düzenlenip t anındaki yer değiştirme

$$(x_{t+\Delta t}) = 2\dot{u}\Delta t + x_{t-\Delta t} \tag{2.6}$$

Denklem (2.5) düzenlendiğinde

$$(x_{t+\Delta t}) = \ddot{u}(\Delta t)^2 - x_{t-\Delta t} + 2x_t \tag{2.7}$$

eşitlikleri elde edilir. Bu iki denklemde yapının t_{-1} anındaki yer değiştirmesi ($x_{t-\Delta t}$) yalnız bırakılırsa;

$$x_{t-\Delta t} = \frac{\ddot{u}(\Delta t)^2}{2} - \dot{u}\Delta t + x_t \tag{2.8}$$

denklemi elde edilir. Yukarı da elde edilen hız (2.4) ve ivme (2.5) denklemi, genel hareket denklemin de (2.1) yerine yazılıp ve bilinen değerler sağ tarafa atılıp düzenlendiğinde;

$$\left(\frac{M}{\Delta t^2}+\frac{C}{2\Delta t}\right)x_{\,t+\Delta t}=R_t-\left(K-\frac{2M}{\Delta t^2}\right)x_t-\left(\frac{M}{\Delta t^2}-\frac{C}{2\Delta_t}\right)x_{t-\Delta t} \tag{2.9}$$

eşitliği elde edilir. Denklem (2.9)'dan görüldüğü üzere $x_{t+\Delta t}$ değeri burada tek bilinmeyendir.

Bu tek bilinmeyenin elde edilebilmesi için x_t ve $x_{t-\Delta t}$ değerlerinin bilinmesi gerektiği de denklem (2.9)'dan anlaşılmaktadır. Örnek olarak Δ_t anındaki yer değiştirmeyi bulabilmek için bundan bir adım önceki yer değiştirme, hız ve ivme değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu sebeple ilk adımdaki yer değiştirmeyi hesaplayabilmek için ilk yer değiştirme ve ilk hız değerlerinin bilindiği varsayılmaktadır. İlk ivme değerinin ise dinamik hareket denklemden, ilk yer değiştirme ve ilk hız değerinin yazılarak bulunmasına dayanır. Bilinmeyen $x_{t+\Delta t}$ değeri sade bir şekilde yalnız bırakmak için denklem (2.9)'da;

$$K=\left(\frac{M}{\Delta t^2}+\frac{C}{2\Delta t}\right) \tag{2.10}$$

$$\tilde{R}t=R_t-\left(K-\frac{2M}{\Delta t^2}\right)x_t-\left(\frac{M}{\Delta t^2}-\frac{C}{2\Delta_t}\right)x_{t-\Delta t} \tag{2.11}$$

kabullerini yaparsak bilinmeyen $x_{t+\Delta t}$ değeri denklem (2.12) gibi sade bir hal alacaktır.

$$x_{\,t+\Delta t}=\left(\frac{K}{\tilde{R}_t}\right) \tag{2.12}$$

Buradaki K değeri rijitlik katsayısı olup $\tilde{R}_t$ değeri ise eşdeğer kuvvet olarak tanımlanır. Başlangıç değerleri yerlerine yazıldığı zaman;

$$\dot{u}_0=\frac{x_1-x_{-1}}{2\Delta t} \tag{2.13}$$

$$\ddot{u}_0=\left(\frac{x_{-1}-2x_0+x_1}{(\Delta t)^2}\right) \tag{2.14}$$

denklemleri elde edilir. Denklem (2.13)'de x_1 çözülüp denklem (2.14)'de yerine yazılırsa;

$$x_{-1} = \left(\frac{(\Delta t)^2}{2} \right) \ddot{x}_0 + x_0 - \Delta t \dot{x}_0 \tag{2.15}$$

şeklinde elde edilir. Burada x_0 ve $\dot{x}_0$ başlangıç değerleri olup, bilinen değerlerdir. Buradaki $\ddot{x}_0$ değeri ise hareket denklemi (2.1)'de yalnız bırakılarak

$$\ddot{x}_0 = \left(\frac{f(t) - c\dot{x}_0 - kx_0}{m} \right) \tag{2.16}$$

şeklinde elde edilir. Dinamik davranış sonucunun daha gerçekçi bir şekilde elde edilmesi için zaman tanım alanında kullanılan Δt değerinin küçük seçilmesi şarttır. Bu zaman aralığı için en büyük sınır değeri;

$$\frac{\Delta t}{T_n} < \frac{1}{\pi} \tag{2.17}$$

olarak verilmiştir. Genellikle bu yaklaşık çözümleri elde edebilmek için birçok deprem kaydı da 0.005-0.01-0.002 sn zaman adım aralıklarında kayıt altına alınır.

2.2.2 Newmark İvme Metodu

1959'da Zaman tanım alanında çalışmalarda bulunan N.M Newmark, geliştirdiği aşağıdaki formüller ile Newmark ivme yönteminin temelini oluşturmuştur.

$$\dot{u}_{i+1} = \dot{u} + \left[(1-\gamma) \Delta t \right] \ddot{u}_i + (\gamma \Delta t) \ddot{u}_{i+1} \tag{2.18}$$

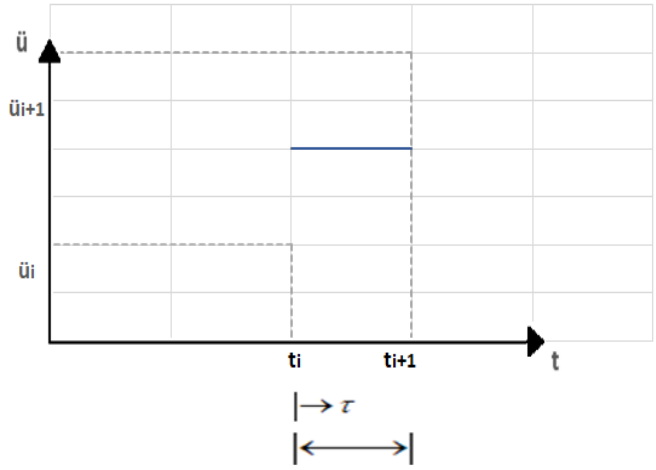
$$u_{i+1} = u_i + (\Delta t) \dot{u}_i + \left[(1/2 - \beta)(\Delta t^2) \right] \ddot{u}_i + \left[\beta (\Delta t)^2 \right] \ddot{u}_{i+1} \tag{2.19}$$

denklemleri ivme değerinin belirli bir şekilde değişimini tanımlar. β ve γ değerleri ise ivmenin değişimini kontrol edip, denklemin stabilite ve doğruluk parametrelerini belirler. Genel hareket denklemi ile denklem (2.16) ve (2.15) birleştirilirse t+1 zamanındaki bilinmeyenler $u+1$, $\dot{u}+1$ ve $\ddot{u}+1$değerleri bir önceki

adımdaki değerler (t) yardımıyla iterasyon yapılarak bulunur. Bilinmeyen $\ddot{u}+1$ değeri denklem (2.16) ve (2.15)'sağ tarafında bulunmasından dolayı iteratif olmasına neden olurken doğrusal sistemlerde Newmark'ın formülasyonu iterasyonsuz bir şekilde hesaplanabilmektedir. Hesap yolu için newmark iki temel yol tanımlamıştır. Bunlar Doğrusal İvme Metodu ve Ortalama İvme Metodu'dur. Bu ivme metodları ile yer değiştirmedeki değişim, kabul edilen ivme değeri ile hesaplanabilir.

2.2.2.1 Newmark-Beta (ortalama ivme) metodu

Newmark Ortalama İvme Metodu'nda ivme değişimi ortalama olarak kabul edildiğinde hesap adımları aşağıdaki gibi olmaktadır.



Şekil 2.2: Ortalama ivme değişimi.

Grafikte kullanılan τ zaman aralığındaki ivme değişimini temsil edip ortalama ivme formülü denklem (2.20) gibi ifade edilir (Chopra,1995).

$$\ddot{u}(\tau)=\frac{\ddot{u}_{i+1}+\ddot{u}_i}{2} \tag{2.20}$$

Kütlenin deplasman artımı denklemi ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\Delta u_i=\frac{\Delta F_i+\left[\frac{m}{\beta\Delta t}+\frac{4\gamma\pi\xi m}{\beta T}\right]\dot{u}_i+\left[\frac{m}{2\beta}+\frac{4\pi\xi m\Delta t}{T}\left(\frac{\gamma}{2\beta}-1\right)\right]\ddot{u}_i}{m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2+\left(\frac{4\gamma\pi\xi m}{\beta T\Delta t}\right)+\left(\frac{m}{\beta(\Delta t)^2}\right)} \tag{2.21}$$

$$\Delta F_i=F_{i+1}-F_i \tag{2.22}$$

$$u_{i+1} = u_i + \Delta u_i \tag{2.23}$$

Denklem (2.21)'de kullanılan ΔF_i değeri kuvvet değişimini ifade ederken β, γ ifadeleri Newmark Beta Yöntemi'nin önerdiği katsayıları temsil etmektedir. Denklem (2.22)'de ifade edilen dinamik kuvvet artımında kullanılan F_{i+1} değeri i+1 anındaki kuvveti temsil ederken, F_i değeri de i anındaki kuvveti temsil etmektedir. Denklem (2.23)'te ise kütlenin deplasmanı bulunurken burada kullanılan u_{i+1} değeri i+1 anındaki deplasmanı u_i ise t_i anındaki deplasmanı ifade etmektedir.

$$\Delta \dot{u}_i = \left(\frac{\gamma \Delta u_i}{\beta \Delta t}\right) - \left(\frac{\gamma \dot{u}_i}{\beta}\right) + \Delta t \ddot{u}_i \left(1 - \frac{\gamma}{2\beta}\right) \tag{2.24}$$

$$\dot{u}_{i+1} = \dot{u}_i + \Delta \dot{u}_i \tag{2.25}$$

Kütlenin hız artımı denklem (2.24) ile ifade edilirken, denklem (2.25) ise kütlenin hız denklemidir. Kütlenin hız denkleminde ifade edilen $\dot{u}_{i+1}$ değeri i+1 anındaki hızı olup, $\dot{u}_i$ değeri ise i anındaki hızı temsil etmektedir. Son olarak ivme değişim denklemi ise denklem (2.26)'da ve değişim sonucu kütlenin ivme değeri de denklem (2.27)'de ifade edildiği şekildedir.

$$\Delta \ddot{u}_i = \left(\frac{\Delta u_i}{\beta (\Delta t)^2}\right) - \left(\frac{\dot{u}_i}{\beta \Delta t}\right) - \left(\frac{\ddot{u}_i}{2\beta}\right) \tag{2.26}$$

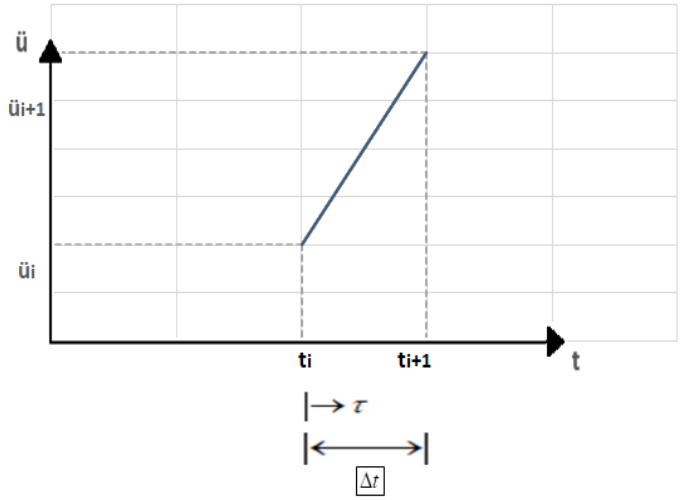
$$\ddot{u}_{i+1} = \ddot{u}_i + \Delta \ddot{u}_i \tag{2.27}$$

Yukarıdaki denklemlerde yer alan β, γ katsayıları Newmark-İvme Metodu'nun temel bileşenleridir. Ortalama İvme Yöntemi'nde γ =1/2 ve β =1/4 kabul edilirken, doğrusal ivme yönteminde γ =1/2 ve β =1/6 değerleri kullanılır.

2.2.2.2 Newmark-Beta Doğrusal İvme Metodu

Bu yöntemin Ortalama İvme Yöntemi'nden temel farkı zaman aralığı süresince ivmenin doğrusal bir şekilde değişmesidir. Bu sebeple Sabit İvme Yöntemi 'ne göre daha gerçeğe yakın sonuçlar verirken hesaplanması biraz daha karmaşıktır. Aşağıdaki şekilde doğrusal ivme değişimi açıkça gösterilmiştir (Chopra,1995).

Ortalama İvme Metodu'ndaki denklemde (2.17), (2.20) ve (2.22)'da β, γ katsayıları yerine $\gamma = 1/2$ ve $\beta = 1/6$ yazılarak bu çalışmanın hesap adımları da oluşturulmuş olur.



Şekil 2.3: Doğrusal ivme değişimi.

Şekil 2.1'de gösterilen grafiğin denklemi ise (2.28)'de verildiği gibidir.

$$\ddot{u}(\tau) = \ddot{u}_i + \frac{\tau(\ddot{u}_{i+1} - \ddot{u}_i)}{\Delta t} \qquad \textbf{(2.28)}$$

2.2.3 Alpha Operatör Splitting (a-OS) Yöntemi

Doğrusal olmayan hareket denkleminin zaman tanım alanında integrasyon yöntemi ile çözümü iterasyonsuz bir yöntem olan a-OS zaman integrasyon şeması kullanılarak yapılmıştır. a-OS zaman integrasyon şeması Combescure ve Pegon, 1997 çalışmasında detaylı olarak açıklanmıştır. Ancak konu bütünlüğü açısından bu çalışmada da kısaca özetlenmiştir. Bu yöntemin en büyük avantajı iterasyonsuz, tahmin edici-düzeltici bir yöntem olmasıdır.

a-OS zaman integrasyon şemasında öncelikle ele alınan hareket denklemi yüksek frekanslı sayısal titreşimleri sönümlendirmek için a katsayısı ile düzenlenir.

$$M\ddot{x}_{i+1} + (1+a)C\dot{x}_{i+1} - aC\dot{x}_i + (1+a)R(x_{i+1}, \dot{x}_{i+1}) - aR(x_i, \dot{x}_i) = (1+a)F_{i+1} - aF_i \qquad \textbf{(2.29)}$$

Ardından yer değiştirme ve hız bileşenleri tariflenir.

$$x_{i+1} = x_i + \Delta t\dot{x}_i + \frac{1}{2}\Delta t^2(1-2\beta)\ddot{x}_i + \Delta t^2\beta\ddot{x}_{i+1} \quad \textbf{(2.30)}$$

$$\dot{x}_{i+1} = \dot{x}_i + \Delta t(1-\gamma)\ddot{x}_i + \Delta t\gamma\ddot{x}_{i+1} \quad \textbf{(2.31)}$$

Burada; β, γ yönteme ait ivme değişimini belirleyen katsayılar, Δt ise zaman adım aralığıdır. β, γ katsayılarının belirlenmesinde sıklıkla; $\beta = (1-a)^2/4$ ve $\gamma = (1-2a)/2$ ilişkileri kullanılmaktadır.

Bu yöntemde i+1 anına ait bilinmeyen yer değiştirme ve hız ifadeleri, tahmin eden terimler, değerleri bilinen i anına ait büyüklüklerden oluşurken, düzelten terimler, değeri en başta bilinmeyen i+1 anına ait büyüklüklerden oluşur. Bu yaklaşımla tahmin edilen yer değiştirme $\tilde{x}_{i+1}$ ve tahmin edilen hız, $\tilde{\dot{x}}_{i+1}$ ifadeleri sırasıyla aşağıda verilmiştir.

$$\tilde{x}_{i+1} = x_i + \Delta t\dot{x}_i + \frac{1}{2}\Delta t^2(1-2\beta)\ddot{x}_i \quad \textbf{(2.32)}$$

$$\tilde{\dot{x}}_{i+1} = \dot{x}_i + \Delta t(1-\gamma)\ddot{x}_i \quad \textbf{(2.33)}$$

Tahmin edilen yer değiştirme ve hız ifadelerinin düzeltici terimlerle düzeltilmesi aşağıdaki ifadelerle yapılır.

$$x_{i+1} = \tilde{x}_{i+1} + \Delta t^2\beta\ddot{x}_{i+1} \quad \textbf{(2.34)}$$

$$\dot{x}_{i+1} = \tilde{\dot{x}}_{i+1} + \Delta t\gamma\ddot{x}_{i+1} \quad \textbf{(2.35)}$$

a-OS zaman integrasyon şemasının en önemli kabullerinden biri de, i+1 anında oluşacak reaksiyon kuvvetini aşağıdaki kabulle hesaplamasıdır. Bu kabul zaman adım aralığı ne kadar küçük olursa gerçeğe o kadar yaklaşmaktadır.

$$R(x_{i+1}, \dot{x}_{i+1}) \approx \tilde{R}(\tilde{x}_{i+1}, \tilde{\dot{x}}_{i+1}) + K^{\mathrm{I}}(x_{i+1} - \tilde{x}_{i+1}) \quad \textbf{(2.36)}$$

Burada; $\tilde{R}$ tahmin edilmiş yer değiştirme karşılığın da belirlenen reaksiyon kuvvetini, K^{I} ise sistemin başlangıç rijitliğini ifade etmektedir. Denklem (2.34), (2.35) ve (2.36) denklem (2.29)'de yerine yerleştirilirse;

$$M\ddot{x}_{i+1} + (1+a)C\tilde{\dot{x}}_{i+1} + (1+a)C(\Delta t\gamma\ddot{x}_{i+1}) - aC\tilde{\dot{x}}_i - aC(\Delta t\gamma\ddot{x}_i) \quad \textbf{(2.37)}$$

$$+(1+a)\tilde{R}(\tilde{x}_{i+1},\tilde{\dot{x}}_{i+1})+(1+a)K^{1}(x_{i+1}-\tilde{x}_{i+1})-a\tilde{R}(\tilde{x}_{i},\tilde{\dot{x}}_{i})-aK^{1}(x_{i}-\tilde{x}_{i})=(1+a)F_{i+1}-aF_{i}$$

elde edilir. Denklemde $x_{i+1}-\tilde{x}_{i+1}=\Delta t^{2}\beta\ddot{x}_{i+1}$ ve $x_{i}-\tilde{x}_{i}=\Delta t^{2}\beta\ddot{x}_{i+1}$ dönüşümleri yapılıp düzenlenirse

$$\hat{M}\ddot{x}_{i+1}=\hat{F}_{i+1} \qquad \textbf{(2.38)}$$

$$\hat{M}=M+(1+a)C(\Delta t\gamma)+(1+a)K^{1}(\Delta t^{2}\beta) \qquad \textbf{(2.39)}$$

$$\hat{F}_{i+1}=(1+a)F_{i+1}-aF_{i}+a\tilde{R}(\tilde{x}_{i},\tilde{\dot{x}}_{i})-(1+a)\tilde{R}(\tilde{x}_{i+1},\tilde{\dot{x}}_{i+1}) \qquad \textbf{(2.40)}$$

$$+aC\tilde{\dot{x}}_{i}-(1+a)C\tilde{\dot{x}}_{i+1}+aC(\Delta t\gamma\ddot{x}_{i})+aK^{1}(\Delta t^{2}\beta\ddot{x}_{i})$$

elde edilir. Burada; $\hat{M}$ eşdeğer kütle benzeri terimi ve $\hat{F}_{i+1}$ eşdeğer kuvvet benzeri terimi ifade etmektedir. Kütle benzeri terim, analizin başında bir kez hesaplanırken, kuvvet benzeri terim her zaman adımında hesaplanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen tüm dinamik analizlerde a=0,05 olarak alınmıştır. Ayrıca dinamik analizlerde kullanılan zaman aralığı, orijinal deprem kaydındaki zaman adım aralığına eşit olarak seçilmiştir. Bunun en önemli nedeni, deprem kayıtlarında interpolasyon ile ara değerler yaratmayarak depremin orijinal frekans içeriğini olduğu haliyle korumaktır. Seçilen deprem kayıtlarında üç farklı zaman adım aralığı Δt=0.005, 0.01, 0.02s kullanılmıştır. Bir titreşim hareketinin sayısal olarak çözümlenmesinde genel kabul görmüş $\Delta t \le T_n/10$ prensibi ele alındığında, bu çalışmadaki orijinal deprem kayıtlarını kullanarak zaman tanım alanında sayısal olarak çözülebilecek en küçük doğal titreşim periyodu T_n=0.2s olarak seçilmiştir. Bu nedenle parametrik incelemelerde kullanılan yirmi farklı doğal titreşim periyodu 0.2s'den başlatılmıştır. Ancak çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirilirken, özellikle T_n =0.2, 0.25s periyoda sahip sistemlerde bulunan sayısal hataların daha yüksek periyotlu sistemlerde oluşan hatalara göre nispeten daha yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

2.3 ÇEVRİMSEL DAVRANIŞ MODELLERİ

2.3.1 Giriş

Yapı sistemlerin analizinde, elastik ötesi bölgede gerçekleşen çevrimsel davranış genel olarak bir sisteme etki eden pozitif ve negatif kuvvet girdilerinin tekrarından oluşan ve yapıda meydana gelen bir döngüsel davranışın, kuvvet-yer değiştirme grafiği olarak ifade edilmesidir.

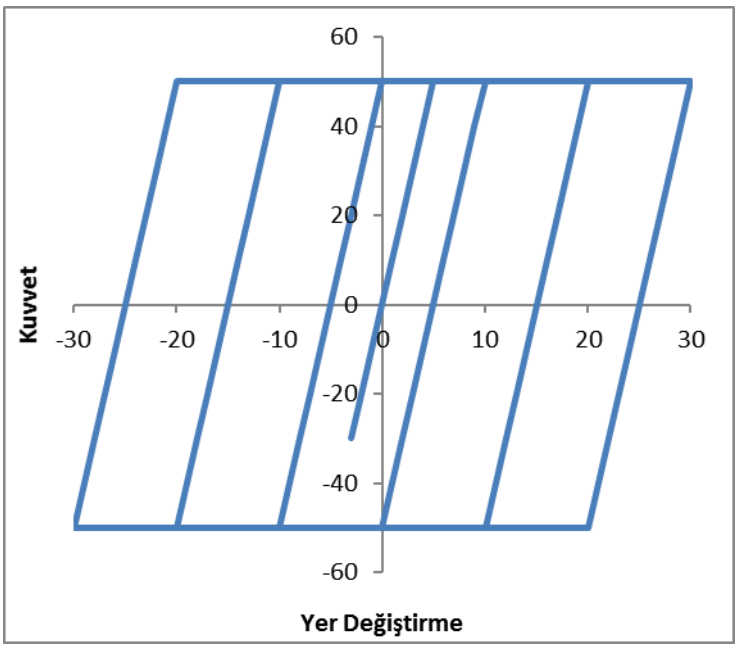
Çevrimsel davranış modellerinin de kendi arasında farklı davranış kuralları gösterdiği bilinmektedir. Bu davranış farklılıkları genel olarak; Elasto-plastik davranış, Pekleşmeli davranış, Rijitlik azalmalı davranış, Dayanım azalmalı davranış, hem rijitlik ve hem de dayanım azalmalı davranış olarak incelenmektedir.

Deprem sırasında en gerçekçi davranış modelini yansıtan hem rijitlik azalmalı hem de dayanım azalmalı model olsa da bu çalışma kapsamında sadece rijitlik azalmalı davranış modeli ile pekleşmeli davranış modeli kullanılmıştır.

2.3.2 Elasto-plastik davranış

Yönetmeliklerde ve literatürde dinamik bir yüke maruz kalan sistemlerin büyük bir kısmı dayanım veya rijitlik azalması göstermeyen ve pekleşmenin olmadığı davranış modeli olan Elasto-plastik davranış modeli olarak çözümlenmektedir. Bu da tasarımı yapılan sisteme önceden belirlenen rijitlik ve akma dayanımlarının belirlenmesiyle olur ve çevrimler bu zarf eğrisinin içerisinde hareket eder ve bu sınır değerleri analiz boyunca sabit kalır.

Bu davranış modelinde iki temel rijitlik vardır. Birinci rijitlik, akma dayanımına kadar olana sistemin elastik rijitliği, diğeri ise akma dayanımı sonrası plastik bölgedeki rijitliktir. Akma dayanımı sonrası rijitlik bu davranış modelinde 0 değerini alırken, sistemin tersine yükleme (boşaltma) çevrimlerinde sistem rijitliği elastik rijitliğe eşit olur. Basit ve azalım göstermeyen bu davranış modeli Şekil 2.4'de gösterilmiştir. Böyle bir modelin sade ve basitliğine rağmen yapılan birçok deneysel çalışmada gerçeklikten saptığı görülmüştür. Elasto-Plastik davranış modellerinin kullanımına ilişkin ilk örnekler arasında Berg ve Deppo (1960), Velestos ve Newmark (1960) yer akmaktadır. Ayrıca bu yaklaşım modelinde sistemlerin maksimum yer değiştirmesi deprem şiddeti ile doğrudan orantılıdır.



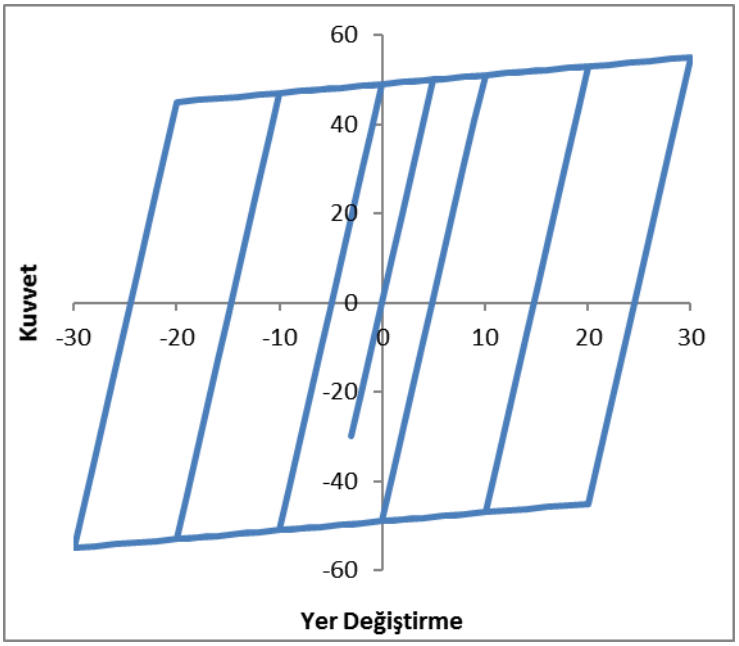
Şekil 2.4: Elasto-Plastik çevrimsel davranış modeli.

2.3.3 Pekleşmeli Davranış

Yaygın olarak kullanılan bir diğer davranış modeli de akma dayanımı sonrasındaki rijitliği sıfırdan farklı olması dışında Elasto-plastik davranışla aynı olan pekleşmeli davranış modelidir. Aşağıda Şekil 2.5'te gösterilen bu davranış modelinin bahsedildiği gibi temel farkı akmadan sonraki sistem rijitliğin sıfırdan büyük olmasıdır.

Pekleşme malzemenin iç yapısında gerçekleşen bir olay olup uygulanan kuvvet doğrultusunda dislokasyonların birbirine yaklaşıp ve en sonunda kilitlenmesiyle dolayısıyla da daha hareket edecek yer bulamaması ile dayanım kazanımına sebep olma olayıdır. Bu sebeple birçok malzeme akma dayanımı sonrası bir miktar daha dayanım kazanmaktadır. Yapılan birçok deneysel çalışmada da malzemelerde farklı pekleşme oranları olduğu görülmüştür. Caughey (1960) ve Ivan (1961) bu çalışma modelinin ilk incelemelerini ve çalışmalarını 1960-1961 yıllarında gerçekleştirmiştir

Bu davranış modelinde akma dayanımı, ulaşılan maksimum yer değiştirme değerine ve pekleşme oranına göre yeniden belirlenir. Sistem akma dayanımı sınırları içerisinde başlangıç rijitliği ile hareket ederken, akma sonrası da eğer yükleme devam ediyorsa pekleşme rijitliği ile yükleme bittiyse de başlangıç rijitliği ile devam edecektir.



Şekil 2.5: Çift doğrulu kinematik pekleşmeli model.

2.3.4 Rijitlik Azalmalı Davranış

Birçok malzeme ve dolayısıyla sistem bir döngüsel yanal yüke maruz kaldığında malzemelerin iç yapısından kaynaklanan sebeplerden dolayı bir miktar rijitlik kaybına uğrar. Deprem sırasında oluşan bu büyük döngüsel yükler yapı sistemlerinde önemli rijitlik kayıpları meydana getirmektedir. Rijitlik azalmasının başlıca nedenleri arasında çelik elemanlarda yorgunluk ön plana çıkarken betonarme elemanlarda daha çok çatlaklar ve aderans kayıpları kaynak olarak gösterilebilir.

Elastik ötesi bölgede gerçekleşen bu rijitlik azalması da geçmişte birçok yazar tarafından incelenmiş ve birbirinden farklı davranış modelleri ortaya atılmıştır. Bu çalışma kapsamında Clough (1966) davranış modeli kullanıldığından bu bölümde de bu davranış modeli açıklanmıştır. Bu davranış modelini temsil edecek grafik Şekil 2.6'de verilmiştir.

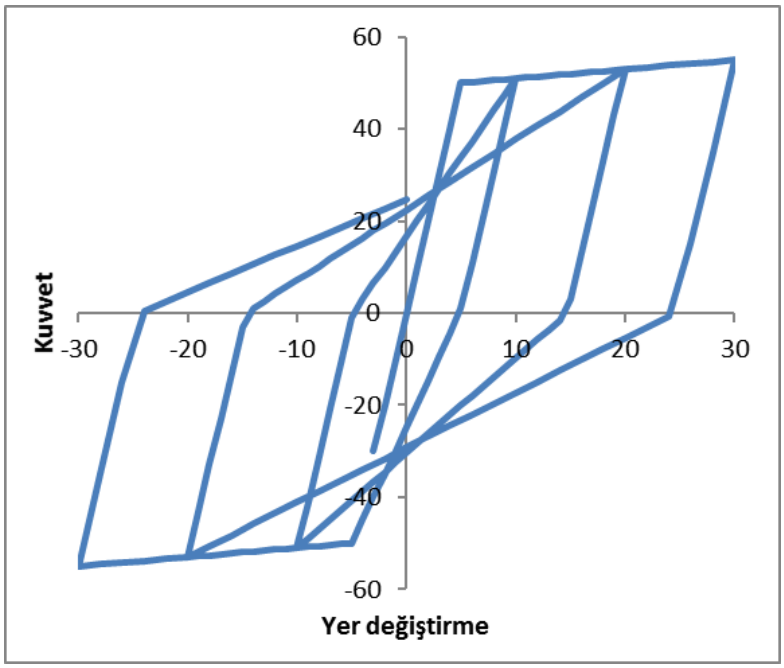
Bu davranış modelinin temeli maksimum yer değiştirmeye yönelimli (Peak Orianted) bir çevrimsel davranış modeli olmasıdır. Bu modelin çevrimsel davranış yapısı üç grupta incelenebilir.

1- Hem pozitif hem negatif yer değiştirme bölgesinde ayrı ayrı olmak üzere çevrimsel davranışın daha önce aşılan tüm değerlerinden mutlak değer olarak

daha büyük bir yer değiştirme gerçekleşiyorsa, davranış elastik ötesi davranışın zarf eğrisi üzerinde gerçekleşir.

2- Hem pozitif hem negatif yer değiştirme bölgesinde ayrı ayrı olmak üzere çevrimsel davranışın daha önce ulaşılan maksimum değerinden daha küçük bir değerden devam eden yükleme davranışı, daha önce ulaşılan maksimum yer değiştirme noktasına yönelimli olarak gerçekleşir.

3- Her durumda boşaltma davranışı başlangıç rijitliğine paralel olarak gerçekleşir.



Şekil 2.6: Clough Rijitlik azalmalı davranış modeli.

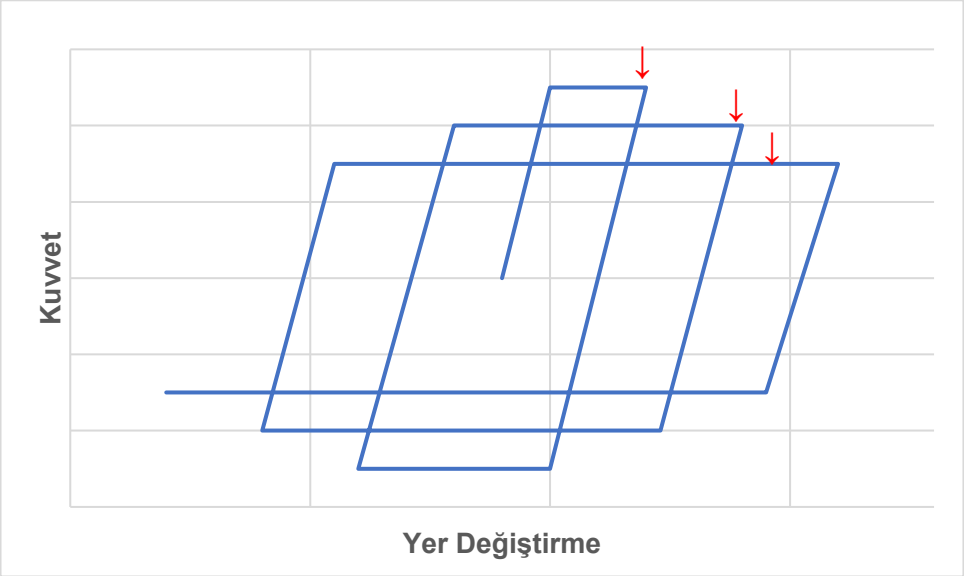
2.3.5 Dayanım Azalmalı Davranış

Döngüsel yüklemeler sırasında meydana gelen bir diğer azalım da sistemin maksimum dayanımında meydana gelmektedir. Aynı rijitlik azalmasında olduğu gibi sistem her döngüsel yüklemede bir miktar dayanım kaybına uğrar. Bu sebeple her zaman adımda azalma seviyesi maksimum yer değiştirmeye ve çevrimsel enerjiye göre denklem (2.41) ile yeniden hesaplanır.

$$F_{hy} = F_{hy0}\left(1-\left(\frac{\left|x_{h,\ \max}\right|}{x_{h,ult}}\right)^{\frac{1}{\beta 1}}\right)\left(1-\frac{\beta 2}{1-\beta 2}\frac{EH}{EH_{ult}}\right) \qquad \textbf{(2.41)}$$

$$EH = \int_0^{x_{hys}} F_{hys}.dx - \frac{F^2_{hys}}{2(R_k - r_k)K_0} \quad \textbf{(2.42)}$$

$$EH_{ult} = \frac{F_{hy0}x_{h,y}}{2} + F_{hy0}(x_{h,ult} - x_{h,y}) \quad \textbf{(2.43)}$$

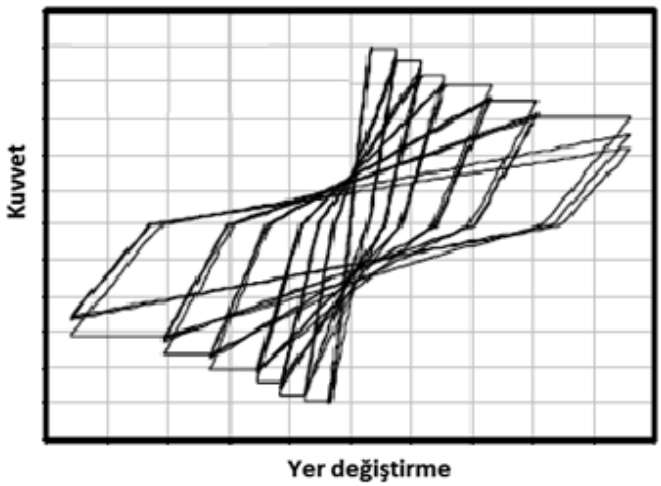


Şekil 2.7: Dayanım azalmalı davranış modeli.

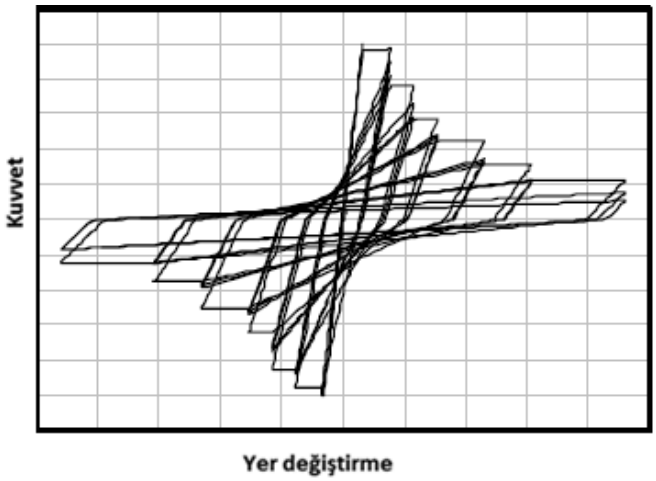
2.3.6 Rijitlik ve Dayanım Azalmalı Davranış

Bu yaklaşım modelinde ise sistem her döngüsel yüklemede rijitlik azalmasının yanında bir takım dayanım azalmaları da görülmektedir. Bu davranış modeli diğer davranış modellerine göre deprem davranışını daha gerçeğe yakın bir şekilde temsil ettiğinden son yıllarda bu model kapsamında rijitlik azalmasının yanında dayanım azalması da dikkate alınarak birçok çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmaların başında Gupta ve Kunnath,1998; Song ve Pincheira, 2000; Medina 2002; Medina ve Krawinkler, 2004; Ruiz-Garcia ve Miranda, 2005; Chenouda, ve Ayoub, 2007 gelmektedir. Bu davranış modelinin örnekleri Şekil 2.8'de orta derecede rijitlik ve dayanım kaybına uğrayan sitem davranışı, Şekil 2.9'da ise yüksek seviyede rijitlik ve dayanım kaybına uğrayan sistem davranışı gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Orta derecede rijitlik ve dayanım azalmalı davranış modeli (FEMA P440A,2009).



Şekil 2.9: Yüksek derecede rijitlik ve dayanım azalmalı davranış modeli (FEMA P440A,2009).

2.4 TBDY 2018'E GÖRE ZAMAN TANIM ALANINDA DEPREM HESABI

TBDY 2018'e göre, yapılacak deprem analizleri genel olarak yükseklik sınıfına ve deprem tasarım sınıfına bağlı olarak, dayanıma göre tasarım ve şekil değiştirmeye göre tasarım yöntemlerinin kullanılacağını belirtmiştir.

Dayanıma göre tasarımda, eşdeğer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında mod toplama yöntemi kullanılırken, şekil değiştirmeye göre tasarımda ise doğrusal olmayan itme yöntemi (tek modlu itme yöntemleri-çok modlu itme yöntemleri) ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan

hesap yönteminin kullanılması ifade edilir. İtme yönteminin kullanılması kendi içinde bina yükseklik sınıfına bağlı olarak değişmektedir. Zaman tanım alanında hesap yöntemi ise tüm binaların deprem hesabında kullanılabilmektedir. Bu tez kapsamında zaman tanım alanında, elastik ötesi doğrusal olmayan hesap yöntemi kullanılmıştır.

TBDY 2018'e göre zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi, deprem yer hareketi etkisi altında taşıyıcı sistemin hareket denklemlerini ifade eden differansiyel denklem takımının zaman artımları ile adım adım doğrudan integrasyonu'na karşı geleceğini belirtmiştir. Bu işlemler sırasında doğrusal olmayan davranış nedeni ile sistem rijitlik matrisinin zamanla değişimi göz önüne alınacağı bildirilmiştir. Bu hesap yönteminde en az 11 deprem yer hareketi takımının her bir deprem için iki doğrultuda ki ivme kaydının taşıyıcı sistemin X ve Y asal eksenleri doğrultusunda aynı anda etkiletilmesiyle hesaplanması gerektiğini belirtmiştir.

Yatay deprem hesabında başlangıç değerleri olarak iç kuvvetler ve şekil değiştirmeler deprem dışı yüklemeler altında hesaplatılacak doğrusal olmayan artımsal statik hesap yöntemlerinden alınacağı bildirilmiştir. Ayrıca taşıyıcı sistem elemanlarında doğrusal olmayan davranışa ilişkin enerji tüketimi dışında doğrusal olarak çalışan yapısal elemanlarda oluşacak enerji kaybının da hareket denkleminde viskoz sönüm matrisi ile temsil edileceği ve bu matrisin ise Rayleigh orantılı sönüm matrisi veya modal sönüm matrisinin oluşturacağı belirtilmiştir.

Sünek davranışa sahip elemanlarda değerlendirmeye esas şekil değiştirme talepleri ile sünek davranışa sahip olmayan elemanlarda değerlendirmeye esas iç kuvvet talepleri yapılacak olan 22 (2*11 en az) analizden elde edilen sonuçların en büyük mutlak değerinin ortalaması olarak hesaplanması gerektiği bildirilmiştir.

Betonarme ve çelik elemanlarda çift doğrulu iç kuvvet-şekil değiştirme bağlantılarında pekleşme etkisinin terk edilebileceği bildirilmiştir. Zaman tanım alanında yapılacak doğrusal olmayan deprem hesabında çevrimsel davranış modeli olarak çelik yapı elemanlarında elasto-plastik standart çevrim modeli önerilirken, betonarme taşıyıcı sistemler için ise bu tez çalışmasında da kullanılmış model olan önceki maksimuma yönelimli model (Peak-orianted-Modifiye Clough-Takeda) veya çevrim içi rijitlik azalmasına olanak sağlamak üzere türetilmiş modeller önerilmiştir.

2.5 YER HARAKETİ KAYITLARI

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan sistemin çözümünde genel kaynak girdisi olarak deprem ivme değerleri kullanılmaktadır. Ortalama olarak 1 saniyede 100 deprem ivme verisi hareket denklemine girildiğinde bu ivme değerlerinin analiz sonuçlarına olduğu gibi etkileyeceği görülmektedir. Bu nedenle yapının deprem sırasındaki davranışını en iyi bir şekilde tahmin edebilmek için kullanılacak deprem yer hareketi kayıtlarının binanın bulunduğu zemin koşullarını ve binanın bulunduğu deprem bölgesini de en iyi şekilde temsil etmesi gerekmektedir. Bu sebeple seçilen yer hareketi kayıtlarının tasarım ivme spektrumları ile uyumlu olması analiz sonuçlarının tutarlılığı ve sonuçların belirli bir skalada gelmesi için oldukça önemlidir.

2.5.1 TBDY 2018 Göre Kayıt Seçimi ve Ölçeklendirmesi

TBDY 2018'de deprem kayıtlarının seçimi, ölçeklendirilmesi veya spektral uyuşum sağlayacak şekilde dönüştürülmesi için belli kurallar önerilmiştir. Buna göre, binanın bulunduğu bölgede geçmiş deprem kayıtları mevcut ise öncelikle bu kayıtların kullanılması gerektiğini, eğer yeteri kadar kayıt yoksa da zaman tanım alanında benzeştirilmiş yer hareket kayıtlarının kullanılabileceği belirtilmiştir. Kullanılacak benzeştirilmiş kayıtların o bölgede gerçekleşmiş gerçek deprem kayıtları ile uyumlu olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca kullanılacak deprem kayıt sayısının en az 11 ve bir depremden seçilecek kayıt sayısının 3'ü geçmeyeceği belirtilmiştir.

Zaman tanım alanında kullanılacak depremler basit ölçeklendirme yoluyla tüm kayıtlara ait ortalama spektrumların 0.2 T_p ve 1.5 T_p periyotları arasındaki genliklerinin o bölge için tanımlanan tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinden daha küçük olmama koşulu ile ölçeklendirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Tasarım spektrumu ile spektral uyuşum sağlayacak depremlerin spektrum ortalamaları tüm periyotlar için tasarım spektrumu ordinatlarından daha küçük olmaması gerektiği bildirilmiştir. Depremlerin zaman tanım analizi sonundaki her bir kayıt için farklı saçılmaları önlemek için ölçeklendirme yolu tercih edilebilir olmuştur.

2.5.2 Kayıt Setinin Seçimi

Bu çalışmada FEMA 440a, 2009'da kullanılan 56 adet yer hareketi kaydı kullanılmıştır. Bu kayıtlar 17 farklı depremin 28 farklı istasyonunda kaydedilen her iki

yatay doğrultudaki yer hareketi kayıtlarıdır. Aynı raporda belirtildiği üzere bu kayıtların ortak özelliği, 6.5 ve üzeri büyüklüklerdeki depremlerden seçilmiş olmaları, sıkı ve orta sıkı zeminlerde ($192 \leq V_{S30} \leq 724$) kaydedilmiş olmaları, faya yakın kayıt özellikleri göstermeyip faya uzak deprem kayıtları arasından seçilmiş olmaları ve hiçbir depremden dörtten fazla kayıt seçilmemiş olmasıdır. Kullanılan kayıtlar Tablo 2.1'de özetlenmiştir. Kayıtlar "https://ngawest2.berkeley.edu" adresinde ölçeklendirilmemiş, işlenmiş haliyle temin edilmiştir. Pasific Earthquake Engineering Reserch Center (PEER) tarafından sağlanan bu hizmet teşekkürle karşılanmaktadır.

2.5.3 Kayıtların Normalizasyonu

Analizlerde kullanılacak kayıtlar TBDY 2018'e göre, seçilen kayıtların ortalama spektrumunun 0.2Tp ile 1.5Tp periyot arasında kalan genliklerinin, o bölge için belirlenen tasarım deprem spektrum genliğinden daha büyük olması sebebinden seçilen kayıtlar bir ölçeklendirme katsayısı ile çarpılarak bu koşulu sağlamak hedeflenir.

Her deprem kaydı aynı katsayı ile çarpıldığında bu koşul sağlanmaktadır fakat, aynı ölçeklendirme katsayısı ile çarpıldığından kayıtların kendi arasındaki büyüklük oranları değişmemektedir. Bu sebeple kayıtların birbirine olan bu farkını da azaltmak ve analiz sonuçlarındaki grafiklerde saçılmaları azaltmak için kayıtlar kendi arasında ortak bir büyüklüğe göre normalize edilir. Fakat bu tez kapsamında kayıtlar ölçeklenirken her kayıt için farklı ölçeklendirme katsayısı hesaplandığı için kayıtların kendi arasındaki farkı da en aza indirilmiştir. Bu sebeple ek olarak kayıtların normalizasyonuna bu tez kapsamında gerek kalmamıştır.

2.5.4 Kayıtların Ölçeklendirilmesi

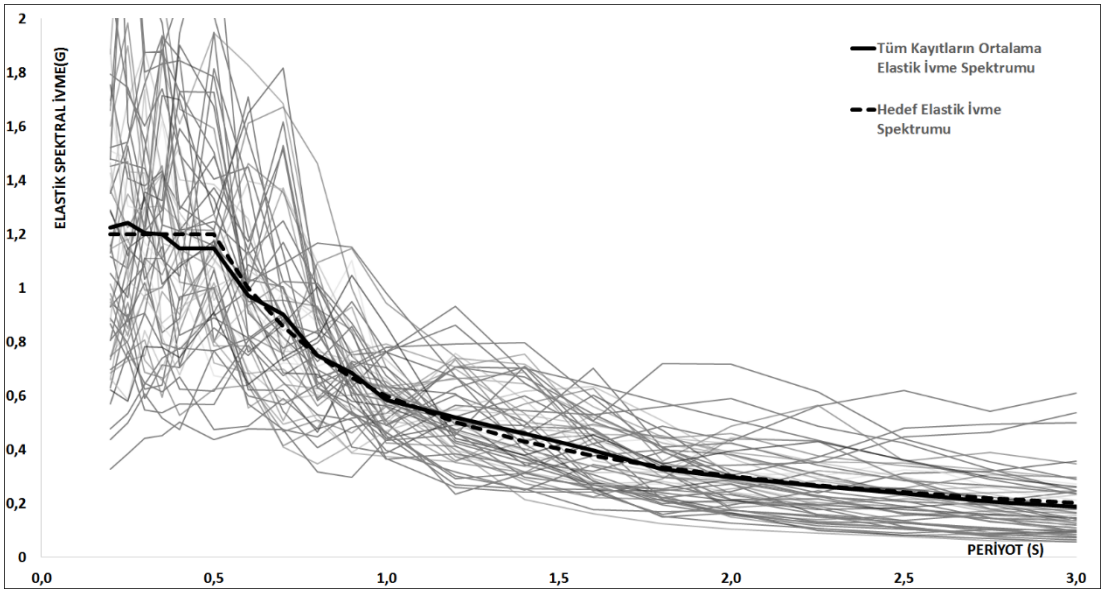
Gerçekleştirilen tüm dinamik analizler her ne kadar denklem 2.1'de verilen boyutsuz hareket denklemi üzerinden gerçekleştirilmiş olsa da analizlere geçilmeden önce tüm kayıtlar ölçeklendirilmiştir. Burada belirtilmek istenen, denklem 2.1 ile yapılan analizlerde hem deprem kaydını hem de normalize akma dayanımını aynı katsayı ile ölçeklendirmek, süneklik faktörü açısından aynı sonucu vermektedir. Ölçeklendirme işleminde amaç belirli bir tasarım seviyesi üzerinde kalmaktan çok tüm

kayıtların benzer deprem seviyesini yansıtması olduğu için TBDY,2018'de verilen yöntem düzenlenerek kullanılmıştır.

Tüm kayıtlar için ölçeklendirme katsayısı, her bir kaydın elastik ivme spektrumunun $0.2s \le T \le 3.0s$ aralığında kalan alanın $S_{DS} = 1.2g, S_{D1} = 0.6g$ parametreleriyle hesaplanmış TBDY, 2018 tasarım ivme spektrumunun aynı aralıktaki alanına eşitlenmesi ile bulunmuştur. Ölçeklendirilmiş kayıtlara ait ivme spektrumları, bunların ortalaması ve hedef ivme spektrumu Şekil 2.9'da verilmiştir. Grafikten de görülebildiği gibi ölçeklendirme işlemi geniş bir periyot aralığı alınarak yapıldığı için özellikle 1.0s altındaki periyotlarda elastik spektral ivme değerlerindeki saçılım daha yüksek periyotlardaki saçılıma göre daha fazla olmuştur. Bu saçılımın sonuçlara etkisini araştırmak için daha küçük ölçeklendirme periyot aralıkları alınarak ileride çalışmanın geliştirilmesinde fayda görülmektedir.

Tablo 2.1: Yer hareketi kayıtları özet bilgileri.

No	Deprem	İstasyon	Bileşen	PGA(g)
1	Northridge 1994	Beverly Hills	9	0,443
2			279	0,488
3		Canyon Country	0	0,404
4			270	0,472
5	Kern County 1952	Taft Lincoln School	21	0,159
6			111	0,180
7	Borrego Mtn 1968	El Centro Array	180	0,133
8			270	0,058
9	Duzce Turkey 1999	Bolu	0	0,739
10			90	0,806
11	Hector Mine 1999	Armboy	90	0,182
12			360	0,150
13		Hector	0	0,265
14			90	0,328
15	Imperial Valley 1979	Delta	262	0,236
16			352	0,350
17		El centro Array	140	0,367
18			230	0,379
19	Kobe, Japan 1995	Nishi-Akashi	0	0,483
20			90	0,464
21		Shin-Osaka	0	0,225
22			90	0,233
23	Kocaeli, Turkey 1999	Duzce	180	0,312
24			270	0,364
25		Arcelik	0	0,210
26			90	0,134
27	Landers 1992	Yermo Fire Station	270	0,245
28			360	0,152
29		Coolwater	LN	0,284
30			TR	0,417
31	Loma Prieta 1989	Capitola	0	0,511
32			90	0,439
33		Gilroy Array	0	0,559
34			90	0,368
35	Manjil Iran 1990	Abbar	L	0,515
36			T	0,497
37	Superstition Hills 1987	El Centro Imp.	0	0,357
38			90	0,259
39		Poe Road	270	0,475
40			360	0,286
41	Cape Mendocino 1992	Eureka	0	0,154
42			90	0,178
43		Petrolia	0	0,591
44			90	0,662
45	Chi-Chi 1999	CHY101	E	0,340
46			N	0,398
47		TCU045	E	0,473
48			N	0,507
49	San Fernando, 1971	LA Hollywood Sto FF	90	0,225
50			180	0,195
51	St Elias, Alaska 1979	Yakutat	9	0,083
52			279	0,065
53		Icy Bay	90	0,098
54			180	0,176
55	Friuli, Italy 1976	Tolmezzo	0	0,357
56			270	0,315



Şekil 2.10: Yer hareketi kayıtlarına ait elastik ivme spektrumları ve ortalaması.

2.6 ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ

Artımsal dinamik analiz, dinamik yükler altında tasarlanan sistemlerin performansını daha kapsamlı bir şekilde tahmin etmek için yakın zamanda geliştirilen parametrik analiz yöntemidir. Bu tez kapsamında analizler artımsal dinamik analiz prosedürü kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Artımsal dinamik analiz genel olarak deprem ivme kayıtlarının sistemde yanal dinamik dayanıksızlık gözlenene kadar kayıtların belirli seviyelerde büyütülmesidir. Yer hareket kayıtlarının büyüklüğünde küçük artışlar göz önüne alındığında sistemlerin yer değiştirme taleplerinde hızlı değişikler meydana geleceğinden, analiz sonuçlarında sistemlerin artmış deprem seviyeleri ile parametrelendirilmiş yer değiştirme talepleri hakkında bilgi edinilmesi de mümkün olmuştur. Performansa dayalı hesap yöntemlerinde deprem istemlerinin ve sistem kapasitelerin değerlendirilmesi için Artımsal dinamik analiz prosedüründen de incelenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi önem kazanmıştır. (FEMA P440A,2009).

Bu prosedür ile genel olarak:

1. Deprem kaydının potansiyel seviyelerine karşı sistemlerin talep aralığının anlaşılması,

2. Daha şiddetli veya daha zayıf yer hareketi seviyelerinin yapısal etkilerinin anlaşılması,
3. Yer hareketi seviyesi arttıkça sistemlerin doğasında olan tepkilerin (rijitlik ve dayanım azalmaları, maksimum deformasyon bölgeleri) değişiminin anlaşılması,
4. Yapıların dinamik kapasitesinin daha gerçeğe yakın olarak tahmin edilebilmesi,
5. Belirli bir deprem için oluşturulan bu katsayıların başka bir deprem için kullanıldığında incelenen tüm bu değişiklerin ne kadar kararlı olduğunu, analiz etmek ve değerlendirmek hedeflenmektedir.

2.7 KATSAYILAR YÖNTEMİ

Katsayılar yöntemi bir sistemin maksimum doğrusal olmayan yer değiştirmelerinin belirli katsayılar kullanarak tahmin etme yöntemidir. Yöntem, taban kesme kuvvetinin çatı yer değiştirmesine ilişkin idealleştirilmiş bir kuvvet deformasyon eğrisinin oluşturulmasıyla başlar. Bu eğriden sistemin etkin periyodu elde edilir (Te) ve belirli bir yer hareketi yoğunluğu seviyesi için maksimum hedef yer değiştirme denklem 2.44'te hesaplanarak tahmin edilir.

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \qquad \textbf{(2.44)}$$

Bu denklemdeki ilk üç terim sistemin elastik yer değiştirmesini etkileyen katsayılardır. C_0 ilk mod katılım faktörüdür. Bu katsayı esas olarak spektral koordinatlardan çatı yer değiştirmesine dönüşür. C_1 modifikasyon faktörü, nispeten kararlı ve tam çevrimsel davranışa sahip yapılarda maksimum elastik ve elastik olmayan yer değiştirme genliklerindeki farkı hesaba katar. kısa periyotlu sistemlerde elastik yer değiştirmeleri arttırır, temelde eşit yer değiştirme yaklaşımının istisnalarını hesaba katar.

$$C_1 = 1 + \frac{R-1}{aT_e^2} \qquad \textbf{(2.45)}$$

$$R = \frac{S_a}{V_y / W}.C_m \qquad \textbf{(2.46)}$$

C_2 katsayısı ise çevrimsel davranıştaki daralmanın (pinching), rijitlik azalmasının ve dayanım azalmasının yapının maksimum yer değiştirme tepkisi üzerindeki etkisini temsil eden modifikasyon faktörüdür. Bu tez kapsamında da elastik ötesi davranışta bu katsayısının kullanılması yerine, elastik ötesi davranış modeline rijitlik azalması dahil edilerek süneklik isteminde oluşan değişiklikler değerlendirilmiştir. Katsayılar yönteminde, daralmanın (pinching), rijitlik azalmasının ve dayanım azalmasının etkisini temsil etmek için kullanılan C_2 katsayısı denklem 2.45 ile hesaplanır.

$$C_2 = 1 + \frac{1}{800}\left(\frac{R-1}{T_e}\right)^2 \quad \textbf{(2.47)}$$

Önemli olarak, C_2 yanal dinamik dengesizliğe yol açabilen, çevrim içi dayanım azalmasından dolayı yer değiştirme faktörünü hesaba katmaz. Çevrim içi dayanım azalması, doğrusal olmayan tepki geçmişi analizi kullanarak yanal dinamik dengesizlik potansiyelini daha fazla araştırmak için tetikleyici olarak kullanılan minimum kuvvet gereksinimi (maksimum R değeri) ile ele alınmaktadır. Mevcut doğrusal olmayan analiz prosedürlerindeki minimum güç gereksinimi denklem 2.46'da açıklanmıştır.

$$R_{\max} = \frac{\Delta_d}{\Delta_y} + \frac{a_e^{-t}}{4} \quad \textbf{(2.48)}$$

Burada

$$t = 1 + 0.15 \ln T \quad \textbf{(2.49)}$$

ve

$$a_e = a_{p-\Delta} + \lambda(a_2 - a_{p-\Delta}) \;\; ; \; 0 \le \lambda \le 1.0 \quad \textbf{(2.50)}$$

olarak hesaplanır.

Denklem 2.48'de bulunan R max değerleri, denklem 2.46'da verilen R değerleri ile karşılaştırılır. R <Rmax'ın yanal dinamik dengesizliği önlemek için minimum güç gereksinimini karşıladığı kabul edilen sistemler, esasen eşit yer değiştirme yaklaşımının istisnalarını hesaba katar.

3. İNCELENEN SİSTEMLERİN TASARIMI

Bu çalışmada gerçekleştirilen analizleri iki aşamada değerlendirmek mümkündür. Birinci aşamada 80 adet tek serbestlik dereceli sistem, 56 farklı deprem kaydı altında dört farklı süneklik kapasitesine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Toplamda 17920 adet doğrusal olmayan dinamik tasarım yapılmıştır. Her bir tasarım için 15 adet doğrusal olmayan artımsal dinamik analiz (IDA) gerçekleştirilmiş olduğundan birinci aşamada toplam 268800 adet doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmıştır.

İkinci aşamada ise, birinci aşamada tasarlanan 17920 adet sistemin her biri, tasarlandığı deprem kaydı altında iki farklı elastik ötesi davranış modeli ve 15 farklı artımsal dinamik analiz katsayısı kullanılarak doğrusal olmayan analiz ile incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda rijitlik azalması gösteren sistemlerdeki süneklik isteminin rijitlik azalması göstermeyen sistemlerdeki süneklik istemlerine oranı belirlenmiştir. İkinci aşamada ise 537600 adet doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmıştır.

3.1 YÖNTEM

Bu tez çalışmasında, periyot değerleri 0.2-3.0sn aralığında (0.2, 0.25, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.25, 2.5, 2.75, 3.0) olan 20 farklı sistemin, iki farklı davranış modeli (rijitlik azalmalı Clough modeli ile çift doğrulu kinematik pekleşmeli model) altında ve 15 farklı (0.05-2) artımsal dinamik analiz katsayısı ile TBDY 2018 ile uyumlu 56 deprem kaydı altında sistemlerin zaman tanım alanında dinamik hesap sonuçları elde edilmiştir. Buna göre sistemlerin rijitlik azalması göstermesi durumunda, tasarımı yapılan sistemlerde, parametrelerin değişimi sonucu sistemlerdeki süneklik istemlerinin nasıl etkileneceği incelenmiştir. Tüm bu işlemler dört farklı pekleşme oranı ve sabit bir sönüm oranı kullanılarak tekrarlanmış ve elde edilen sonuçlar grafiklerle görselleştirilmiştir.

Öncelikle, çift doğrulu kinematik pekleşmeli davranışa (rijitlik azalması göstermeyen model) sahip farklı periyotlardaki tek serbestlik dereceli sistemler, belirli bir deprem kaydı ve deprem seviyesi altında, sabit süneklik kapasitesine sahip olacak şekilde tasarlanmıştır.

Ardından, tasarlanan her sistemin iki farklı artımsal dinamik analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerden ilkinde elastik ötesi davranış modeli olarak tasarım aşamasında da kullanılan rijitlik azalması göstermeyen çift doğrulu kinematik pekleşmeli model kullanılmıştır. İkinci tip analizlerde ise rijitlik azalması gösteren çift doğrulu pekleşmeli Clough davranış modeli kullanılmıştır. Belirli bir periyot değerine, süneklik kapasitesine, pekleşme oranına ve IDA katsayısına göre tasarlanan sistemlerin aynı periyot, pekleşme oranı, süneklik kapasitesi ve IDA değerleri altında sadece davranış modeli değiştirilerek (Clough davranış modeli kullanılarak) süneklik istemleri elde edilmiştir. Her iki tip artımsal dinamik analizin her bir seviyesinde yapıdan istenilen süneklik istemi belirlenmiştir. Ayrıca rijitlik azalması gösteren model kullanılarak elde edilen süneklik istemi, rijitlik azalması göstermeyen modele göre elde edilen süneklik istemine bölünerek, rijitlik azalmasının süneklik isteminde yarattığı etki sayısal olarak ifade edilmiştir.

Zaman tanım alanına hesap yöntemi olarak bu tez kapsamında a-OS yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemin tercih edilmesinin en önemli nedeni iterasyonsuz ve tahmin edici-düzeltici bir yöntem olmasıdır. a-OS ile ilgili açıklayıcı bilgi Bölüm 2.2.3'de verilmiştir. Ayrıca tüm elastik ötesi dinamik analizler normalize hareket denklemi prensipleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Normalize hareket denklemi ile ilgili açıklayıcı bilgi Bölüm 2.1'de verilmiştir. Analizlerde kullanılan 56 farklı deprem kaydı ölçeklendirilerek kullanılmıştır. Yer hareketi kaydı hakkındaki özet bilgiler ve ölçeklendirme aşaması Bölüm 2.5'de açıklanmıştır.

Artımsal dinamik analizlerde 0.05'den başlayıp 2.0'ye kadar artan 15 farklı deprem kaydı çarpanı kullanılmıştır. Bu çarpanlardan biri, depremin orijinal kaydının Bölüm 2.5'de açıklanan tasarım deprem seviyesine göre ölçeklendirilmiş haline karşı gelmektedir. Yapılan çalışmada kullanılan algoritmanın akış şeması aşağıda özetlenmiştir.

1. Kütle temsilcisinin seçilmesi, m=1
2. Sönüm oranının seçilmesi, ξ=0.05
3. Çift doğrulu pekleşmeli elastik ötesi davranış modelindeki sıradaki pekleşme oranının seçilmesi $a_i = 0, 0.01, 0.03, 0.05$

4. Sıradaki deprem kaydının seçilmesi, $\left[\ddot{u}_g(t)\right]_i \; i = 1,.....56$
5. Sıradaki doğal titreşim periyodunun seçilmesi, $\left[T_n\right]_i \; i = 1,.....20$; rijitlik, k ve sönüm, c temsilcilerinin belirlenmesi,
6. Eşdeğer doğrusal sistemin çözümü ve maksimum yer değiştirmenin u_0 hesaplanması,
7. Eşdeğer doğrusal sistemde oluşan maksimum reaksiyon kuvvetinin, $r_0 = ku_0$ belirlenmesi,
8. Sıradaki normalize akma dayanımının seçilmesi, $1/\left[\overline{r}_y\right]_i \; i = 1,.....20$ ve akma dayanımı temsilcisinin, $r_y = \overline{r}_y r_0$ belirlenmesi,
9. Elastik ötesi sistemin çözülmesi ve maksimum yer değiştirmenin, u_m hesabı,
10. Elastik ötesi sistemde oluşan maksimum süneklik katsayısının, $\mu = u_m / u_0 \overline{r}_y$ belirlenmesi
11. Madde 8'e dönülerek bir sonraki değerin seçilmesi,
12. Sıradaki hedef süneklik katsayısının seçilmesi, $\mu_i = 1.5, 2, 4, 8$
13. Hedef süneklik katsayısının arasında bulunduğu en büyük normalize akma dayanımı alt ve üst limit değerlerinin belirlenmesi,
14. Normalize akma dayanımı alt ve üst limitlerinin arasında bir değer seçilmesi ve akma dayanımı temsilcisinin, $\left[r_y\right]_j = \left[r_y\right]_j r_0$ belirlenmesi,
15. Elastik ötesi sistemin çözülmesi, maksimum yer değiştirmenin $\left[u_m\right]_j$ hesaplanması ve maksimum süneklik katsayısının, $\left[\mu\right]_j = \left[u_m\right]_j \Big/ u_o \left[\overline{r}_y\right]_j$ belirlenmesi,
16. Belirlenen süneklik katsayısının, hedef süneklik katsayısına olan farkı %0,5'den büyükse, madde 13'e dönülerek j indisli iterasyona devam edilmesi,
17. Belirlenen süneklik katsayısının, hedef süneklik katsayısına olan farkı %0,5 veya daha küçükse, madde 12'ye dönülerek bir sonraki değerin seçilmesi,

18. Sıradaki süneklik katsayısının seçilmesi, $\mu_i = 1.5, 2, 4, 8$;önceki sonuçlardan normalize akma dayanımının okunması ve akma dayanımı temsilcisinin, $r_y = \bar{r}_y r_0$ belirlenmesi,
19. Sıradaki artımsal dinamik analiz katsayısının seçilmesi, $IDA_i \;\; i = 1, \ldots . 15$
20. Çift doğrulu kinematik pekleşmeli davranış modeli kullanılarak ve deprem kaydı IDA katsayısı ile çarpılarak sistemin çözülmesi, maksimum yer değiştirmenin u_m hesaplanması ve maksimum süneklik isteminin, $\mu_{ÇKP} = u_m / u_0 r_y$ belirlenmesi,
21. Clough davranış modeli kullanılarak ve deprem kaydı IDA katsayısı ile çarpılarak sistemin çözülmesi, maksimum yer değiştirmenin u_m hesaplanması ve maksimum süneklik isteminin, $\mu_{dCH} = u_m / u_0 r_y$ belirlenmesi,
22. Clough davranış modeli le çift doğrulu kinematik pekleşmeli davranış modeli kullanılarak elde edilen süneklik istemleri oranının belirlenmesi, $\mu_{dCH} / \mu_{ÇKP}$
23. Önce madde 19'a dönülerek sıradaki değerin belirlenmesi, ardından madde 18'e dönülerek sıradaki değerin belirlenmesi,
24. Sırasıyla madde 5, 4 ve 3'deki işlemlere dönülerek sıradaki değerin belirlenmesi.

3.2 TEZİN ORGANİZASYONU

Üçüncü bölümde, kullanılan algoritmanın akış şeması ve analizi yapılacak olan sistemlerin tasarım bilgileri verilip, grafikler ile görselleştirilmiştir.

Dördüncü bölümde tasarımı yapılan TSD sistemlerin zaman tanım alanında dinamik olamayan analiz sonuçları verilmiştir. Ayrıca süneklik istemlerinin pekleşme, periyot ve IDA katsayılarına göre değişiminin değerlendirmesi yapılmıştır. Süneklik istemlerindeki saçılım ve dağılımlar örnek grafikler ile gösterilmiştir.

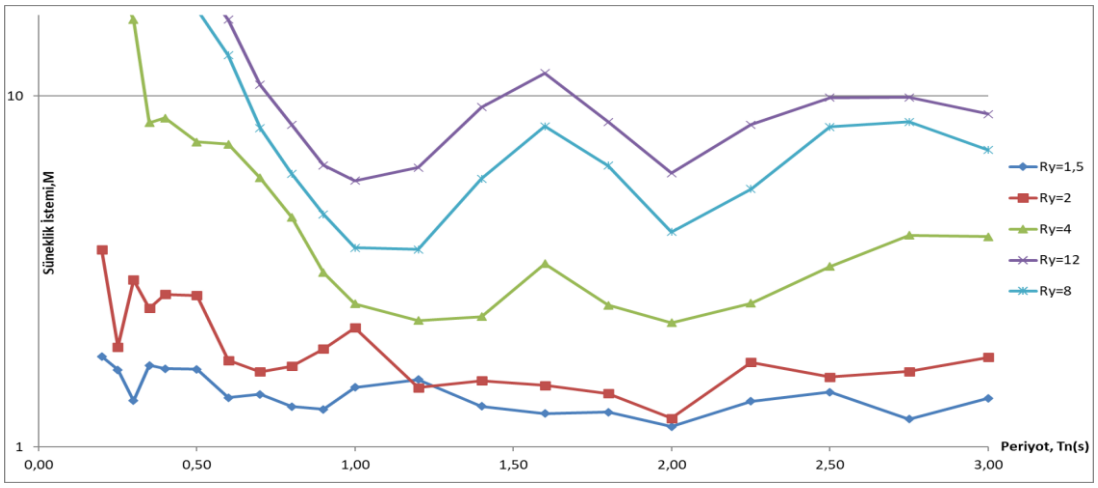
Beşinci bölümde elde edilen sonuçlara göre genel bir değerlendirme yapılmıştır. Değişken parametrelerin, süneklik istemine ne kadar etki edeceği

değerlendirilmiş, rijitlik azalmasının hangi yapı türünde daha etkili olduğu belirtilmiştir.

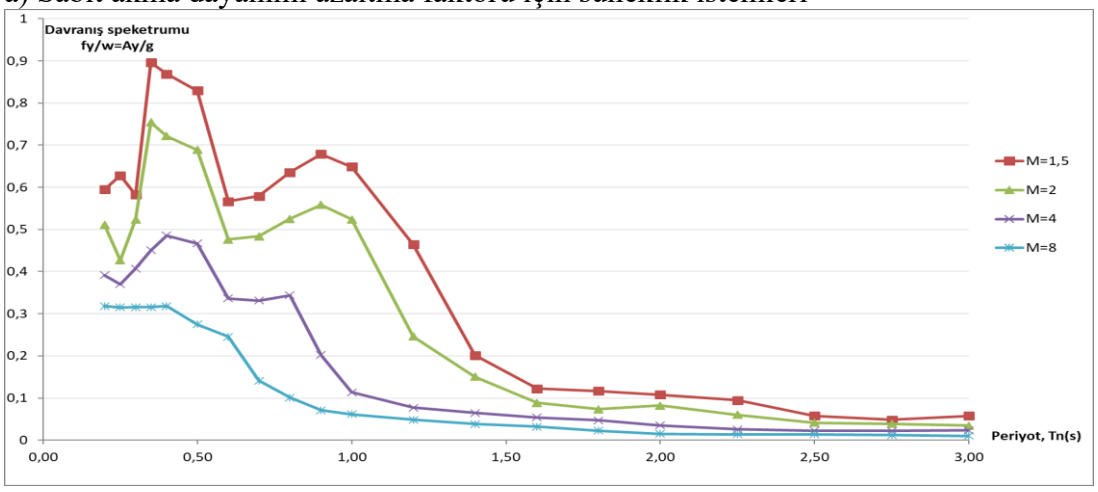
3.3 SABİT SÜNEKLİK KAPASİTESİNE GÖRE TASARIM

Sabit süneklik kapasitesine göre tasarım aşamasında, dört farklı pekleşme oranına $a_i =$ 0, 0.01, 0.03, 0.05 ve 20 farklı doğal titreşim periyoduna, $\left[T_n\right]_i = 0.20, 0.25, ..., 0.4, 0.5, ..., 1.0, 1.2, ..., 2.0, 2.25, ...3.0$ sahip tek serbestlik dereceli sistemler 56 adet deprem kaydı altında dört farklı sabit süneklik kapasiteli katsayısına $\mu_i = 1.5, 2, 4, 8$ sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir deprem kaydı altında ayrı ayrı tasarım yapıldığı için tasarlanan toplam sistem sayısı 17920 olmuştur. Bu aşamada tüm sistemlerin elastik ötesi davranışının çift doğrulu kinematik pekleşmeli olduğu kabul edilmiştir. Tasarlamaktan kasıt tek serbestlik dereceli sistemin akma dayanımını veya boyutsuz olarak normalize akma dayanımını belirlemektir.

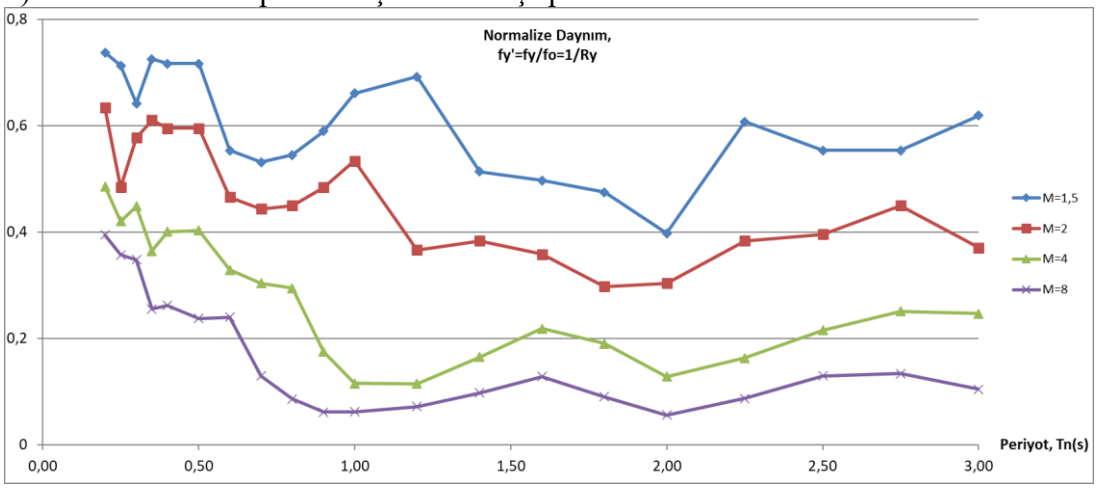
Bu amaçla öncelikle belirli bir pekleşme oranına sahip sistemler, belirli bir deprem kaydı altında 20 farklı akma dayanımı azaltma faktörü $\left[R_y\right]_i = 1.00, 1.25, ..., 2.00, 2.5, ..., 4.0, 5, ..., 8, 10, ...16, 20, 24, 30$ kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analiz ile incelenmiş ve karşı gelen süneklik istemleri belirlenmiştir. Pekleşme oranı %1 olan Düzce (1999) Depremi Bolu-090 kaydı altında incelenen 20 farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi grafiği örnek olarak Şekil 3.1'de verilmiştir. Grafikte tüm akma dayanımı azaltma faktörlerine ait sonuçların verilmesi karışıklığa sebep olduğu için sadece örnek olarak seçilen beş adet akma dayanımı azaltma faktörüne ait sonuçlar verilmiştir.



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri



b) Sabit süneklik kapasitesi için davranış spektrumu



c) Sabit süneklik kapasitesi için normalize akma dayanımları

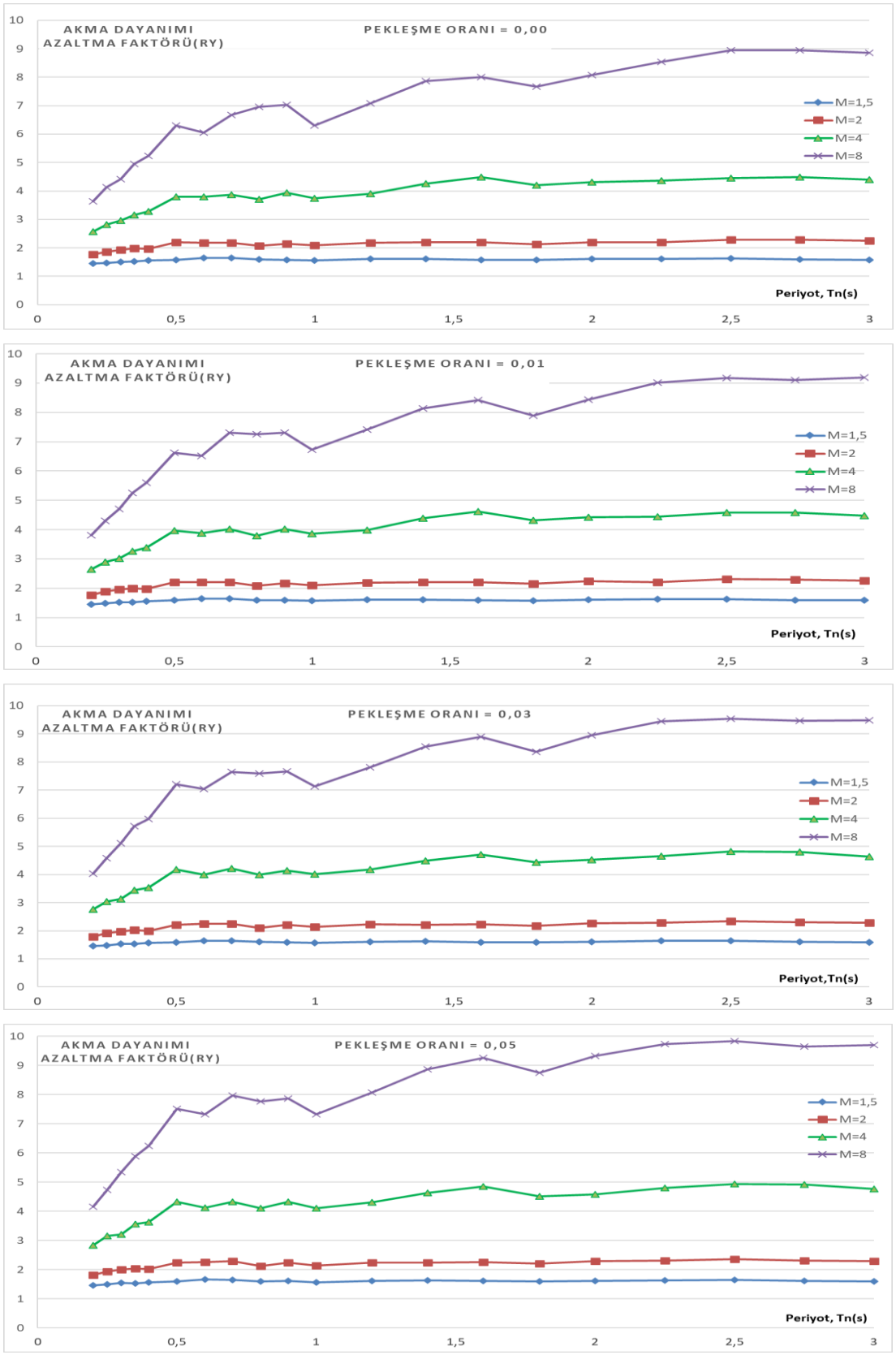
Şekil 3.1: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin, Düzce (1999) depremi Bolu-090 kaydı altında davranışı.

Ardından hedef olarak seçilen dört farklı süneklik kapasitesinin her biri için en küçük akma dayanımı azaltma faktörünü verecek şekilde alt ve üst aralıklar belirlenmiştir. Bu aşamada, akma dayanımı azaltma faktörü için belirlenen alt ve üst limitler arasında bir iterasyon süreci gerçekleştirmiştir. Bu amaçla önce limitler arasında bir azaltma faktörü seçilmiş ve karşı gelen süneklik istemi doğrusal olmayan dinamik analiz ile hesaplanmıştır.

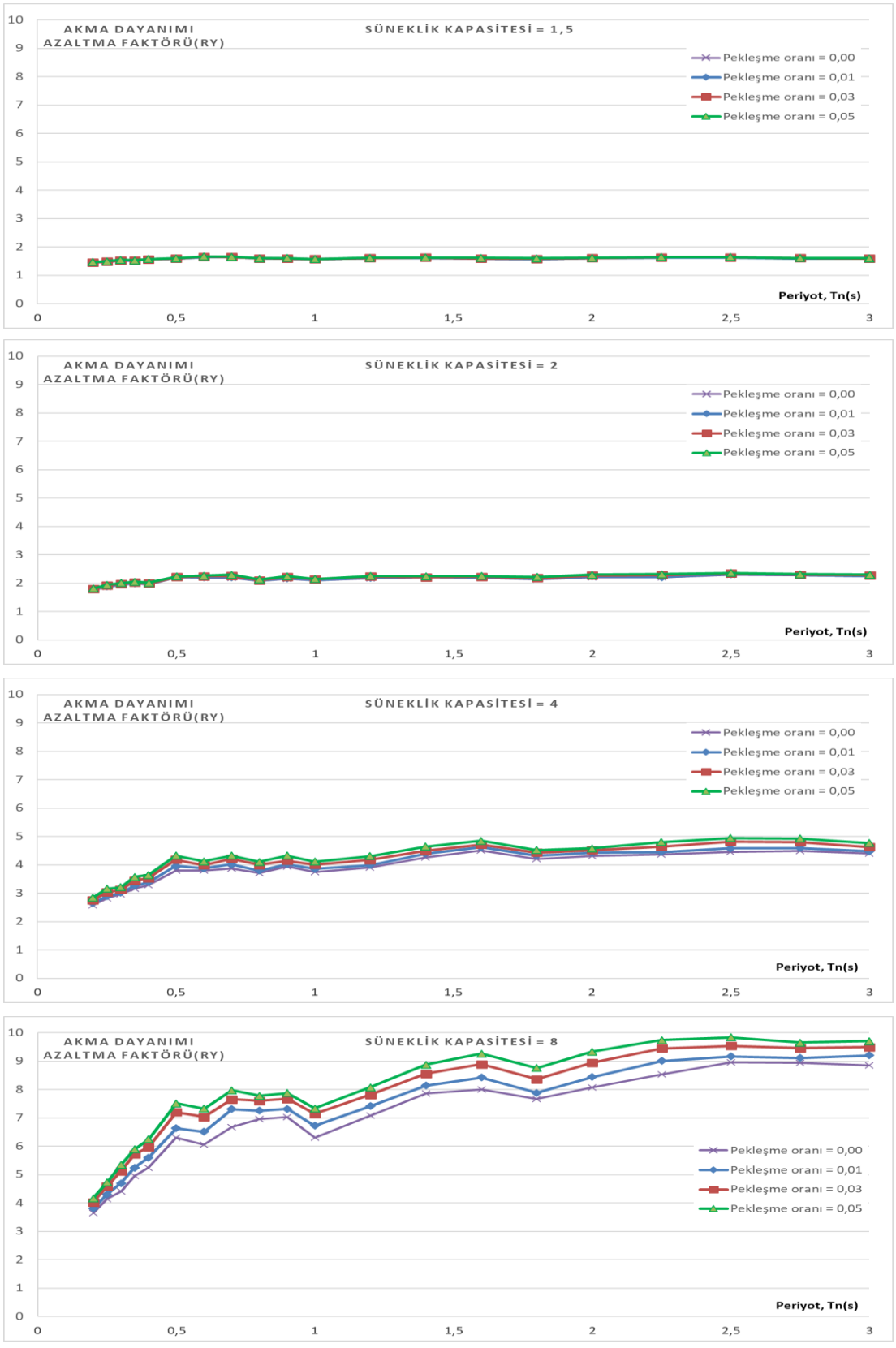
Hesaplanan bu değer, hedef süneklik istemine %0,5 yakınsayana kadar iterasyon sürecine devam edilmiştir. Hedef süneklik değerine yeteri kadar yaklaşıldığında ise üzerinde çalışılan sisteme ait normalize akma dayanımı belirlenmiştir. Bu sayede belirli bir pekleşme oranına sahip sistemlerin belirli bir deprem kaydı altında ve dört farklı süneklik kapasitesine sahip olacak şekilde tasarımları tamamlanmıştır.

Pekleşme oranı %1 olan ve Düzce (1999) Depremi Bolu-090 kaydı altında incelenen 20 farklı periyoda ve 4 farklı süneklik kapasitesine sahip sistemler için elde edilen davranış spektrumları ve normalize akma dayanımları sırasıyla Şekil 3.1.b ve Şekil 3.1.c'de verilmiştir. Tüm pekleşme oranları ve deprem kayıtları için yapılmış 224 adet benzer sonuç EK-B'de verilmiştir.

Son olarak elde edilen sonuçların incelenmesi için her bir pekleşme oranı, periyot ve süneklik kapasitesi için 56 adet depremden elde edilen akma dayanımı azaltma faktörlerinin ortalaması alınmış ve Şekil 3.2'de sunulmuştur.



Şekil 3.2: Sabit süneklikli sistemlerin 56 deprem kaydı altında ortalama akma dayanımı azaltma faktörleri.



Şekil 3.3: Sabit süneklikli sistemlerin 56 deprem kaydı altında ortalama akma dayanımı azaltma faktörleri.

Grafiklerden de görülebildiği ve beklenildiği üzere;

i) Özellikle süneklik kapasitesi μ_i=1.5,2,4 olan sistemlerin spektrumlarının hız etkili bölgesi olarak tanımlanan $0.5\text{s} \le T_n \le 3.0\text{s}$ periyot aralığında, süneklik kapasitesi ile akma dayanımı azaltma faktörü birbirine eşit olacak şekilde yakınsamaktadır. Bu gözlem her ne kadar süneklik kapasitesi μ_i=8 olan sistemler için gerçekleşse de bu süneklik kapasitesinde periyotlar arasındaki değişkenlik diğerlerine göre daha yüksek olmuştur.

ii) Pekleşme oranının akma dayanımı azaltma faktörüne çok sınırlıda olsa bir etkisi olmaktadır. Sabit süneklik kapasiteli sistemlerde, pekleşme oranı arttıkça akma dayanımı azaltma faktörü artmaktadır. Ancak bu artış sınırlıdır. Hatta süneklik kapasitesi μ_i=4,8 olan sistemlerde bu artış gözlenebilirken, normal süneklik kapasiteli μ_i=1.5,2 sistemlerde grafik üzerinden fark edilmeyecek kadar sınırlı kalmaktadır.

4. DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARI

4.1 GİRİŞ

Çalışmanın ikinci aşamasının temel amacı, rijitlik azalması gösteren sistemlerde gerçekleşen süneklik isteminin rijitlik azalması göstermeyen sistemlerde oluşan süneklik istemine oranının belirlenmesidir. Bu amaçla birinci aşamada tasarlanan 17920 sistemin her biri kendi tasarlandıkları deprem kaydı altında 15 farklı artımsal dinamik analiz katsayısı $IDA_i = 0.05, 0.10, ..., 0.2, 0.3, ..., 0.6, 0.8, ..., 2.0$ kullanılarak hem rijitlik azalması göstermeyen hem de rijitlik azalması gösteren elastik ötesi model kullanılarak doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi ile çözülmüş ve gerçekleşen maksimum süneklik istemleri belirlenmiştir.

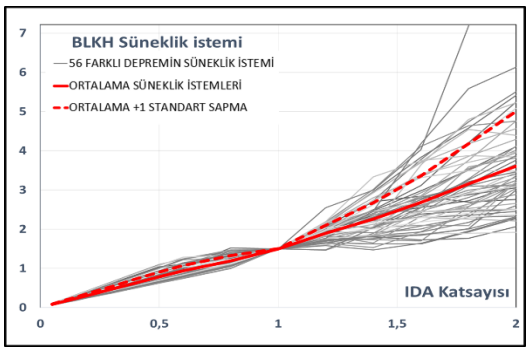
Pekleşme oranı %1 ve doğal titreşim periyodu $T_n = 1.0s$ olan sistemler için elde edilen süneklik istemleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Diğer pekleşme oranları ve doğal titreşim periyotları için elde edilen 80 adet eşdeğer grafik Ek-C Şekil 1-80'de yer almaktadır. Ayrıca her bir süneklik kapasitesi, artımsal dinamik analiz katsayısı ve çevrimsel davranış modeli için, 56 farklı deprem kaydı analizinden elde edilen sonuçların ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Süneklik istemlerine ait hesaplanan bu ortalama değerleri ve ortalama artı bir standart sapma değerleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Tüm sistemler çift doğrulu kinematik pekleşmeli olarak tasarlandığı için, beklenildiği üzere Şekil 4.1: a, b, c, d'de artımsal dinamik analiz katsayısı bir olduğunda tüm sistemlerde hesaplanan süneklik istemi tasarlandığı süneklik kapasitesine eşit olmuştur.

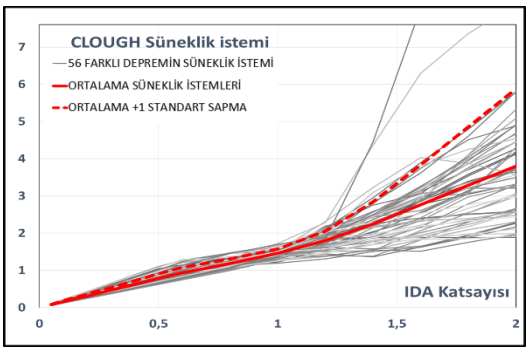
Her bir pekleşme oranı, periyot, tasarım süneklik kapasitesi, deprem kaydı ve artımsal dinamik analiz katsayısı için rijitlik azalması gösteren modelde gerçekleşen süneklik isteminin rijitlik azalması göstermeyen modelde gerçekleşen süneklik istemine oranı belirlenmiştir. Ayrıca her bir durum için 56 farklı deprem kaydından elde edilen süneklik istemi oranı ortalamaları ve standart sapmaları belirlenmiştir. Pekleşme oranı %1 ve doğal titreşim periyodu $T_n = 1.0s$ olan sistemler için elde edilen süneklik istemi oranları, bu oranların 56 deprem kaydı altında ortalamaları ve ortalama artı bir standart sapma değerleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Diğer pekleşme oranları ve

doğal titreşim periyotları için elde edilen 80 adet eşdeğer grafik Ek-C Şekil 81-160'da yer almaktadır.

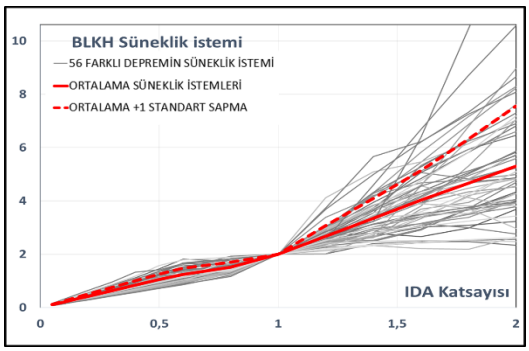
Son olarak her bir pekleşme oranı, tasarım süneklik kapasitesi, deprem kaydı ve artımsal dinamik analiz katsayısı için rijitlik azalması gösteren modelde gerçekleşen süneklik isteminin rijitlik azalması göstermeyen modelde gerçekleşen süneklik istemine oranı belirlenmiştir. Ayrıca her bir durum için 56 farklı deprem kaydından elde edilen süneklik istemi oranı ortalamaları ve standart sapmaları belirlenmiştir. Pekleşme oranı %0 ve artımsal dinamik analiz katsayısı 1 olan sistemler için elde edilen süneklik istemi oranları, bu oranların 56 deprem kaydı altında ortalamaları ve ortalama artı bir standart sapma değerleri Şekil 4.3'de verilmiştir. Diğer pekleşme oranları ve artımsal dinamik analizi için elde edilen 60 adet eşdeğer grafik Ek-C Şekil 161-220'de yer almaktadır.

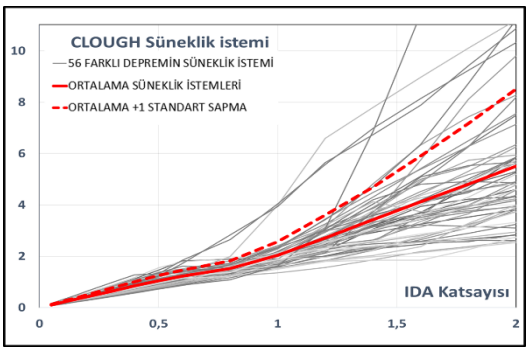
Tüm pekleşme oranları, tüm tasarım süneklik kapasiteleri, seçilen 10 adet periyot ve seçilen 8 adet artımsal dinamik analiz katsayısı için elde edilen ortalama süneklik istemi oranları Tablo 4.1'da verilmiştir. Ayrıca karşı gelen ortalama süneklik istemi oranları artı bir standart sapma değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Elde edilen değerlerdeki değişimlerin parametrelere bağlı olarak daha rahat görülebilmesi için tüm periyotlara ait ortalama ve ortalama artı bir standart sapma grafik sonuçları da EK-D'de gösterilmiştir.



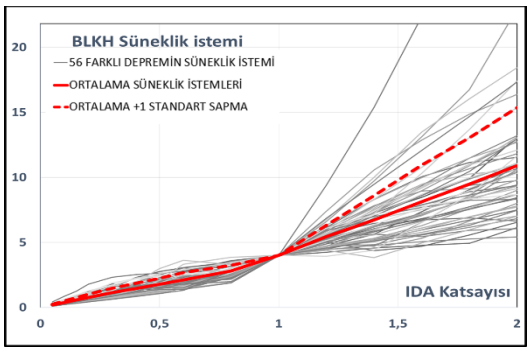


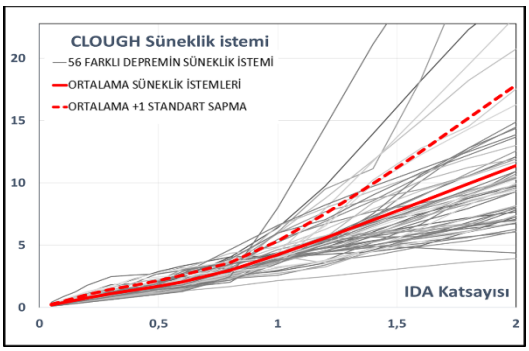
a) Tasarım süneklik kapasitesi = 1.5



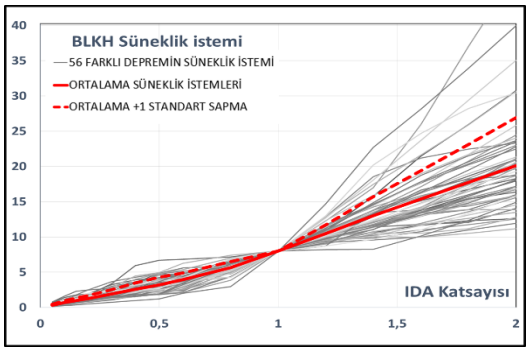


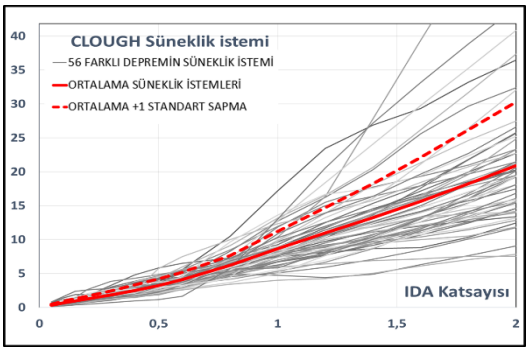
b) Tasarım süneklik kapasitesi = 2





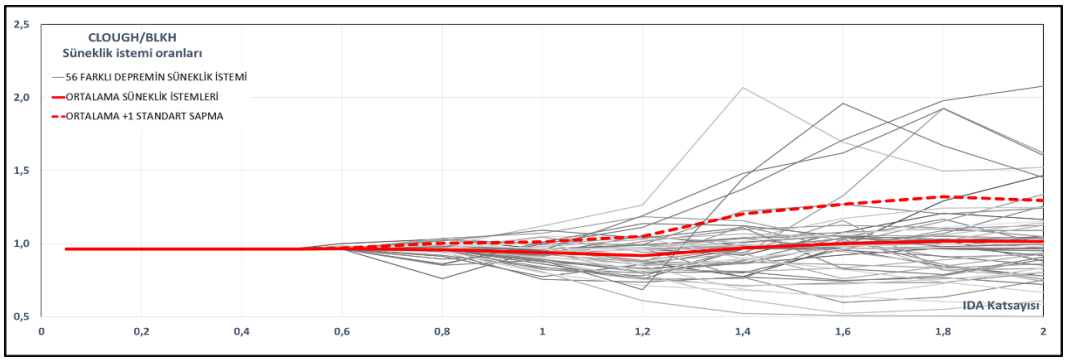
c) Tasarım süneklik kapasitesi = 4



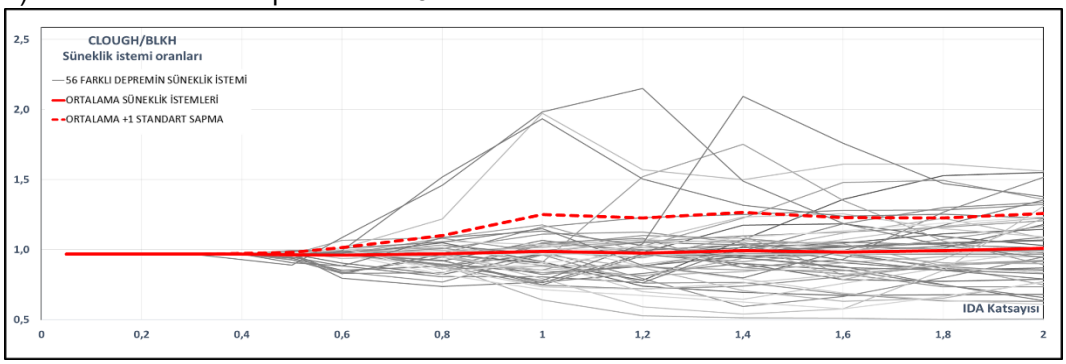


d) Tasarım süneklik kapasitesi = 8

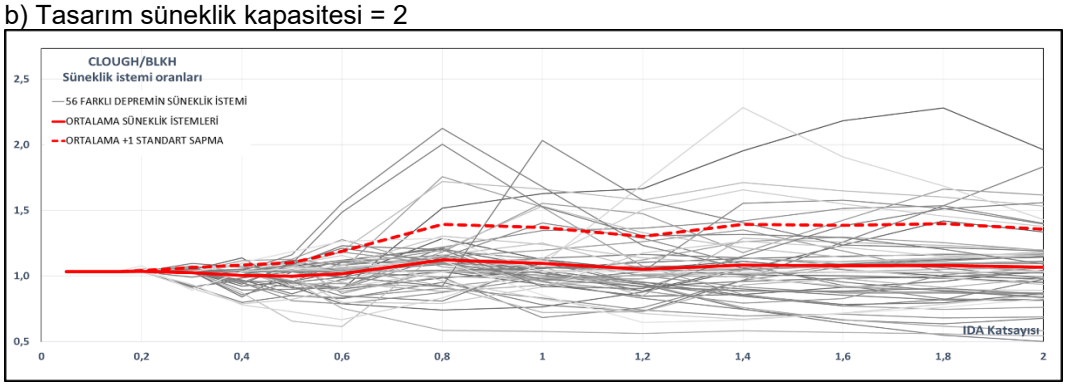
Şekil 4.1: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri (Pekleşme oranı %1 Doğal titreşim periyodu Tn = 1.0s olan dört farklı süneklik kapasiteli sistemin iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 deprem kaydı altında).



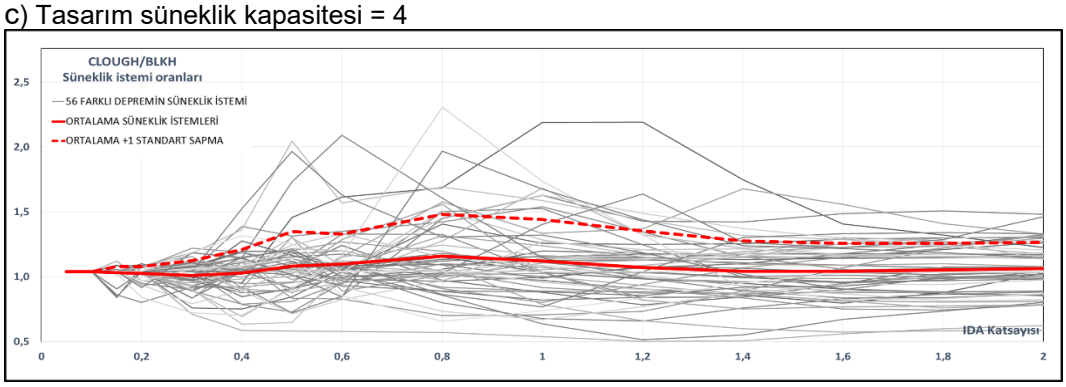
a) Tasarım süneklik kapasitesi = 1.5



b) Tasarım süneklik kapasitesi = 2

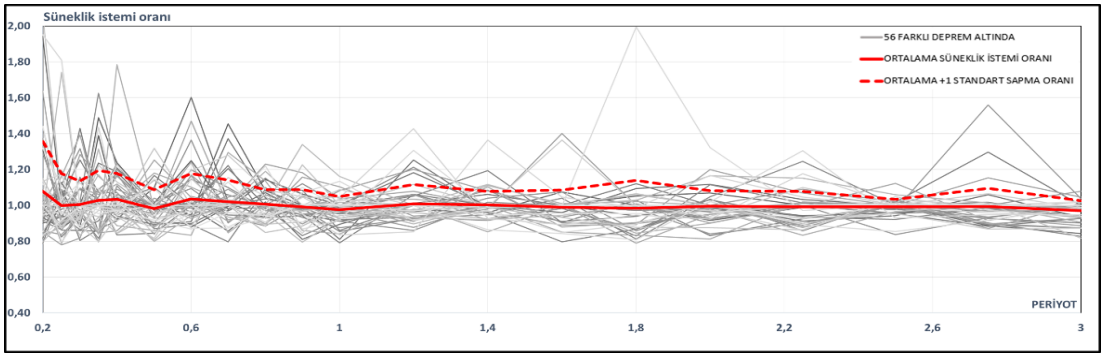


c) Tasarım süneklik kapasitesi = 4

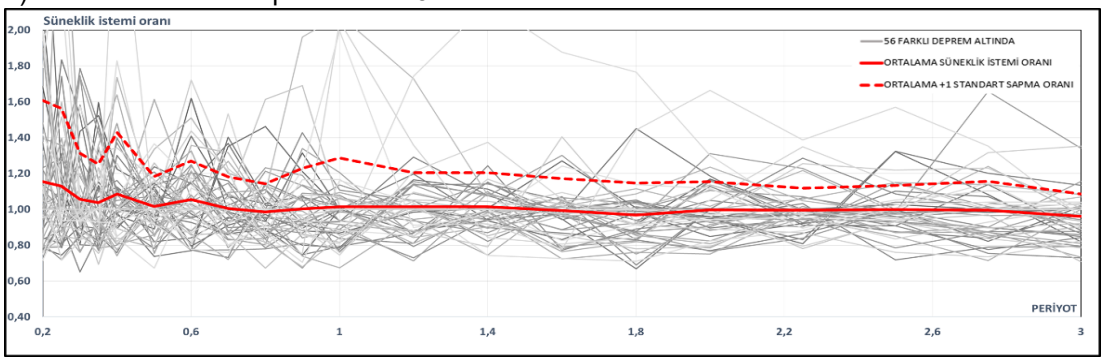


d) Tasarım süneklik kapasitesi = 8

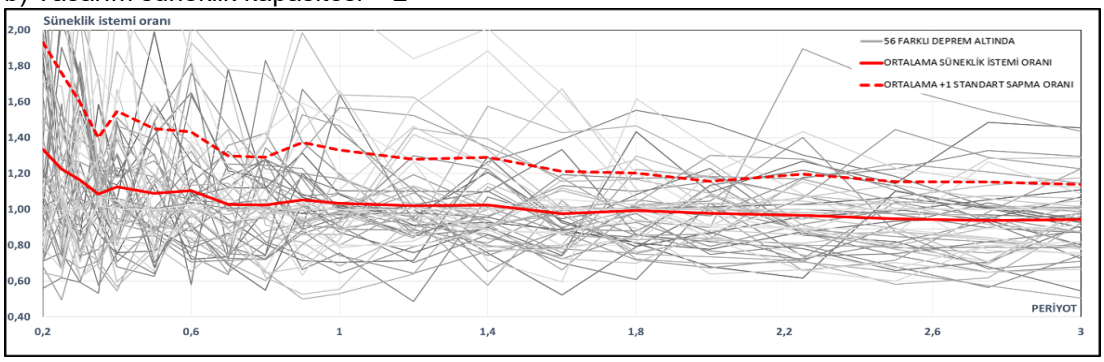
Şekil 4.2 Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri (Pekleşme oranı %1, Doğal titreşim periyodu Tn = 1.0s olan dört farklı süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında).



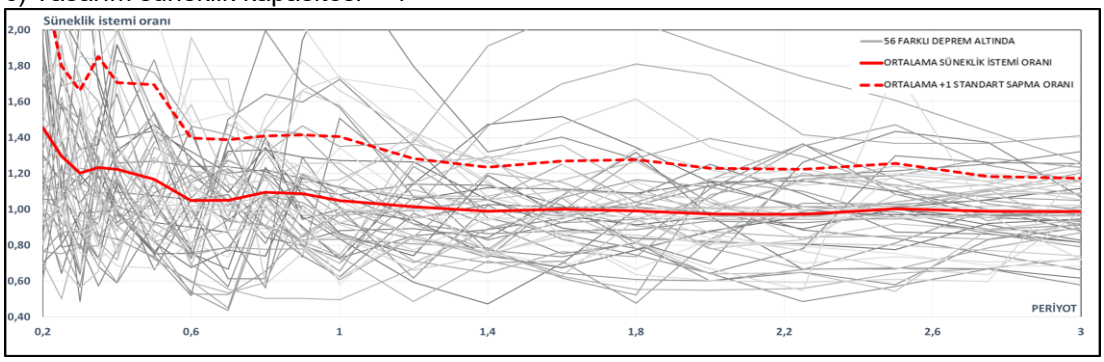
a) Tasarım süneklik kapasitesi = 1.5



b) Tasarım süneklik kapasitesi = 2



c) Tasarım süneklik kapasitesi = 4



d) Tasarım süneklik kapasitesi = 8

Şekil 4.3: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları (Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında).

Tablo 4.1: Süneklik istemi oranı ortalamaları.

Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları; %0 Pekleşme												Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları; %1 Pekleşme									
IDA	Periyot	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
0,2	M=1,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,8		0,99	1,01	1,03	1,01	0,99	1,01	1,01	1,00	1,00	1,01	0,99	1,01	1,03	1,01	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,01
1		1,00	1,03	1,03	1,01	0,97	1,01	0,99	1,00	0,99	0,97	1,01	1,03	1,04	1,01	0,98	1,01	0,99	0,99	0,99	0,97
1,2		1,02	1,02	1,01	0,97	0,95	0,98	0,96	0,97	0,96	0,95	1,03	1,03	1,01	0,98	0,95	0,99	0,97	0,98	0,97	0,96
1,6		1,11	1,06	1,02	0,99	1,03	0,99	0,98	0,98	0,97	0,97	1,11	1,07	1,03	1,00	1,04	1,01	0,99	0,99	0,98	0,98
2		1,18	1,08	1,04	0,97	1,04	1,01	0,97	0,97	0,97	0,97	1,18	1,10	1,07	0,99	1,05	1,03	0,99	0,99	0,98	0,98
0,2	M=2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6		0,99	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,01	1,00	1,01	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,8		1,01	1,04	1,06	1,01	1,00	1,03	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	1,04	1,06	1,01	1,00	1,03	1,00	1,01	1,00	1,00
1		1,06	1,08	1,05	0,99	1,01	1,01	0,99	1,00	1,00	0,96	1,07	1,08	1,06	0,99	1,02	1,02	1,00	1,01	1,01	0,97
1,2		1,05	1,04	1,02	0,97	0,99	0,98	0,95	0,97	0,95	0,94	1,07	1,04	1,03	0,98	1,01	0,99	0,96	0,98	0,96	0,95
1,6		1,13	1,07	1,02	0,97	1,00	0,99	0,96	0,96	0,95	0,95	1,13	1,09	1,04	0,99	1,02	1,00	0,98	0,98	0,97	0,97
2		1,17	1,18	1,05	1,00	1,01	0,99	0,97	0,98	0,95	0,96	1,19	1,19	1,08	1,03	1,04	1,01	0,99	1,01	0,97	0,98
0,2	M=4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		0,98	1,01	1,01	0,98	0,97	0,99	0,97	0,99	0,98	0,98	0,99	1,01	1,02	0,98	0,97	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98
0,6		1,00	0,99	1,03	0,98	0,98	1,01	0,98	1,00	0,97	0,97	1,01	0,99	1,04	0,98	0,98	1,02	0,98	1,00	0,97	0,98
0,8		1,10	1,14	1,07	1,00	1,08	1,05	1,03	1,01	1,00	0,98	1,11	1,15	1,09	1,01	1,09	1,05	1,03	1,02	1,00	0,99
1		1,16	1,12	1,10	1,02	1,03	1,02	0,98	0,98	0,95	0,94	1,17	1,13	1,12	1,03	1,06	1,03	1,00	1,00	0,96	0,96
1,2		1,09	1,07	1,04	1,01	0,98	0,94	0,94	0,92	0,92	0,93	1,12	1,12	1,07	1,03	1,02	0,97	0,98	0,95	0,96	0,95
1,6		1,13	1,18	1,02	1,03	1,03	0,93	0,95	0,95	0,95	0,96	1,19	1,22	1,09	1,07	1,04	0,96	0,99	0,99	0,98	0,99
2		1,19	1,14	1,04	1,05	1,01	0,94	0,93	0,98	0,96	0,98	1,24	1,20	1,10	1,09	1,03	0,97	0,99	1,02	0,99	1,01
0,2	M=8	1,00	1,01	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,98	0,99	0,97	1,00	1,01	1,00	1,00	0,98	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97
0,4		0,98	0,97	1,04	0,95	0,99	0,96	0,96	0,96	0,94	0,96	0,97	0,98	1,05	0,96	0,99	0,97	0,96	0,97	0,95	0,98
0,6		1,08	1,04	1,06	0,99	1,04	1,01	0,98	0,98	0,96	0,96	1,11	1,08	1,07	1,01	1,06	1,04	1,02	1,01	0,98	0,97
0,8		1,22	1,20	1,12	1,09	1,10	1,07	1,02	1,02	1,00	1,02	1,24	1,24	1,14	1,12	1,12	1,08	1,02	1,02	1,02	1,03
1		1,20	1,22	1,05	1,09	1,05	1,01	1,00	0,97	1,00	0,99	1,25	1,26	1,13	1,12	1,08	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
1,2		1,18	1,17	1,01	1,03	0,99	0,95	0,97	0,96	0,98	0,97	1,25	1,22	1,11	1,10	1,03	0,98	1,01	1,02	1,01	1,00
1,6		1,19	1,10	1,04	1,01	0,97	0,96	0,97	0,98	0,96	0,96	1,27	1,19	1,11	1,07	1,00	1,00	1,01	1,03	1,00	0,99
2		1,19	1,10	1,04	1,02	0,98	0,97	0,97	1,01	0,96	0,97	1,22	1,18	1,10	1,06	1,02	1,03	1,03	1,04	1,00	1,00

Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları; %3 Pekleşme												Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları; %5 Pekleşme									
IDA	Periyot	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
0,2	M=1,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,8		1,00	1,01	1,03	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01
1		1,01	1,04	1,04	1,01	0,98	1,01	0,99	1,00	1,00	0,98	1,02	1,04	1,04	1,01	0,98	1,01	0,99	1,00	1,00	0,98
1,2		1,04	1,04	1,02	0,99	0,97	1,00	0,97	0,99	0,98	0,97	1,04	1,04	1,03	1,00	0,98	1,00	0,98	0,99	0,99	0,98
1,6		1,12	1,08	1,05	1,01	1,04	1,02	1,00	1,00	0,99	0,99	1,12	1,09	1,06	1,02	1,05	1,02	1,01	1,01	1,00	1,00
2		1,16	1,11	1,09	1,02	1,06	1,05	1,00	1,00	1,00	0,99	1,16	1,12	1,10	1,05	1,07	1,05	1,01	1,02	1,01	1,00
0,2	M=2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6		0,99	1,00	1,01	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,8		1,01	1,04	1,07	1,01	1,00	1,04	1,00	1,01	1,00	0,99	1,02	1,04	1,07	1,01	1,00	1,04	1,00	1,02	1,01	1,00
1		1,08	1,09	1,07	0,99	1,03	1,04	1,00	1,02	1,02	0,98	1,09	1,10	1,07	1,00	1,03	1,04	1,01	1,02	1,02	0,99
1,2		1,08	1,06	1,06	1,00	1,02	1,01	0,97	1,00	0,98	0,97	1,09	1,08	1,07	1,01	1,03	1,02	0,99	1,01	0,99	0,98
1,6		1,13	1,10	1,07	1,02	1,04	1,02	1,00	1,00	0,99	0,98	1,12	1,10	1,09	1,04	1,05	1,04	1,01	1,01	1,01	1,00
2		1,17	1,19	1,11	1,07	1,07	1,04	1,02	1,03	0,99	1,01	1,16	1,17	1,12	1,08	1,08	1,06	1,03	1,03	1,00	1,02
0,2	M=4	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00
0,4		0,99	1,01	1,02	0,98	0,97	1,00	0,98	1,00	1,00	0,98	0,99	1,01	1,01	1,00	0,97	1,00	0,98	1,00	1,00	0,99
0,6		1,02	1,02	1,05	0,99	0,99	1,04	0,99	1,01	0,99	1,00	1,02	1,03	1,06	1,00	1,00	1,03	1,00	1,02	1,01	1,00
0,8		1,12	1,16	1,11	1,03	1,10	1,06	1,04	1,03	1,01	1,00	1,14	1,16	1,13	1,04	1,10	1,07	1,06	1,04	1,02	1,02
1		1,17	1,15	1,13	1,07	1,10	1,05	1,01	1,01	1,00	0,98	1,17	1,16	1,14	1,08	1,11	1,06	1,05	1,02	1,02	1,00
1,2		1,15	1,16	1,09	1,07	1,07	1,01	1,01	0,98	0,99	0,99	1,18	1,16	1,10	1,09	1,09	1,03	1,03	1,00	0,99	1,00
1,6		1,20	1,24	1,11	1,12	1,06	1,01	1,01	1,02	1,00	1,02	1,19	1,21	1,10	1,12	1,07	1,02	1,01	1,03	1,01	1,03
2		1,24	1,20	1,11	1,13	1,05	1,01	1,01	1,03	1,02	1,03	1,19	1,18	1,10	1,10	1,05	1,02	1,02	1,04	1,03	1,03
0,2	M=8	0,99	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00	0,98	1,00	0,98	0,98	0,99	1,01	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00	0,98	0,98
0,4		0,99	1,01	1,05	0,99	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97	0,99	1,00	1,03	1,05	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,98	1,01
0,6		1,13	1,13	1,09	1,05	1,08	1,05	1,06	1,02	1,00	1,01	1,13	1,15	1,11	1,06	1,11	1,06	1,03	1,02	1,03	1,02
0,8		1,29	1,25	1,15	1,14	1,13	1,09	1,03	1,04	1,03	1,04	1,29	1,24	1,14	1,15	1,13	1,08	1,04	1,06	1,04	1,04
1		1,28	1,26	1,16	1,16	1,09	1,04	1,04	1,05	1,04	1,04	1,27	1,24	1,15	1,15	1,08	1,05	1,05	1,06	1,04	1,04
1,2		1,27	1,23	1,15	1,12	1,05	1,01	1,03	1,05	1,04	1,03	1,21	1,21	1,14	1,10	1,05	1,02	1,04	1,05	1,04	1,04
1,6		1,20	1,18	1,10	1,08	1,03	1,01	1,03	1,05	1,03	1,02	1,12	1,12	1,08	1,05	1,02	1,01	1,04	1,05	1,02	1,02
2		1,12	1,13	1,06	1,04	1,02	1,03	1,04	1,05	1,03	1,02	1,06	1,07	1,04	1,02	1,00	1,00	1,03	1,03	1,02	1,02

Tablo 4.2: Süneklik istemi oranı ortalamaları artı bir standart sapma değerleri.

Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları +1 standart sapma; %0 Pekleşme												Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları +1 standart sapma; %1 Pekleşme									
IDA	Periyot	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
0,2	M=1,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6		1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,02	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,01	1,00
0,8		1,04	1,05	1,12	1,06	1,04	1,05	1,03	1,04	1,05	1,04	1,04	1,05	1,12	1,06	1,04	1,05	1,03	1,04	1,05	1,04
1		1,13	1,18	1,18	1,09	1,05	1,12	1,08	1,08	1,03	1,03	1,13	1,18	1,18	1,09	1,05	1,12	1,08	1,08	1,03	1,03
1,2		1,27	1,27	1,20	1,10	1,08	1,15	1,09	1,08	1,06	1,07	1,27	1,26	1,20	1,11	1,09	1,14	1,09	1,08	1,06	1,07
1,6		1,45	1,38	1,24	1,22	1,31	1,20	1,28	1,16	1,15	1,13	1,44	1,37	1,24	1,22	1,31	1,20	1,27	1,16	1,14	1,13
2		1,70	1,43	1,30	1,22	1,34	1,24	1,22	1,14	1,16	1,18	1,64	1,41	1,32	1,22	1,33	1,26	1,22	1,16	1,16	1,18
0,2	M=2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,01	1,03	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,00	1,00	1,01	1,01	1,03	1,01	1,01
0,6		1,05	1,04	1,08	1,04	1,05	1,05	1,04	1,04	1,05	1,04	1,05	1,04	1,08	1,04	1,05	1,05	1,04	1,04	1,05	1,04
0,8		1,10	1,16	1,21	1,09	1,13	1,12	1,07	1,10	1,06	1,06	1,10	1,16	1,21	1,09	1,13	1,13	1,07	1,10	1,06	1,06
1		1,31	1,43	1,27	1,14	1,29	1,20	1,17	1,15	1,13	1,08	1,32	1,41	1,27	1,15	1,28	1,21	1,16	1,17	1,15	1,09
1,2		1,38	1,37	1,25	1,17	1,25	1,20	1,17	1,12	1,10	1,11	1,40	1,34	1,26	1,18	1,26	1,19	1,17	1,12	1,10	1,11
1,6		1,56	1,51	1,28	1,22	1,26	1,25	1,24	1,14	1,17	1,17	1,51	1,45	1,29	1,22	1,26	1,24	1,25	1,15	1,16	1,18
2		1,65	1,73	1,39	1,29	1,26	1,28	1,22	1,20	1,18	1,16	1,59	1,59	1,38	1,30	1,29	1,28	1,23	1,21	1,18	1,17
0,2	M=4	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,01	1,03	1,02	1,01	1,02	1,00	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,03	1,02	1,01	1,02
0,4		1,04	1,08	1,12	1,06	1,05	1,07	1,07	1,09	1,06	1,05	1,04	1,08	1,12	1,06	1,05	1,08	1,06	1,09	1,06	1,05
0,6		1,14	1,13	1,22	1,13	1,13	1,19	1,15	1,13	1,09	1,13	1,14	1,13	1,22	1,12	1,15	1,19	1,15	1,14	1,10	1,13
0,8		1,42	1,48	1,30	1,20	1,36	1,25	1,30	1,17	1,20	1,16	1,43	1,48	1,31	1,21	1,36	1,24	1,29	1,19	1,18	1,17
1		1,60	1,55	1,43	1,29	1,33	1,28	1,21	1,16	1,15	1,14	1,58	1,50	1,42	1,30	1,34	1,27	1,23	1,18	1,15	1,14
1,2		1,49	1,50	1,37	1,31	1,24	1,21	1,15	1,13	1,15	1,13	1,50	1,47	1,37	1,29	1,27	1,22	1,21	1,14	1,16	1,14
1,6		1,54	1,68	1,32	1,30	1,42	1,22	1,21	1,24	1,18	1,15	1,59	1,58	1,42	1,30	1,35	1,22	1,22	1,22	1,21	1,16
2		1,55	1,50	1,35	1,31	1,33	1,21	1,17	1,25	1,19	1,20	1,57	1,48	1,37	1,30	1,32	1,20	1,21	1,25	1,18	1,19
0,2	M=8	1,02	1,05	1,07	1,04	1,04	1,04	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02	1,05	1,07	1,05	1,04	1,05	1,06	1,08	1,07	1,05
0,4		1,11	1,12	1,25	1,10	1,17	1,18	1,15	1,11	1,11	1,12	1,10	1,14	1,25	1,12	1,17	1,18	1,15	1,12	1,10	1,15
0,6		1,40	1,29	1,28	1,25	1,28	1,22	1,22	1,17	1,14	1,17	1,42	1,34	1,29	1,24	1,29	1,23	1,24	1,20	1,15	1,16
0,8		1,63	1,64	1,47	1,35	1,46	1,33	1,26	1,29	1,24	1,22	1,66	1,61	1,47	1,36	1,44	1,33	1,24	1,24	1,25	1,21
1		1,66	1,71	1,40	1,41	1,40	1,28	1,27	1,23	1,25	1,17	1,67	1,64	1,46	1,36	1,40	1,28	1,27	1,23	1,25	1,20
1,2		1,68	1,68	1,30	1,30	1,30	1,21	1,25	1,22	1,21	1,17	1,64	1,60	1,42	1,32	1,31	1,22	1,27	1,25	1,21	1,17
1,6		1,58	1,42	1,34	1,26	1,24	1,23	1,22	1,22	1,20	1,18	1,63	1,45	1,32	1,29	1,22	1,23	1,23	1,25	1,18	1,16
2		1,50	1,37	1,33	1,26	1,24	1,25	1,19	1,27	1,18	1,20	1,45	1,37	1,30	1,28	1,23	1,26	1,23	1,22	1,16	1,16

Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları +1 standart sapma; %3 Pekleşme												Sünekilk İstemi Oranı Ortalamaları +1 standart sapma; %5 Pekleşme									
IDA	Periyot	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3
0,2	M=1,5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,6		1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,01	1,00
0,8		1,04	1,05	1,11	1,06	1,04	1,05	1,04	1,04	1,05	1,04	1,05	1,05	1,11	1,06	1,04	1,05	1,03	1,05	1,05	1,04
1		1,14	1,18	1,18	1,09	1,05	1,12	1,08	1,07	1,03	1,03	1,14	1,18	1,18	1,09	1,05	1,12	1,08	1,07	1,04	1,03
1,2		1,25	1,25	1,19	1,12	1,09	1,14	1,09	1,09	1,08	1,07	1,23	1,24	1,18	1,12	1,10	1,14	1,09	1,09	1,07	1,08
1,6		1,43	1,35	1,25	1,21	1,29	1,19	1,26	1,16	1,13	1,13	1,42	1,33	1,24	1,20	1,28	1,18	1,25	1,16	1,14	1,13
2		1,54	1,37	1,32	1,23	1,31	1,26	1,22	1,15	1,15	1,17	1,47	1,35	1,32	1,24	1,30	1,25	1,21	1,16	1,15	1,17
0,2	M=2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,4		1,01	1,00	1,02	1,00	1,00	1,01	1,01	1,03	1,01	1,01	1,01	1,00	1,02	1,00	1,00	1,01	1,01	1,03	1,01	1,01
0,6		1,05	1,04	1,07	1,04	1,04	1,05	1,04	1,04	1,04	1,04	1,05	1,04	1,08	1,04	1,04	1,05	1,03	1,04	1,04	1,04
0,8		1,11	1,16	1,22	1,09	1,13	1,14	1,07	1,10	1,08	1,06	1,12	1,15	1,21	1,08	1,12	1,15	1,07	1,10	1,08	1,06
1		1,34	1,38	1,26	1,14	1,26	1,22	1,16	1,17	1,16	1,09	1,34	1,36	1,25	1,15	1,23	1,21	1,16	1,17	1,16	1,10
1,2		1,41	1,31	1,27	1,19	1,26	1,19	1,17	1,14	1,12	1,12	1,41	1,32	1,28	1,19	1,27	1,20	1,18	1,15	1,12	1,12
1,6		1,43	1,37	1,29	1,22	1,26	1,24	1,26	1,15	1,16	1,18	1,37	1,32	1,30	1,22	1,25	1,25	1,25	1,15	1,15	1,18
2		1,46	1,49	1,34	1,31	1,30	1,27	1,23	1,23	1,16	1,18	1,38	1,40	1,33	1,31	1,30	1,26	1,21	1,20	1,16	1,17
0,2	M=4	1,01	1,01	1,02	1,00	1,01	1,01	1,03	1,03	1,02	1,02	1,01	1,01	1,02	1,00	1,01	1,02	1,03	1,03	1,03	1,02
0,4		1,04	1,09	1,11	1,06	1,05	1,09	1,06	1,09	1,07	1,06	1,05	1,09	1,10	1,07	1,05	1,09	1,06	1,09	1,06	1,06
0,6		1,15	1,17	1,23	1,12	1,16	1,20	1,15	1,14	1,11	1,14	1,15	1,19	1,23	1,13	1,16	1,19	1,15	1,15	1,13	1,14
0,8		1,43	1,46	1,32	1,23	1,36	1,24	1,29	1,19	1,16	1,17	1,44	1,44	1,33	1,23	1,34	1,25	1,30	1,19	1,15	1,18
1		1,53	1,45	1,39	1,32	1,36	1,27	1,24	1,18	1,19	1,15	1,49	1,42	1,38	1,30	1,35	1,25	1,26	1,20	1,19	1,16
1,2		1,48	1,44	1,33	1,28	1,30	1,23	1,20	1,16	1,16	1,17	1,45	1,40	1,32	1,29	1,29	1,24	1,23	1,17	1,14	1,17
1,6		1,46	1,52	1,35	1,30	1,29	1,23	1,19	1,20	1,18	1,19	1,38	1,42	1,28	1,29	1,25	1,22	1,16	1,18	1,15	1,18
2		1,48	1,37	1,33	1,30	1,27	1,22	1,19	1,20	1,18	1,18	1,35	1,32	1,26	1,24	1,22	1,19	1,16	1,17	1,18	1,16
0,2	M=8	1,04	1,04	1,07	1,06	1,04	1,07	1,06	1,10	1,06	1,06	1,04	1,05	1,06	1,06	1,04	1,07	1,06	1,10	1,05	1,07
0,4		1,13	1,17	1,24	1,13	1,17	1,17	1,17	1,13	1,12	1,15	1,18	1,21	1,21	1,12	1,16	1,18	1,19	1,13	1,11	1,15
0,6		1,41	1,41	1,31	1,24	1,32	1,24	1,33	1,18	1,17	1,17	1,40	1,41	1,32	1,24	1,35	1,25	1,24	1,17	1,18	1,17
0,8		1,65	1,52	1,43	1,36	1,39	1,32	1,23	1,22	1,21	1,21	1,59	1,47	1,38	1,35	1,36	1,29	1,22	1,22	1,19	1,19
1		1,59	1,52	1,42	1,37	1,33	1,27	1,24	1,22	1,21	1,20	1,48	1,44	1,35	1,34	1,28	1,24	1,20	1,20	1,20	1,17
1,2		1,52	1,48	1,38	1,31	1,25	1,21	1,21	1,22	1,20	1,17	1,39	1,37	1,29	1,27	1,21	1,19	1,18	1,17	1,16	1,15
1,6		1,37	1,32	1,26	1,27	1,20	1,17	1,18	1,20	1,18	1,15	1,23	1,21	1,18	1,17	1,14	1,13	1,15	1,16	1,13	1,13
2		1,23	1,23	1,19	1,18	1,17	1,18	1,17	1,18	1,16	1,13	1,16	1,15	1,13	1,10	1,11	1,10	1,11	1,13	1,10	1,09

Aşağıda yapılan değerlendirmelerde kullanılan, “ortalama değerlerde artış olması” ifadesi rijitlik azalmasının süneklik istemini arttırması, “ortalama değerlerde azalma olması” ise rijitlik azalmasının süneklik istemini azaltmasını ifade eder.

4.2 PEKLEŞME ORANI ETKİSİ

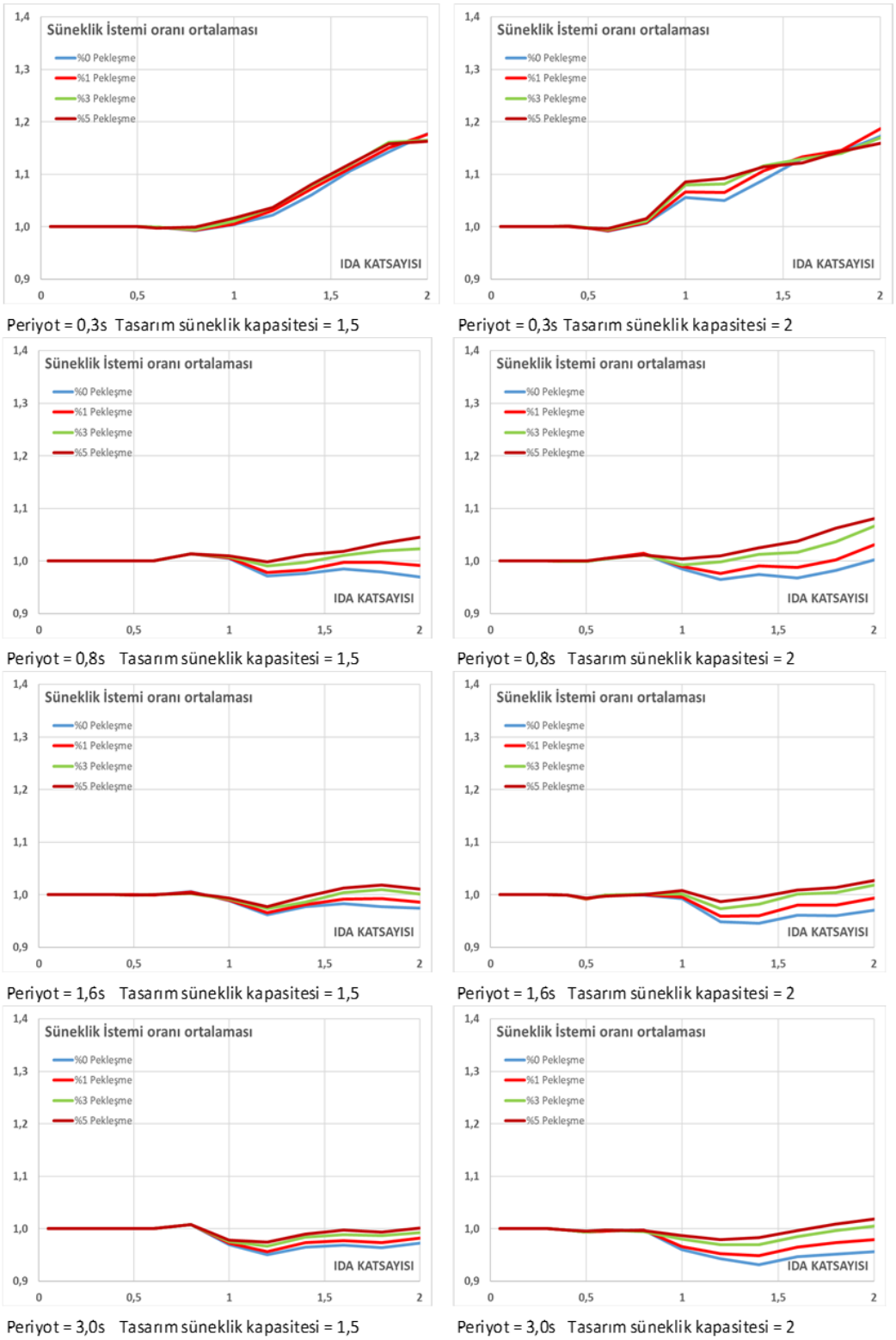
Pekleşme etkisi değerlendirilirken her sistem için, süneklik istemi hem rijitlik azalması gösteren modellerle hem de rijitlik azalması göstermeyen modellerle tüm deprem kayıtları altında elde edilmiştir. Her sistem için süneklik istemi oranı, aynı deprem kaydı altında rijitlik azalmalı modelde elde edilen süneklik isteminin, rijitlik azalım göstermeyen modelde elde edilen süneklik istemine (CLM/BLKH) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Tüm sistemler için ortalama süneklik istemi oranı ise, ilgili sistemin 56 farklı deprem kaydı altında gerçekleştirdiği süneklik istemi oranlarının aritmetik ortalaması alınarak bulunmuştur.

4.2.1 Ortalama Süneklik İstemi Oranı

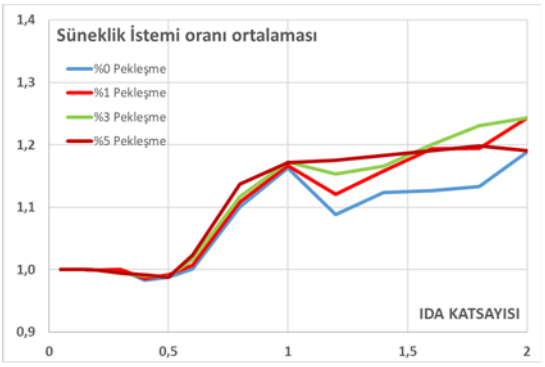
Yapılan tüm analizler neticesinde elde edilen ortalama süneklik oranları, incelenen tüm periyot, tasarım süneklik kapasitesi, pekleşme oranı ve IDA katsayısına bağlı olarak Tablo 4.1’de verilmiştir. Ayrıca elde edilen ortalama artı bir standart sapma süneklik oranları da Tablo 4.2’de verilmiştir. Tablolarda yer alan renk kodları, sabit bir pekleşme oranı ve sabit bir tasarım süneklik katsayısı altında değişken periyot ve değişken artımsal dinamik analiz katsayısı sonuçlarının değişimini görsel olarak temsil etmektedir. Her grup içinde en yüksek değerler kırmızı ve en düşük değerler yeşil ile gösterilmiştir.

İlgili tablolardan yapılan ilk gözlemlere göre; Genel olarak pekleşme oranı arttıkça, ortalama oranlarda artış olmaktadır. Ancak tasarım süneklik kapasitesi yükseldikçe, artımsal dinamik analiz katsayısı arttıkça ve periyot değerleri azaldıkça bu durum terse dönüp ortalama değerlerde azalım olduğu gözlemlenmiştir.

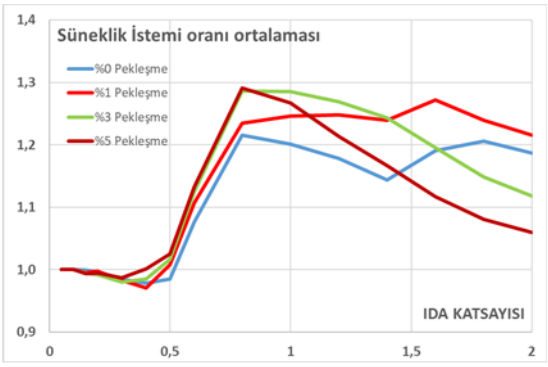
Tablo 4.1’de verilen sonuçlar tüm periyot değerleri ve tüm tasarım süneklik kapasiteleri için IDA katsayısına ve pekleşme oranına bağlı olarak görselleştirilip EK-D Şekil 13-32’de verilmiştir. Bu şekillerden, periyot değeri 0.3sn, 0.8sn, 1.6sn, 3.0sn olan sistemler için olanları aşağıda Şekil 4.3’de ve Şekil 4.4’de verilmiştir.



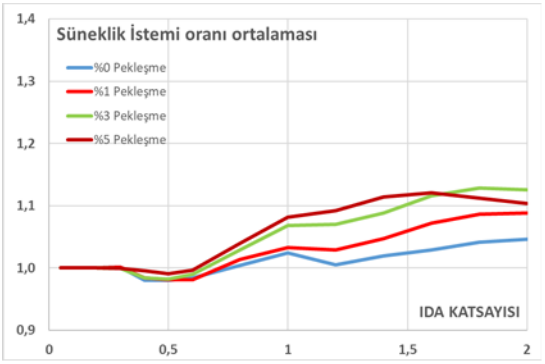
Şekil 4.4: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları.



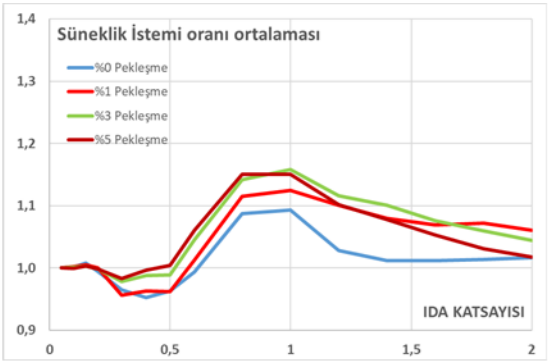
Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



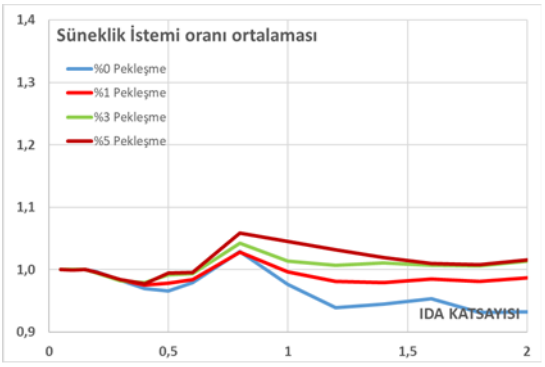
Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



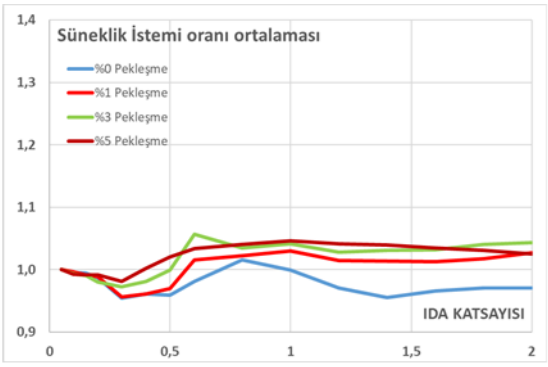
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



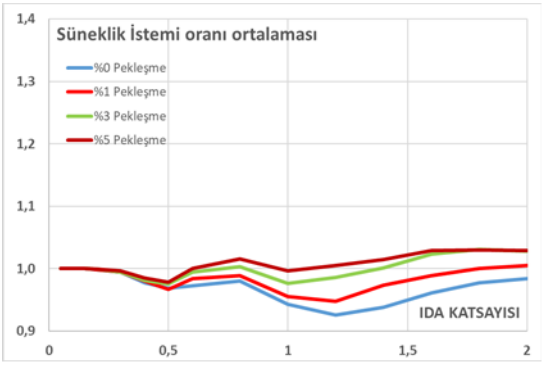
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



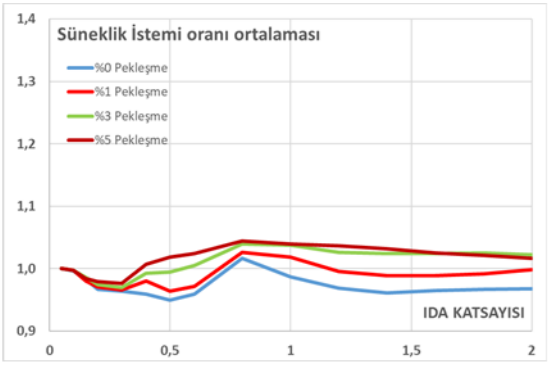
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

Şekil 4.5: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları.

Yukarıdaki şekillerde dört farklı pekleşme oranı, dört farklı tasarım süneklik kapasitesi ve dört farklı yapı periyodu için ortalama süneklik istemi oranları, artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı olarak verilmiştir. Bu şekillerde yapılan incelemelerde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

1- Tasarım süneklik kapasitesi 2 ve periyot değeri 0,3sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0,6'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0,6'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı az da olsa bir farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında az da olsa bir artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0,99 ve en yüksek 1,19 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde en yüksek farkın %9 ile pekleşme oranının %5 olduğu sistemlerde gerçekleşmiştir.

2- Tasarım süneklik kapasitesi 8 ve periyot değeri 0,3sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0,3'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0,3'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılıklar görülmeye başlamıştır. IDA = 0,8'e kadar pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında düzenli bir artış olmaktadır. IDA=0,8'den sonra genel olarak sistemlerdeki artışın yönü negatif olmuştur.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0,97 ve en yüksek 1,29 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, pekleşme oranının %5-%3-%1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %27-%28-%25-%20 oranlarında gerçekleşmiştir.

3- Tasarım süneklik kapasitesi 2 ve periyot değeri 0,8sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0.8'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0.8'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak düzenli bir artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.97 ve en yüksek 1.08 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde en yüksek farkın %1 ile tüm pekleşme oranlarında gerçekleşmiştir.
- IDA=2 olduğu durumda ise pekleşme oranının %5-%3-1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %8-%7-%3-%0 oranlarında pozitif olarak gerçekleşmiştir.

4- Tasarım süneklik kapasitesi 8 ve periyot değeri 0,8sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0.2'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0.2'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.95 ve en yüksek 1.16 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, pekleşme oranının %5-%3-%1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %15-%16-%12-%9 oranlarında gerçekleşmiştir.
- IDA=2 olduğu durumda ise pekleşme oranının %5-%3-1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %2-%4-%6-%2 oranlarında pozitif olarak gerçekleşmiştir.

5- Tasarım süneklik kapasitesi 2 ve periyot değeri 1.6sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0.8'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0.8'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.95 ve en yüksek 1.03 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, tüm pekleşme oranlarında en fazla %1 olarak gerçekleşmiştir.
- IDA=2 olduğu durumda ise pekleşme oranının %5-%3-1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %3-%2-%1-%3 gerçekleşmiştir.

6- Tasarım süneklik kapasitesi 8 ve periyot değeri 1.6sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0.15'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0.15'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.95 ve en yüksek 1.06 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, pekleşme oranının %5-%3-%1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %5-%4-%3-%0 oranlarında gerçekleşmiştir.
- IDA=2 olduğu durumda ise pekleşme oranının %5-%3-1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %3-%4-%3-%3 gerçekleşmiştir.

7- Tasarım süneklik kapasitesi 2 ve periyot değeri 3.0sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının yaklaşık olarak 0.8'den küçük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı bir farklılık görülmezken,
- IDA katsayısının 0.8'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.93 ve en yüksek 1.02 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, pekleşme oranının %5-%3-%1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %1-%2-%3-%4 oranlarında gerçekleşmiştir.
- IDA=2 olduğu durumda ise pekleşme oranının %5-%3-1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %2-%1-%2-%4 gerçekleşmiştir.

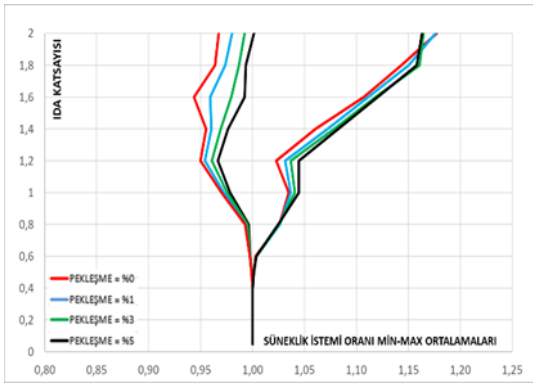
8- Tasarım süneklik kapasitesi 8 ve periyot değeri 3.0sn olan sistemlerde;

- IDA katsayısının 0.1'den büyük olduğu analizlerde, ortalama süneklik istemi oranlarında pekleşme oranına bağlı farklılık görülmeye başlamıştır. Pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.95 ve en yüksek 1.04 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde ise (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamalarında bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, pekleşme oranının %5-%3-%1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %4-%4-%2-%1 oranlarında gerçekleşmiştir.
- IDA=2 olduğu durumda ise pekleşme oranının %5-%3-1-%0 olduğu durumlarda sırasıyla %2-%2-%0-%3 gerçekleşmiştir.

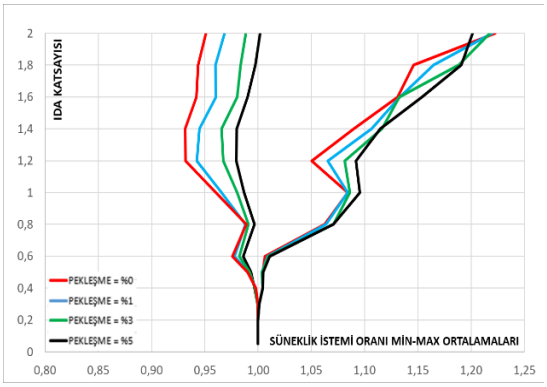
4.2.2 Ortalama Süneklik Oranı Sınır Değerleri

Rijitlik azalım etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için analizi yapılan tüm sistemlerde gerçekleşen maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranlarının, bilinmesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, her bir tasarım süneklik

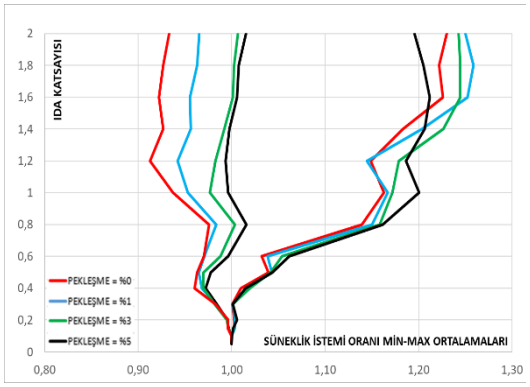
kapasitesinde, pekleşme oranı, IDA katsayısında ve 20 farklı periyoda sahip sistemde gerçekleşen maksimum ve minimum ortalama süneklik istemleri bulunarak, grafikler oluşturulmuştur. Şekil 4.5'de verilen bu grafiklerde, her bir tasarım süneklik kapasitesinde, tüm pekleşme oranlarında gerçekleşen, minimum ve maksimum ortalama oranlar aynı grafik içerisinde verilmiştir. Buna göre her bir grafiğin sol tarafında kalan, dört farklı pekleşme oranına sahip sistemlerin minimum ortalama süneklik istemi oranları, sağ tarafında kalan ise dört farklı pekleşme oranına sahip sistemlerin maksimum ortalama süneklik istemi oranlarını ifade etmektedir.



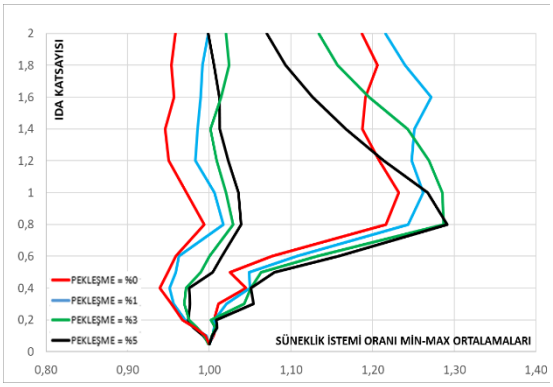
a) Tasarım süneklik kapasitesi 1,5 olan sistemler



b) Tasarım süneklik kapasitesi 2 olan sistemler



c) Tasarım süneklik kapasitesi 4 olan sistemler



d) Tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemler

Şekil 4.6: Pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı sistemlerin maksimum ve minimum sonuçları.

1- Tasarım süneklik kapasitesinin 1.5 olduğu sistemlerde, pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranları için;

- Sonuçlar arasındaki farklılığın IDA = 0.5 seviyesinden sonra başladığı görülmüştür.

- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.95 ile 1.05 arasında gerçekleşmiştir.
- Maksimum deprem seviyesinde (IDA=2) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.95 ile 1.18 arasında gerçekleşmiştir.
- Pekleşme oranlarına bağlı olarak, ortalama süneklik istemi oranlarında gerçekleşen en büyük saçılım %5 olmuştur.
- Genel olarak hem minimum değerlerde hem de maksimum değerlerde pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranı artmıştır.

2- Tasarım süneklik kapasitesinin 2 olduğu sistemlerde, pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranları için;

- Sonuçlar arasındaki farklılığın IDA = 0.3 seviyesinden sonra başladığı görülmüştür.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.96 ile 1.10 arasında gerçekleşmiştir.
- Maksimum deprem seviyesinde (IDA=2) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.95 ile 1.23 arasında gerçekleşmiştir.
- Pekleşme oranlarına bağlı olarak, ortalama süneklik istemi oranlarında gerçekleşen en büyük saçılım %5 olmuştur.
- Genel olarak hem minimum değerlerde hem de maksimum değerlerde pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranı artmıştır.

3-Tasarım süneklik kapasitesinin 4 olduğu sistemlerde, pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranları için;

- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.94 ile 1.20 arasında gerçekleşmiştir.
- Maksimum deprem seviyesinde (IDA=2) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.93 ile 1.25 arasında gerçekleşmiştir.
- Pekleşme oranlarına bağlı olarak, ortalama süneklik istemi oranlarında gerçekleşen en büyük saçılım %8 olmuştur.

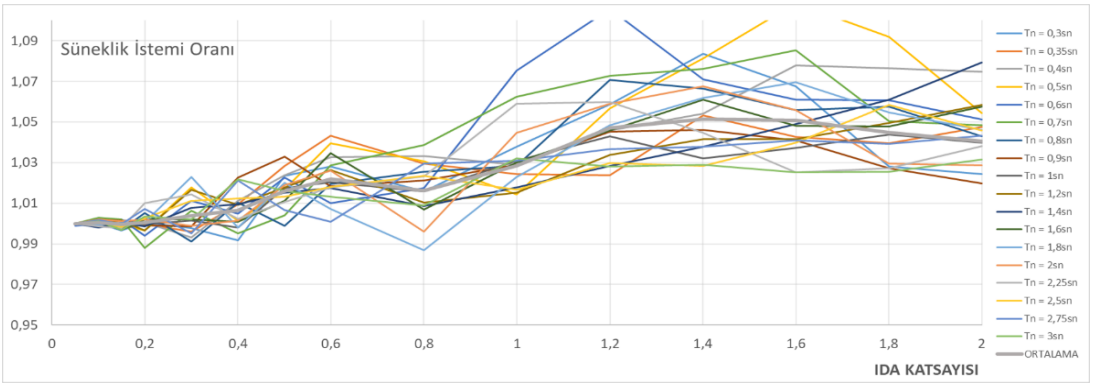
- Genel olarak hem minimum değerlerde hem de maksimum değerlerde, tasarım depremi seviyesine kadar, pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranı artmıştır.

4-Tasarım süneklik kapasitesinin 8 olduğu sistemlerde, pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranları için;

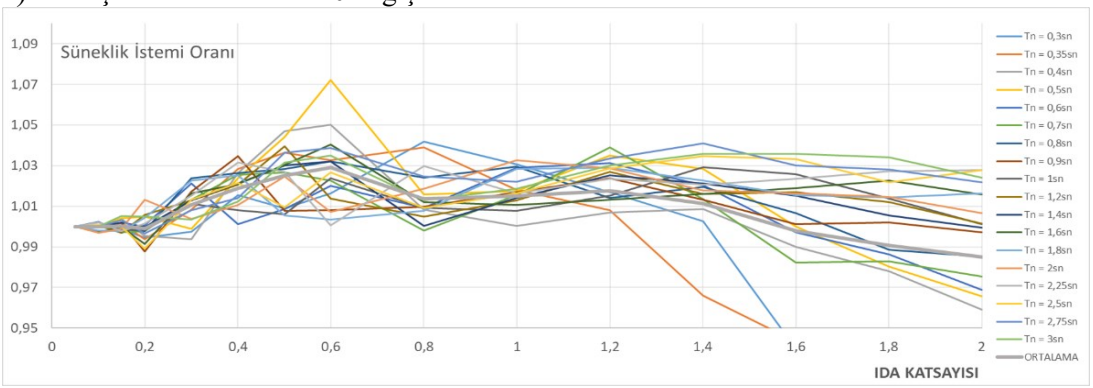
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.97 ile 1.28 arasında gerçekleşmiştir.
- Maksimum deprem seviyesinde (IDA=2) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.95 ile 1.21 arasında gerçekleşmiştir.
- Pekleşme oranlarına bağlı olarak, ortalama süneklik istemi oranlarında gerçekleşen en büyük saçılım %14 olmuştur.
- Genel olarak hem minimum değerlerde hem de maksimum değerlerde, IDA= 0.8 seviyesine kadar, pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranı artmıştır.

4.2.3 Pekleşme Etkisi Oranı

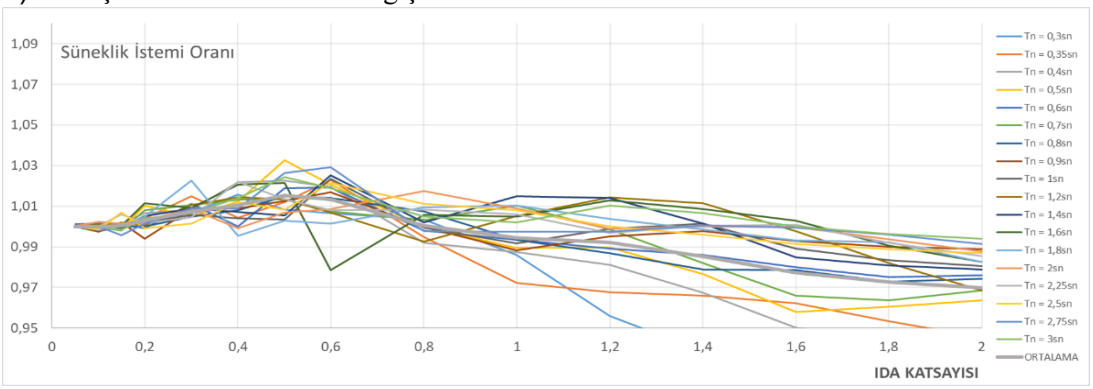
Yukarıdaki incelemelere ek olarak pekleşme etkisi üç farklı grup altında da incelenmiştir. Bunlar 1-pekleşme oranının %0'dan %1'e çıkması, 2- pekleşme oranının %1'dan %3'e çıkması ve 3- pekleşme oranının %3'dan %5'e çıkması. Bu etkiyi sayısallaştırmak için, (örnek olarak 1. grupta incelenen sistemlerde) belirli bir periyoda, tasarım süneklik kapasitesine ve IDA katsayısına sahip sistem için %1 pekleşme oranı ile elde edilen ortalama süneklik istemi oranı, %0 pekleşme oranı ile elde edilen ortalama süneklik istemi oranına bölünmüştür. Bu tanımlanan değere tezin ilerleyen bölümlerinde "pekleşme etkisi oranı" ifadesi kullanılmıştır. Belirlenen üç farklı grup için çalışmalarda elde edilen pekleşme etkisi oranları, incelenen tüm periyotlara, tüm tasarım süneklik kapasitelerine ve tüm IDA katsayılarına bağlı olarak Ek-D Şekil 9-12'de verilmiştir. İlgili grafiklerden tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerin her üç inceleme grubu için elde edilen sonuçları Şekil 4.6'da örnek olarak verilmiştir.



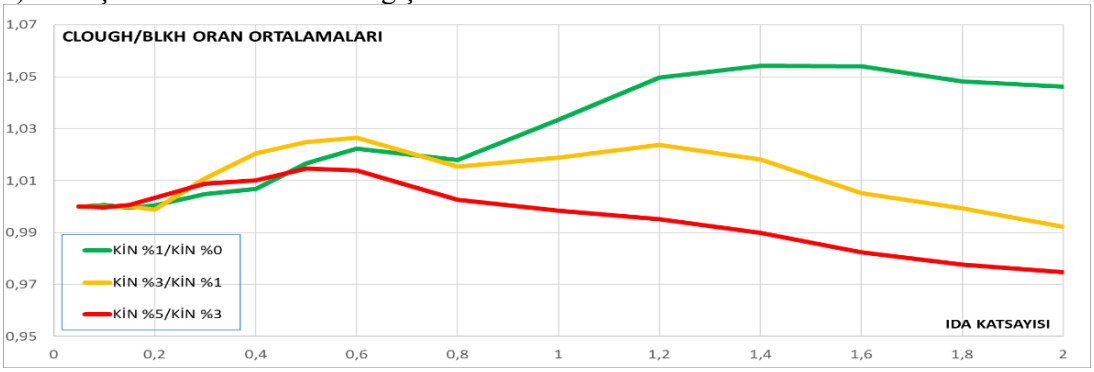
a) Pekleşme oranı = %1 / %0 değişimi etkisi



b) Pekleşme oranı = %3 / %1 değişimi etkisi



c) Pekleşme oranı = %5 / %3 değişimi etkisi



Şekil 4.7: Tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerin özet süneklik istemi oranı değişimleri.

Şekil 4.7.a'da %1 ve %0 pekleşme oranına sahip sistemler için elde edilen pekleşme etki oranı görselleştirilmiştir. Şekilde yapılan incelemeler neticesinde: i) Genel olarak pekleşme oranının artmasıyla sistemlerin ortalama süneklik istemi oranlarında maksimum %10 seviyelerinde artış, ii) maksimum %1 azalma gözlenmiştir. Maksimum pekleşme etkisi oranının IDA=1.2-1.6 seviyelerinde oluştuğu ve bu deprem seviyelerinden sonra sistemlerin pekleşme etkisi oranının az da olsa azmaya geçtiği görülmüştür.

Şekil 4.7.b'de %3 ve %1 pekleşme oranına sahip sistemler için elde edilen pekleşme etki oranı görselleştirilmiştir. Şekilde yapılan incelemeler neticesinde: i) Genel olarak pekleşme oranının artmasıyla sistemlerin ortalama süneklik istemi oranlarında maksimum %5 seviyelerinde artış, ii) IDA = 0 ile 1.3 aralığında maksimum %1 azalma gözlenirken IDA = 1.3 ile 2 aralığında maksimum %8 azalma gözlenmiştir. Maksimum pekleşme etkisi oranının IDA=0.4-0.8 seviyelerinde oluştuğu ve bu deprem seviyelerinden sonra sistemlerin pekleşme etkisi oranının az da olsa azmaya geçtiği görülmüştür.

Şekil 4.7.c'de %5 ve %3 pekleşme oranına sahip sistemler için elde edilen pekleşme etki oranı görselleştirilmiştir. Şekilde yapılan incelemeler neticesinde: i) Genel olarak pekleşme oranının artmasıyla sistemlerin ortalama süneklik istemi oranlarında maksimum %6 seviyelerinde azalım, ii) maksimum artış %3 olarak gözlenmiştir. Maksimum pekleşme etkisi oranının IDA=0.4-0.6 seviyelerinde oluştuğu ve bu deprem seviyelerinden sonra sistemlerin pekleşme etkisi oranının düştüğü görülmüştür.

Yukarıda sadece tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemleri için yapılan incelemenin bir benzeri tüm sistemler için yapılmıştır. Bu incelemede; pekleşme etkisi oranının 1.005'ten büyük ve eşit olduğu durumlarda, ortalama değerlerde artış olduğu kabul edilmiş ve 0.995'ten küçük ve eşit olduğu durumlarda ise ortalama değerlerde azalım olduğu kabul edilmiştir. 0.995 ile 1.005 arasında olması durumunda ortalama değerlerde bir değişiklik olmadığı kabul edilmiştir.

Üç farklı pekleşme artışı adımı için elde edilen pekleşme etkisi oranları aşağıda değerlendirilmiş ve elde edilen özet sonuçlar Tablo 4.3'de verilmiştir.

Pekleşme oranının %0'dan %1'e çıkmasıyla; incelenen 1080 durumun (18 farklı periyoda ve 4 farklı tasarım süneklik kapasitesine sahip 72 sistemin 15 farklı artımsal dinamik analiz seviyesinde) 495'inde ortalama oranlarda artış olurken, 8 tanesinin ortalama oranlarında azalım gerçekleşmiştir. Maksimum artış %10.8 olurken, maksimum azalma %2 olmuştur.

Pekleşme oranının %1'den %3'e çıkmasıyla; incelenen 1080 durumun 498'inde ortalama oranlar artarken, 32 tanesinin ortalama oranlarında azalım gerçekleşmiştir. Maksimum artış %7.2 olurken, azalma %8 olmuştur.

Pekleşme oranının %3'den %5'e çıkmasıyla; incelenen 1080 durumun 345'inde ortalama oranlarında artış olurken, 98 tanesinin ortalama oranlarında azalım olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum artış %3.5 olurken, azalımda %6.5 olmuştur.

Tablo 4.3 Pekleşme etkisi oranı değişimi.

	MAX. AZALMA	AZALAN	SABİT	ARTAN	MAX. ARTIŞ
%1/%0	%2	8	577	495	%10.8
%3/%1	%8	32	550	498	%7.2
%5/%3	%6.5	98	637	345	%3.5

- Tablodan da görülebildiği gibi, genel olarak pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranları da artmaktadır. Ancak bazı durumlarda azalmada gözlenmektedir. Azalım gösteren durumların hepsi incelendikleri grubun en düşük periyotlu, tasarım süneklik kapasitesinin en yüksek olduğu ve artımsal dinamik analiz katsayısının en yüksek olduğu bölgelerde gerçekleşmiştir.

Süneklik istemi oranı artı bir standart sapma değerlerinin ise pekleşme oranının artması ile ortalama değerlerde azalım gösterdiği hesaplanmıştır. Bu nedenle yukarıda sadece ortalama sonuçlar üzerinden yapılan değerlendirmeler ortalama artı bir standart sapma değerleri üzerinden aynı belirginlikte yapılamamaktadır. Bir başka değişle

genel davranış olarak pekleşme oranının artması ortalama değerleri arttırmakta ama standart sapmaları azaltmaktadır.

4.2.4 pekleşme etkisine ait genel değerlendirmeler

Elde edilen tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- Genel olarak pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranları da artmaktadır. Ancak bazı durumlarda azalmada gözlenmektedir. Azalım gösteren durumların hepsi incelendikleri grubun en düşük periyotlu, tasarım süneklik kapasitesinin en yüksek olduğu ve artımsal dinamik analiz katsayısının en yüksek olduğu bölgelerde gerçekleşmiştir.
- Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça, pekleşme etkisi oranı da artmaktadır. Buna göre;
  1- süneklik kapasitesinin 1.5 olduğu sistemlerde maksimum ≅%7.6 oranında,
  2- süneklik kapasitesinin 2 olduğu sistemlerde maksimum ≅%10 oranında,
  3- süneklik kapasitesinin 4 olduğu sistemlerde maksimum ≅%14.6 oranında,
  4- süneklik kapasitesinin 8 olduğu sistemlerde maksimum ≅%15.9 oranında,
  değişimler gerçekleşmiştir.
- Genel olarak pekleşme oranının yüksek olduğu sistemlerde, ortalama süneklik istemi oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Düşük periyot değerlerine sahip sistemlerde, tasarım depremi seviyesine kadar, pekleşme oranının artmasıyla ortalama süneklik istemi oranları düzenli olarak artmıştır.
- Düşük pekleşme oranına sahip sistemlerde (%0 ve %1), deprem seviyesinin artmasıyla, ortalama süneklik istemi oranları artmıştır.
- Tasarım deprem seviyesi ve sonraki deprem seviyelerinde, pekleşme oranının %5 ve %3 olduğu sistemlerde, ortalama süneklik istemi oranları %5 ile %10 oranında azalmıştır.
- Pekleşme etkisi oranlarının kendi içerisindeki saçılımların, tasarım süneklik kapasitesinin artmasıyla doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir.

Özet olarak tasarlanan sistemlerin süneklik istemlerinde pekleşme oranı değişiminin etkisi olduğu açık bir şekilde görülebilmektedir. Pekleşme oranının %0'dan %1'e

çıkmasıyla genel olarak sistemlerin ortalama süneklik istemi oranları artmıştır. Pekleşme oranının %1'den %3'e çıkmasıyla sistemlerin ortalama süneklik istemi oranları IDA=1.6 seviyesine kadar artış gerçekleşmiştir. Pekleşme oranının %3'den %5'e çıkmasıyla sistemlerin ortalama süneklik istemi oranlarında daha çok bir azalım gerçekleşmiştir.

Tablo 4.1'deki ortalama süneklik istemi oranlarında, deprem seviyesinin yüksek (IDA = 1.8 ve IDA = 2) olduğu durumlarda Clough davranış modeli ile modellenen sistemler ile çift doğrulu kinematik pekleşmeli sistemlerden elde edilen süneklik istemleri birbirine yakın olmuştur. Fakat tasarım deprem seviyesinde (IDA=1) bir azalımdan ziyade, pekleşme oranının artmasıyla CLM/BLKH oranları artmıştır. Bir başka değişle pekleşme oranının artmasıyla Clough modeli ile bulunan ortalama süneklik istemi, çift doğrulu kinematik pekleşmeli modelde bulunan ortalama süneklik istemine olan farkını daha da büyütmüştür. Bu da tasarım depremi seviyesinde ve düşük periyotlu sistemlerdeki rijitlik azalımının, sistemlerin süneklik istemlerinde önemli ölçüde fark yaratacağı anlamı gelmektedir.

4.3 TASARIM SÜNEKLİK KAPASİTESİ VE ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ KATSAYISI ETKİSİ

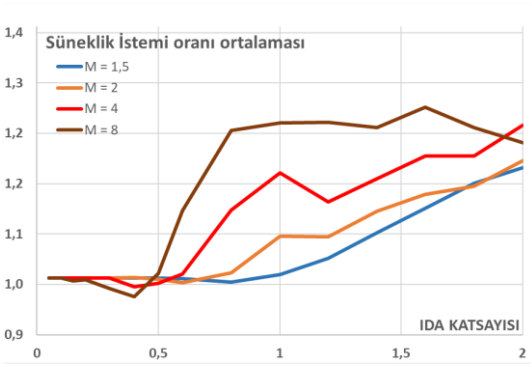
IDA ve tasarım süneklik kapasitesi etkisi değerlendirilirken her sistem için, süneklik istemi hem rijitlik azalması gösteren modellerle hem de rijitlik azalması göstermeyen modellerle tüm deprem kayıtları altında elde edilmiştir. Her sistem için süneklik istemi oranı, aynı deprem kaydı altında rijitlik azalmalı modelde elde edilen süneklik isteminin, rijitlik azalım göstermeyen modelde elde edilen süneklik istemine (CLM/BLKH) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Tüm sistemler için ortalama süneklik istemi oranı ise, ilgili sistemin 56 farklı deprem kaydı altında gerçekleştirdiği süneklik istemi oranlarının aritmetik ortalaması alınarak bulunmuştur.

4.3.1 Ortalama Süneklik İstemi Oranı

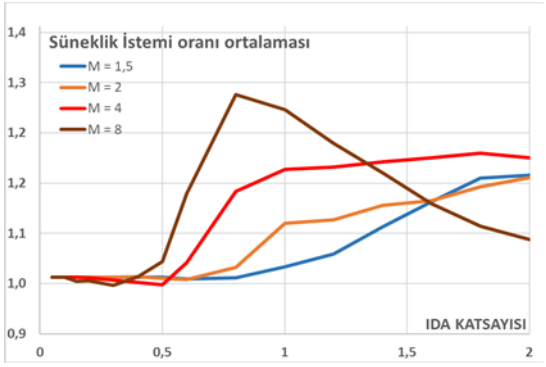
Yapılan tüm analizler neticesinde elde edilen ortalama süneklik istemi oranları, incelenen periyot, tasarım süneklik kapasitesi, pekleşme oranı ve IDA katsayısına bağlı olarak Tablo 4.1'de verilmiştir. Ayrıca elde edilen ortalama artı bir standart sapma süneklik istemi oranları da Tablo 4.2'de verilmiştir. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2

üzerinde yapılan ilk incelemeler neticesinde, genel olarak tasarım süneklik kapasitesi arttıkça, ortalama oranlarda artış olmaktadır. Ancak pekleşme oranı ile artımsal dinamik analiz katsayısı arttıkça ve periyot değerleri azaldıkça bu durum terse dönüp ortalama değerlerde azalım olduğu gözlemlenmiştir. Tasarım süneklik kapasitesi değişiminin sonuçlar üzerindeki en önemli etkisi, ortalama süneklik istemi oranlarının en büyük ve en küçük değerinin gerçekleştiği artımsal dinamik analiz katsayısını belirlemesi olmuştur.

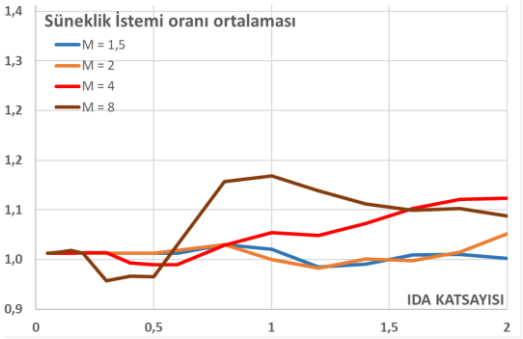
Tablo 4.1'de verilen sonuçlar, tüm periyot değerleri ve pekleşme oranları için tasarım süneklik kapasitesine ve IDA katsayısına bağlı olarak görselleştirilip, EK-D Şekil 33-52'de verilmiştir. Bu şekillerden, periyot değeri 0.3sn, 0.8sn, 1.6sn, 3.0sn olan sistemler için olanları Şekil 4.8'de verilmiştir.



Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %1



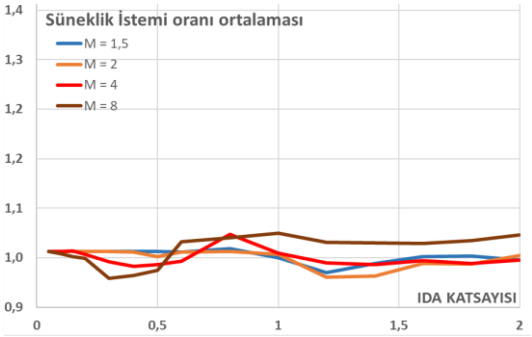
Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %5



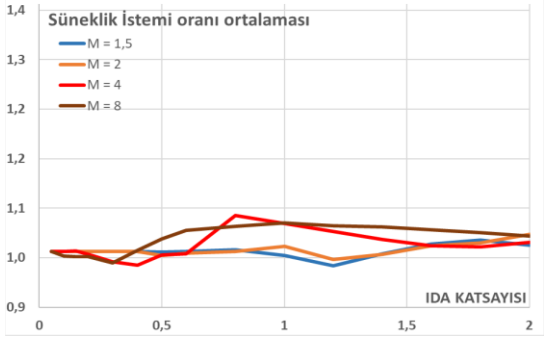
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %1



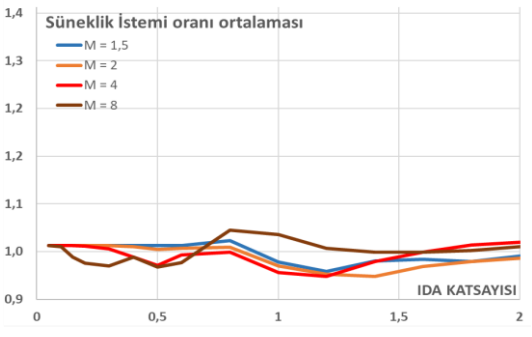
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %5



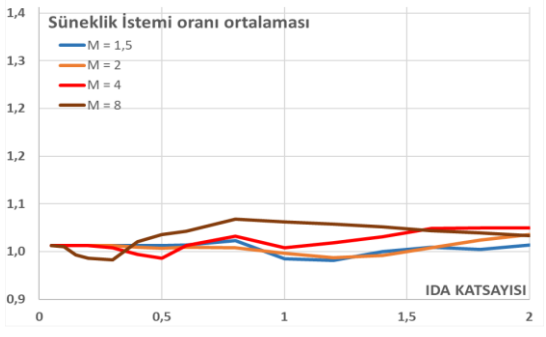
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %1



Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %5



Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %1



Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %5

Şekil 4.8: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları.

Yukarıdaki şekillerde dört farklı tasarım süneklik kapasitesi, iki farklı pekleşme oranı ve dört farklı yapı periyodu için ortalama süneklik istemi oranları, artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı olarak verilmiştir. Bu şekillerde yapılan incelemelerde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

1-Kinematik pekleşme oranı = %1 ve periyot değeri 0.3 sn olan sistemlerde;

- Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır. En yüksek saçılımların IDA = 0.8 ve 1.0 seviyelerinde gerçekleştiği görülmektedir.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.97 ve en yüksek 1.27 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.25-1.17-1.07-1.01 oranlarında gerçekleşmiştir.

2-Kinematik pekleşme oranı = %5 ve periyot değeri 0.3 sn olan sistemlerde;

- Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır. En yüksek saçılımların IDA = 0.8 ve 1.0 seviyelerinde gerçekleştiği görülmektedir.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.99 ve en yüksek 1.29 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.27-1.17-1.09-1.02 oranlarında gerçekleşmiştir.
- IDA =0.8 seviyesinden sonra, tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerin ortalama süneklik istemi oranları azalıma başlamıştır.

3-Kinematik pekleşme oranı = %1 ve periyot değeri 0.8 sn olan sistemlerde;

- Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça ortalama süneklik istemi oranlarında IDA katsayılarına bağlı olarak artış olmaktadır. En yüksek saçılımların tasarım depremi seviyelerinde gerçekleştiği görülmektedir.

- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.96 ve en yüksek 1.12 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.12-1.03-0.99-1.01 oranlarında gerçekleşmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinden sonra, tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerin ortalama süneklik istemi oranları düzenli olarak azalmıştır.

4-Kinematik pekleşme oranı = %5 ve periyot değeri 0.8 sn olan sistemlerde;

- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.98 ve en yüksek 1.15 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.15-1.08-1.0-1.01 oranlarında gerçekleşmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinden sonra, tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerin ortalama süneklik istemi oranları düzenli olarak azalmıştır.

5-Kinematik pekleşme oranı = %1 ve periyot değeri 1.6 sn olan sistemlerde;

- Periyodun artması ile saçılımlar ve ortalama süneklik istemi oranları genel olarak azalmıştır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.96 ve en yüksek 1.03 olarak gözlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.03-1.0-1.0-0.99 oranlarında gerçekleşmiştir.

6-Kinematik pekleşme oranı = %5 ve periyot değeri 1,6 sn olan sistemlerde;

- Periyodun artması ile saçılımlar ve ortalama süneklik istemi oranları genel olarak azalmıştır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.98 ve en yüksek 1.06 olarak gözlemlenmiştir.

- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.05-1.05-1.01-0.99 oranlarında gerçekleşmiştir.

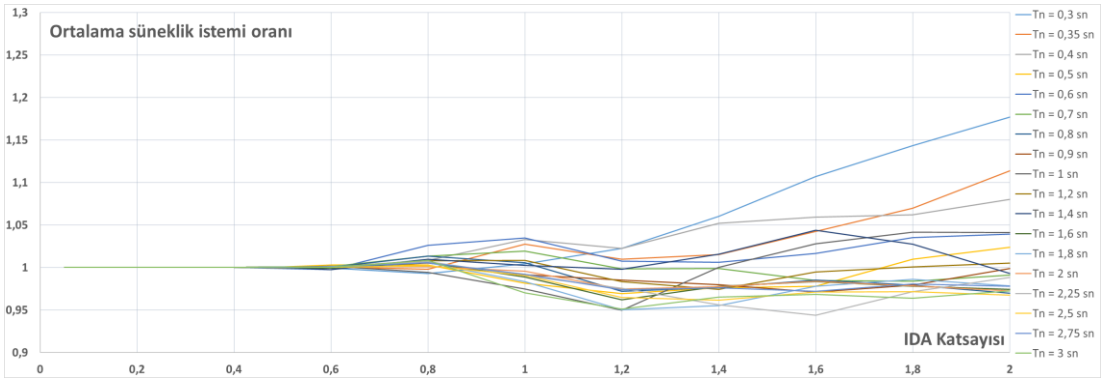
7-Kinematik pekleşme oranı = %1 ve periyot değeri 3,0 sn olan sistemlerde;

- Periyodun artması ile saçılımlar ve ortalama süneklik istemi oranları genel olarak azalmıştır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.95 ve en yüksek 1.03 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.02-0.96-0.97-0.97 oranlarında gerçekleşmiştir.

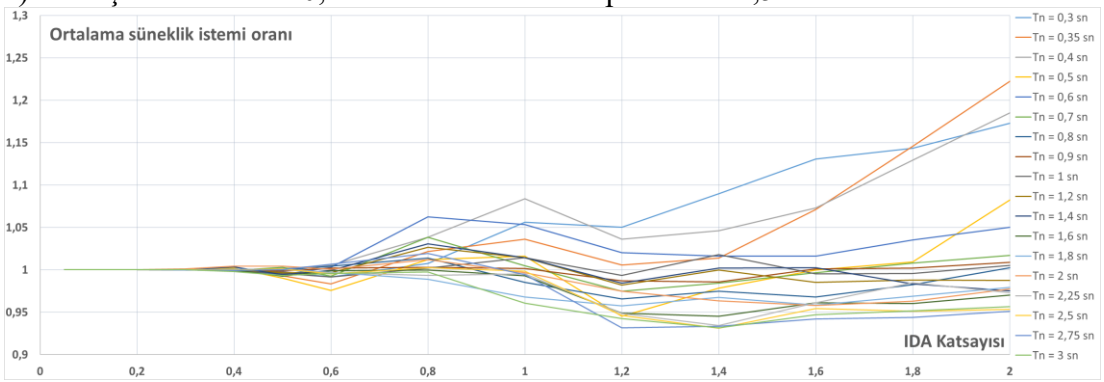
8-Kinematik pekleşme oranı = %5 ve periyot değeri 3.0 sn olan sistemlerde;

- Periyodun artması ile saçılımlar ve ortalama süneklik istemi oranları genel olarak azalmıştır.
- Ortalama süneklik istemi oranı en düşük 0.98 ve en yüksek 1.04 olarak gözlemlenmiştir.
- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) süneklik istemi oranı ortalamaları, bu periyot değerine sahip olan sistemlerde, süneklik kapasitesinin μ = 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla 1.04-1.0-0.99-0.98 oranlarında gerçekleşmiştir.

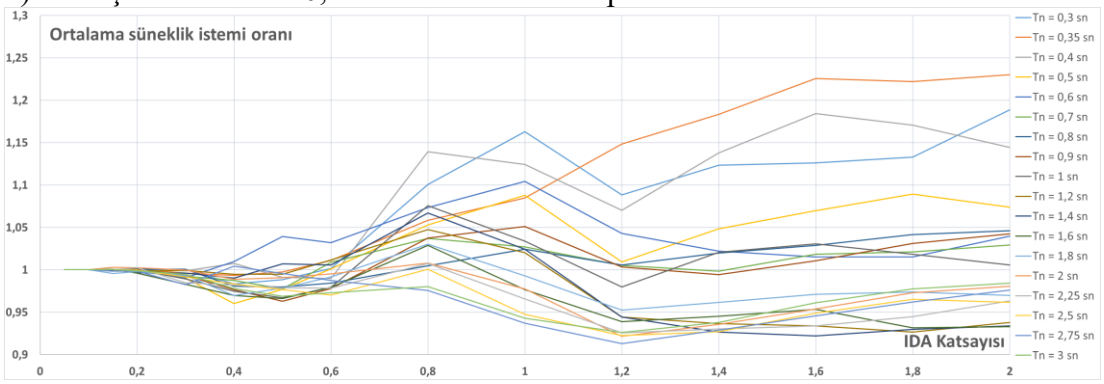
Her bir periyot değerinde gerçekleşen ortalama süneklik istemi oranlarının daha iyi görülmesi için belirli bir pekleşme oranında ve tasarım süneklik kapasitesinde, IDA katsayısına ve periyot değerine bağlı ortalama süneklik istemi oranları belirlenerek grafikler oluşturulmuştur. Elde edilen tüm sonuçlar, dört farklı tasarım süneklik kapasitesi ve dört farklı pekleşme oranı için periyot ve IDA katsayısına bağlı olarak görselleştirilip, EK-D Şekil 5-8'de verilmiştir. Bu şekillerden, pekleşme oranı %0 ve %3 olan grafiklerde, tüm tasarım süneklik kapasitelerinde sırasıyla Şekil 4.9 ve 4.10'da verilmiştir.



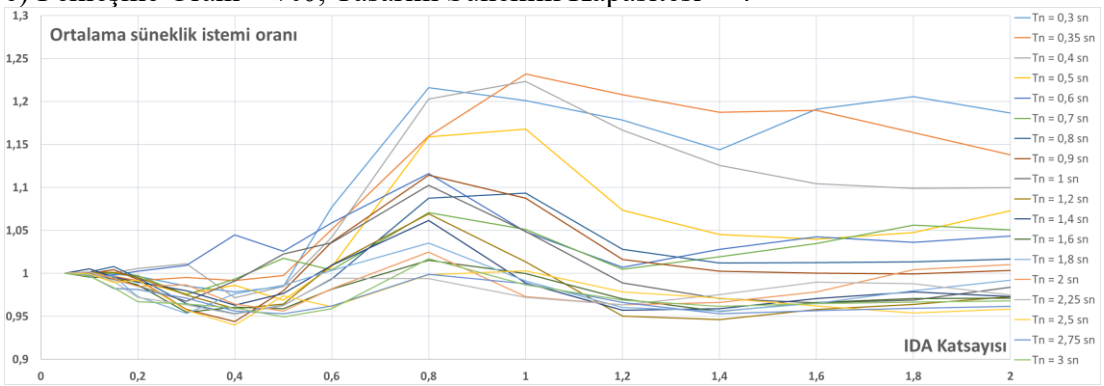
a) Pekleşme Oranı = %0, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



b) Pekleşme Oranı = %0, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

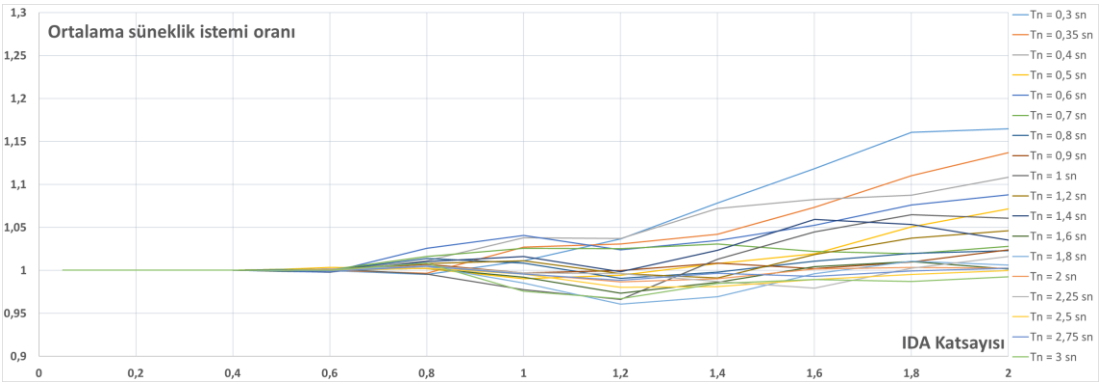


c) Pekleşme Oranı = %0, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

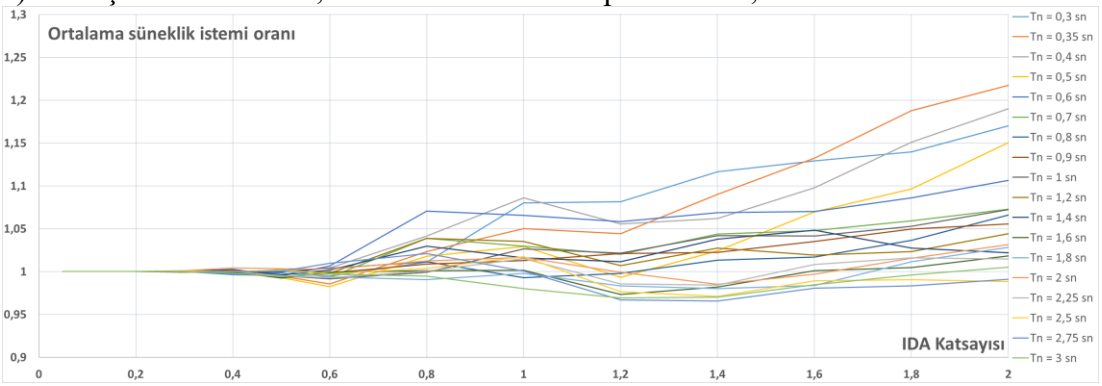


c) Pekleşme Oranı = %0, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

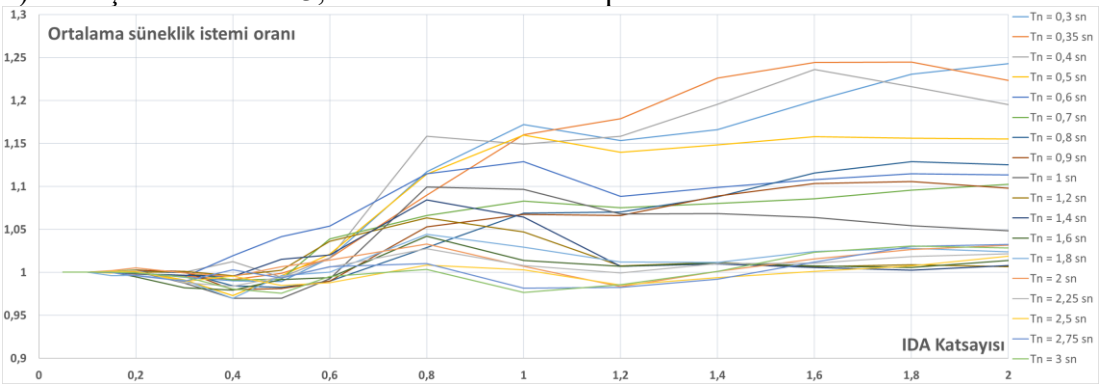
Şekil 4.9: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen ortalama süneklik istemi oranları.



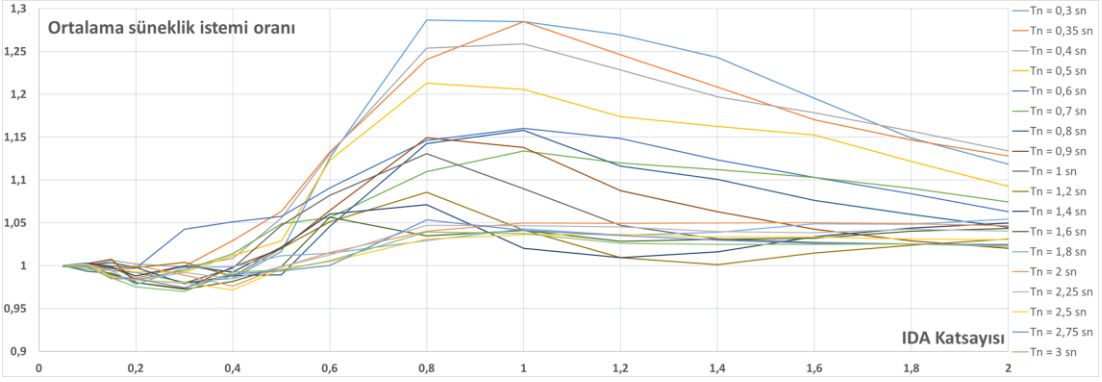
a) Pekleşme Oranı = %3, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



b) Pekleşme Oranı = %3, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



c) Pekleşme Oranı = %3, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



d) Pekleşme Oranı = %3, Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

Şekil 4.10: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen ortalama süneklik istemi oranları.

Ek-D Şekil 5-8 üzerinde yapılan incelemeler sonucunda;

- Tasarım süneklik kapasitesi 1.5, 2, 4, 8 olan sistemlerde sırasıyla yaklaşık IDA= 0.8, 0.65, 0.4, 0.2 seviyesine kadar, tüm periyot değerlerinde ve pekleşme oranlarında ortalama süneklik istemi oranı saçılım olmadan 1 civarında gerçekleşmiştir.
- IDA seviyesinin yukarıdaki maddede belirtilen değerleri geçip artması ile periyot değerleri arasındaki saçılımlar artmıştır.
- IDA seviyesin yukarıdaki maddede belirtilen değerinden sonra düşük tasarım süneklik kapasitesine (μ = 1.5-2) sahip sistemlerde, IDA katsayısının artışı ile ortalama süneklik istemi oranlarında saçılımlar artmaktadır. En yüksek saçılıma IDA=2 katsayında ulaşılmıştır.
- IDA seviyesin yukarıdaki maddede belirtilen değerinden sonra tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerde, IDA katsayısının yaklaşık IDA =1 değerine kadar artışı ile ortalama süneklik istemi oranlarında saçılımlar artmaktadır ve en yüksek saçılıma IDA=1 katsayında ulaşılmıştır. IDA katsayısının 1'den 2'ye doğru artışında, ortalama süneklik istemi oranlarındaki saçılımlar, pekleşme oranı 0 ve 0.01 olan sistemlerde yaklaşık sabit kalırken pekleşme oranı 0.03 ve 0.05 olan sistemlerde azalmıştır.
- Tasarım süneklik kapasitesi 4 olan sistemlerde ise yukarıdaki iki maddede belirtilen durumların arasında bir geçiş yapısı gözlenmiştir.
- Yüksek periyot değerine sahip ve düşük pekleşme oranında olan sistemlerin ortalama süneklik istemi oranı çoğu durumda 1'in altında kalmıştır.
- Tüm sonuçlar ele alındığında ortalama süneklik istemi oranları genel olarak 0.94 ile 1.29 aralığında elde edilmiştir. Elde edilen minimum ve maksimum ortalama süneklik istemi oranları Tablo 4.4'de verilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi; tasarım süneklik kapasitesi 1.5, 2, 4, 8 olan sistemler için elde edilmiş bu sınır değerler sırasıyla 0.94-1.18, 0.94-1.22, 0.91-1.26, 0.94-1.29 olarak gerçekleşmiştir.
- Elde edilen bu sonuçlar ışığında, tasarım süneklik kapasitesinin, ortalama süneklik istemi oranının maksimum ve minimum değerine etkisinin sınırlı olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında tasarım süneklik kapasitesi elde edilen

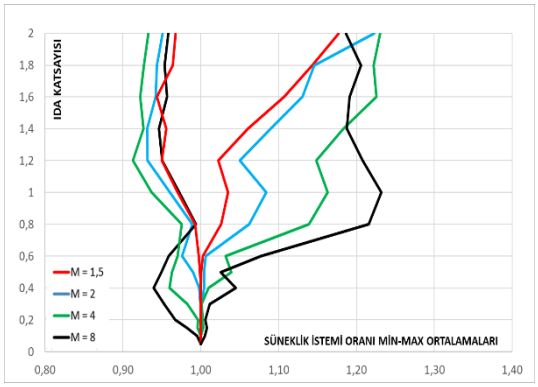
maksimum süneklik istemi oranının oluştuğu IDA katsayısını çok ciddi bir şekilde etkilemektedir.

Tablo 4.4: Minimum ve maksimum ortalama süneklik istemi oranları.

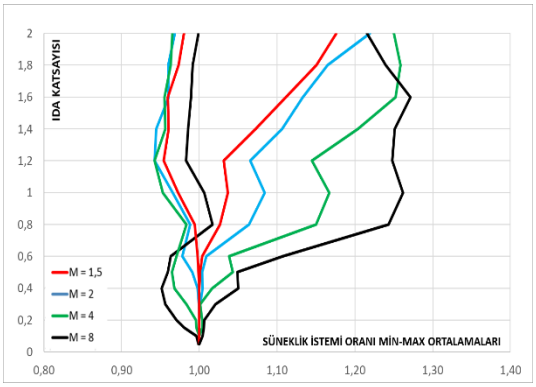
	Pekleşme oranı=%0		Pekleşme oranı=%1		Pekleşme oranı=%3		Pekleşme oranı=%5	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
μ=1.5	0.94	1.18	0.95	1.18	0.96	1.16	0.97	1.16
μ =2	0.95	1.18	0.94	1.22	0.97	1.22	0.98	1.20
μ =4	0.91	1.23	0.94	1.26	0.97	1.24	0.97	1.21
μ =8	0.94	1.23	0.95	1.27	0.97	1.29	0.97	1.29

4.3.2 Ortalama Süneklik Oranı Sınır Değerleri

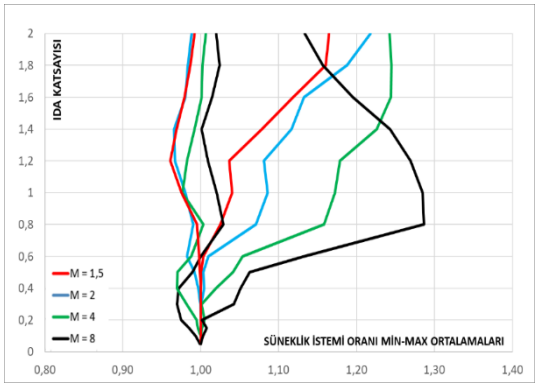
Rijitlik azalım etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için analizi yapılan tüm sistemlerde gerçekleşen maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranlarının, bilinmesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, belirli bir pekleşme oranında, IDA katsayısında ve tasarım süneklik kapasitesinde 20 farklı periyoda sahip sistemde gerçekleşen maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranları belirlenerek, grafikler oluşturulmuştur. Şekil 4.11'de verilen bu grafiklerde, her bir pekleşme oranında, tüm tasarım süneklik kapasitelerinde gerçekleşen, minimum ve maksimum oranlar aynı grafik içerisinde verilmiştir. Buna göre her bir grafiğin sol tarafında kalan, dört farklı tasarım süneklik kapasitesine sahip sistemlerin minimum ortalama süneklik istemi oranları, sağ tarafında kalan ise dört farklı süneklik kapasitesine sahip sistemlerin maksimum ortalama süneklik istemi oranlarını ifade etmektedir.



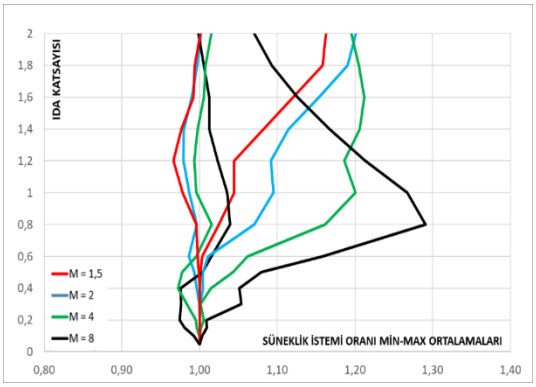
a) Pekleşme oranı %0 olan sistemler



b) Pekleşme oranı %1 olan sistemler



c) Pekleşme oranı %3 olan sistemler



d) Pekleşme oranı %5 olan sistemler

Şekil 4.11: Pekleşme oranı ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum sonuçlar.

1- Kinematik pekleşme oranının %0 olduğu sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesi ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranlar için;

- Tasarım depremi seviyesinde (IDA=1) ortalama süneklik istemi oranları, tüm süneklik kapasiteli sistemlerde 0.95 ile 1.26 arasında gerçekleşmiştir.
- Maksimum deprem seviyesinde (IDA=2) ortalama süneklik istemi oranları, tüm pekleşme oranları için 0.96 ile 1.25 arasında gerçekleşmiştir.
- Tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki, maksimum ortalama süneklik istemi oranı farkının IDA= 0.8 ve 1.0 seviyelerinde %20 olarak gerçekleşmiştir. Daha yüksek deprem seviyelerinde ise tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki fark azalmıştır.

- IDA=1.6 seviyesine kadar süneklik kapasitesi μ=8 olan sistemlerin maksimum ortalama süneklik istemi oranı artarken bu deprem seviyesinden sonra azalarak devam etmiştir.

2- Kinematik pekleşme oranının %1 olduğu sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesi ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranı sonuçlarında;

- Genel olarak IDA= 1.4 seviyesine kadar, tasarım süneklik kapasitesinin μ=8 olduğu sistemlerde ortalama süneklik istemi oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.
- Bu pekleşme oranına sahip sistemlerde, tasarım depremi seviyesinde maksimum süneklik istemi oranları μ= 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla %23, %16, %8, %4 oranlarında gerçekleşmiştir. IDA=2 seviyesinde gerçekleşen maksimum süneklik istemi oranları sırasıyla %19, %24, %23, %18 olmuştur.
- Tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki, maksimum ortalama süneklik istemi oranı farkının IDA= 0.8 ve 1.0 seviyelerinde %19 olarak gerçekleşmiştir. Daha yüksek deprem seviyelerinde ise tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki fark %6 oranına kadar düşmüştür.
- Minimum ortalama süneklik istemi oranları arasındaki fark %6 oranında gerçekleşmiştir.

3- Kinematik pekleşme oranının %3 olduğu sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesi ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranı sonuçlarında;

- Genel olarak IDA= 1.4 seviyesine kadar, tasarım süneklik kapasitesinin μ=8 olduğu sistemlerde ortalama süneklik istemi oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.
- Bu pekleşme oranına sahip sistemlerde, tasarım depremi seviyesinde maksimum süneklik istemi oranları μ= 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla %28, %17, %8, %4 oranlarında gerçekleşmiştir.
- Tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki, maksimum ortalama süneklik istemi oranı farkının IDA= 0.8 ve 1.0 seviyelerinde %25 olarak gerçekleşmiştir. Daha

yüksek deprem seviyelerinde ise tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki fark %10 oranına düşmüştür.

- Minimum ortalama süneklik istemi oranları arasındaki fark %5 oranında gerçekleşmiştir.

4- Kinematik pekleşme oranının %5 olduğu sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesi ve artımsal dinamik analiz katsayısına bağlı maksimum ve minimum ortalama süneklik istemi oranı sonuçlarında;

- Genel olarak IDA= 1,2 seviyesine kadar, tasarım süneklik kapasitesinin μ=8 olduğu sistemlerde ortalama süneklik istemi oranlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.
- Bu pekleşme oranına sahip sistemlerde, tasarım depremi seviyesinde maksimum süneklik istemi oranları μ= 8, 4, 2, 1.5 olduğu durumlarda sırasıyla %27, %20, %10, %4 oranlarında gerçekleşmiştir.
- Tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki, maksimum süneklik istemi oranı farkının IDA= 0.8 ve 1.0 seviyelerinde %23 olarak gerçekleşmiştir. Daha yüksek deprem seviyelerinde ise tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki fark azalarak devam etmiştir.
- IDA=0,8 seviyesine kadar süneklik kapasitesi μ=8 olan sistemlerin maksimum ortalama süneklik istemi oranı artarken bu deprem seviyesinden sonra azalarak devam etmiştir
- μ=8 olan sistemlerin IDA=2 seviyesinde ortalama süneklik istemi oranı %7 oranına kadar azalmıştır.
- Minimum ortalama süneklik istemi oranları arasındaki fark %6 oranında gerçekleşmiştir.
- Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça ve IDA katsayısı arttıkça ortalama süneklik istemi oranları artmaktadır. İstisna sadece tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sitemlerde görülmektedir.
- Tasarım süneklik kapasitesi ve IDA katsayısının minimum ortalama süneklik etkisine etkisi sınırlı olmaktadır.

4.3.3 Tasarım Süneklik Kapasitesi Etkisi Oranı

Analizi yapılan sistemlerin tasarım süneklik kapasitesi etkisi üç farklı grup altında da incelenmiştir. Bunlar 1- tasarım süneklik kapasitesinin 1.5'den 2'ye çıkması, 2- tasarım süneklik kapasitesinin 2'den 4'e ve 3- tasarım süneklik kapasitesinin 4'den 8'e çıkmasıdır. Bu etkiyi sayısallaştırmak için, (örnek olarak 1. grupta incelenen sistemlerde) belirli bir periyoda, pekleşme oranına ve IDA katsayısına sahip sistem için tasarım süneklik kapasitesinin = 2 ile elde edilen ortalama süneklik istemi oranı, tasarım süneklik kapasitesinin = 1.5 ile elde edilen ortalama süneklik istemi oranına bölünmüştür. Bu tanımlanan değere tezin ilerleyen bölümlerinde "tasarım süneklik kapasitesi etkisi oranı" ifadesi kullanılmıştır. Belirlenen üç farklı grup için çalışmalarda elde edilen tasarım süneklik kapasitesi etkisi oranları, incelenen tüm periyotlara, tüm pekleşme oranlarında ve tüm IDA katsayılarına bağlı olarak bulunmuş ve Tablo da verilmiştir.

Bu incelemede; tasarım süneklik kapasitesi etkisi oranı 1.005'ten büyük ve eşit olduğu durumlarda, ortalama değerlerde artış olduğu kabul edilmiş ve 0.995'ten küçük ve eşit olduğu durumlarda ise ortalama değerlerde azalım olduğu kabul edilmiştir. 0.995 ile 1.005 arasında olması durumunda ortalama değerlerde bir değişiklik olmadığı kabul edilmiştir.

Tablo 4.5: Tasarım süneklik kapasitesi değişimi

SÜNEKLİK KAPASİTESİ	MAX AZALMA	AZALAN	SABİT KALAN	ARTAN	MAX ARTIŞ
2.0/1.5	4.6%	174	622	284	9.7%
4.0/2.0	8.0%	256	406	418	16.7%
8.0/4.0	11.0%	332	277	471	15.1%

Üç farklı tasarım süneklik kapasitesi artışı adımı için elde edilen tasarım süneklik kapasitesi etkisi oranları aşağıda değerlendirilmiştir.

Tasarım süneklik kapasitesinin 1.5'den 2'ye çıkmasıyla; incelenen 1080 durumun (18 farklı periyoda ve 4 farklı pekleşme oranına sahip 72 sistemin 15 farklı

artımsal dinamik analiz seviyesinde) 284'ünde ortalama oranlarda artış olurken, 174 tanesinin ortalama oranlarında azalım gerçekleşmiştir. Maksimum artış %9.7 olurken, maksimum azalma %4.6 olmuştur.

Tasarım süneklik kapasitesinin 2'den 4'e çıkmasıyla; incelenen 1080 durumun 418'inde ortalama oranlar artarken, 256 tanesinin ortalama oranlarında azalım gerçekleşmiştir. Maksimum artış %16.7 olurken, azalma %8 olmuştur.

Tasarım süneklik kapasitesinin 4'den 8'e çıkmasıyla; incelenen 1080 durumun 471'inde ortalama oranlarında artış olurken, 332 tanesinin ortalama oranlarında azalım olduğu gözlemlenmiştir. Maksimum artış %15.1 olurken, azalımda %11 olmuştur.

Tablodan da görülebildiği gibi, tasarım süneklik kapasitesinin ortalama süneklik istemi oranları üzerinde etkisi pekleşme oranının etkisi gibi açık bir şekilde ortaya çıkmamıştır. Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça, ortalama süneklik istemi oranlarında artış gözlenen durumlar azalma gözlenenlere nispetle daha fazla olsa da bu sayılar birbirine yakındır. Bu nedenle tasarım süneklik kapasitesinin artmasıyla artış gözlenen durumlarda belirgin bir artma veya azalma şablonu oluşmadığı düşünülmektedir.

4.3.4 IDA ve Tasarım Süneklik Kapasitesine Ait Genel Değerlendirmeler

Elde edilen tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde aşağıda sonuçlara ulaşılmıştır;

- Belirli bir periyoda, pekleşme oranına ve IDA katsayısına sahip sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesinin değişmesi ile ortalama süneklik istemi oranlarında %30'e varan farklılıklar oluşmaktadır.
- Belirli bir periyoda ve pekleşme oranına sahip sistemlerde IDA katsayısının değişmesi ile ortalama süneklik istemi oranlarında; tasarım süneklik kapasitesi 1.5, 2, 4, 8 olan sistemler için sırası ile %18.4, %23.9, %27.0, %30.6'ya varan farklılıklar oluşmaktadır.
- Belirli bir pekleşme oranına ve tasarım süneklik kapasitesine sahip sistemlerin tüm periyot değerleri için elde edilen ortalama süneklik istemi oranlarının maksimumu bulunduğunda, genel olarak IDA = 1.0 ve 0.8 seviyelerinde bu

değerlerin en yüksek mertebeye ulaştığı ve bu bölgede maksimum saçılımın oluştuğu görülmektedir. Bu deprem seviyesinden sonra saçılımlar, IDA=2 seviyesine kadar azalarak devam etmiştir.

- Ayrıca tasarım süneklik kapasitesi 8 ve pekleşme oranı %5 olan sistemlerde yukarıda tanımlanan maksimum değer IDA = 1 seviyesinde en büyük değerine (1.29) ulaşırken IDA katsayısının artmasıyla ortalama süneklik istemi oranları azalmaya geçip IDA = 2 seviyesinde 1.07 değerine inmektedir.
- Düşük periyotlu sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesinin 1.5 ve 2 olduğu tüm durumlarda en büyük ortalama, süneklik istemi oranları en büyük artımsal dinamik analiz katsayısında olmuştur.
- Yüksek periyot değerlerine sahip sistemlerde, genel olarak farklı tasarım süneklik kapasitelerine sahip sistemler arasında saçılımlar azalmaktadır.
- Genel olarak, düşük periyotlu sistemlerde ortalama süneklik istemi oranları tasarım süneklik kapasitesine ve IDA katsayısına bağlı olarak değişkenlik gösterirken, yüksek periyotlu sistemlerde bu değişkenlik azalarak bağımlılık ortadan kalkmaktadır.

4.4 PERİYOT DEĞİŞİMİNİN ETKİSİ

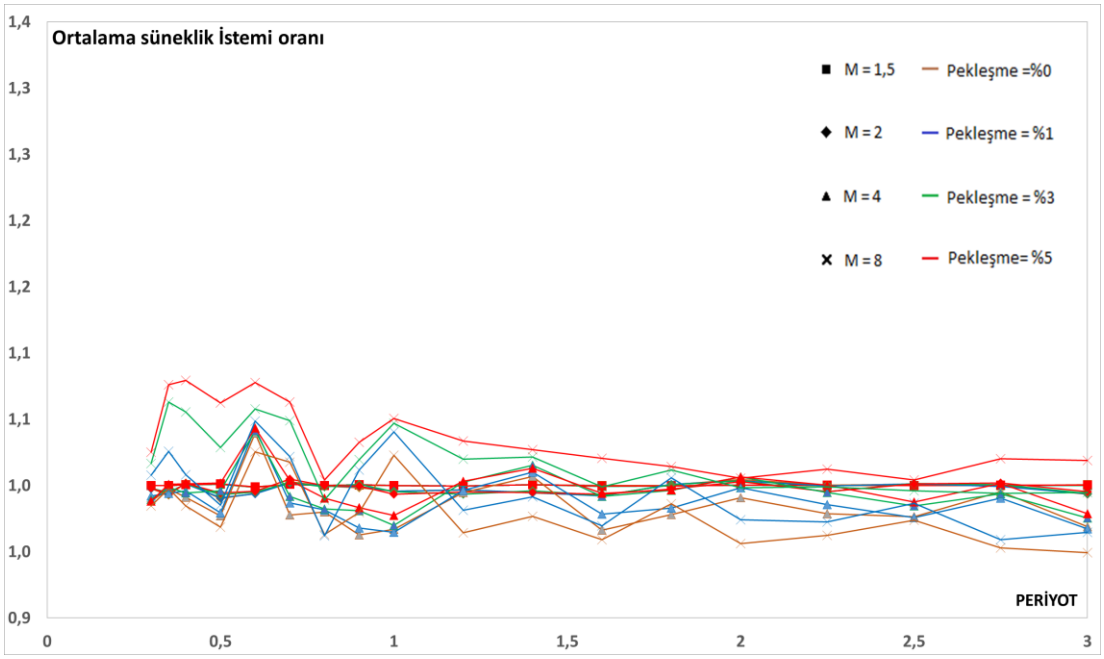
Periyot değişim etkisi değerlendirilirken, IDA, tasarım süneklik kapasitesi ve pekleşme oranı altında her sistemin süneklik istemi hem rijitlik azalması gösteren modellerle hem de rijitlik azalması göstermeyen modellerle, tüm deprem kayıtları altında elde edilmiştir. Her sistem için süneklik istemi oranı, aynı deprem kaydı altında rijitlik azalmalı modelde elde edilen süneklik isteminin, rijitlik azalım göstermeyen modelde elde edilen süneklik istemine (CLM/BLKH) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Tüm sistemler için ortalama süneklik istemi oranı ise, ilgili sistemin 56 farklı deprem kaydı altında gerçekleştirdiği süneklik istemi oranlarının aritmetik ortalaması alınarak bulunmuştur.

4.4.1 Ortalama Süneklik istemi Oranı

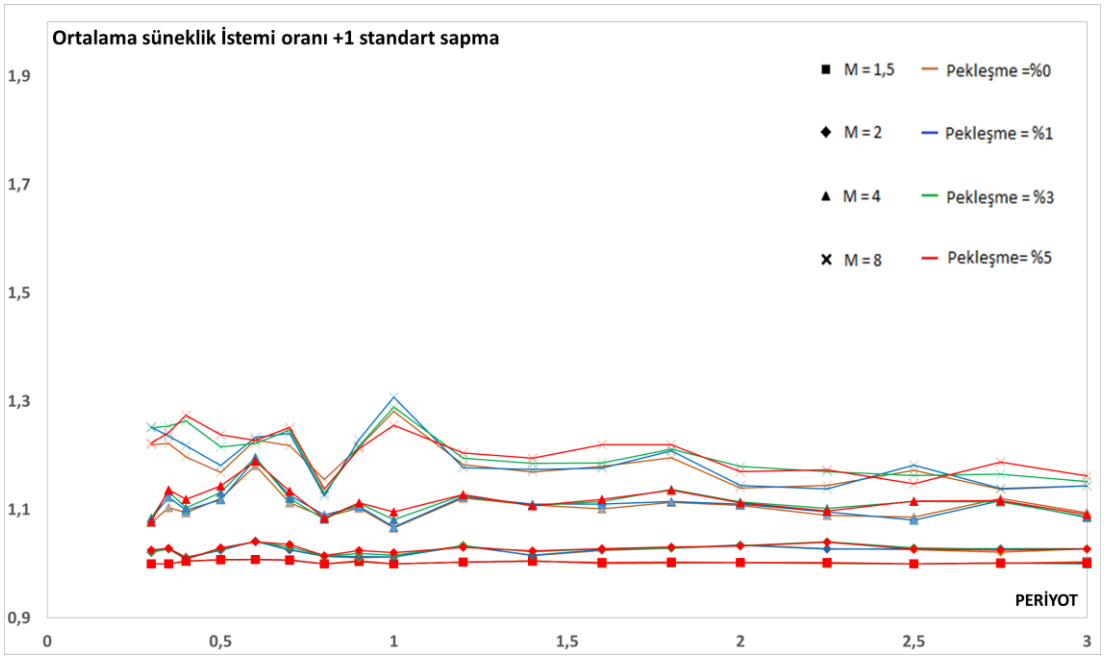
İncelemesi en karmaşık parametrelerden bir tanesi periyot değişiminin sonuçlar üzerindeki etkisi olmuştur. Bunun en önemli nedeni elastik ötesi dinamik analizlerin hem yapı periyoduna hem de deprem kaydının frekans içeriğine çok hassas

biçimde bağımlı olması ve tepki vermesi olmuştur. Bir diğer değişle, deprem kaydının frekans içeriğine bağlı olarak, periyottaki küçük değişimler sonuçlar üzerinde nispeten yüksek değişimlere yol açabilmektedirler.

Yapılan tüm analizler neticesinde elde edilen ortalama süneklik istemi oranları, incelenen belirli bir periyot değeri, tasarım süneklik kapasitesi, pekleşme oranı ve IDA katsayısına bağlı olarak Tablo 4.1'de verilmiştir. Ayrıca elde edilen ortalama artı bir standart sapma süneklik istemi oranları da Tablo 4.2'de verilmiştir. Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 üzerinde yapılan ilk incelemeler neticesinde, genel olarak periyot değeri azaldıkça, ortalama süneklik istemi oranlarında artış olduğu gözlenmektedir. 15 farklı IDA katsayısındaki tüm incelemelerin, ortalama ve ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranı sonuçları görselleştirilerek, periyoda bağlı olarak EK-D Şekil 61-70'de verilmiştir. Bu sonuçlardan IDA = 0.5 seviyesinde, tüm incelemelerin sonuçları periyoda bağlı olarak Şekil 4.12'de, tasarım depremi seviyesindeki (IDA=1) tüm incelemelerin sonuçları periyoda bağlı olarak Şekil 4.13'de, IDA = 1.6 seviyesinde, tüm incelemelerin sonuçları periyoda bağlı olarak Şekil 4.14'de ve son olarak, IDA = 2.0 seviyesinde, tüm incelemelerin sonuçları periyoda bağlı olarak Şekil 4.15'de verilmiştir.

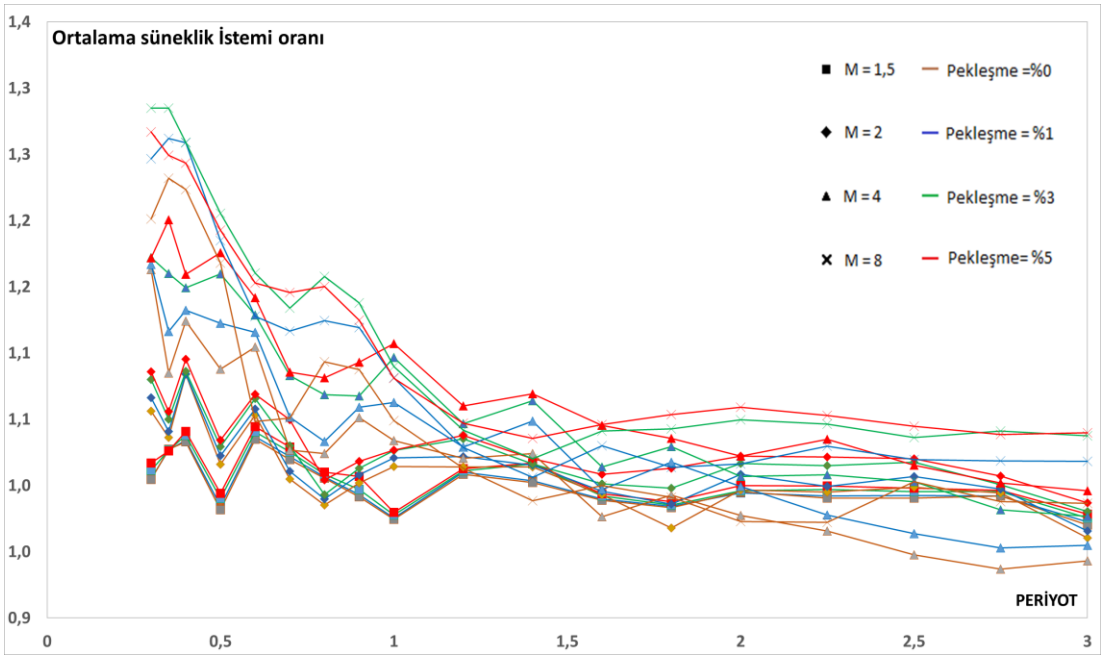


a) Ortalama süneklik istemi oranları

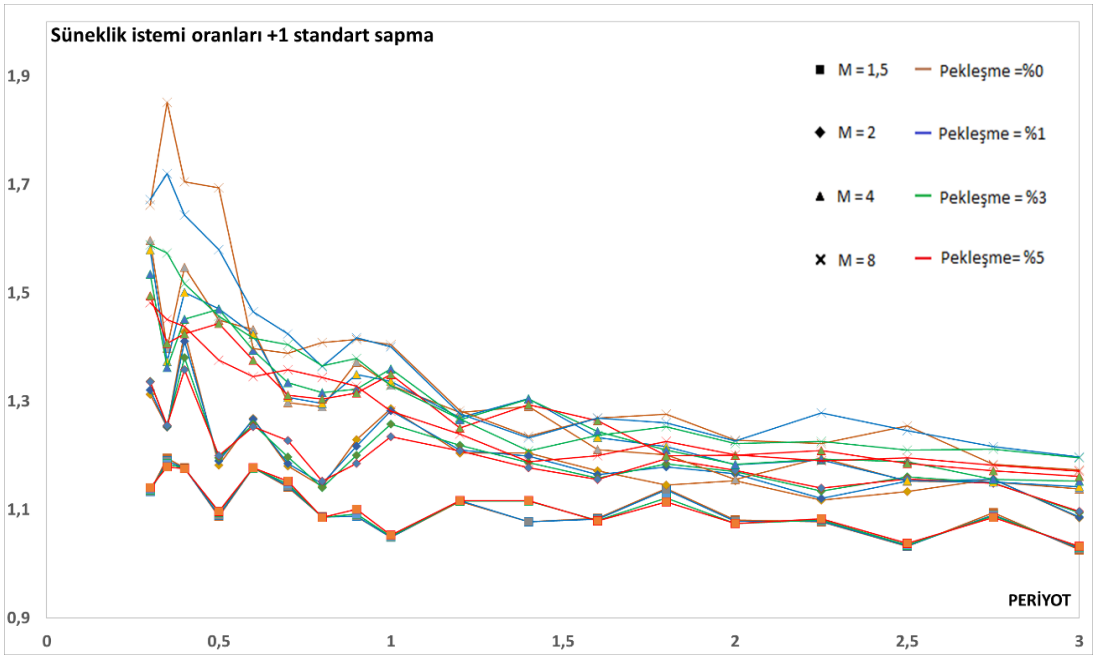


b) Ortalama süneklik istemi oranları artı bir standart sapma

Şekil 4.12: IDA = 0.5 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları.

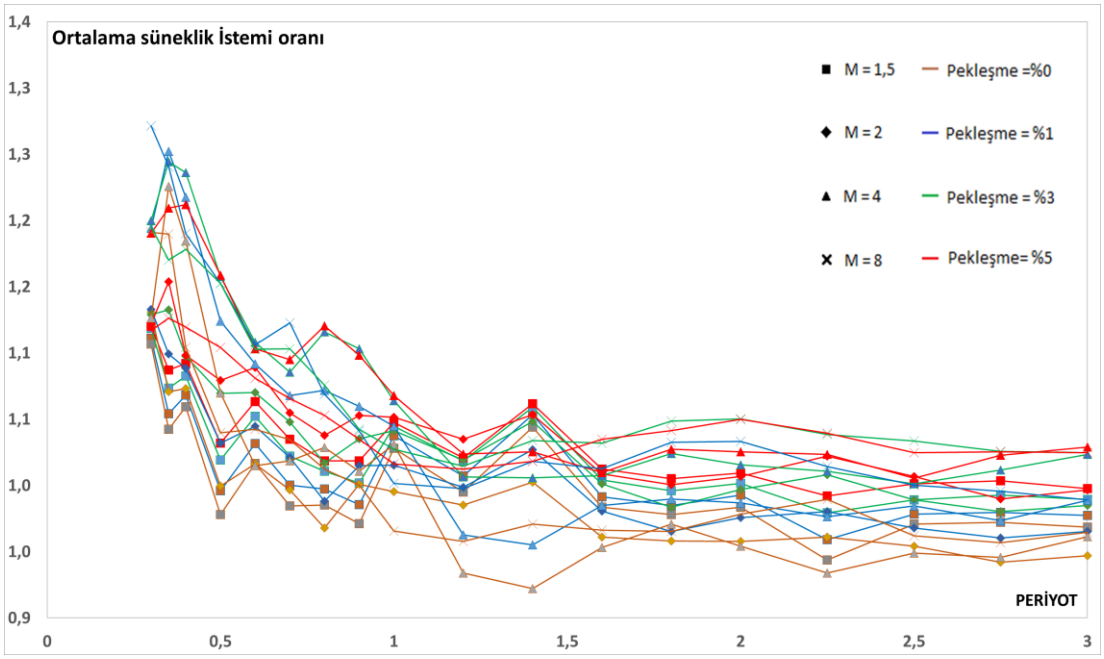


a) Ortalama süneklik istemi oranları

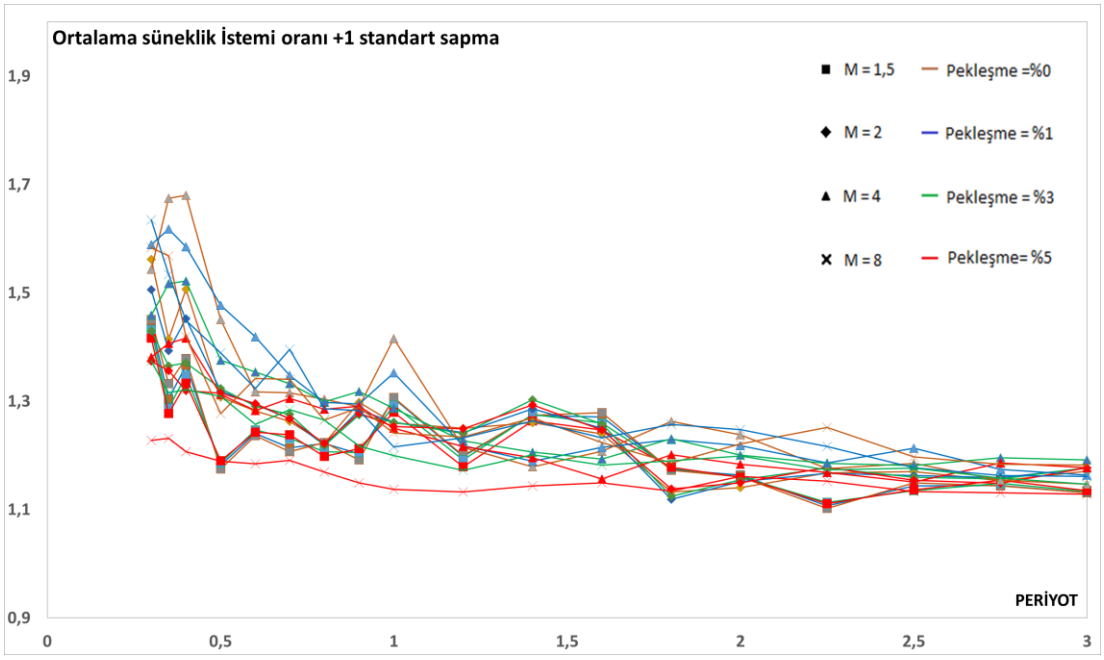


b) Ortalama süneklik istemi oranları artı bir standart sapma

Şekil 4.13: Tasarım deprem seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları.

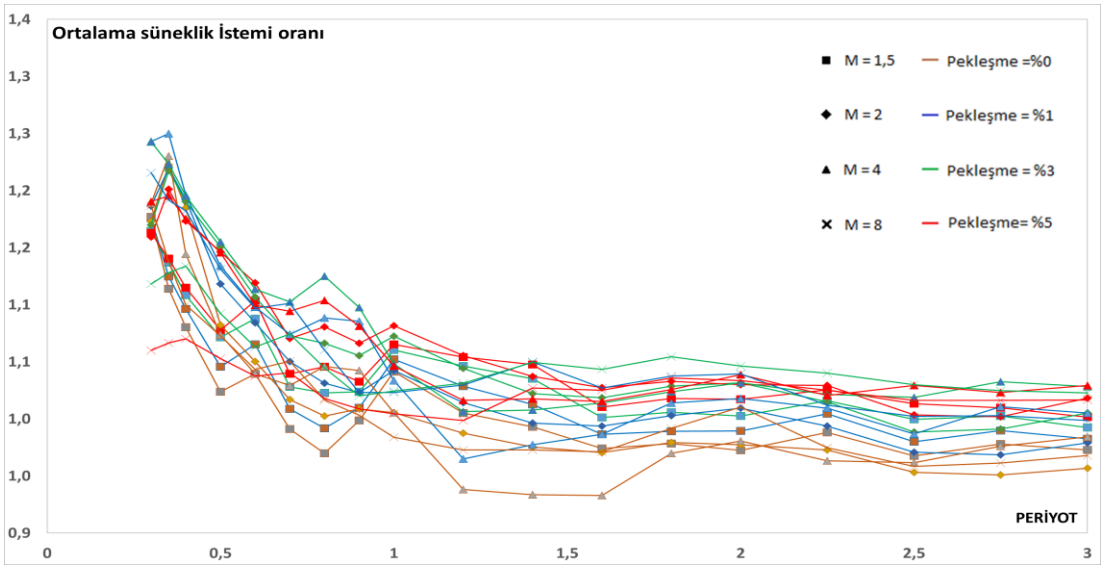


a) Ortalama süneklik istemi oranları

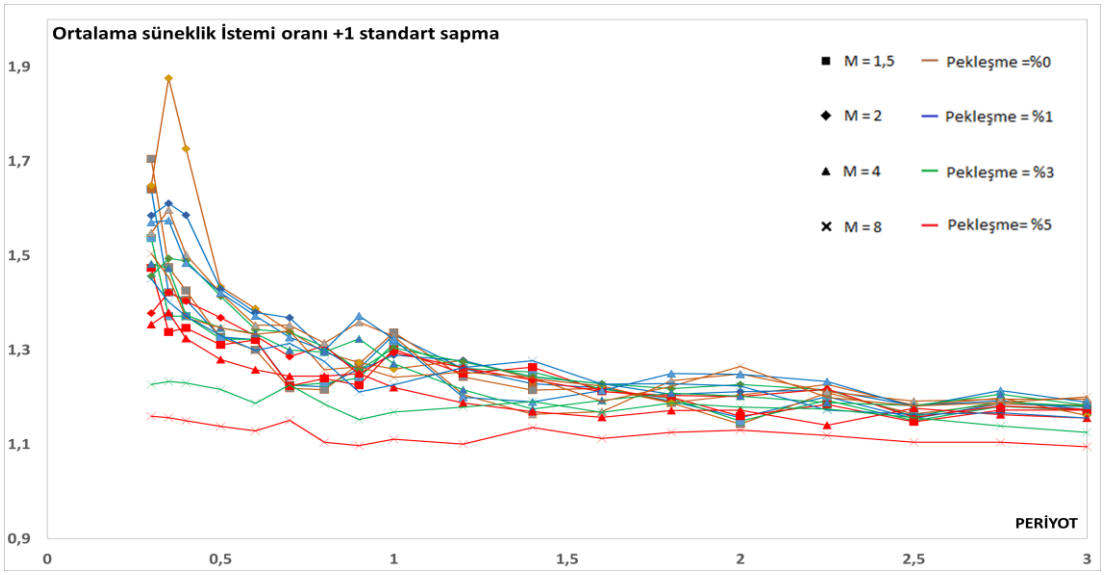


b) Ortalama süneklik istemi oranları artı bir standart sapma

Şekil 4.14: IDA = 1.6 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları.



a) Ortalama süneklik istemi oranları



b) Ortalama süneklik istemi oranları artı bir standart sapma

Şekil 4.15: IDA = 2.0 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları.

Şekil 4.12'de verilen IDA = 0.5 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları değerlendirildiğinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemi oranı daha yüksek olmuştur.

- Maksimum ortalama süneklik istemi oranı yaklaşık 1.09 olarak tasarım süneklik kapasitesinin en yüksek olduğu ve en düşük periyoda sahip sistemde görülmüştür.
- Tasarım süneklik kapasitesi normal (μ=1.5, μ=2) olan sistemlerde, ortalama süneklik istemi oranları birbirine çok yakın sonuçlar göstermiştir.
- Tasarım süneklik kapasitesi yüksek (μ=4, μ=8) olan sistemlerde, daha yüksek ortalama süneklik istemi oranlarına ve daha yüksek saçılıma ulaşılmıştır.

Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma değerlerinde;

- Genel olarak tasarım süneklik kapasitesinin artmasıyla daha yüksek ortalama süneklik istemi +1 standart sapma oranları bulunmuştur.
- Düşük periyot gruplarında, periyottaki küçük değişiklikler sonuçlarda ani değişimlere neden olurken, yüksek periyot gruplarında, periyottaki değişikliklerin sonuçlara etkisi daha az olmuştur.
- Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma oranları maksimum 1.30 değerine kadar ulaşmıştır.

Şekil 4.13'de verilen IDA = 1.0 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları değerlendirildiğinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemleri oranı daha yüksek olmuştur.
- Maksimum ortalama süneklik istemi oranı yaklaşık 1.29 ile tasarım süneklik kapasitesinin en yüksek olduğu ve en düşük periyot değerinde görülmüştür.
- Tasarım süneklik kapasitesi normal (μ=1.5, μ=2) olan sistemlerin, ortalama süneklik istemi oranları daha düşük seviyelerde seyretmiş ve kendi içerisindeki saçılımları çok az olmuştur.
- Tasarım süneklik kapasitesi yüksek (μ=4, μ=8) olan sistemlerde daha yüksek ortalama süneklik istemi oranları ve daha yüksek saçılım meydana gelmiştir.

Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma değerlerinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemleri +1 standart sapma oranı daha yüksek olmuştur.
- Düşük periyot gruplarında, periyottaki küçük değişiklikler sonuçlarda ani değişimlere neden olurken, yüksek periyot gruplarında, periyottaki değişikliklerin sonuçlara etkisi daha az olmuştur.
- Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma oranları maksimum 1.85 değerine kadar ulaşmıştır.

Şekil 4.14'de verilen IDA = 1.6 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları değerlendirildiğinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemleri oranı daha yüksek olmuştur.
- Maksimum ortalama süneklik istemi oranı yaklaşık 1.27 ile tasarım süneklik kapasitesinin en yüksek olduğu ve en düşük periyot değerinde görülmüştür.
- Tasarım süneklik kapasitesi normal (μ=1.5, μ=2) olan sistemlerin, ortalama süneklik istemi oranları maksimum yaklaşık 1.15 oranına kadar yükselmiştir.
- Tasarım süneklik kapasitesi yüksek (μ=4, μ=8) olan sistemlerde daha yüksek ortalama süneklik istemi oranları ve daha yüksek saçılım meydana gelmiştir.

Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma değerlerinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemleri +1 standart sapma oranı daha yüksek olmuştur.
- Düşük periyot gruplarında, periyottaki küçük değişiklikler sonuçlarda ani değişimlere neden olurken, yüksek periyot gruplarında, periyottaki değişikliklerin sonuçlara etkisi daha az olmuştur
- Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma oranları maksimum 1.81 değerine kadar ulaşmıştır.

Şekil 4.15'de verilen IDA = 2.0 seviyesinde, tüm periyot değerlerinde gerçekleşen, tüm pekleşme oranları ve süneklik kapasiteli sistemlerin süneklik istemi oranları değerlendirildiğinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemleri oranı daha yüksek olmuştur.
- Maksimum ortalama süneklik istemi oranı yaklaşık 1,29 ile tasarım süneklik kapasitesinin μ=4 ve en düşük periyot değerinde görülmüştür.
- Tüm tasarım süneklik kapasiteleri arasındaki saçılım aynı oranlarda olmuştur.
- Tasarım süneklik kapasitesi yüksek (μ=4, μ=8) olan sistemlerde daha yüksek ortalama süneklik istemi oranları meydana gelmiştir.

Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma değerlerinde;

- Genel olarak düşük periyot gruplarındaki ortalama süneklik istemleri +1 standart sapma oranı daha yüksek olmuştur.
- Ortalama süneklik istemi +1 standart sapma oranları maksimum 1.88 değerine en düşük periyot grubunda ulaşmıştır.

4.4.2 Maksimum Ortalama Süneklik İstemi Oranı

Rijitlik azalım etkisini, periyoda bağlı olarak değerlendirmek için, analizi yapılan tüm sistemlerde gerçekleşen maksimum ortalama süneklik istemi oranları belirlenmiştir. Buna göre analizi yapılan tüm sistemler, belirli periyot değerlerinde, IDA katsayılarında ve tasarım süneklik kapasitelerinde gruplandırılmış, rijitlik azalım etkisinin hangi gruplarda daha etkili olduğu belirlenmiştir. IDA katsayıları ve periyot değerleri 5 farklı grupta, tasarım süneklik kapasitesi ise iki farklı grupta incelenmiştir. Buna göre; i) IDA katsayı grupları $0.05 \leq IDA \leq 0.4$, $0.5 \leq IDA \leq 0.8$, $IDA = 1$, $1.2 \leq IDA \leq 1.6$, $1.8 \leq IDA \leq 2$ şeklinde, ii) periyot grupları $0.3 \leq Tn \leq 0.4$, $0.5 \leq Tn \leq 0.7$, $0.8 \leq Tn \leq 1.0$, $1.4 \leq Tn \leq 2.0$, $2.25 \leq Tn \leq 3.0$ şeklinde iii) tasarım süneklik kapasitesi grupları normal (μ=1,5-2) ve yüksek (μ=4-8) olarak iki grupta incelenmiştir. Tüm pekleşme oranları aynı grup içinde değerlendirilmiştir. Bu gruplamalar altında, her bir grupta oluşan Maksimum ortalama süneklik istemi oranları Tablo 4.6'de, maksimum ortalama + 1 standart sapma süneklik istemi oranları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.6: Sistem gruplarına göre elde edilen ortalama sonuçların maksimumları.

TASARIM SÜNEKLİK KAPASİTESİ	ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ KATSAYISI	Maksimum ortalama süneklik istemi oranı				
		0.3≤Tn ≤0.4	0.5≤Tn ≤0.7	0.8≤Tn ≤1.2	1.4≤Tn ≤2.0	2.25≤Tn ≤3.0
NORMAL	IDA≤0.4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	0.5≤IDA≤0.8	1.04	1.07	1.04	1.03	1.02
	IDA = 1	**1.10**	**1.07**	**1.04**	**1.02**	**1.02**
	1.2≤IDA=<1.6	1.15	1.09	1.05	1.06	1.02
	1.8=<IDA≤2	1.22	1.15	1.08	1.06	1.03
YÜKSEK	IDA≤0.4	1.03	1.05	1.01	1.02	1.01
	0.5≤IDA≤0.8	1.29	1.21	1.15	1.09	1.06
	IDA = 1	**1.28**	**1.21**	**1.16**	**1.07**	**1.05**
	1.2≤IDA≤1.6	1.27	1.17	1.12	1.05	1.05
	1.8≤IDA≤2	1.26	1.16	1.13	1.05	1.04

Tablo 4.7: Sistem gruplarına göre elde edilen ortalama +1 standart sapma sonuçların maksimumları.

TASARIM SÜNEKLİK KAPASİTESİ	ARTIMSAL DİNAMİK ANALİZ KATSAYISI	Maksimum ortalama süneklik istemi oranı +1 Standart sapma				
		0.3≤Tn ≤0.4	0.5≤Tn ≤0.7	0.8≤Tn ≤1.2	1.4≤Tn ≤2.0	2.25≤Tn ≤3.0
NORMAL	IDA≤0.4	1.01	1.03	1.01	1.03	1.01
	0.5≤IDA≤0.8	1.17	1.22	1.15	1.12	1.12
	IDA = 1	**1.43**	**1.27**	**1.29**	**1.20**	**1.16**
	1.2≤IDA≤1.6	1.56	1.32	1.31	1.30	1.18
	1.8≤IDA≤2	1.88	1.43	1.36	1.30	1.23
YÜKSEK	IDA≤0.4	1.21	1.25	1.18	1.19	1.17
	0.5≤IDA≤0.8	1.66	1.55	1.46	1.36	1.25
	IDA = 1	**1.85**	**1.69**	**1.42**	**1.30**	**1.28**
	1.2≤IDA≤1.6	1.81	1.48	1.42	1.27	1.27
	1.8≤IDA≤2	1.60	1.60	1.38	1.28	1.23

Tablo 4.6'da görülebildiği gibi, genel olarak periyot değeri azaldıkça, maksimum ortalama süneklik istemi oranları artmaktadır. Tasarım süneklik kapasitesi normal sistemlerde en yüksek ortalama süneklik istemi oranları IDA = 2 seviyesinde, 1.2.3.4. ve 5. gruplarında sırasıyla 1.22, 1.15, 1.08, 1.06 ve 1.03 oranlarında

gerçekleşirken, tasarım süneklik kapasitesi yüksek sistemlerde IDA = 1 seviyesinde 1.2.3.4. ve 5. gruplarında sırasıyla 1.28, 1.21, 1.16, 1.07 ve 1.05 oranlarında gerçekleşmiştir. Buna durum, rijitlik azalım etkisinin tasarım süneklik kapasitesi yüksek olan sistemlerde, özellikle tasarım deprem seviyesinde önemli ölçüde fazla olabileceğini göstermektedir.

Maksimum ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranlarının gruplara göre değişimi de Tablo 4.6 ile benzer şekilde gerçekleşmiştir. Maksimum ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranları en düşük periyot grubunda, normal süneklik kapasiteli sistemlerde 1.88 oranında en yüksek IDA seviyesinde gerçekleşmiştir. Yüksek süneklik kapasiteli sistemlerde ise 1.85 oranında tasarım depremi seviyesinde gerçekleşmiştir.

4.4.3 Periyot Etkisine Ait Genel Değerlendirmeler

Dört farklı pekleşme oranı ve dört farklı tasarım süneklik kapasitesini de içeren sonuçlara bakıldığında en büyük CLM / BLKH oranının küçük periyotlu sistemlerde olduğu görülmektedir. Küçük periyot değişimlerindeki ani ve geçici değişimler göz ardı edilirse; periyot değeri büyüdükçe ortalama ve ortalama artı bir standart sapma değerlerinin azaldığı sonucuna varılabilir. Periyodun 2 sn'den büyük olduğu bazı durumlarda CLM / BLKH oranının 1'den daha küçük değerler aldığı gözlenebilmektedir. Tasarım depremi seviyesinde, tasarım süneklik kapasitesi normal sistemlerde 1.2.3.4. ve 5. Periyot gruplarında sırasıyla 1.10, 1.07, 1.04, 1.02 ve 1.02 oranlarında gerçekleşirken, tasarım süneklik kapasitesi yüksek sistemlerde, sırasıyla 1.28, 1.21, 1.16, 1.07 ve 1.05 oranlarında gerçekleşmiştir. Bu değerlerden periyot değerinin artması ile ortalama süneklik istemi oranlarının arttığı gözlenebilmektedir. Sistemlerde gerçekleşen en yüksek saçılım, periyot değerinin 0.3sn-1.0sn arasında olan sistemlerde gerçekleşmiştir.

Periyot değerinin azalmasıyla standart sapma sonuçları genel olarak artmaktadır Ortalama süneklik istemi oranları +1 standart sapma sonuçlarında 1.88 oranlarına varan değişimler gözlenmektedir. Standart sapma sonuçlarının bu kadar yüksek olması, elde edilen analiz sonuçlarının, kullanılan deprem kayıtlarına önemli derecede bağımlı olmasını ifade etmektedir.

5.SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Rijitlik azalmasının etkisini incelemek amacıyla, bu tez kapsamında tek serbestlik dereceli sistemlerde rijitlik azalmalı davranış modeli (Clough) ve rijitlik azalması göstermeyen çift doğrulu kinematik pekleşmeli model (BLKH) kullanılarak zaman tanım alanında hesap yöntemi ile yapıların süneklik istemleri elde edilmiştir. Analizler 56 farklı deprem kaydı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup tasarım aşamasında 268800 adet, parametrik inceleme aşamasında ise 537600 adet olmak üzere toplamda 806400 adet elastik ötesi doğrusal olmayan dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Tüm analizler Microsoft Excel platformunda hazırlanan yazılımlarla gerçekleştirilmiştir.

Bu kapsamda dört farklı pekleşme oranı, dört farklı tasarım süneklik kapasitesi, 15 farklı deprem seviyesi (IDA) ve 20 farklı periyoda sahip sistemin, rijitlik azalması göstermesi durumunda (CLM) ve azalım göstermeyen çift doğrulu kinematik pekleşmeli model (BLKH) ile çözülerek analiz sonuçları elde edilmiştir. Analizler sonucunda her iki model için elde edilen süneklik istemleri birbirine bölünerek, rijitlik azalmasının, sitemlerin süneklik istemleri üzerindeki etki seviyesi sayısallaştırılmıştır. Kullanılan deprem kaydının sonuçlar üzerindeki etkisi yüksek olduğundan, 56 deprem kaydına ait sonuçların ortalamaları alınarak incelemeler değerlendirilmiştir. Dört farklı parametre altında incelenen sistemler için elde edilen ortalama süneklik istemi oranları, her bir başlık altında, ilgili parametrenin etkisini değerlendirmek üzere grafikler ile görselleştirilmiştir.

5.1 ELDE EDİLEN BULGULAR

Yapılan tüm analizler neticesinde elde edilen sonuçlar üzerinden aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

1) Rijitlik azalmasından dolayı, ortalama süneklik istemi oranlarında 1.30'a varan, ortalama artı bir standart sapma değerlerinde ise 1.88'e varan artışlar hesaplanmıştır.
2) $1.4 \leq Tn$ sistemler için hiçbir koşulda maksimum ortalama 1.09'u geçmemiştir. Benzer şekilde hiçbir koşulda maksimum ortalama artı bir standart sapma 1.36'yı geçmemiştir.
3) Tasarım depremi seviyesinde elde edilen değerler ayrı bir önem taşımaktadır. Bu deprem seviyesi için tasarlanan sistemlerin rijitlik azalması göstermeyen durumda süneklik istemlerinin tasarım süneklik kapasitelerine eşit olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, elde edilen oran değeri doğrudan rijitlik azalması yaşandığı taktirde tasarım süneklik kapasitesinin ne kadar aşıldığını göstermektedir. İlgili değerler bu bakış açısıyla incelendiğinde, normal süneklik kapasiteli sistemlerde rijitlik azalması, periyoda bağlı olarak ortalama 1.10'a kadar süneklik kapasitesinin aşılmasına, yüksek süneklik kapasiteli sistemlerde ise periyoda bağlı olarak ortalama 1.29'a kadar süneklik kapasitesinin aşılmasına neden olmaktadır.
4) Tasarım depremi seviyesinde ortalama artı bir standart sapma değerinde, normal süneklik kapasiteli sistemlerde periyoda bağlı olarak ortalama 1.46'ya kadar süneklik kapasitesinin aşılmasına, yüksek süneklik kapasiteli sistemlerde ise periyoda bağlı olarak ortalama 1.85'e kadar süneklik kapasitesinin aşılmasına neden olmaktadır.
5) Normal süneklik kapasiteli sistemlerin tasarım depremi altı senaryosunu hariç tutarsak hem normal hem de yüksek süneklik kapasiteli sistemlerde periyot küçüldükçe hem maksimum ortalama hem de maksimum ortalama artı bir standart sapma değeri artmaktadır.
6) Normal süneklik kapasiteli sistemlerde, deprem seviyesi arttıkça hem maksimum ortalama hem de maksimum ortalama artı bir standart sapma değeri artmaktadır. Ancak aynı durum yüksek süneklik kapasiteli sistemler için geçerli değildir. Bu sistemlerde en büyük değerler tasarım depremi yakınlarında gerçekleşmektedir.
7) Genel olarak pekleşme oranı arttıkça ortalama süneklik istemi oranları da artmaktadır. Ancak bazı durumlarda azalmada gözlenmektedir. Azalım

gösteren durumların hepsi incelendikleri grubun en düşük periyotlu, tasarım süneklik kapasitesinin en yüksek olduğu ve artımsal dinamik analiz katsayısının en yüksek olduğu bölgelerde gerçekleşmiştir.

8) Tasarım süneklik kapasitesi 1.5, 2, 4, 8 olan sistemlerde sırasıyla yaklaşık IDA= 0.8, 0.65, 0.4, 0.2 seviyesine kadar, tüm periyot değerlerinde ve pekleşme oranlarında ortalama süneklik istemi oranları saçılım olmadan 1 civarında gerçekleşmiştir. Bu IDA katsayılarından sonra, tasarım süneklik kapasitesi normal olan sistemlerde (μ = 1.5-2) IDA katsayısının artışı ile ortalama süneklik istemi oranları da artarak devam etmiştir.
9) Tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemlerde, IDA katsayısının yaklaşık IDA =1 değerine kadar artışı ile ortalama süneklik istemi oranları ve saçılımlar artmıştır. En yüksek saçılıma IDA=1 katsayında ulaşılmıştır. IDA katsayısının 1'den 2'ye doğru artışında, ortalama süneklik istemi oranlarındaki saçılımlar, pekleşme oranı 0 ve 0.01 olan sistemlerde yaklaşık sabit kalırken pekleşme oranı 0.03 ve 0.05 olan sistemlerde azalarak devam etmiştir. Tasarım süneklik kapasitesi 4 olan sistemlerde ise tasarım süneklik kapasitesi normal olan sistemlerle, tasarım süneklik kapasitesi 8 olan sistemler arasında bir geçiş yapısı gözlenmiştir.
10) Tasarım süneklik kapasitesinin ortalama süneklik istemi oranları üzerinde etkisi pekleşme oranının etkisi gibi açık bir şekilde ortaya çıkmamıştır. Tasarım süneklik kapasitesi arttıkça, ortalama süneklik istemi oranlarında artış gözlenen durumlar azalma gözlenenlere nispetle daha fazla olsa da bu sayılar birbirine yakındır. Bu nedenle tasarım süneklik kapasitesinin artmasıyla artış gözlenen durumlarda belirgin bir artma veya azalma şablonu oluşmadığı düşünülmektedir.
11) Belirli bir periyoda, pekleşme oranına ve IDA katsayısına sahip sistemlerde, tasarım süneklik kapasitesinin değişmesi ile ortalama süneklik istemi oranlarında %30'e varan farklılıklar oluşmaktadır.
12) Tasarım süneklik kapasitesinin, ortalama süneklik istemi oranının maksimum ve minimum değerine etkisinin sınırlı olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında tasarım süneklik kapasitesi, elde edilen maksimum süneklik istemi oranının gerçekleştiği IDA katsayısını çok ciddi bir şekilde etkilemektedir.

5.2 DEĞERLENDİRME

Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde rijitlik azalmasının yapıların süneklik istemlerinde belirli oranlarda değişiklikler meydana getirdiği görülmüştür. Bu değişiklikler, yapıların süneklik kapasitesine, pekleşme oranına depremin seviyesine ve yapının periyoduna bağlı olarak belirli oranlarda gerçekleşmiştir. İki davranış modeli için elde edilen ortalama süneklik istemlerinin birbirine oranı 1.10 ve daha fazla olduğu durumlar, mühendislik hesaplamalarında önemli bir sınır değeri olarak düşünüldüğünde;

Tasarım süneklik kapasitesi normal (μ=1.5-2) olan sistemlerde, 1.0≤IDA≤1.6 deprem seviyesindeki sistemlerin sadece en düşük periyot grubunda (0.3≤Tn≤0.5) rijitlik azalmasının etkisi önemli olmuştur. 1.8≤IDA≤2.0 deprem seviyesinde ise 0.3≤Tn≤0.7 periyot grubunda önem arz eden değişimler meydana gelmiştir.

Tasarım süneklik kapasitesi yüksek (μ=4-8) olan sistemlerde ise rijitlik azalım etkisinin daha önemli mertebelerde olduğu görülmektedir. Buna göre daha geniş bir periyot aralığında ve daha geniş deprem seviyesinde bile iki davranış modeli için elde edilen süneklik istemi oranları çoğu durumda 1.10 değerini geçmiştir. Özellikle en düşük periyot grubunda tasarım depremi seviyelerinde 1.30 değerine ulaşan oran değerleri bulunmuştur. İki davranış modeli arasındaki bu fark, rijitlik azalmasının bu yapı özelliklerine sahip sistemlerde daha önemli bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

5.3 GELECEK ÇALIŞMALARA YÖNELİK ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında rijitlik azalmasının, sistemlerin süneklik istemi üzerindeki etkisi, sistemlerin periyoduna, pekleşmesine, artımsal dinamik analiz katsayısına ve süneklik kapasitesine göre değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların daha geniş ölçüde değerlendirilmesi için aşağıda yer alan çalışmaların da yapılması uygun olabileceği düşünülmüştür.

1- Farklı çevrimsel davranış modelleri kullanarak, bu modellere karşı gelen süneklik istemlerini belirleyerek, modeller arasında ne kadar değişim olduğunu belirleyecek çalışmalar yapılabilir.

2- TBDY 2018’de belirtilen farklı zemin tiplerini yansıtan depremler kullanılarak, rijitlik azalmasının farklı zemin tipi üzerindeki etkilerini de değerlendirerek, süneklik istemi hangi oranlarda değiştirebileceğini belirleyerek, çalışmaya dahil edilebilir.
3- Bu tez çalışmasında ki tüm analizler tek serbestlik dereceli sistemlerde gerçekleştirilmiştir. Daha kapsamlı bir çalışma için sistemler 3,5 ve 8 katlı veya daha farklı kat adetlerinde, çok serbestlik dereceli sistemlerde çözülerek gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebilir.
4- Bu tez kapsamında sadece rijitlik azalmasının etkisi değerlendirilmiştir. Dayanım azalmasının etkisi de rijitlik azalması ile beraber göz önüne alındığında, sonuçlarda olan değişimlerin gözlemlenmesi diğer tez çalışmalarına dahil edilebilir.

KAYNAKÇA

Al-Sulaimani, G. J., & Roessett, J. M. (1985). Design spectra for degrading systems. *Journal of Structural Engineering*, *111*(12), 2611-2623.

Borekci, M., Kirçil, M. S., & Ekiz, I. (2018). Inelastic Displacement Ratios for Evaluation of Degrading Peak–Oriented SDOF Systems. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, *62*(1), 33-47.

Bougioukos, A. (2017). Effects of strength hardening, stiffness degradation, strength deterioration and pinching on the seismic response of SDoF systems.

Chopra, A. K., & Kan, C. (1973). Effects of stiffness degradation on ductility requirements for multistorey buildings. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *2*(1), 35-45.

Demir, A. (2015). Deprem yönetmeliği ile uyumlu ivme kaydı setleri kullanılarak doğrusal olmayan dinamik ötelenme taleplerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2009). Effects of strength and stiffness degradation on seismic response. *Report FEMA 440a*.

FEMA, A. (2005). 440, Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures. *FEMA-440, Redwood City*, *7*(9), 11.

Gupta, A., & Krawinkler, H. (2000). Estimation of seismic drift demands for frame structures. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *29*(9), 1287-1305.

Ibarra, L. F., Medina, R. A., & Krawinkler, H. (2005). Hysteretic models that incorporate strength and stiffness deterioration. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *34*(12), 1489-1511.

Iwan, W. D., & Gates, N. C. (1979). The effective period and damping of a class of hysteretic structures. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, *7*(3), 199-211.

Kayhan, A. H., & Demir, A. (2016). Tek serbestlik dereceli sistemlerde maksimum ötelenme talebi üzerinde çevrimsel davranış modellerinin etkisi. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, *22*(6).

Kayhan, A. H., Demir, A., & Palanci, M. (2018). Statistical evaluation of maximum displacement demands of SDOF systems by code-compatible nonlinear time history analysis. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, *115*, 513-530.

Kırçıl, M. S. , & Ekiz, İ., Dayanım ve Rijitlik Azalmasının TSD Sistemlerin Elastik Ötesi Yer değiştirme Sabiti Üzerine Etkisi . 8. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı

Lee, L. H., Han, S. W., & Oh, Y. H. (1999). Determination of ductility factor considering different hysteretic models. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *28*(9), 957-977.

Lin, Y. Y., & Miranda, E. (2009). Evaluation of equivalent linear methods for estimating target displacements of existing structures. *Engineering structures*, *31*(12), 3080-3089.

Loh, C. H., Wan, S., & Liao, W. I. (2002). Effects of hysteretic model on seismic demands: consideration of near-fault ground motions. *The Structural Design of Tall Buildings*, *11*(3), 155-169.

Medina, R. A., & Krawinkler, H. (2004, August). Influence of hysteretic behavior on the nonlinear response of frame structures. In *13th World Conference on Earthquake Engineering*.

Miranda, E. (1999). Approximate seismic lateral deformation demands in multistory buildings. *Journal of Structural Engineering*, *125*(4), 417-425.

Miranda, E., & Ruiz-García, J. (2002). Evaluation of approximate methods to estimate maximum inelastic displacement demands. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *31*(3), 539-560.

Mollaioli, F., & Bruno, S. (2008). Influence of site effects on inelastic displacement ratios for SDOF and MDOF systems. *Computers & Mathematics with applications*, *55*(2), 184-207.

Nassar, A. A. (1992). Seismic demands for SDOF and MDOF systems.

Pekoz, H. A., & Pincheira, J. A. (2004, August). Seismic Response of Strength and Stiffness Degrading Single Degree of Freedom Systems. In *13th World Conference on Earthqauke Engineering* (pp. 1-6).

Pincheira, J., & Song, J. K. (2000). Displacement amplification factors for degrading systems subjected to near-fault ground motions. In *Proceedings of the twelfth world conference on earthquake engineering, Paper* (No. 1945).

Rahnama, M., & Krawinkler, H. (1993). Effects of soft soil and hysteresis model on seismic demands (Vol. 108). Standford: John A. Blume Earthquake Engineering Center.

Riddell, R., Garcia, J. E., & Garces, E. (2002). Inelastic deformation response of SDOF systems subjected to earthquakes. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *31*(3), 515-538.

Riddell, R., & Newmark, N. M. (1979). Statistical analysis of the response of nonlinear systems subjected to earthquakes. University of Illinois Engineering Experiment Station. College of Engineering. University of Illinois at Urbana-Champaign.

Ruiz-Garcia, J., & Miranda, E. (2004). *Perfomance-based assessment of existing structures accounting for residual displacements* (Doctoral dissertation, Stanford University).

Ruiz-García, J., & Miranda, E. (2007). Probabilistic estimation of maximum inelastic displacement demands for performance-based design. *Earthquake engineering & structural dynamics*, *36*(9), 1235-1254.

Saiidi, M., & Sozen, M. A. (1979). Simple and complex models for nonlinear seismic response of reinforced concrete structures. University of Illinois Engineering Experiment Station. College of Engineering. University of Illinois at Urbana-Champaign.

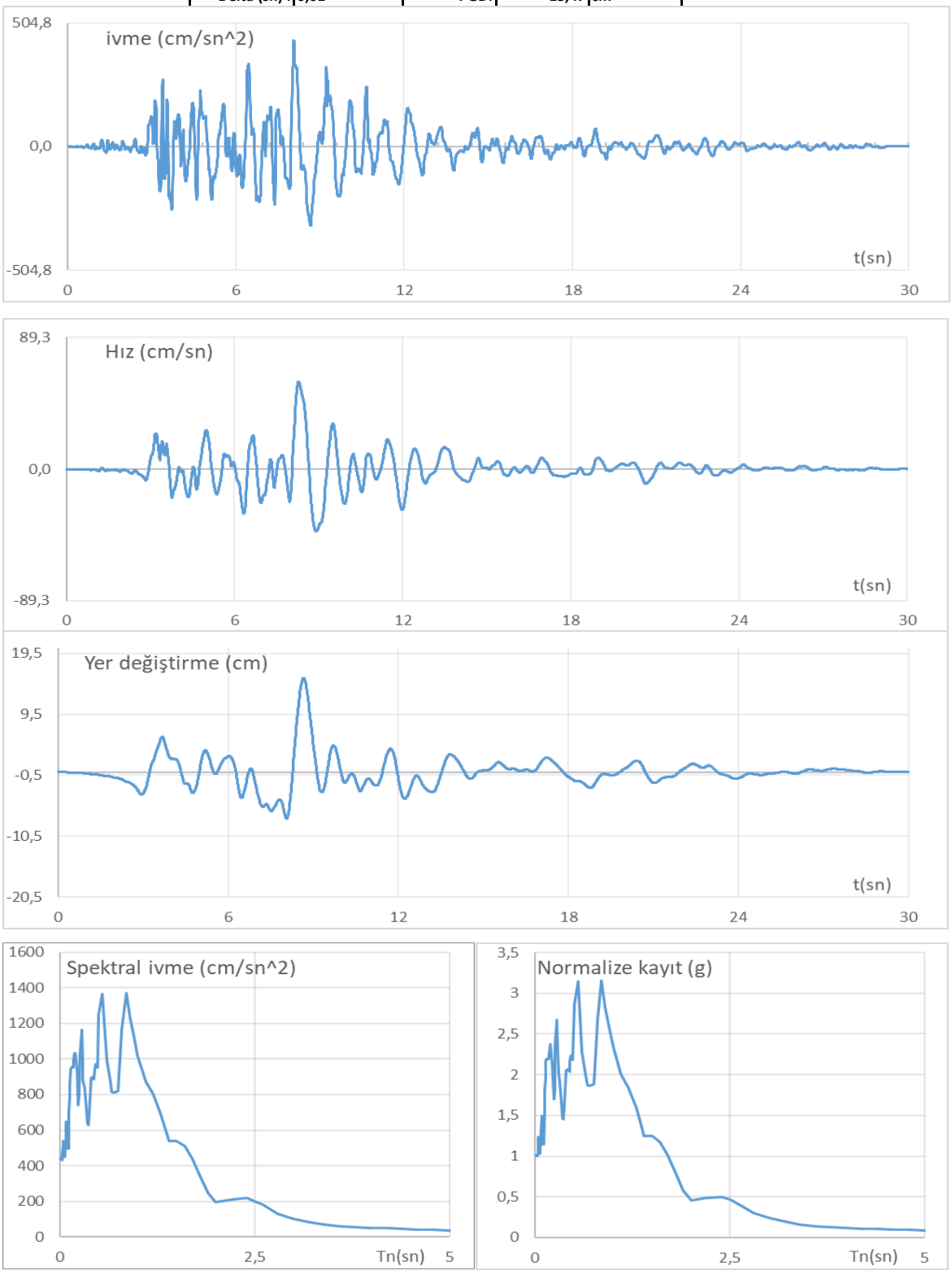
Sivaselvan, M. V., & Reinhorn, A. M. (2000). Hysteretic models for deteriorating inelastic structures. *Journal of Engineering Mechanics*, *126*(6), 633-640.

TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara

Url-1 <https://ngawest2.berkeley.edu/>, erişim tarihi 29.06.2019.

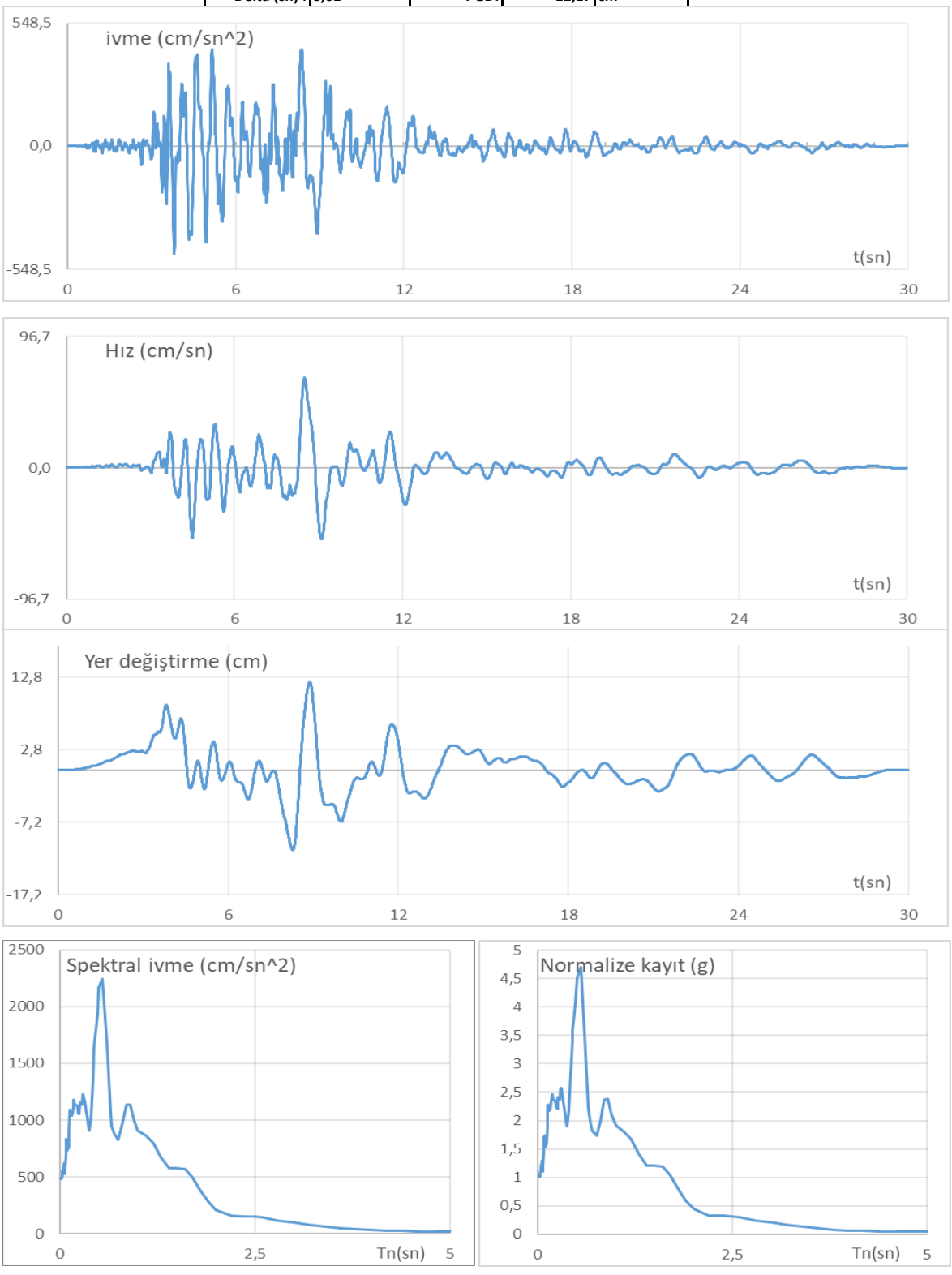
EK-A

Deprem no: 1 - Northridge, 1/17/1994 depremi				
İstasyon Adı :	Beverly Hills	PGA:	434,84	cm/sn2
Bileşen :	9	PGV:	59,28	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	15,47	cm



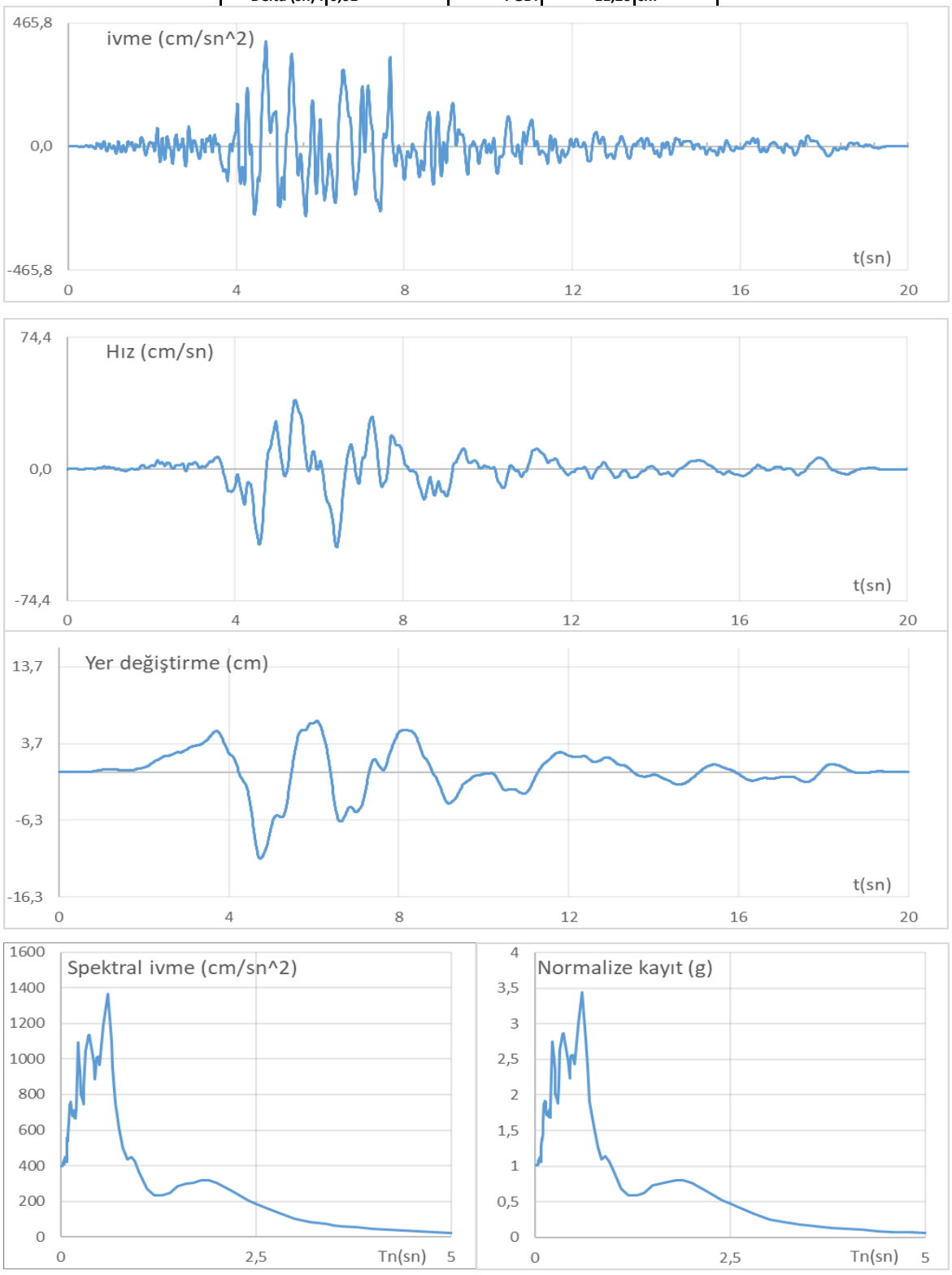
Şekil A.1: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 2 - Northridge, 1/17/1994 depremi				
İstasyon Adı :	Beverly Hills	PGA:	478,53	cm/sn2
Bileşen :	279	PGV:	66,69	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	12,17	cm



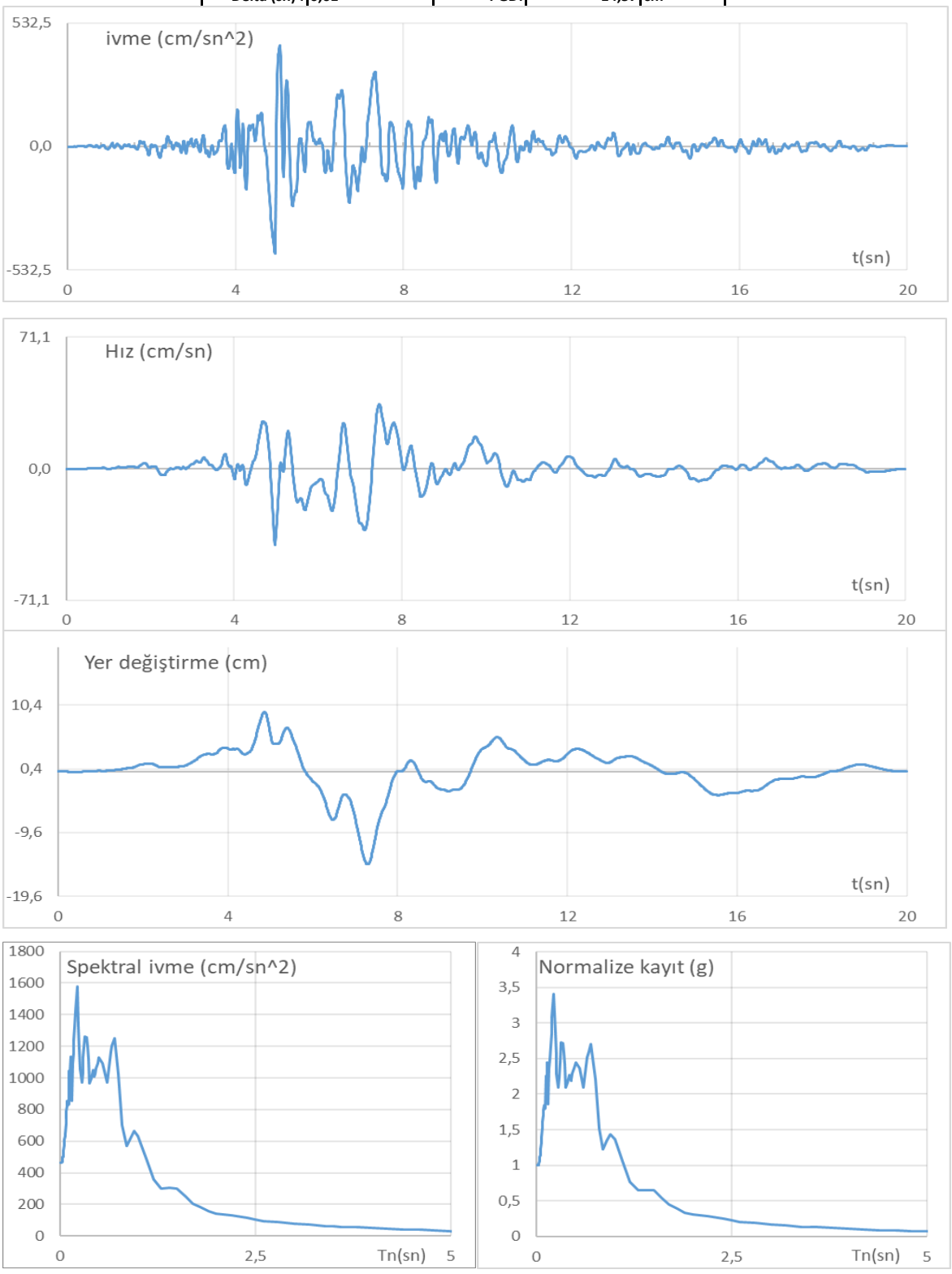
Şekil A.2: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 3 - Northridge, 1/17/1994 depremi				
İstasyon Adı :	Canyon Country	PGA:	395,80	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	44,37	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	11,26	cm



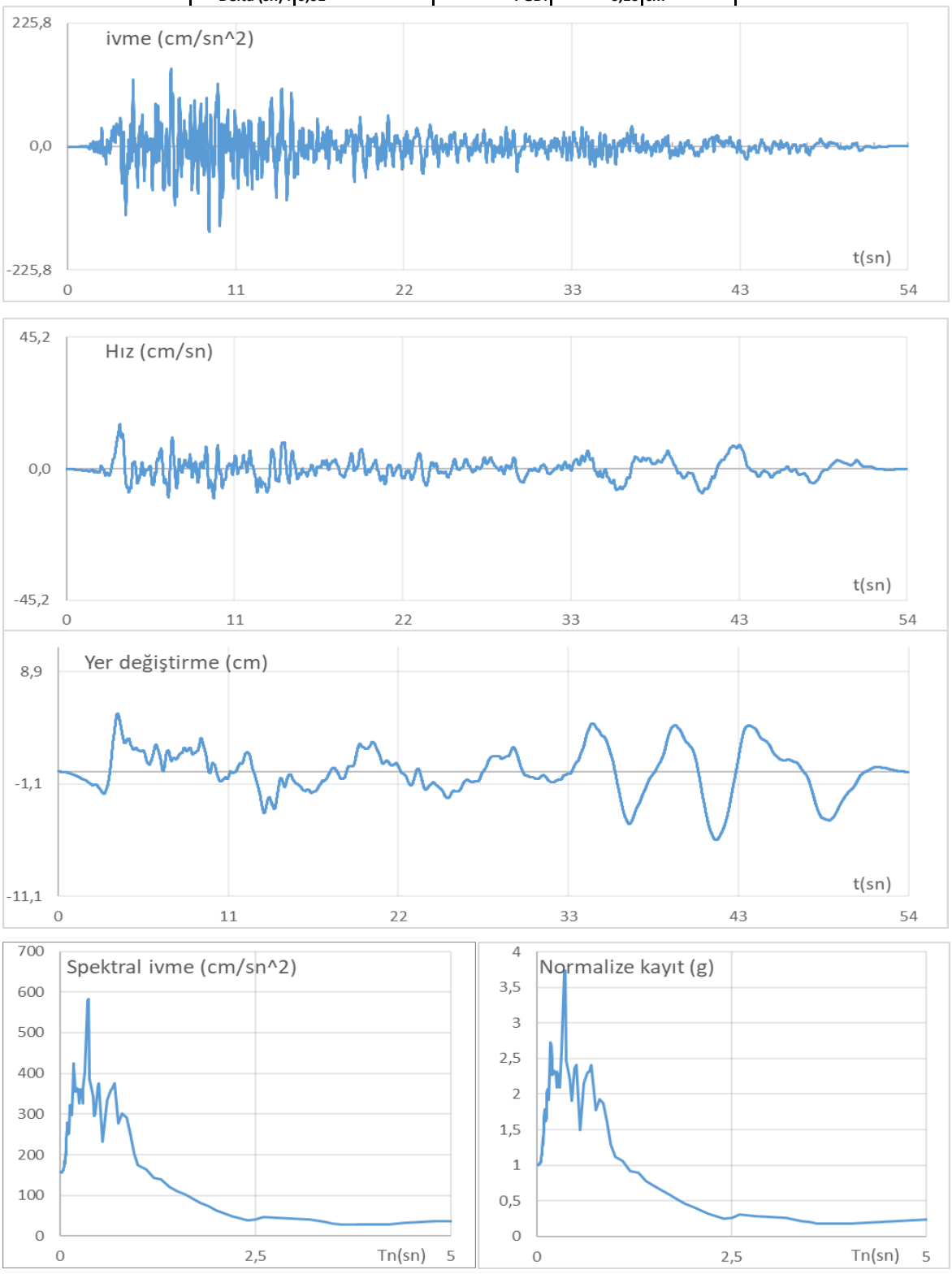
Şekil A.3: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 4 - Northridge, 1/17/1994 depremi				
İstasyon Adı :	Canyon Country	PGA:	462,51	cm/sn2
Bileşen :	270	PGV:	41,11	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	14,57	cm



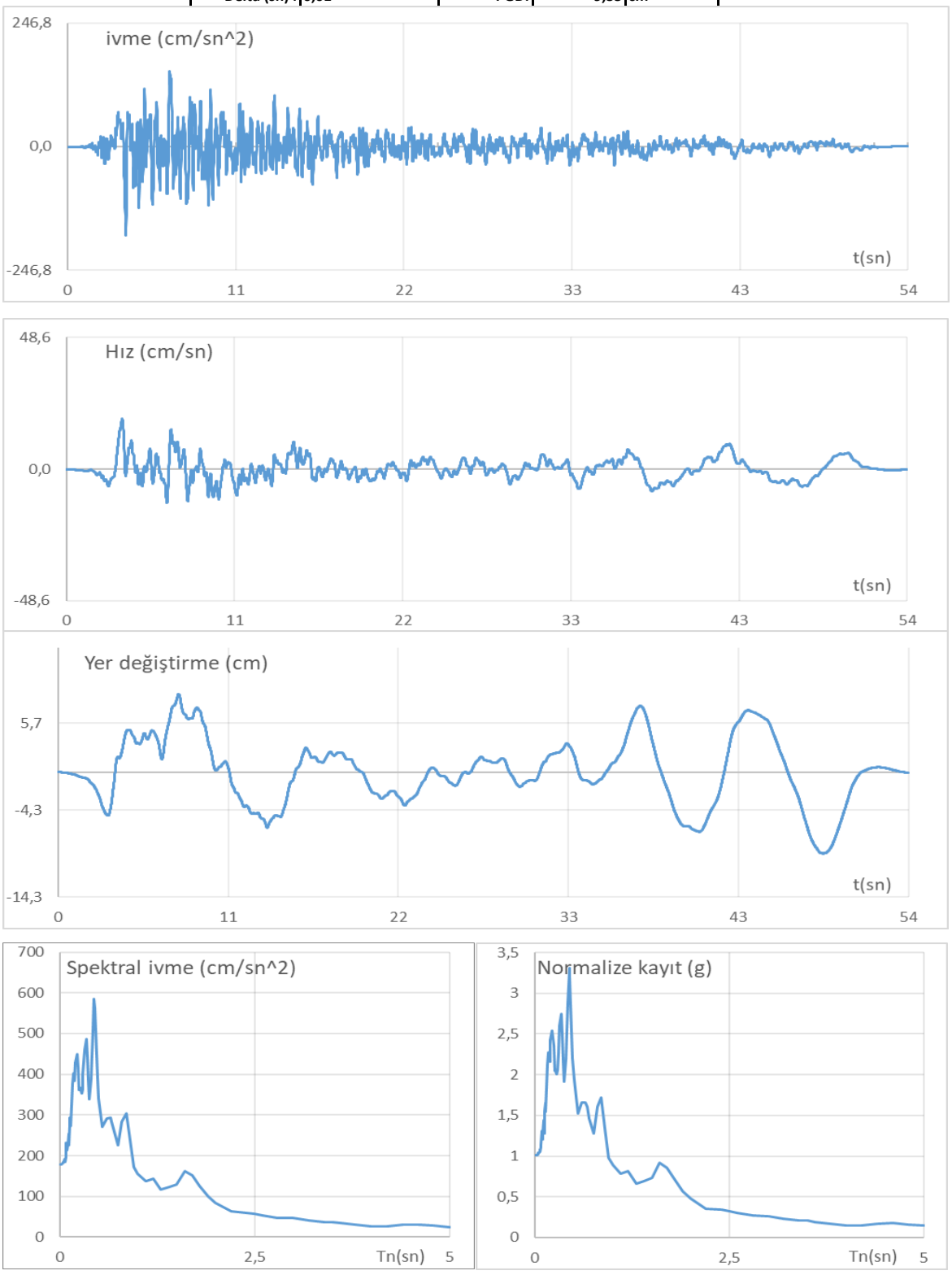
Şekil A.4: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 5 - Kern County, 7/21/1952 depremi				
İstasyon Adı :	Taft Lincoln School	PGA:	155,81	cm/sn2
Bileşen :	21	PGV:	15,22	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	6,10	cm



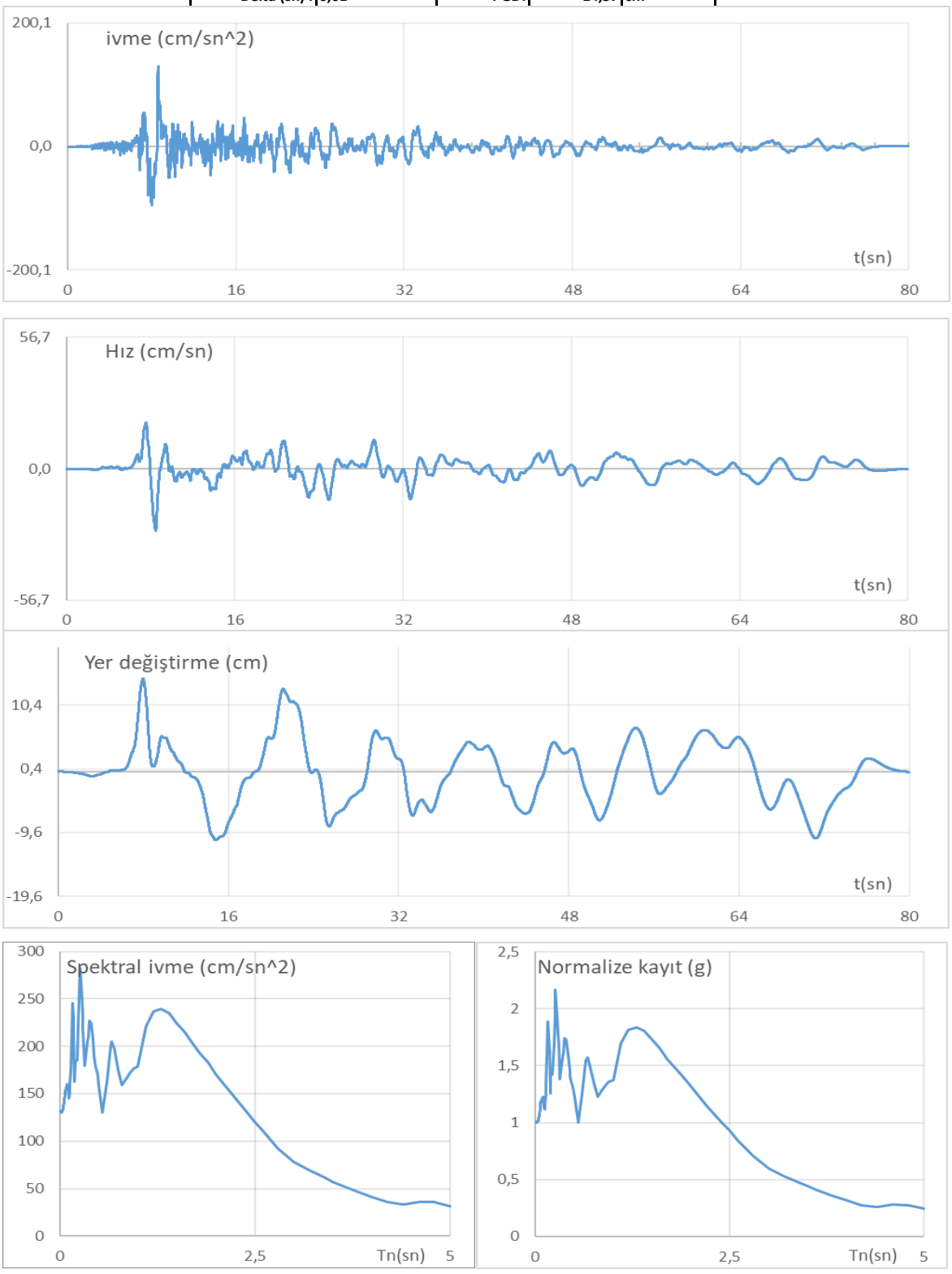
Şekil A.5: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 6 - Kern County, 7/21/1952 depremi				
İstasyon Adı :	Taft Lincoln School	PGA:	176,80	cm/sn2
Bileşen :	111	PGV:	18,62	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	9,35	cm



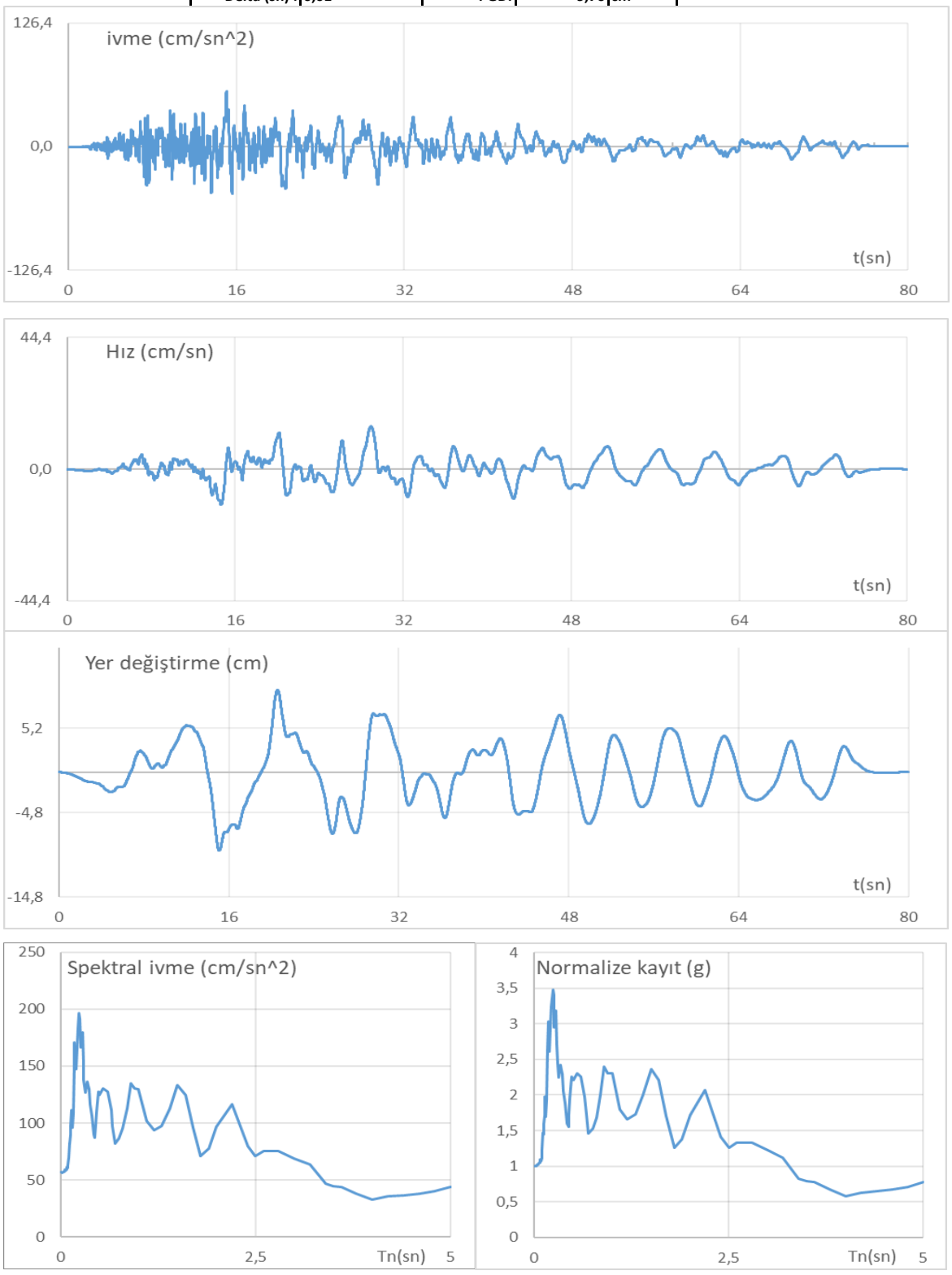
Şekil A.6: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 7 - Borrego Mtn, 4/9/1968 depremi				
İstasyon Adı :	El Centro Array	PGA:	130,11	cm/sn2
Bileşen :	180	PGV:	26,69	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	14,57	cm



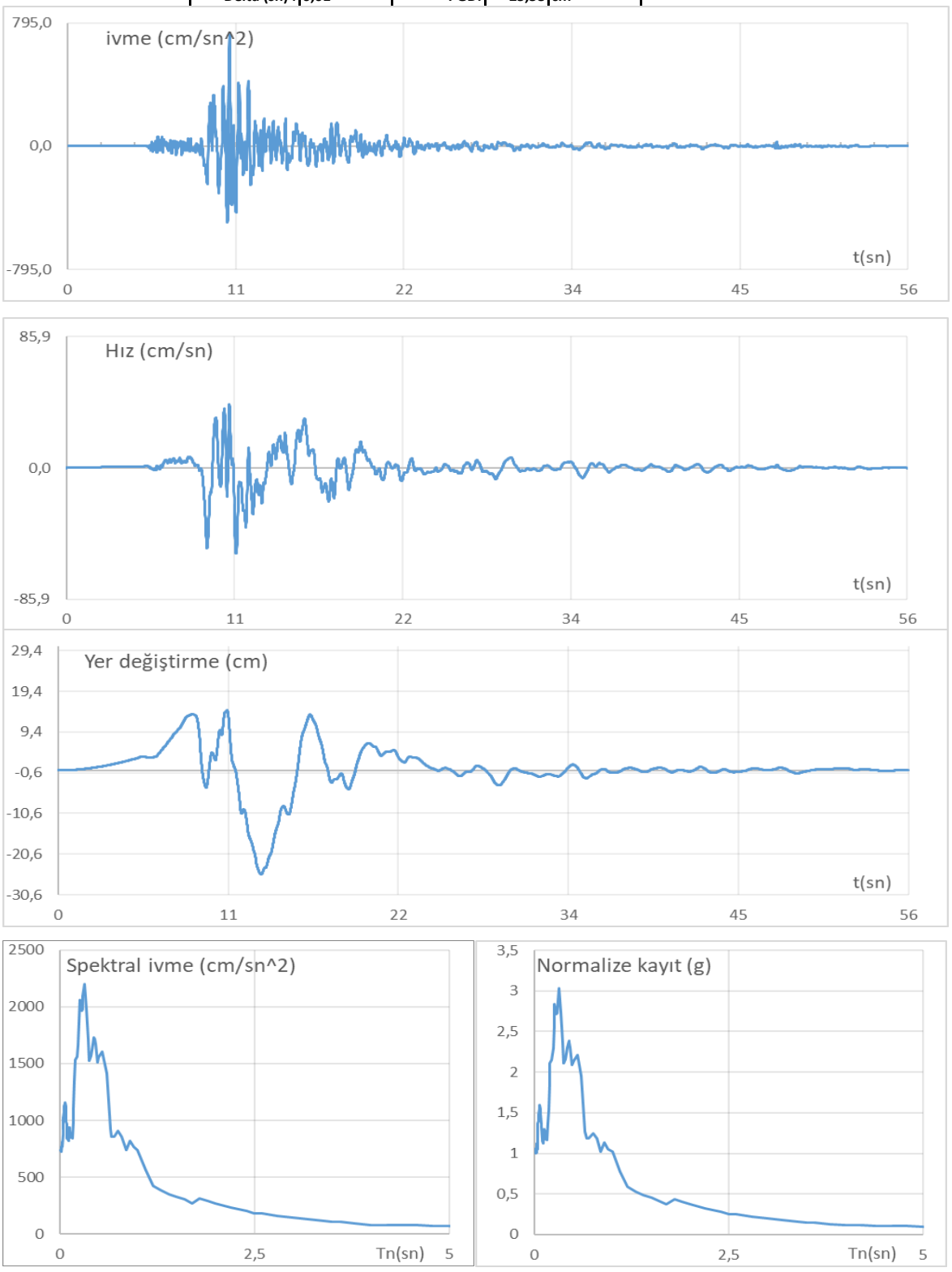
Şekil A.7: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 8 - Borrego Mtn, 4/9/1968 depremi				
İstasyon Adı :	El Centro Array	PGA:	56,42	cm/sn2
Bileşen :	270	PGV:	14,42	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	9,76	cm



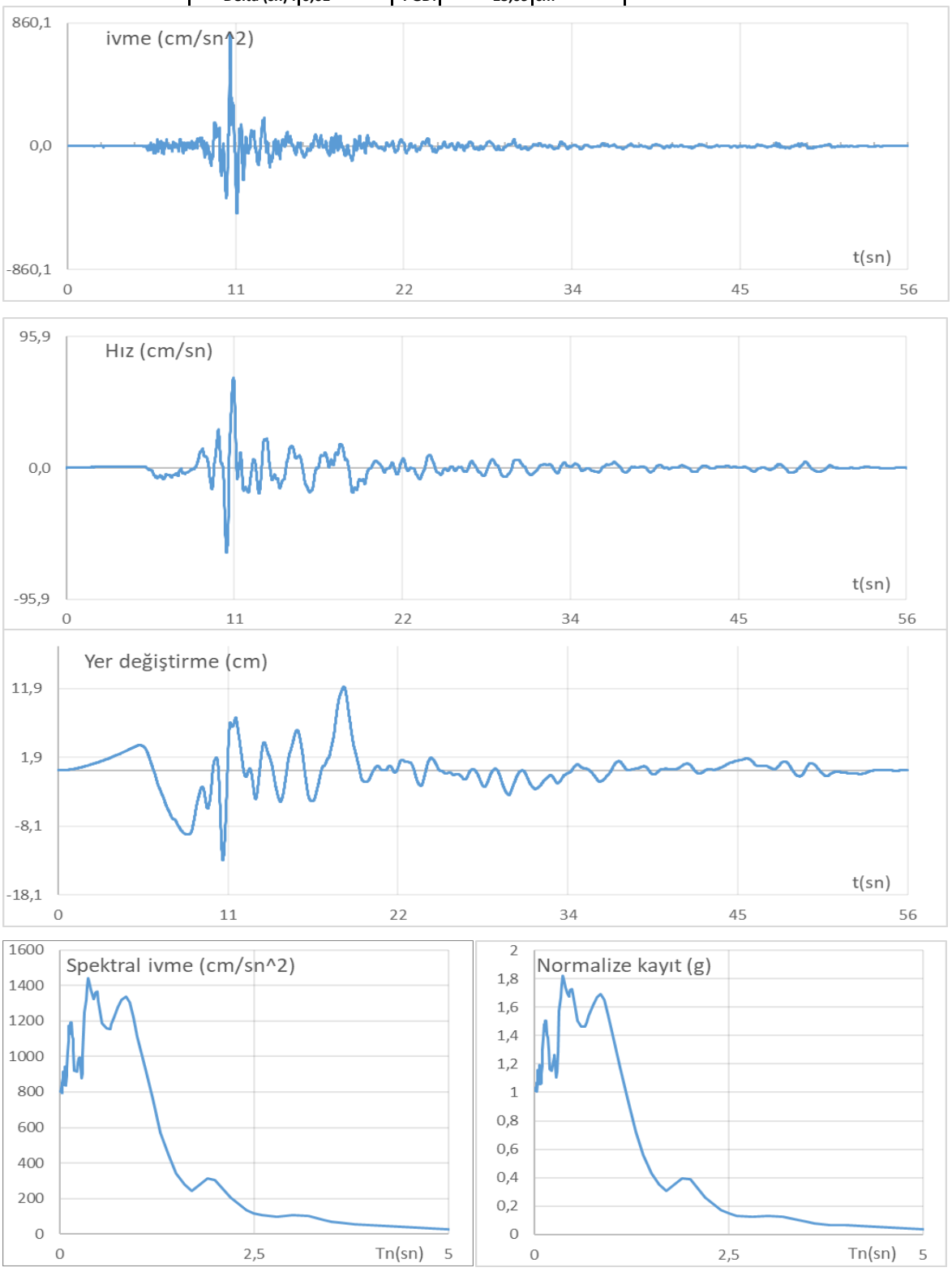
Şekil A.8: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 9 - Duzce Turkey, 11/12/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Bolu	PGA:	724,95	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	55,92	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	25,58	cm



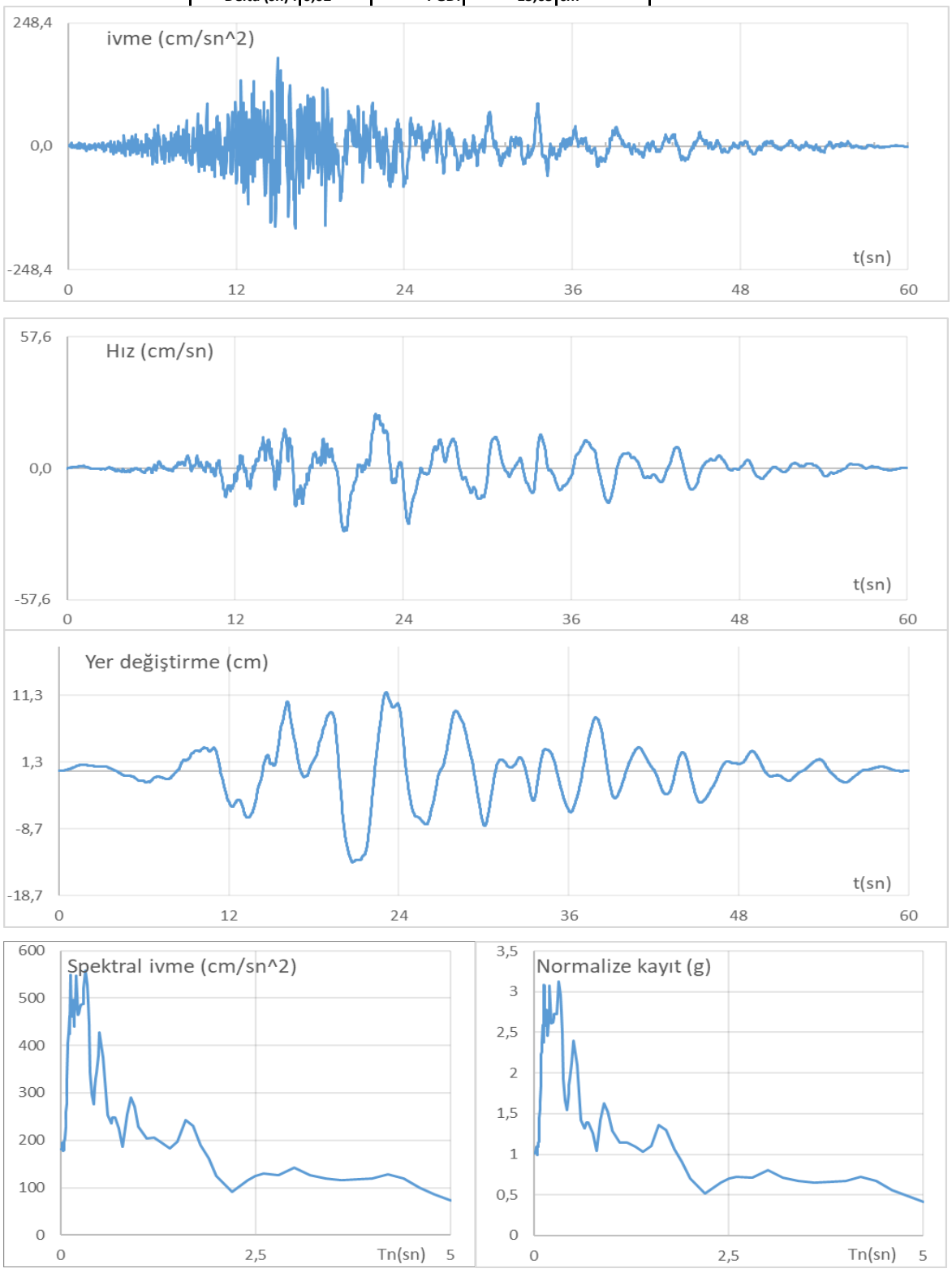
Şekil A.9: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 10 - Duzce Turkey, 11/12/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Bolu	PGA:	790,10	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	65,86	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	13,09	cm



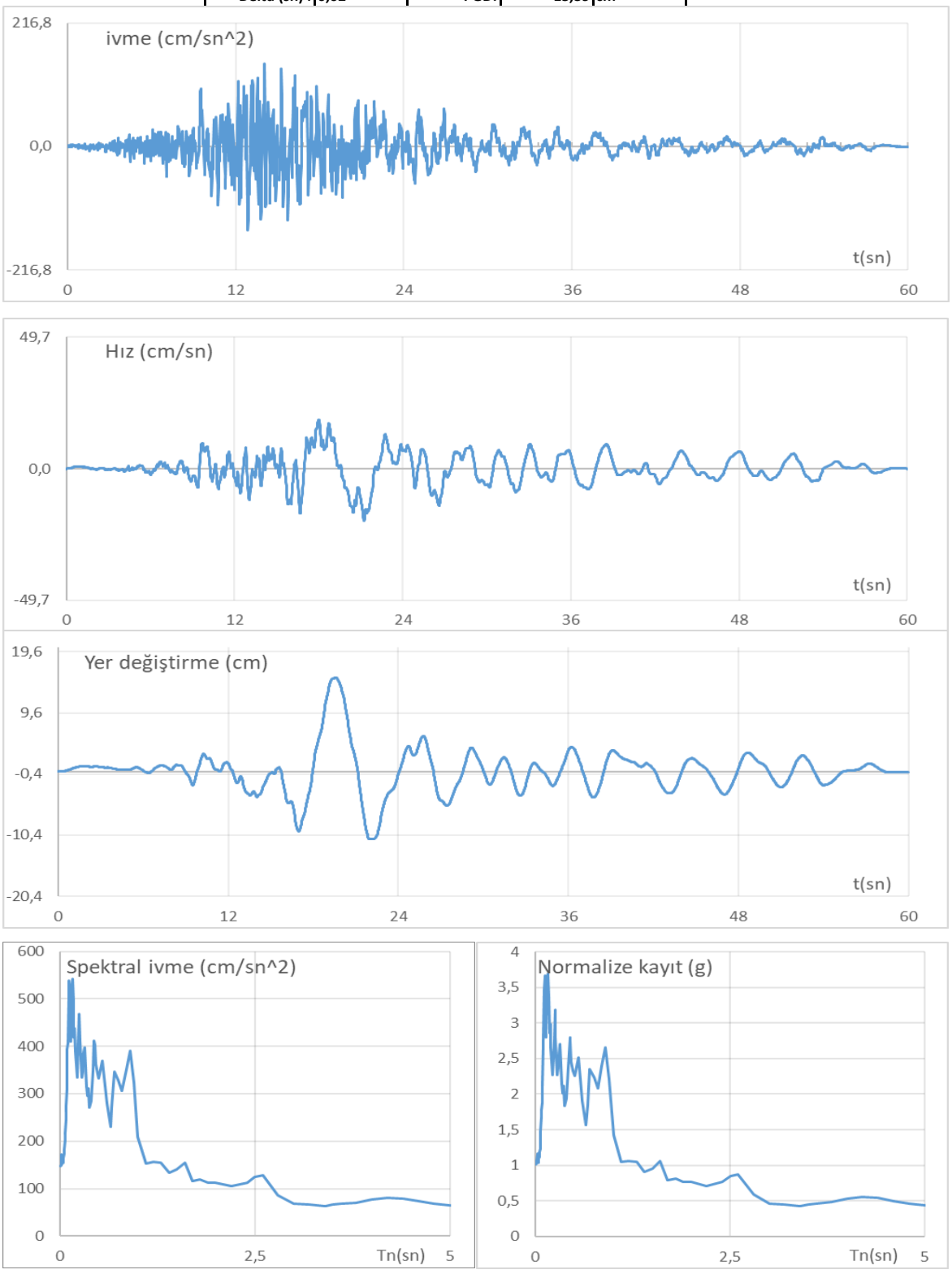
Şekil A.10: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 11 - Hector Mine, 10/16/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Armboy	PGA:	178,40	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	27,60	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	13,65	cm



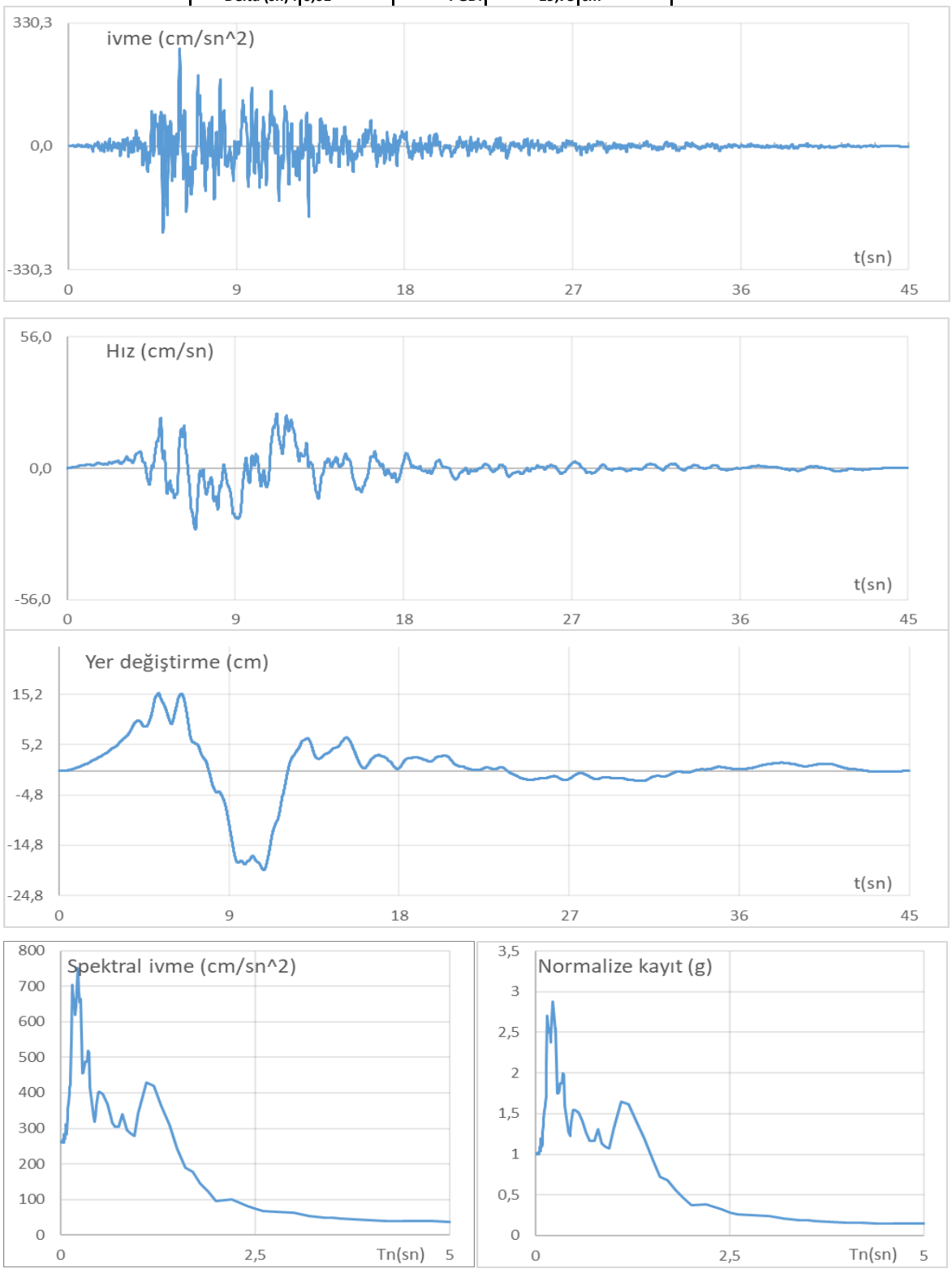
Şekil A.11: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 12 - Hector Mine, 10/16/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Armboy	PGA:	146,83	cm/sn2
Bileşen :	360	PGV:	19,74	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	15,39	cm



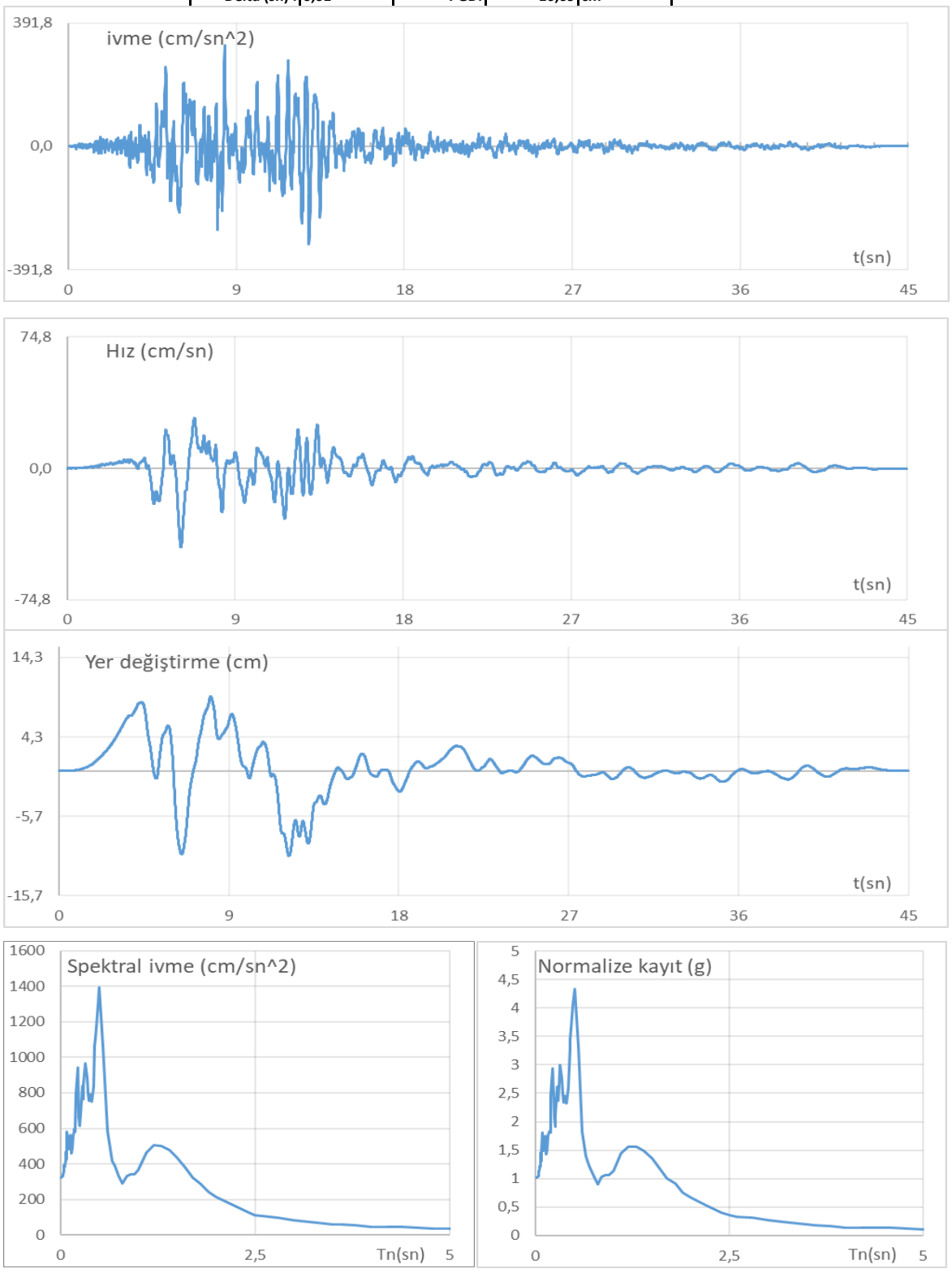
Şekil A.12: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 13 - Hector Mine, 10/16/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Hector	PGA:	260,33	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	26,01	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	19,75	cm



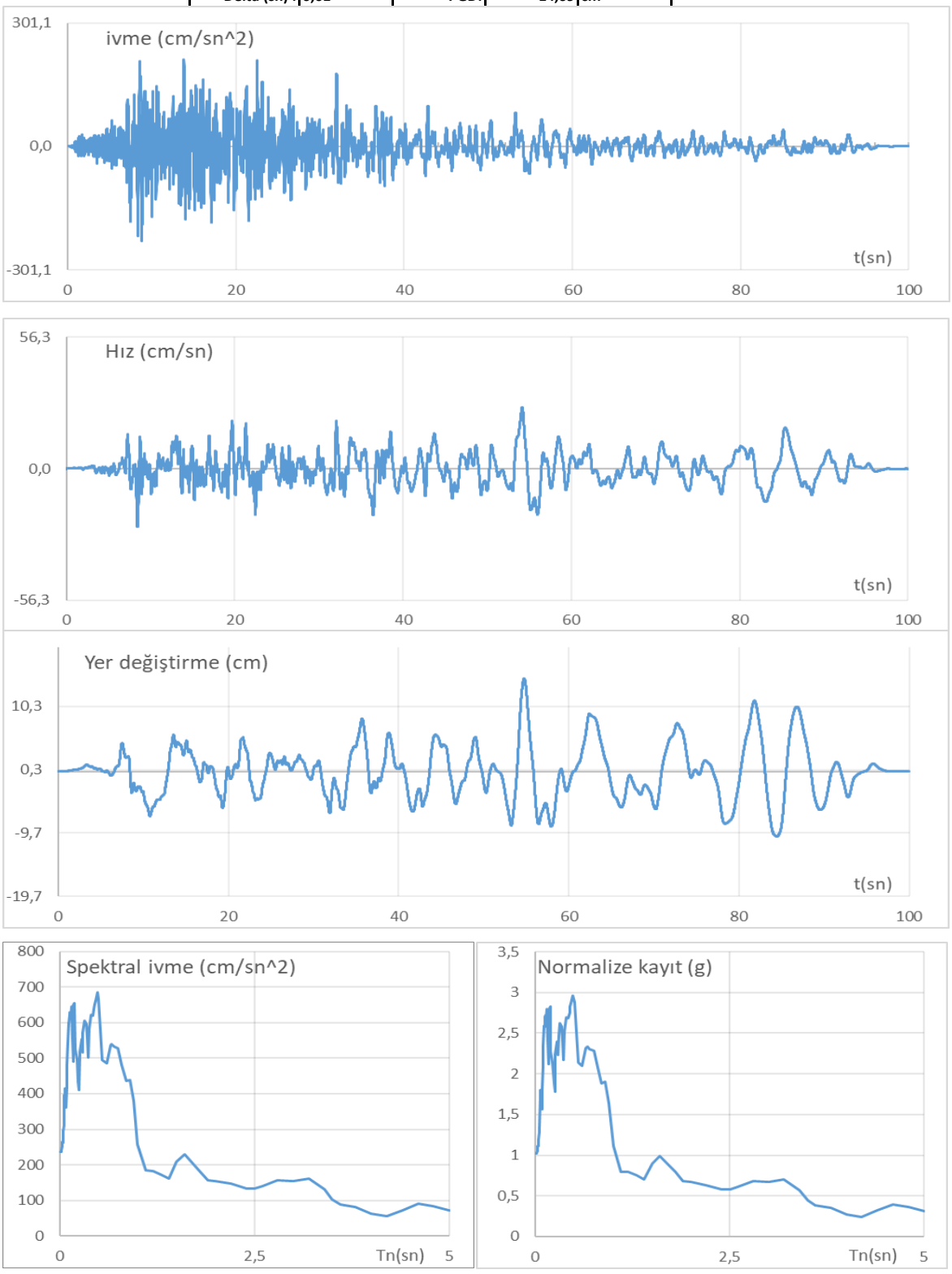
Şekil A.13: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 14 - Hector Mine, 10/16/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Hector	PGA:	321,84	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	44,76	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	10,69	cm



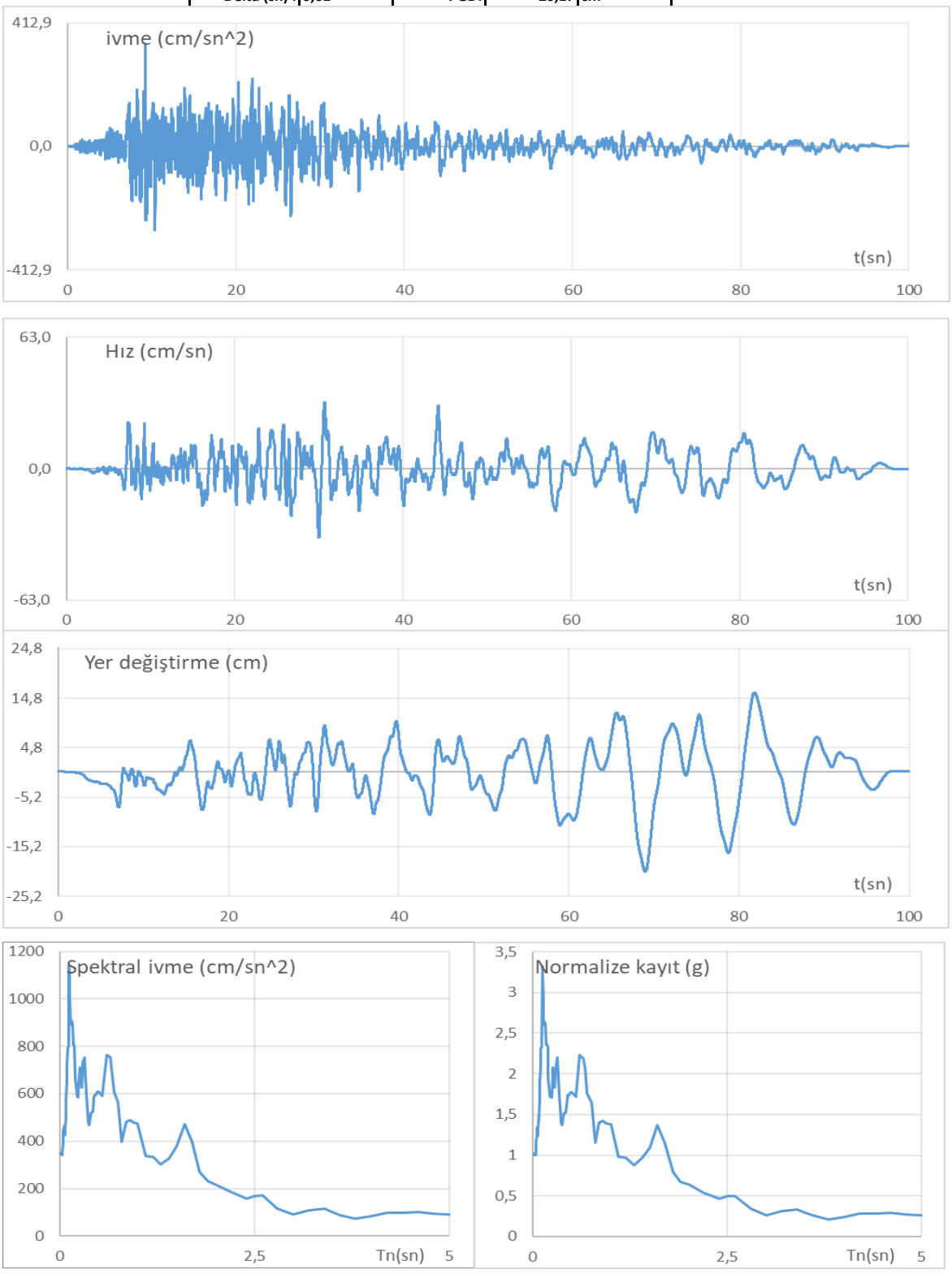
Şekil A.14: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 15 - Imperial Valley, 10/15/1979 depremi				
İstasyon Adı :	Delta	PGA:	231,14	cm/sn2
Bileşen :	262	PGV:	26,32	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	14,69	cm



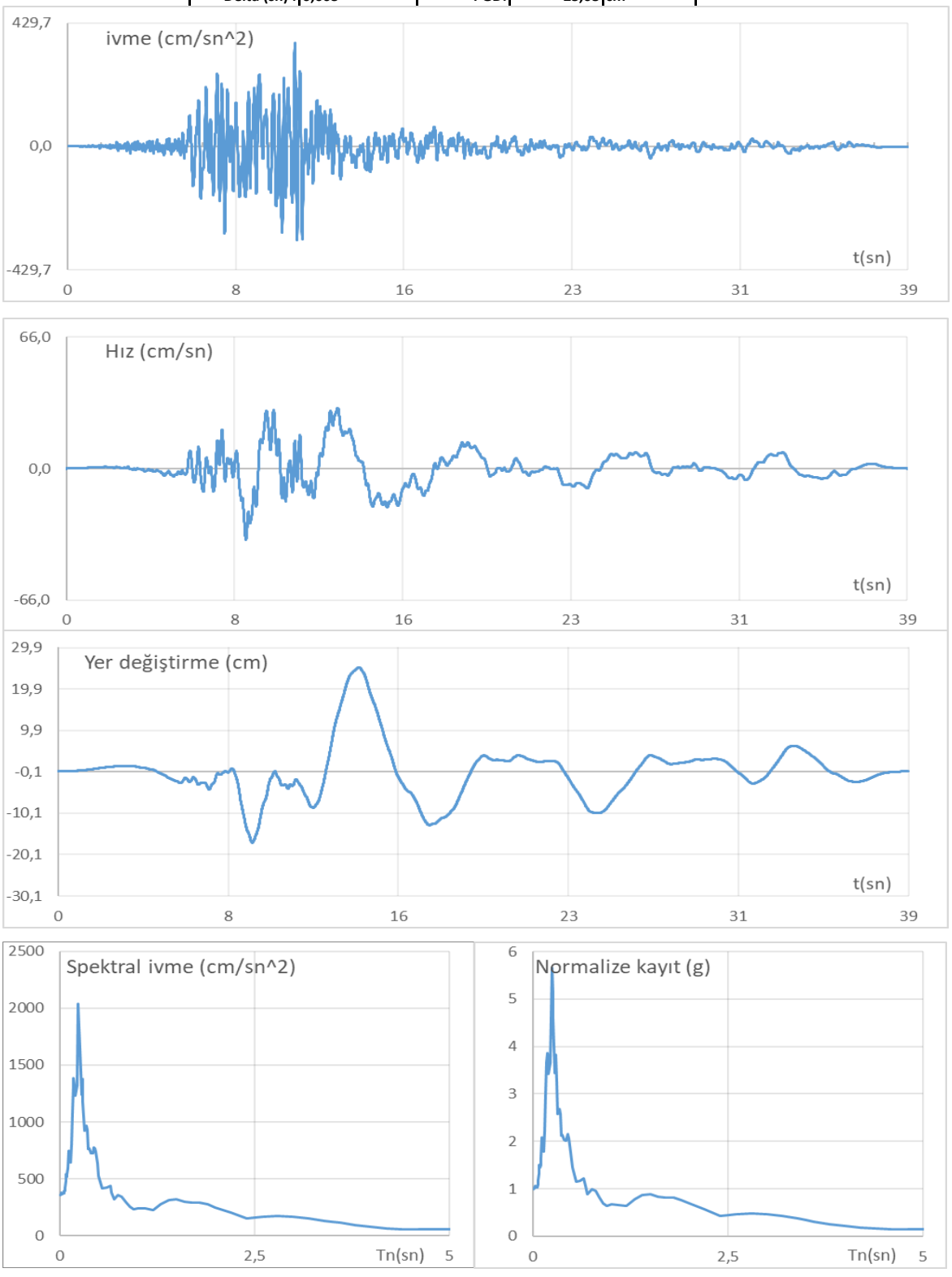
Şekil A.15: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 16 - Imperial Valley, 10/15/1979 depremi				
İstasyon Adı :	Delta	PGA:	342,94	cm/sn2
Bileşen :	352	PGV:	32,99	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	20,17	cm



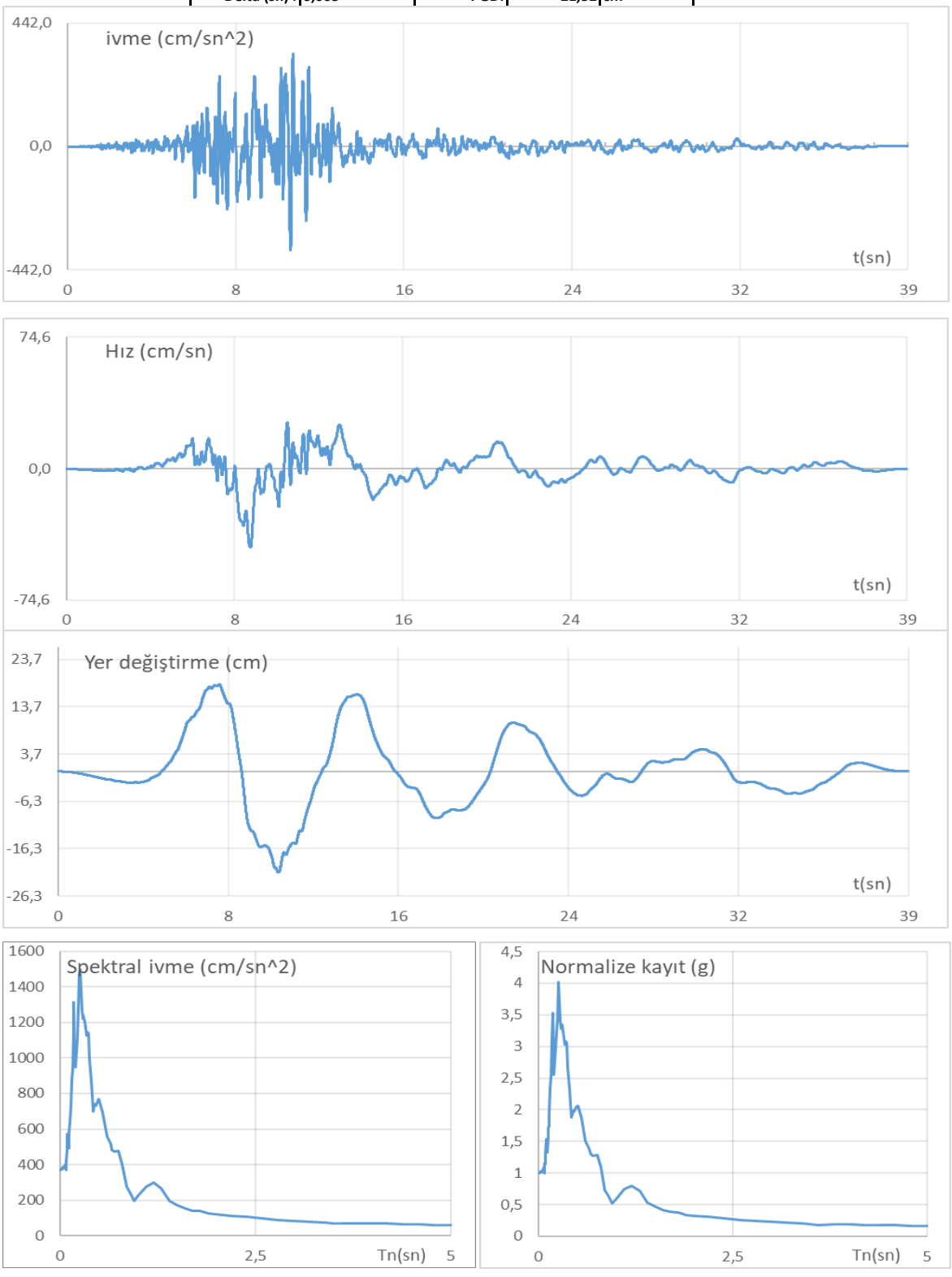
Şekil A.16: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 17 - Imperial Valley, 10/15/1979 depremi				
İstasyon Adı :	El centro Array	PGA:	359,72	cm/sn2
Bileşen :	140	PGV:	36,01	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	25,08	cm



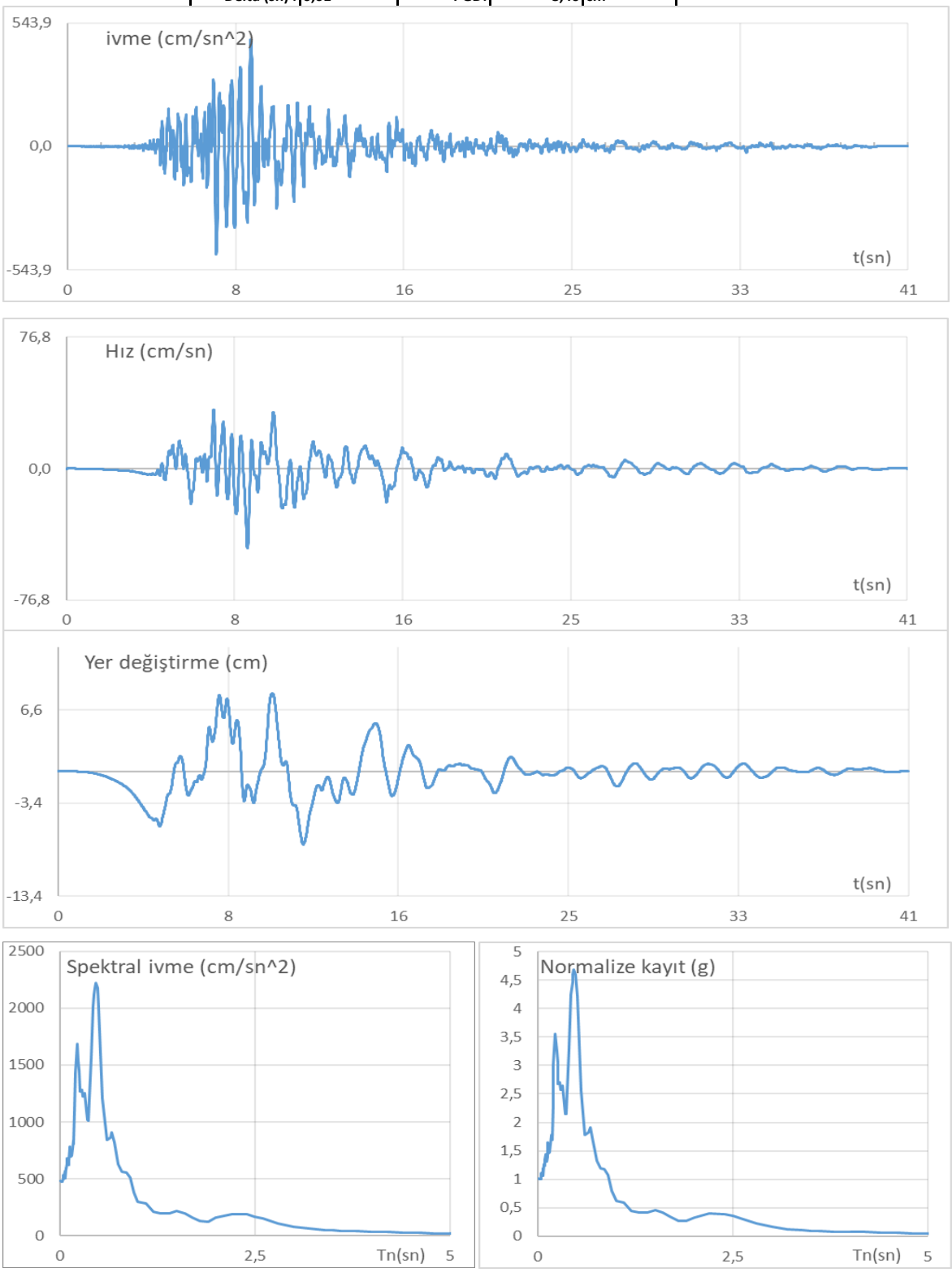
Şekil A.17: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 18 - Imperial Valley, 10/15/1979 depremi				
İstasyon Adı :	El centro Array	PGA:	372,03	cm/sn2
Bileşen :	230	PGV:	44,59	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	21,32	cm



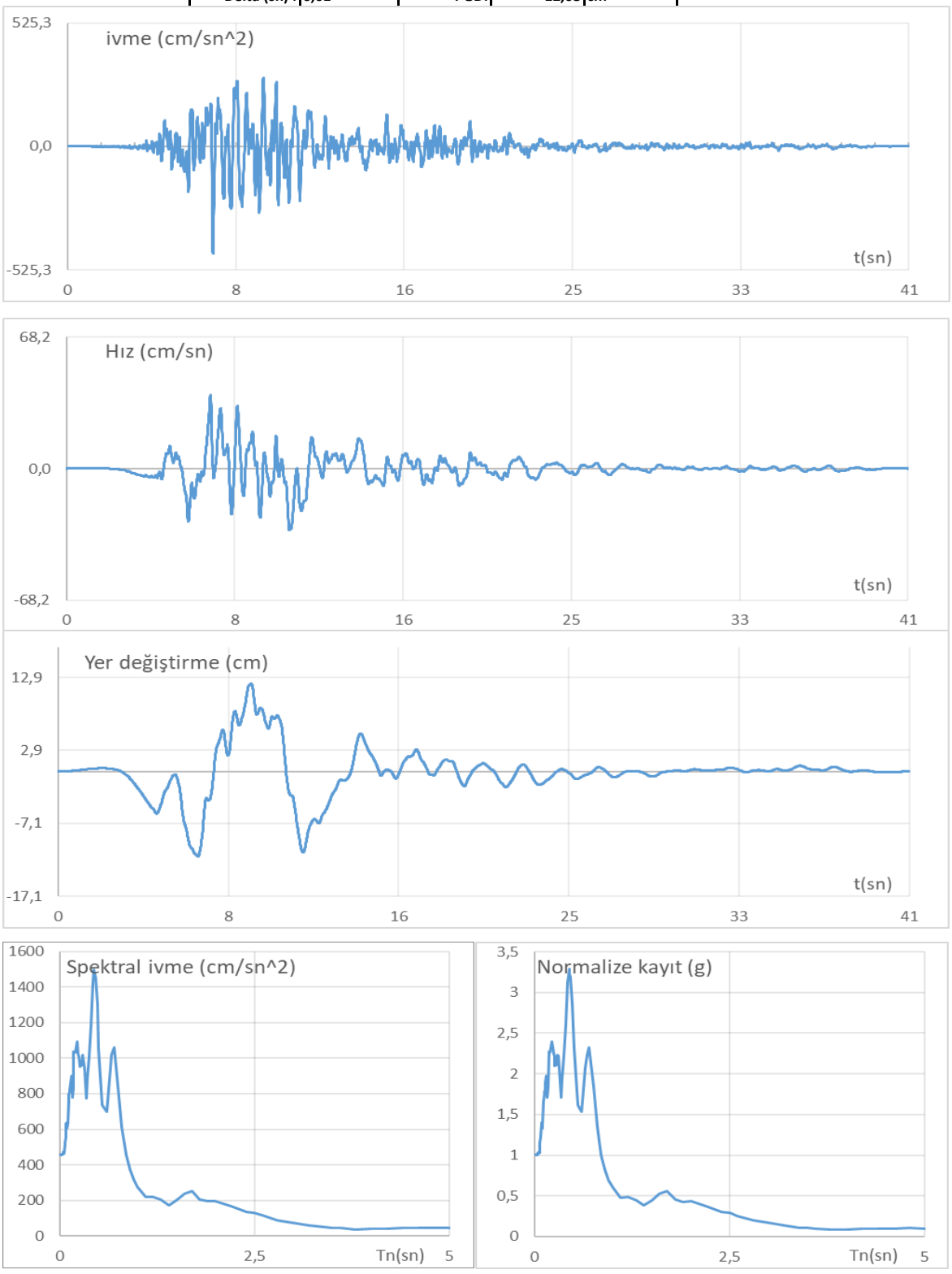
Şekil A.18: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 19 - Kobe Japan, 1/16/1995 depremi				
İstasyon Adı :	Nishi-Akashi	PGA:	473,88	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	46,81	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	8,40	cm



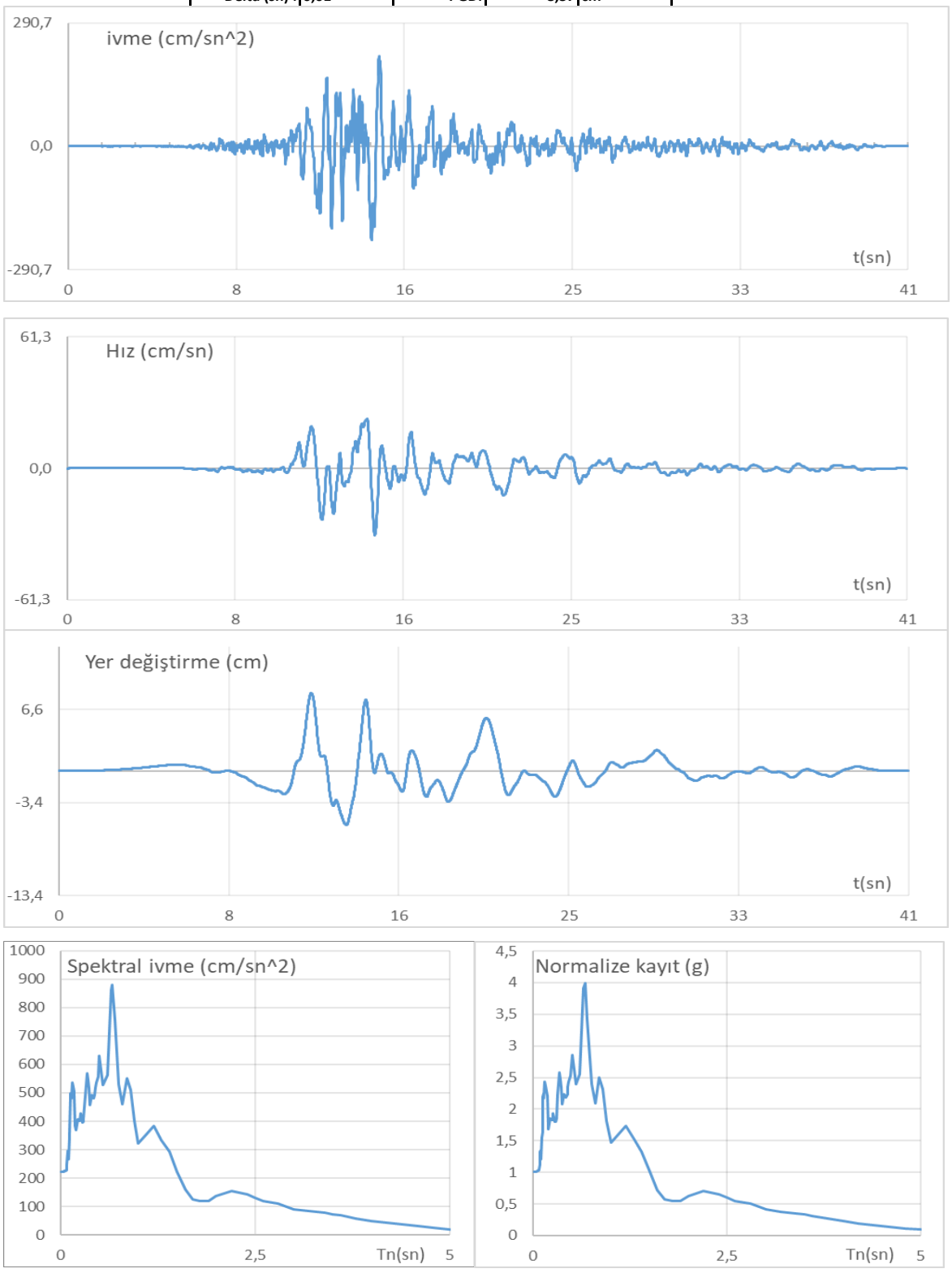
Şekil A.19: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 20 - Kobe Japan, 1/16/1995 depremi				
İstasyon Adı :	Nishi-Akashi	PGA:	455,34	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	38,25	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	12,08	cm



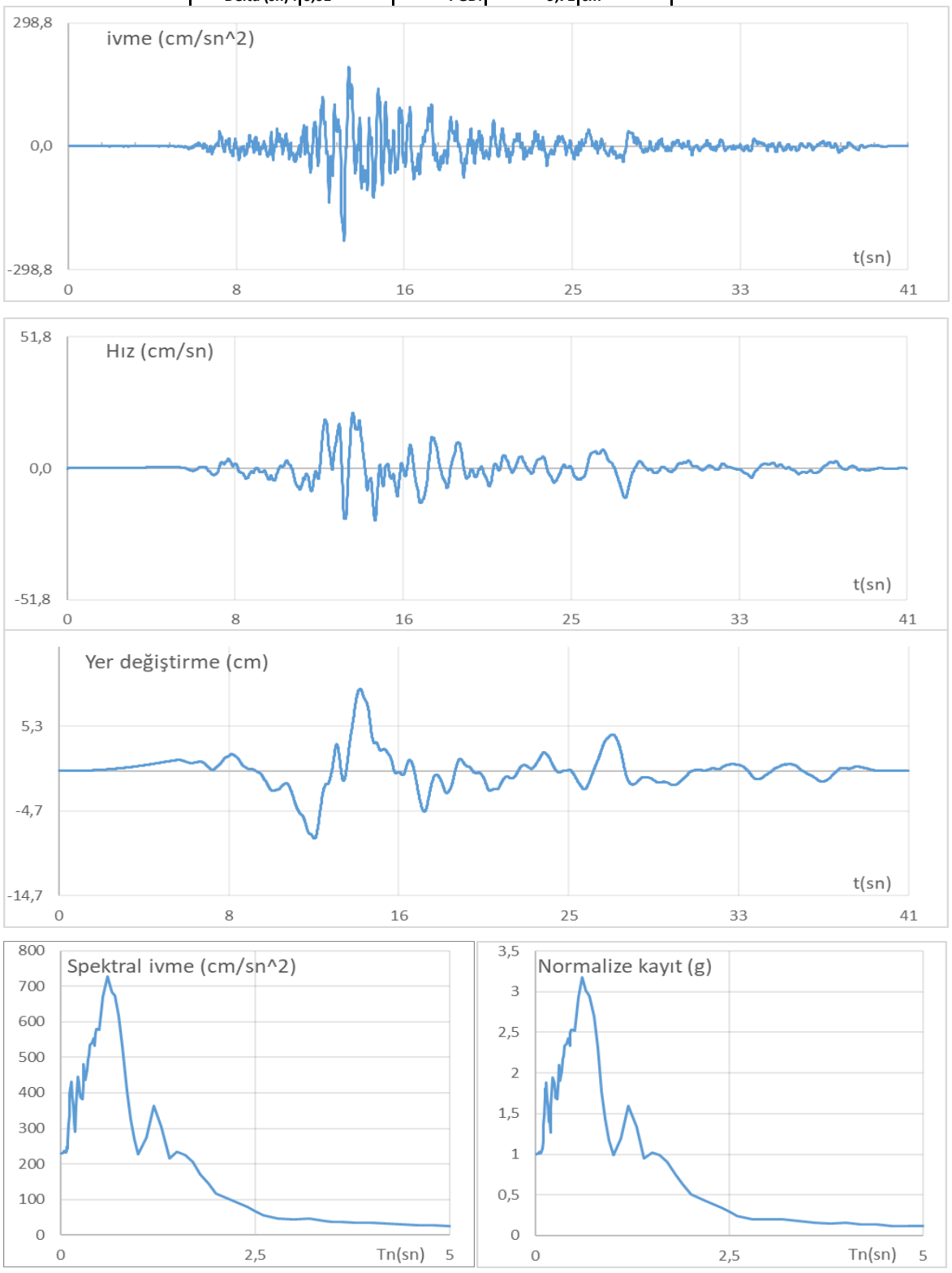
Şekil A.20: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 21 - Kobe Japan, 1/16/1995 depremi				
İstasyon Adı :	Shin-Osaka	PGA:	220,65	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	31,32	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	8,37	cm



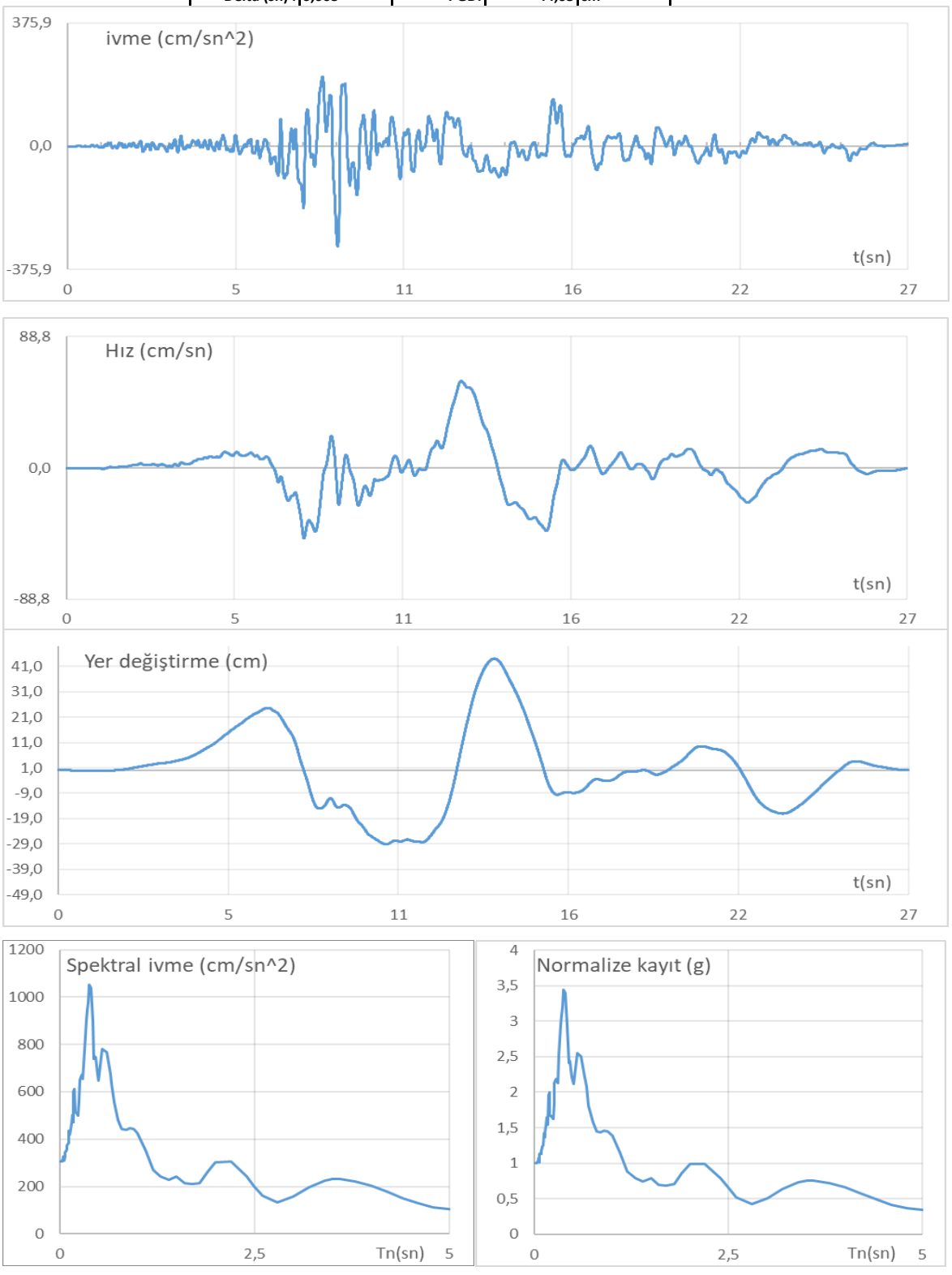
Şekil A.21: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 22 - Kobe Japan, 1/16/1995 depremi				
İstasyon Adı :	Shin-Osaka	PGA:	228,84	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	21,81	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	9,71	cm



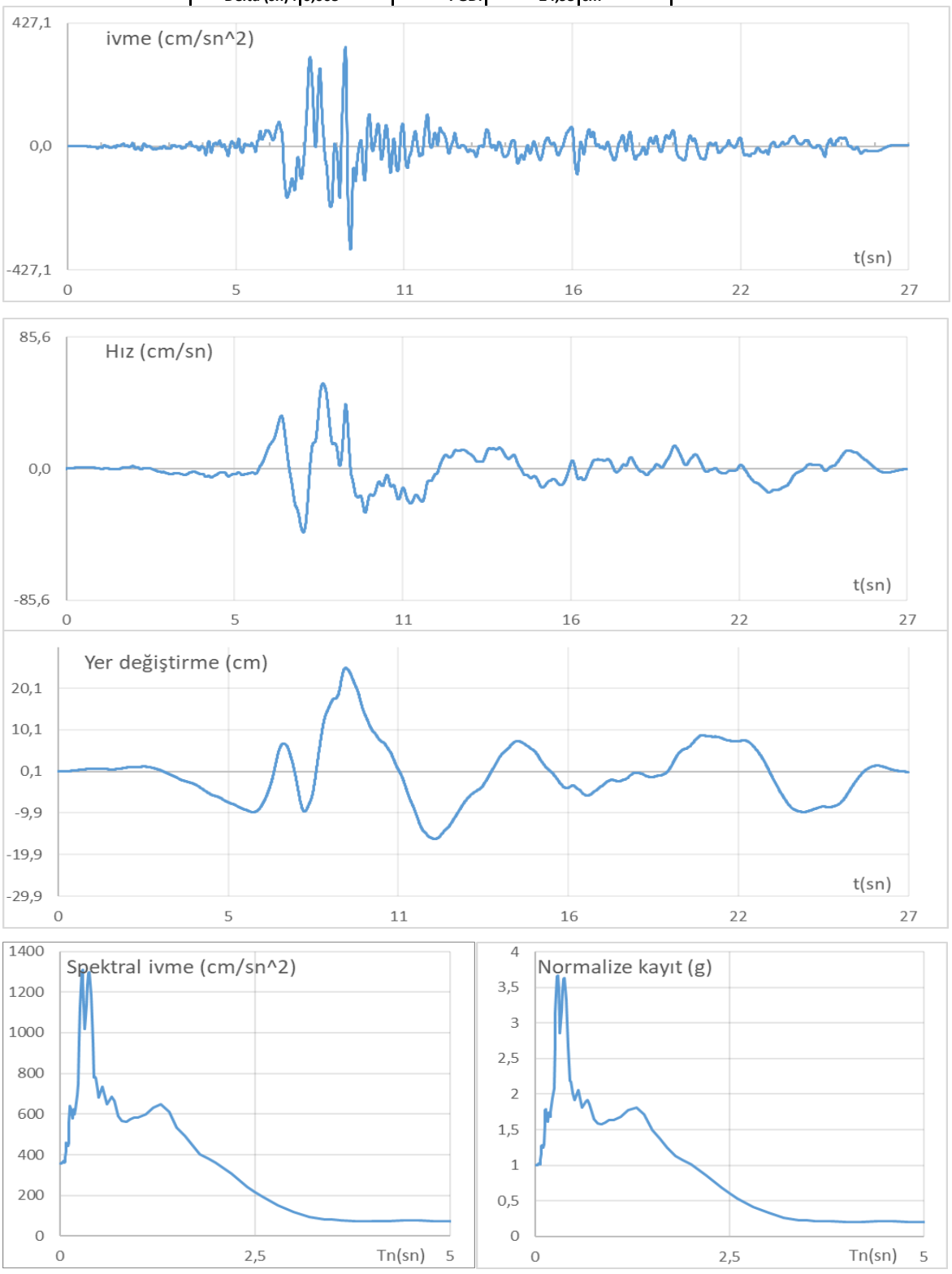
Şekil A.22: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 23 - Kocaeli Turkey, 8/17/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Duzce	PGA:	305,88	cm/sn2
Bileşen :	180	PGV:	58,85	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	44,05	cm



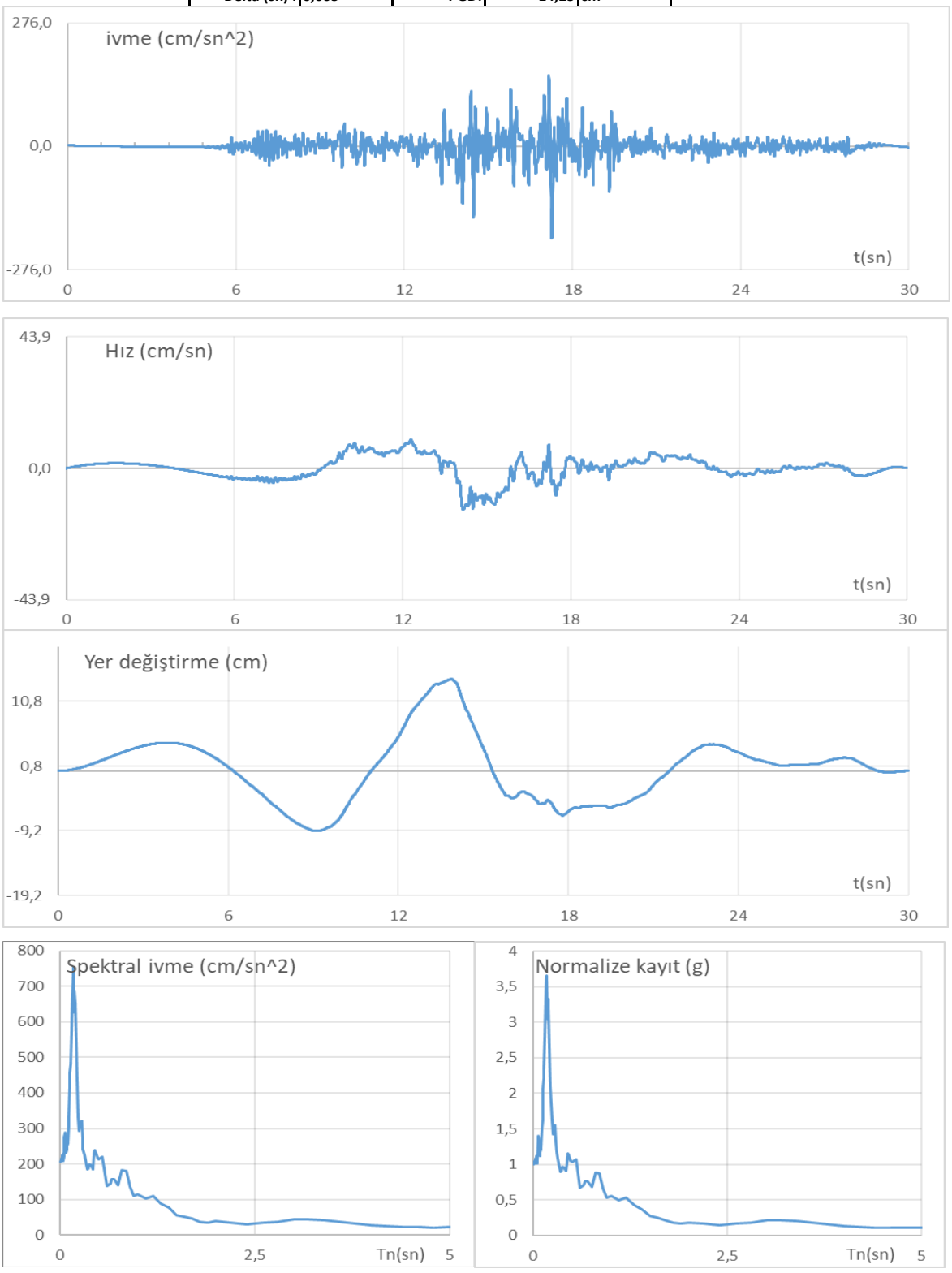
Şekil A.23: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 24 - Kocaeli Turkey, 8/17/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Duzce	PGA:	357,14	cm/sn2
Bileşen :	270	PGV:	55,64	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	24,95	cm



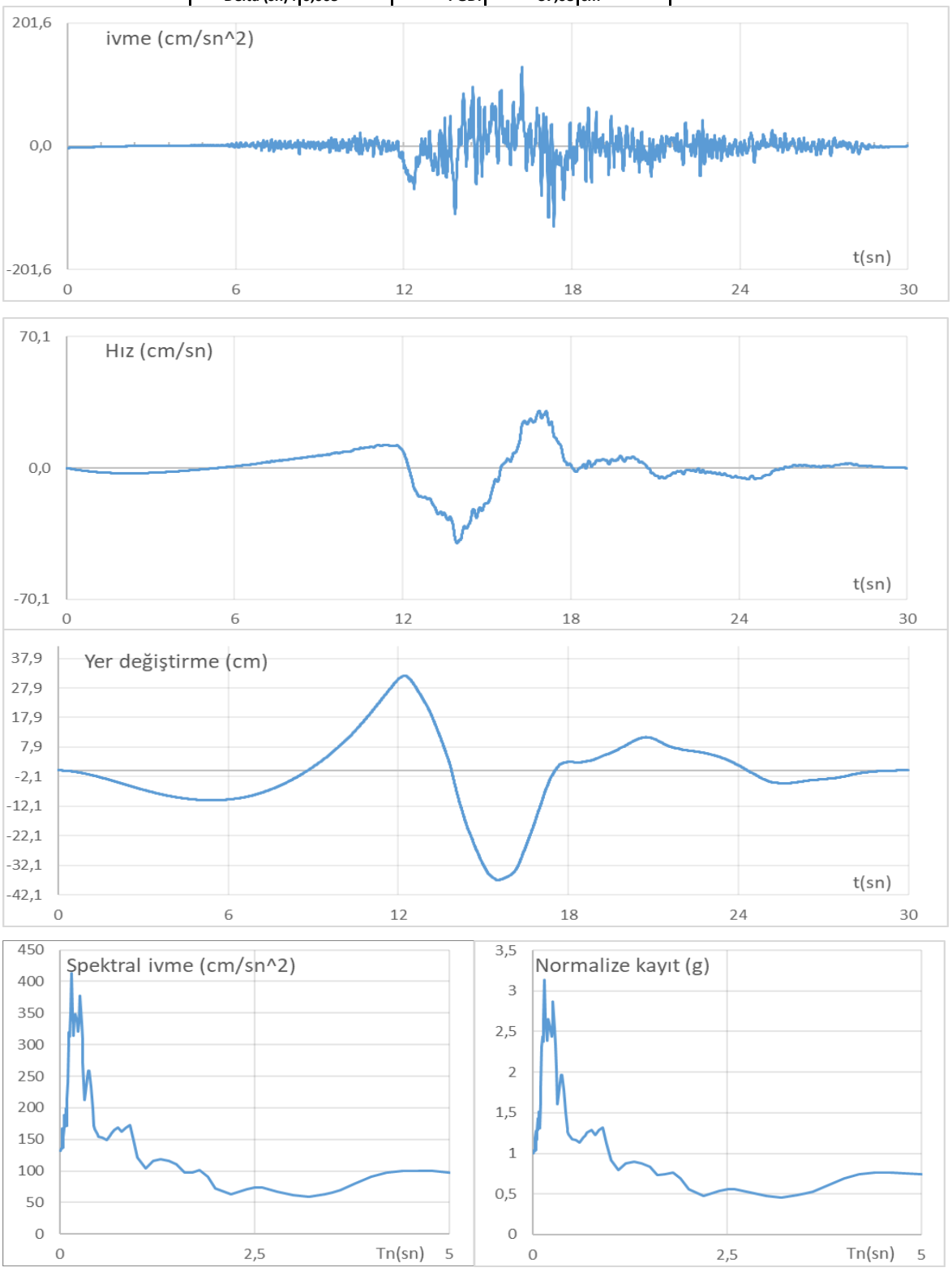
Şekil A.24: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 25 - Kocaeli Turkey, 8/17/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Arcelik	PGA:	206,02	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	13,95	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	14,23	cm



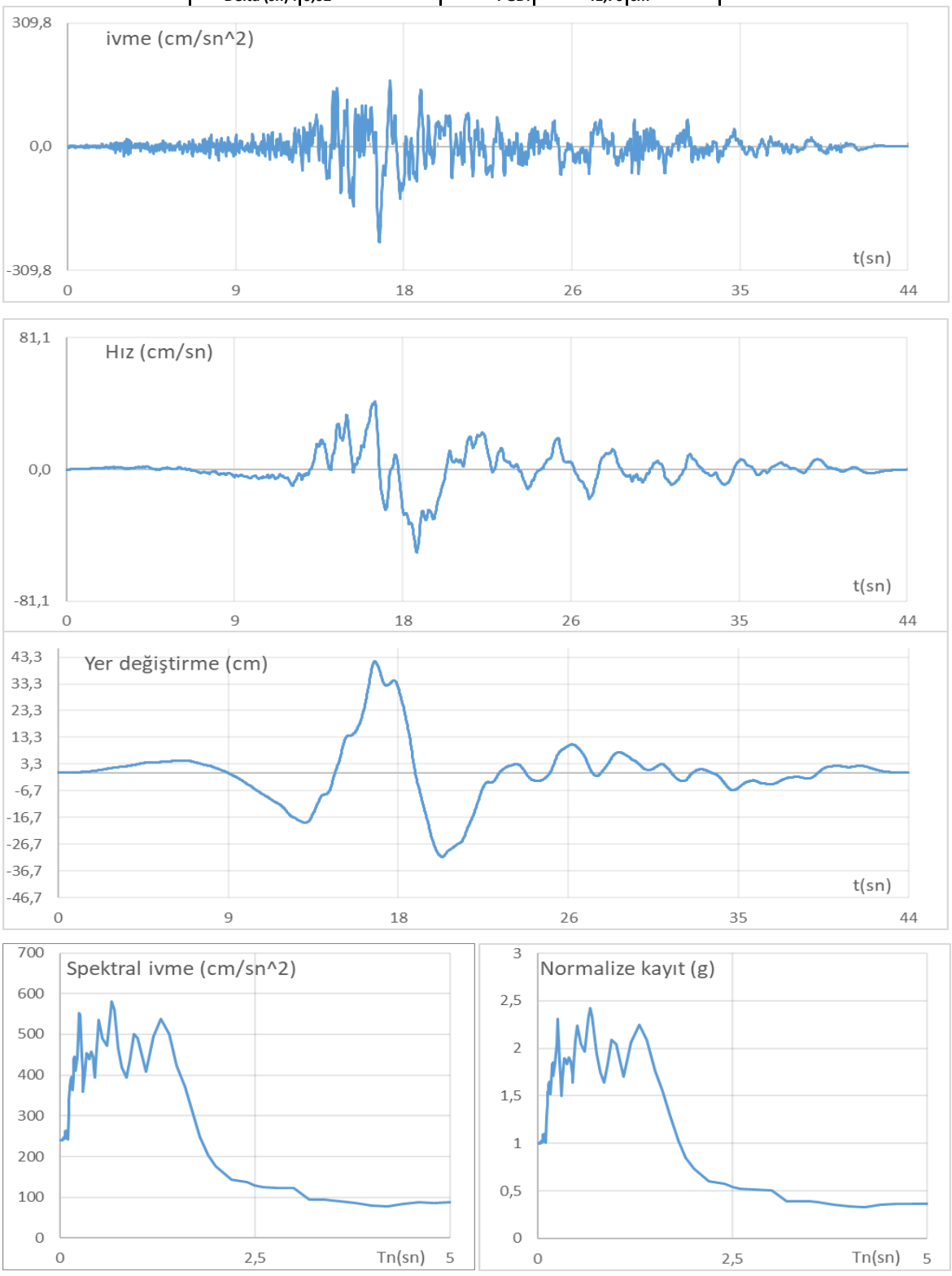
Şekil A.25: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 26 - Kocaeli Turkey, 8/17/1999 depremi				
İstasyon Adı :	Arcelik	PGA:	131,60	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	40,05	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	37,08	cm



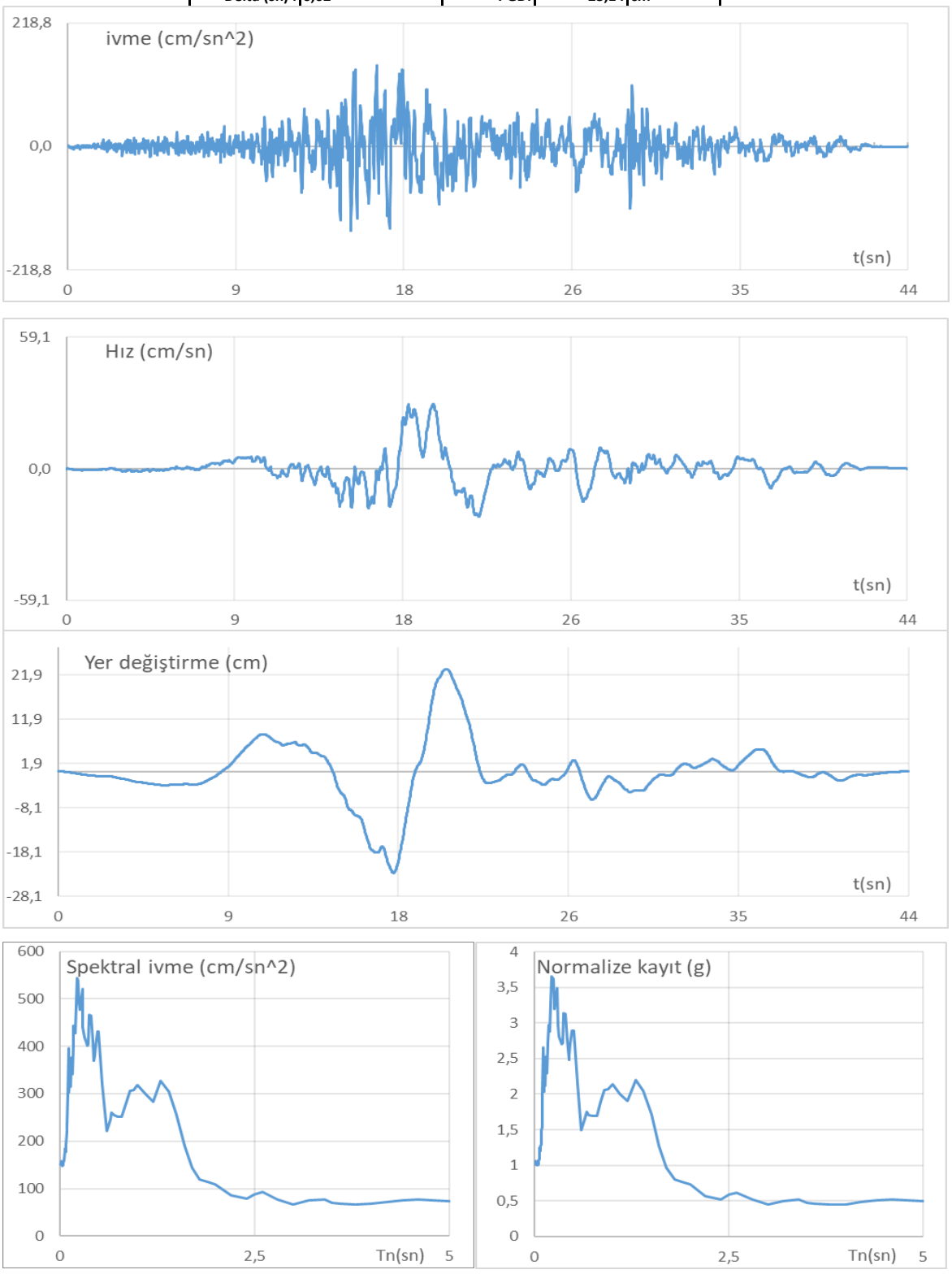
Şekil A.26: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 27 - Landers, 6/28/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Yermo Fire Station	PGA:	239,79	cm/sn2
Bileşen :	270	PGV:	51,11	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	41,70	cm



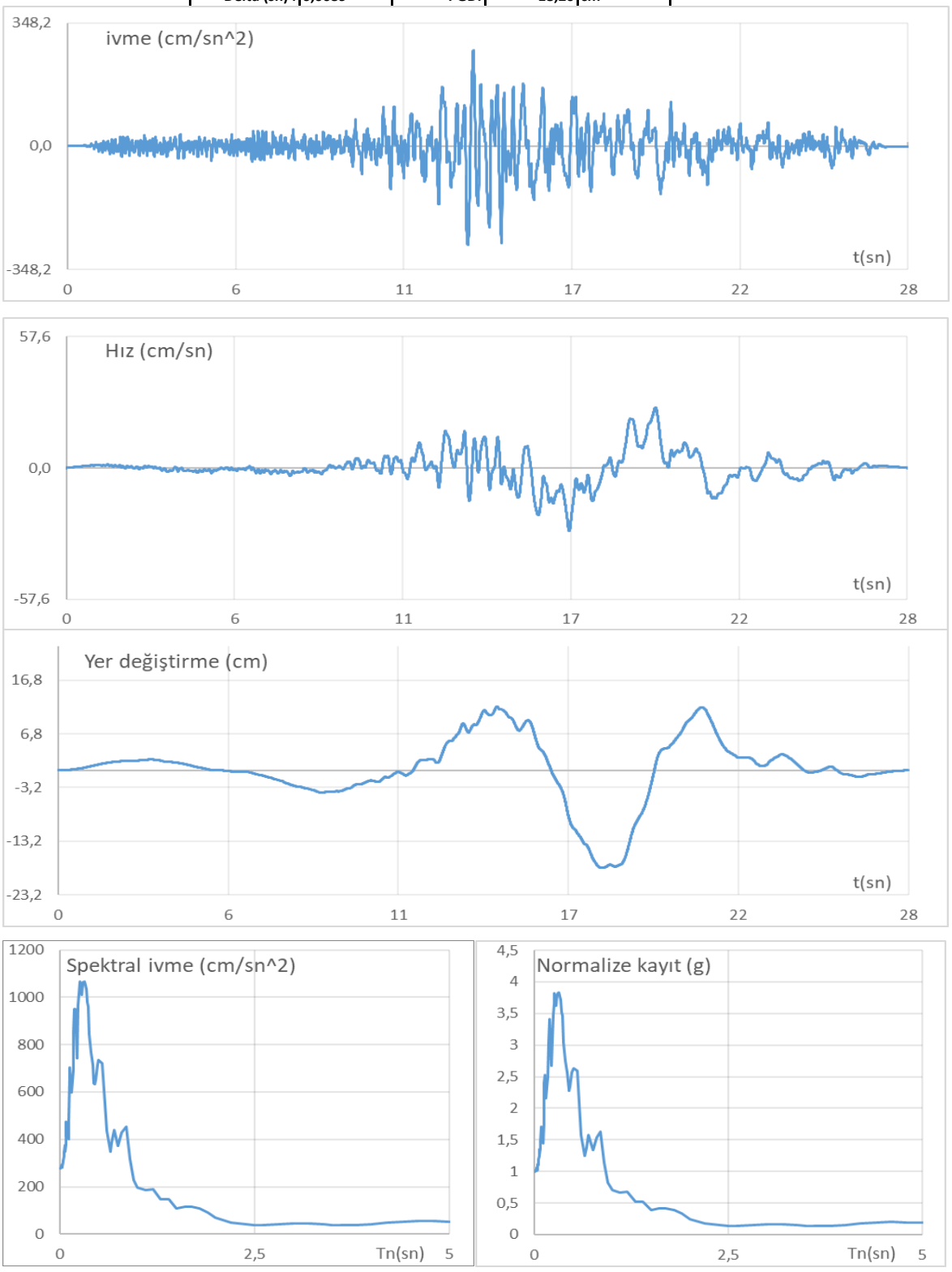
Şekil A.27: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 28 - Landers, 6/28/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Yermo Fire Station	PGA:	148,82	cm/sn2
Bileşen :	360	PGV:	29,08	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	23,14	cm



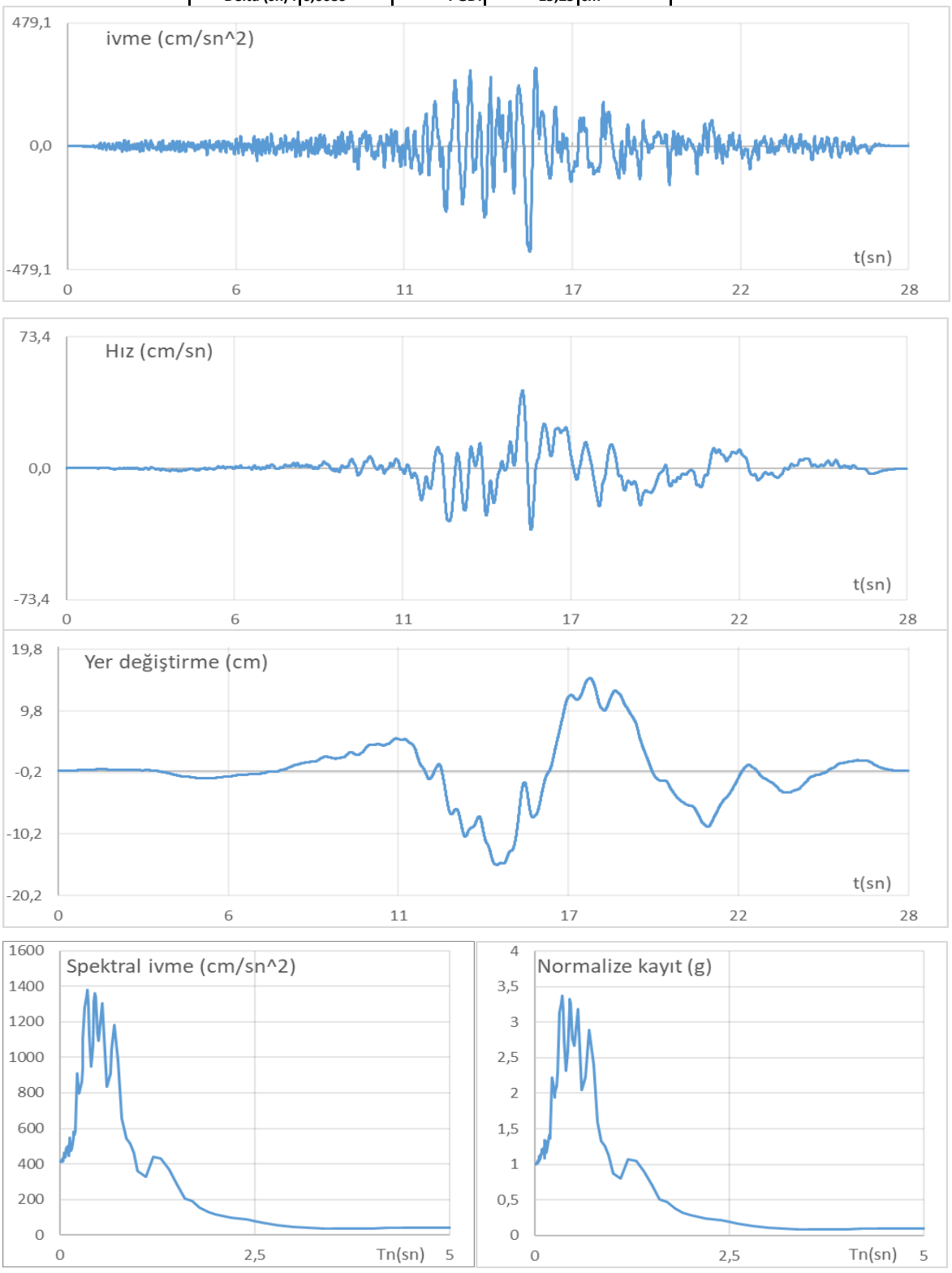
Şekil A.28: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 29 - Landers, 6/28/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Coolwater	PGA:	278,20	cm/sn2
Bileşen :	LN	PGV:	27,61	cm/sn
Delta (sn) :	0,0039	PGD:	18,20	cm



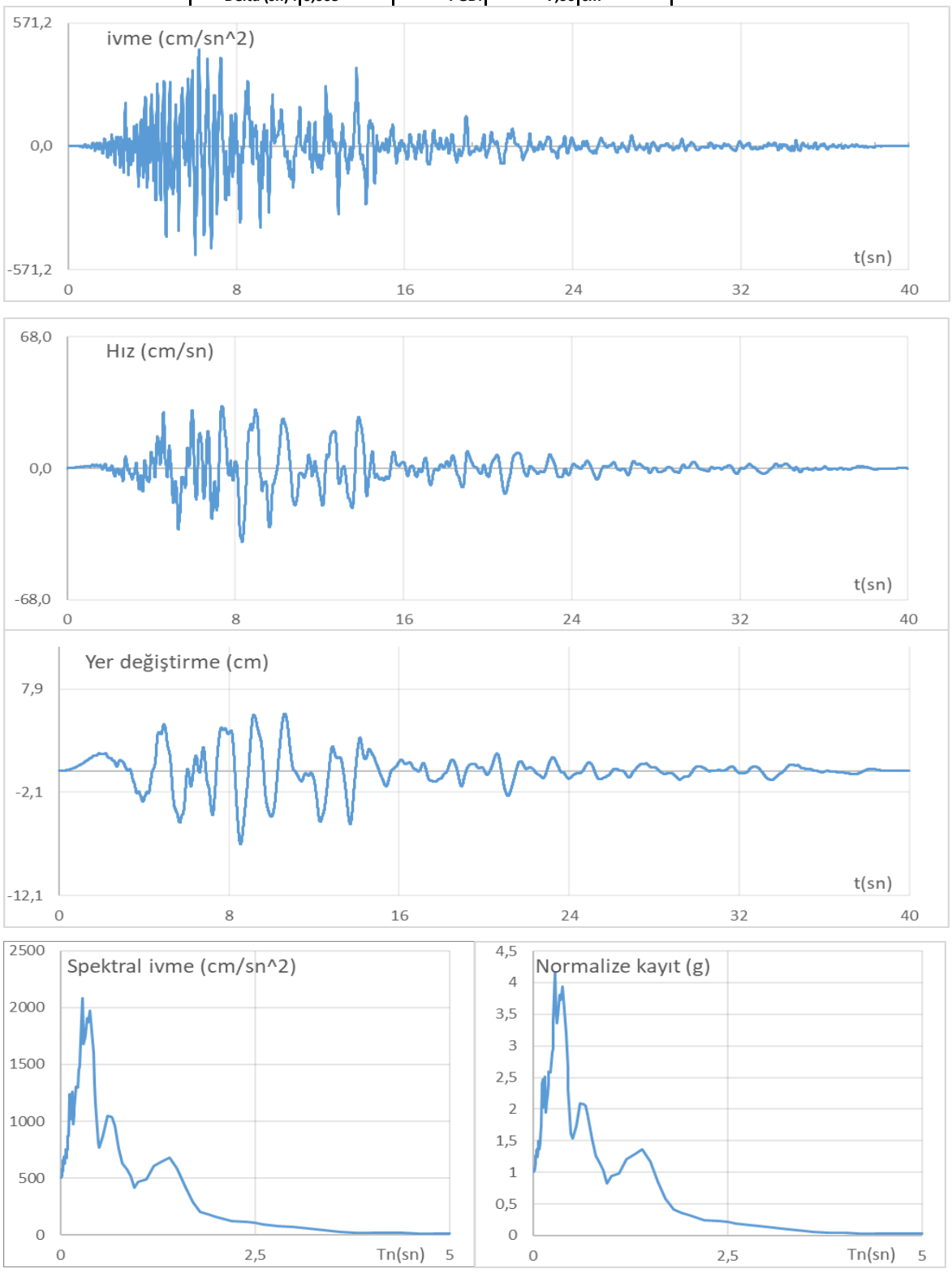
Şekil A.29: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 30 - Landers, 6/28/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Coolwater	PGA:	409,13	cm/sn2
Bileşen :	TR	PGV:	43,40	cm/sn
Delta (sn) :	0,0039	PGD:	15,25	cm



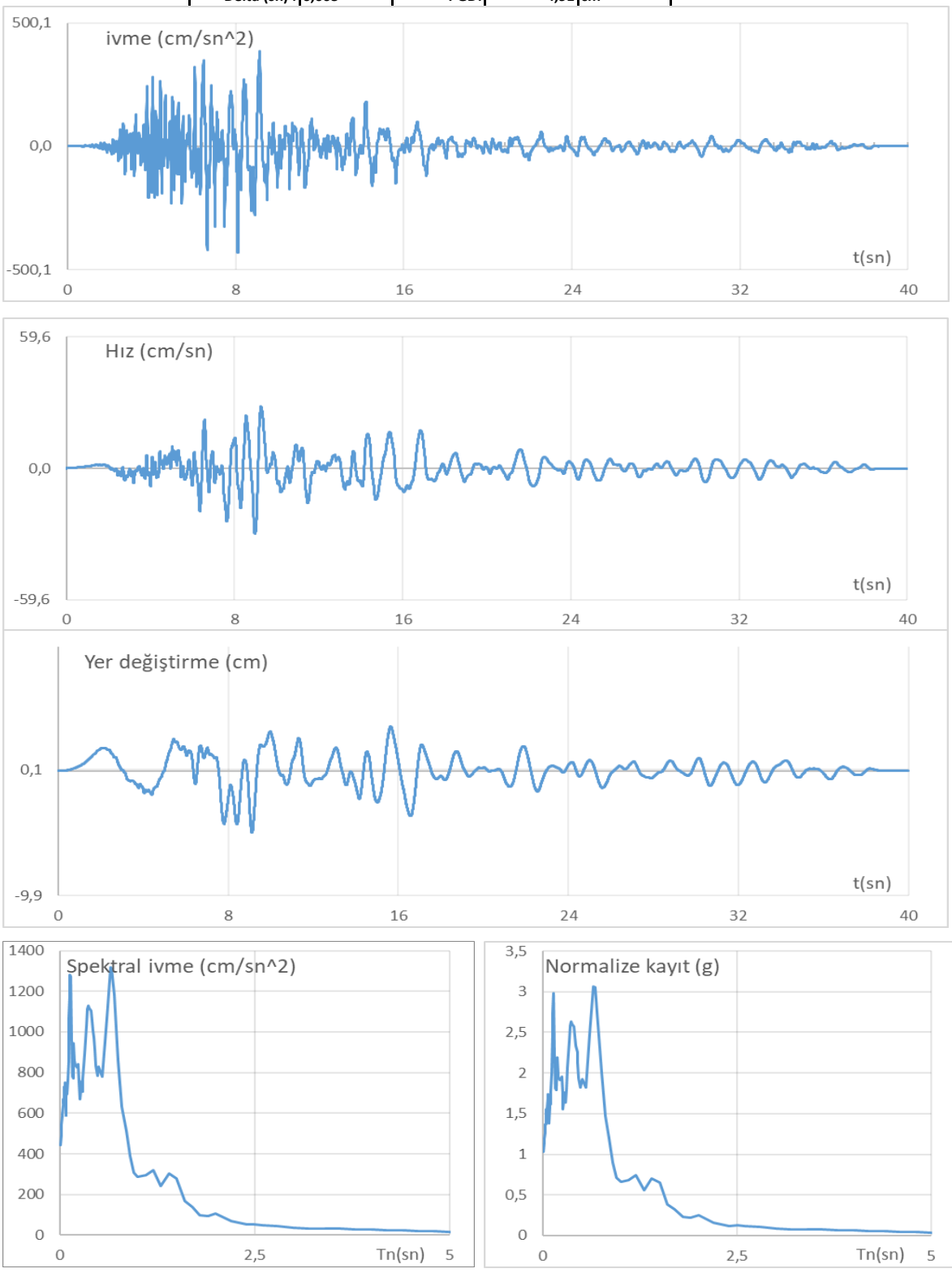
Şekil A.30: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 31 - Loma Prieta, 10/18/1989 depremi				
İstasyon Adı :	Capitola	PGA:	501,25	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	38,01	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	7,06	cm



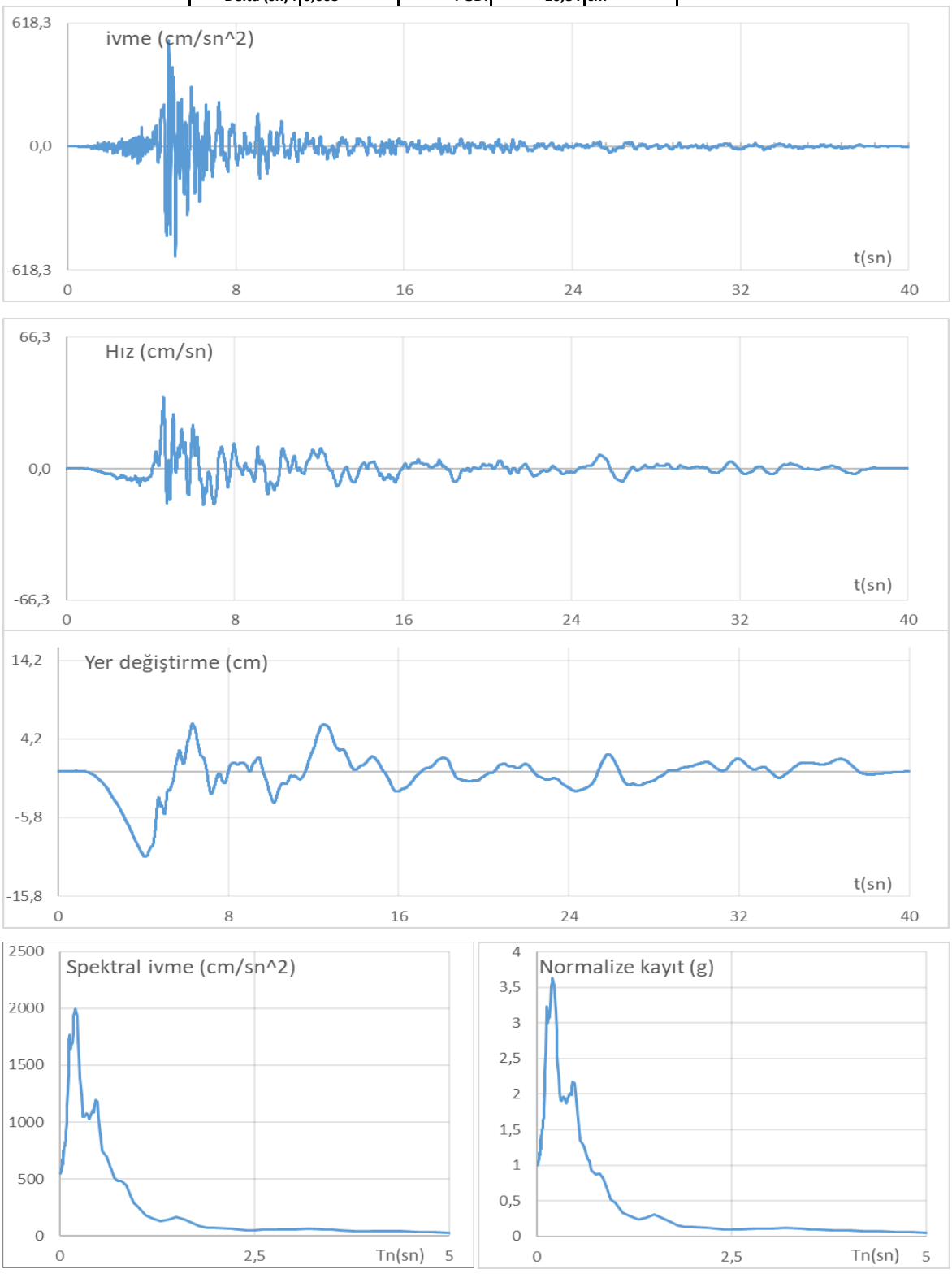
Şekil A.31: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 32 - Loma Prieta, 10/18/1989 depremi				
İstasyon Adı :	Capitola	PGA:	430,12	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	29,60	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	4,91	cm



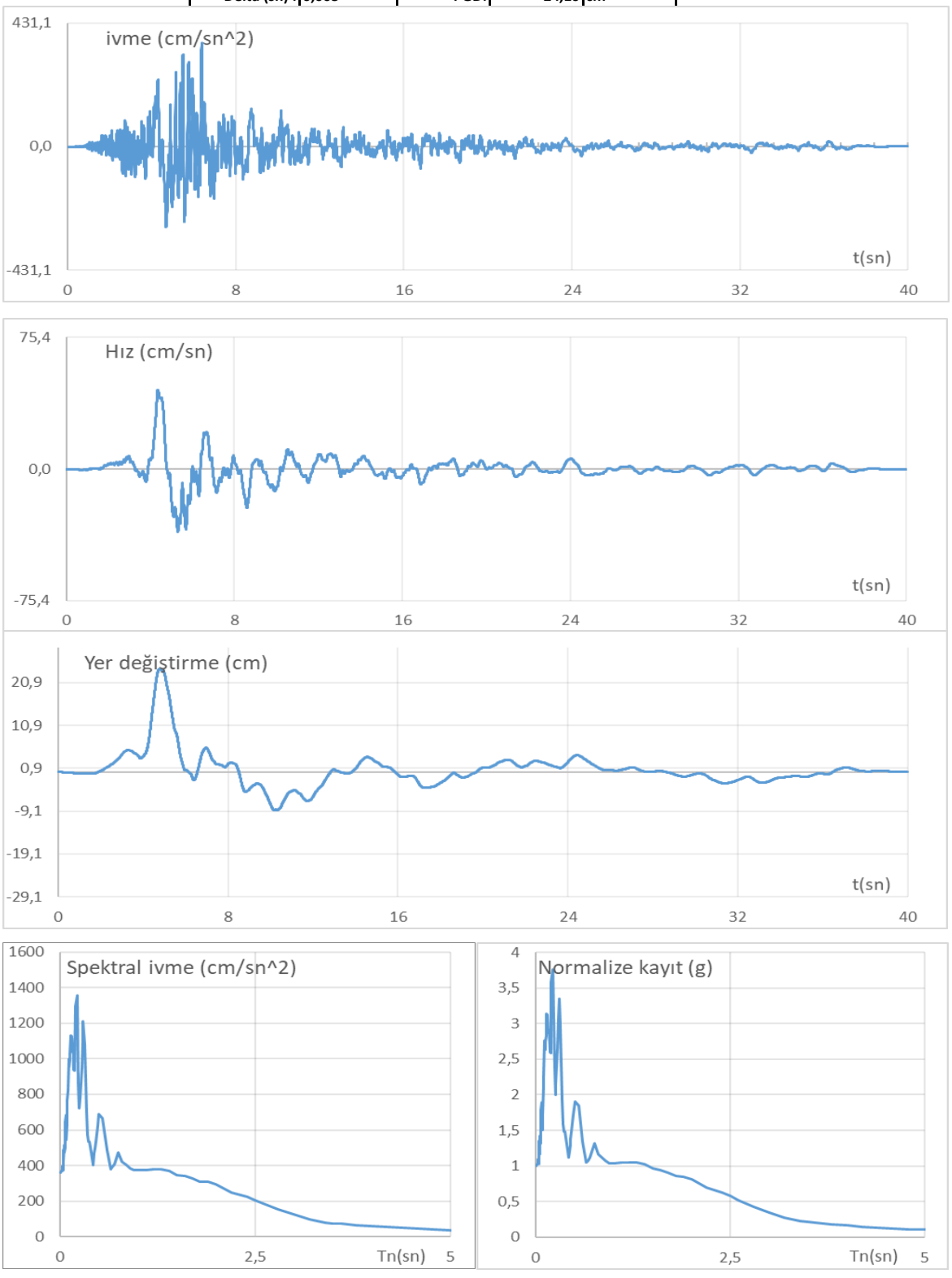
Şekil A.32: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 33 - Loma Prieta, 10/18/1989 depremi				
İstasyon Adı :	Gilroy Array	PGA:	548,31	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	36,29	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	10,84	cm



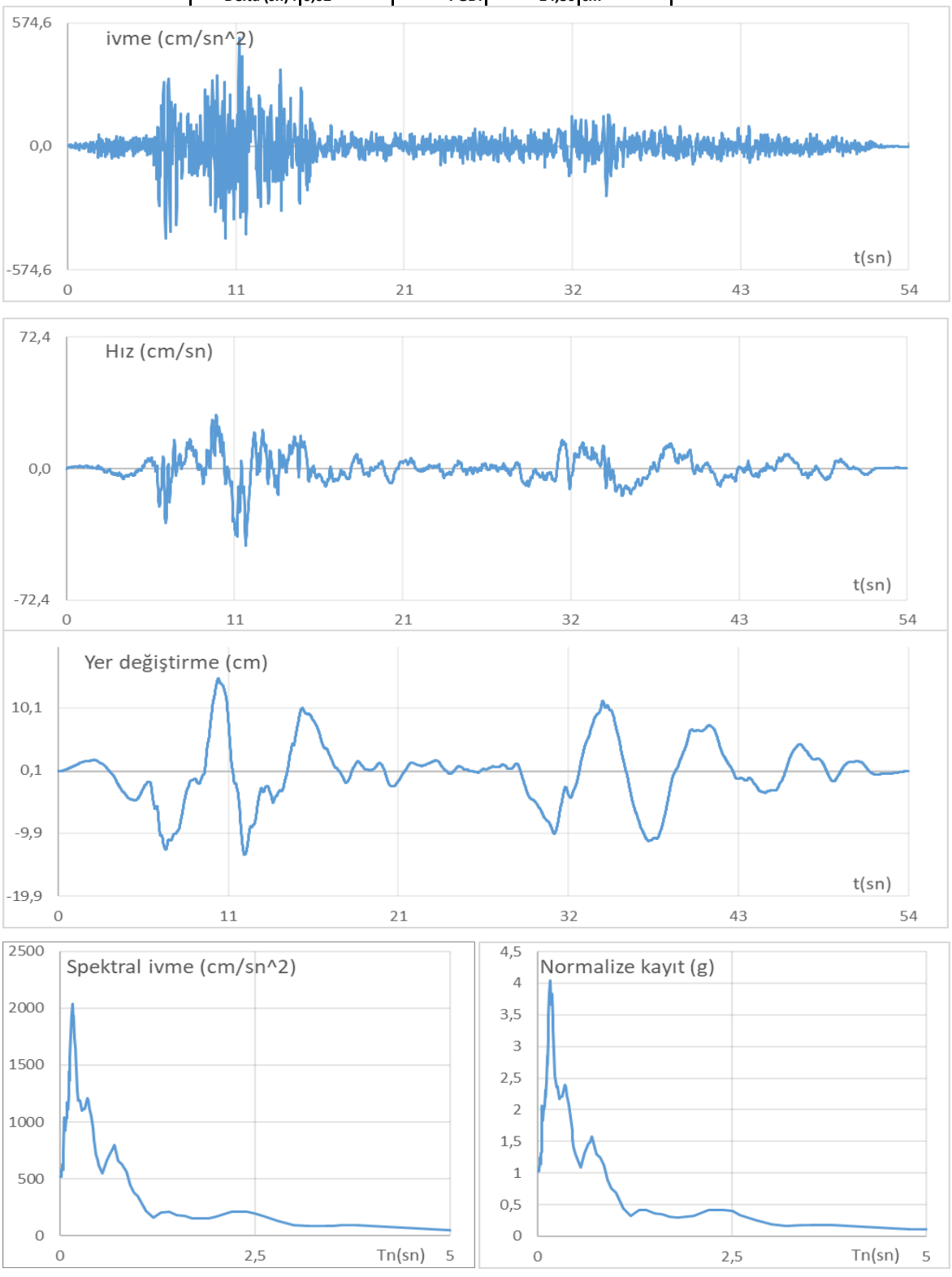
Şekil A.33: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 34 - Loma Prieta, 10/18/1989 depremi				
İstasyon Adı :	Gilroy Array	PGA:	361,11	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	45,41	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	24,10	cm



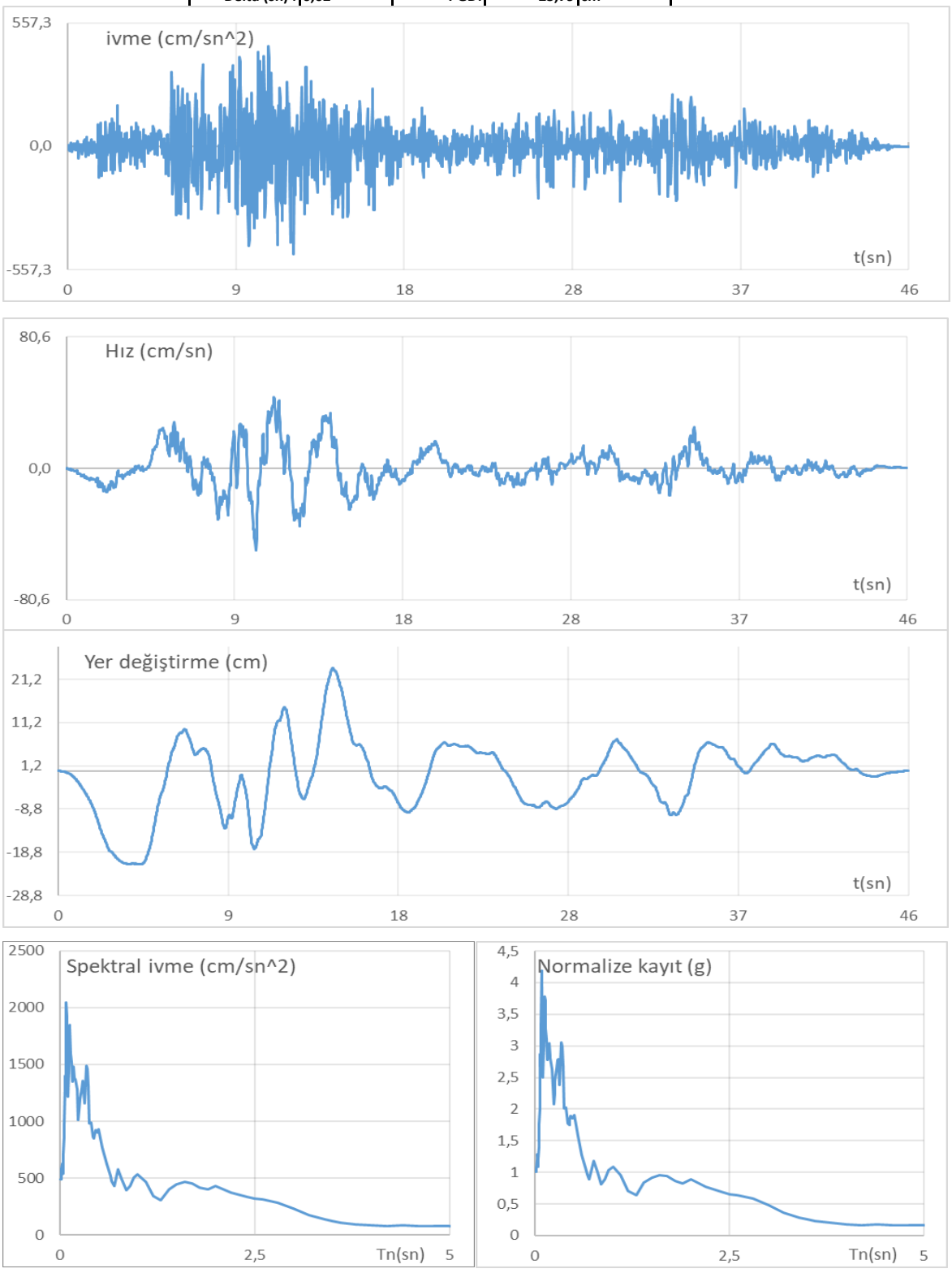
Şekil A.34: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 35 - Manjil Iran, 6/20/1990 depremi				
İstasyon Adı :	Abbar	PGA:	504,62	cm/sn2
Bileşen :	L	PGV:	42,44	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	14,86	cm



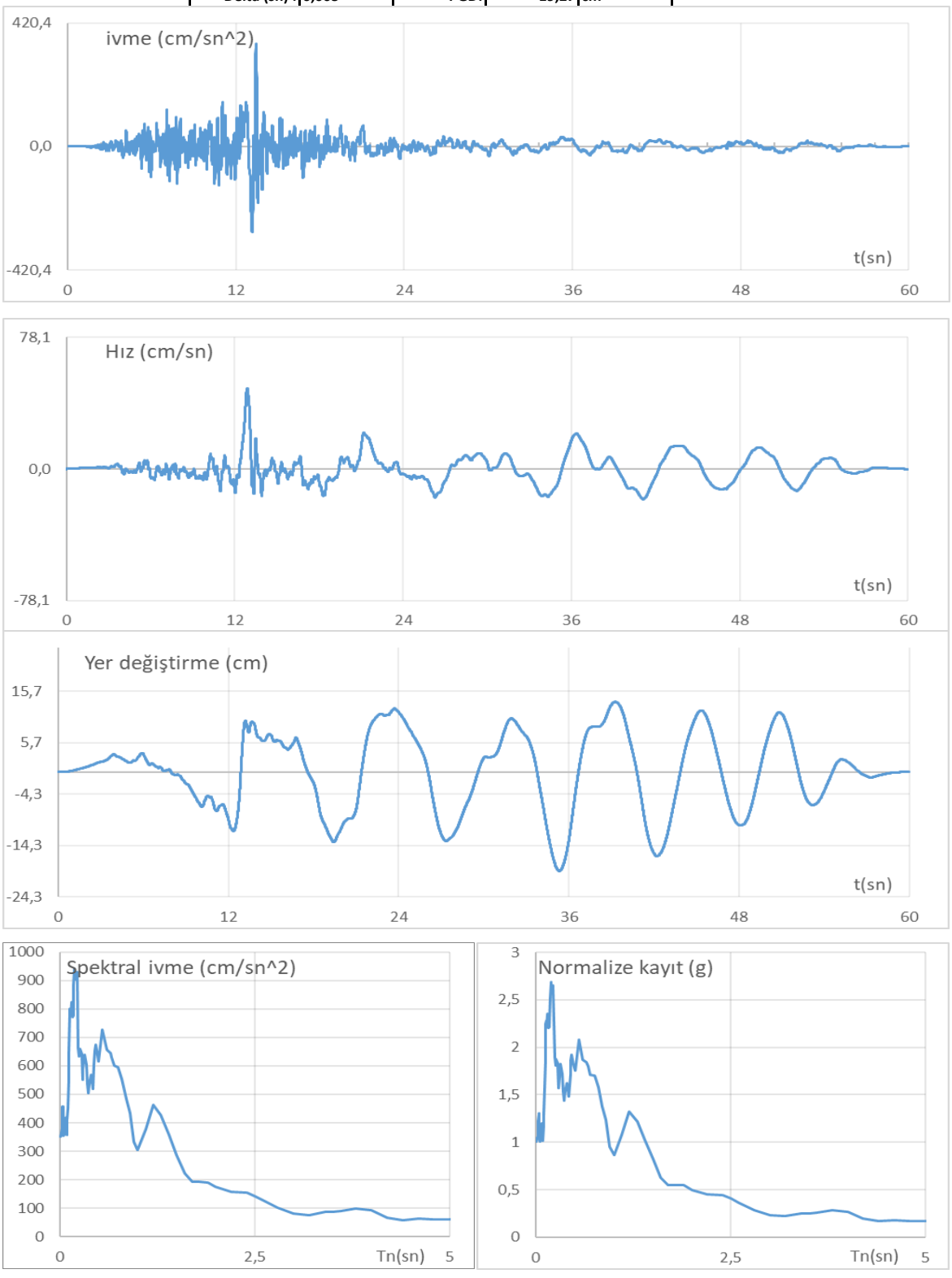
Şekil A.35: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 36 - Manjil Iran, 6/20/1990 depremi				
İstasyon Adı :	Abbar	PGA:	487,26	cm/sn2
Bileşen :	T	PGV:	50,57	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	23,79	cm



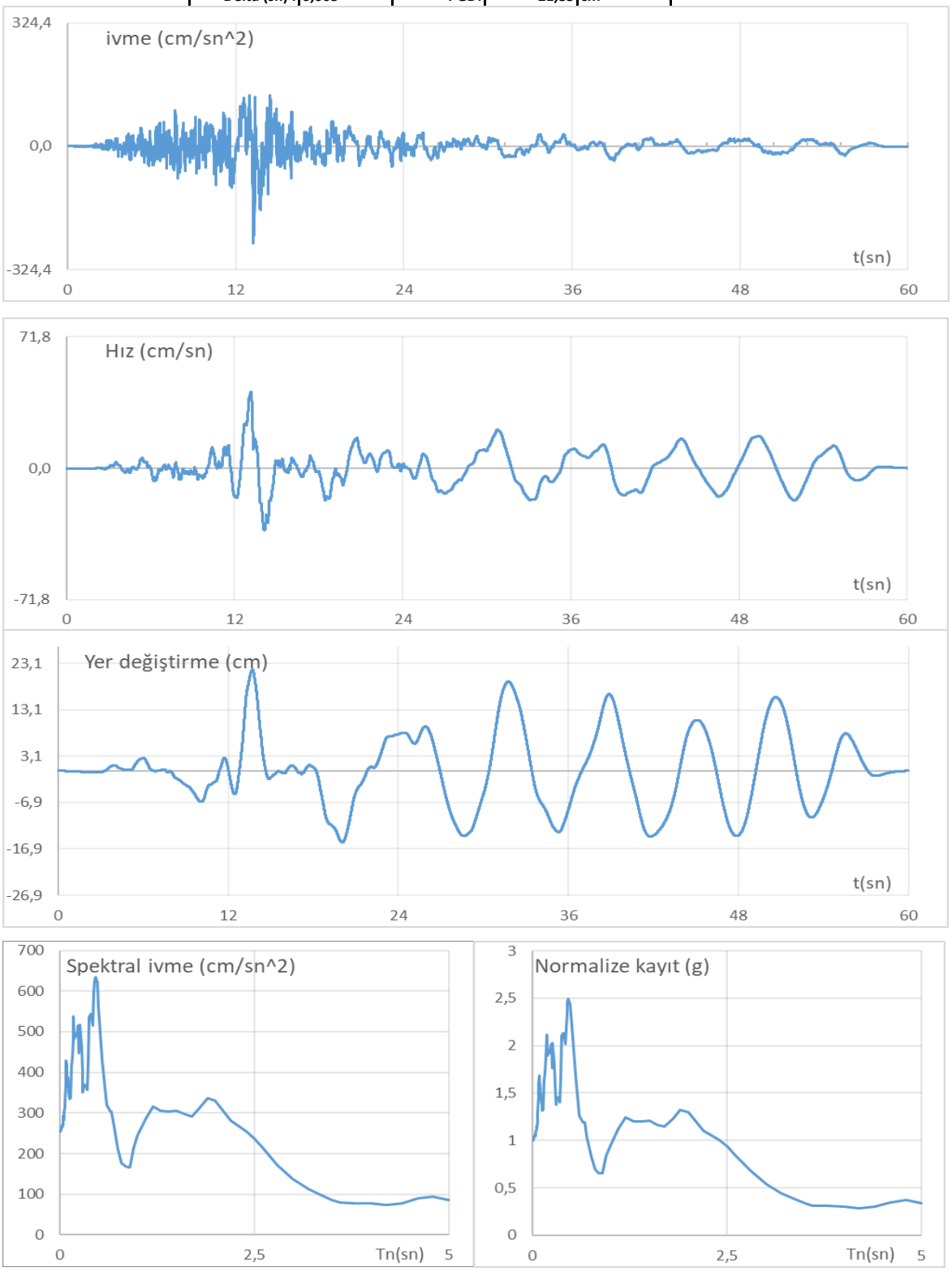
Şekil A.36: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 37 - Superstition Hills, 11/24/1987 depremi				
İstasyon Adı :	El Centro Imp	PGA:	350,35	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	48,05	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	19,27	cm



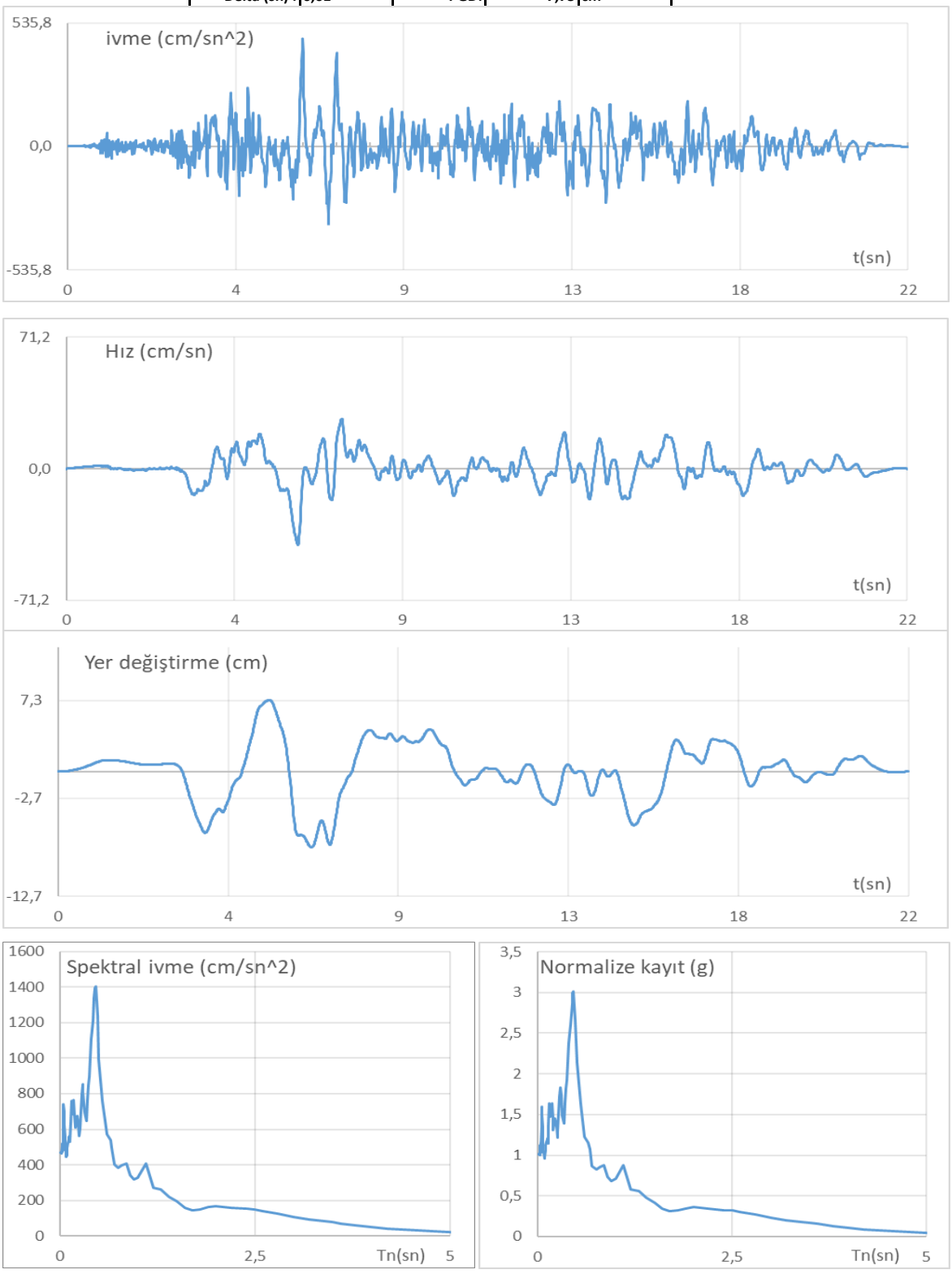
Şekil A.37: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 38 - Superstition Hills, 11/24/1987 depremi				
İstasyon Adı :	El Centro Imp	PGA:	254,45	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	41,78	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	21,85	cm



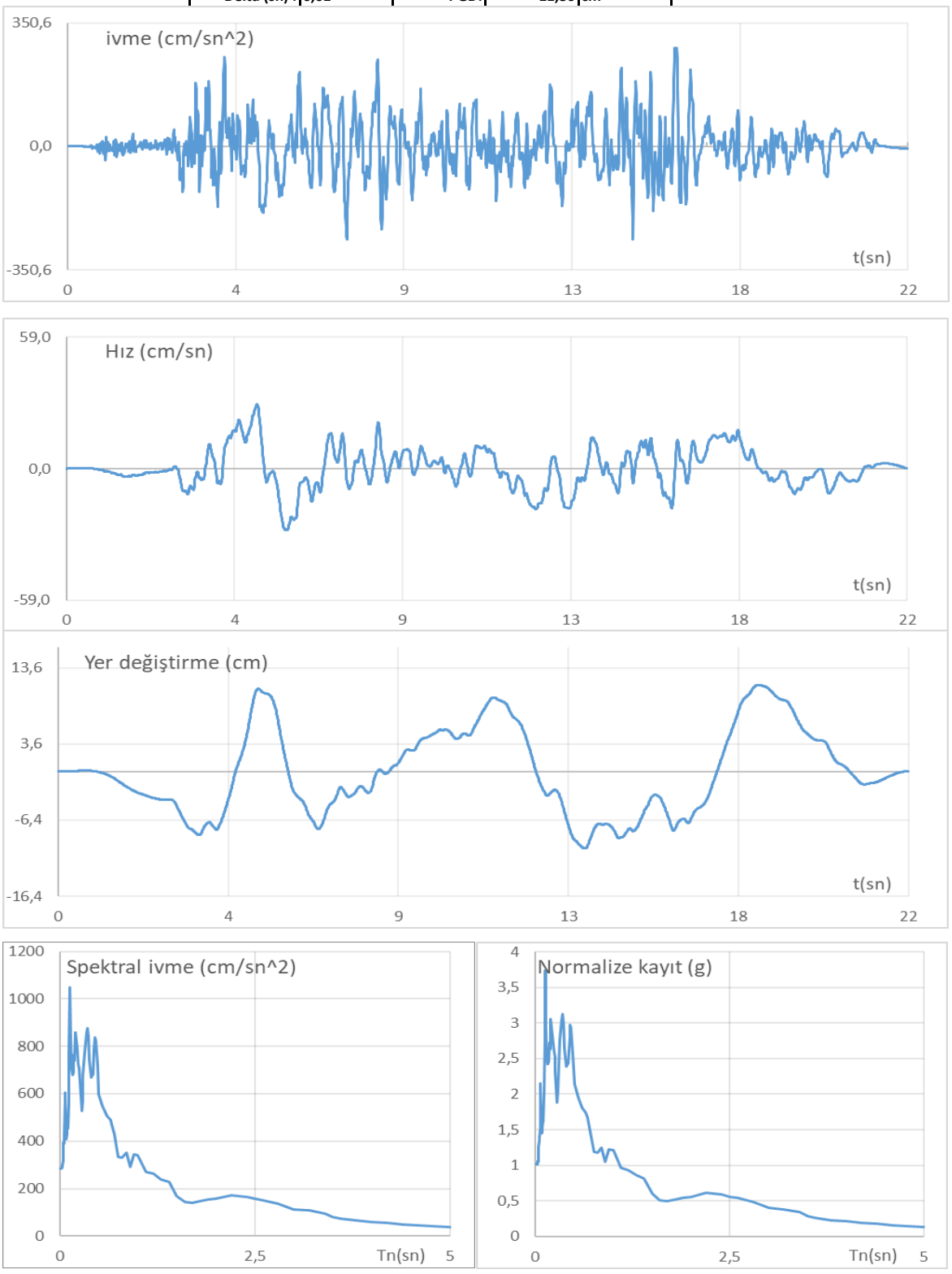
Şekil A.38: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 39 - Superstition Hills, 11/24/1987 depremi				
İstasyon Adı :	Poe Road	PGA:	465,80	cm/sn2
Bileşen :	270	PGV:	41,16	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	7,73	cm



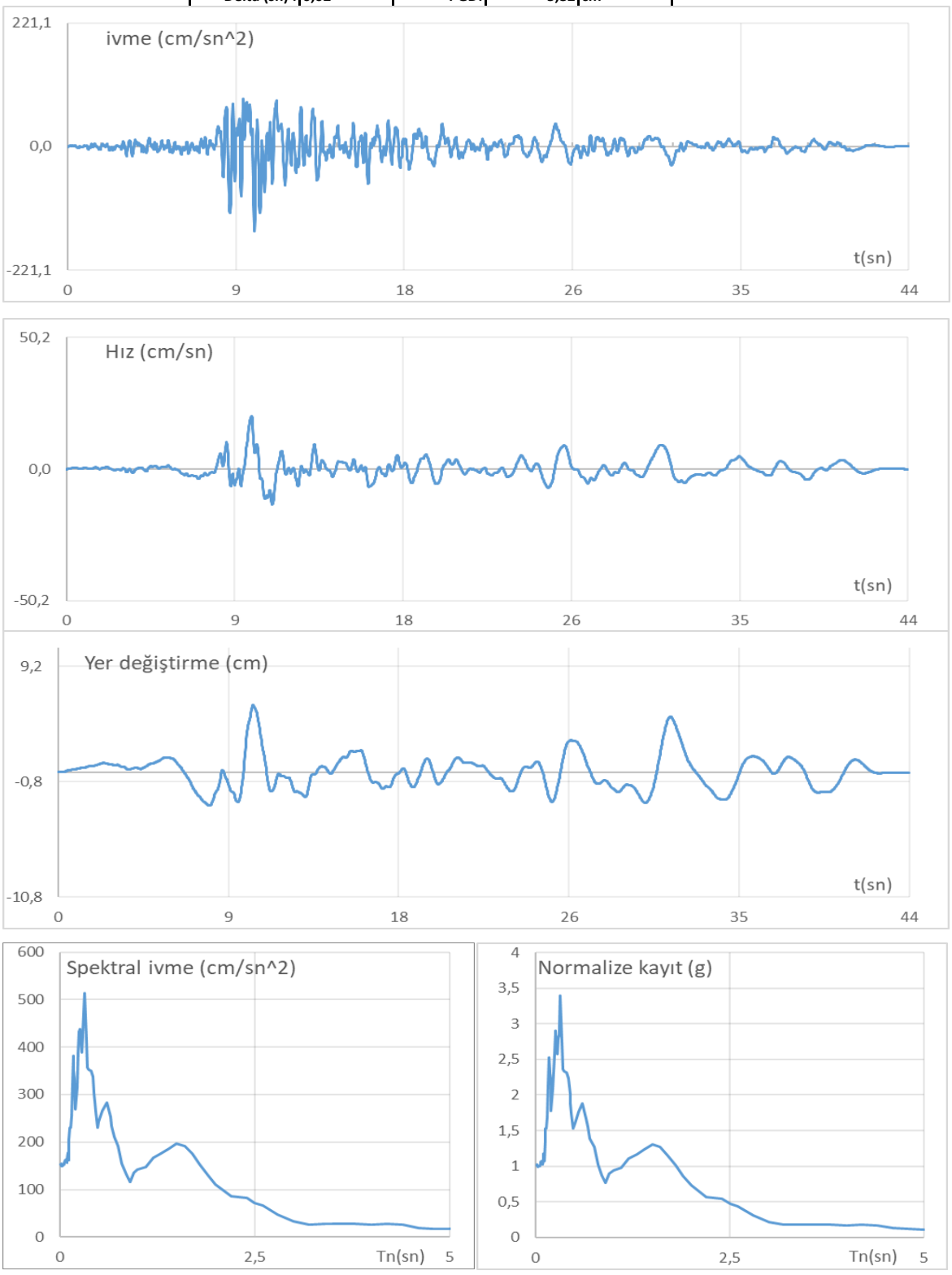
Şekil A.39: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 40 - Superstition Hills, 11/24/1987 depremi				
İstasyon Adı :	Poe Road	PGA:	280,65	cm/sn2
Bileşen :	360	PGV:	29,01	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	11,36	cm



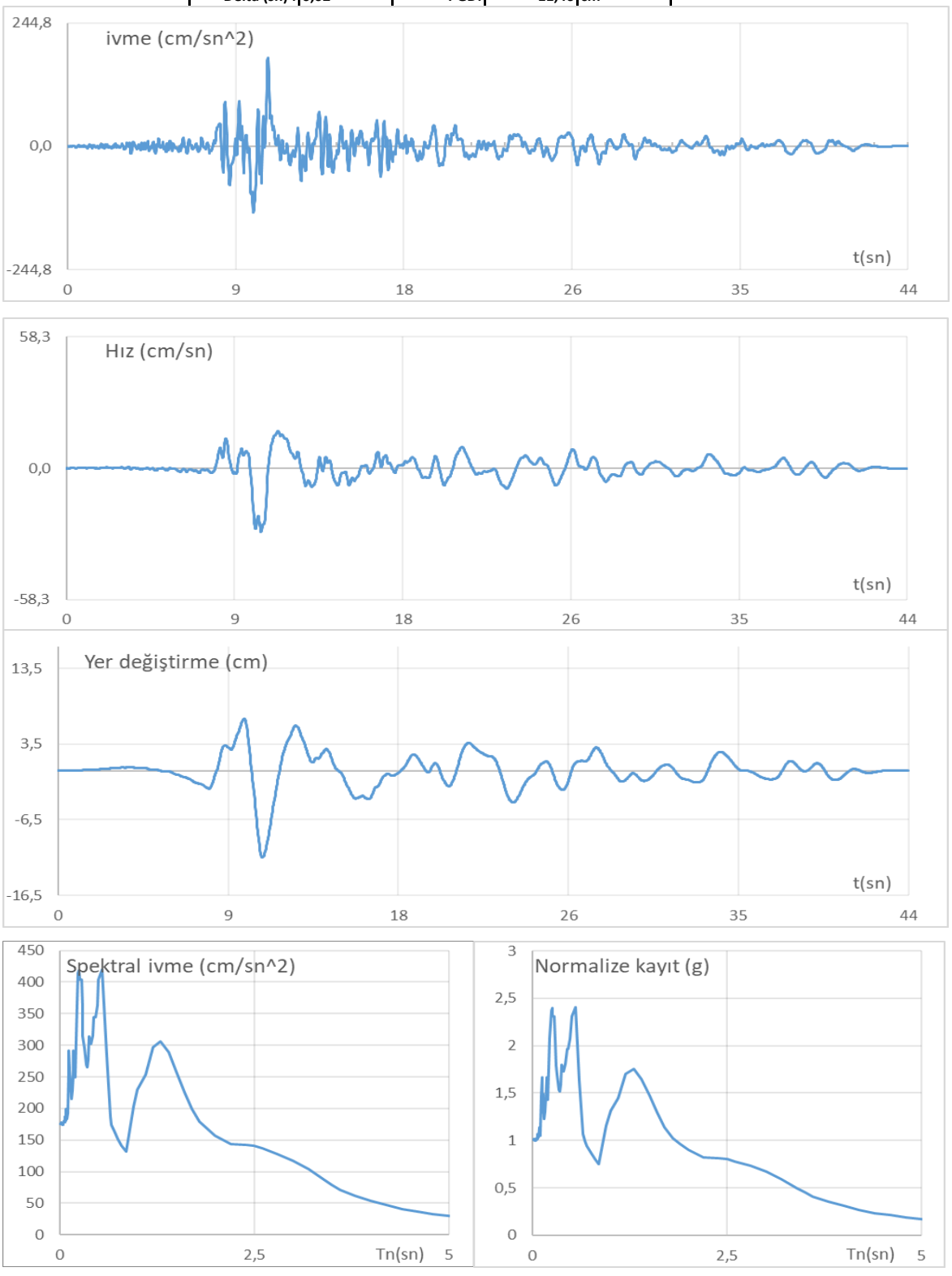
Şekil A.40: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 41 - Cape Mendocino, 4/25/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Eureka	PGA:	151,06	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	20,23	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	5,82	cm



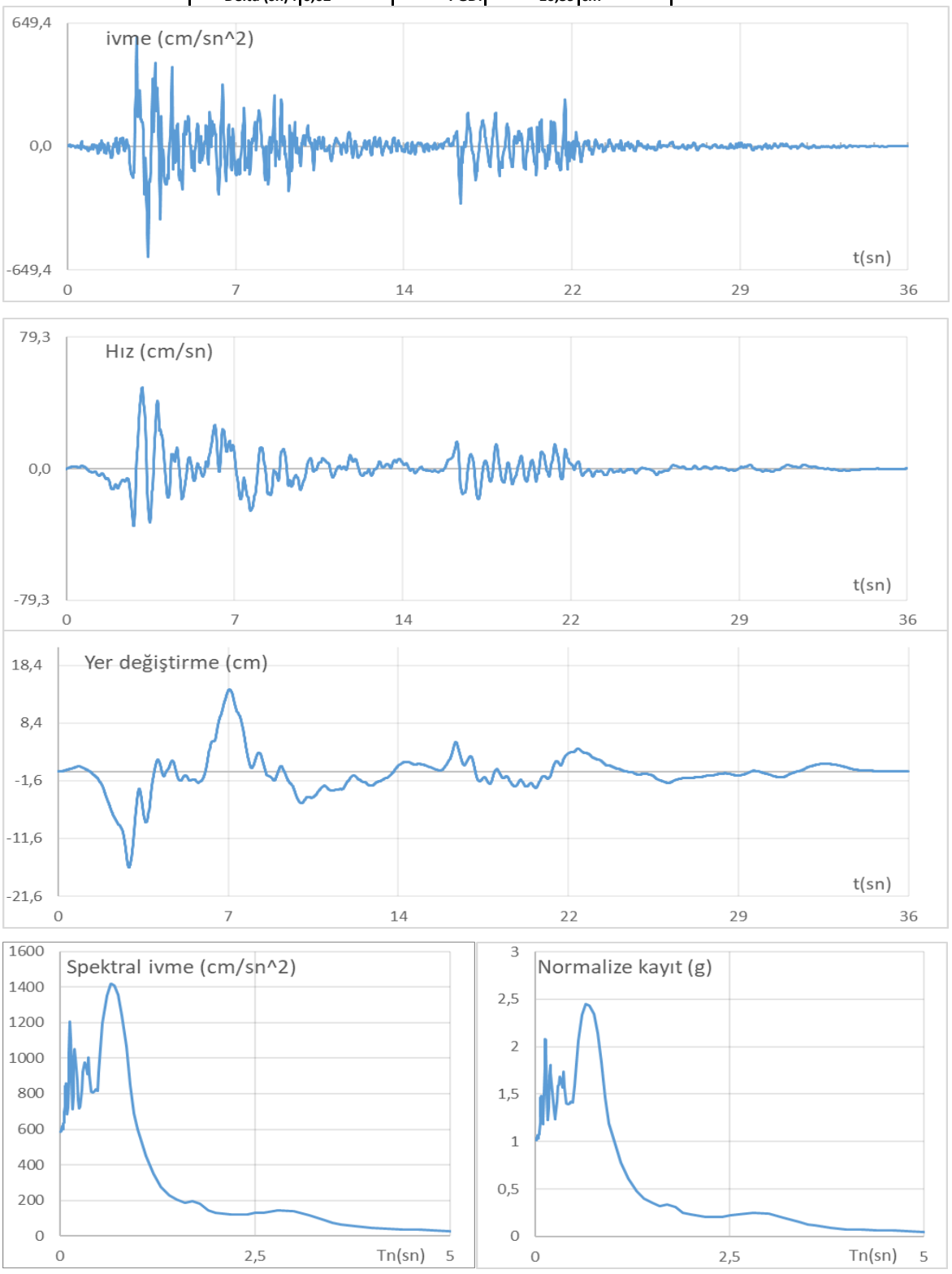
Şekil A.41: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 42 - Cape Mendocino, 4/25/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Eureka	PGA:	174,78	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	28,28	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	11,46	cm



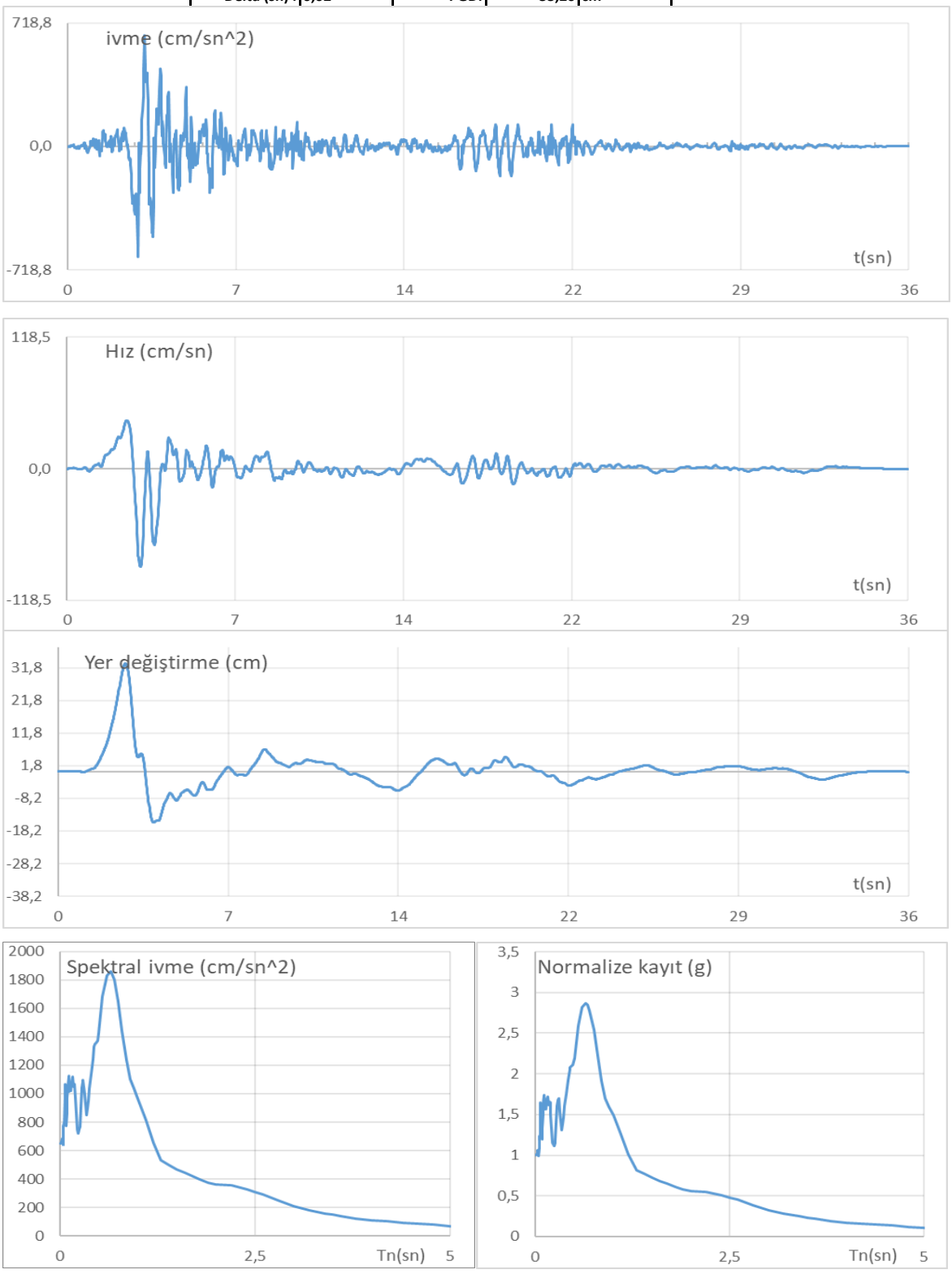
Şekil A.42: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 43 - Cape Mendocino, 4/25/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Petrolia	PGA:	579,37	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	49,31	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	16,59	cm



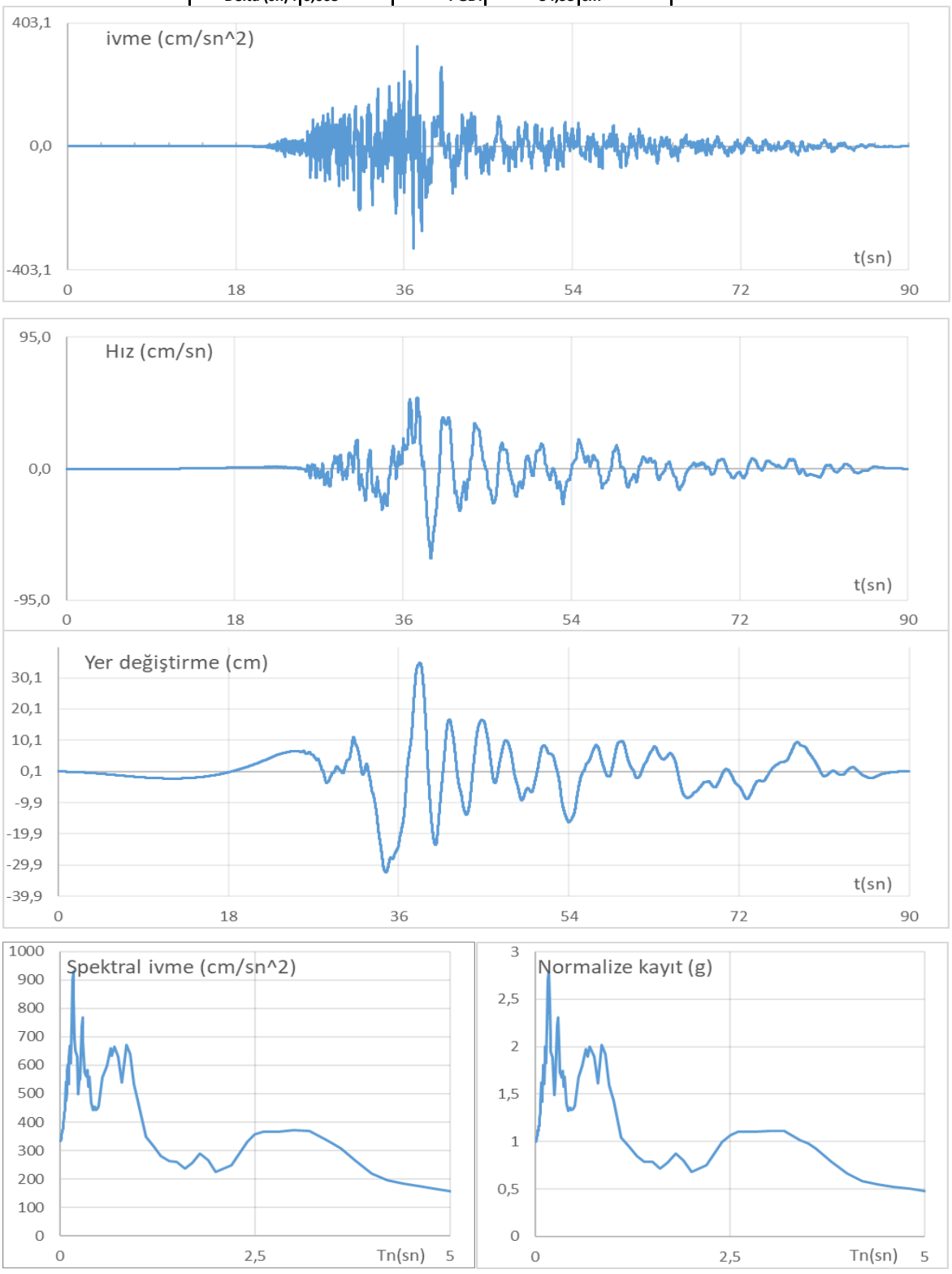
Şekil A.43: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 44 - Cape Mendocino, 4/25/1992 depremi				
İstasyon Adı :	Petrolia	PGA:	648,77	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	88,48	cm/sn
Delta (sn) :	0,02	PGD:	33,20	cm



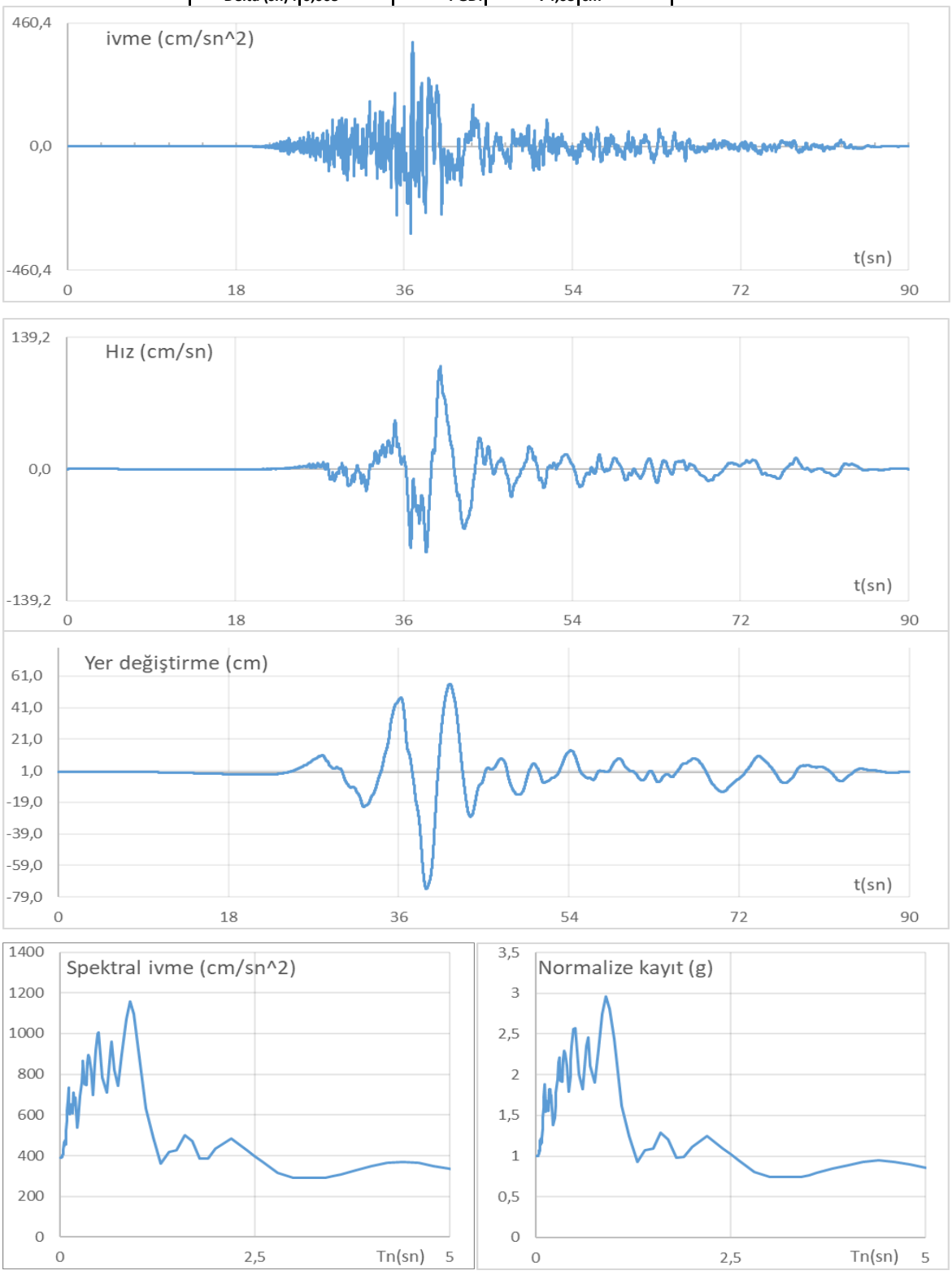
Şekil A.44: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 45 - Chi-Chi, 9/20/1999 depremi				
İstasyon Adı :	CHY101	PGA:	333,09	cm/sn2
Bileşen :	E	PGV:	64,98	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	34,93	cm



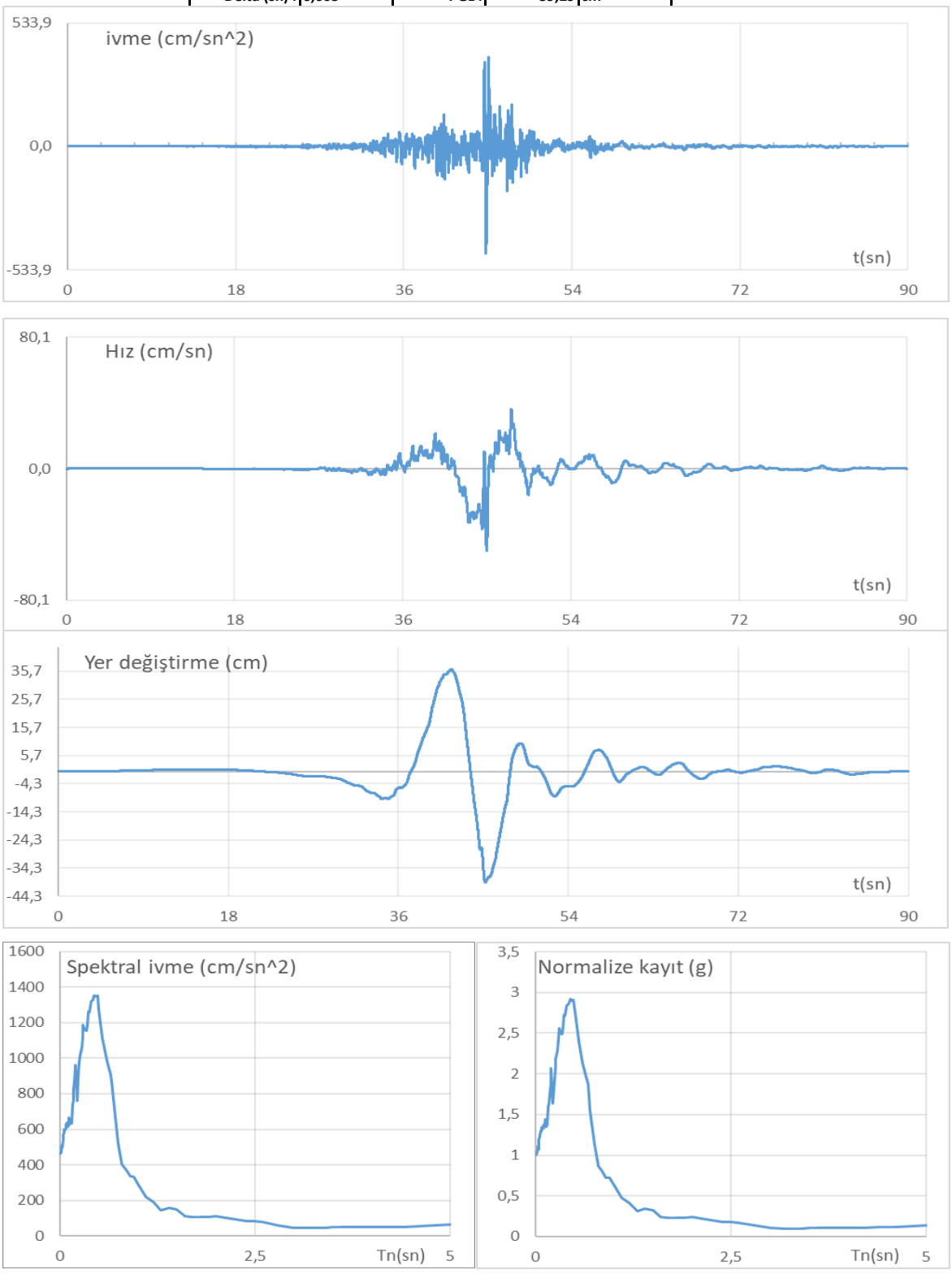
Şekil A.45: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 46 - Chi-Chi, 9/20/1999 depremi				
İstasyon Adı :	CHY102	PGA:	390,35	cm/sn2
Bileşen :	N	PGV:	109,17	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	74,03	cm



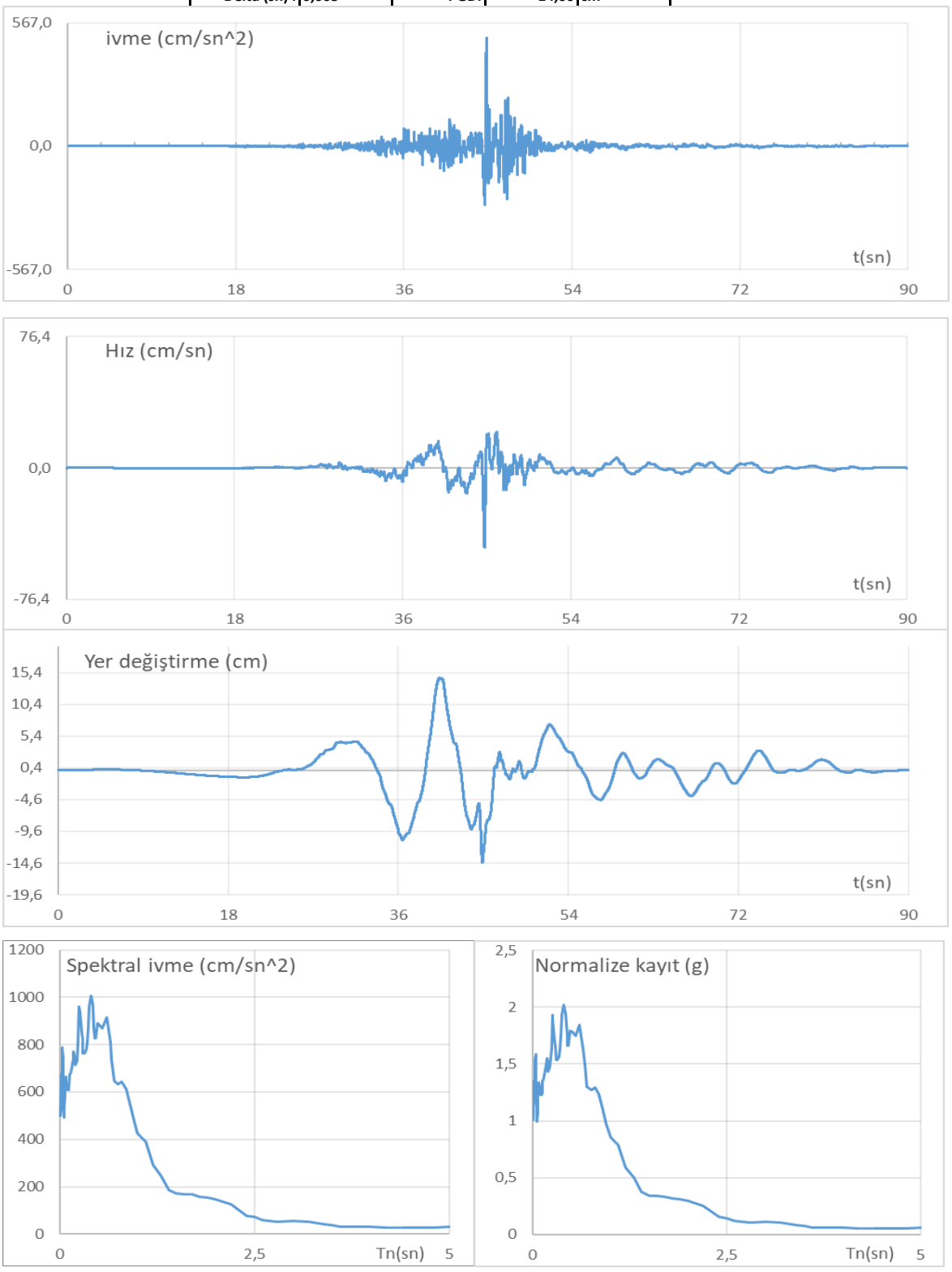
Şekil A.46: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 47 - Chi-Chi, 9/20/1999 depremi				
İstasyon Adı :	TCU045	PGA:	463,93	cm/sn2
Bileşen :	E	PGV:	50,07	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	39,29	cm



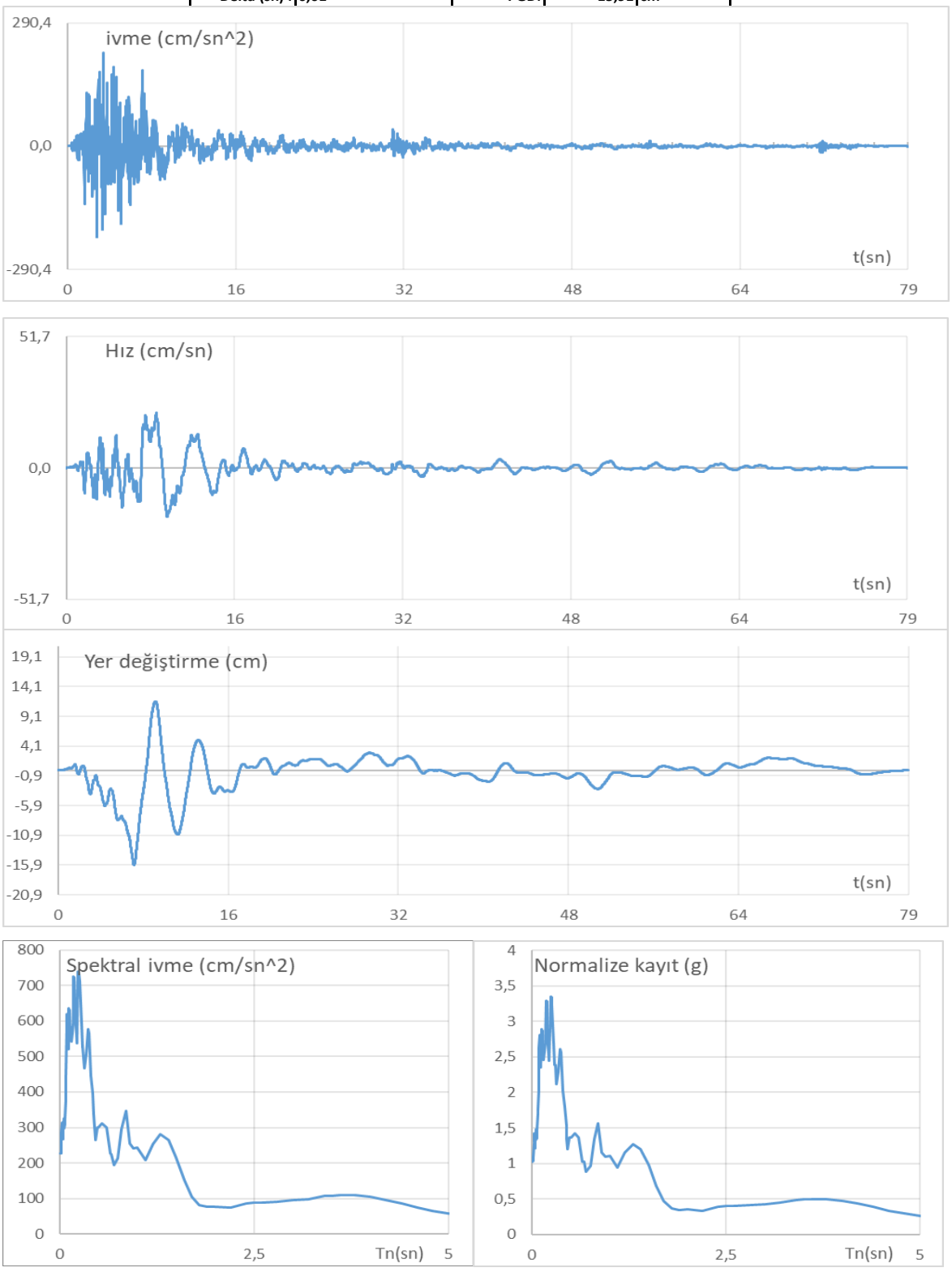
Şekil A.47: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 48 - Chi-Chi, 9/20/1999 depremi				
İstasyon Adı :	TCU046	PGA:	497,03	cm/sn2
Bileşen :	N	PGV:	46,36	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	14,60	cm



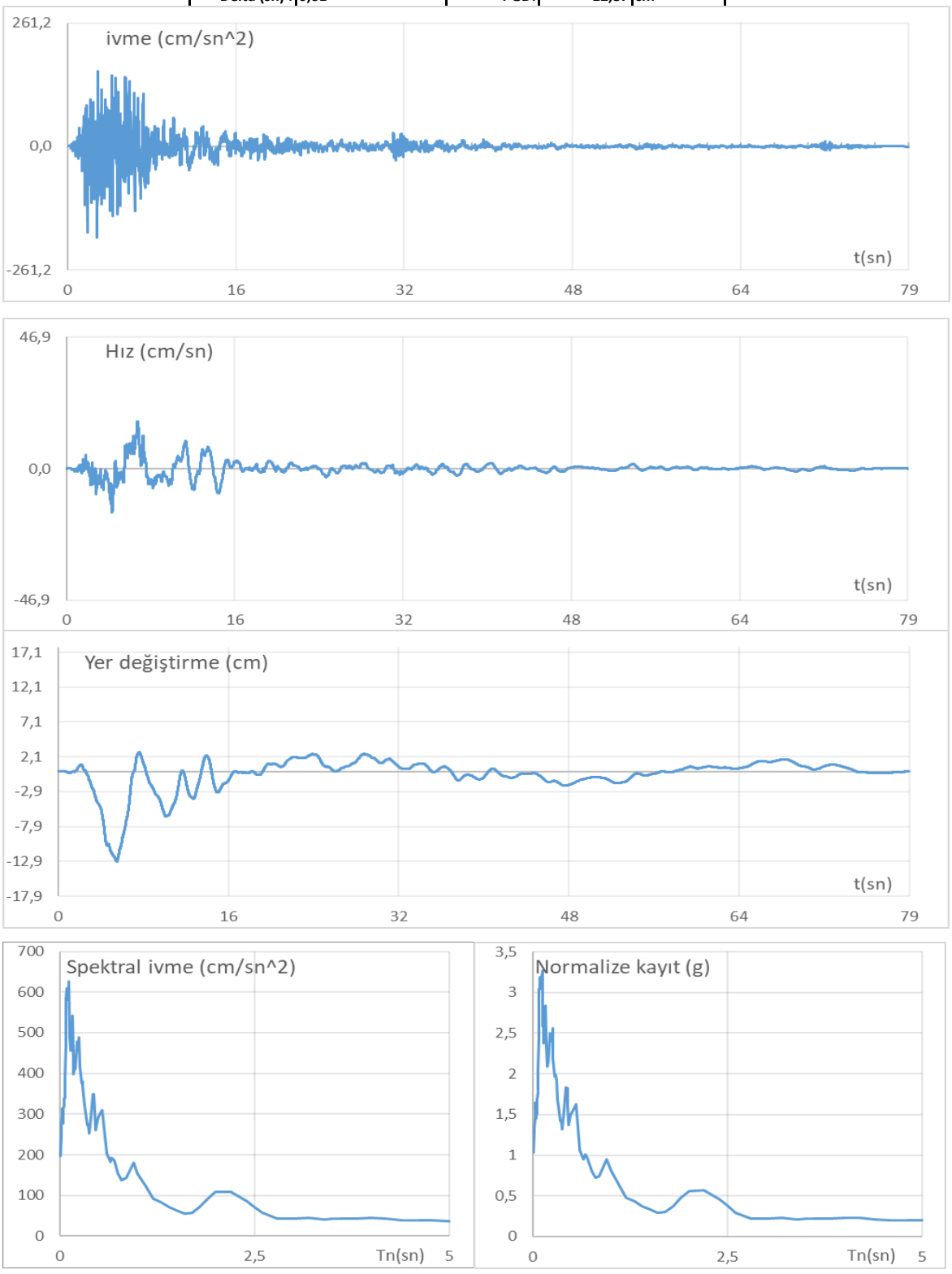
Şekil A.48: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 49 - San Fernando, 2/9/1971 depremi				
İstasyon Adı :	LA Hollywood Sto FF	PGA:	220,42	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	21,71	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	15,91	cm



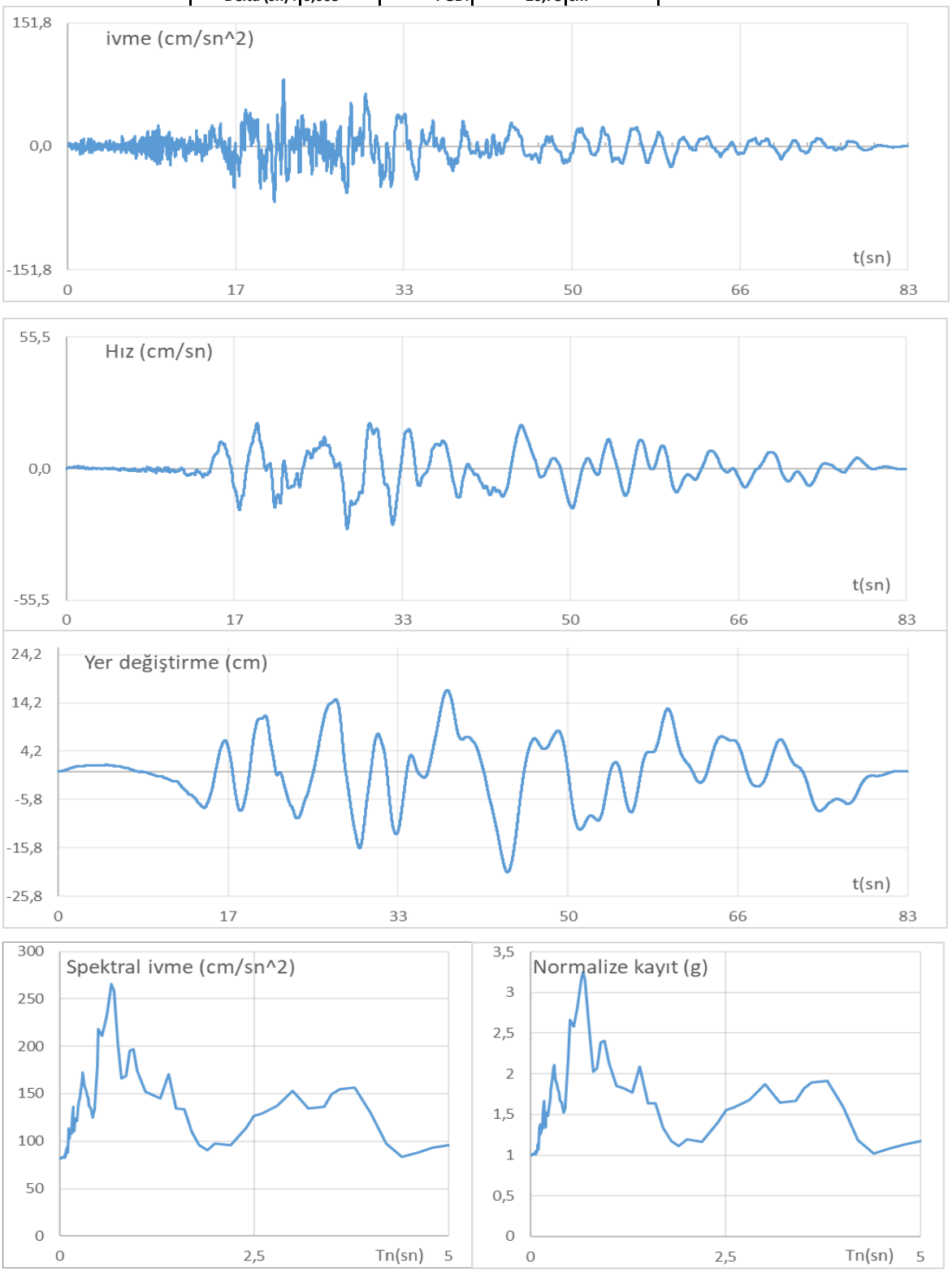
Şekil A.49: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 50 - San Fernando, 2/9/1971 depremi				
İstasyon Adı :	LA Hollywood Sto FF	PGA:	191,16	cm/sn2
Bileşen :	180	PGV:	16,93	cm/sn
Delta (sn) :	0,01	PGD:	12,87	cm



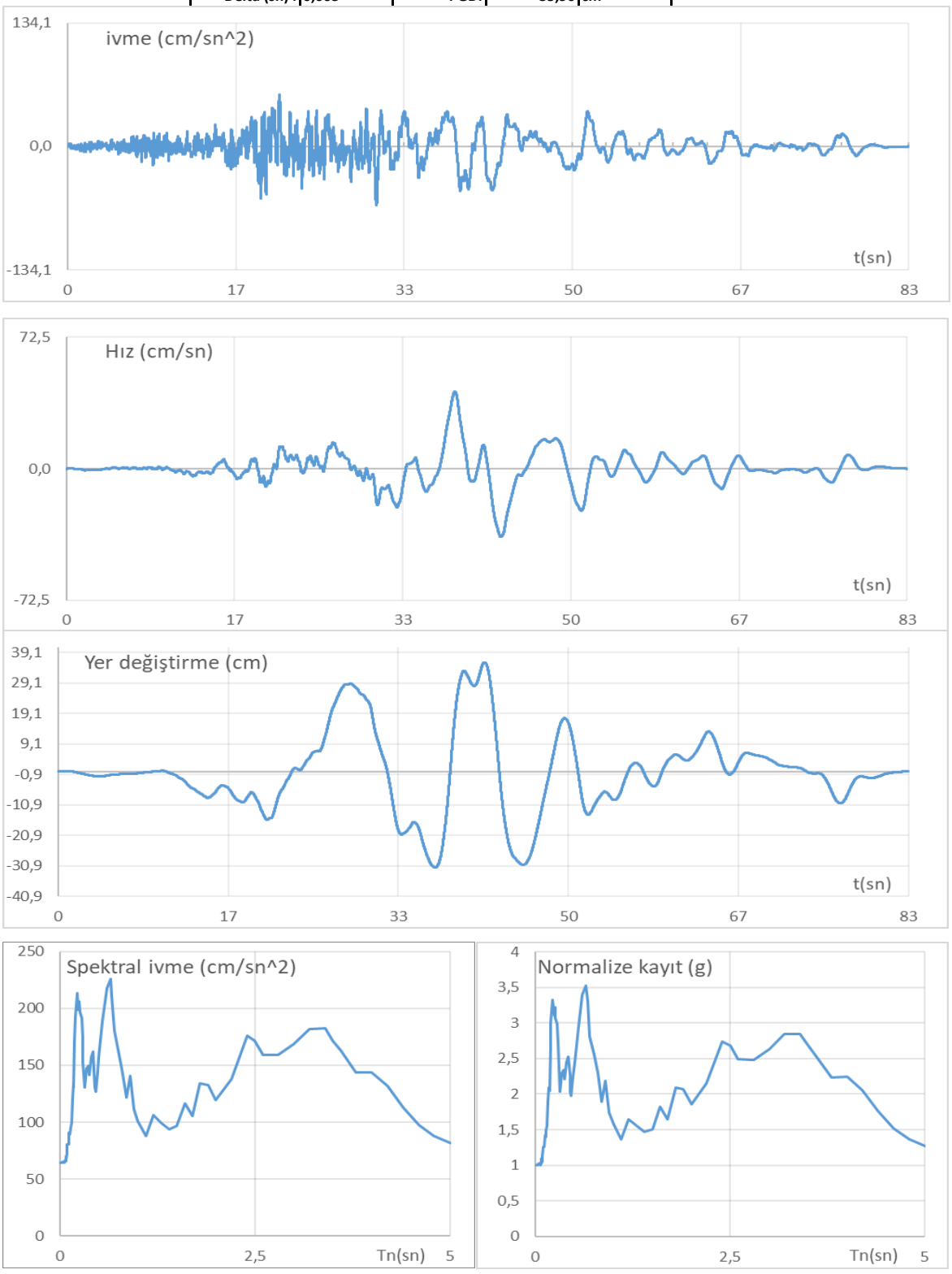
Şekil A.50: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 51 - St Elias, Alaska, 2/28/1979 depremi				
İstasyon Adı :	Yakutat	PGA:	81,79	cm/sn2
Bileşen :	9	PGV:	25,49	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	20,78	cm



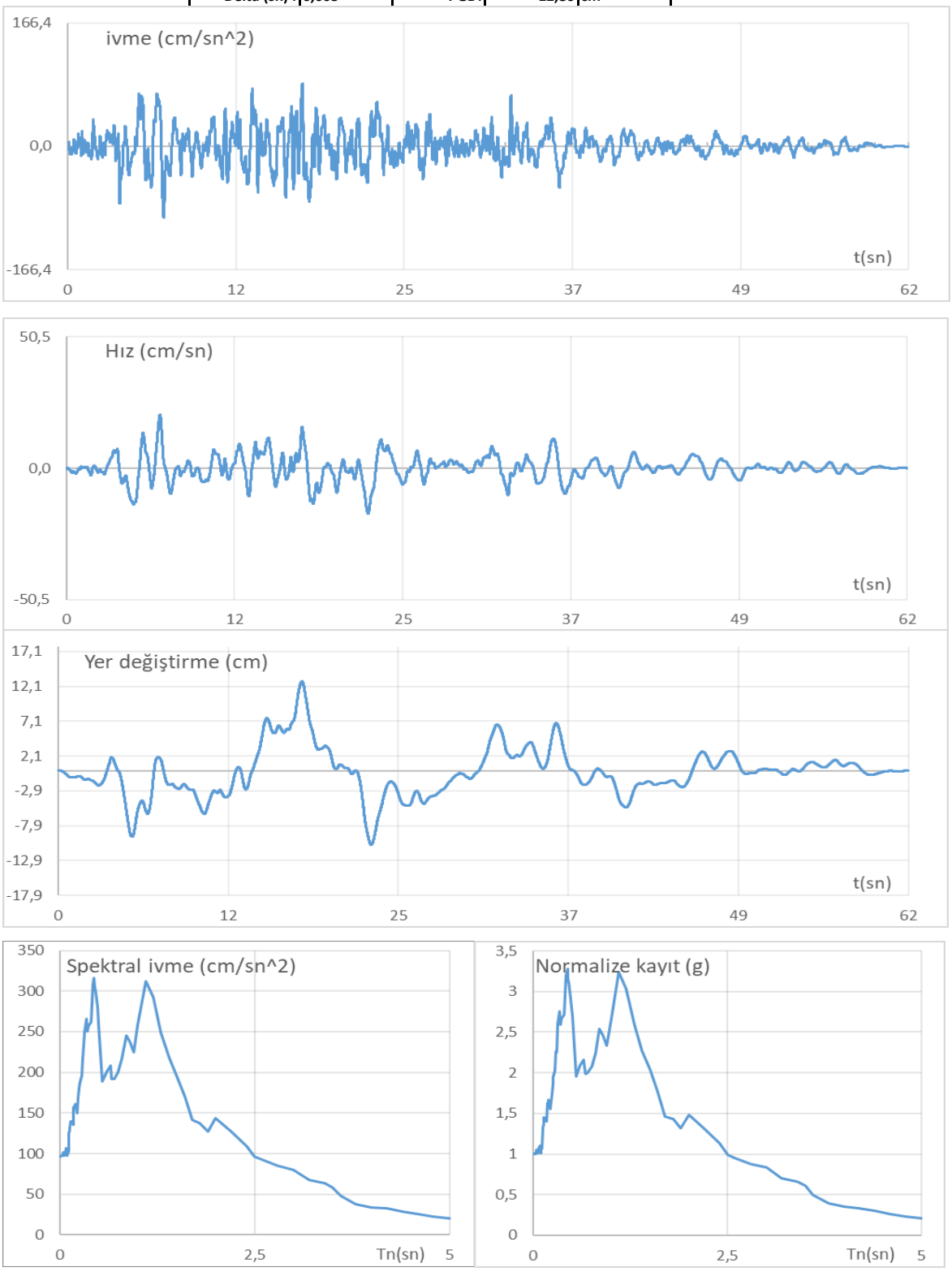
Şekil A.51: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 52 - St Elias, Alaska, 2/28/1979 depremi				
İstasyon Adı :	Yakutat	PGA:	64,06	cm/sn2
Bileşen :	279	PGV:	42,54	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	35,90	cm



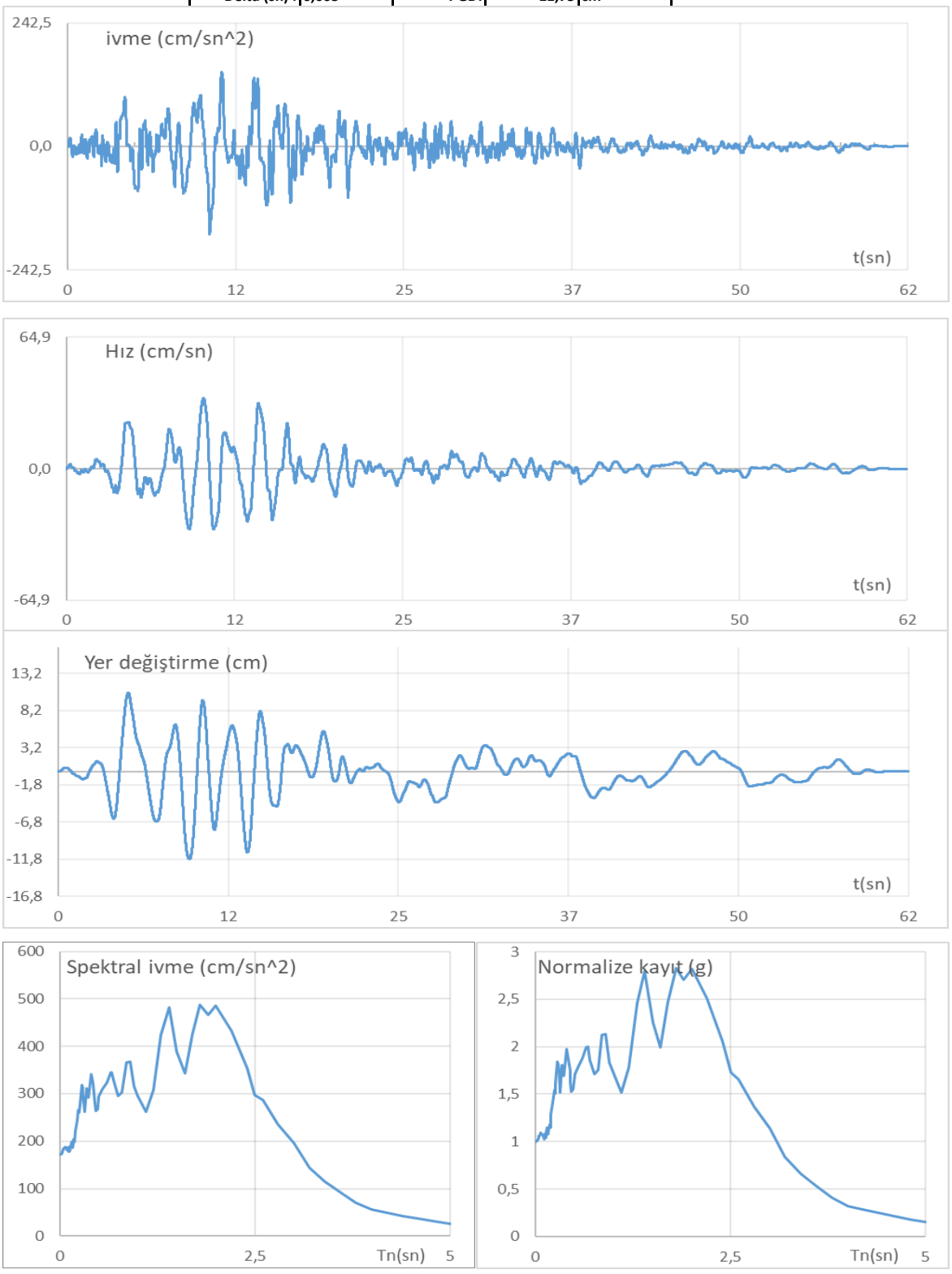
Şekil A.52: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 53 - St Elias, Alaska, 2/28/1979 depremi				
İstasyon Adı :	Icy Bay	PGA:	96,44	cm/sn2
Bileşen :	90	PGV:	20,54	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	12,86	cm



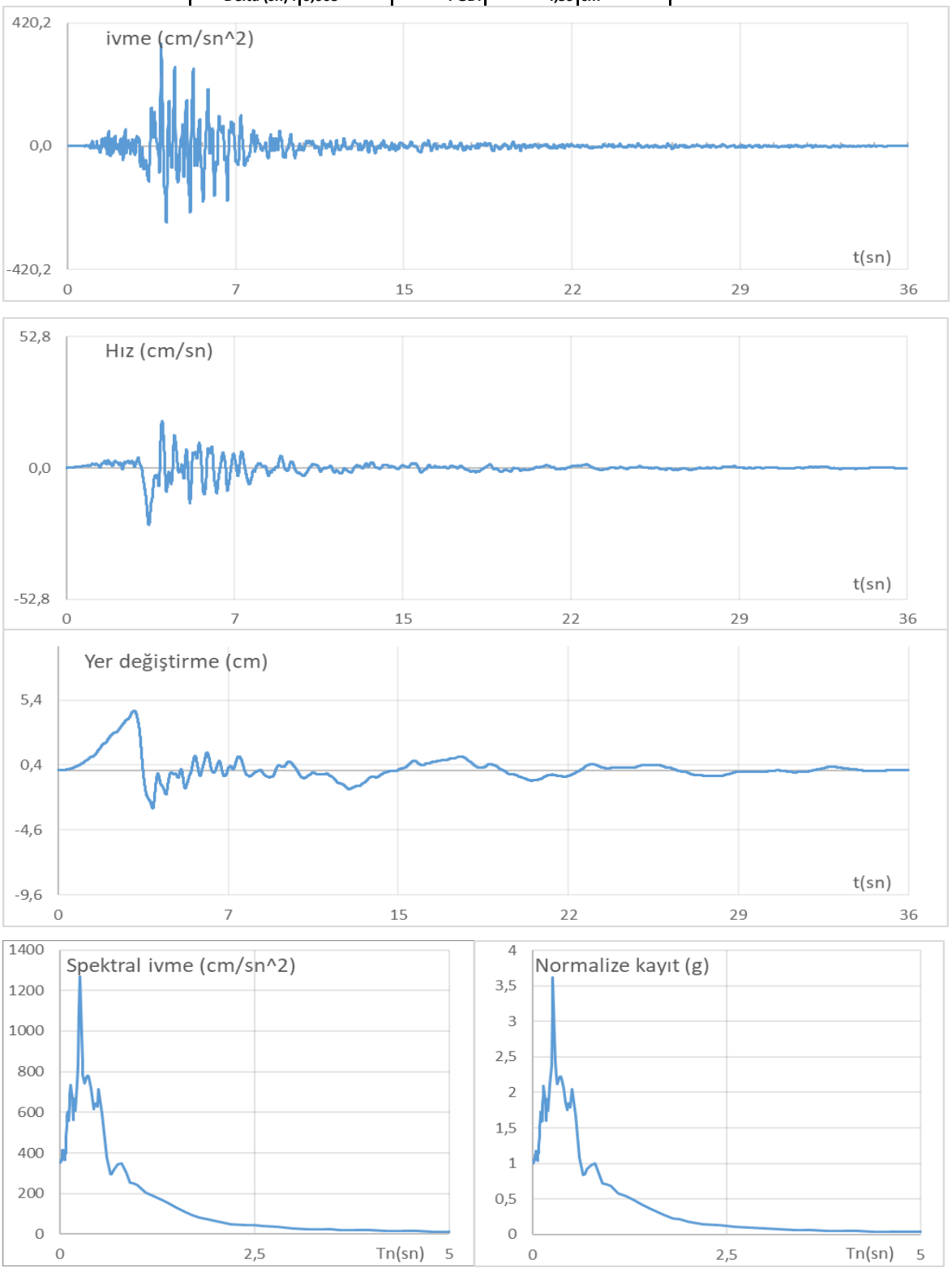
Şekil A.53: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 54 - St Elias, Alaska, 2/28/1979 depremi				
İstasyon Adı :	Icy Bay	PGA:	172,48	cm/sn2
Bileşen :	180	PGV:	34,86	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	11,75	cm



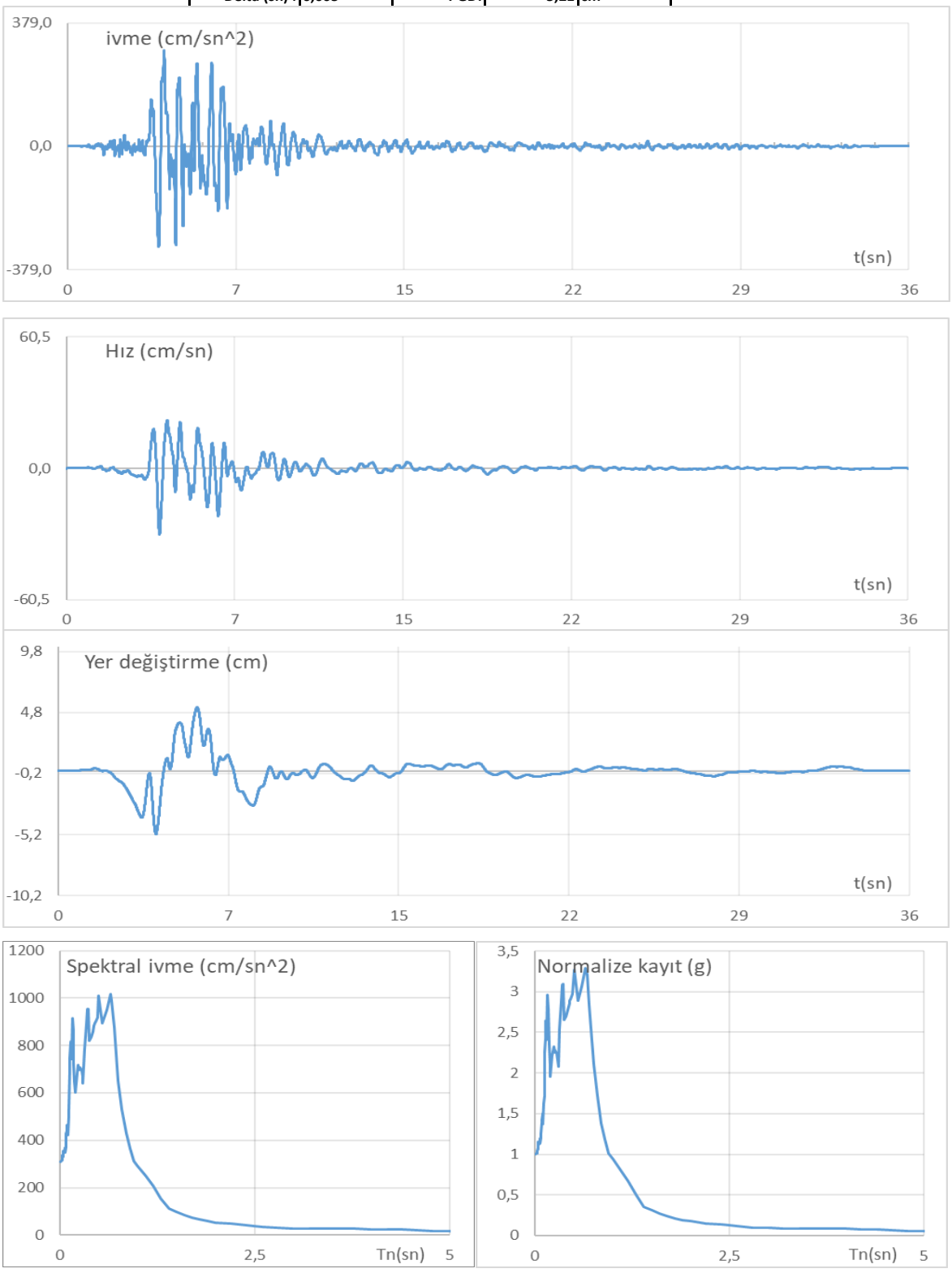
Şekil A.54: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 55 - Friuli Italy, 5/6/1976 depremi				
İstasyon Adı :	Tolmezzo	PGA:	350,22	cm/sn2
Bileşen :	0	PGV:	22,84	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	4,59	cm



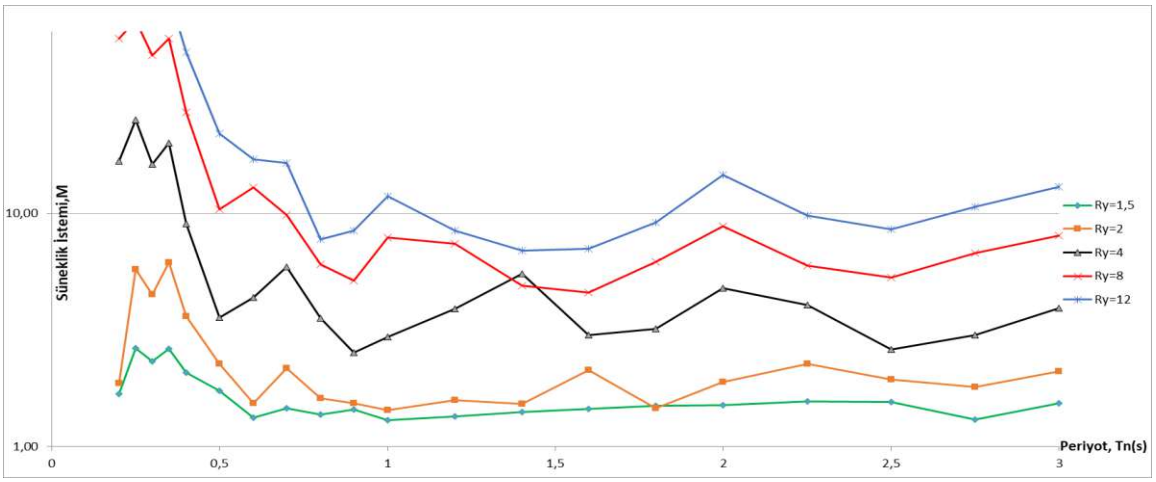
Şekil A.55: Özet deprem bilgileri

Deprem no: 56 - Friuli Italy, 5/6/1976 depremi				
İstasyon Adı :	Tolmezzo	PGA:	309,03	cm/sn2
Bileşen :	270	PGV:	30,51	cm/sn
Delta (sn) :	0,005	PGD:	5,21	cm

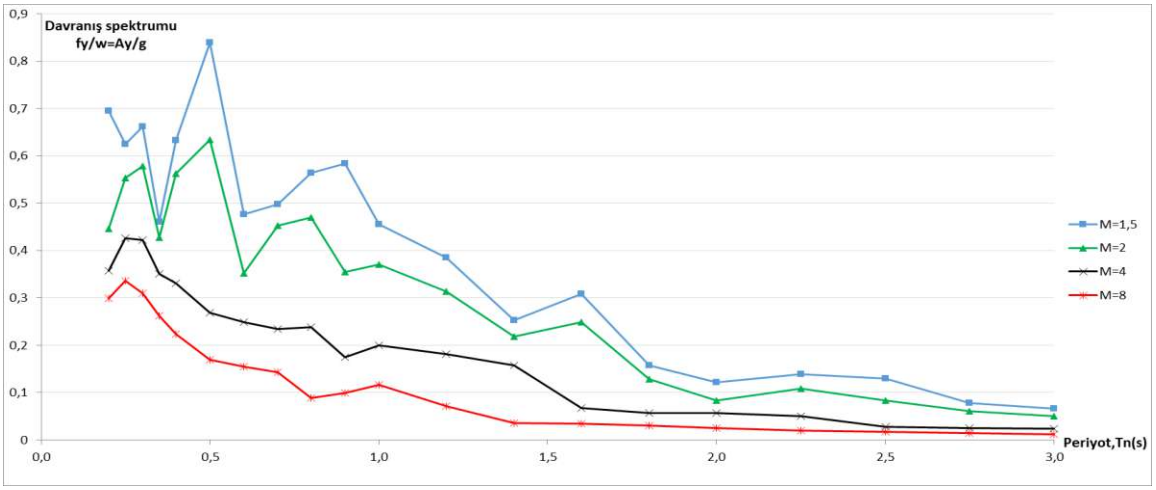


Şekil A.56: Özet deprem bilgileri

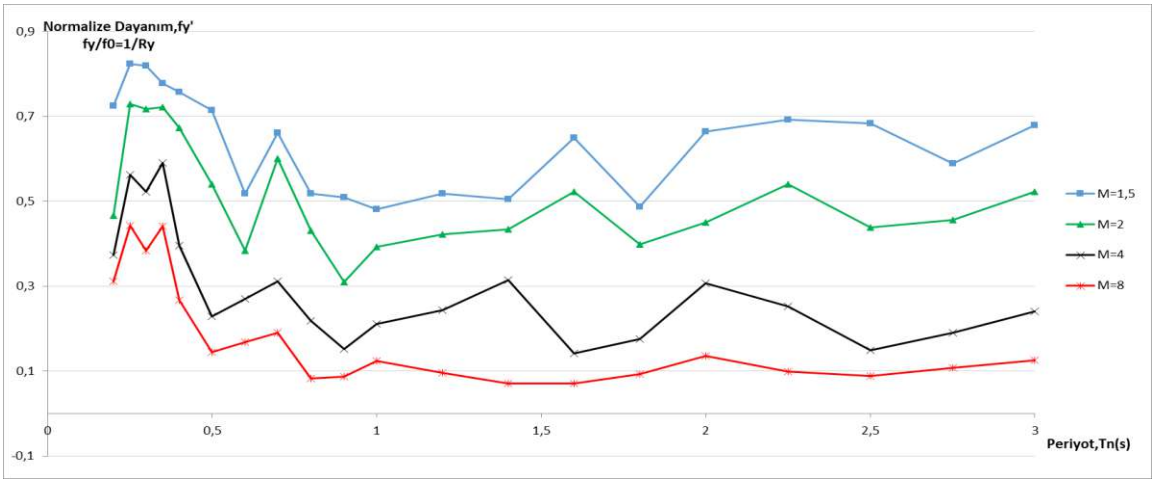
EK-B



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

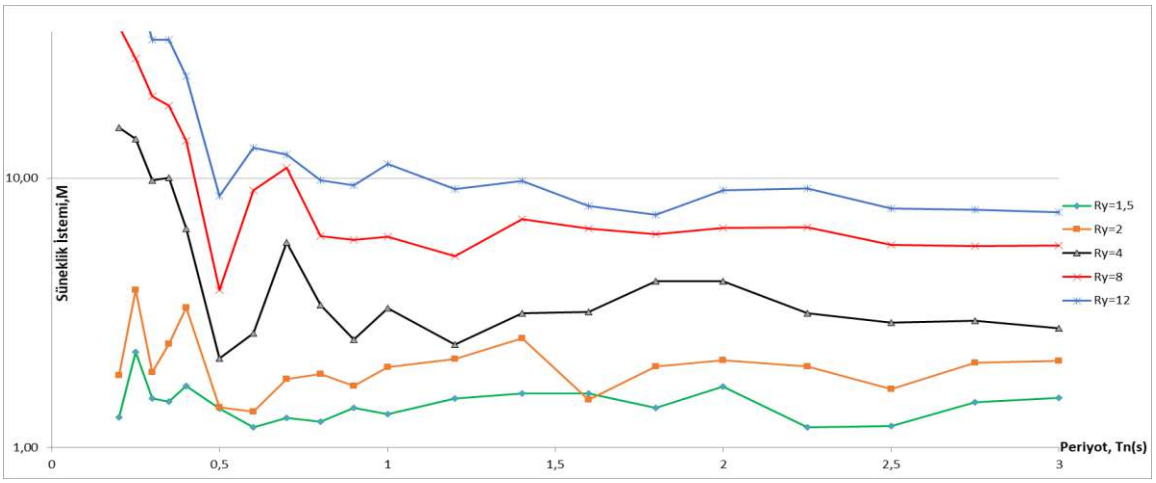


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

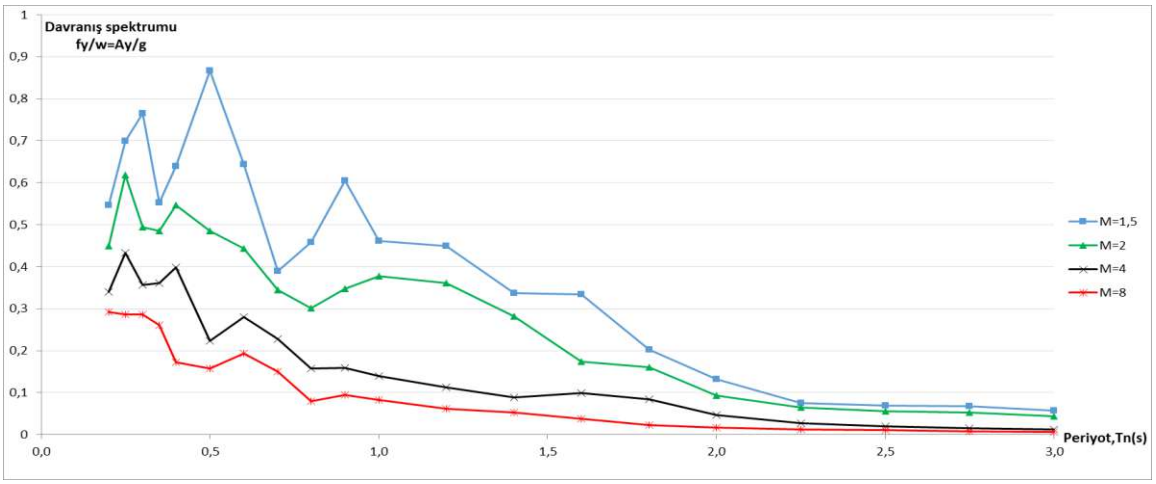


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

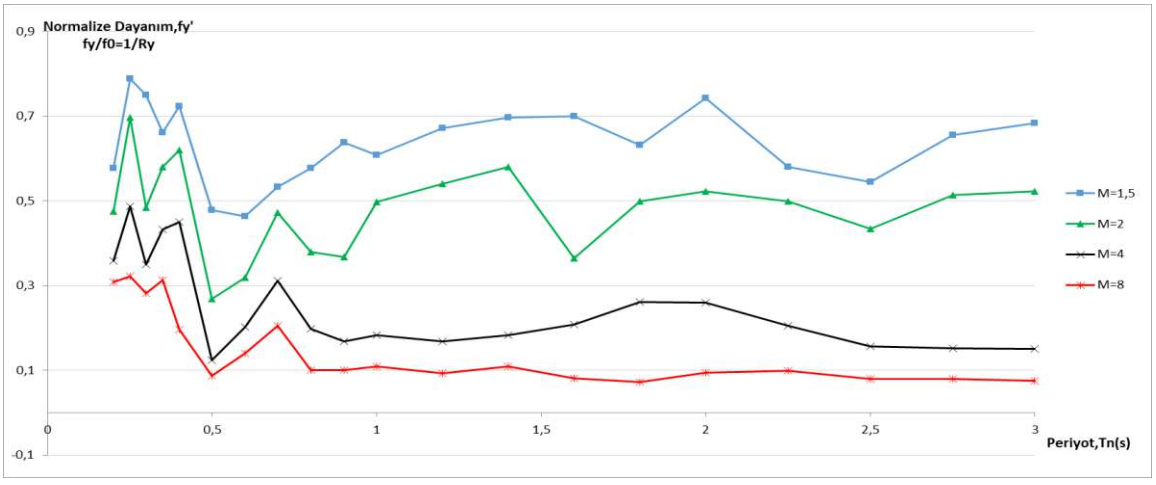
Şekil B.1: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

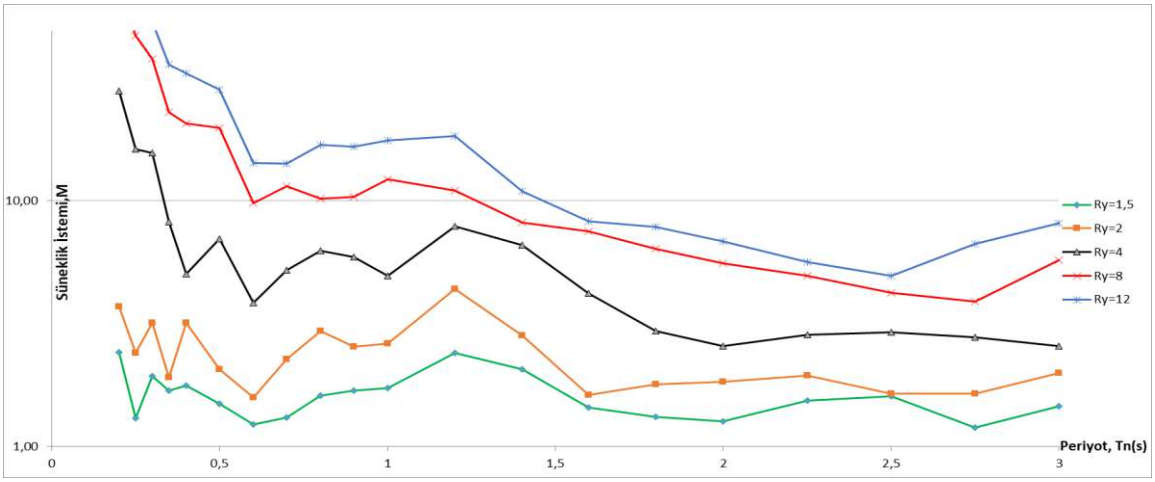


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

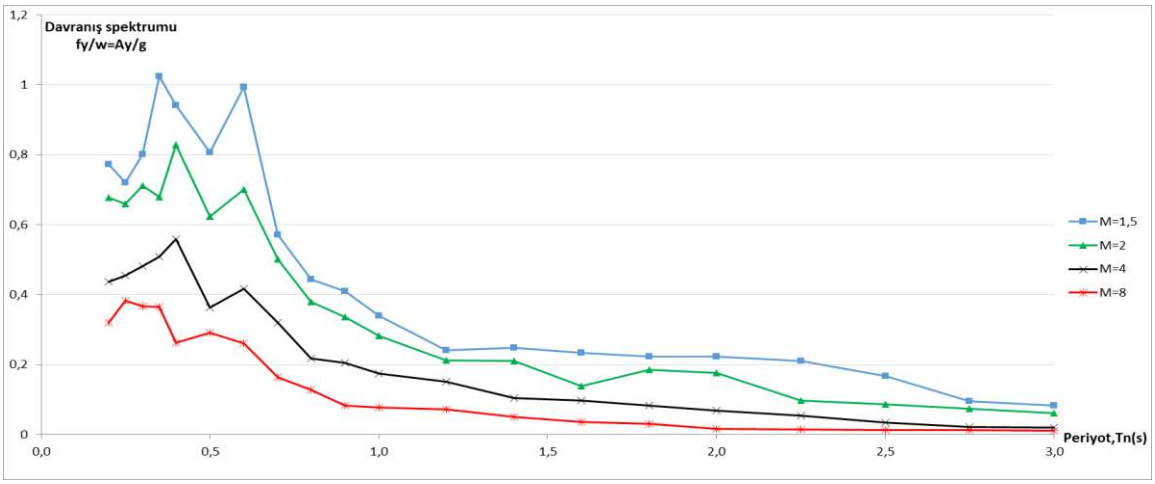


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

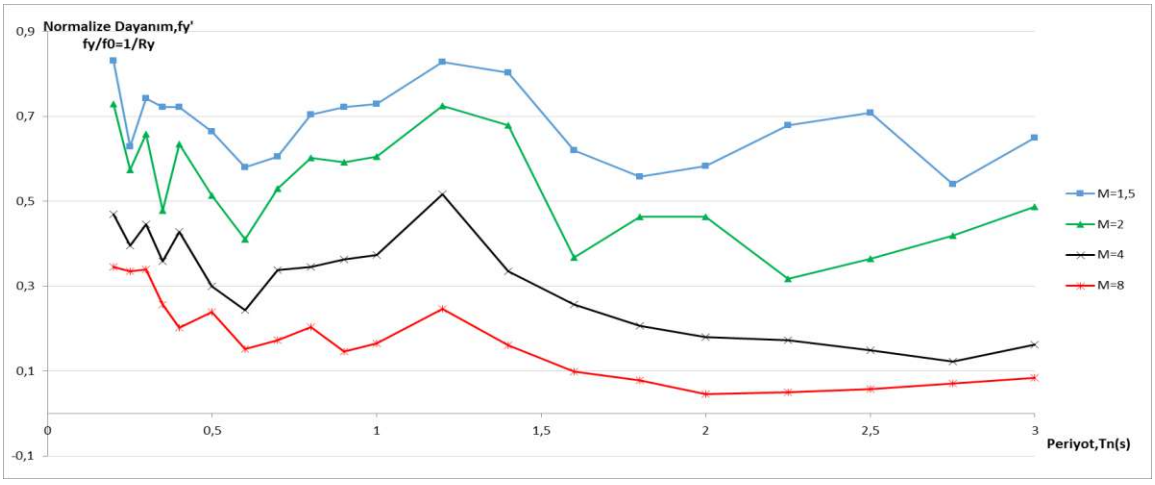
Şekil B.2: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

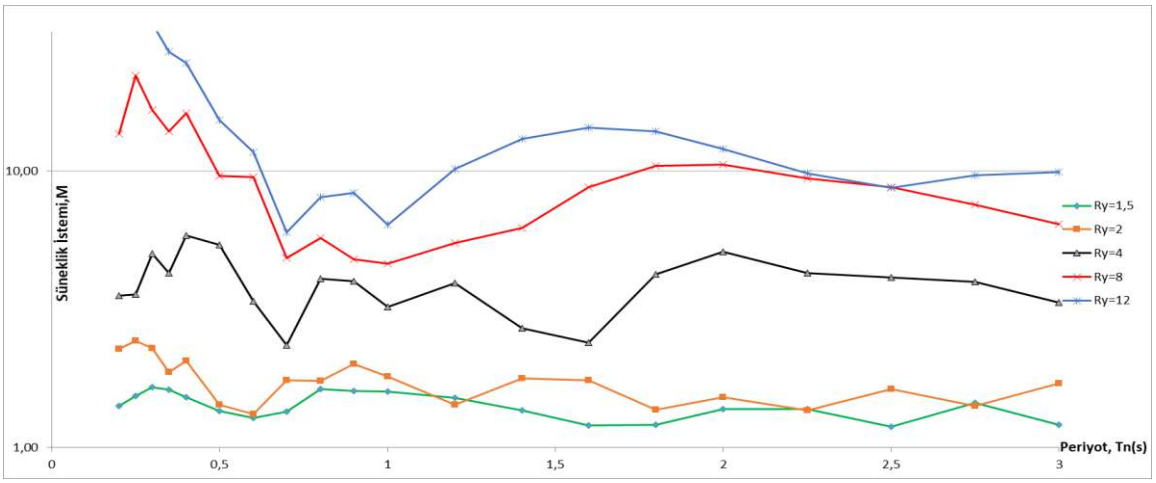


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

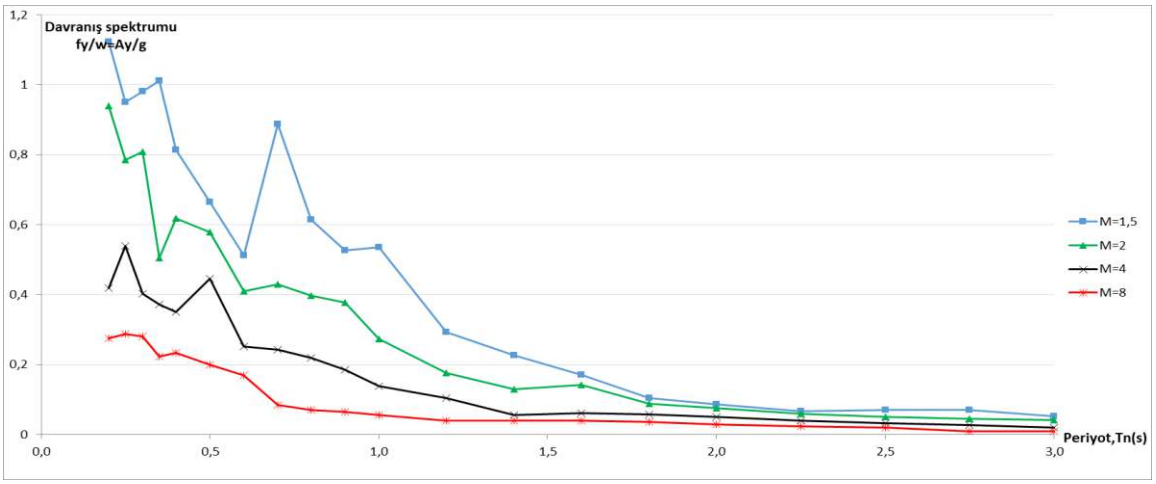


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

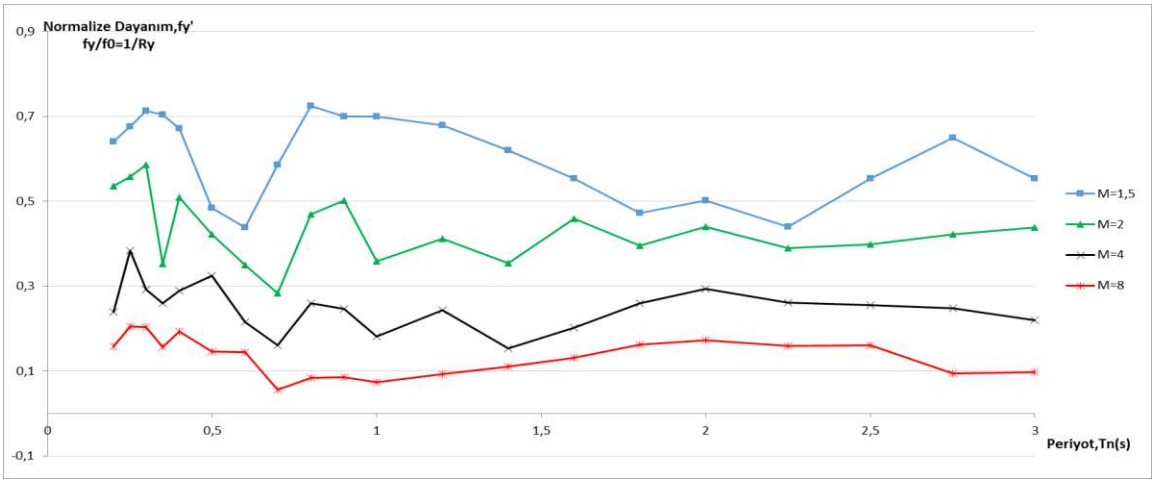
Şekil B.3: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

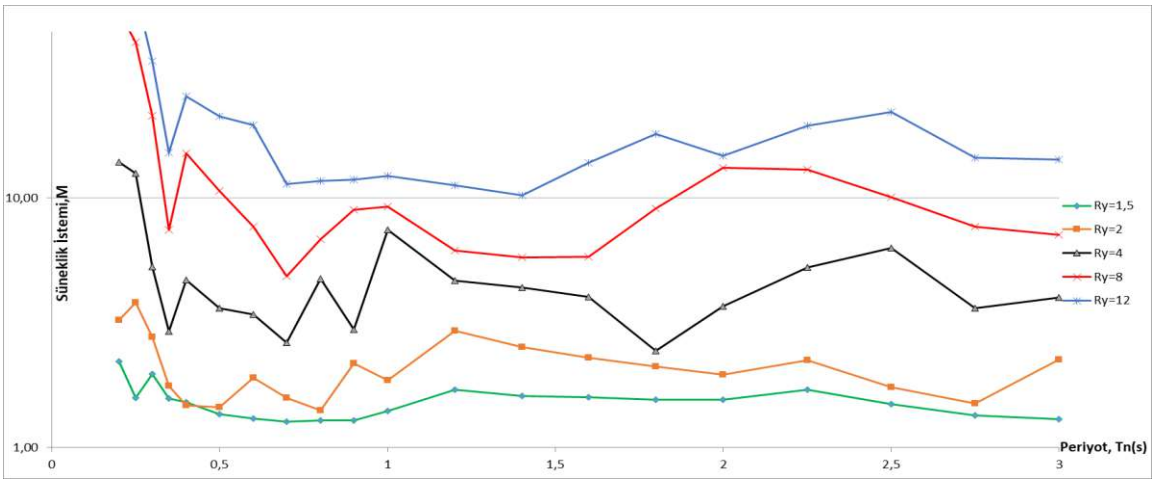


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

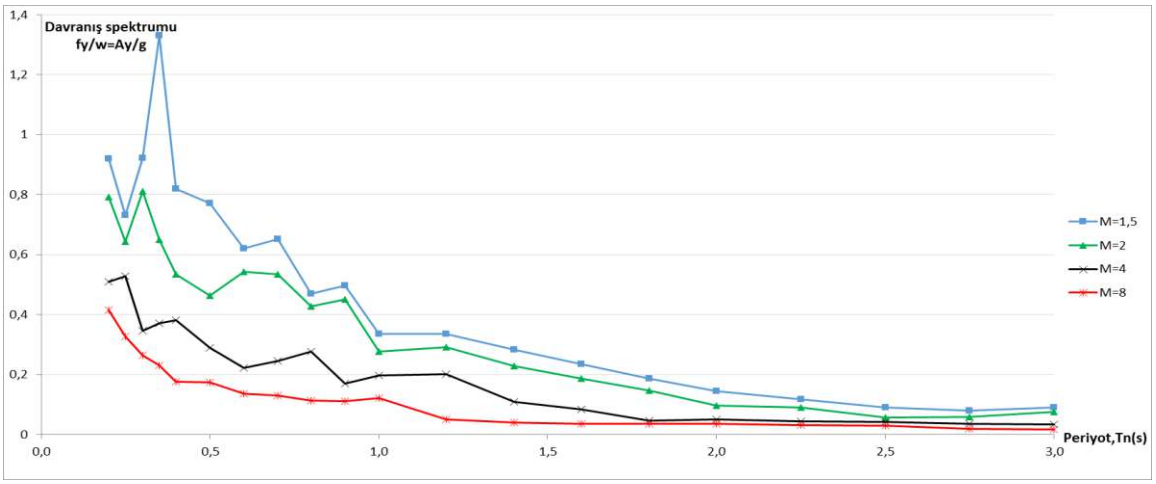


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

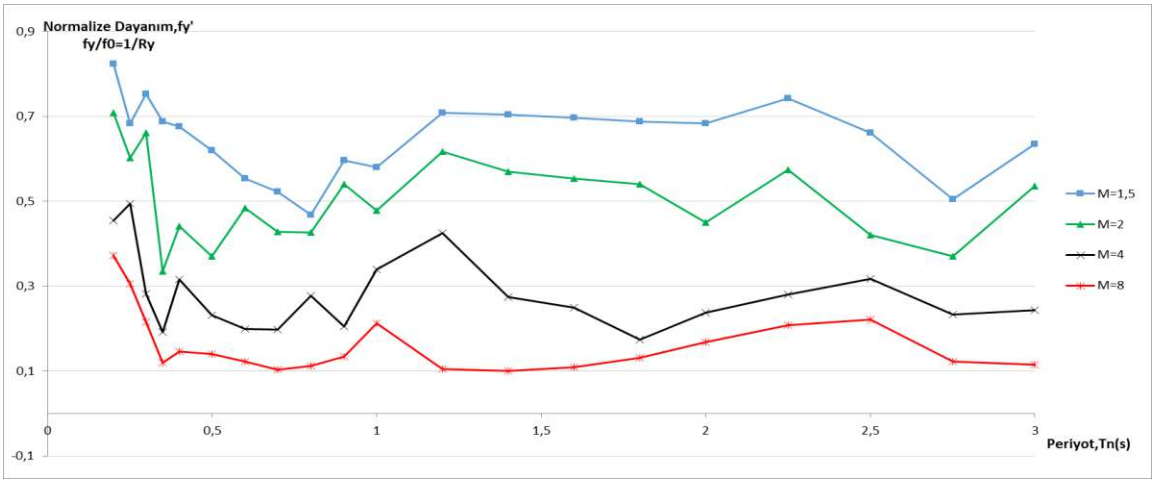
Şekil B.4: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

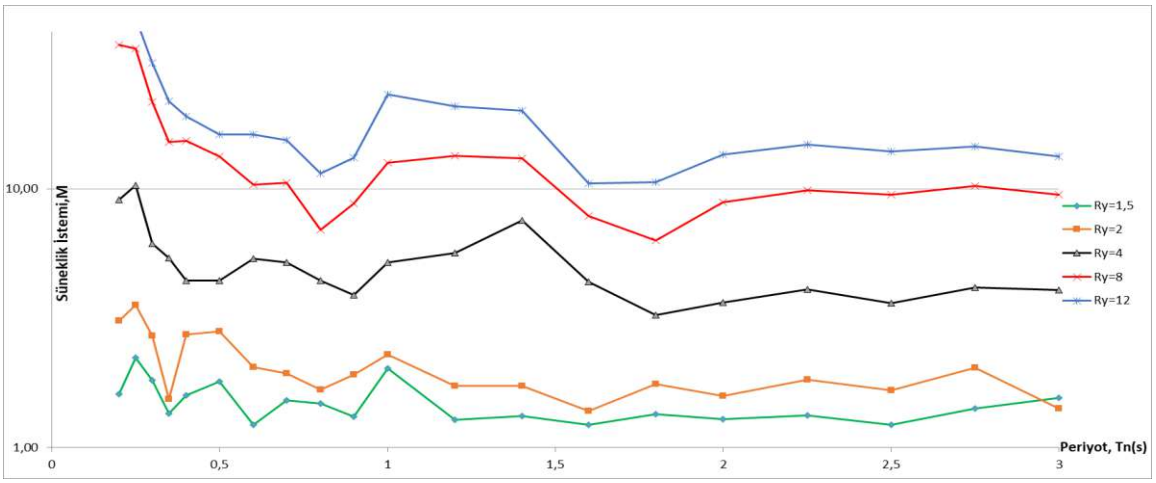


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

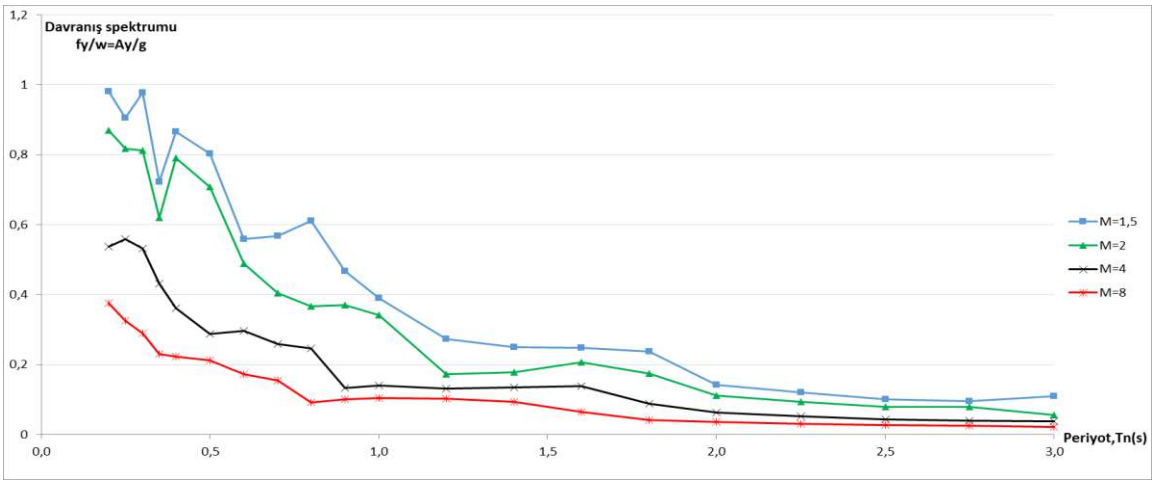


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

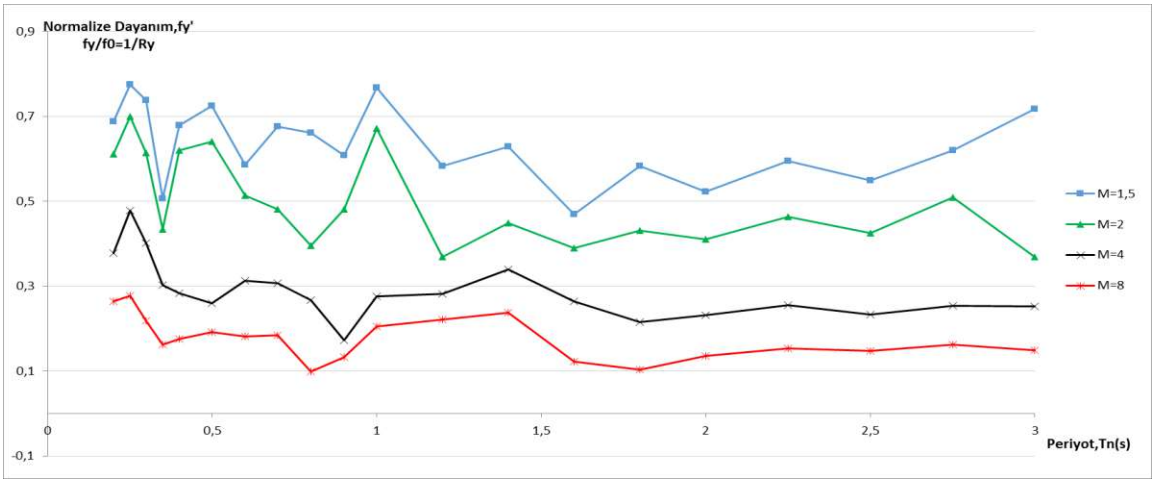
Şekil B.5: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-21 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

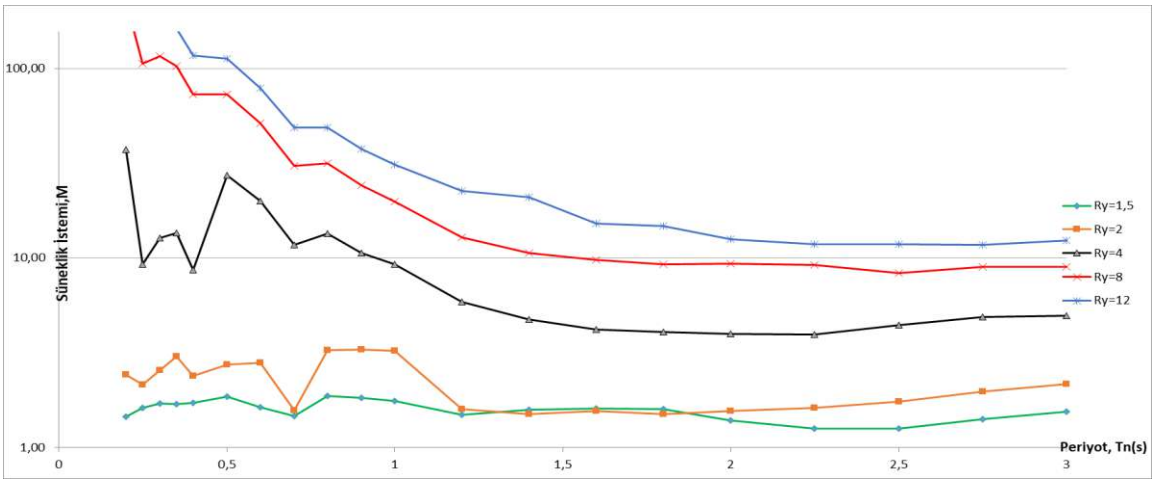


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

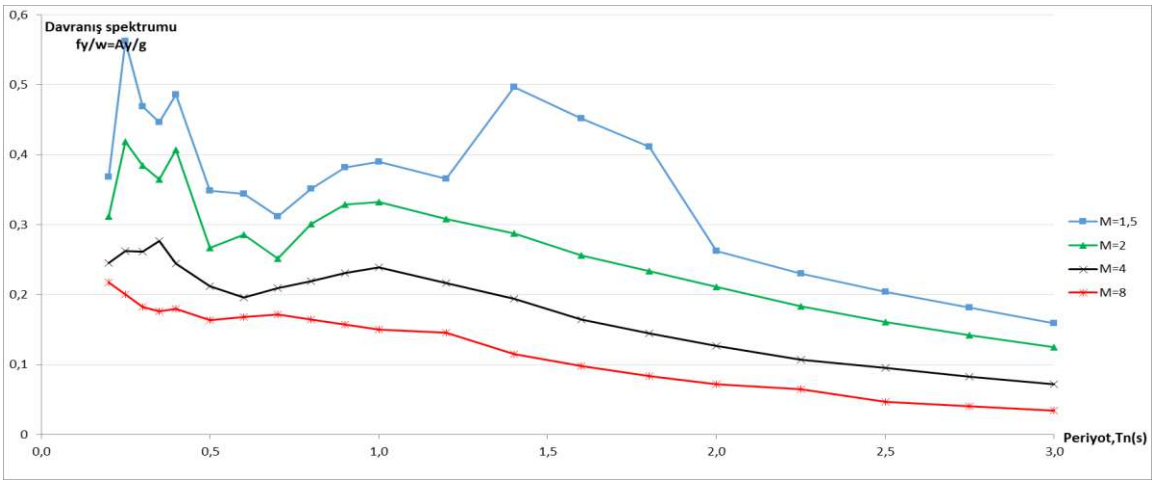


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

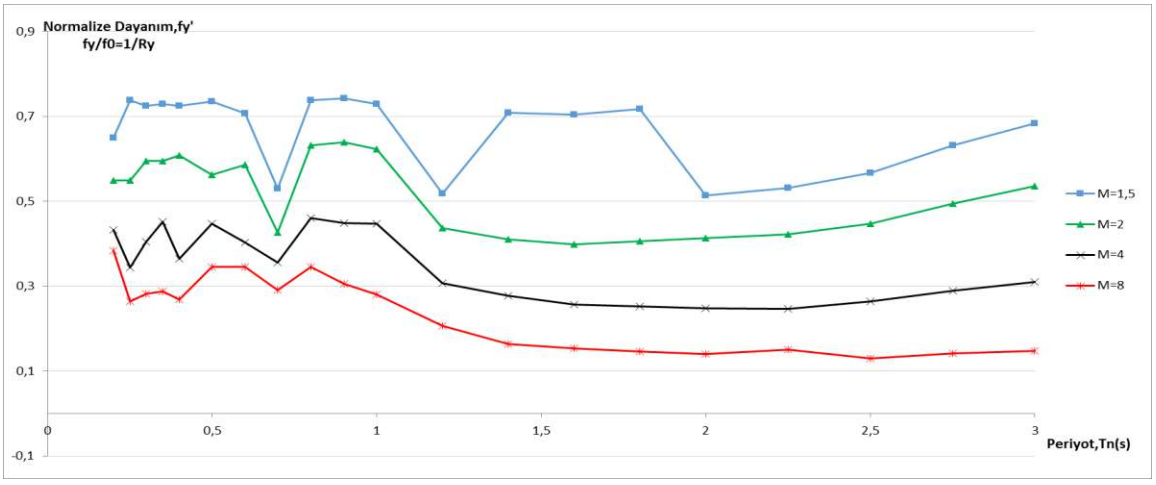
Şekil B.6: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-111 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

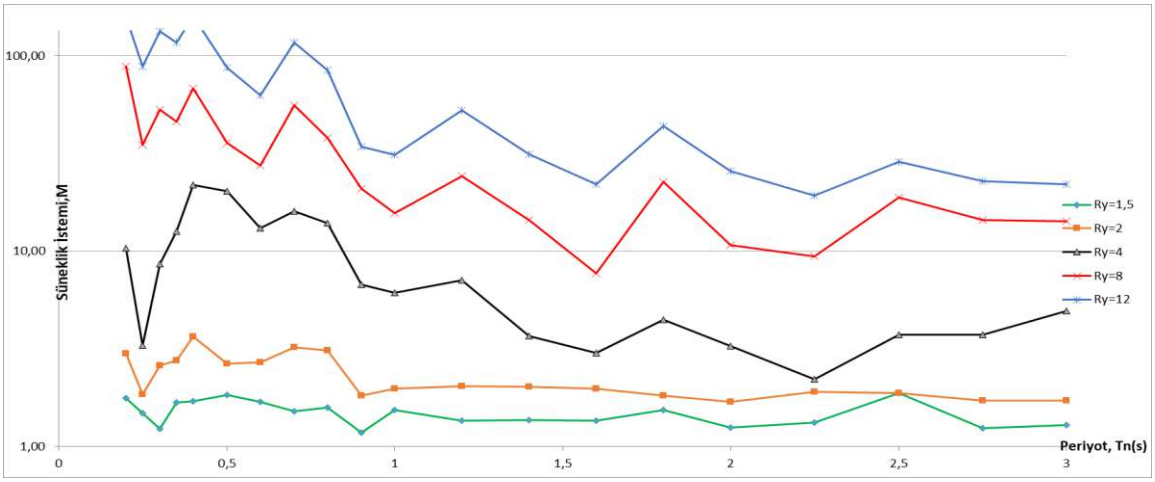


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

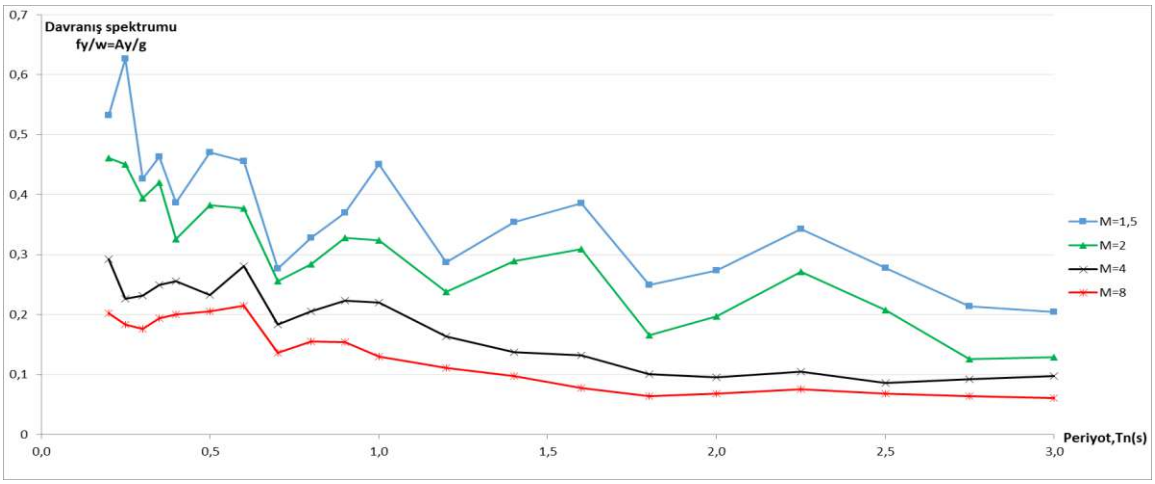


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

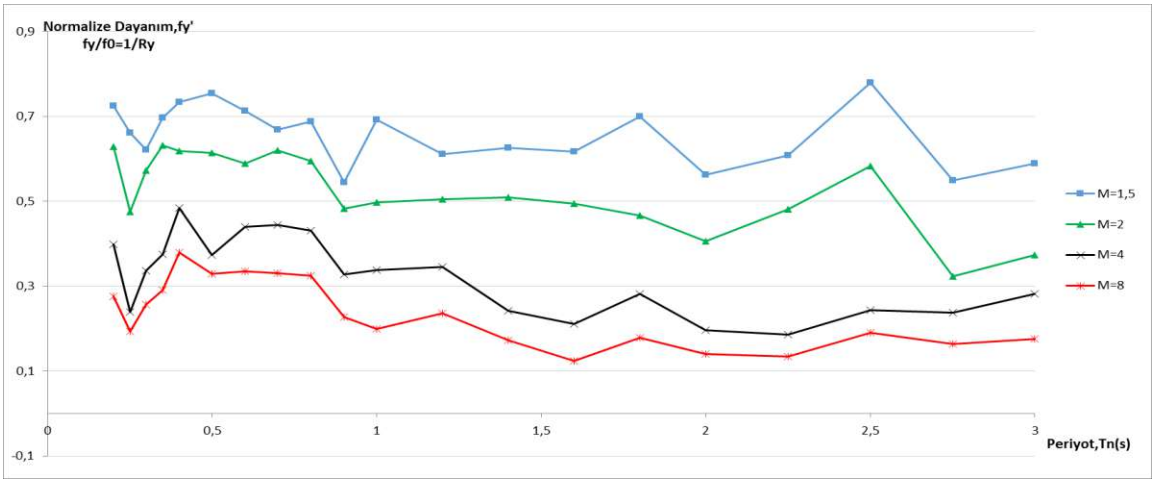
Şekil B.7: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

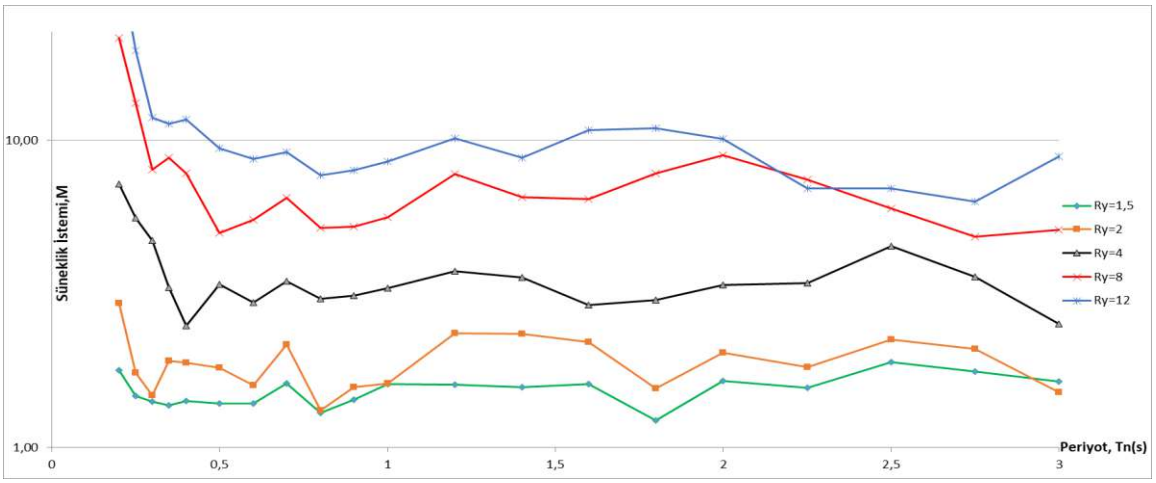


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

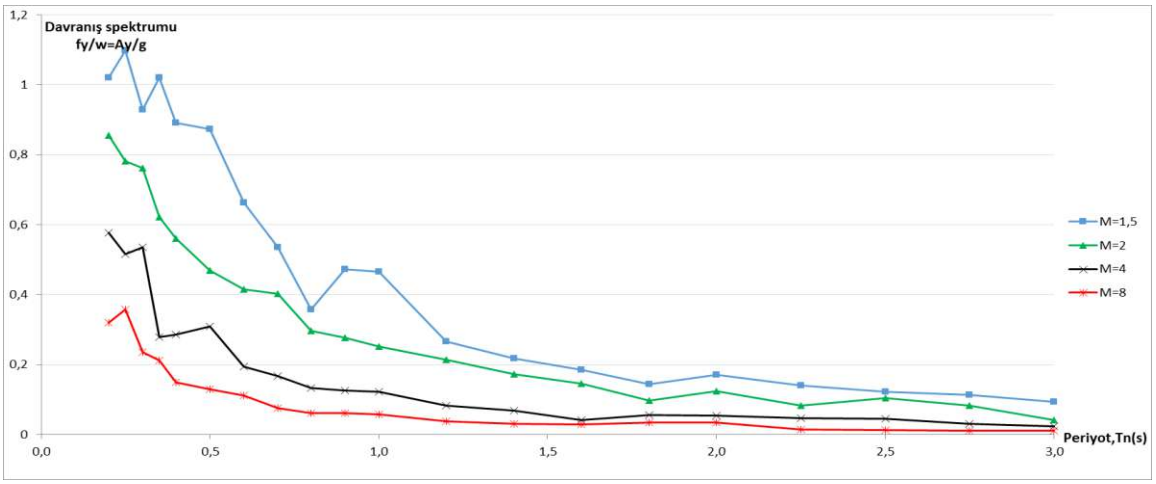


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

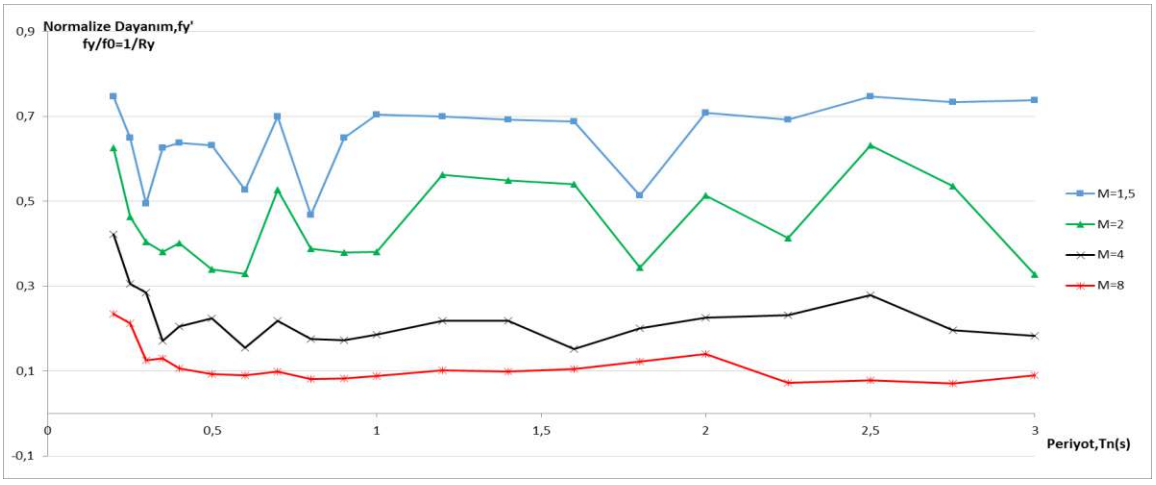
Şekil B.8: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

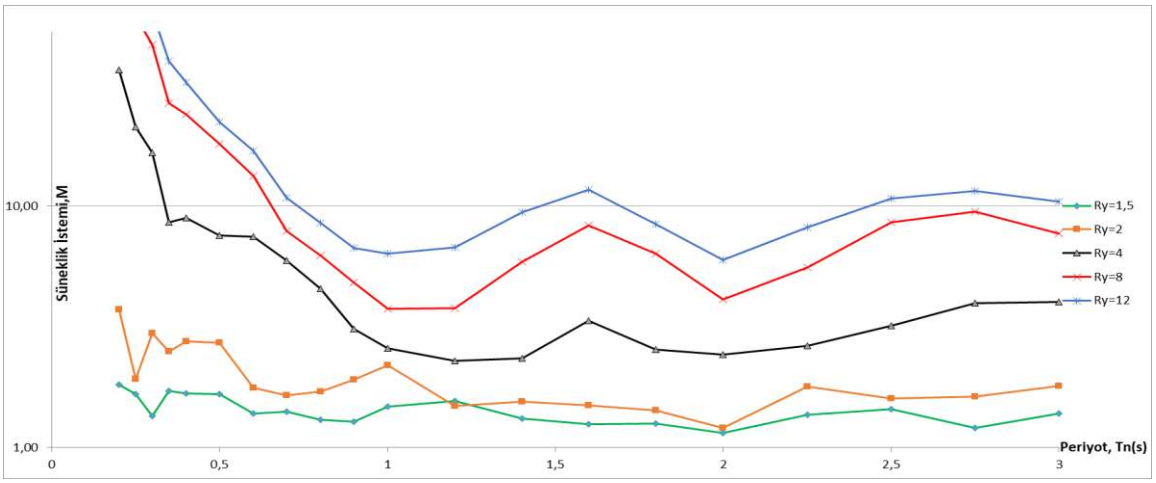


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

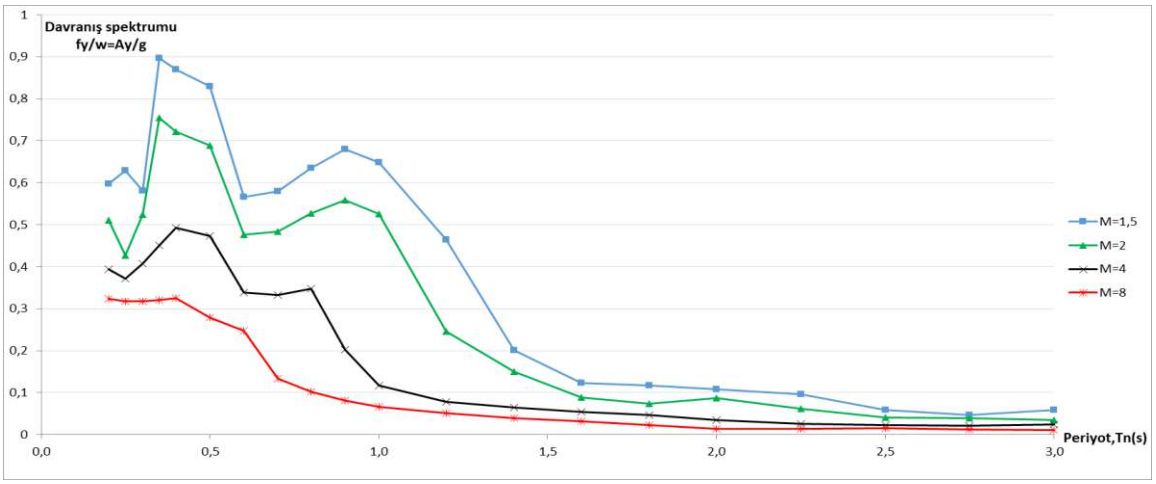


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

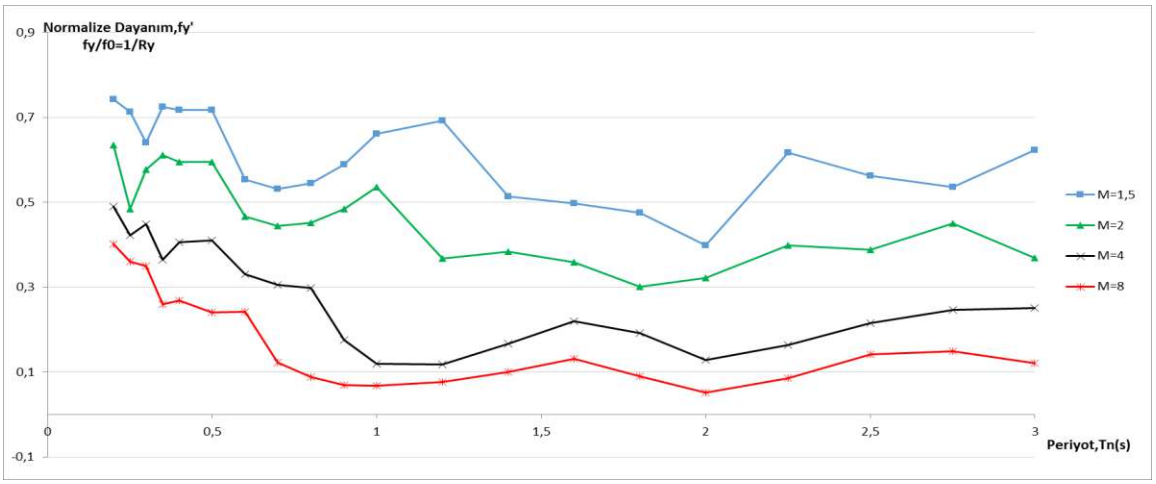
Şekil B.9: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

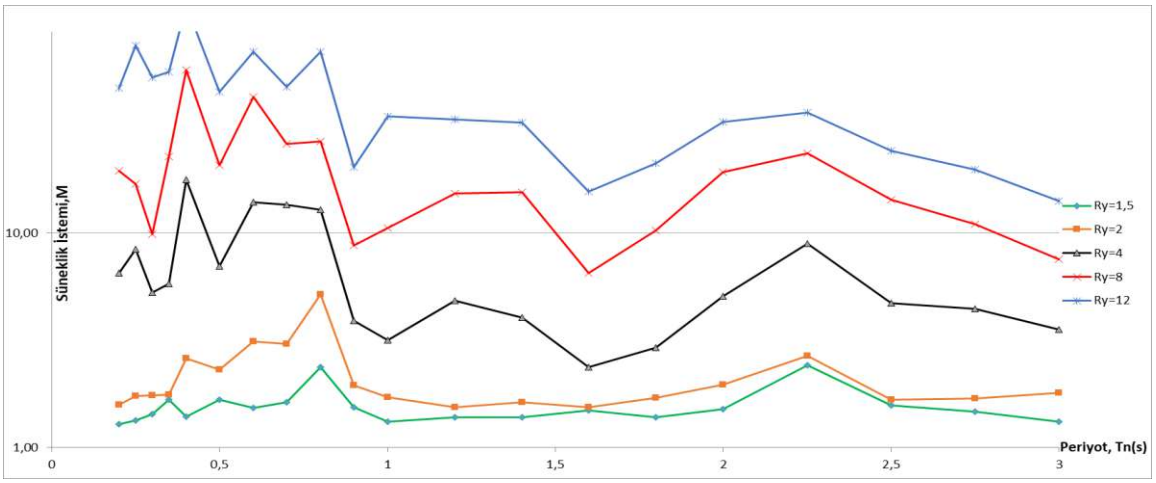


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

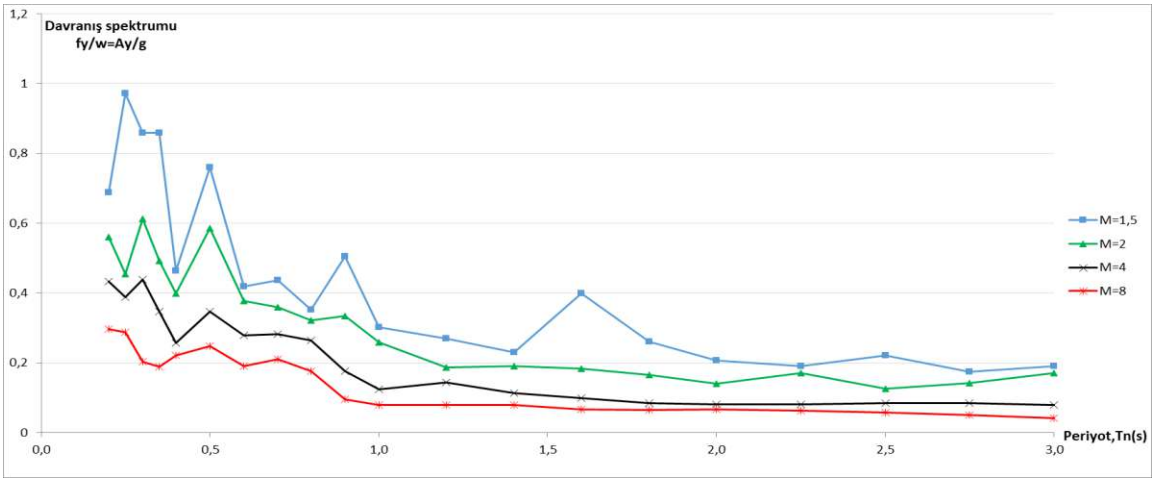


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

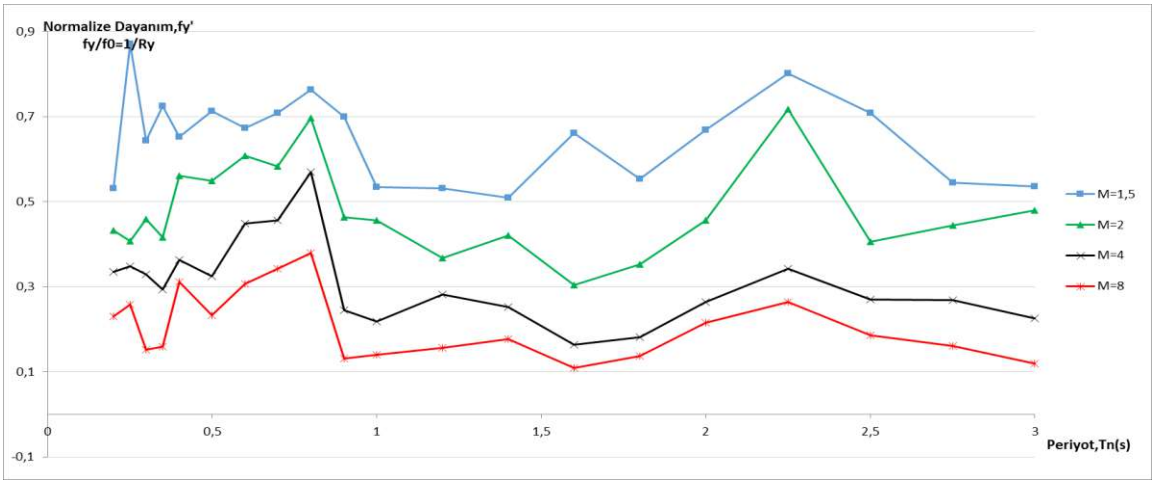
Şekil B.10: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

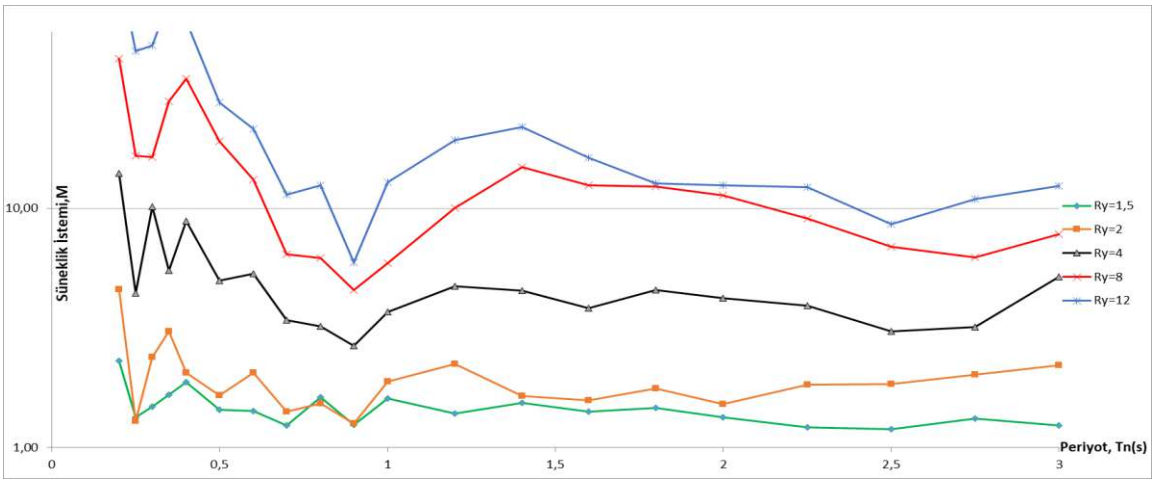


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

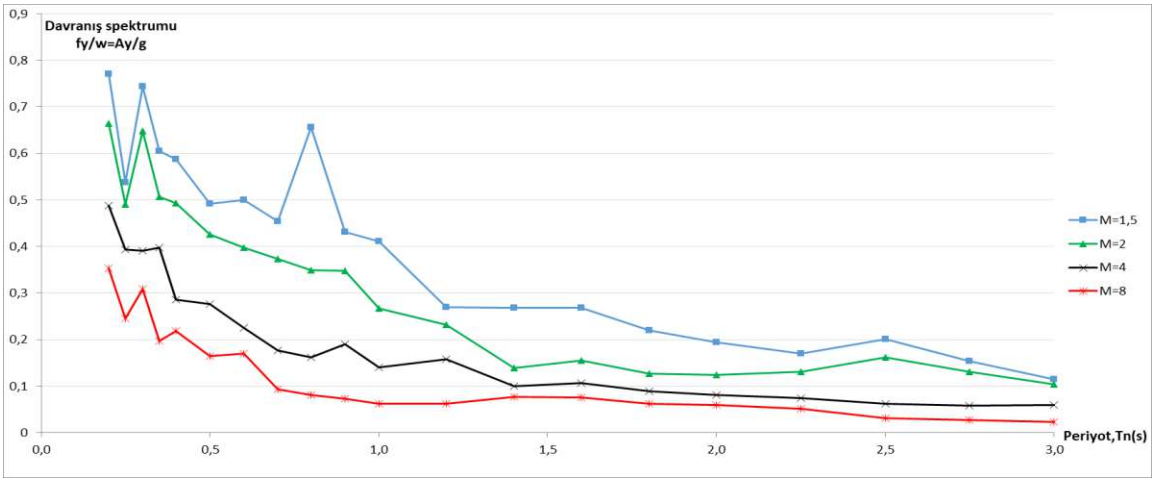


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

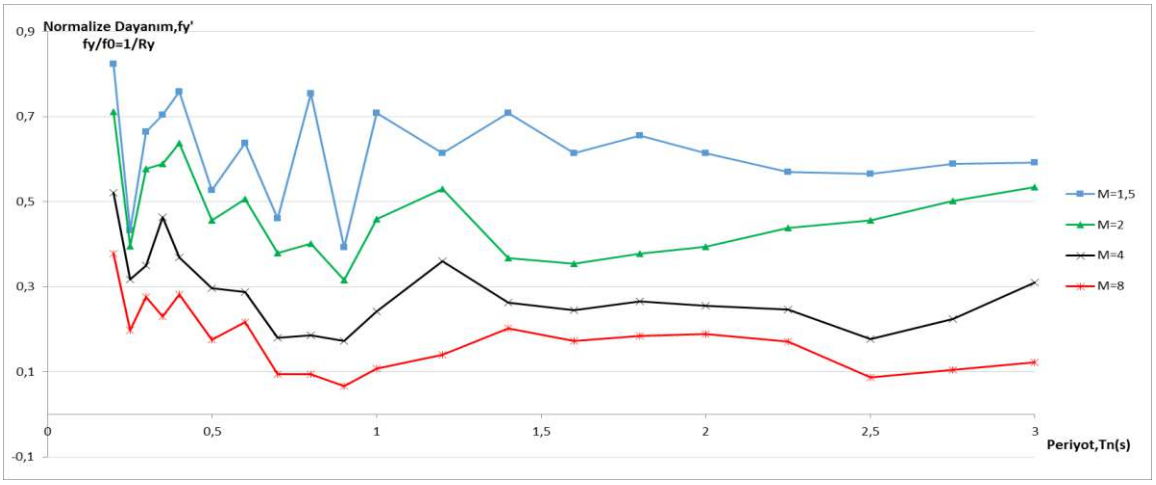
Şekil B.11: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

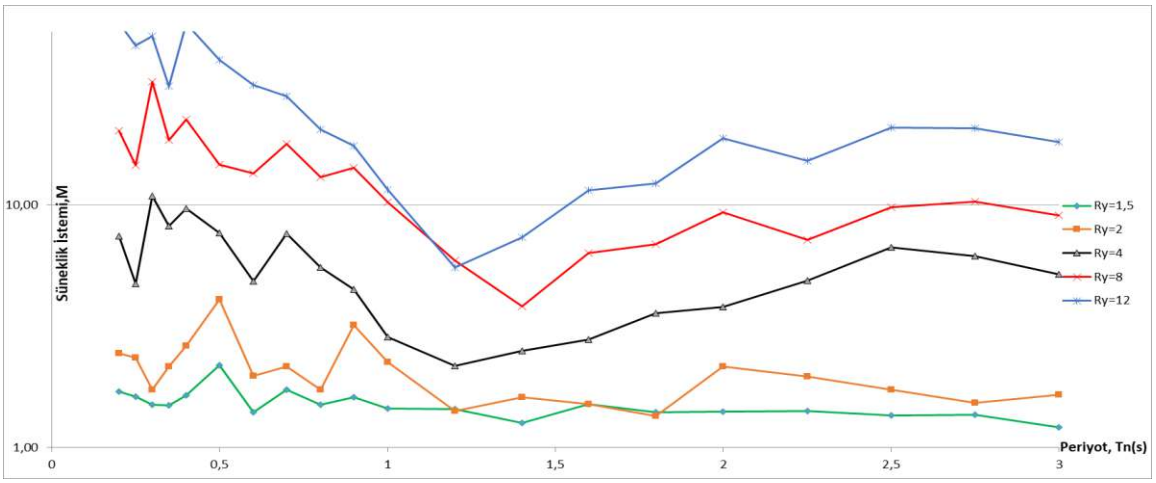


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

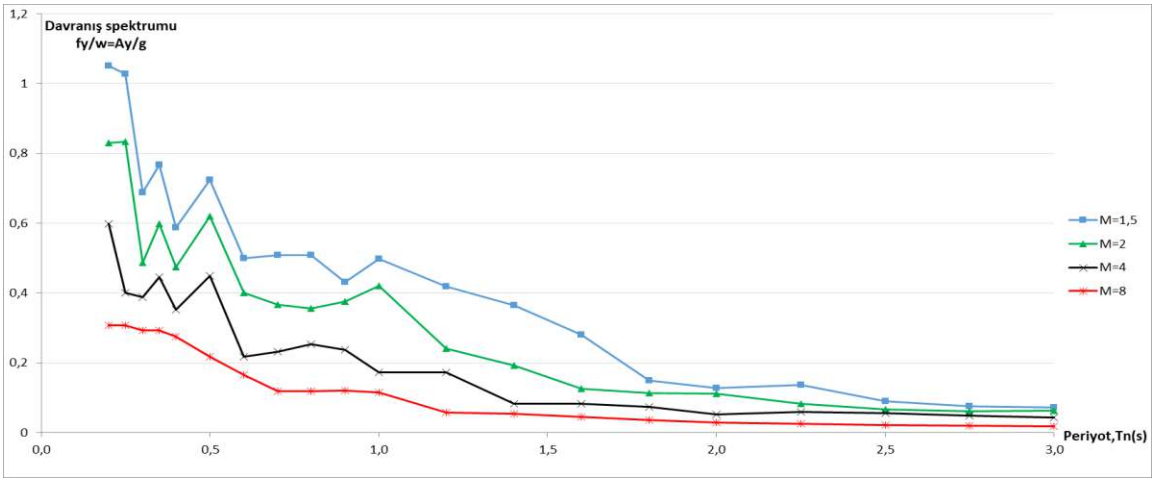


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

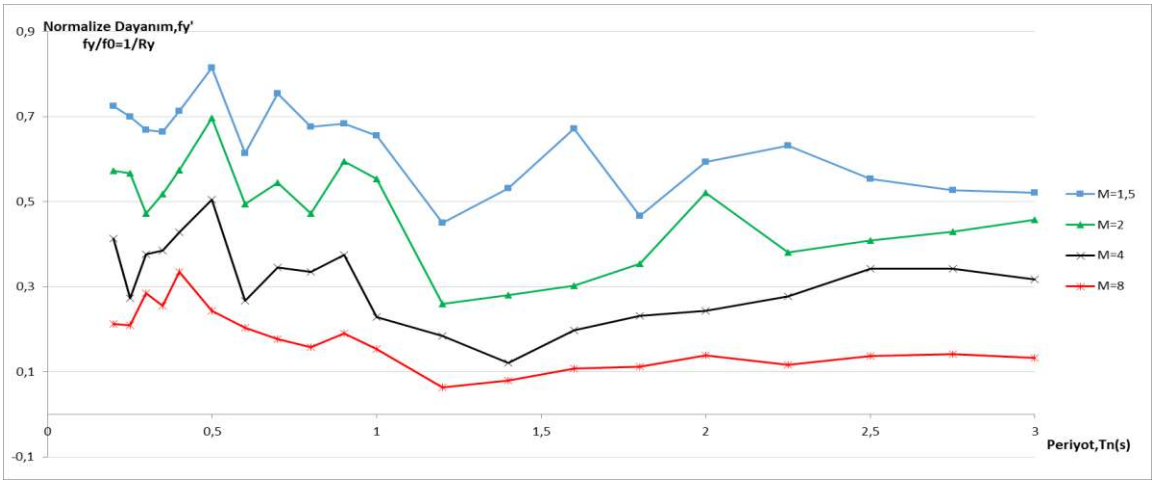
Şekil B.12: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

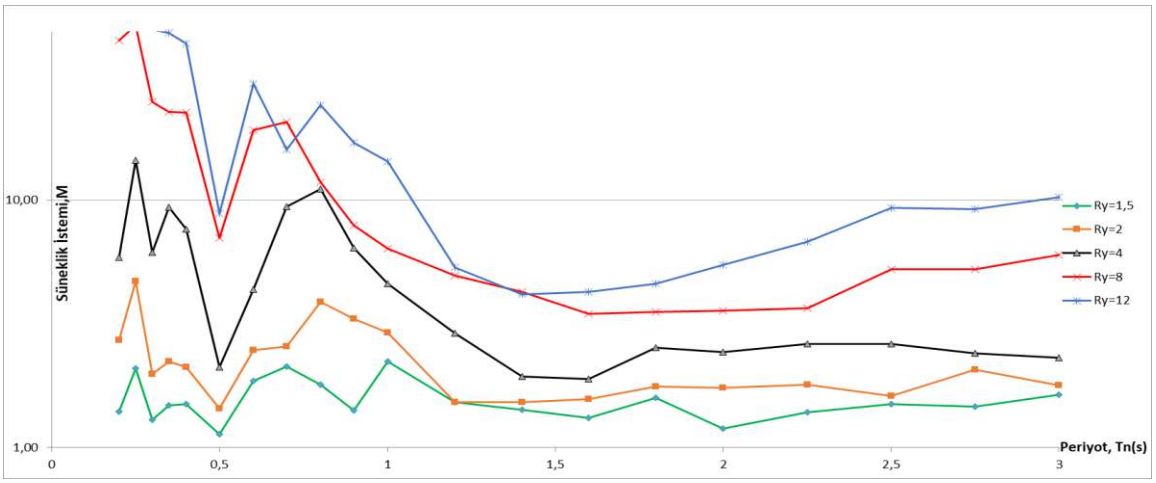


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

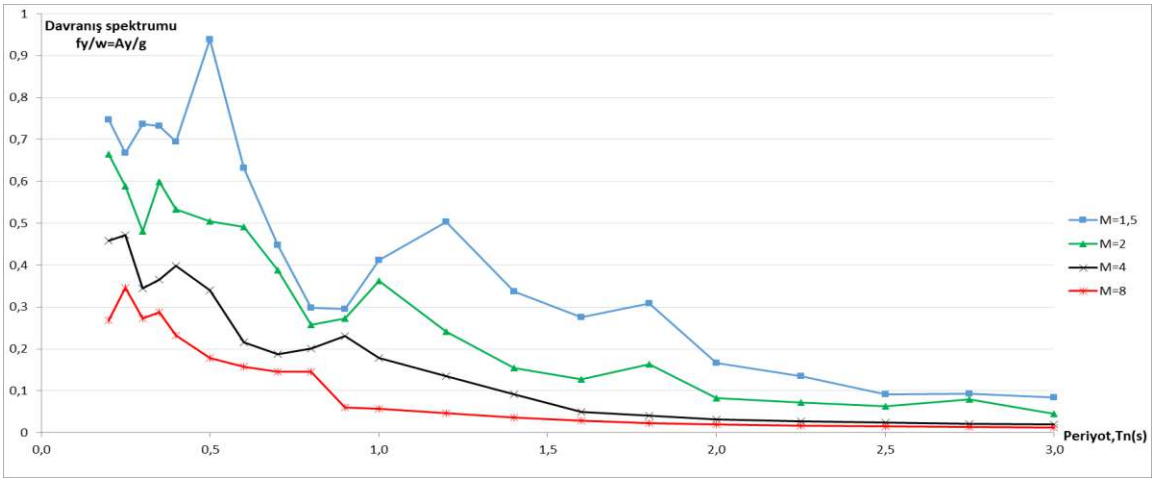


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

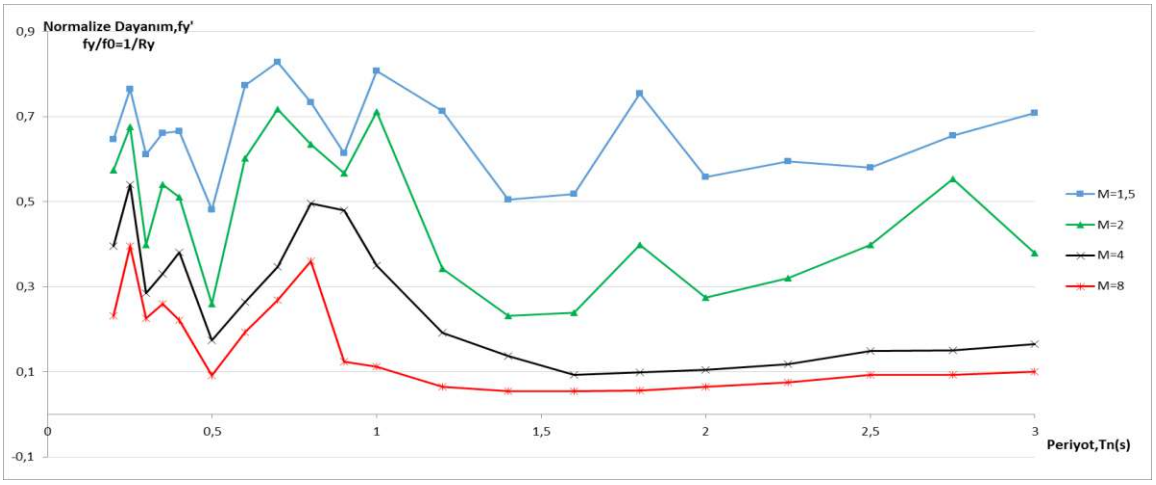
Şekil B.13: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

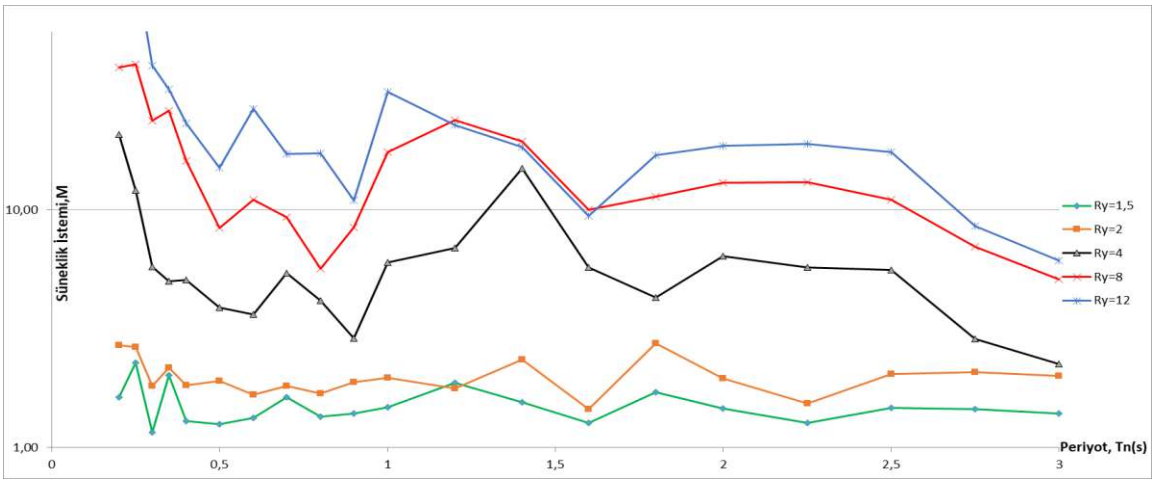


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

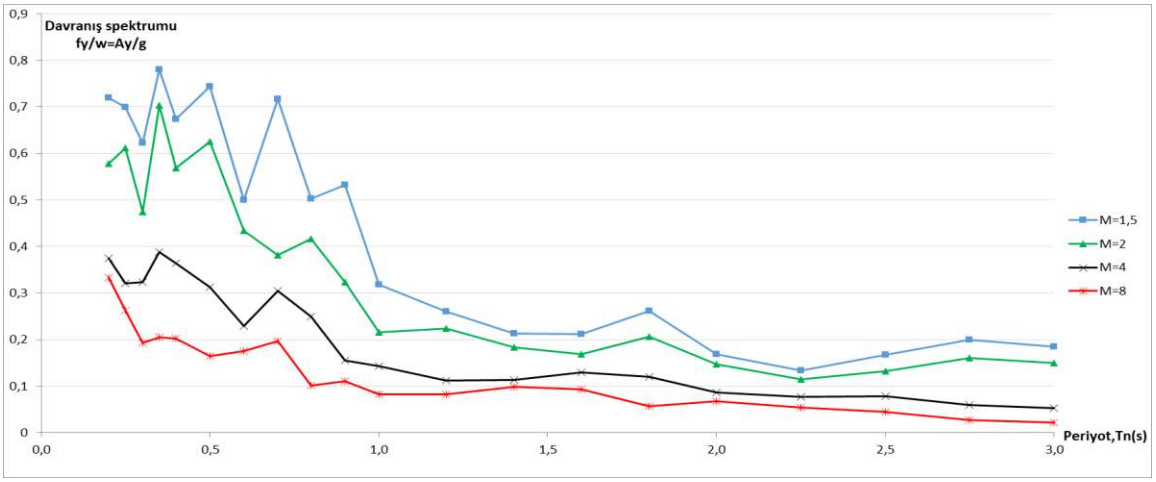


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

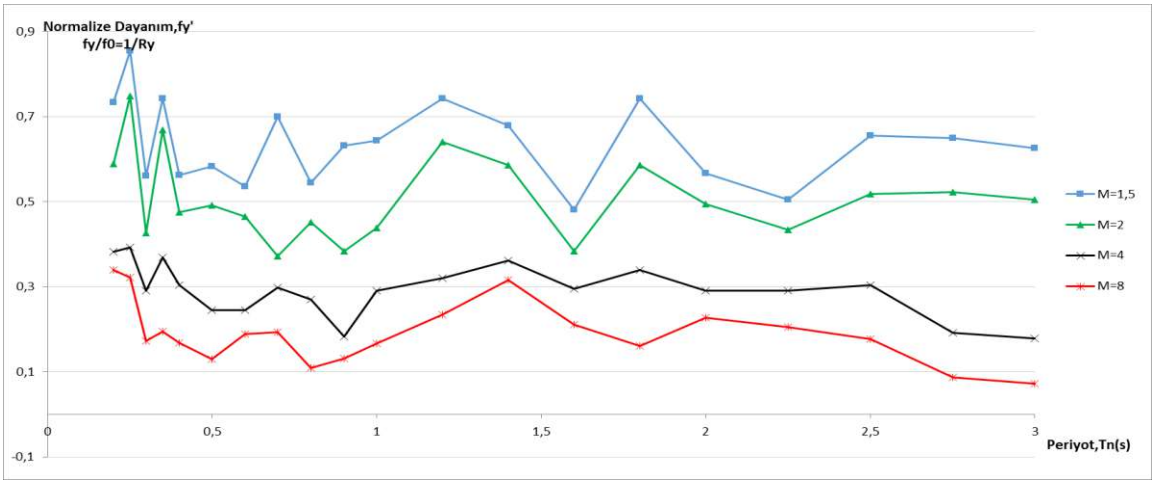
Şekil B.14: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

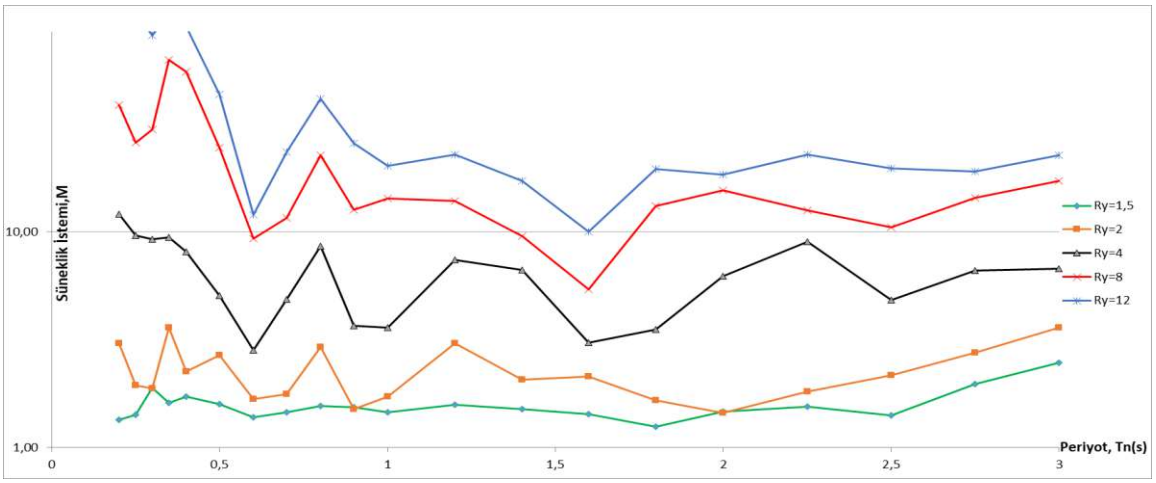


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

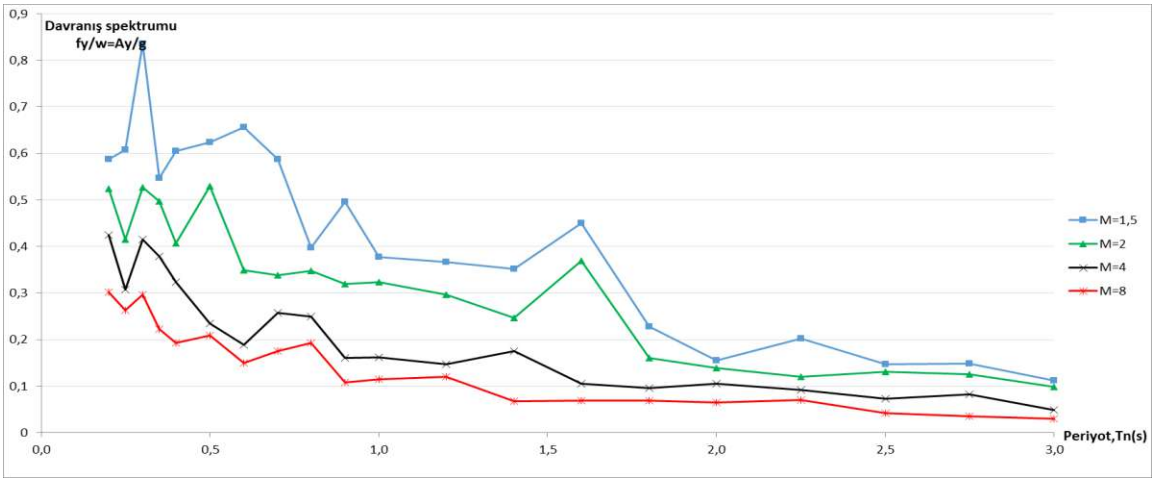


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

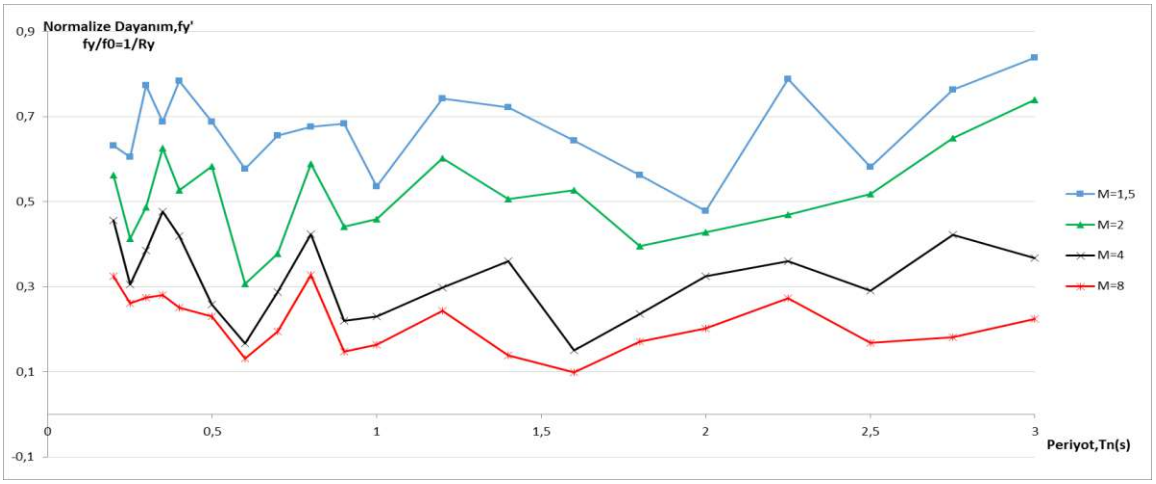
Şekil B.15: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-262 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

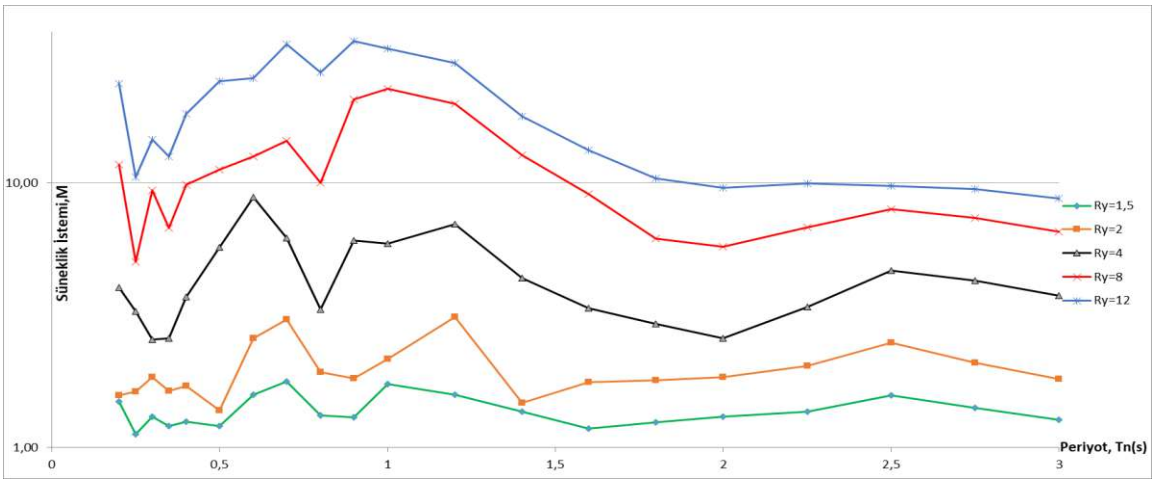


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

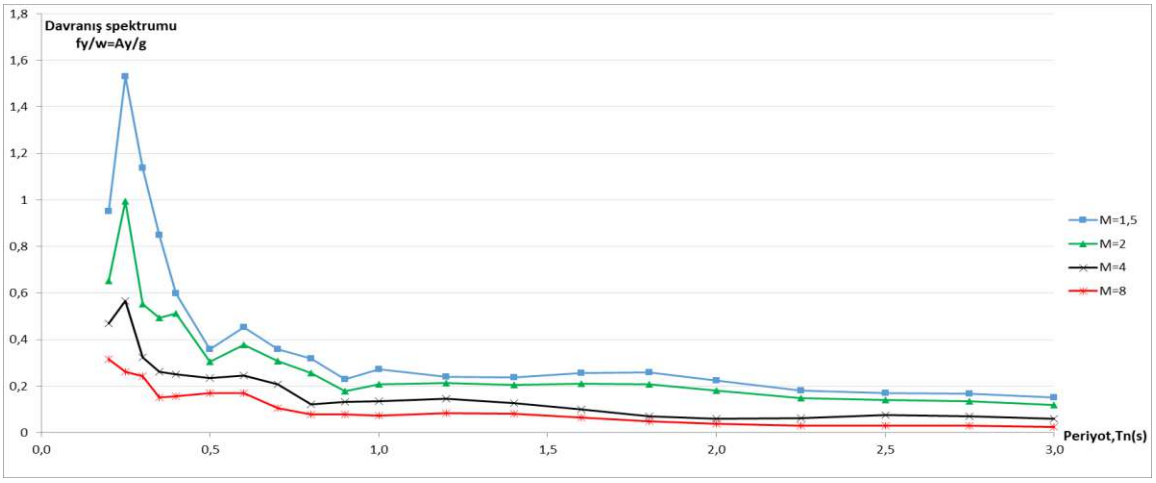


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

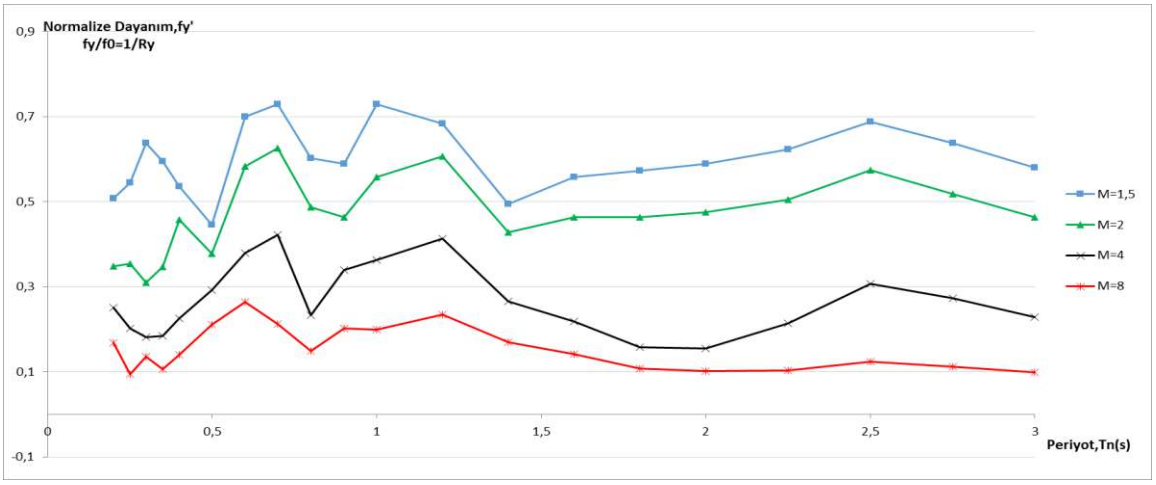
Şekil B.16: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-352 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

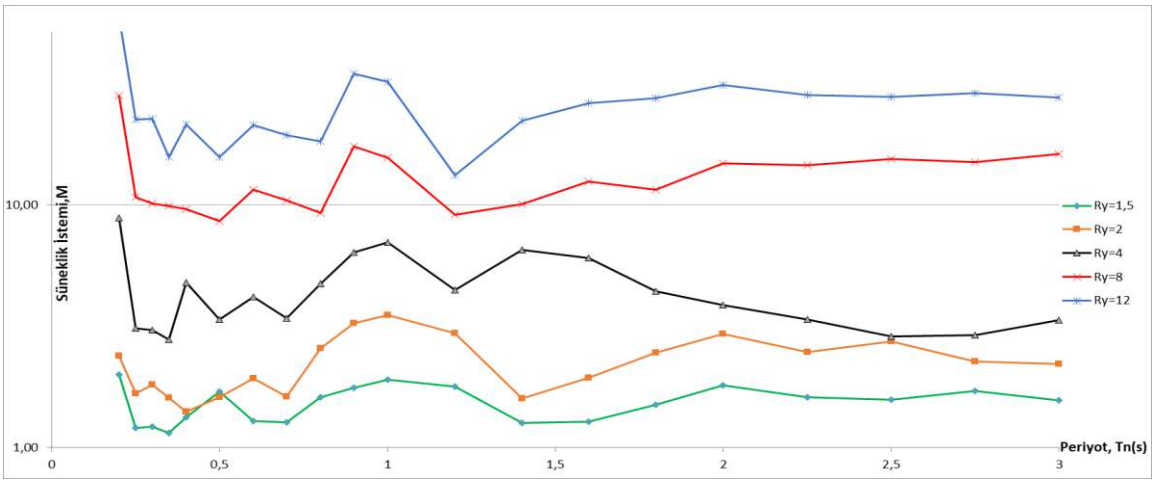


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

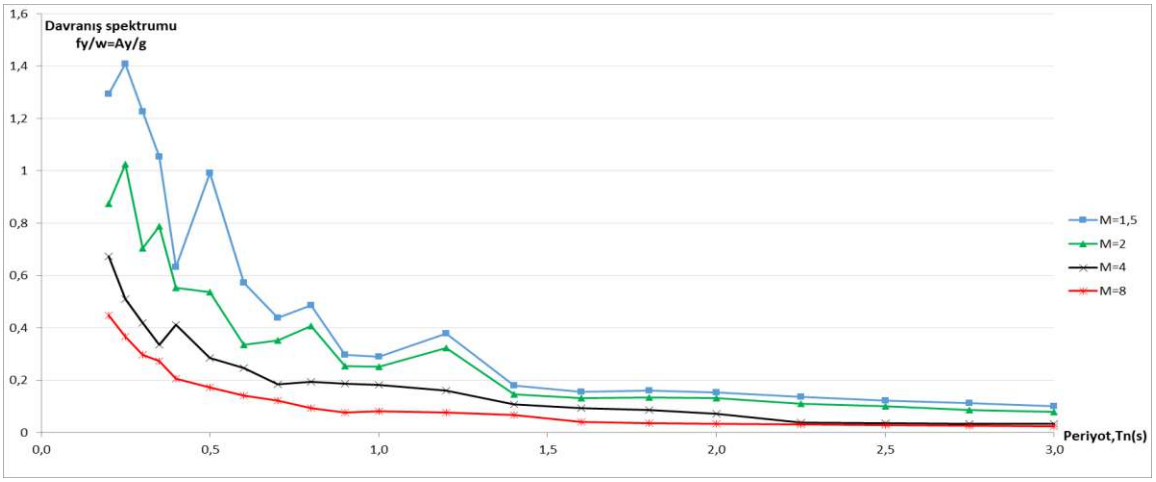


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

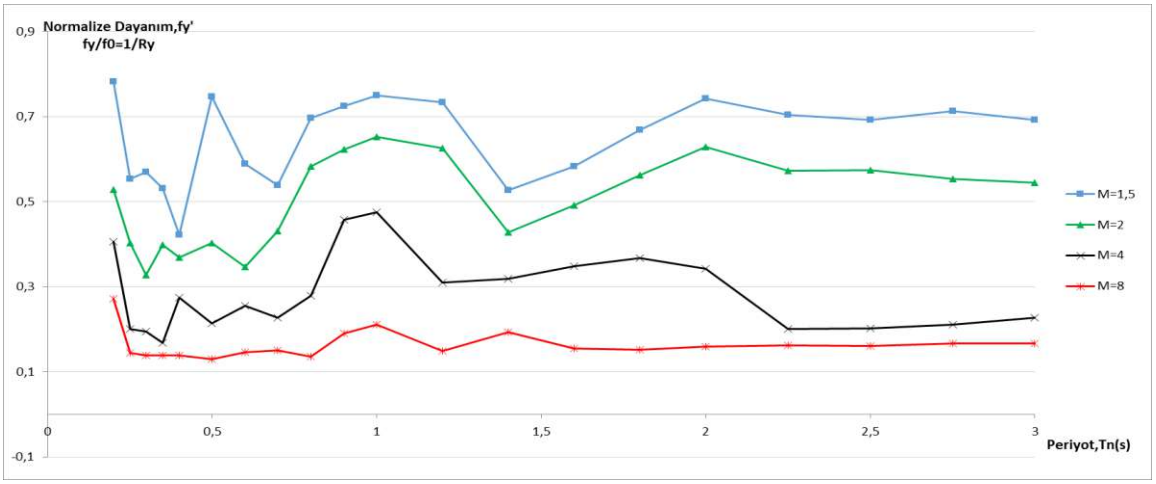
Şekil B.17: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-140 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

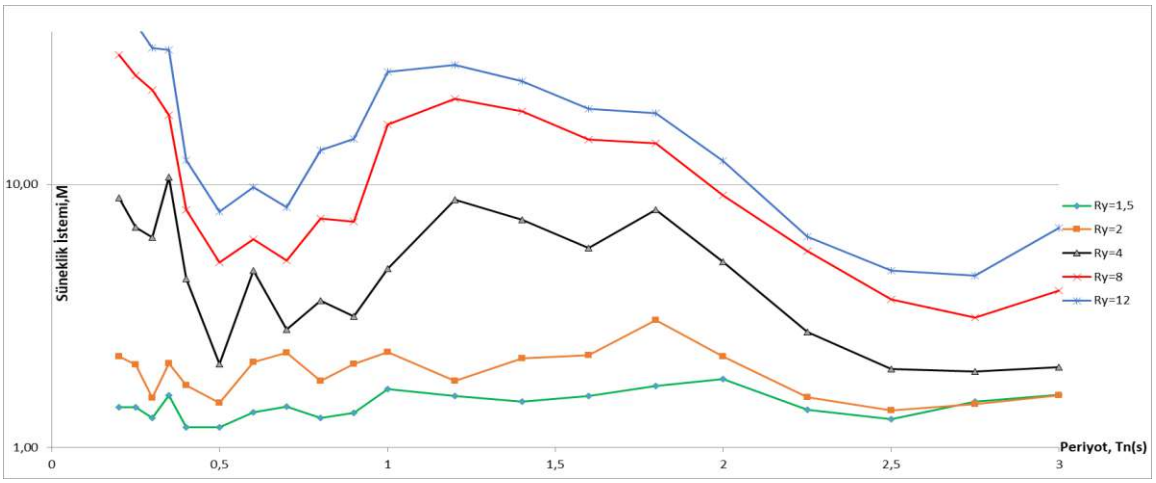


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

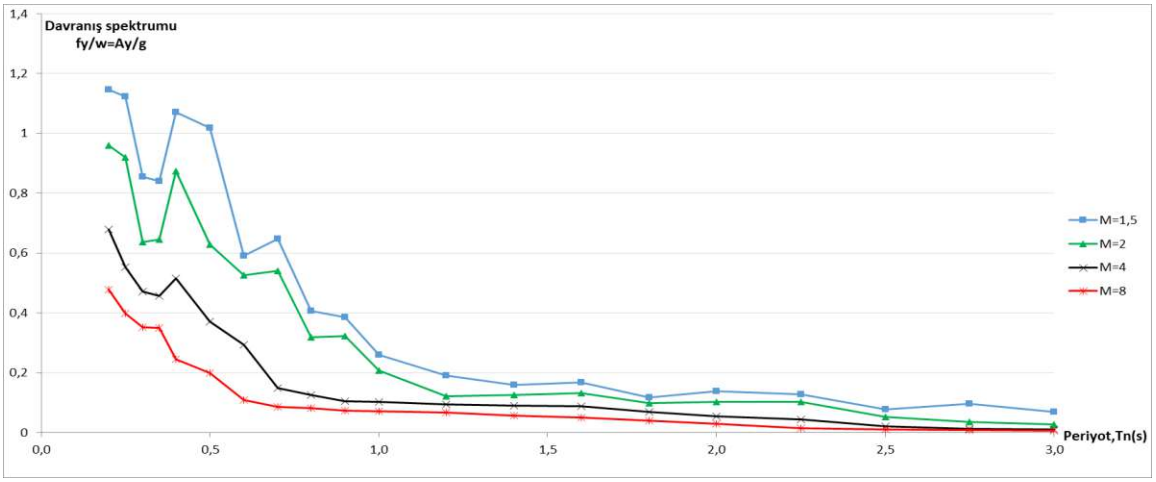


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

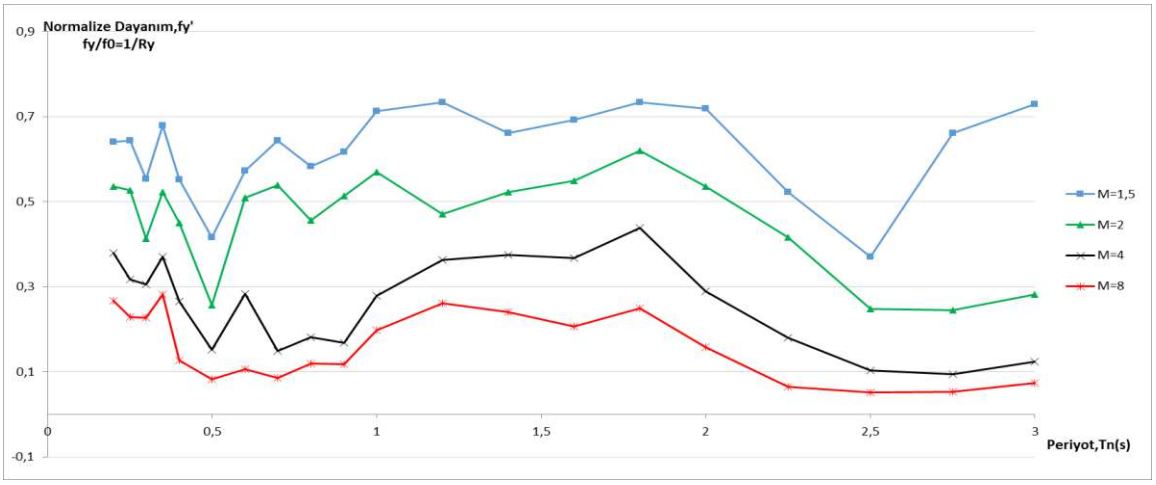
Şekil B.18: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-230 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

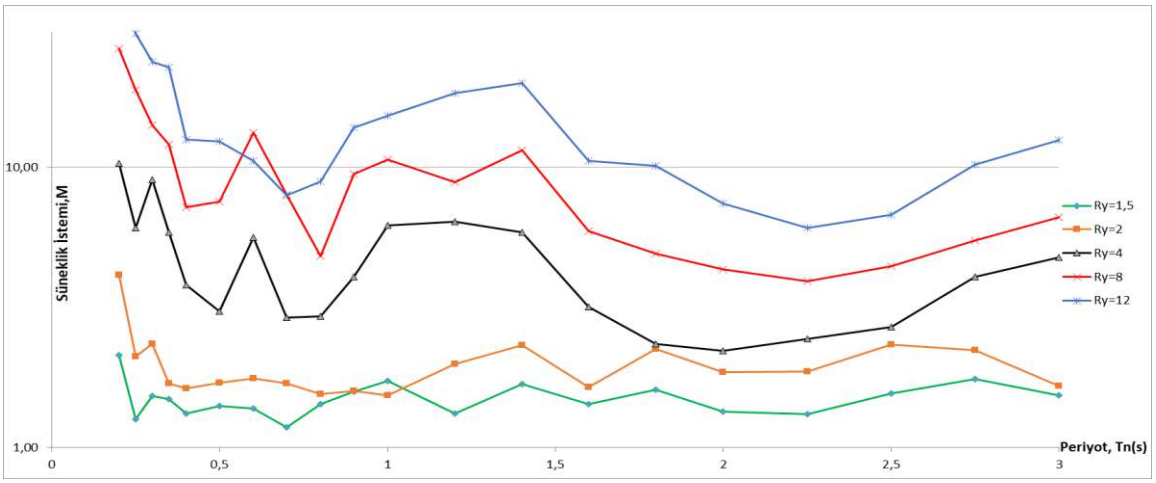


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

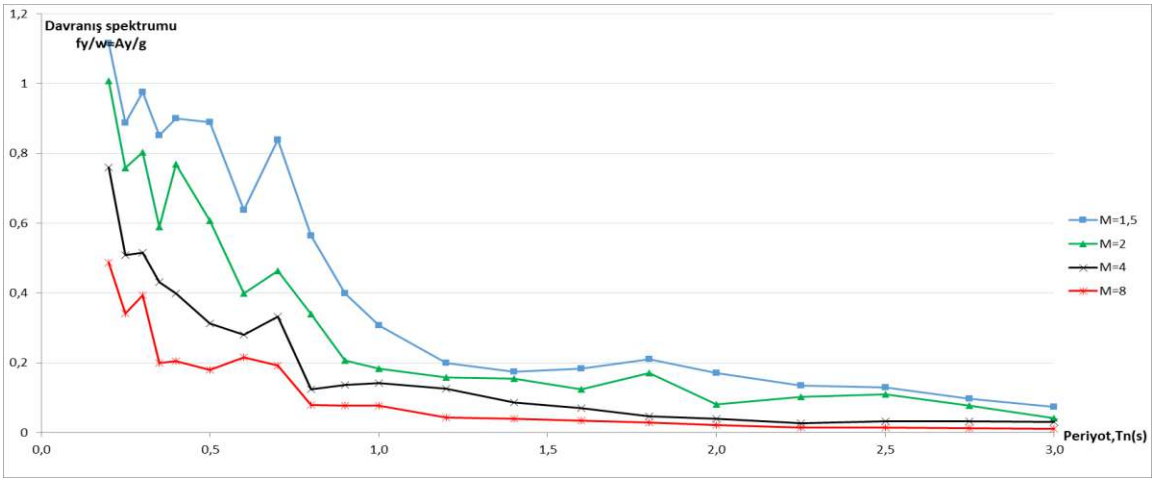


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

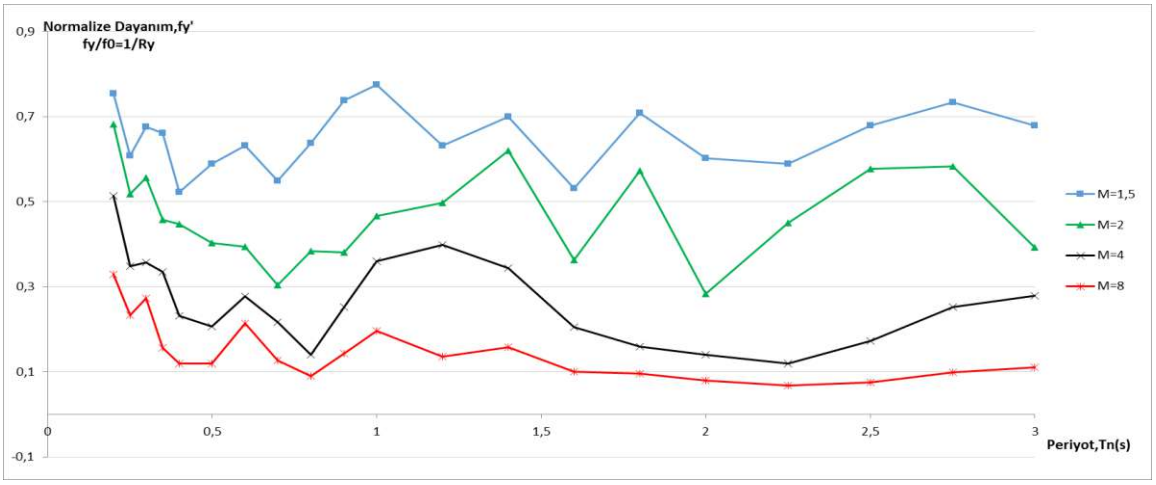
Şekil B.19: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

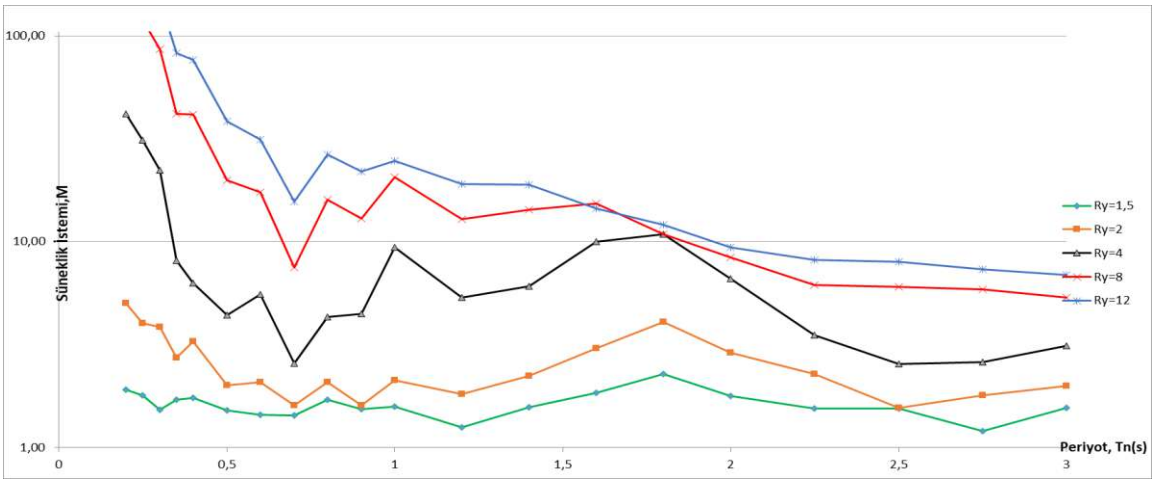


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

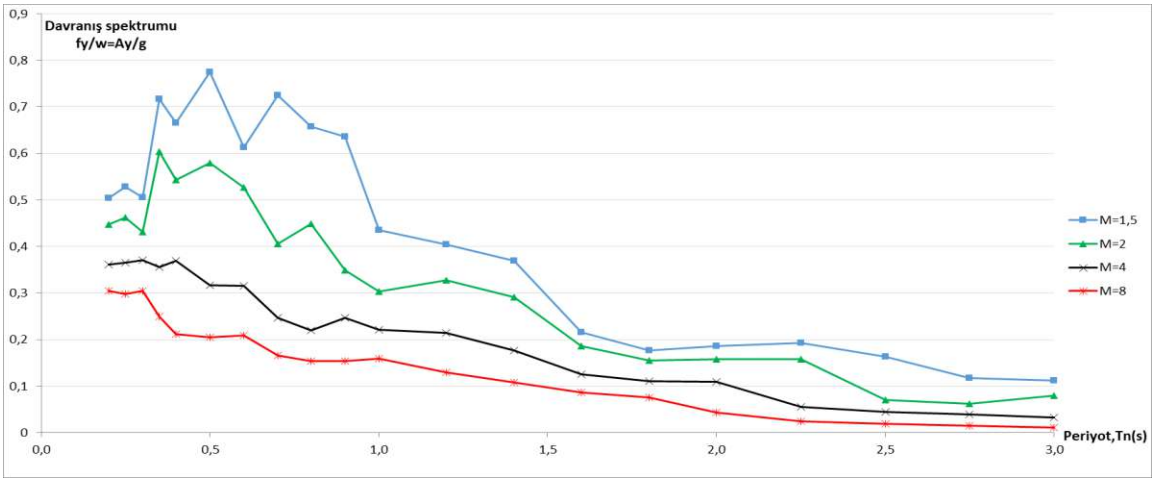


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

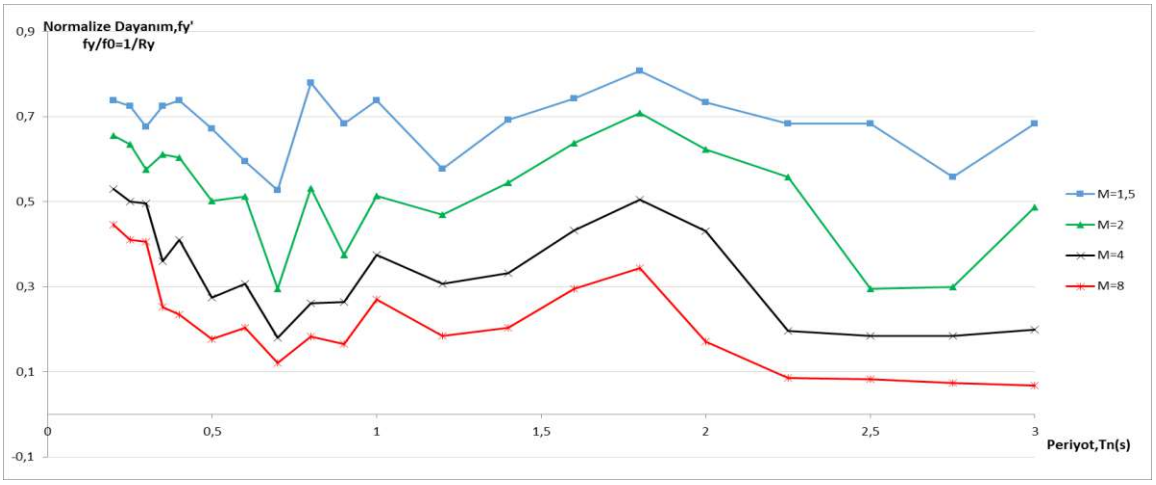
Şekil B.20: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

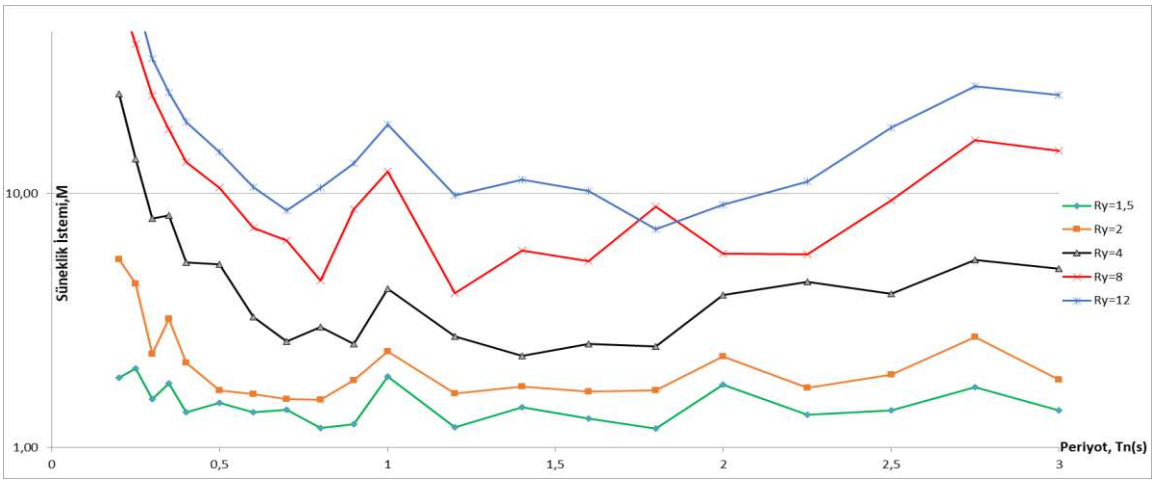


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

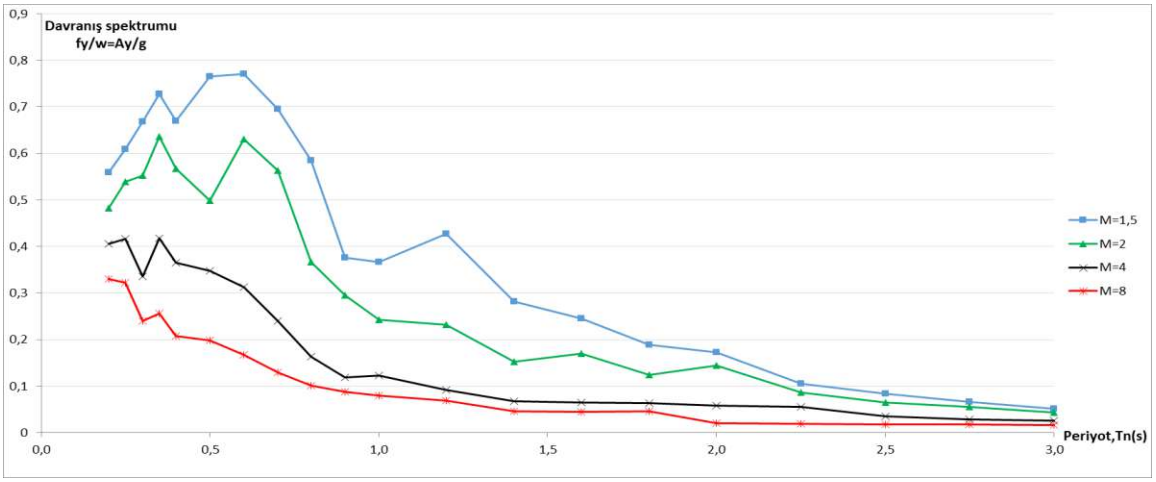


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

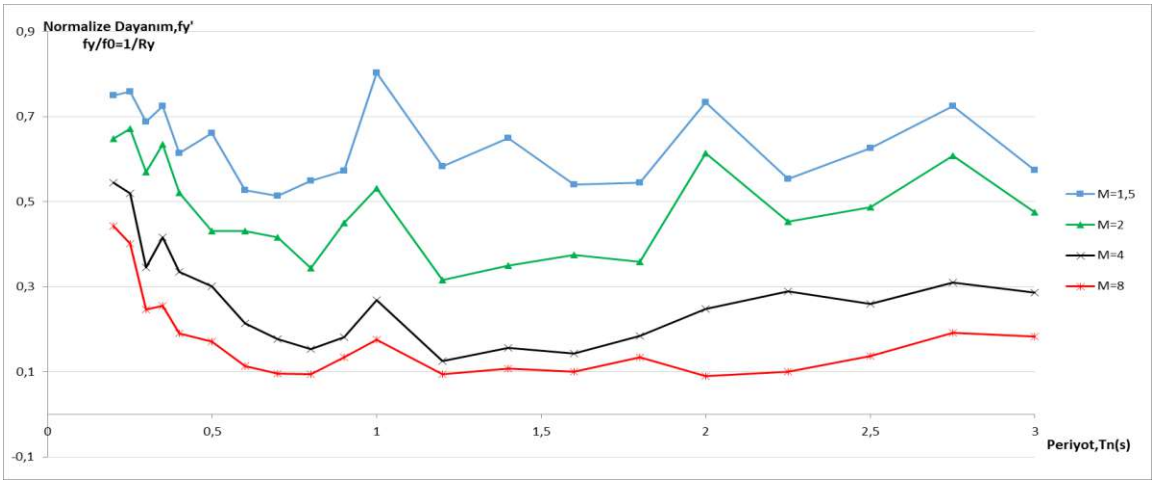
Şekil B.21: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

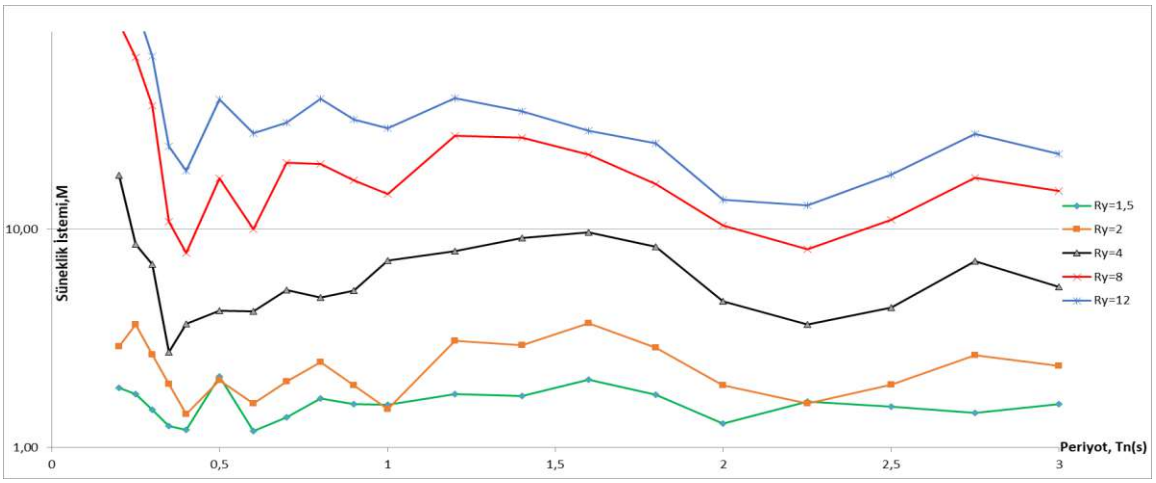


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

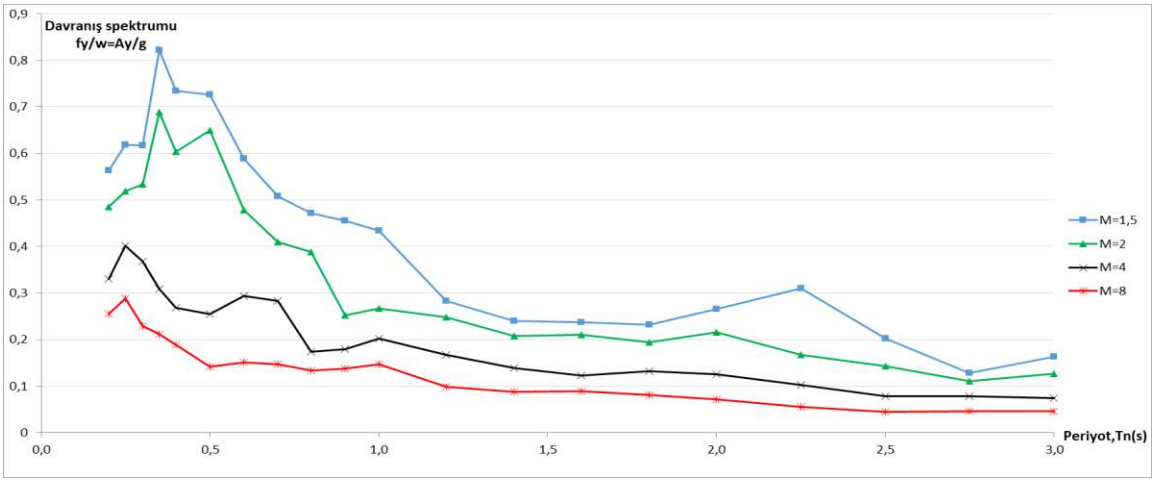


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

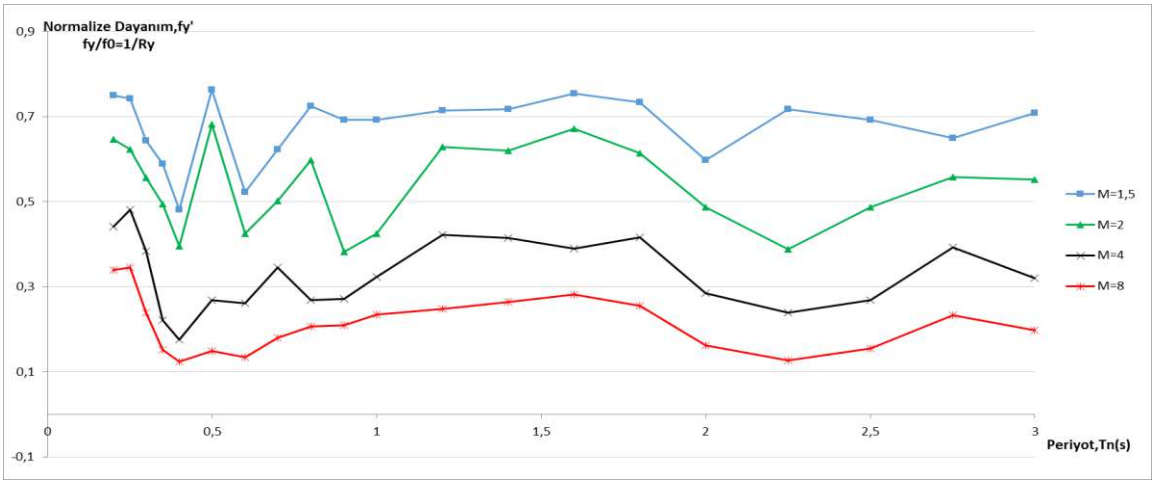
Şekil B.22: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

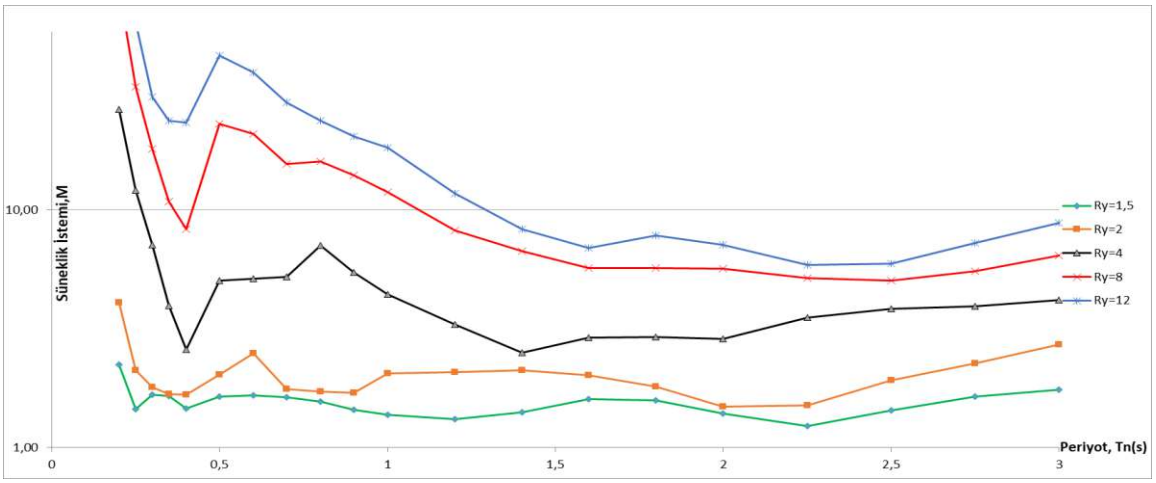


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

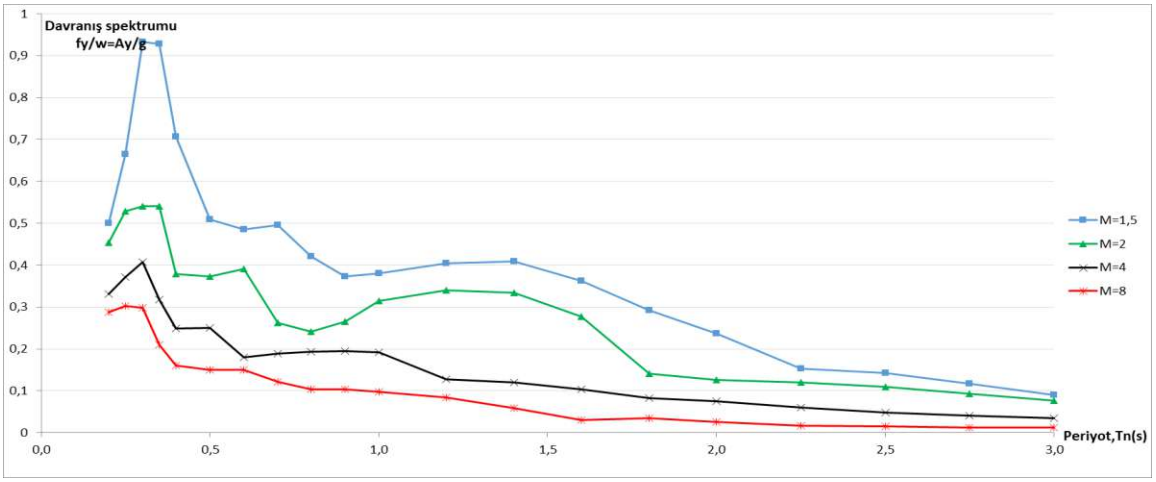


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

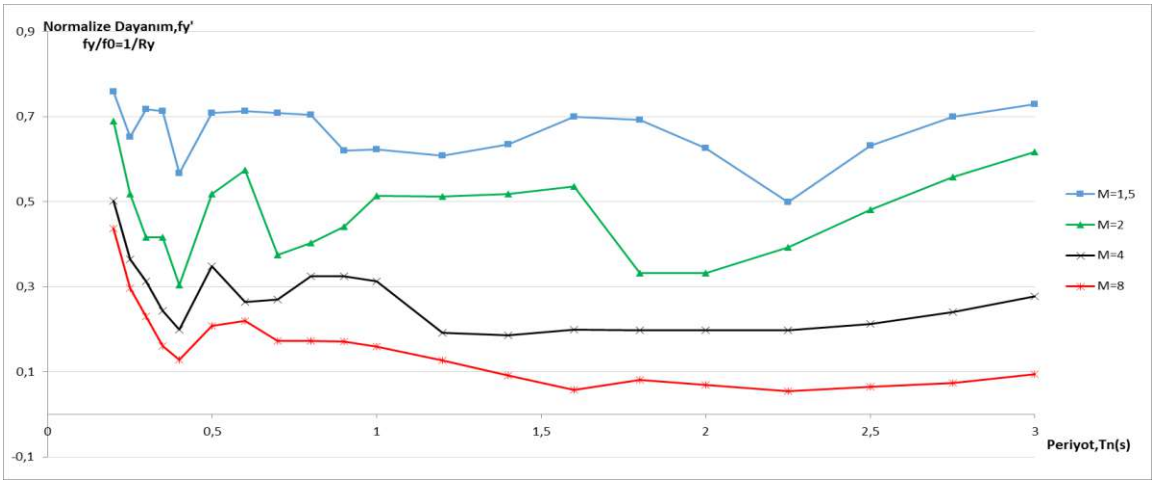
Şekil B.23: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

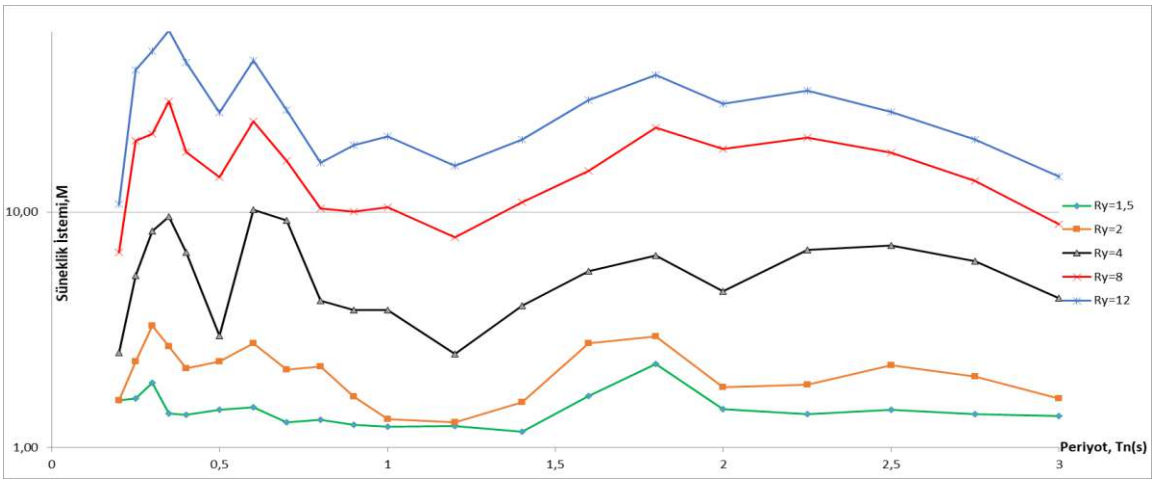


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

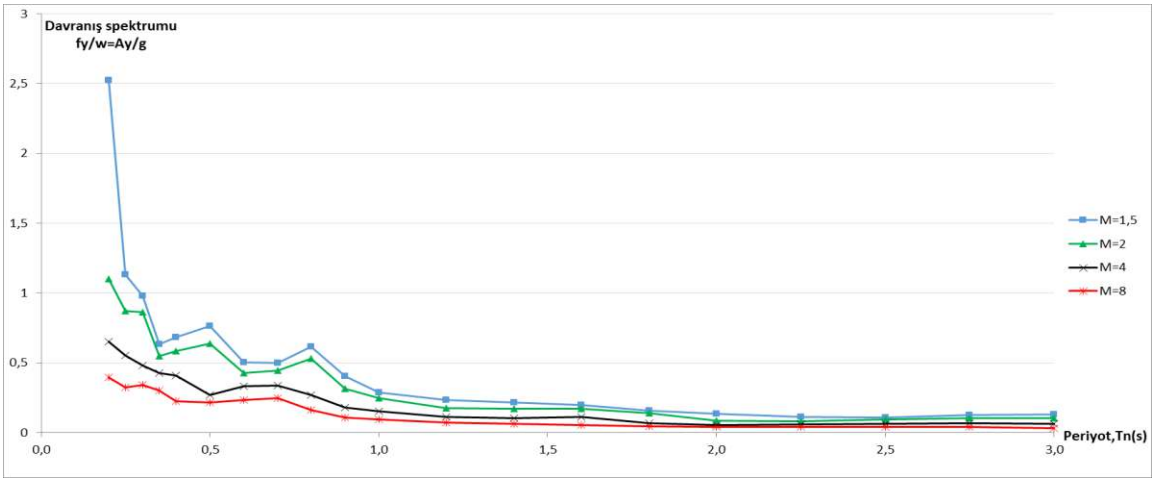


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

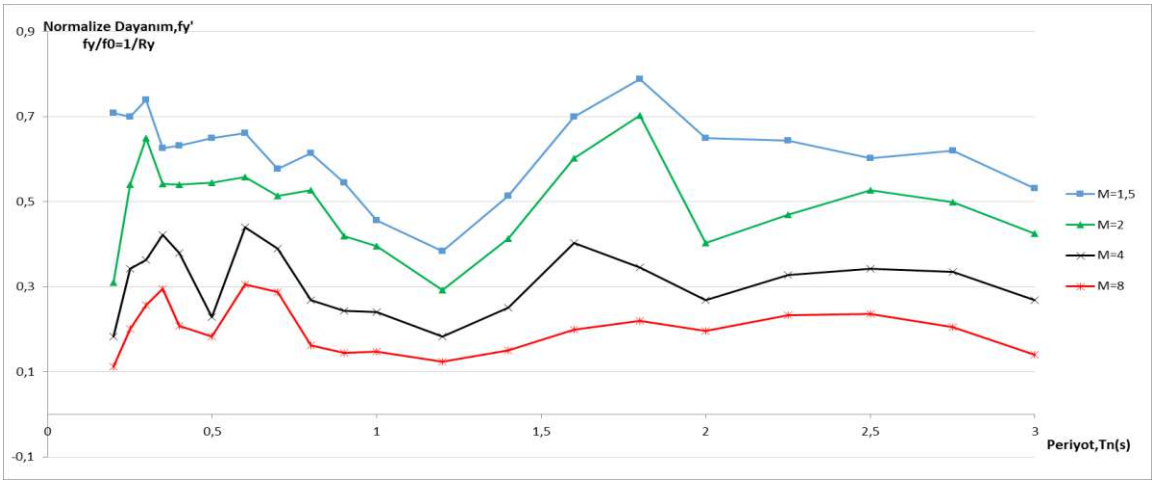
Şekil B.24: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

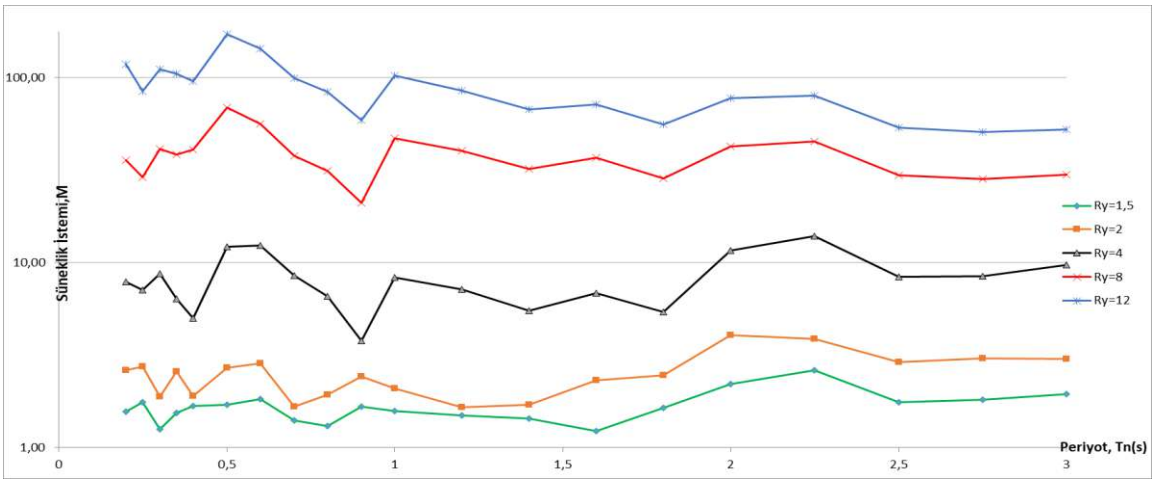


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

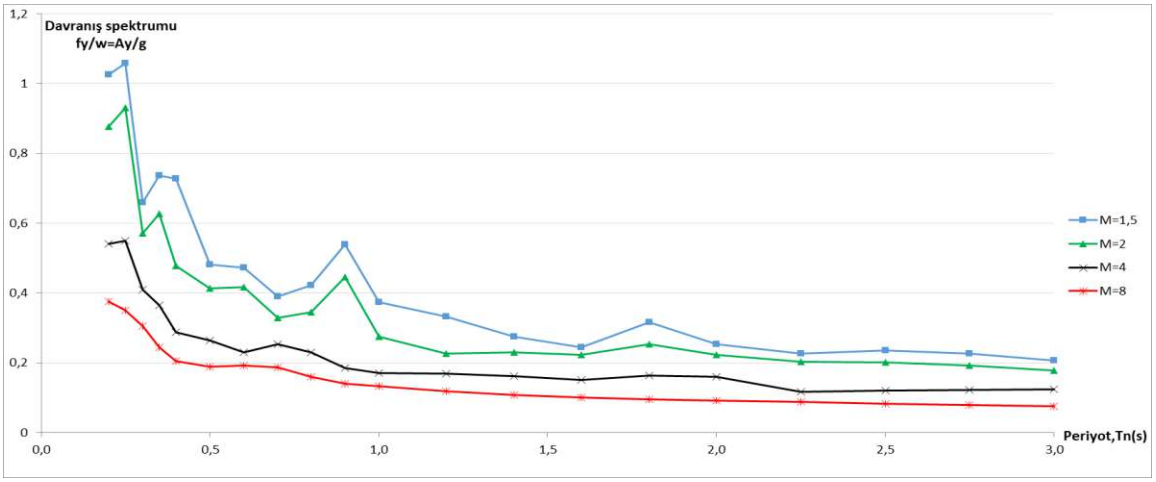


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

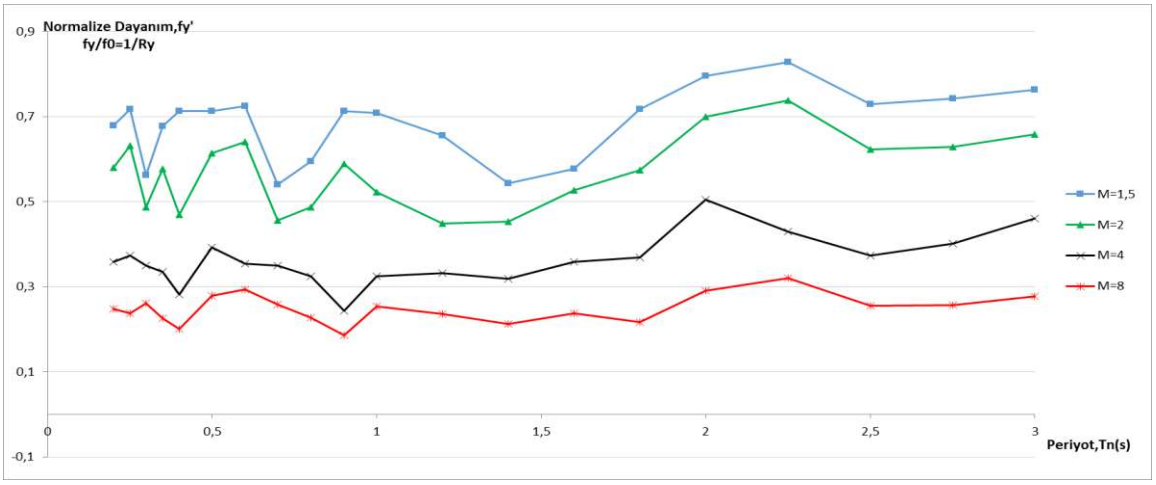
Şekil B.25: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

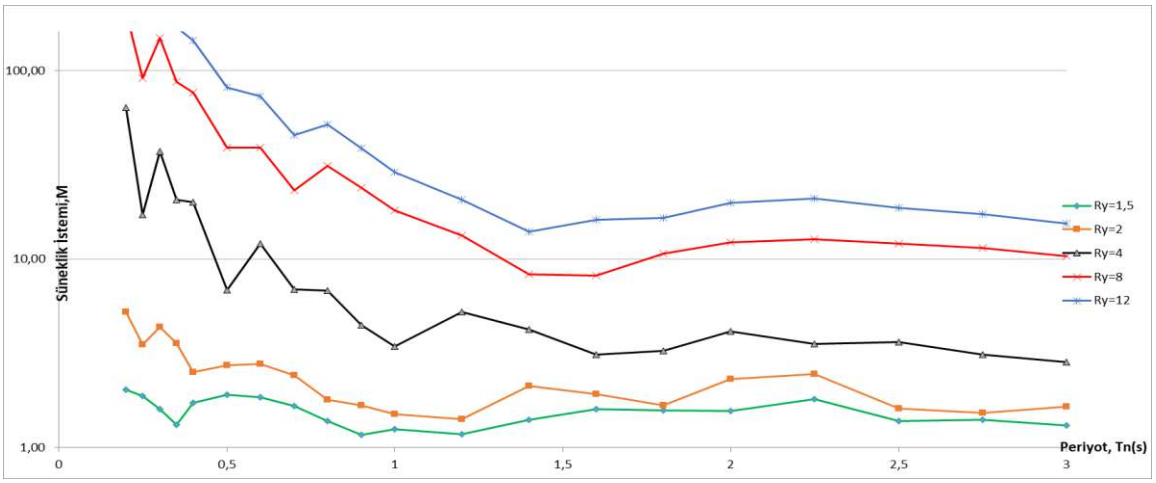


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

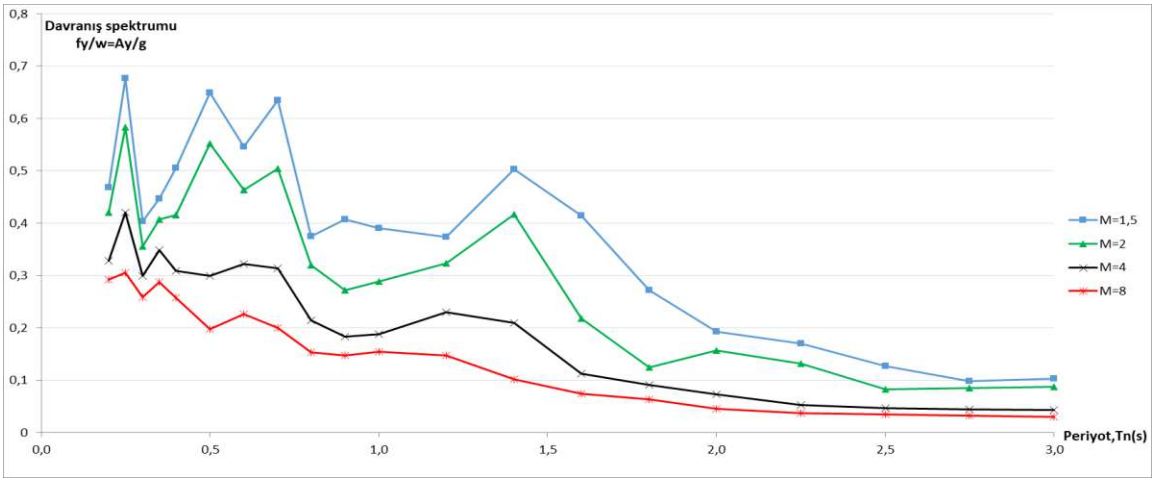


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

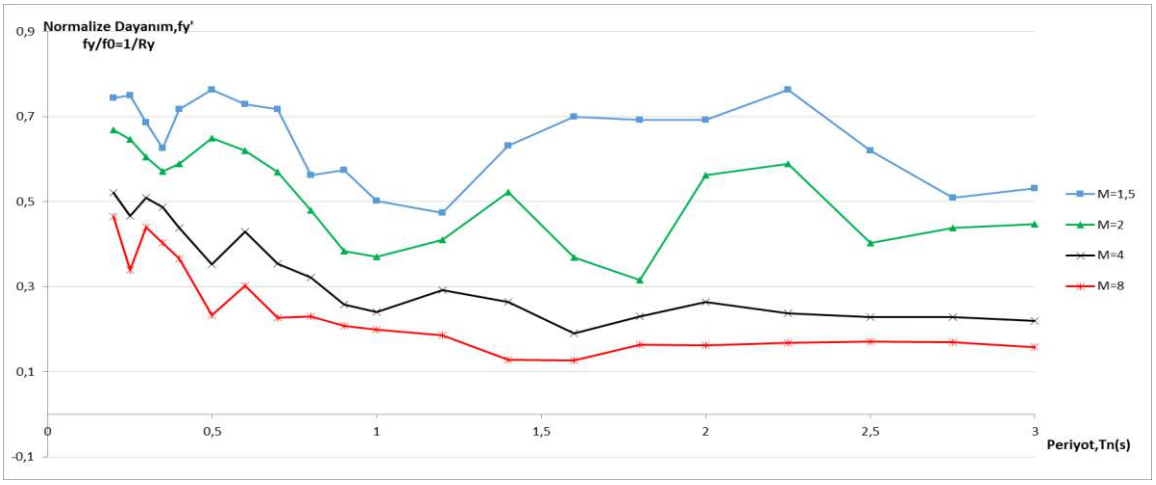
Şekil B.26: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

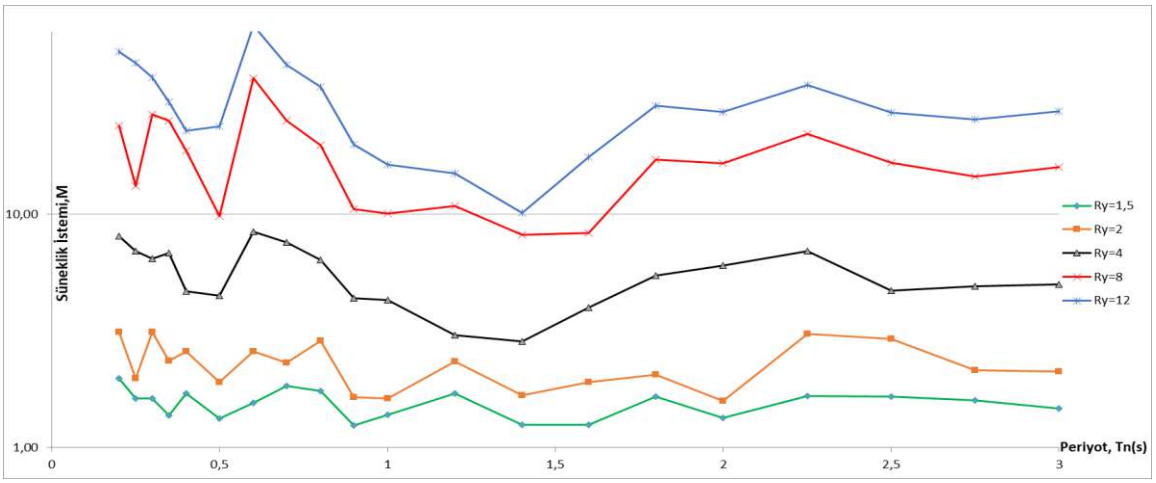


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

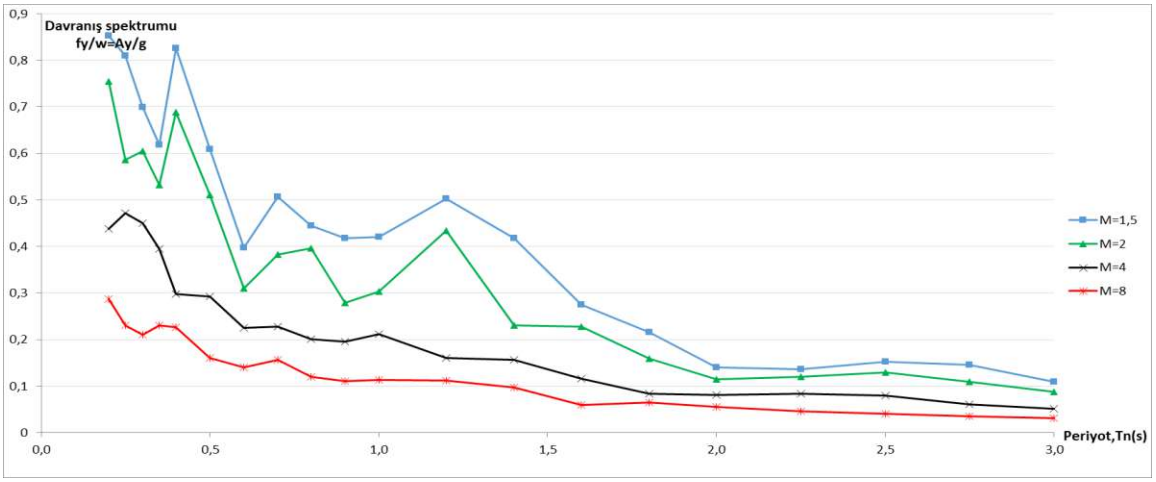


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

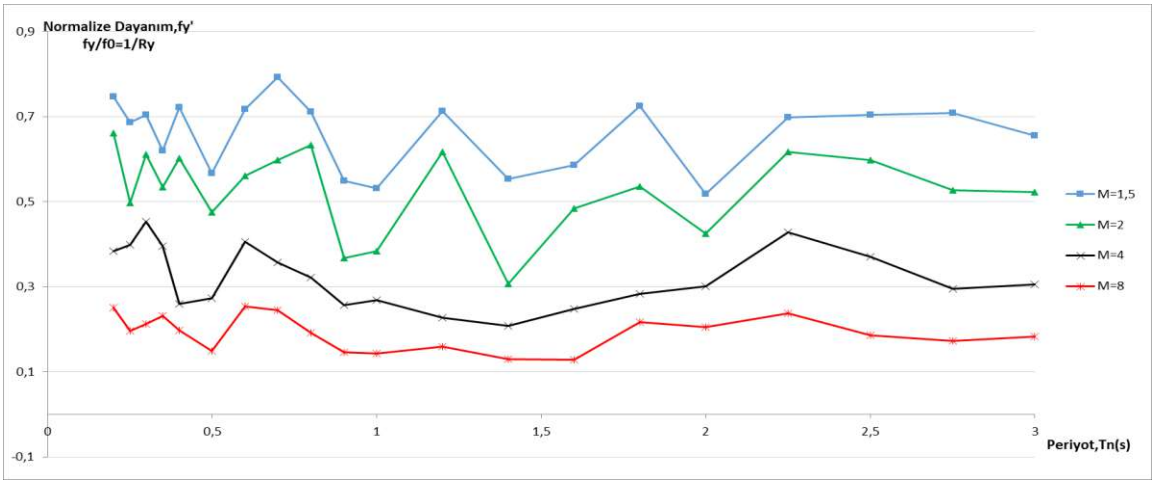
Şekil B.27: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

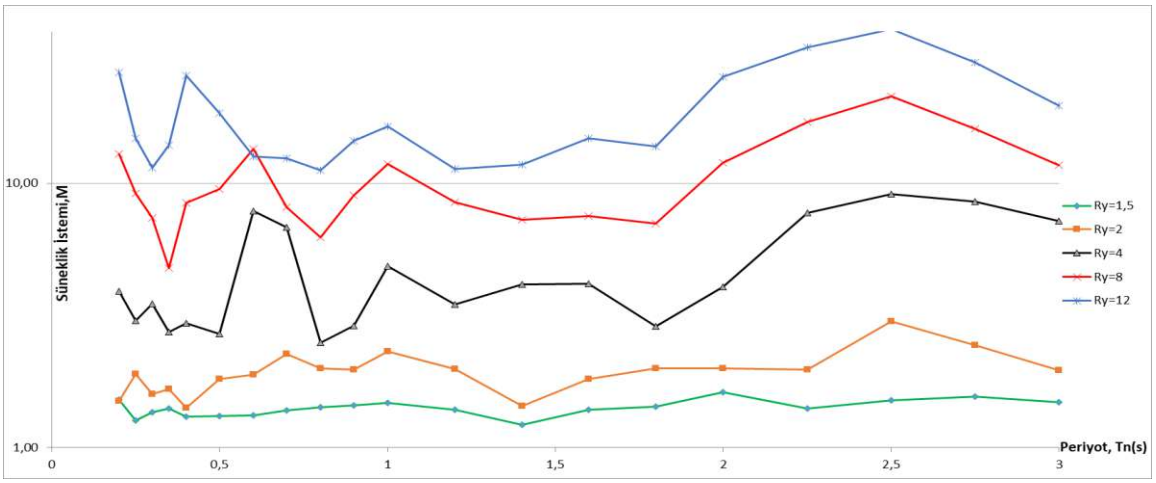


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

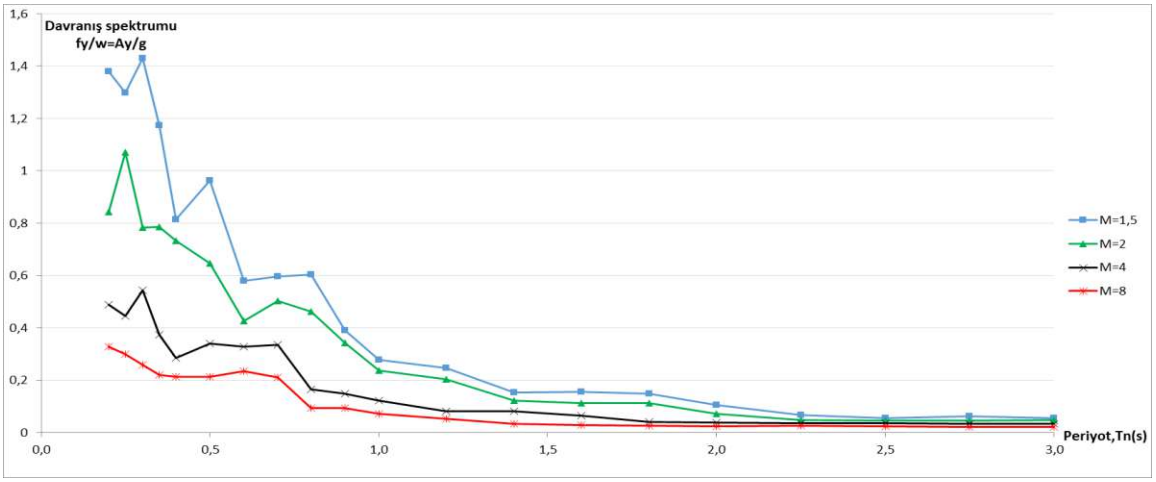


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

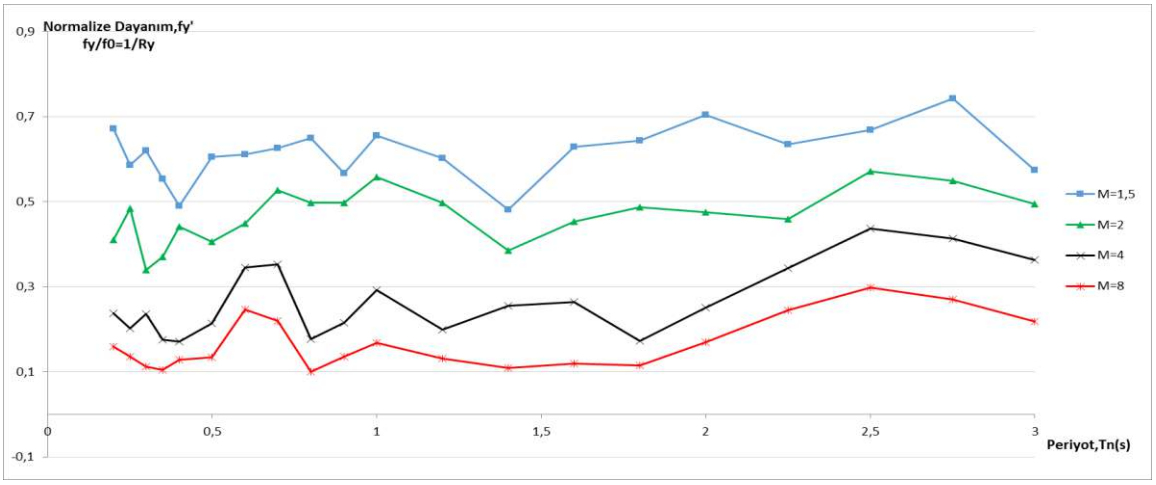
Şekil B.28: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

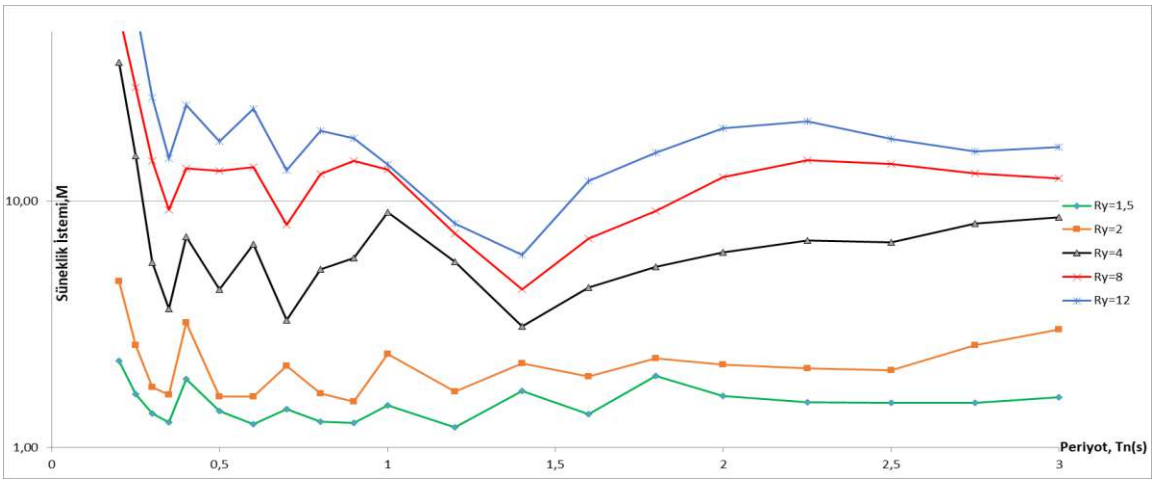


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

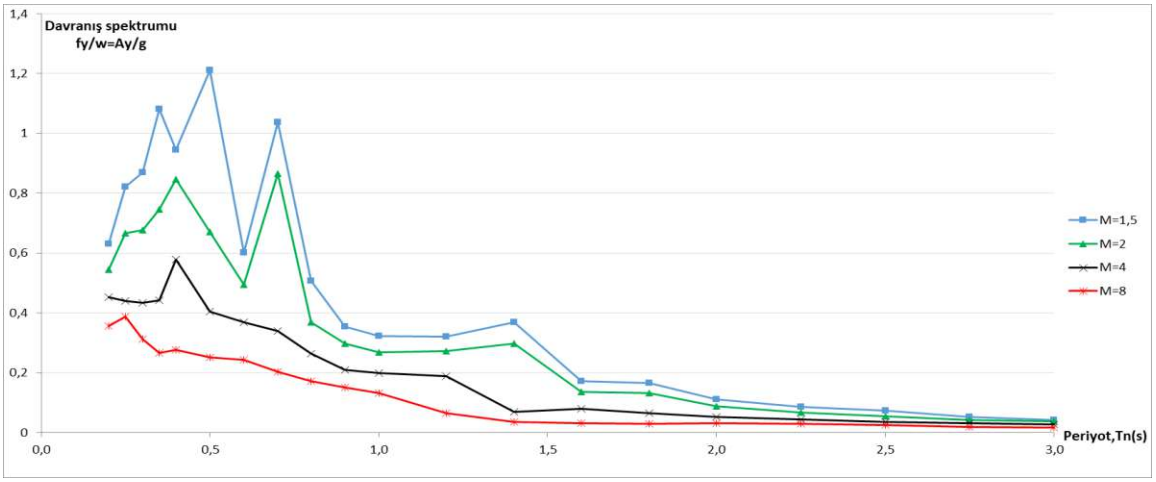


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

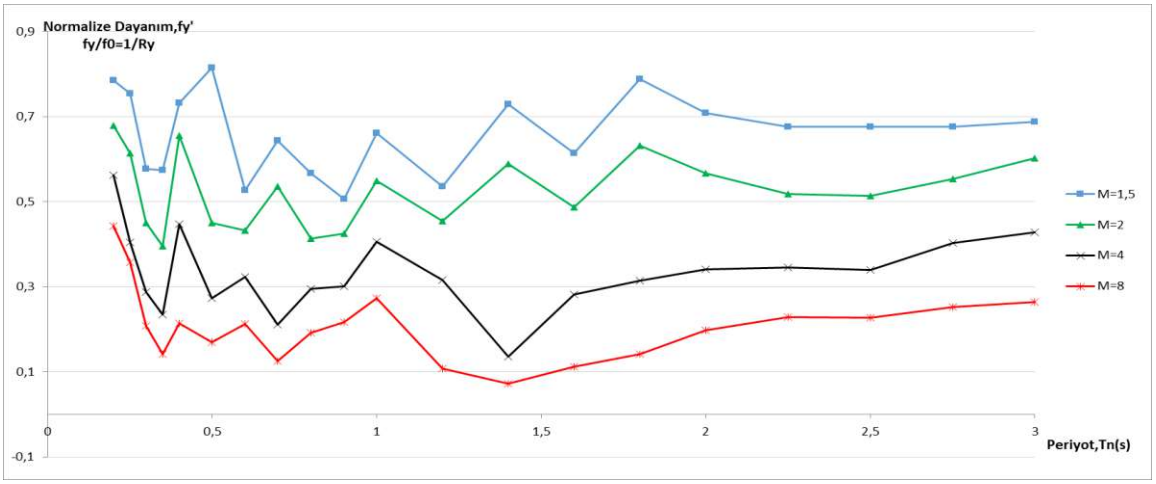
Şekil B.29: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-LN kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

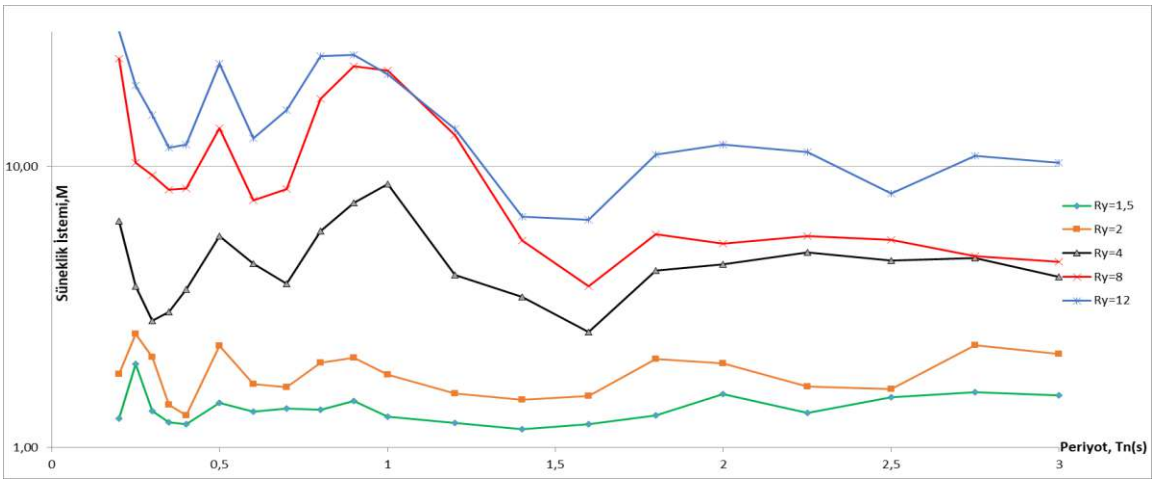


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

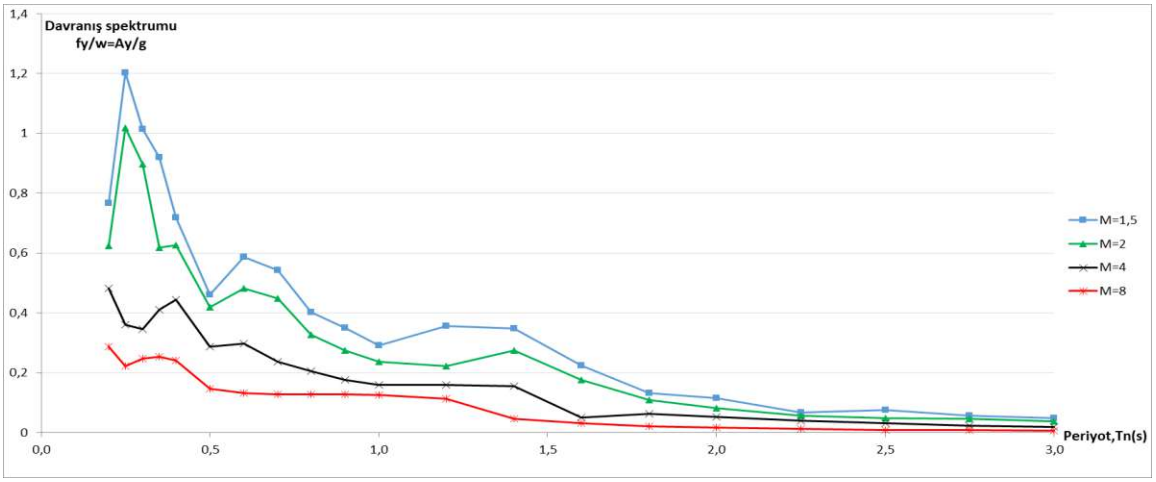


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

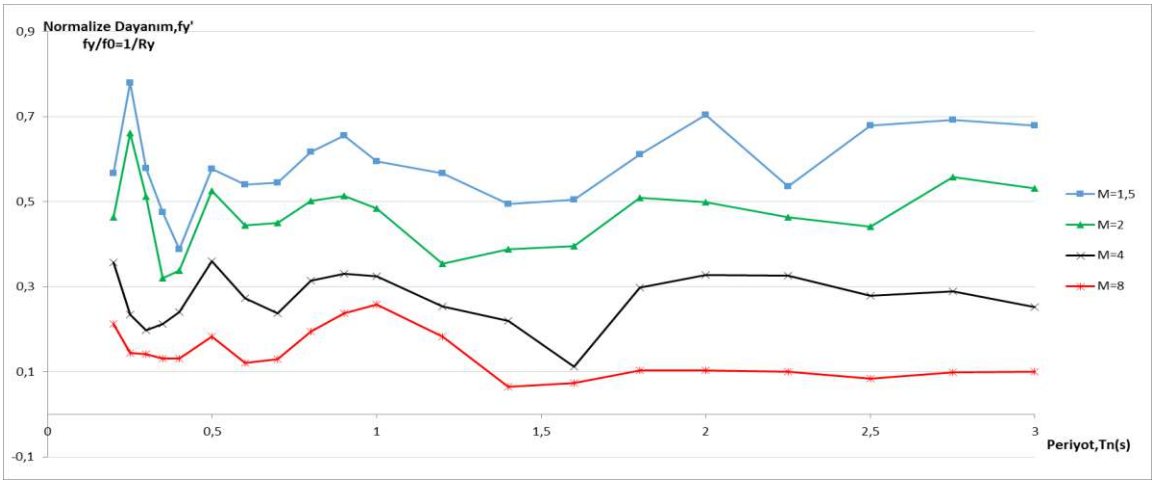
Şekil B.30: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-TR kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

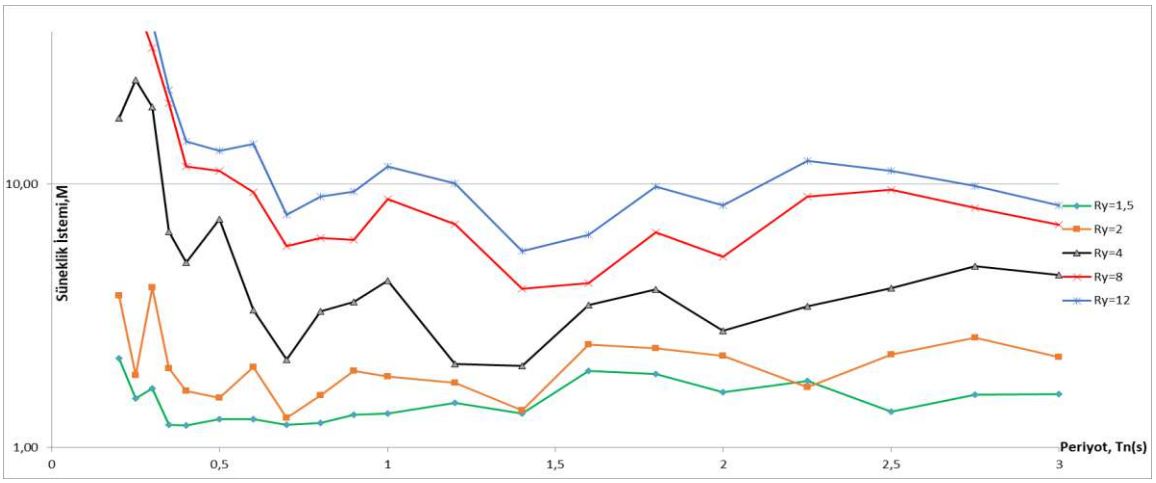


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

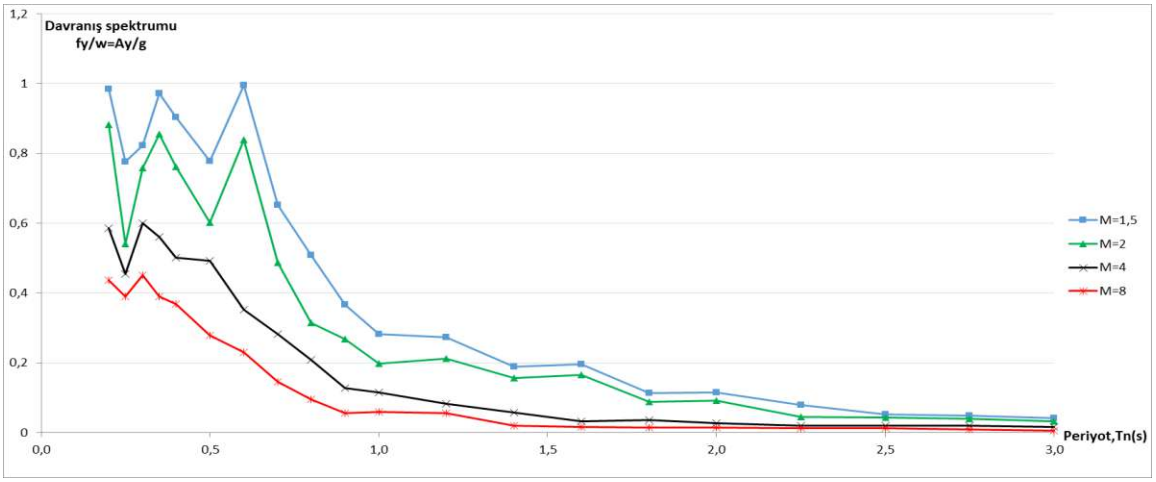


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

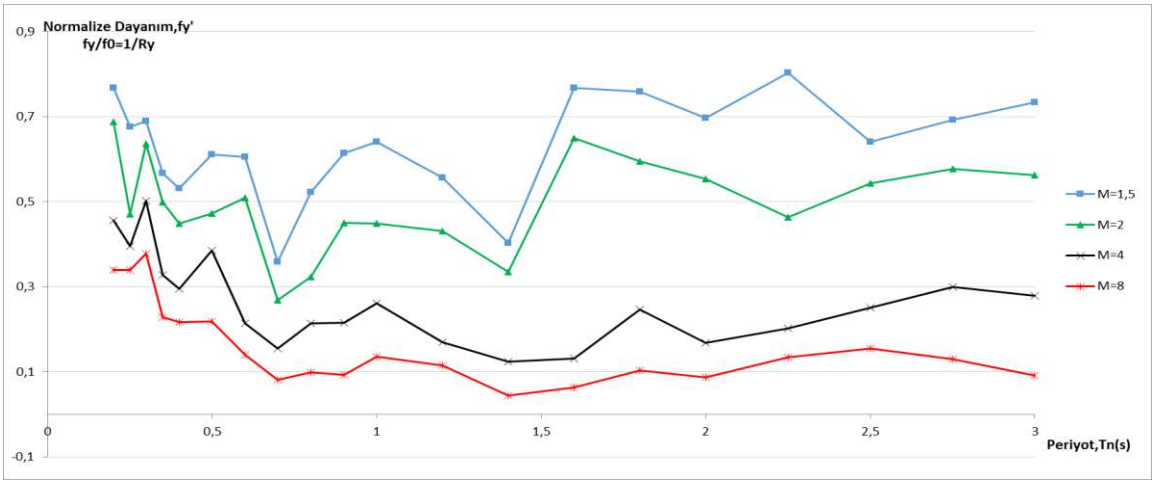
Şekil B.31: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

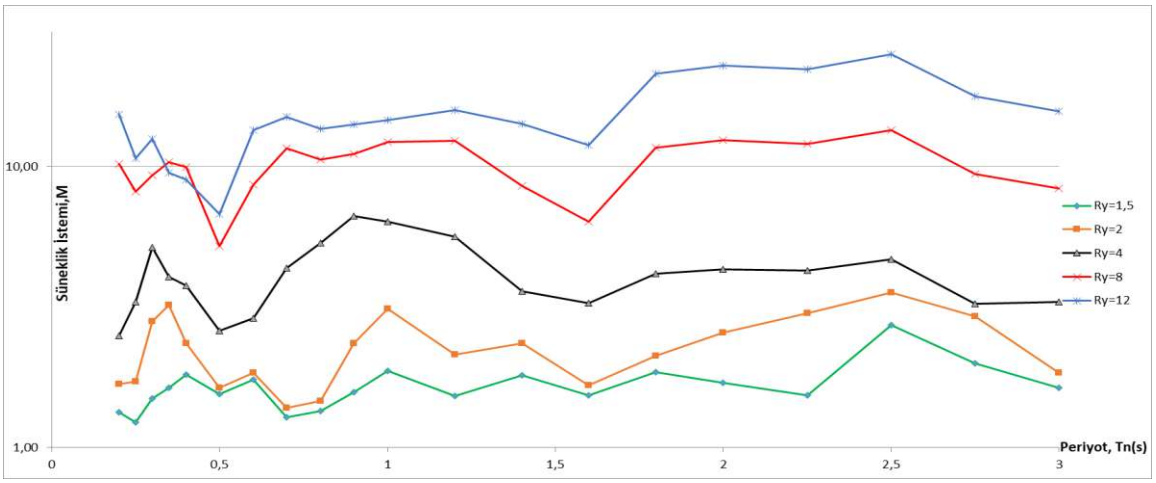


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

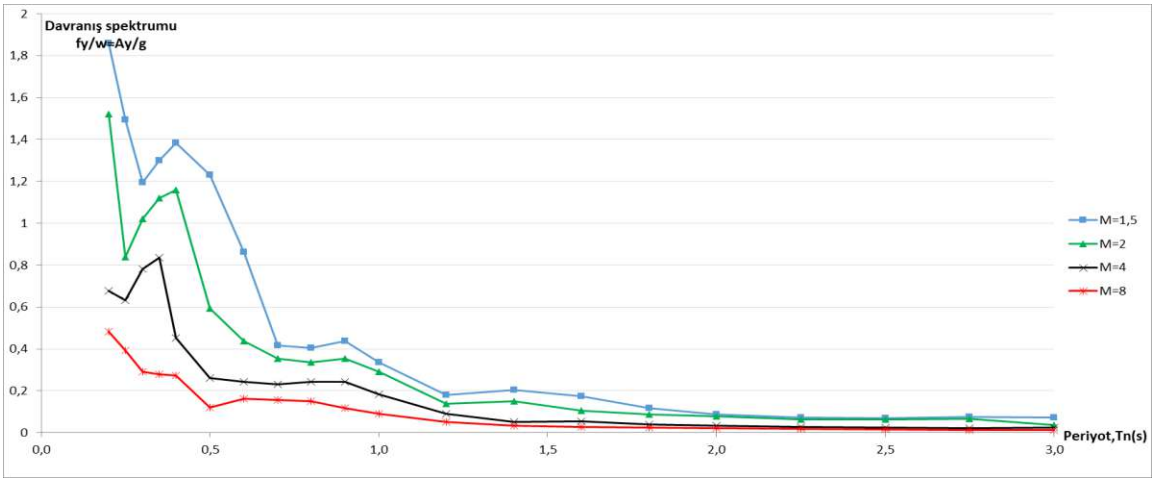


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

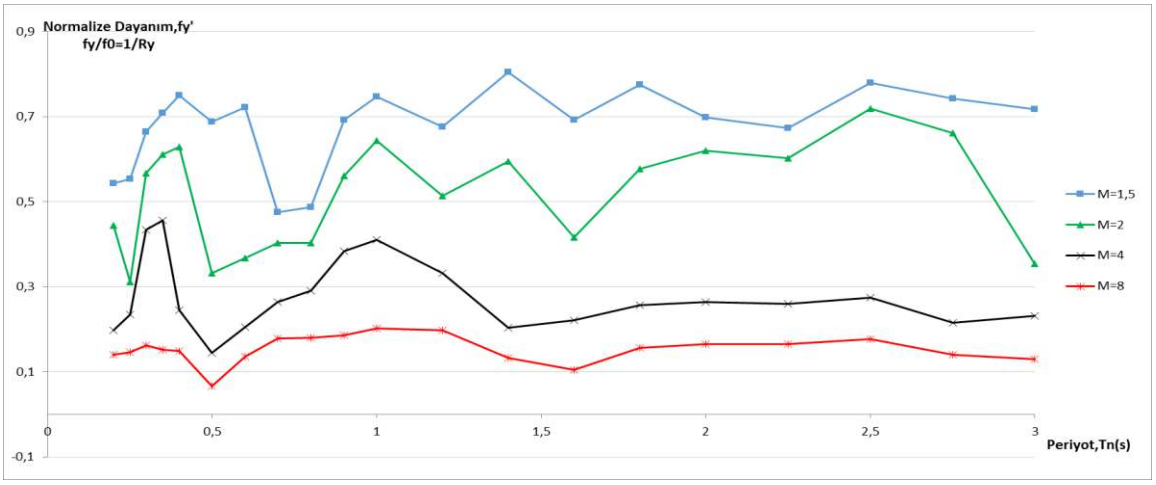
Şekil B.32: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

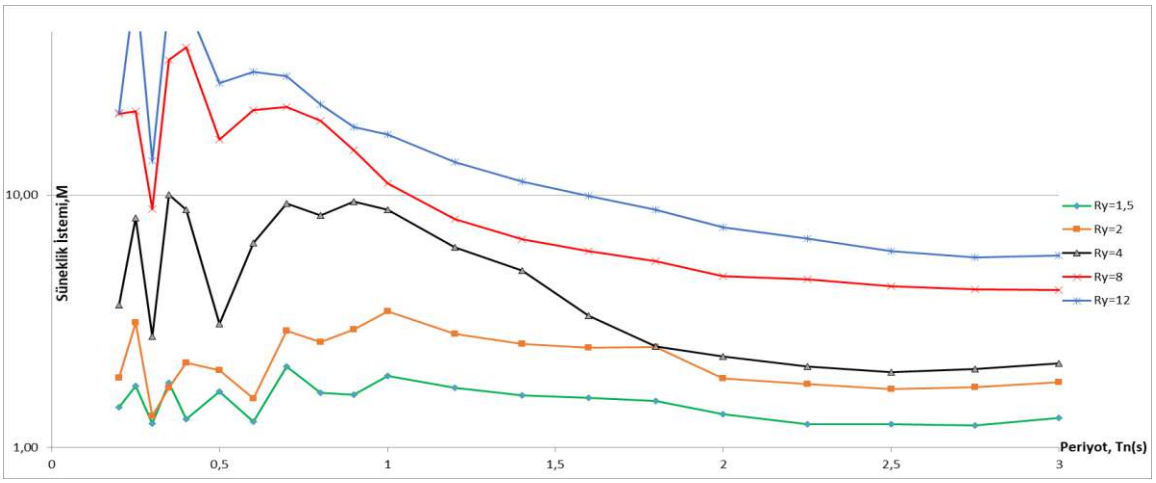


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

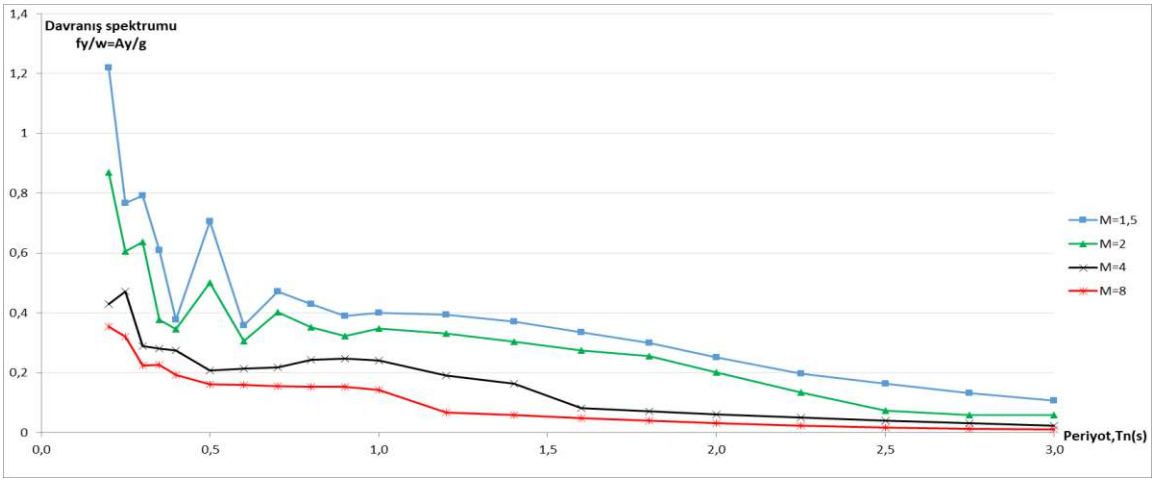


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

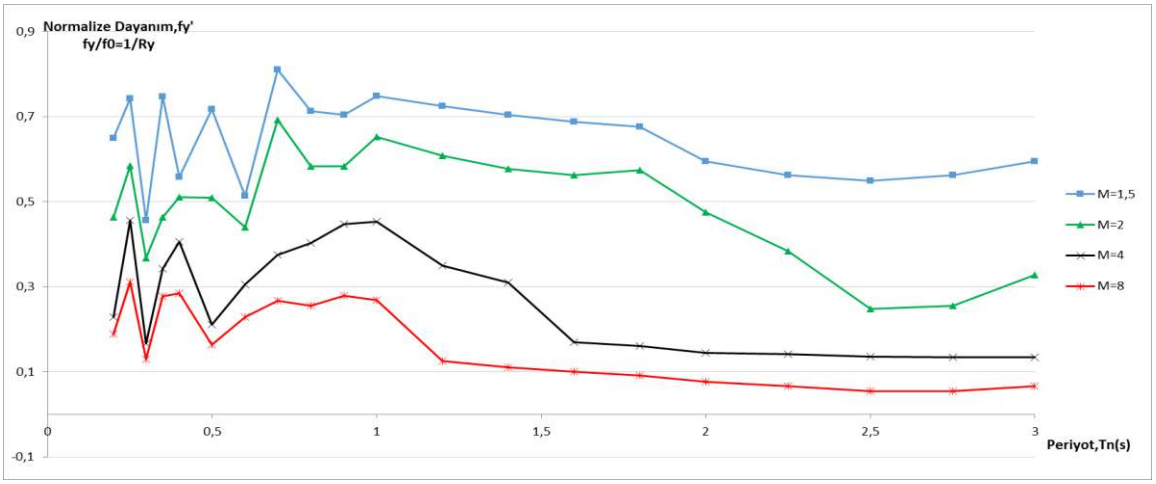
Şekil B.33: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

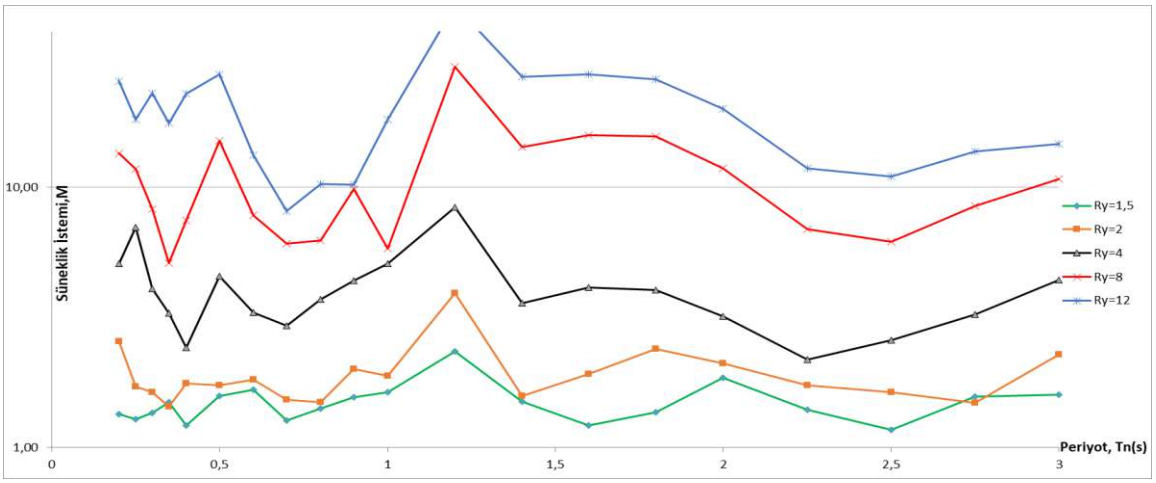


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

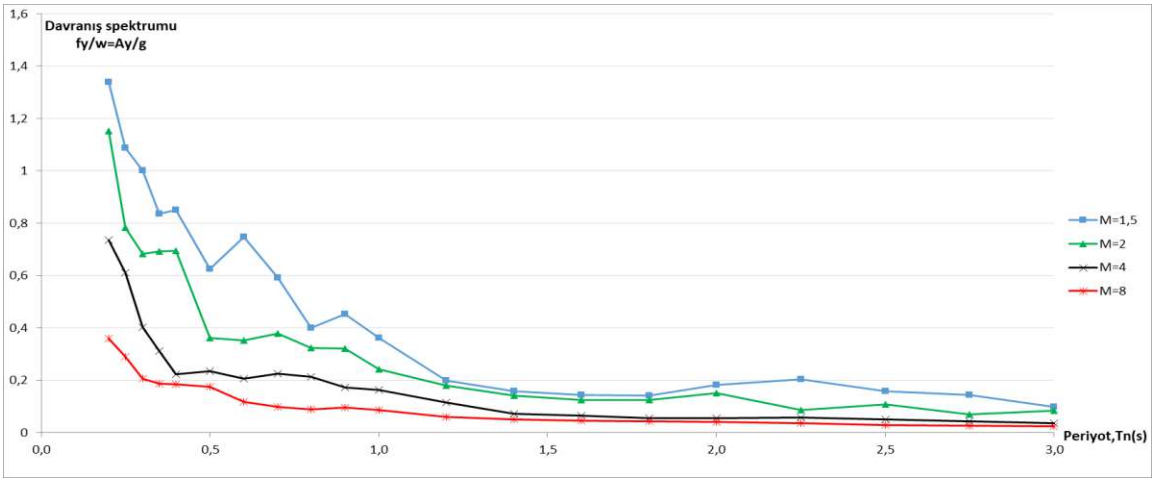


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

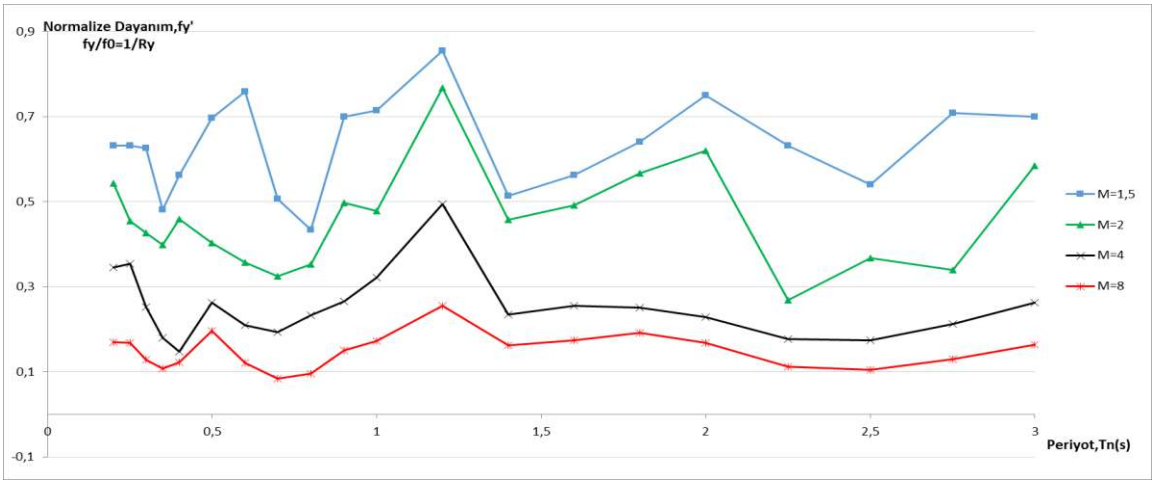
Şekil B.34: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

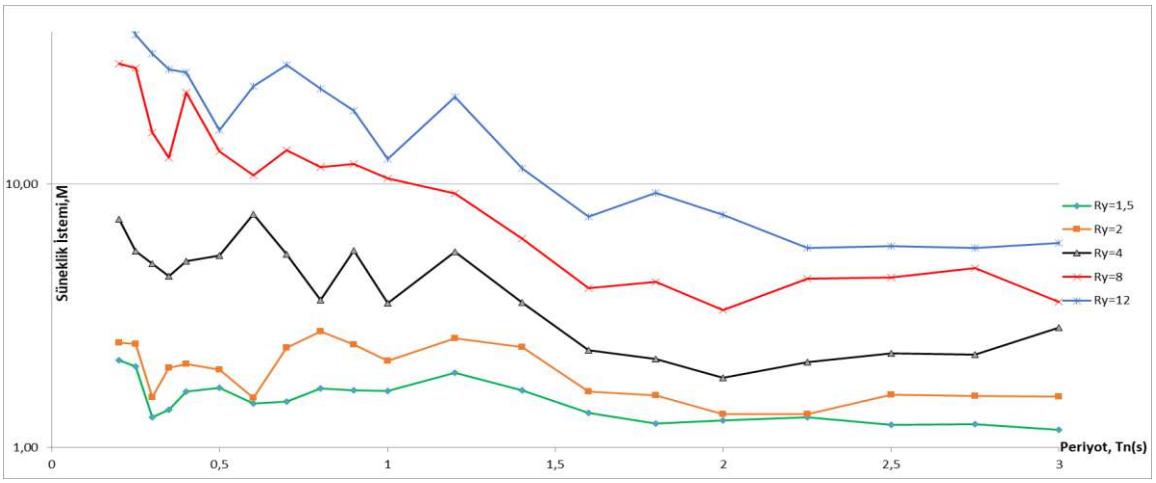


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

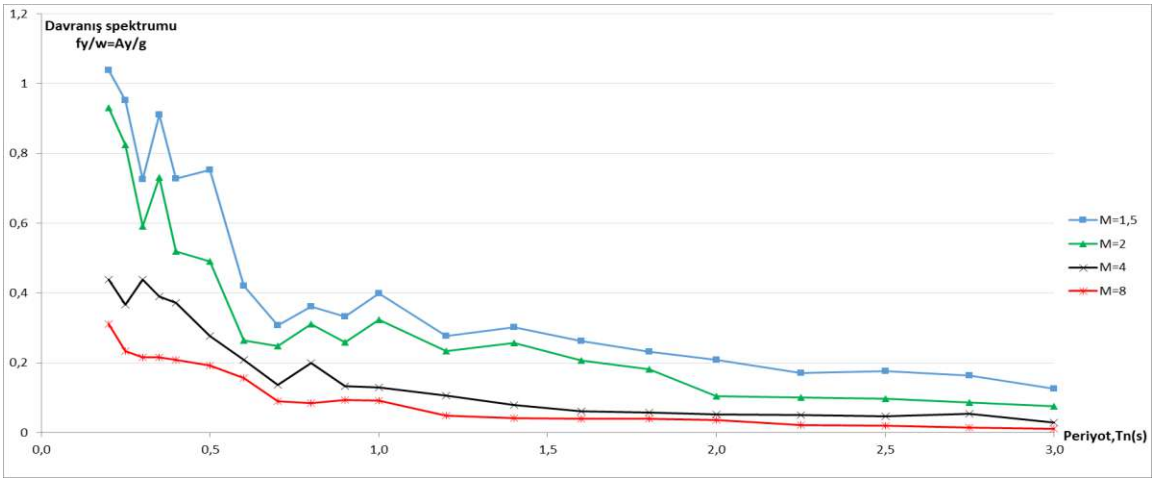


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

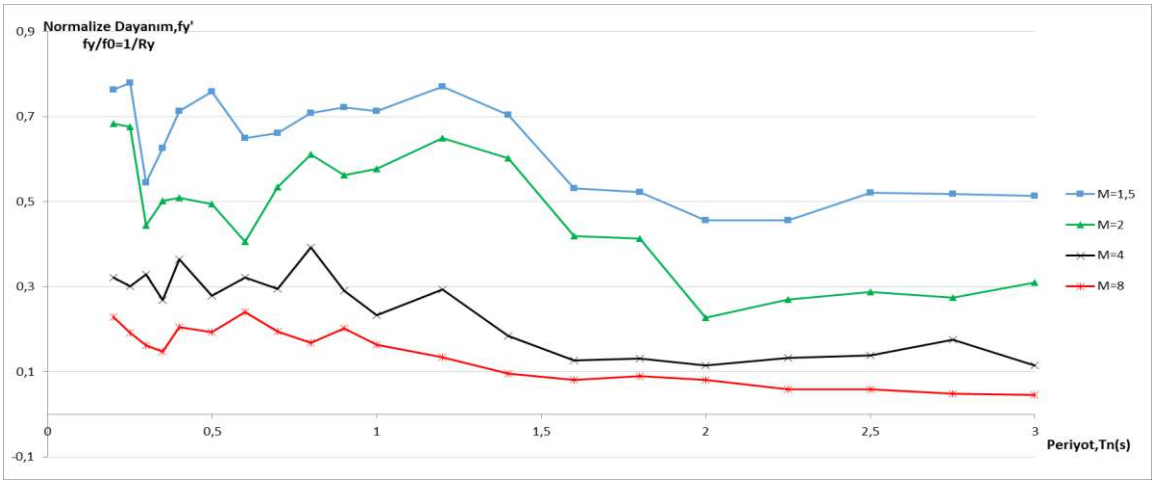
Şekil B.35: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-L kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

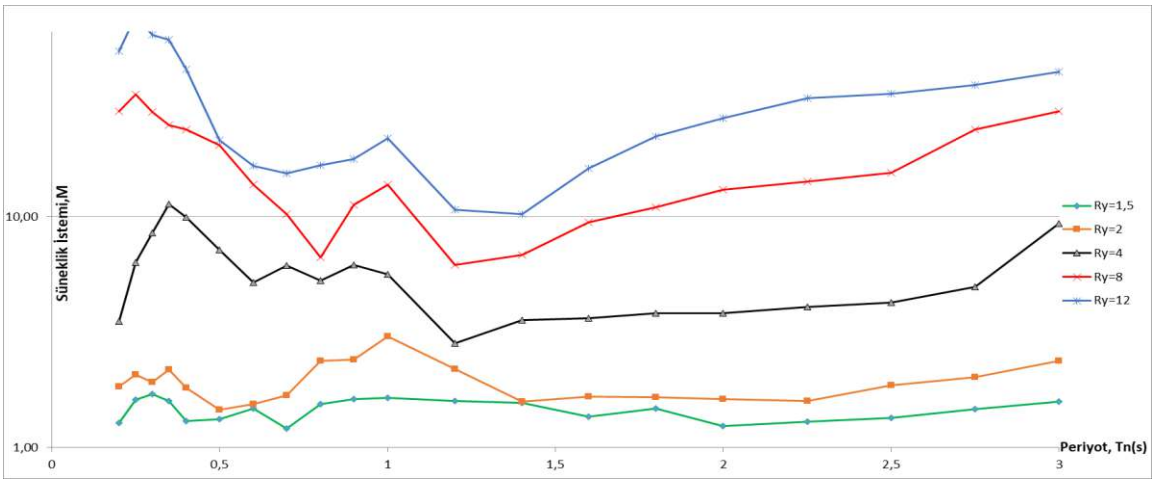


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

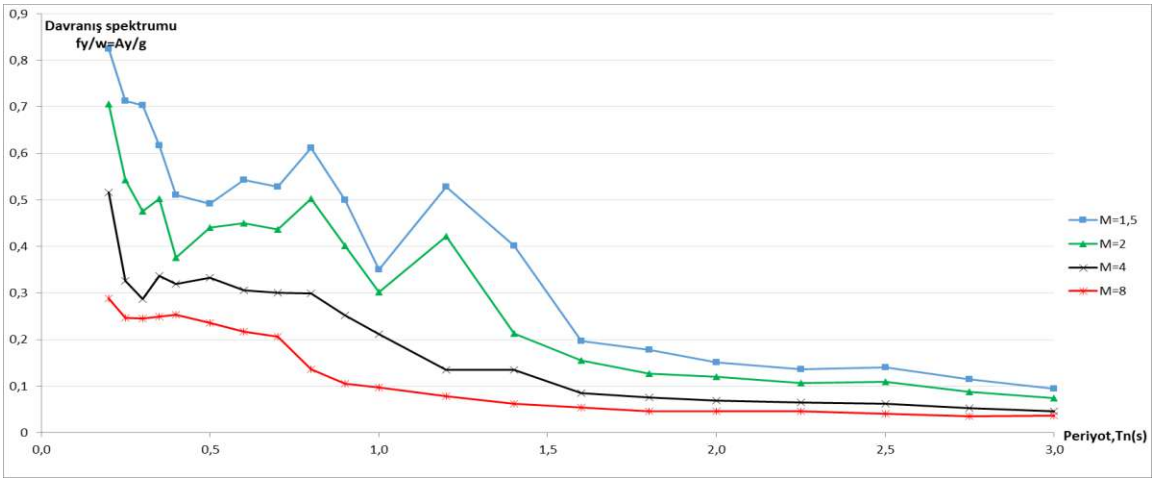


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

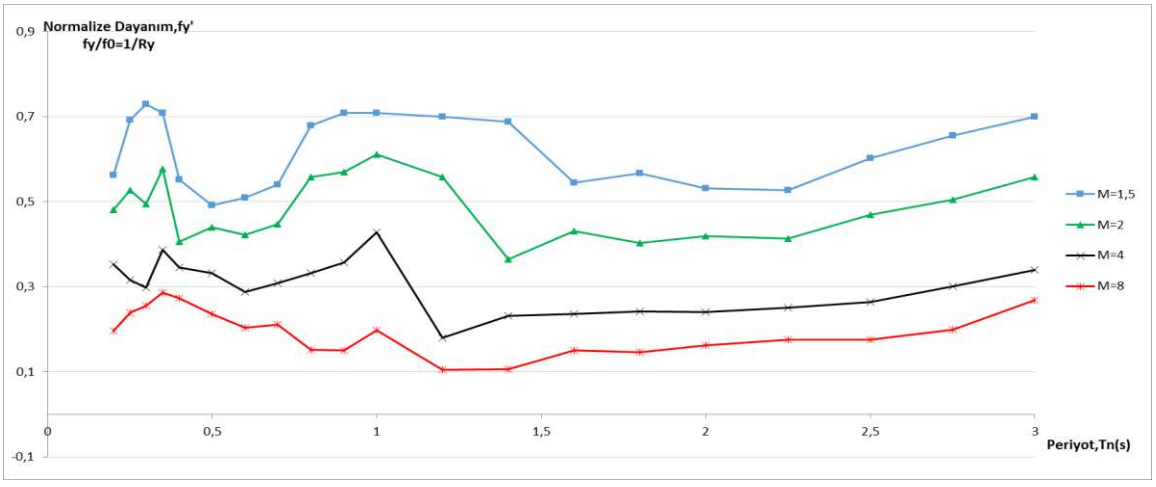
Şekil B.36: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-T kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

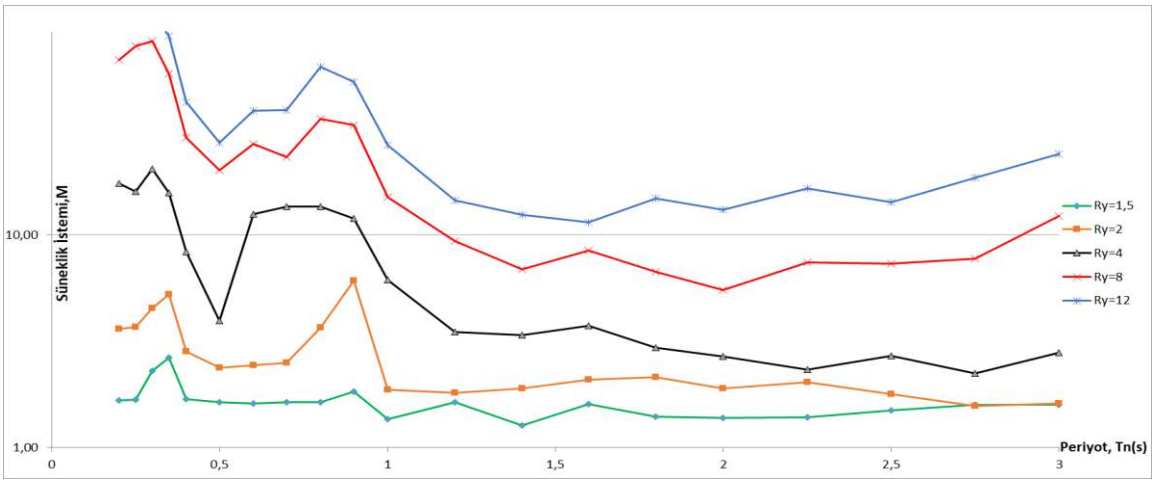


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

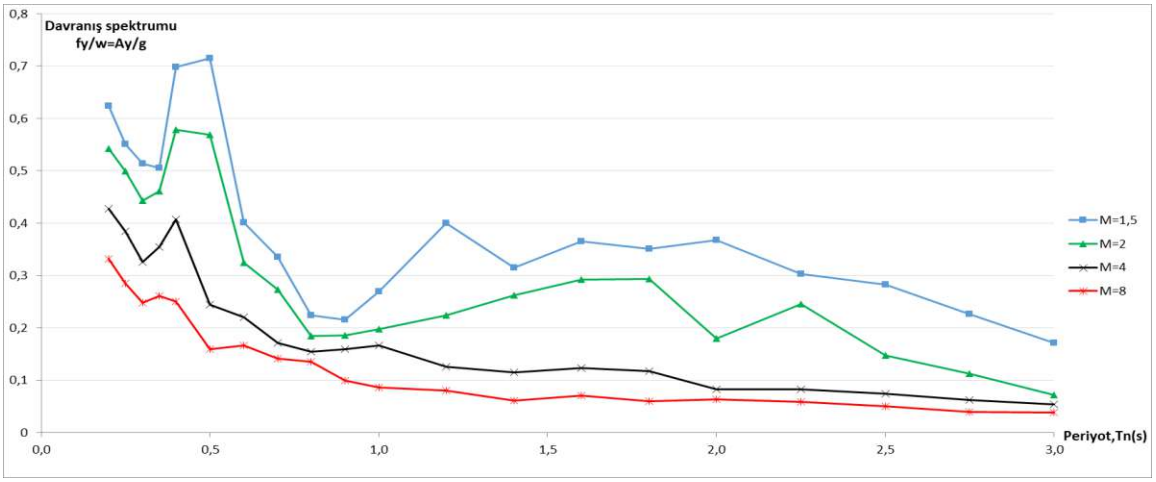


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

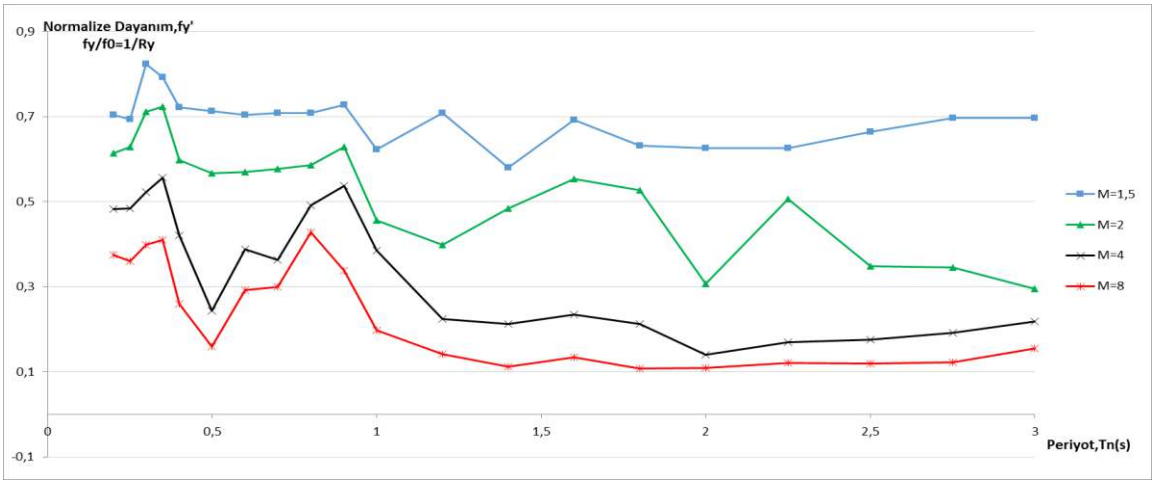
Şekil B.37: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

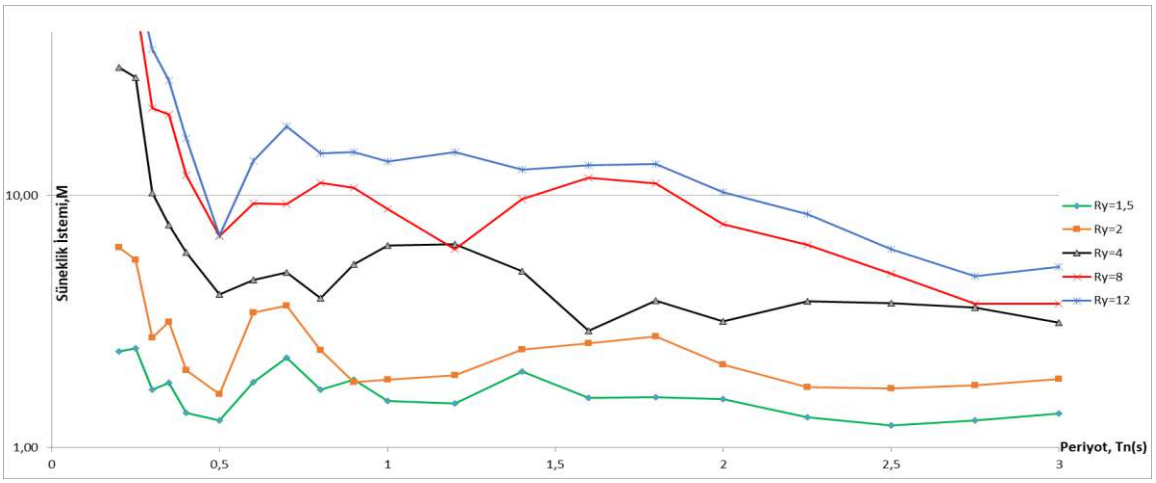


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

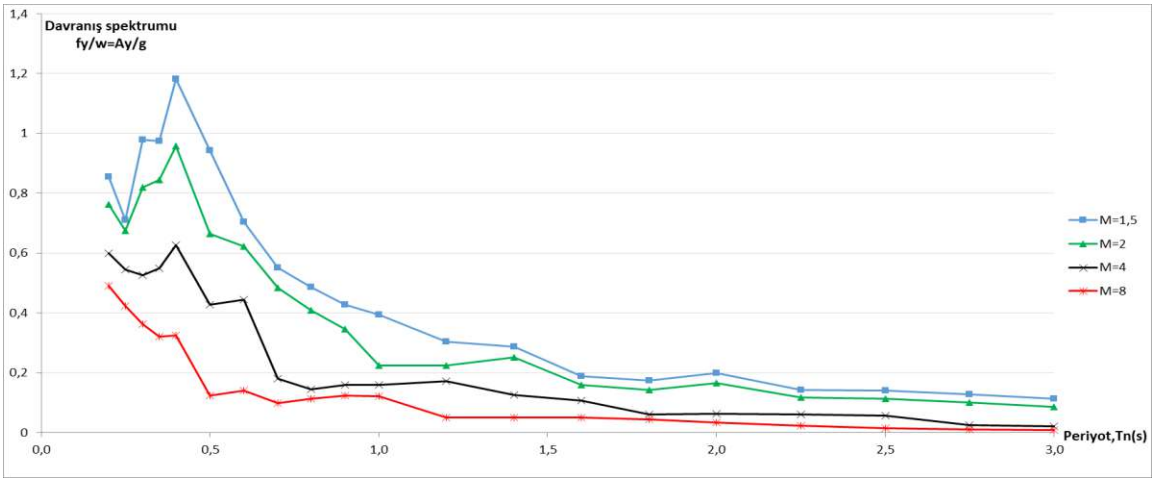


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

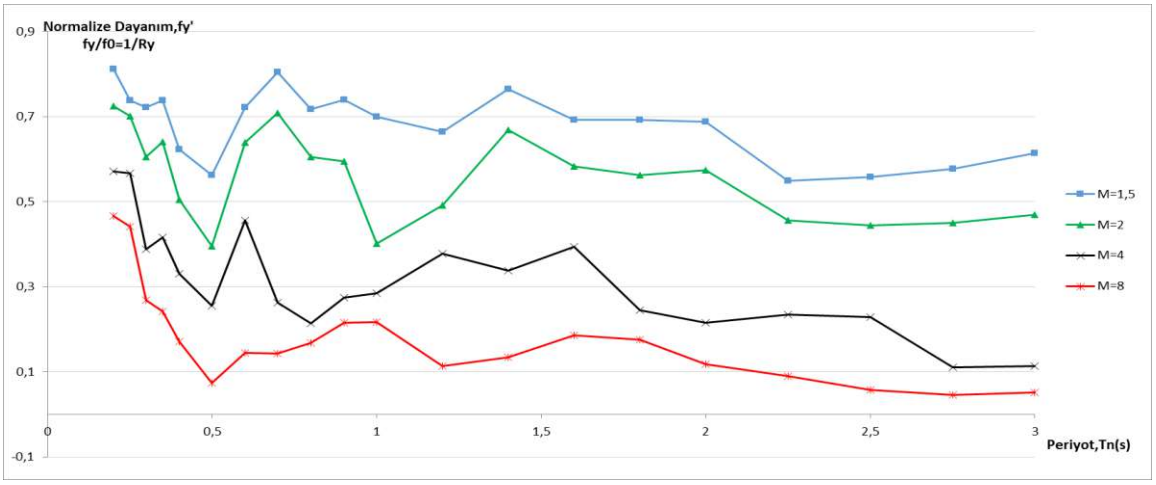
Şekil B.38: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

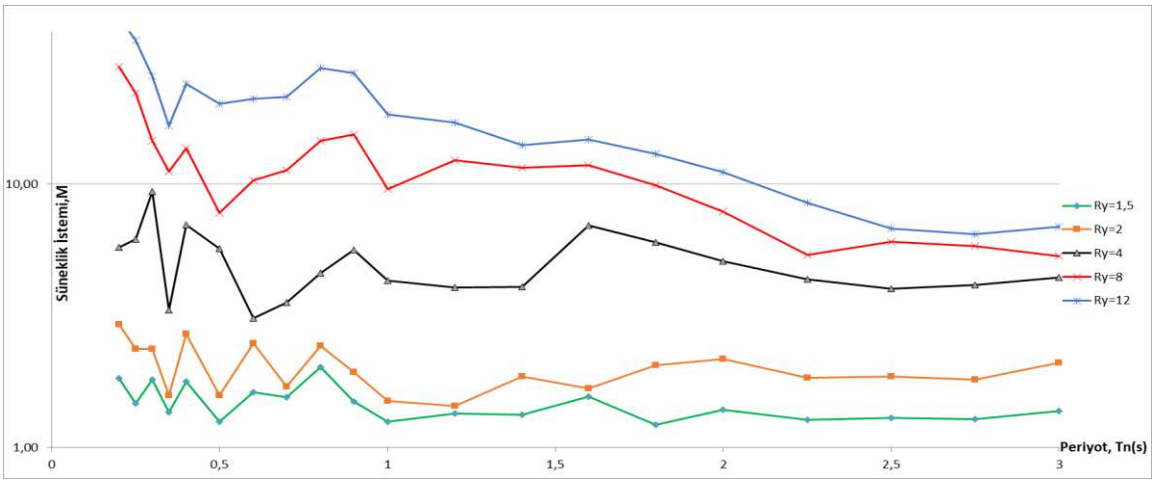


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

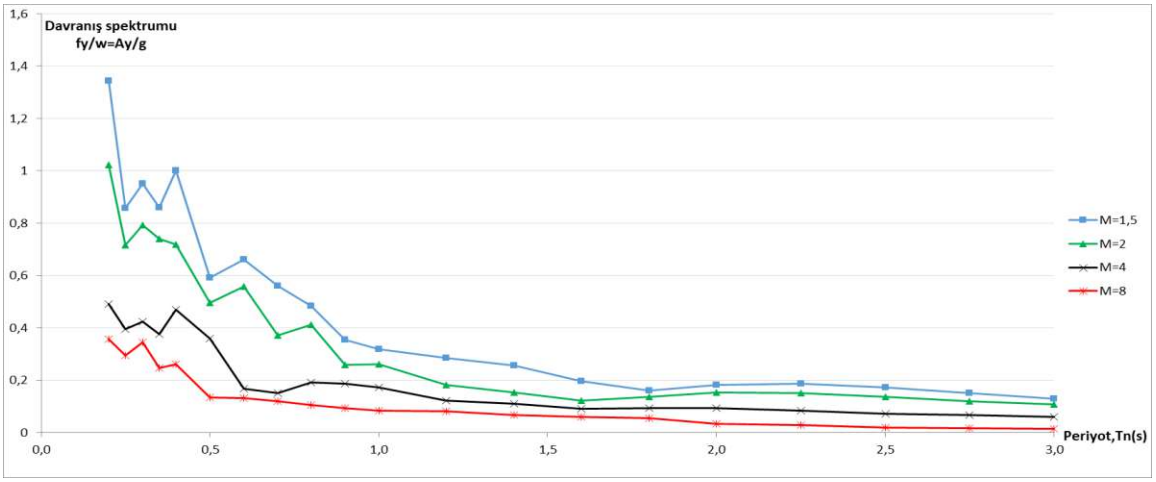


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

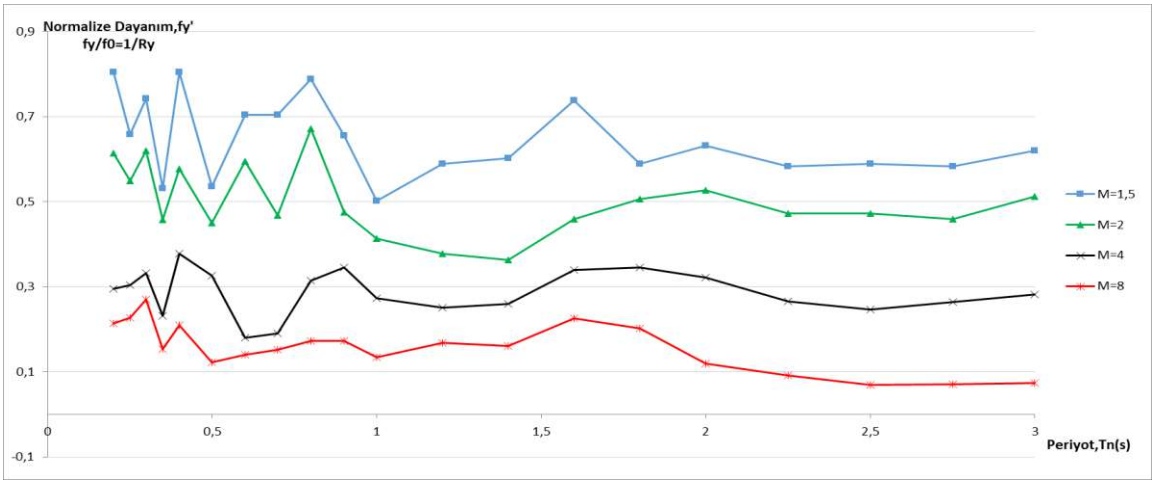
Şekil B.39: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

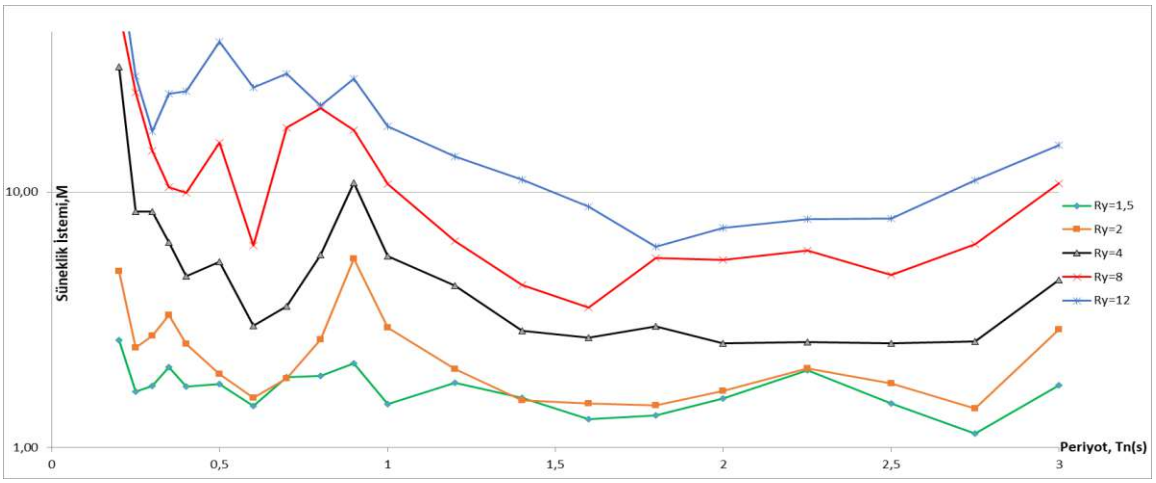


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

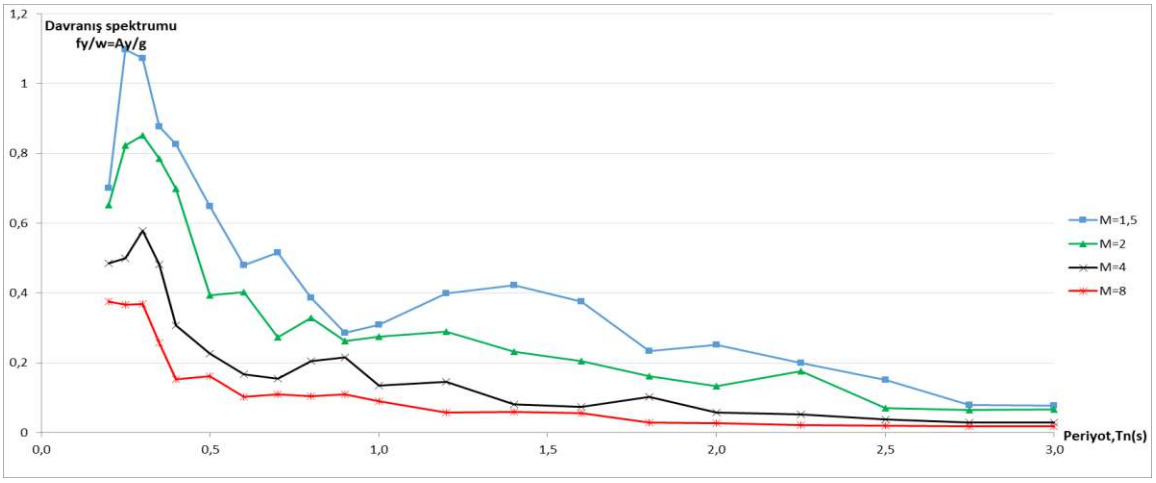


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

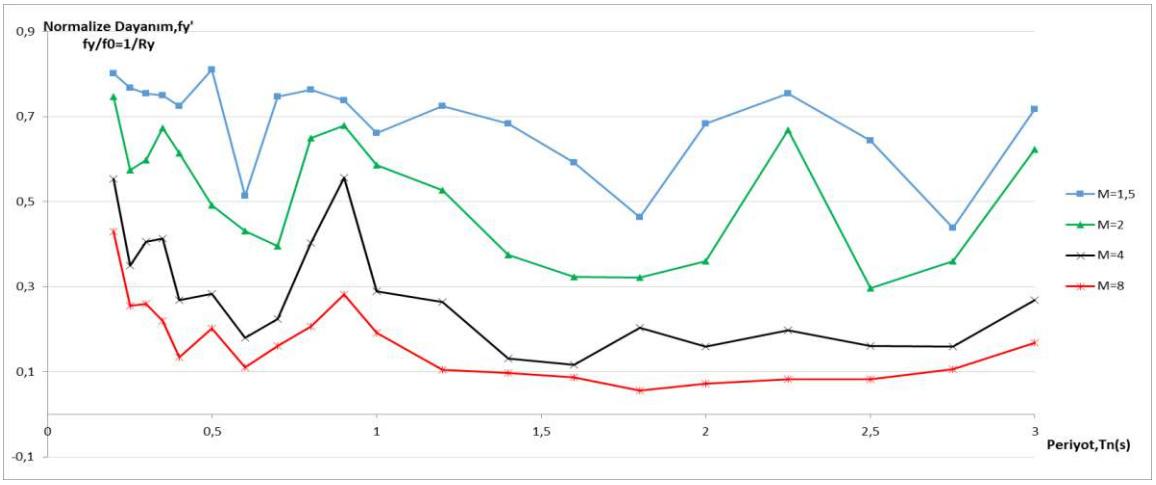
Şekil B.40: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

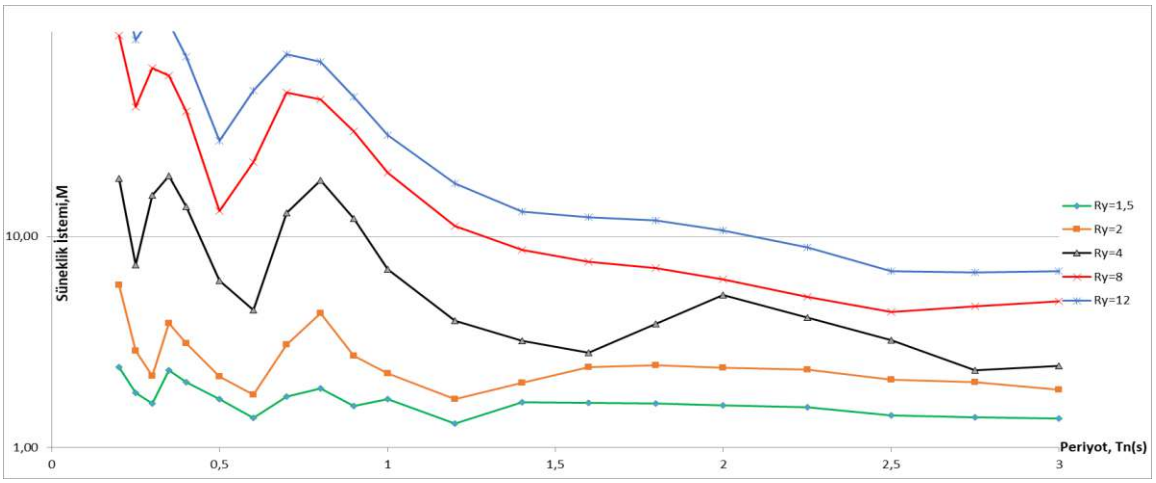


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

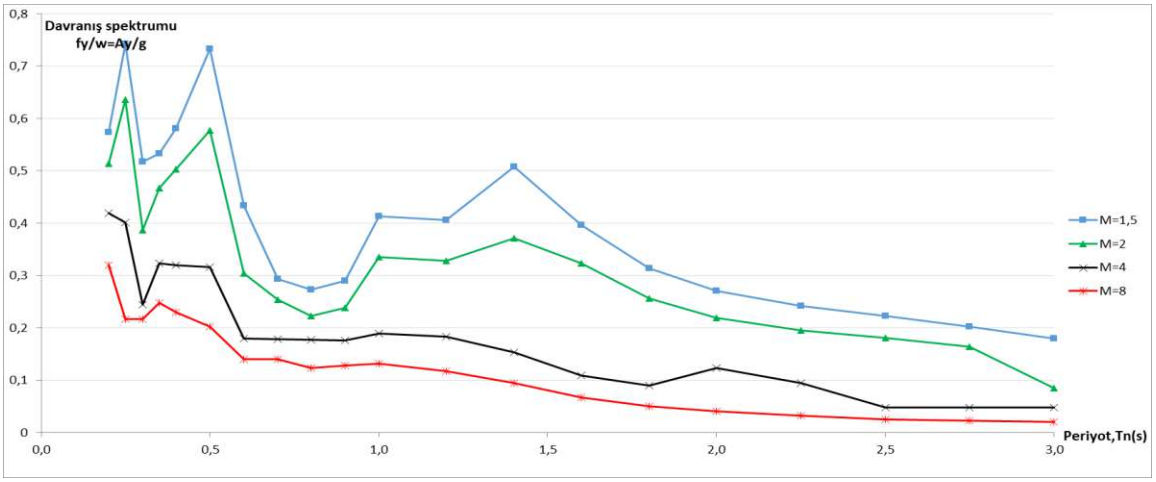


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

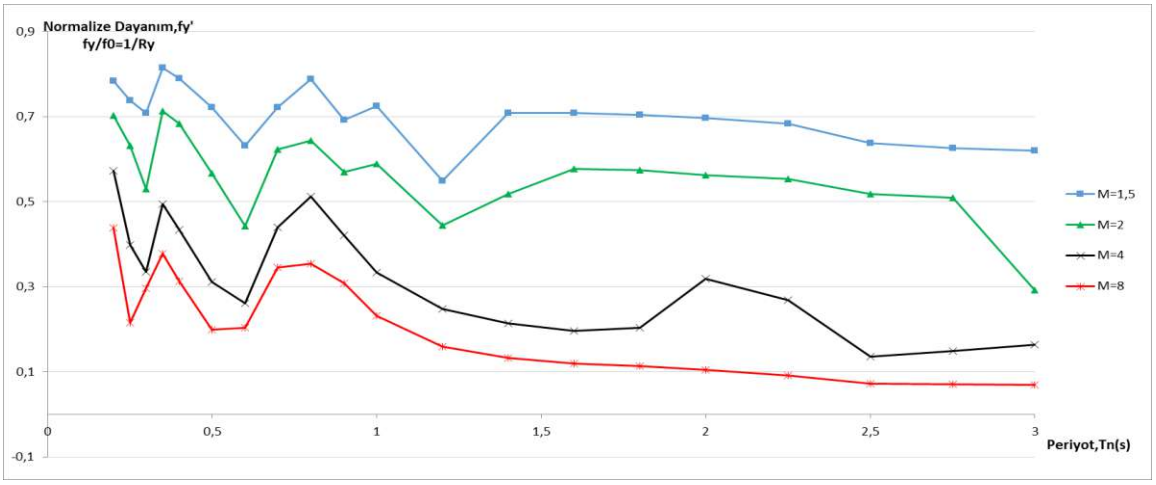
Şekil B.41: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

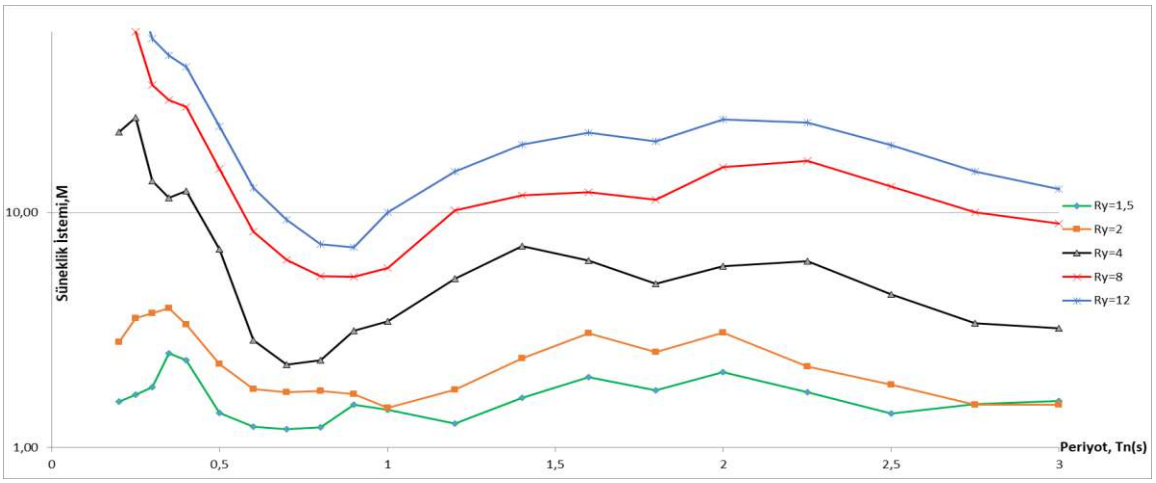


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

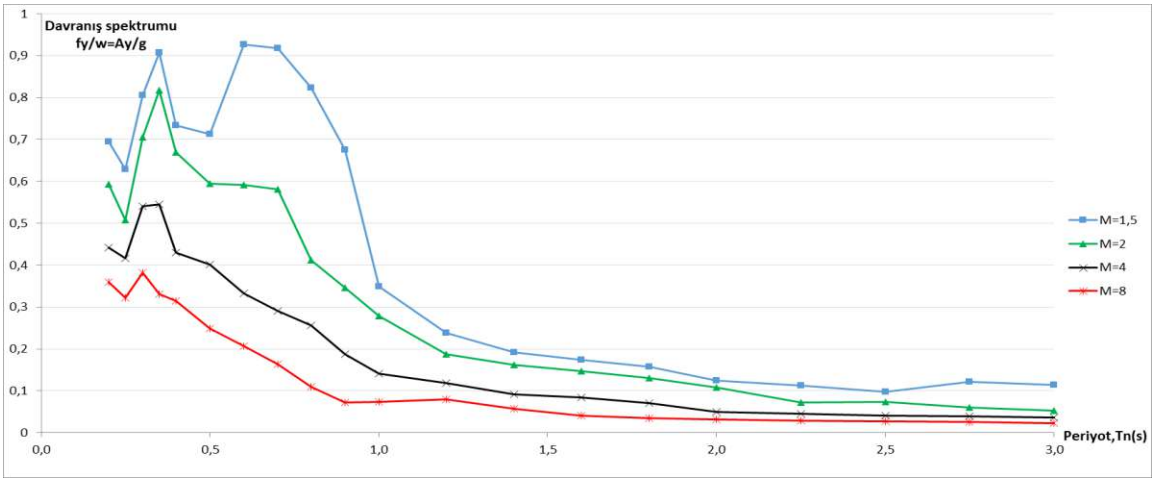


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

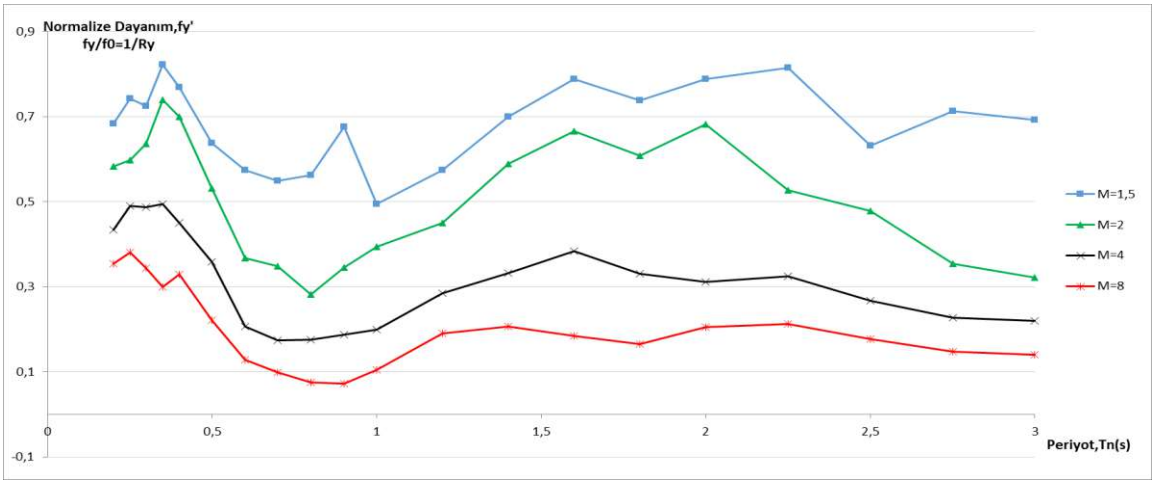
Şekil B.42: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

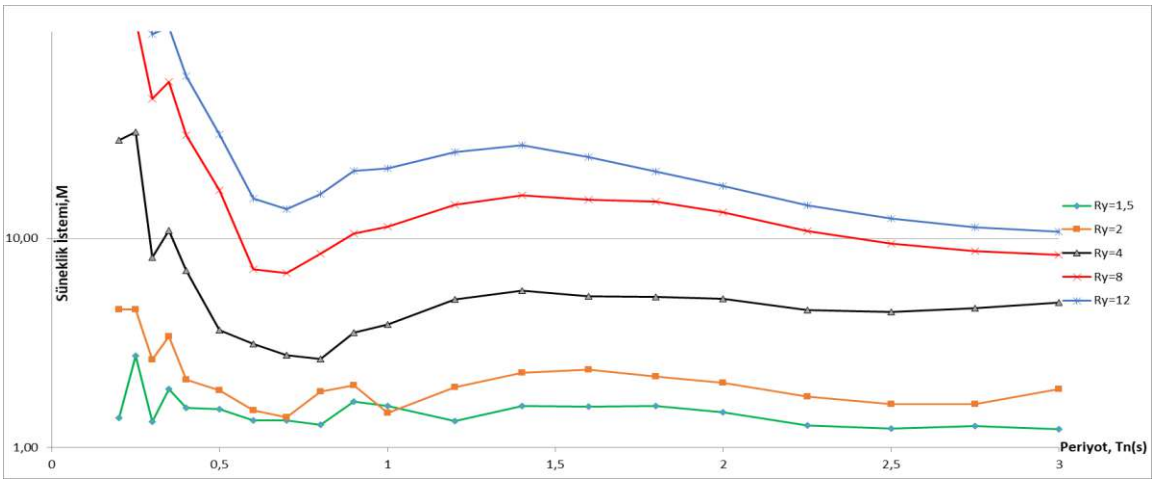


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

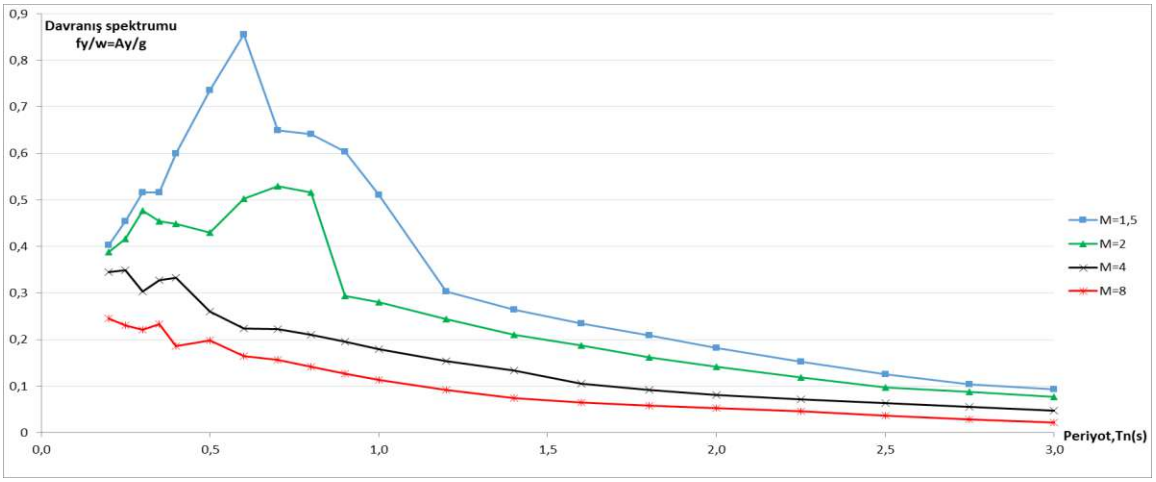


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

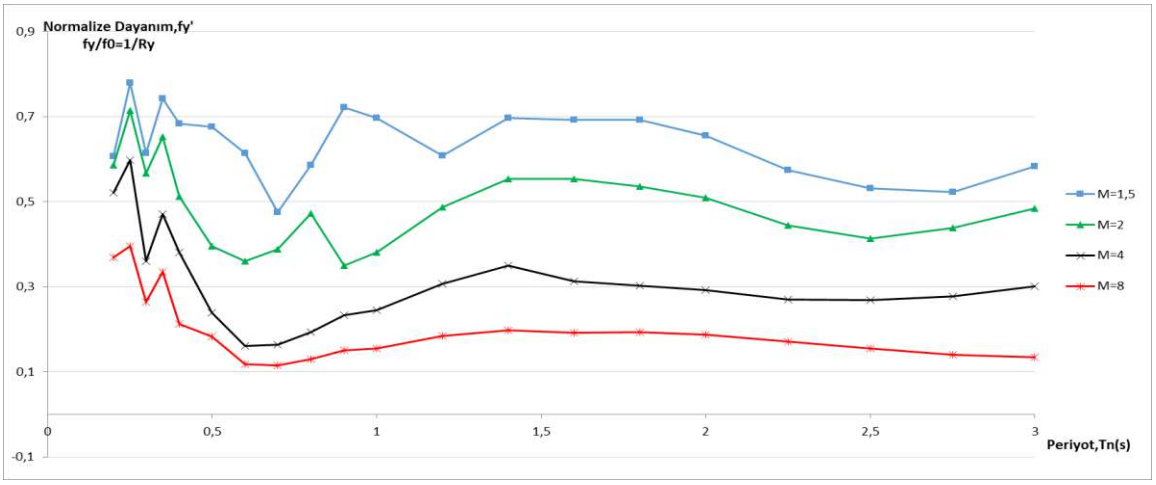
Şekil B.43: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

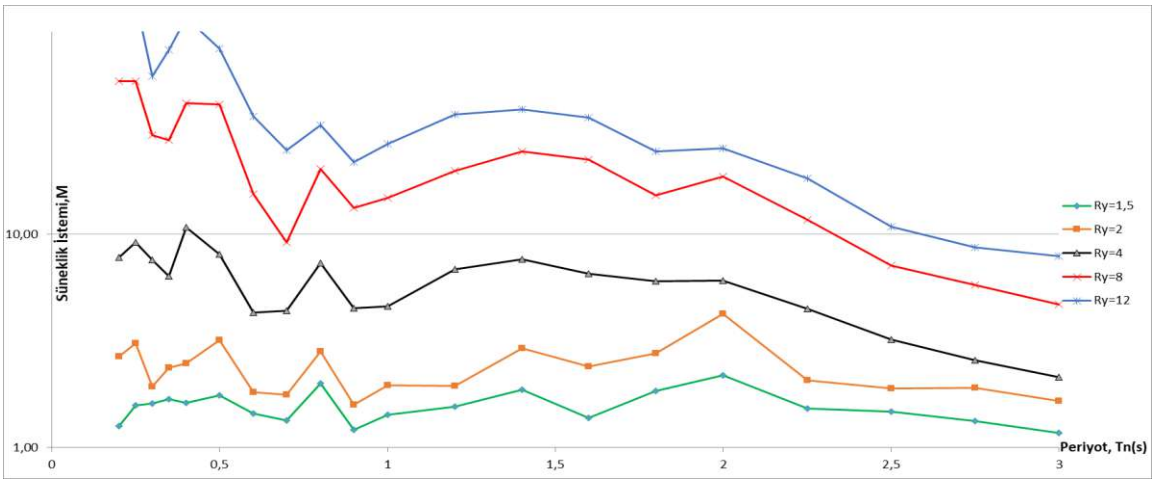


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

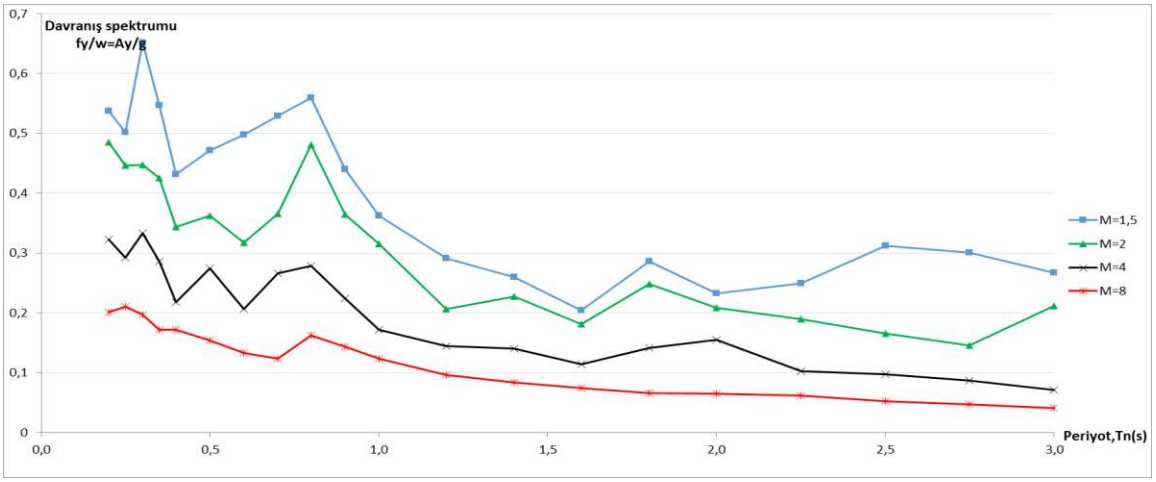


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

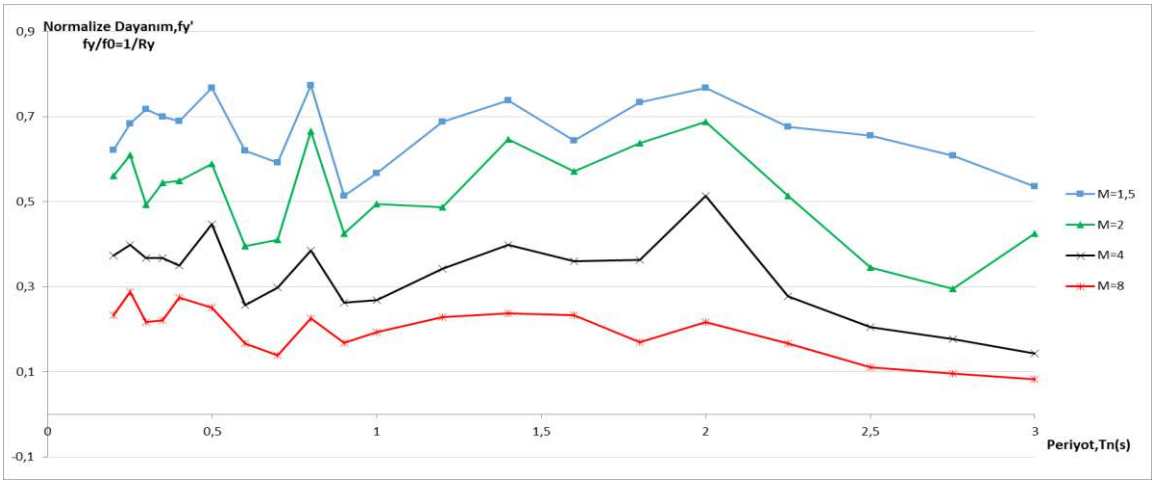
Şekil B.44: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

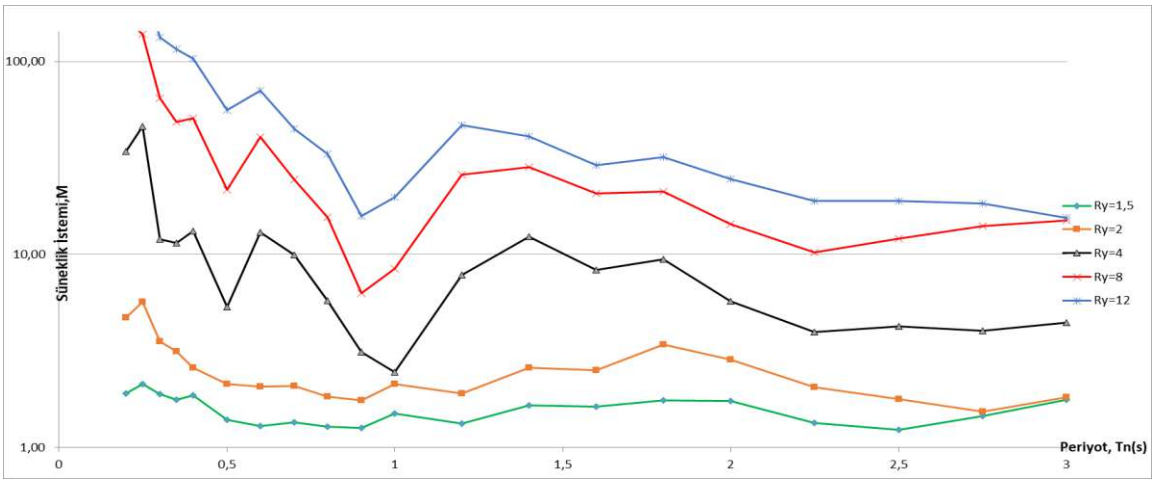


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

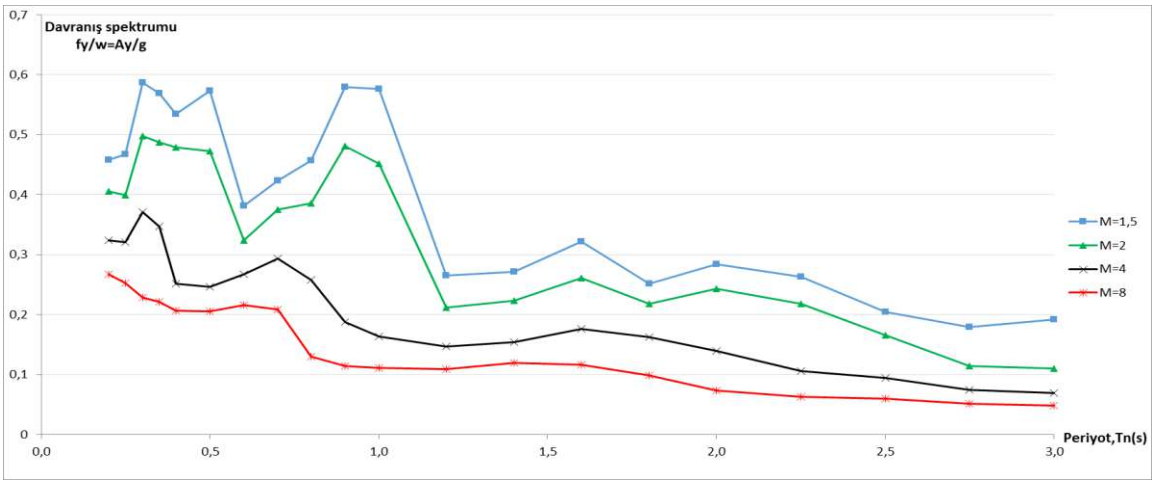


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

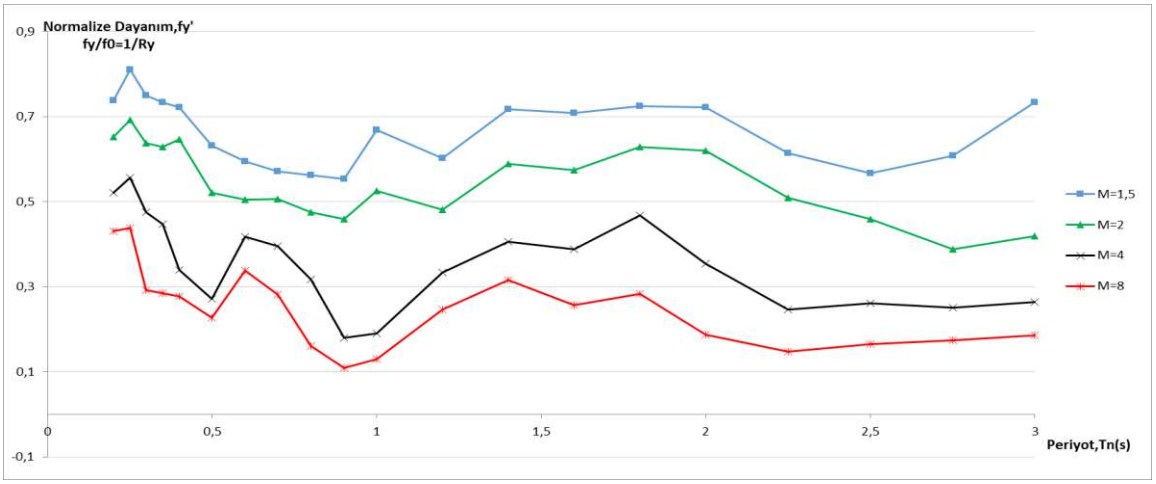
Şekil B.45: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

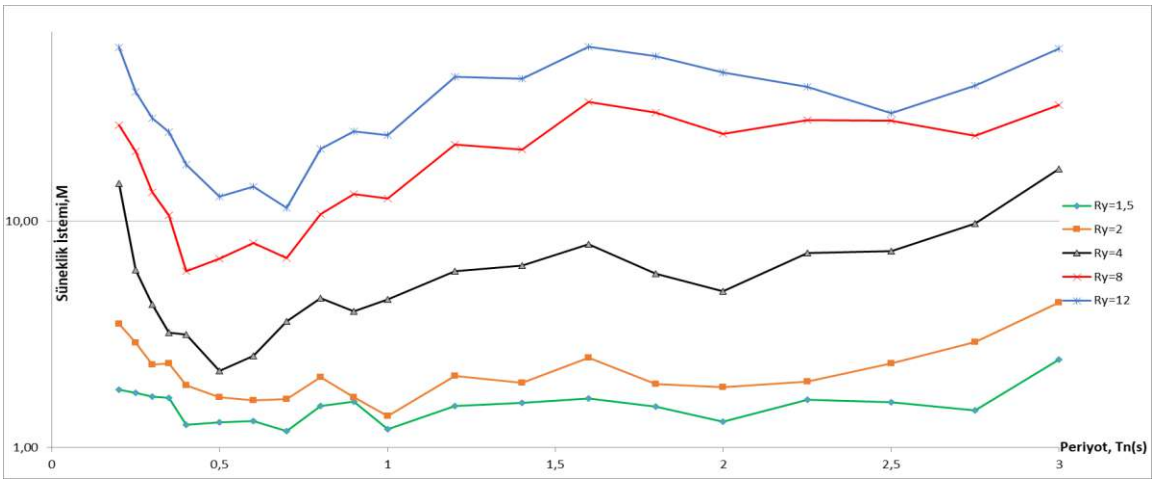


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

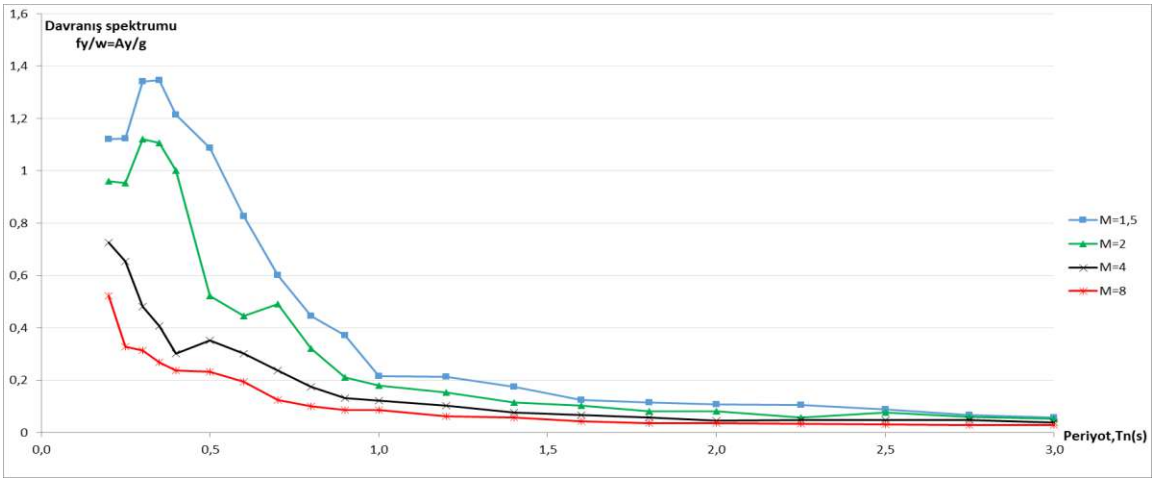


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

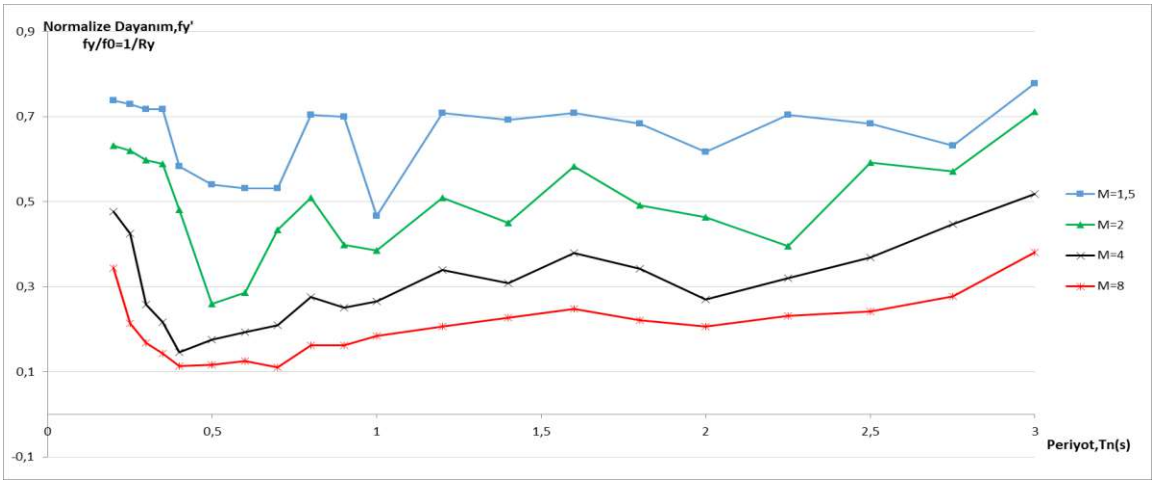
Şekil B.46: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

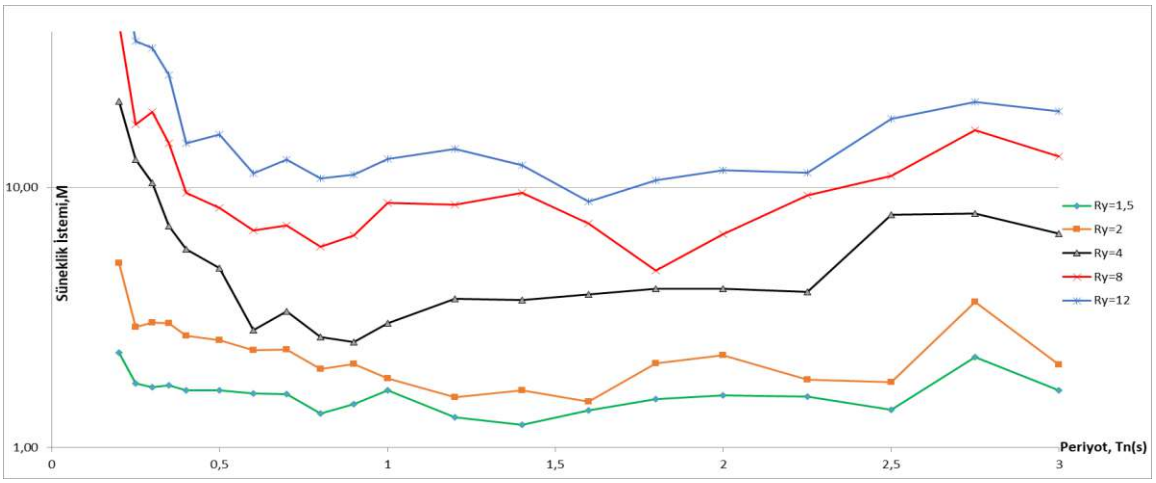


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

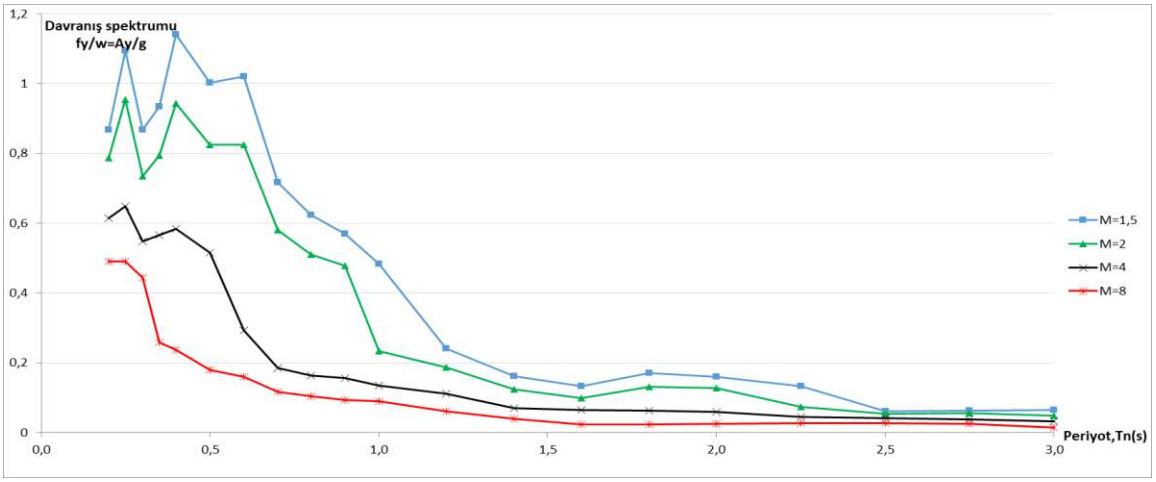


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

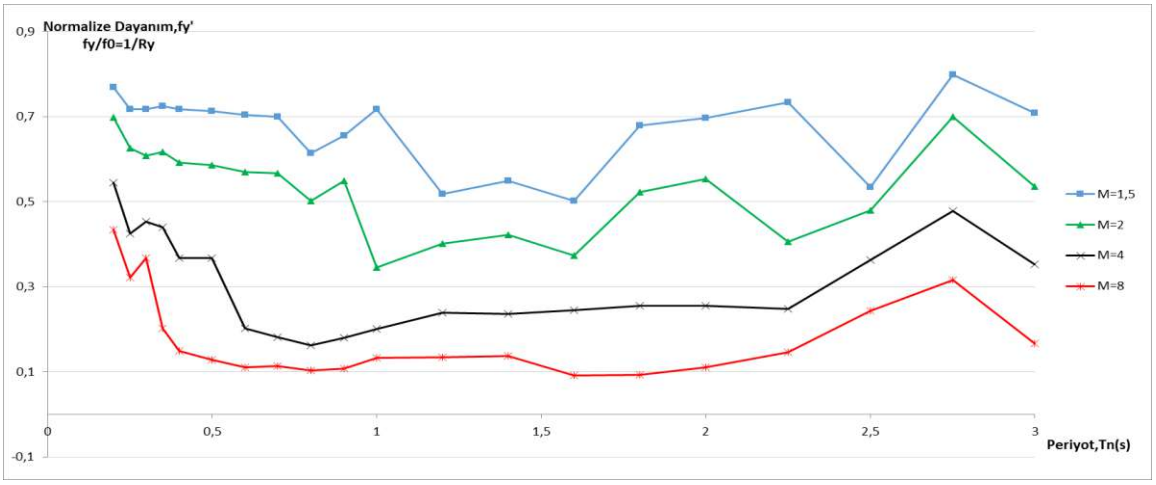
Şekil B.47: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

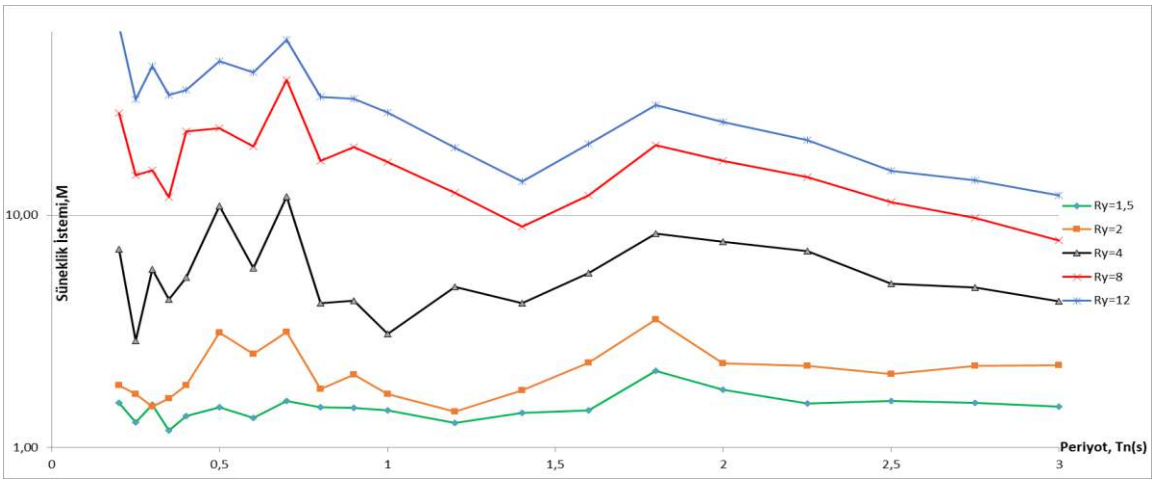


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

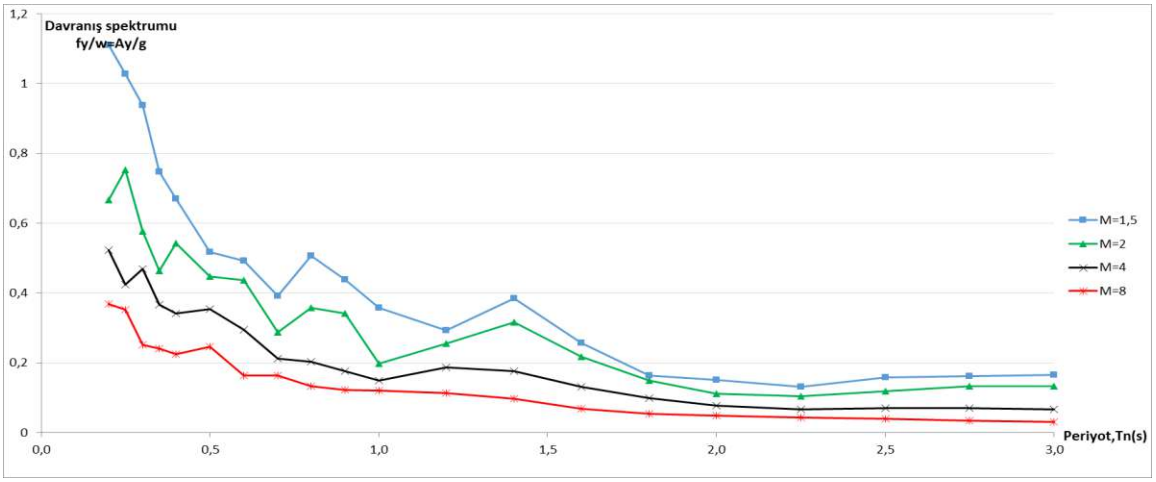


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

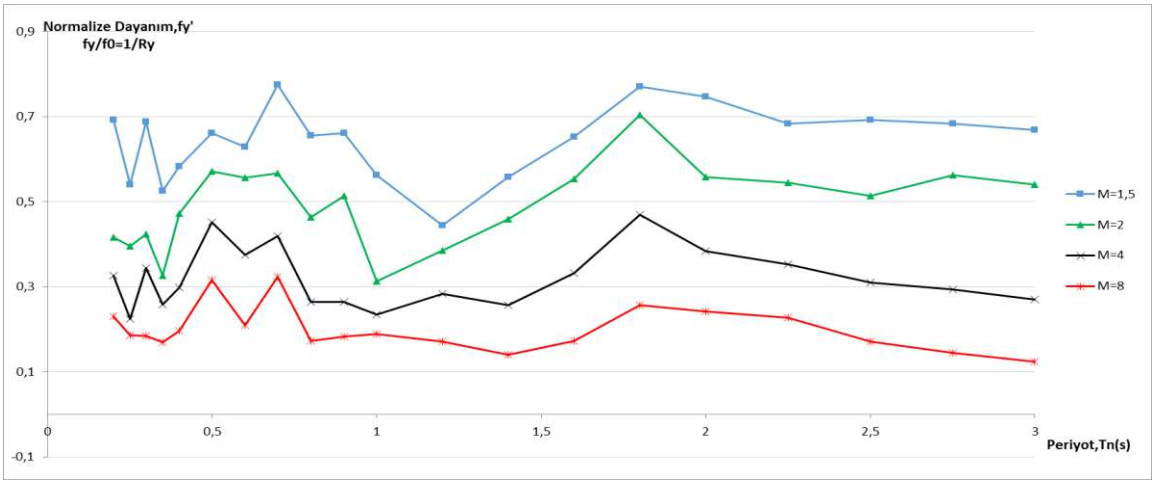
Şekil B.48: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

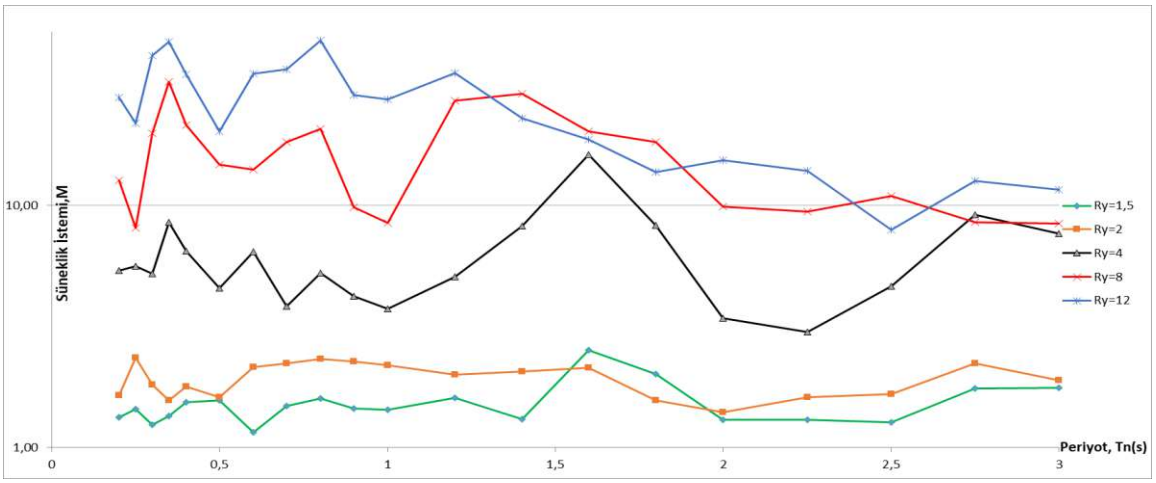


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

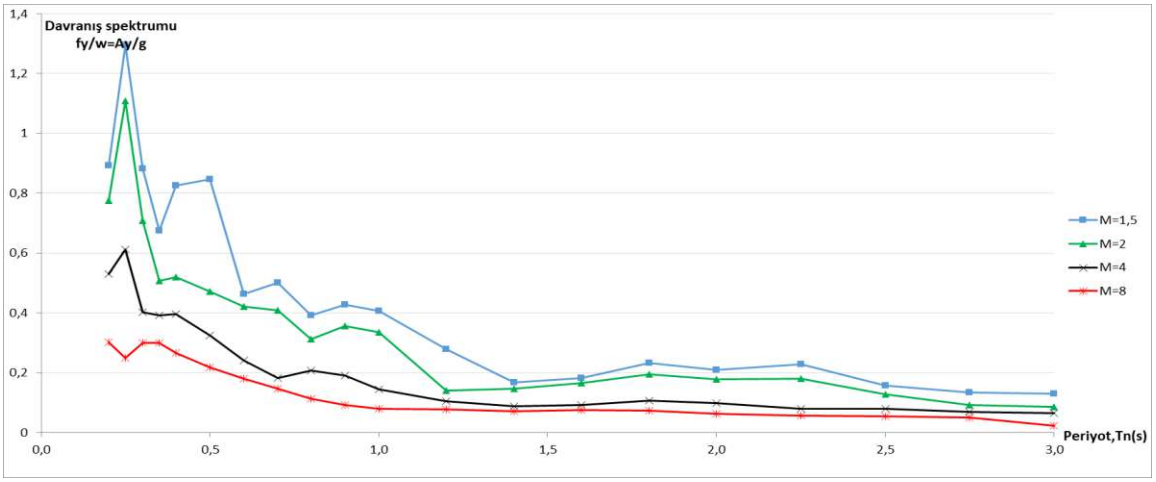


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

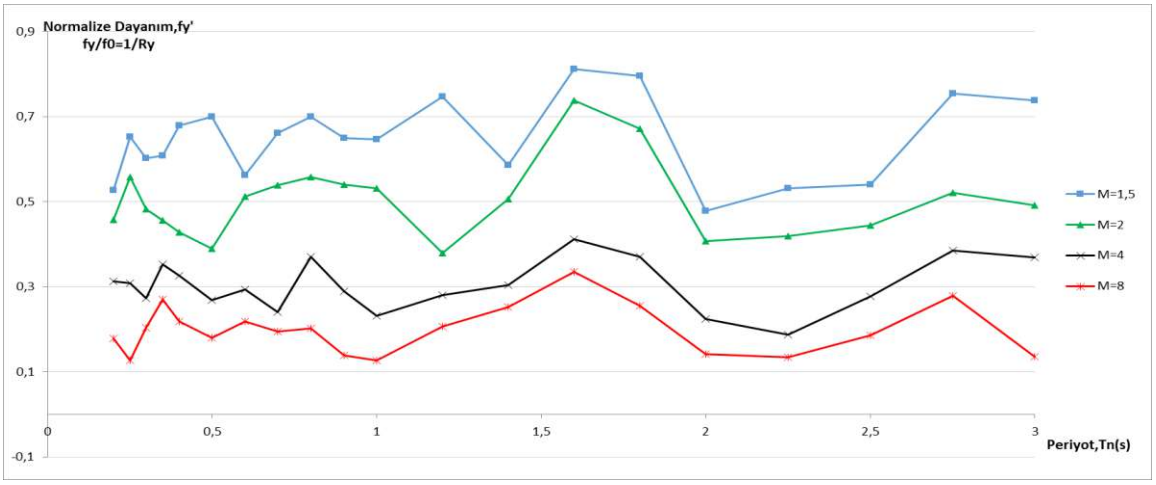
Şekil B.49: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

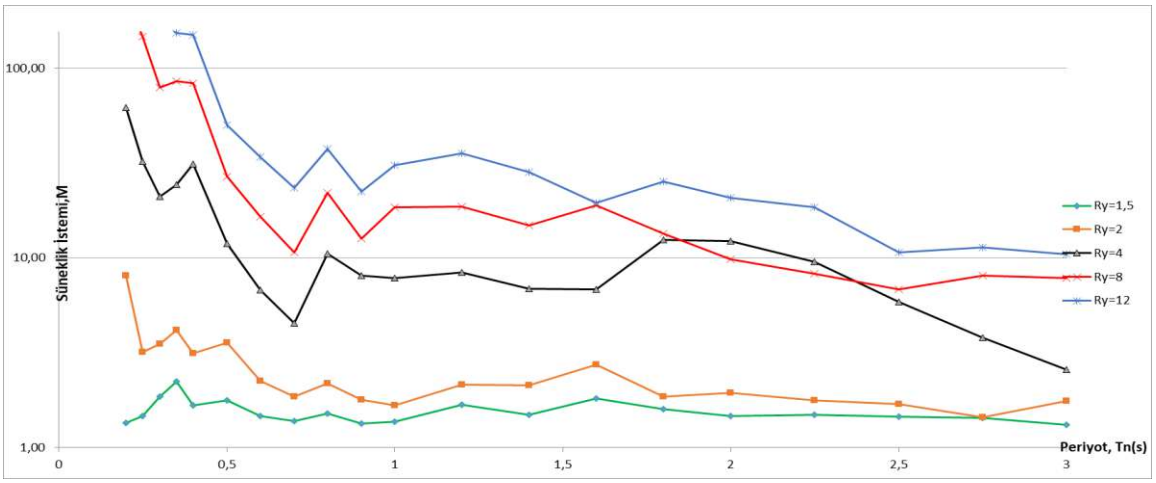


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

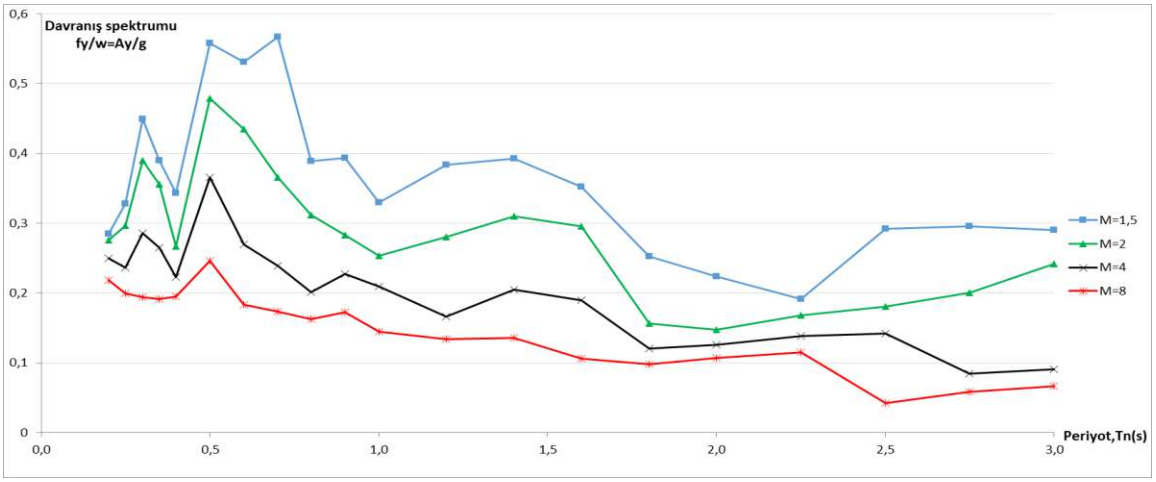


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

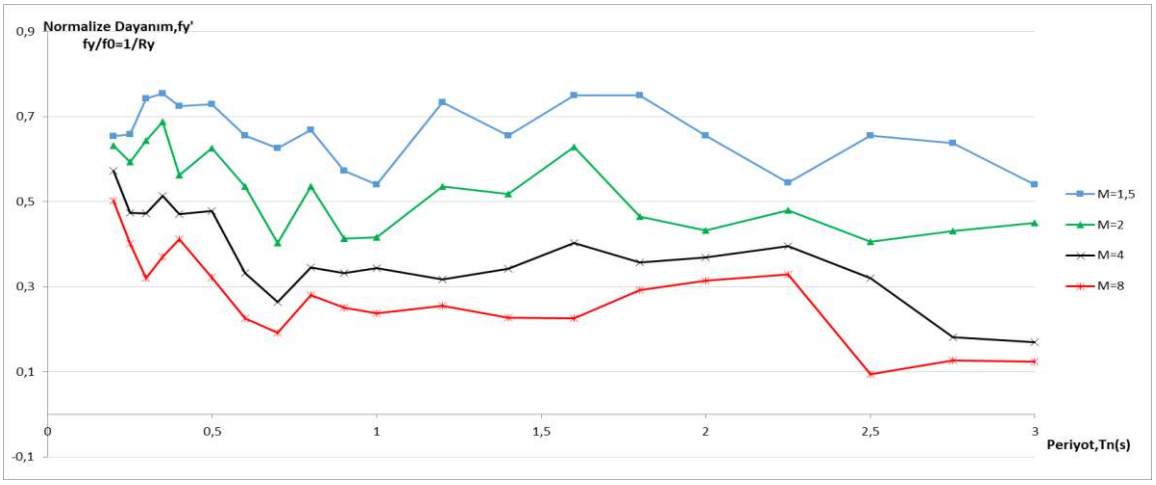
Şekil B.50: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

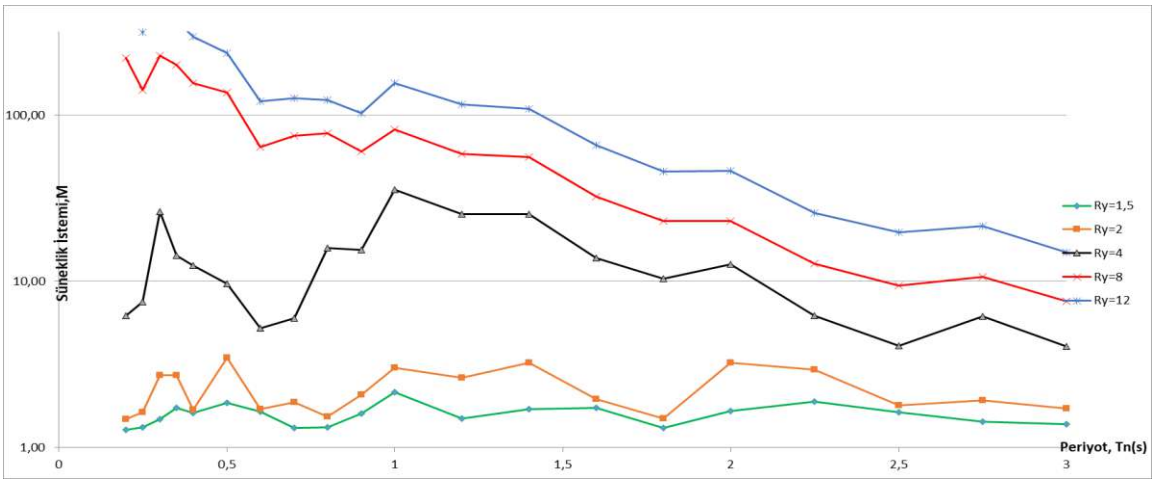


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

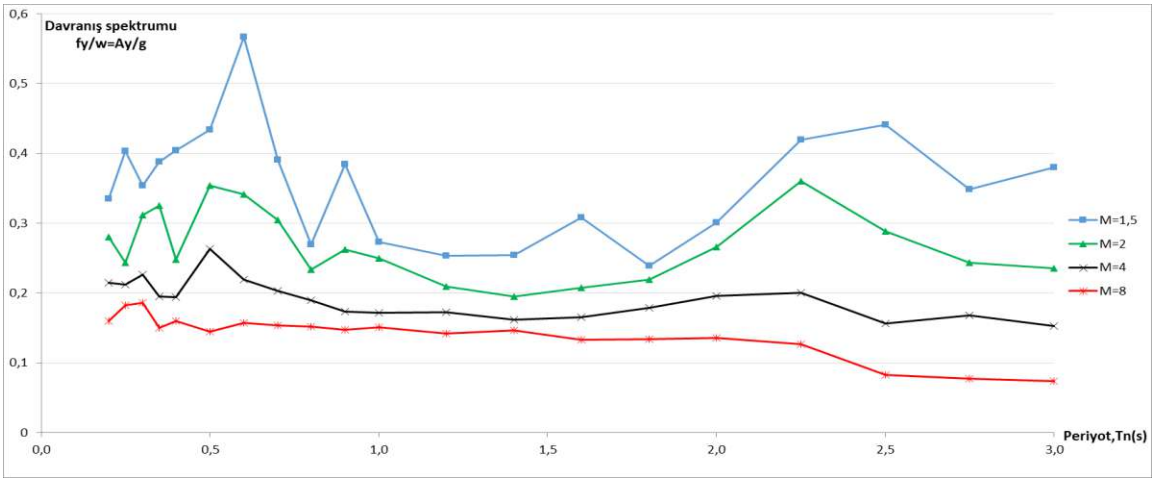


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

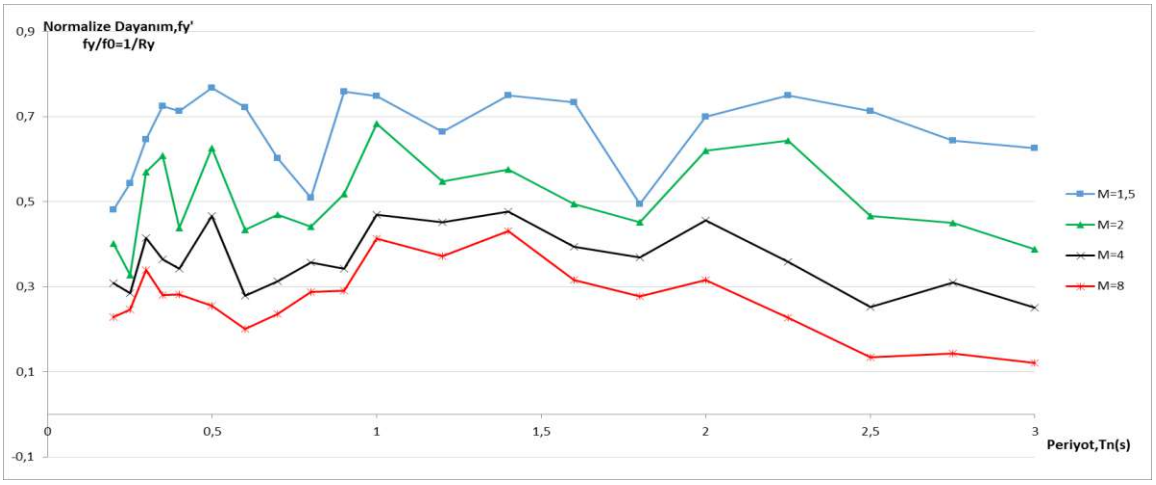
Şekil B.51: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

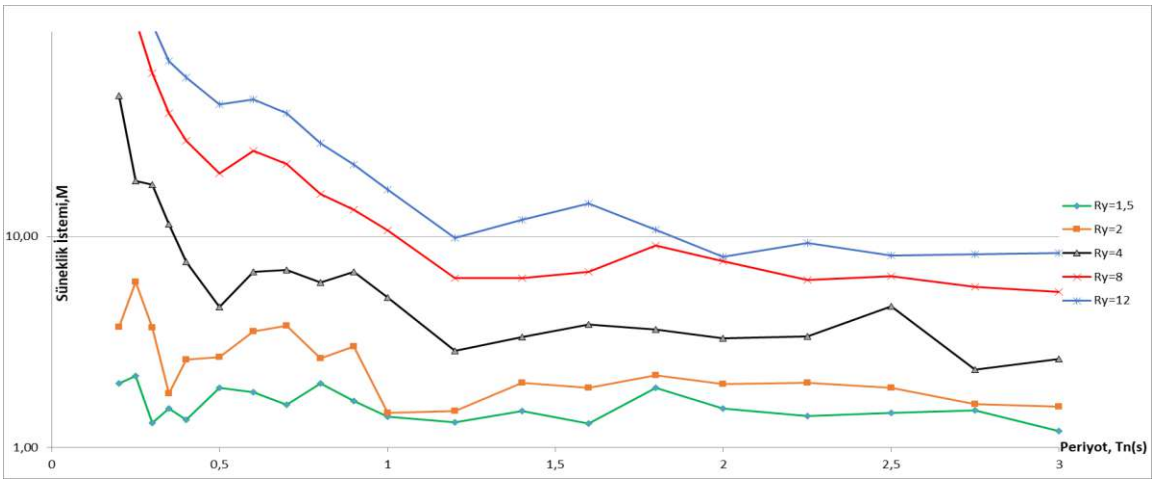


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

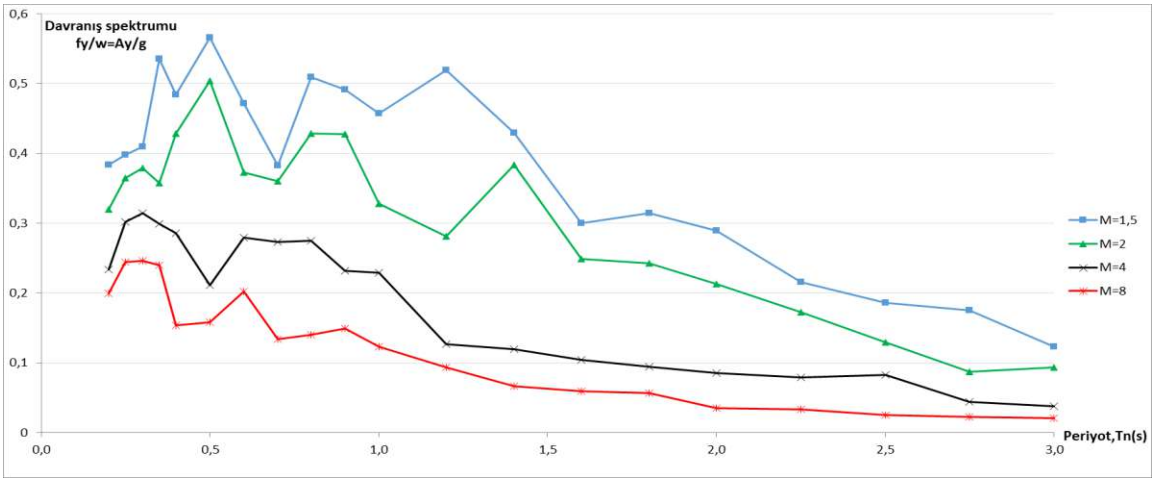


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

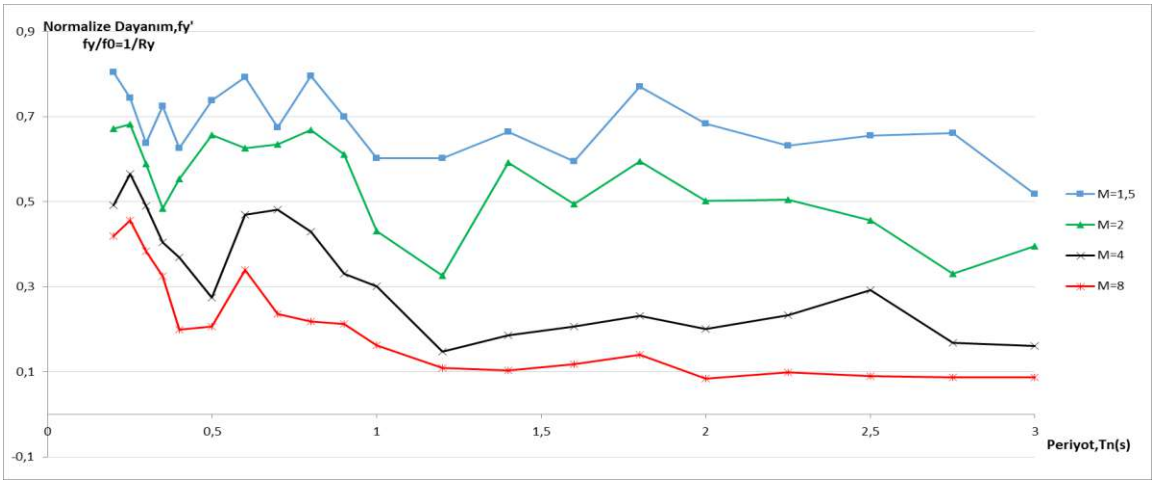
Şekil B.52: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

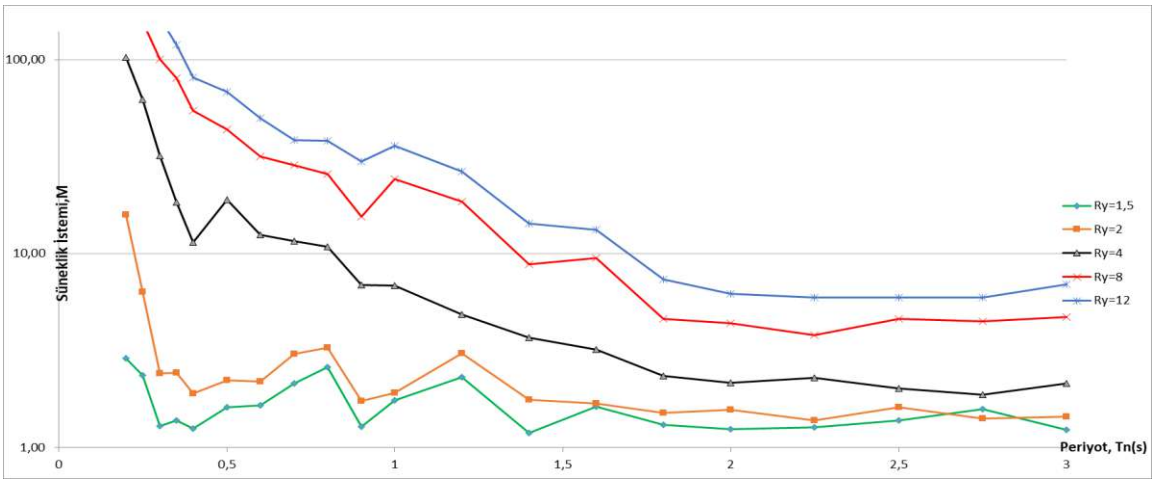


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

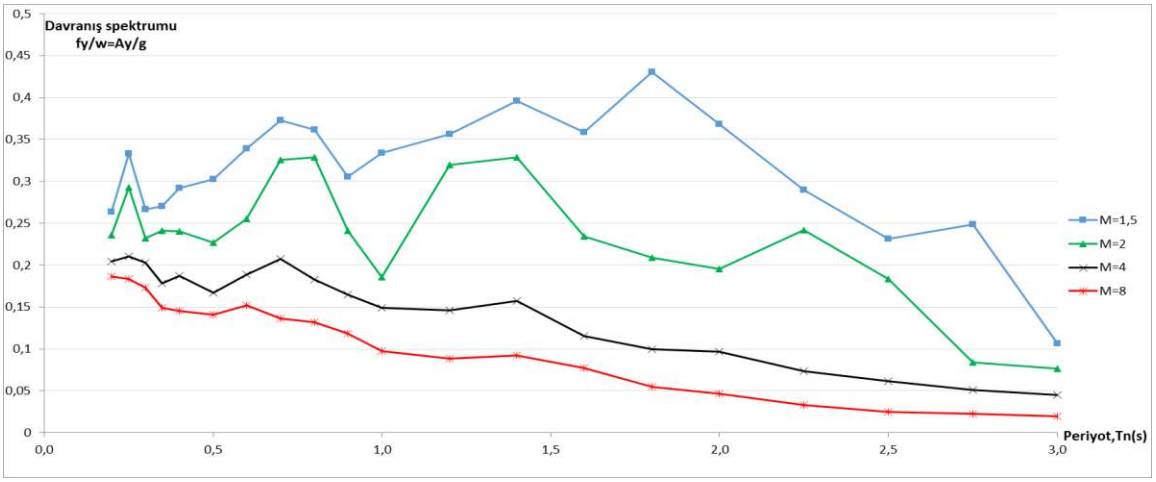


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

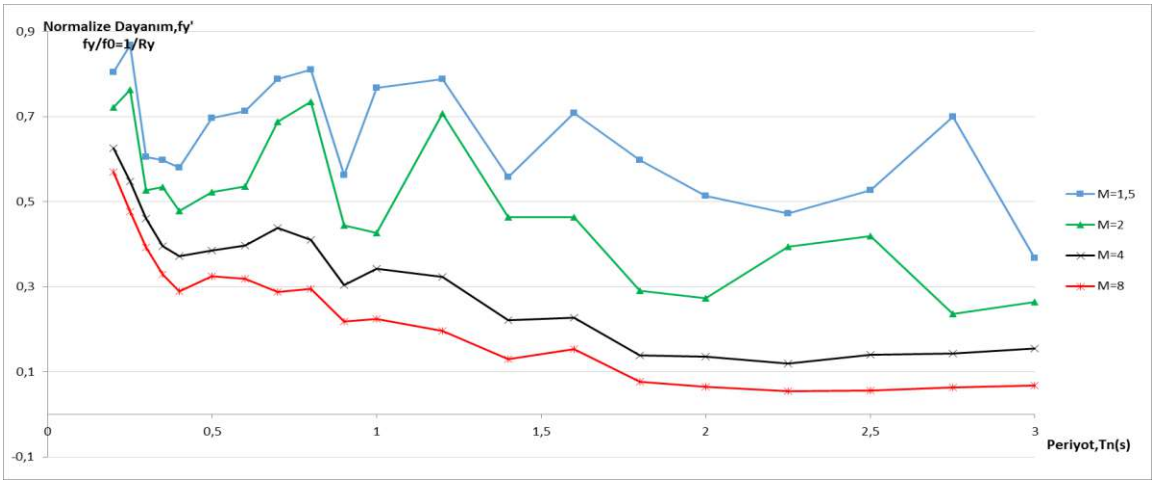
Şekil B.53: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

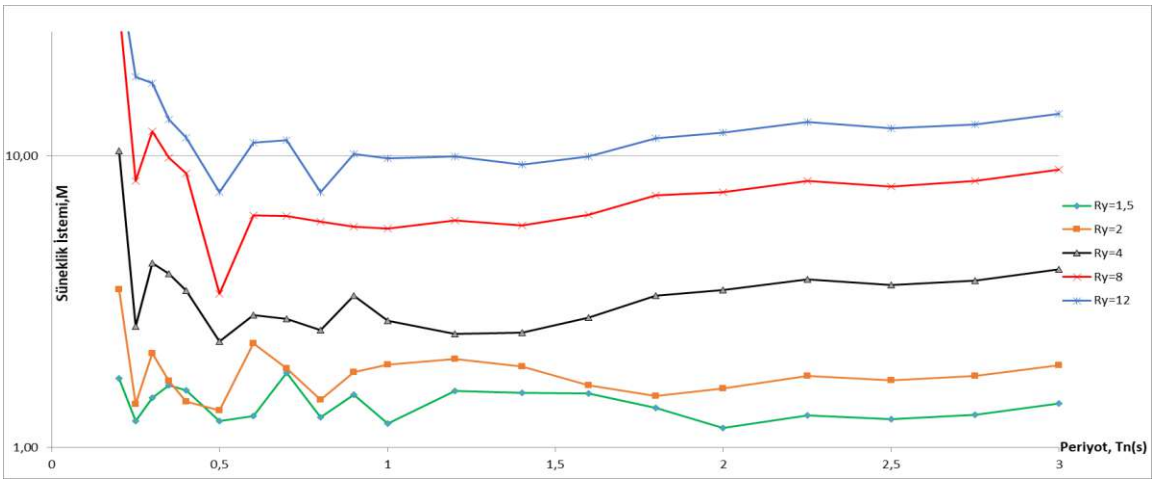


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

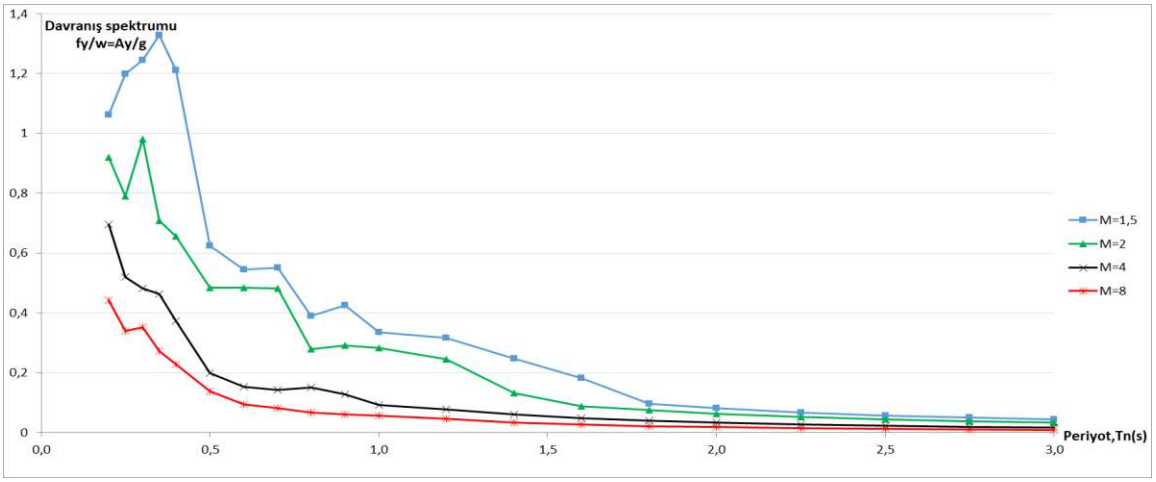


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

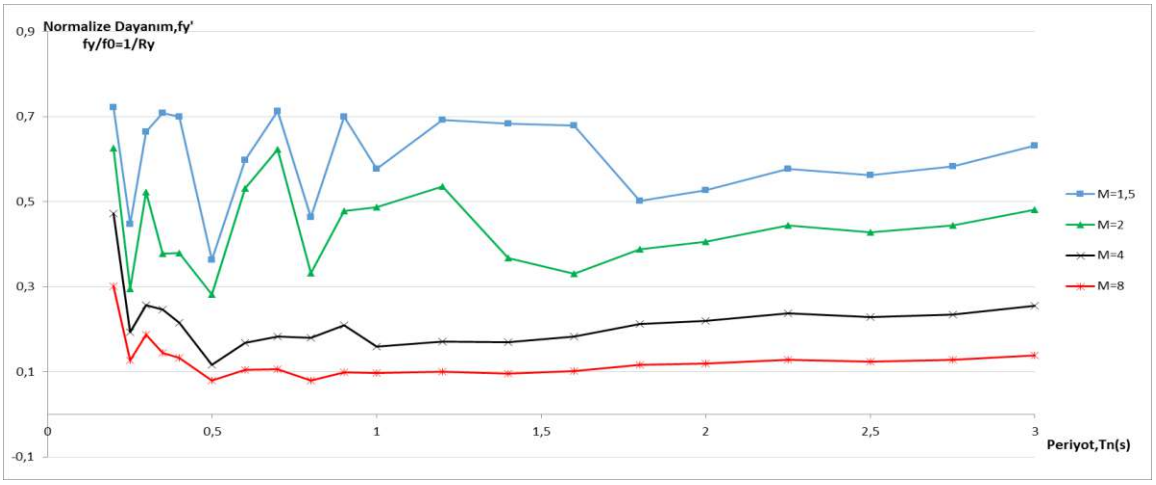
Şekil B.54: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

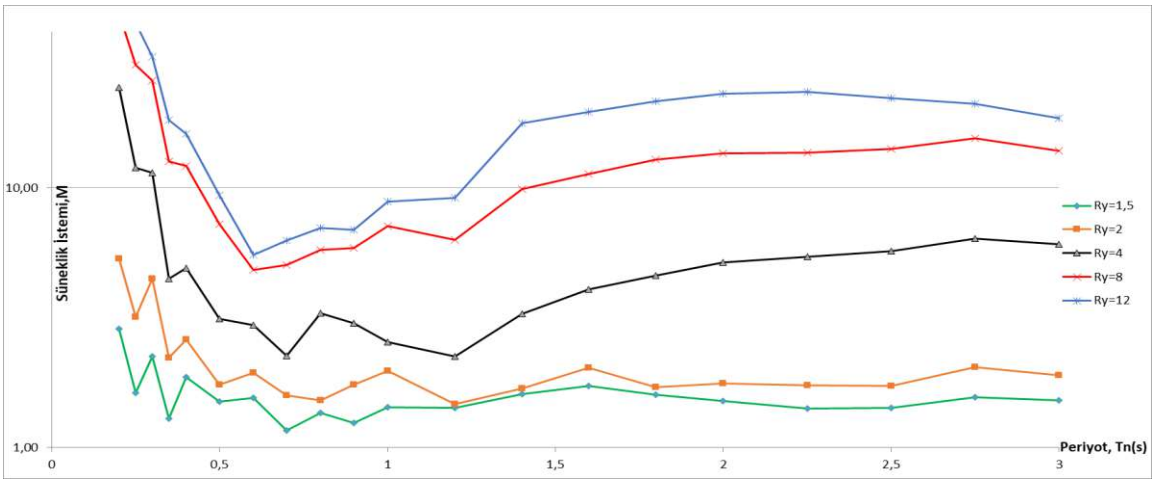


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

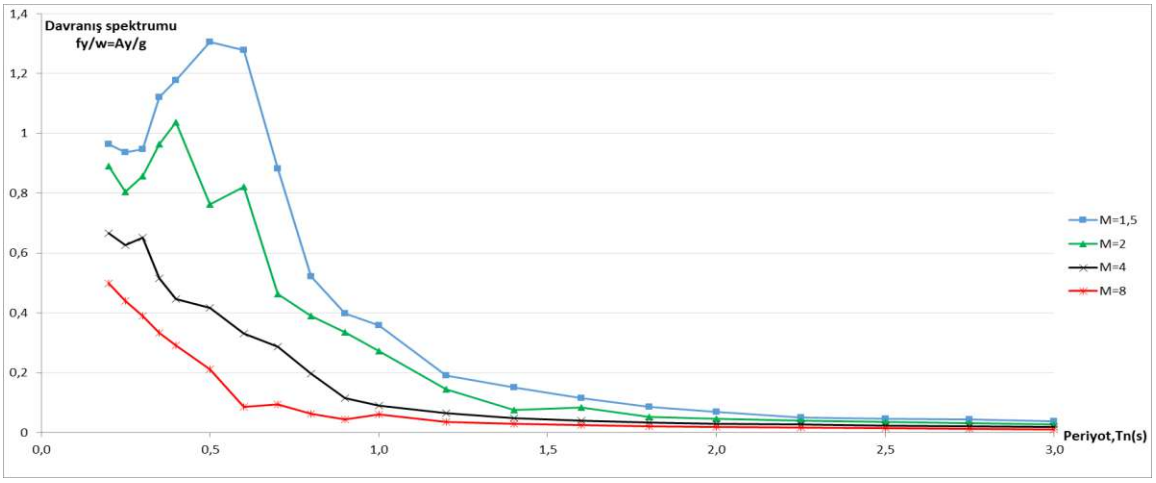


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

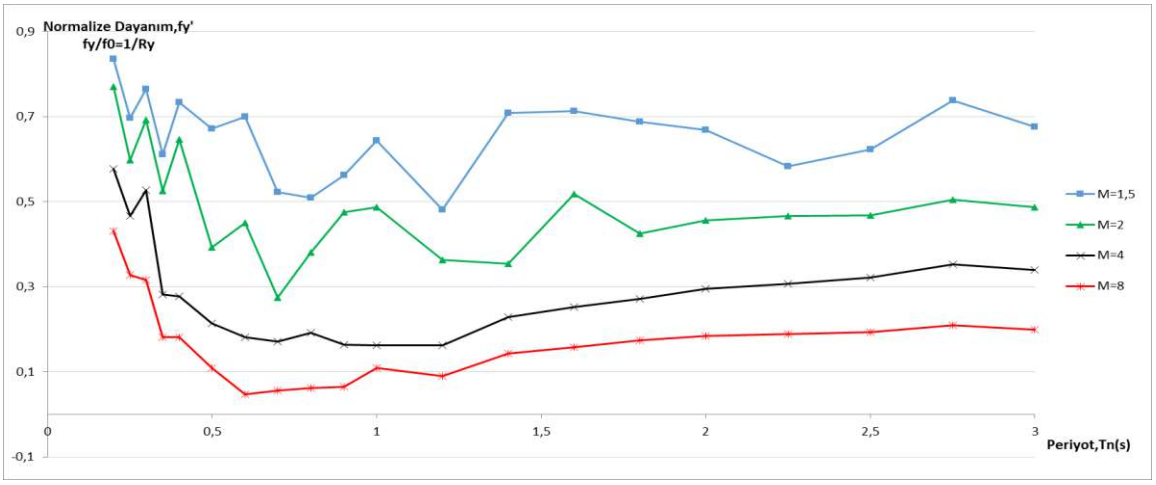
Şekil B.55: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

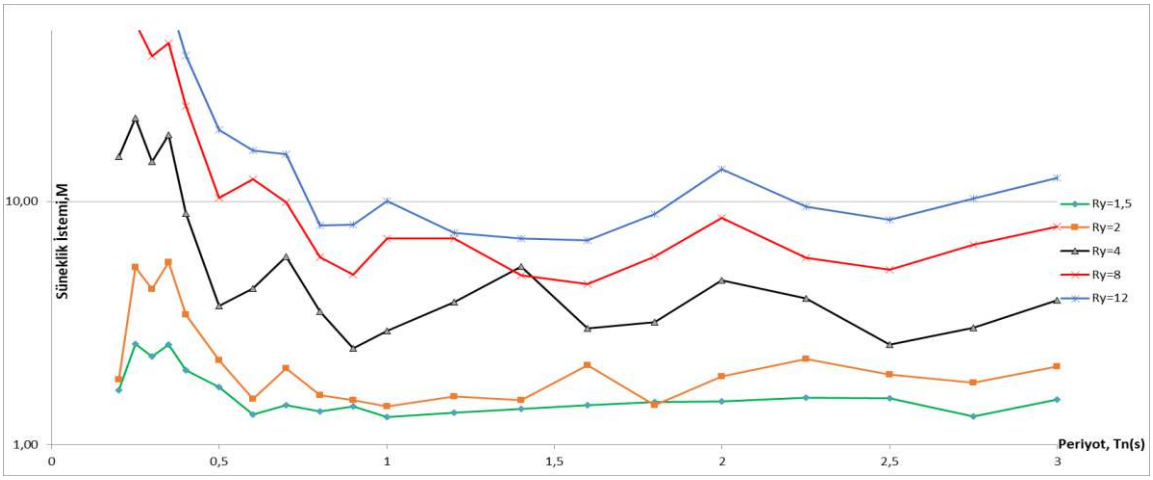


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

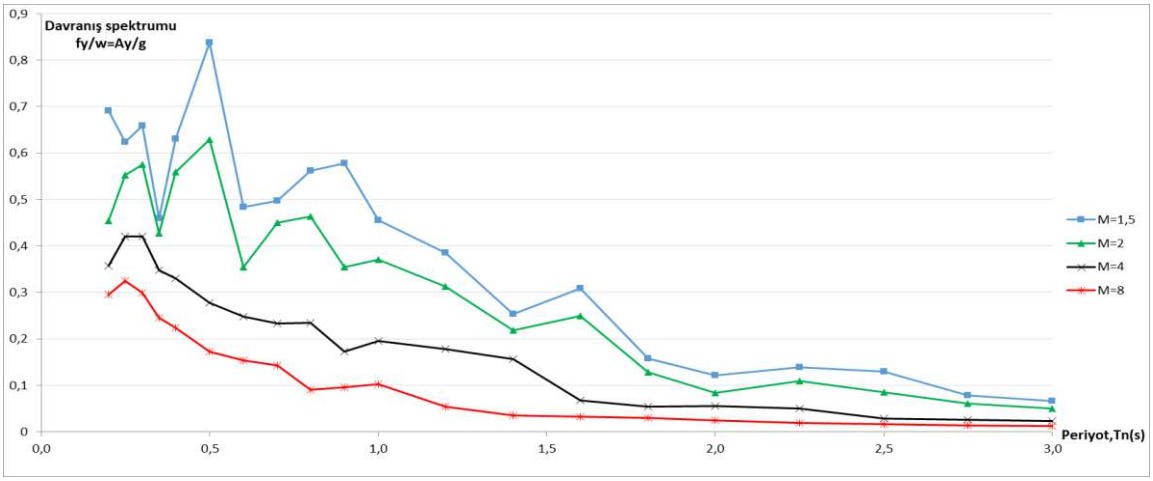


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

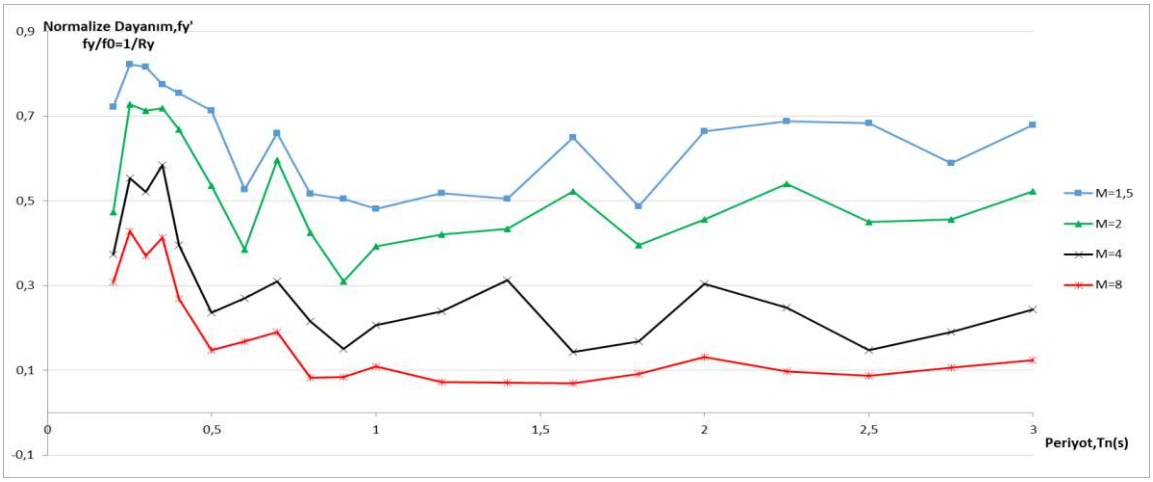
Şekil B.56: Pekleşme oranı %0 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

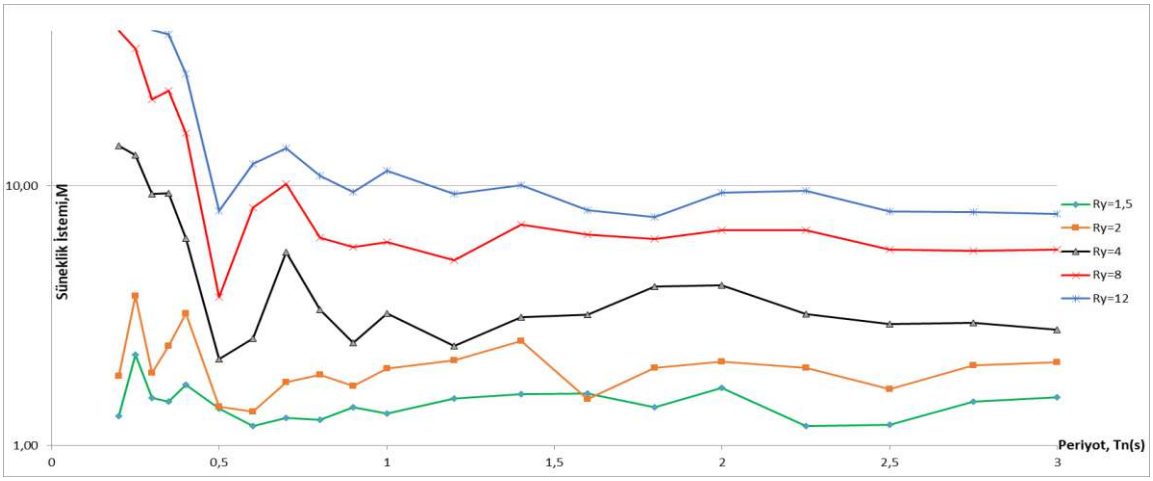


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

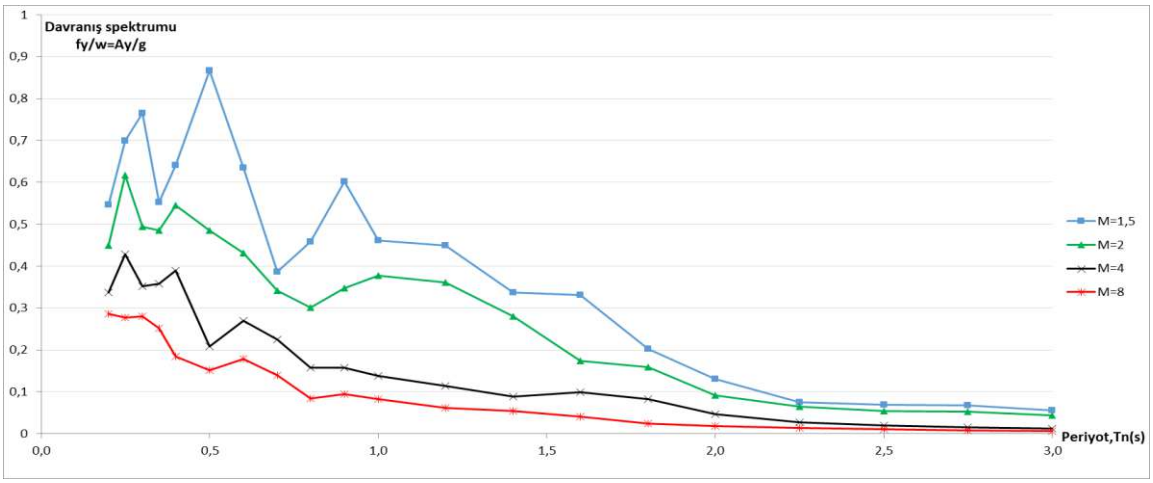


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

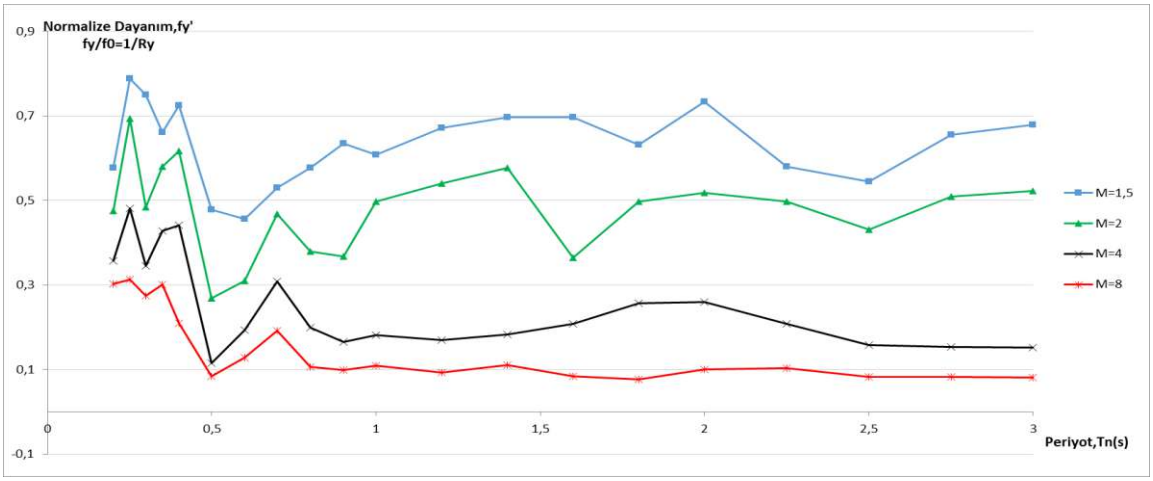
Şekil B.57: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

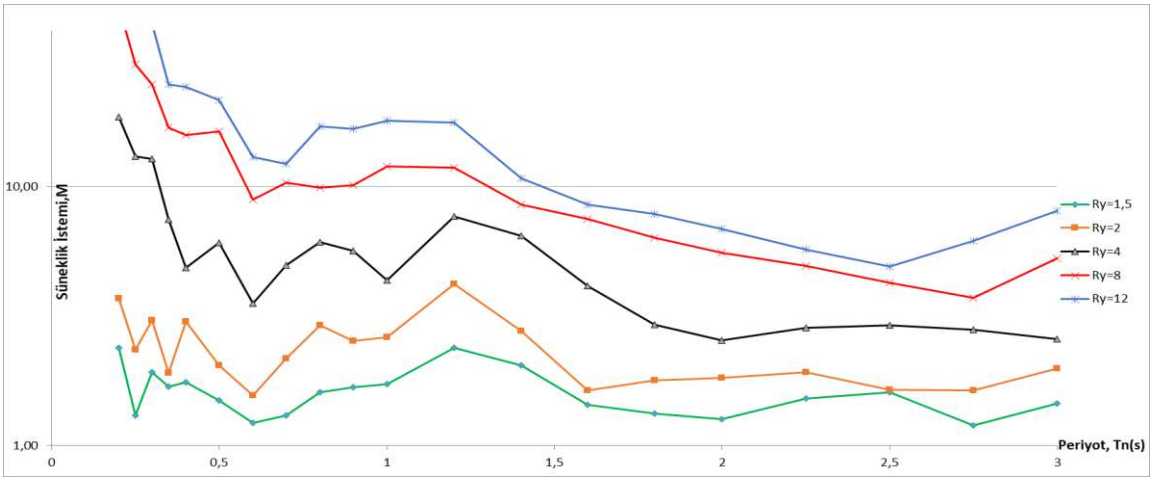


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

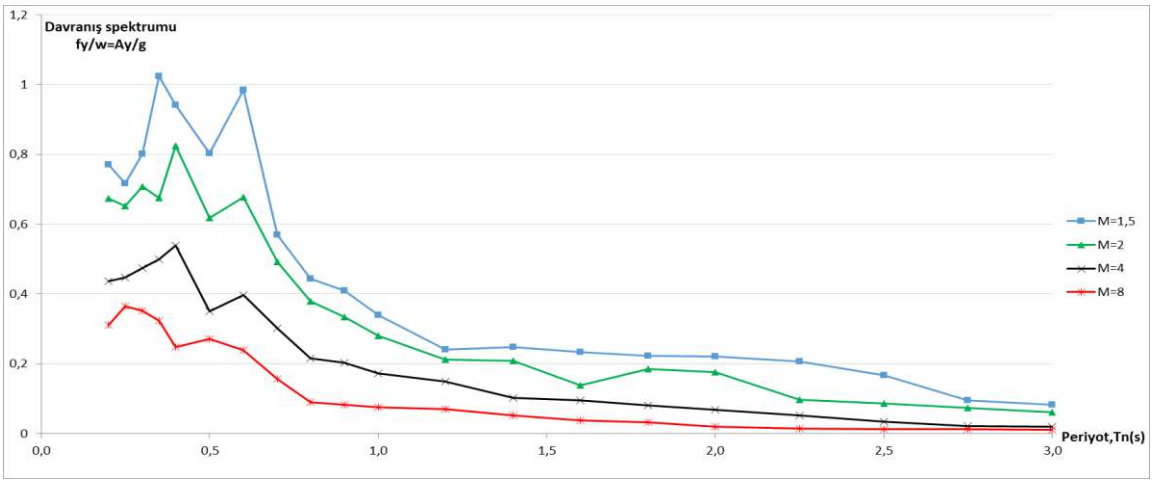


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

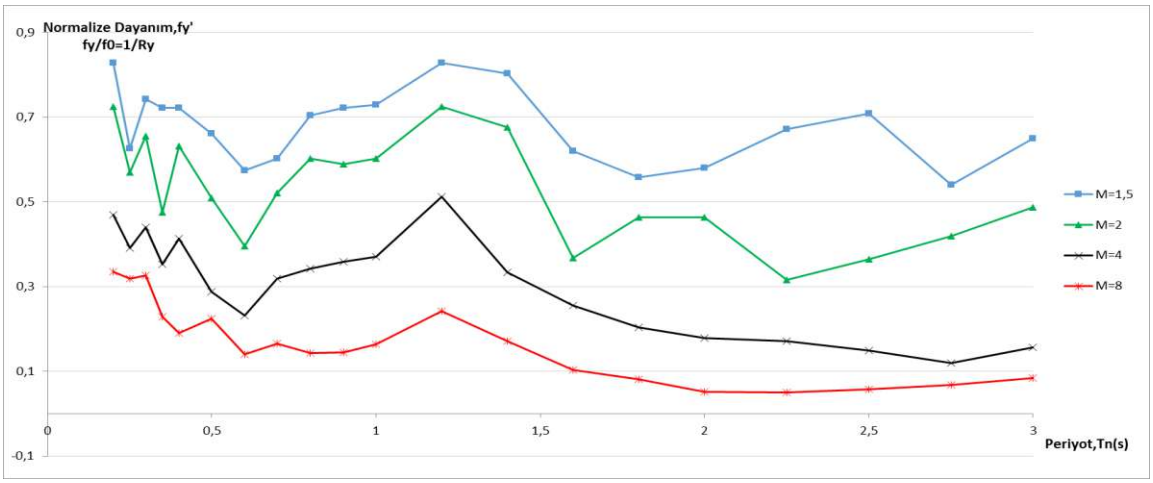
Şekil B.58: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

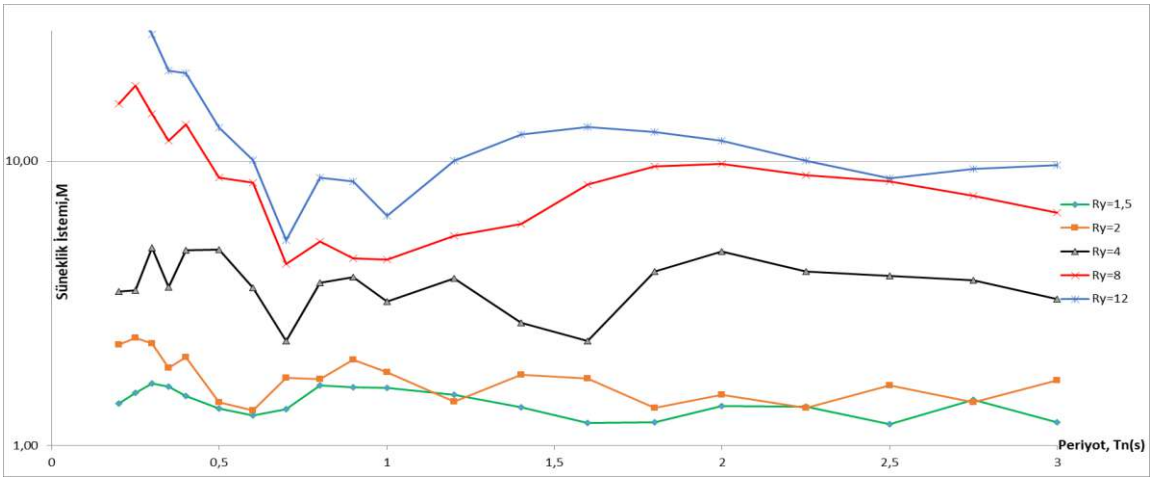


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

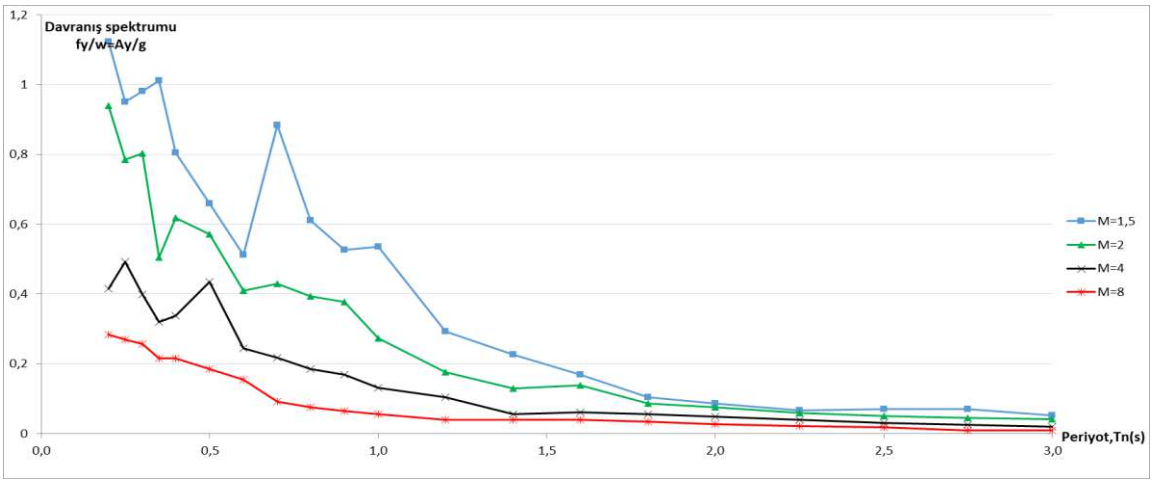


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

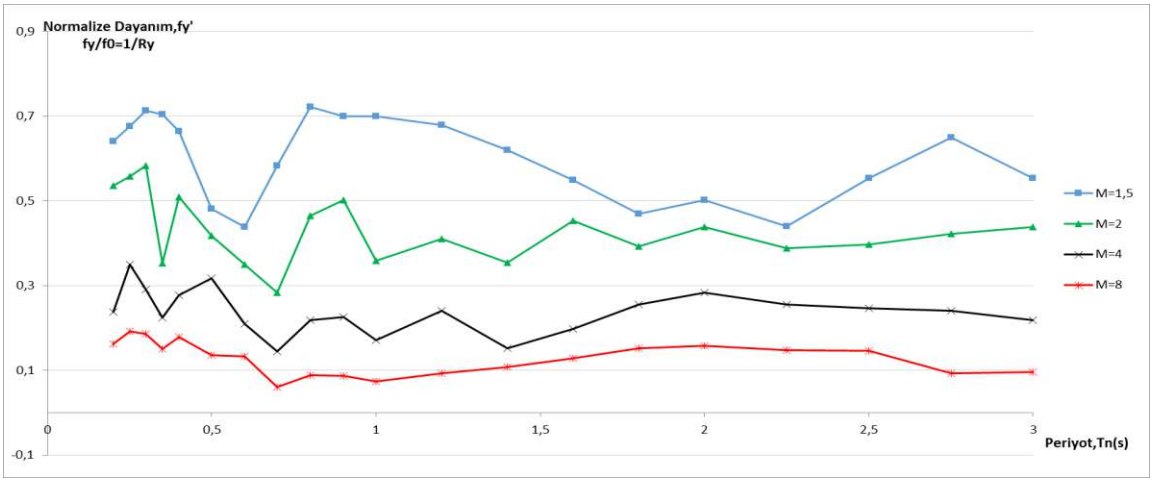
Şekil B.59: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

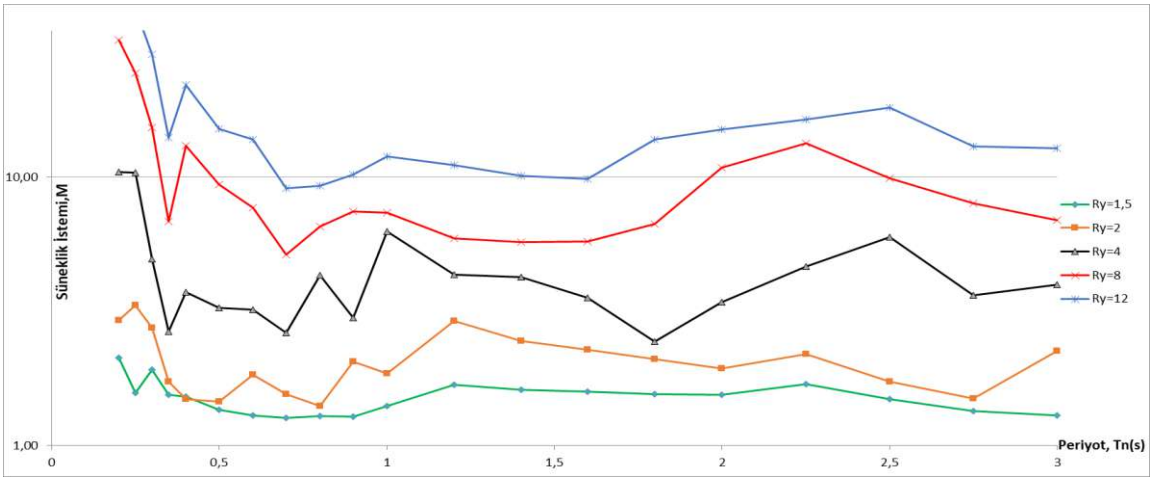


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

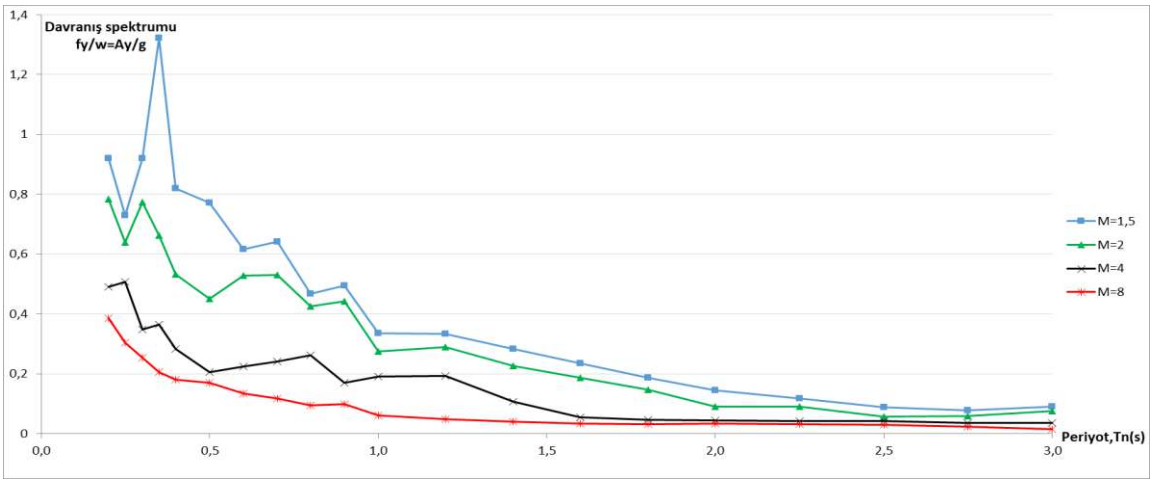


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

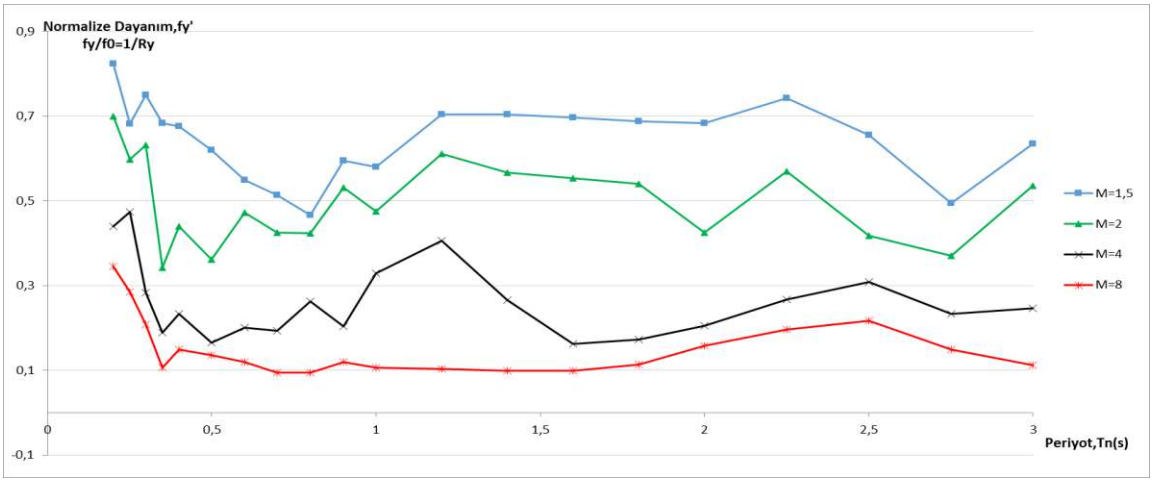
Şekil B.60: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

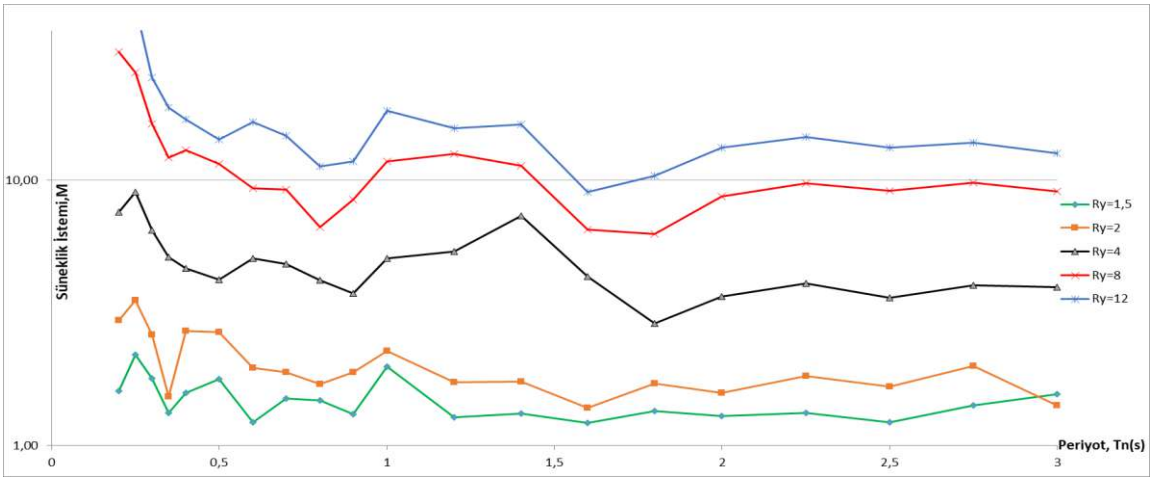


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

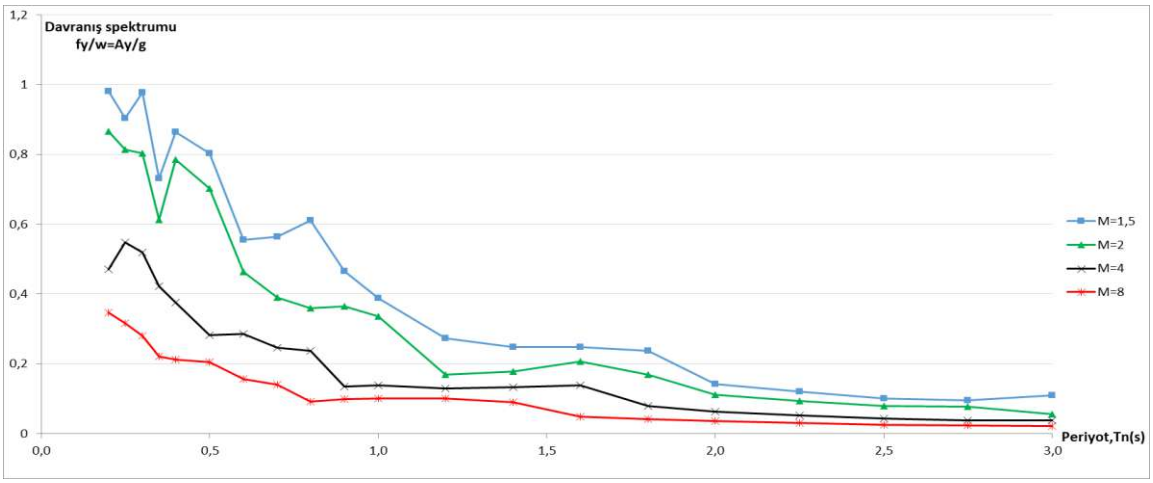


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

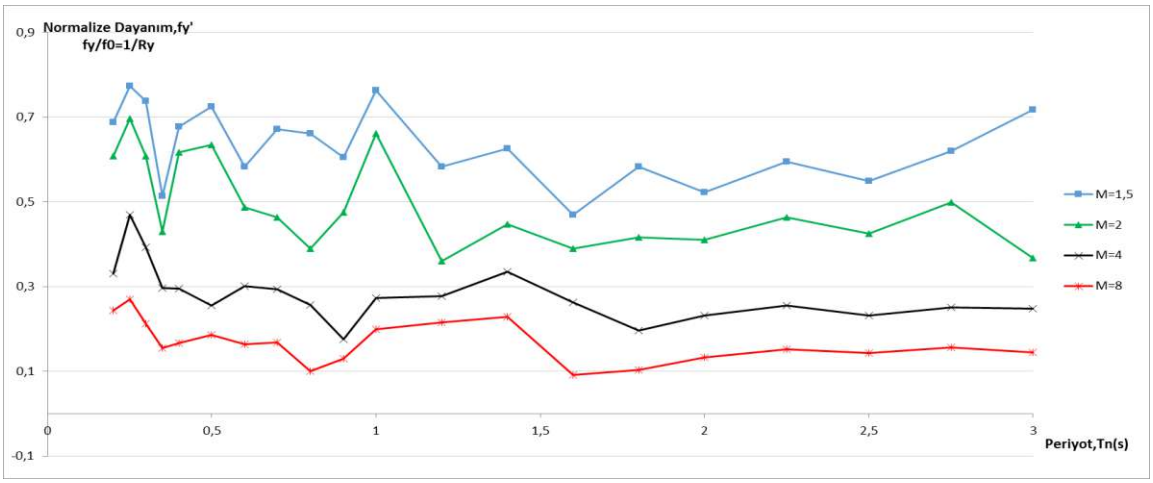
Şekil B.61: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-21 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

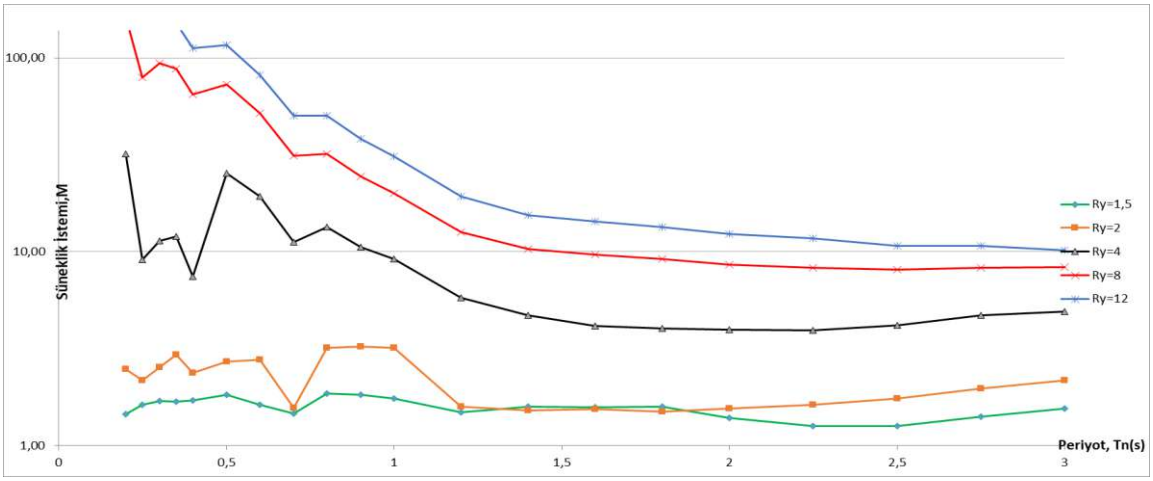


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

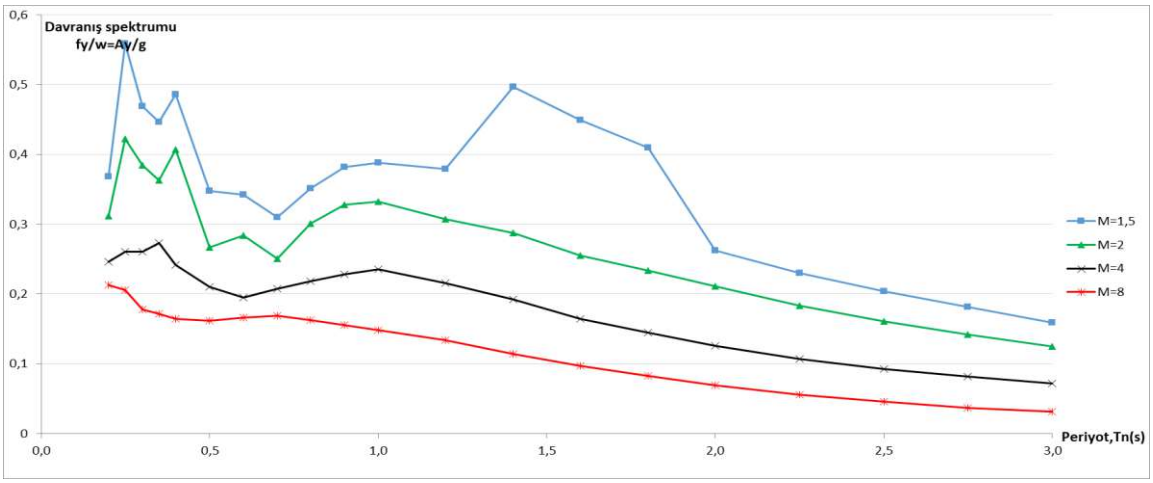


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

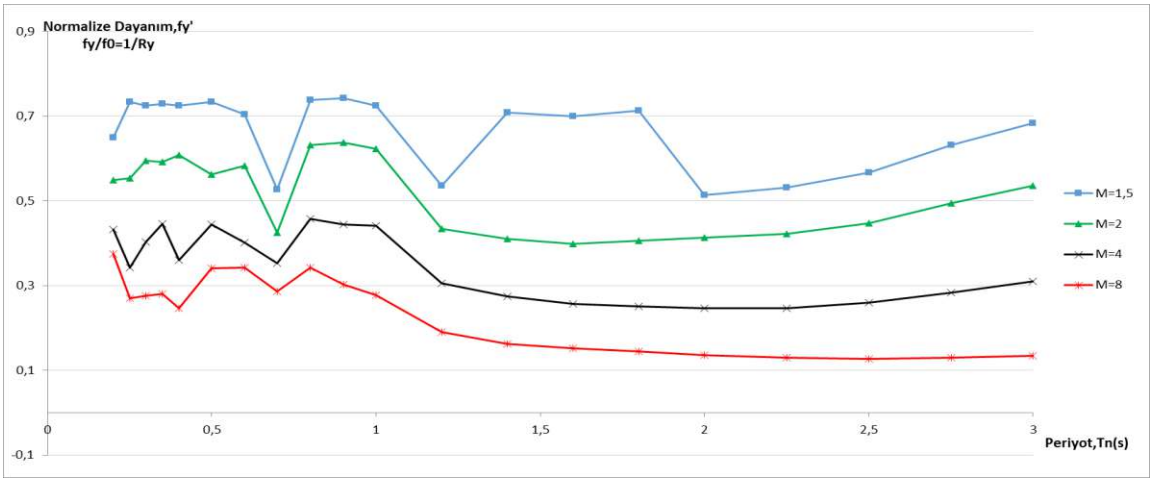
Şekil B.62: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-111 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

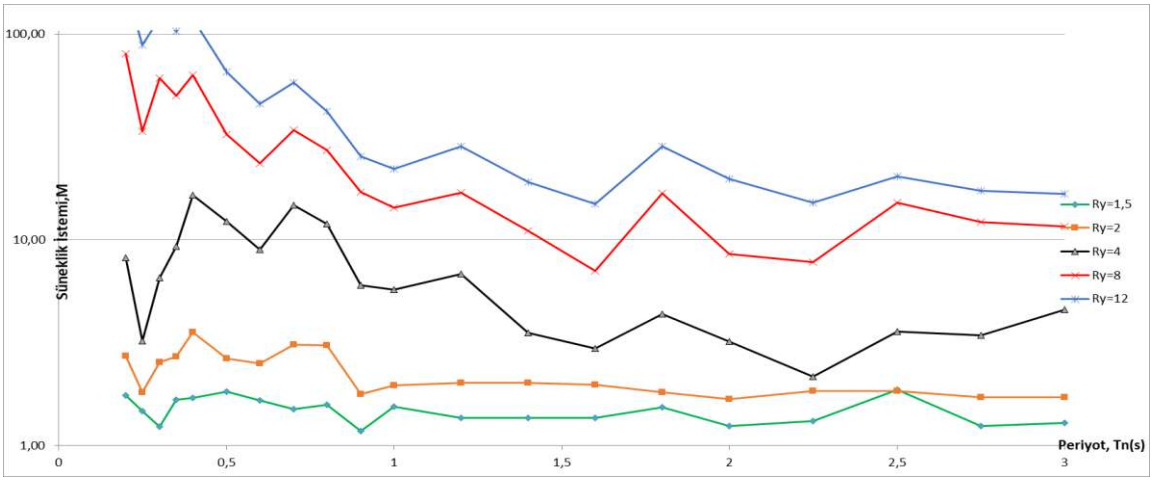


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

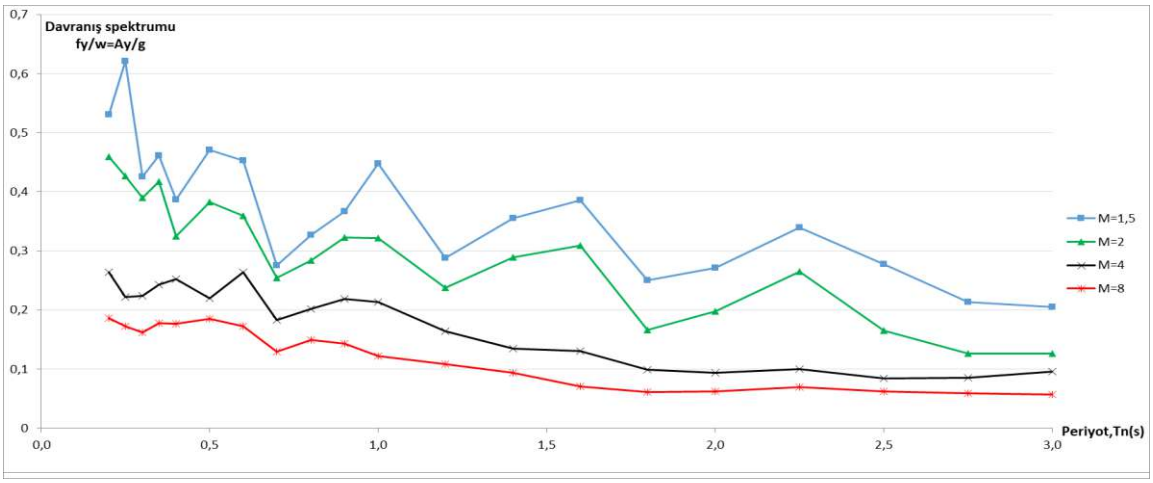


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

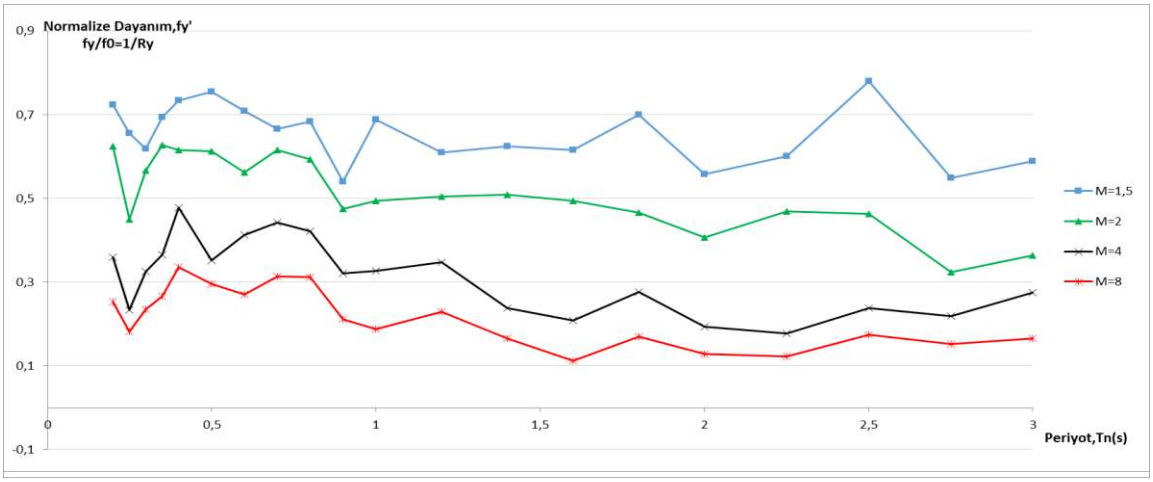
Şekil B.63: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

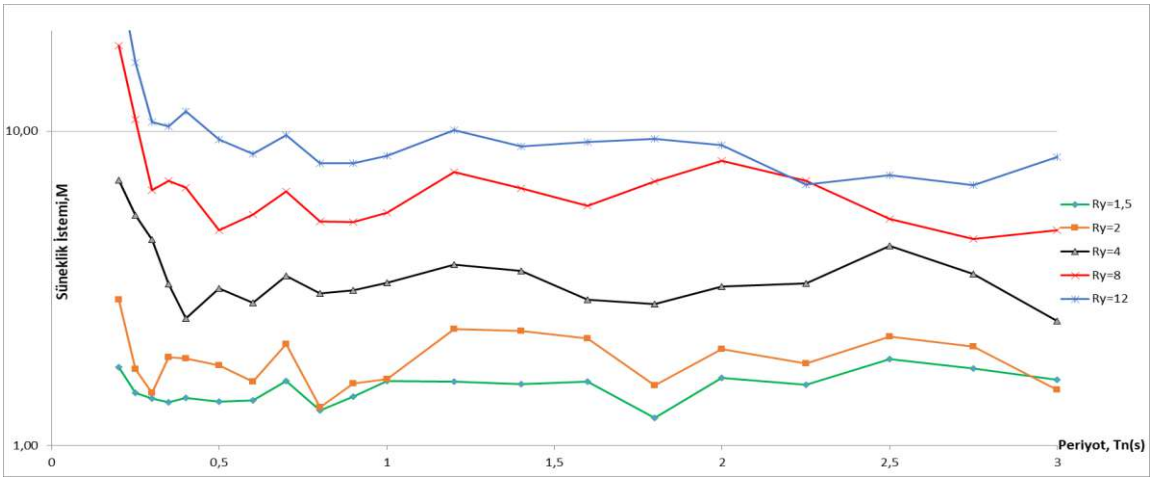


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

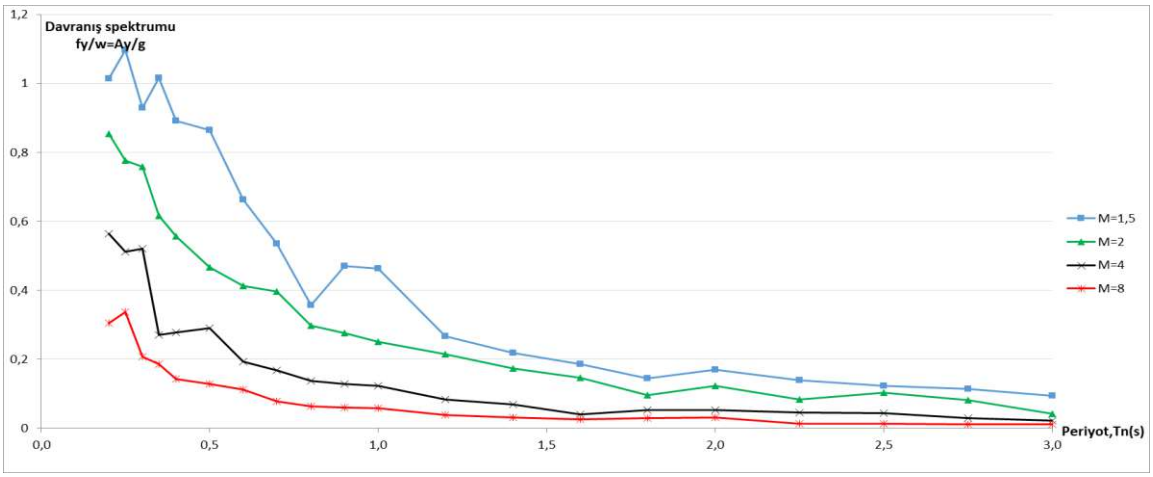


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

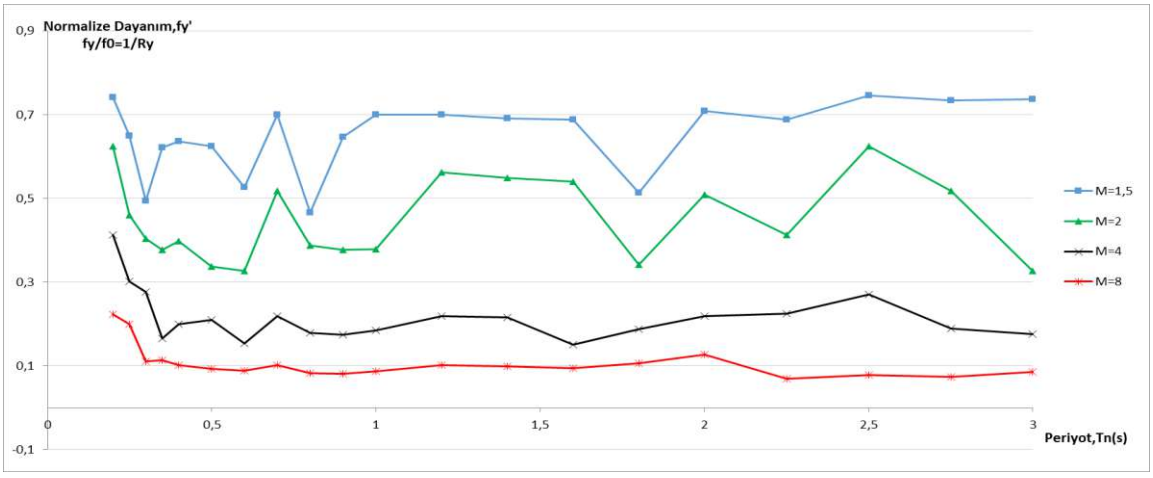
Şekil B.64: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

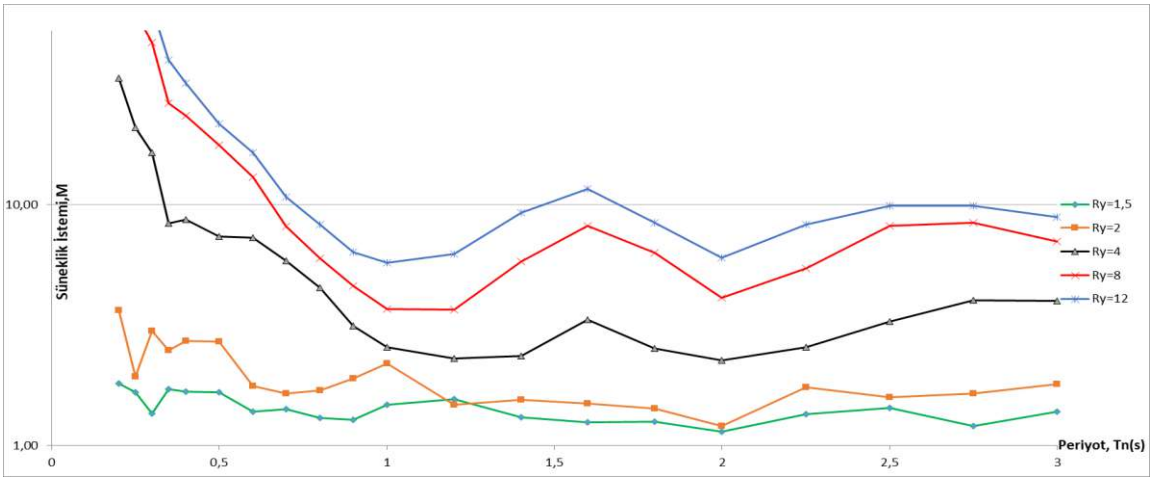


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

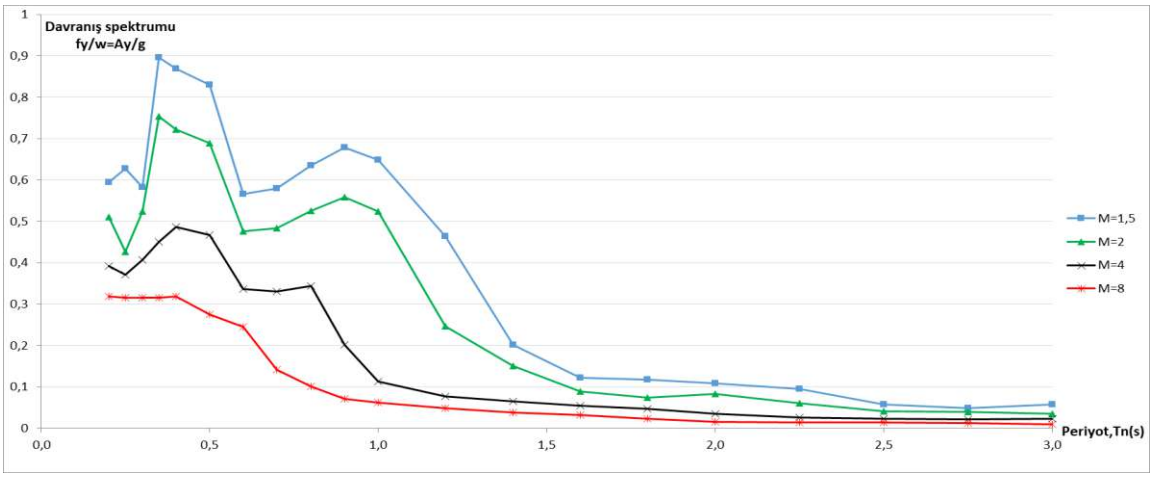


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

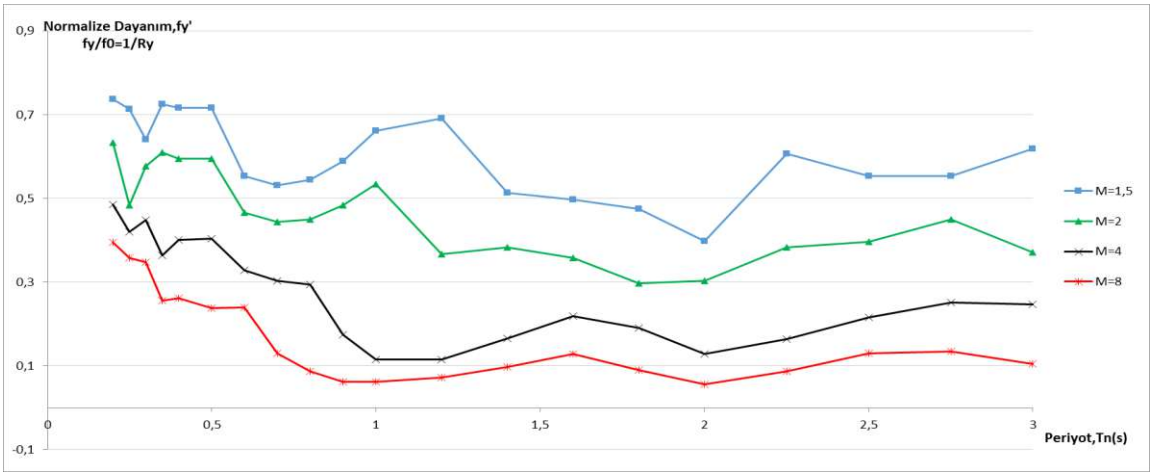
Şekil B.65: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

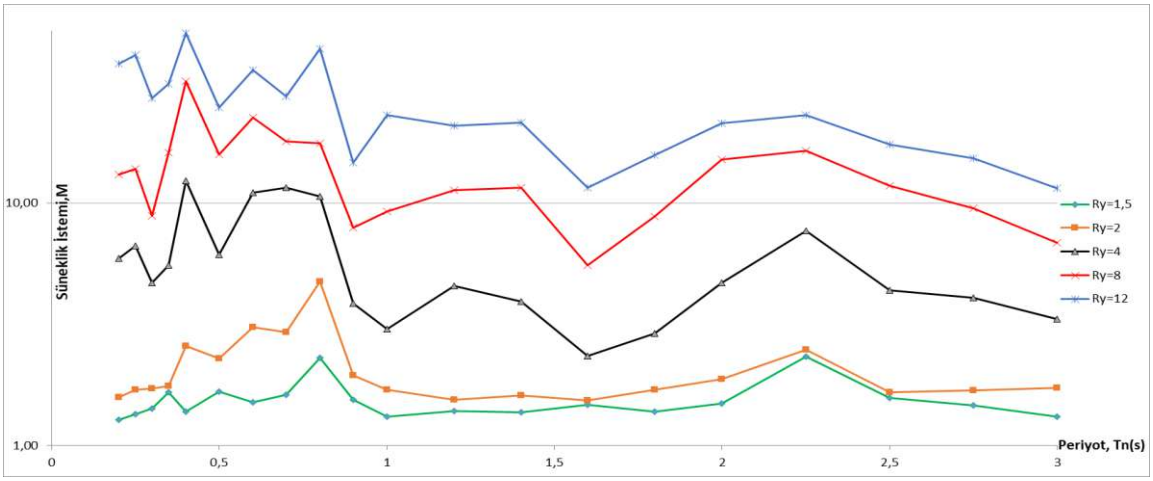


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

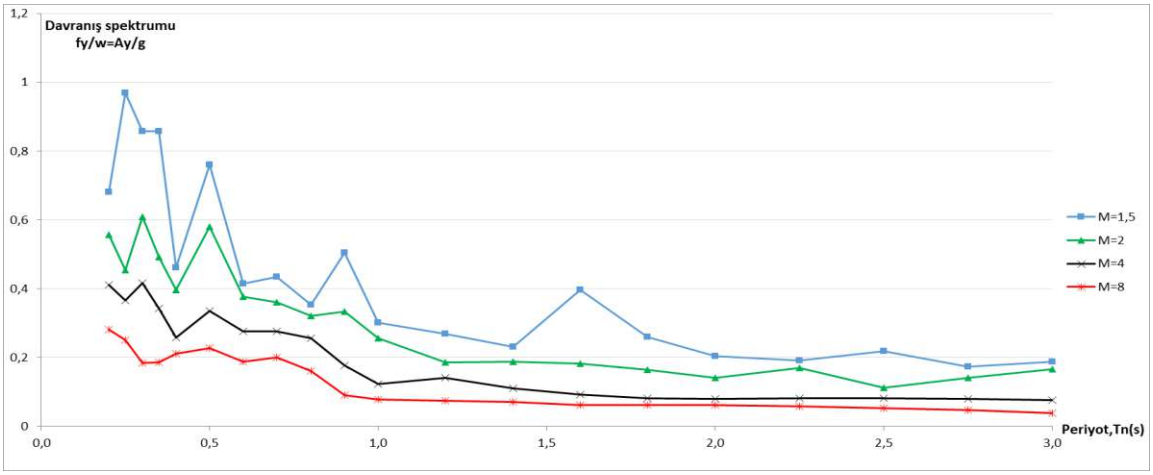


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

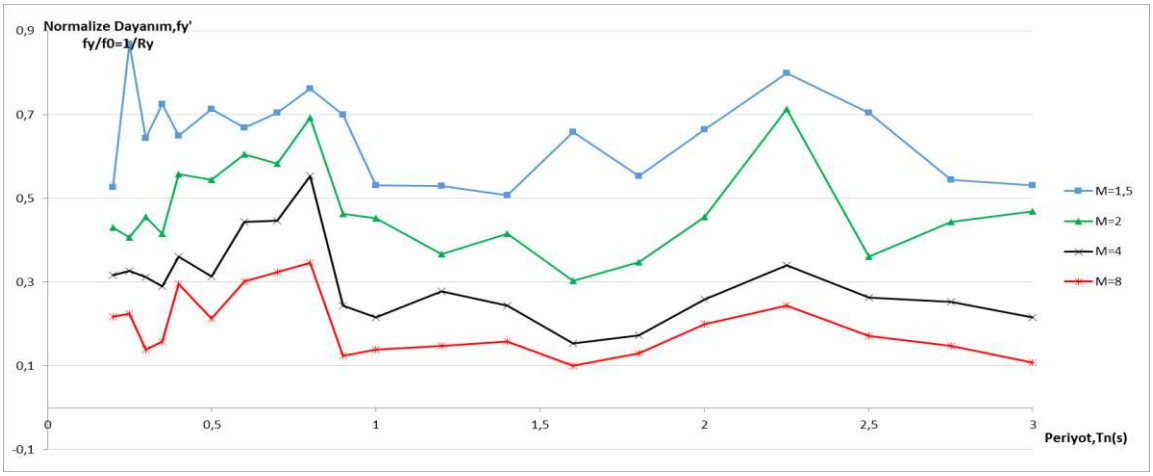
Şekil B.66: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

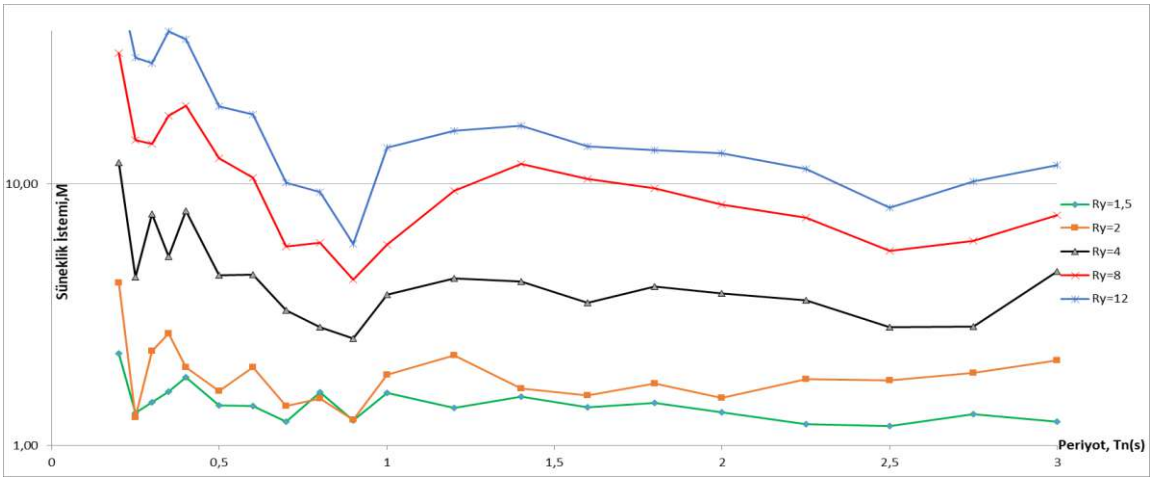


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

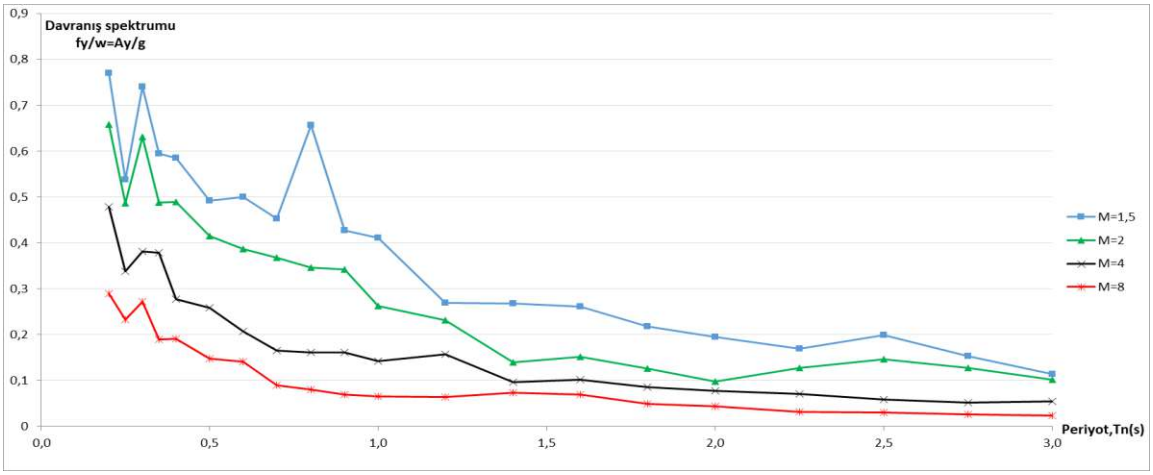


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

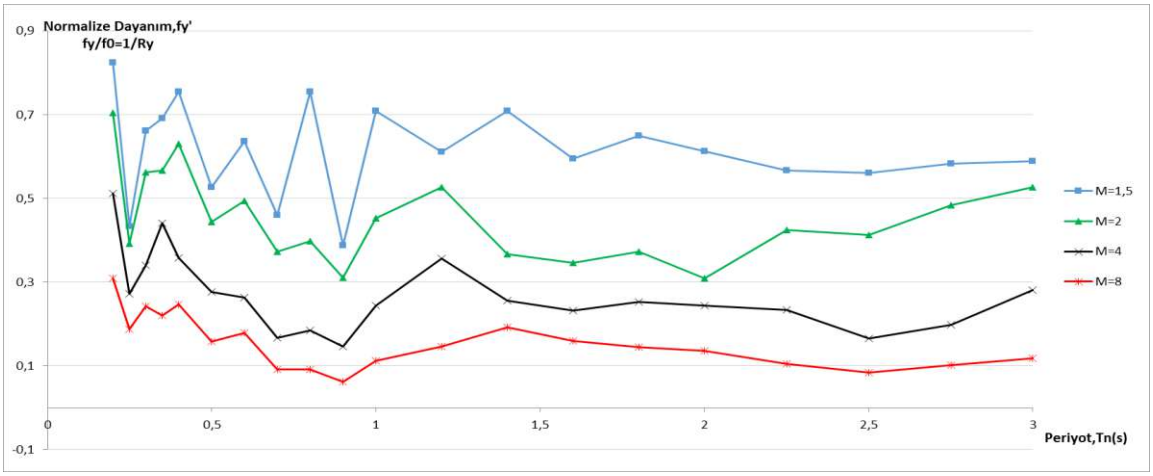
Şekil B.67: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

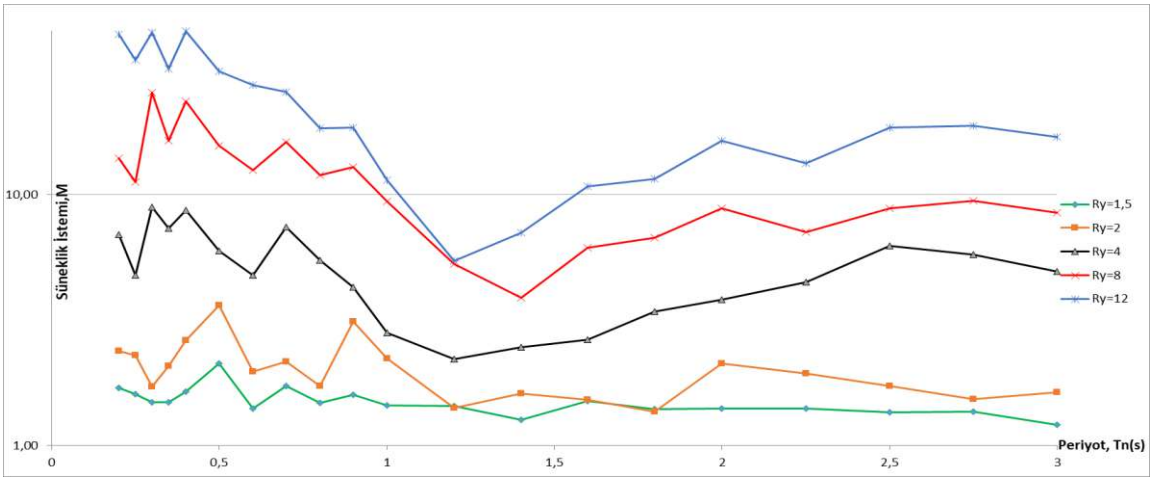


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

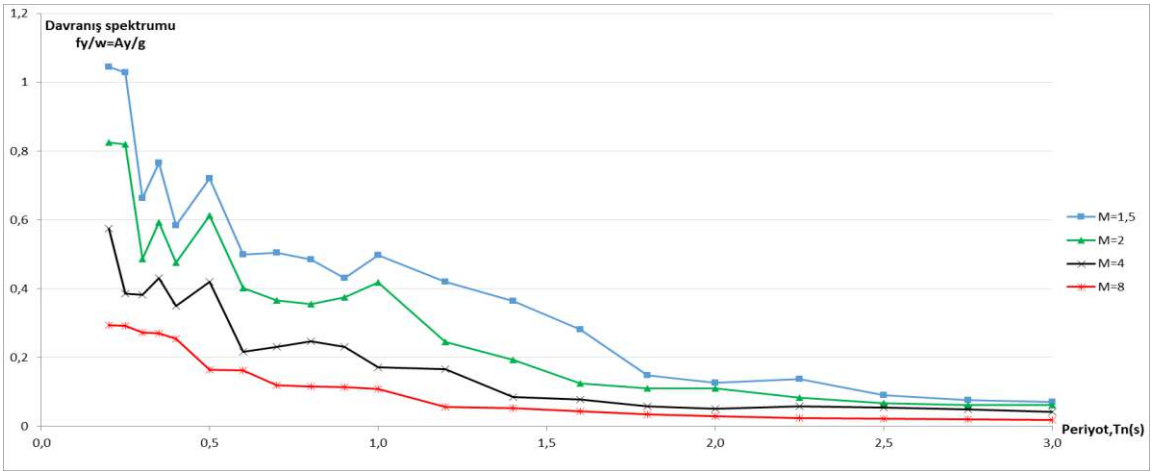


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

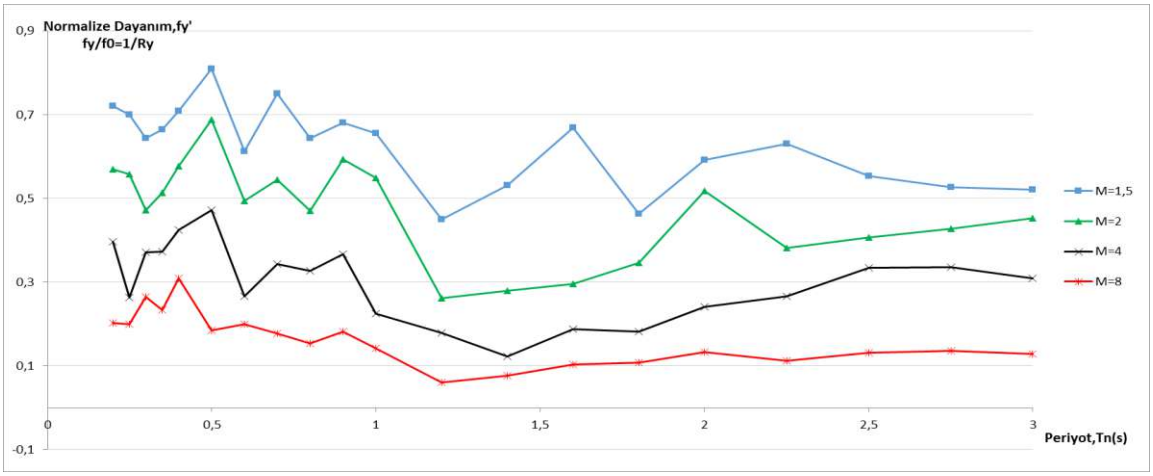
Şekil B.68: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

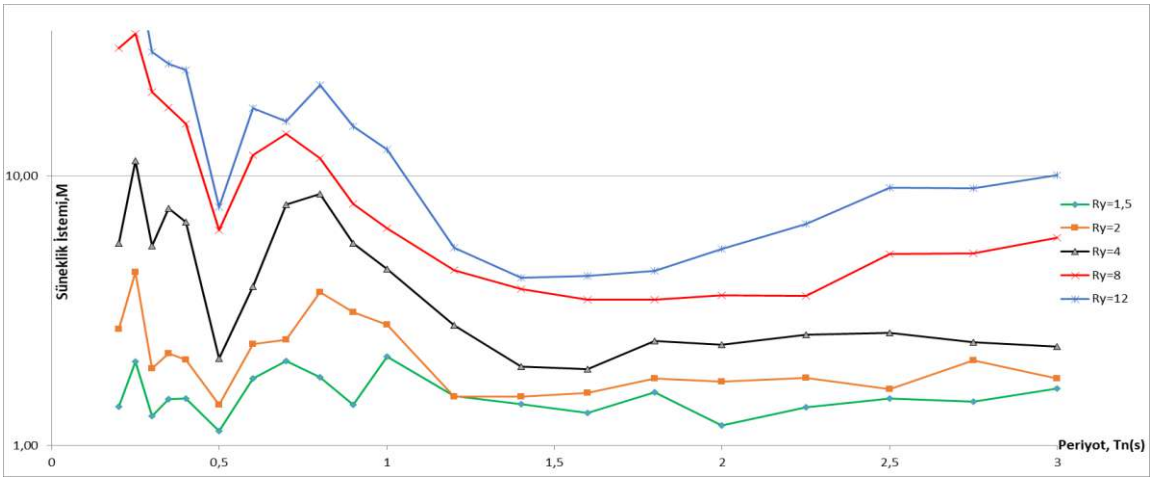


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

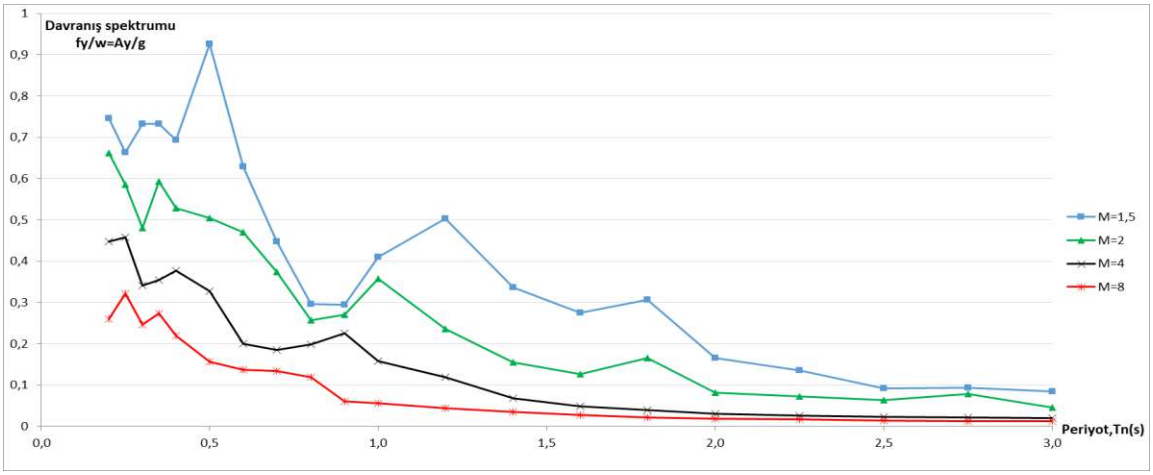


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

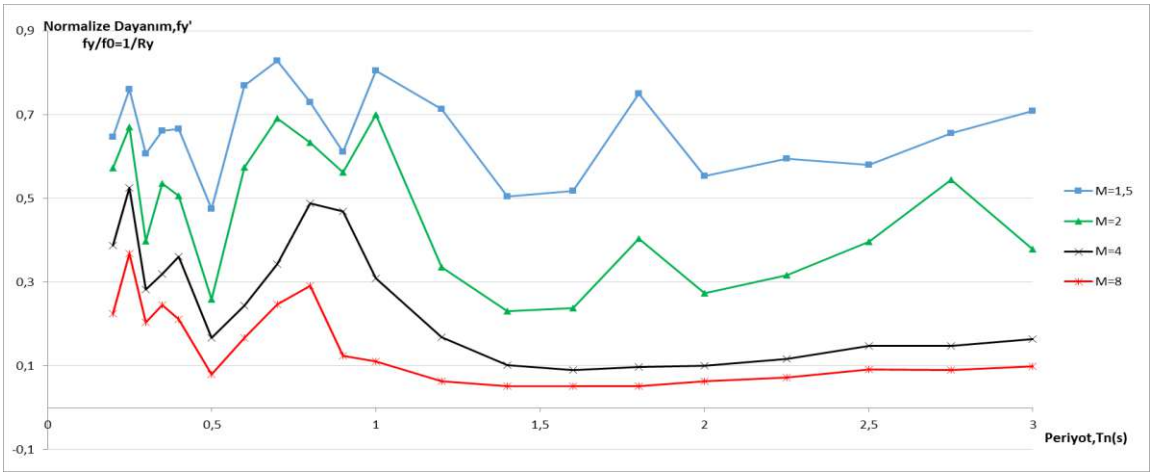
Şekil B.69: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

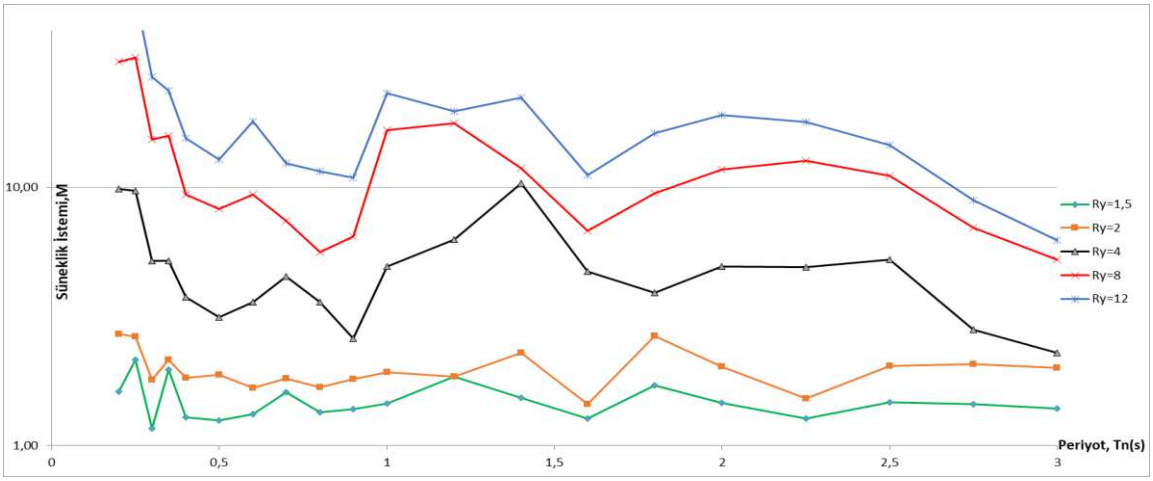


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

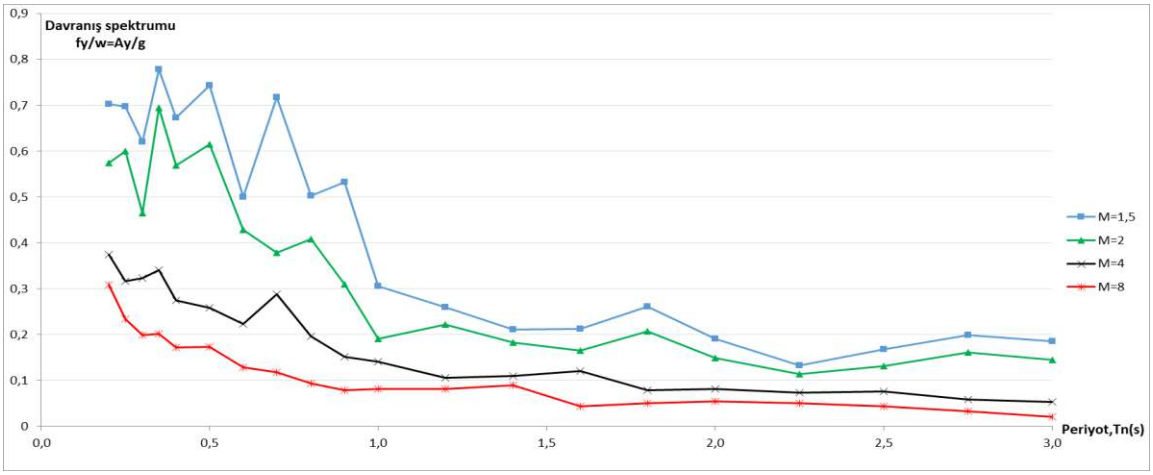


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

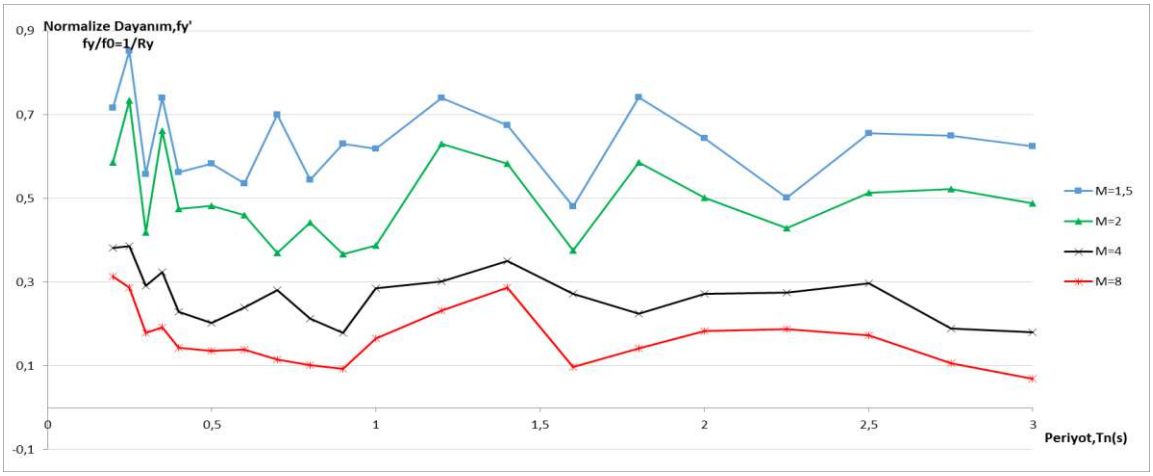
Şekil B.70: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

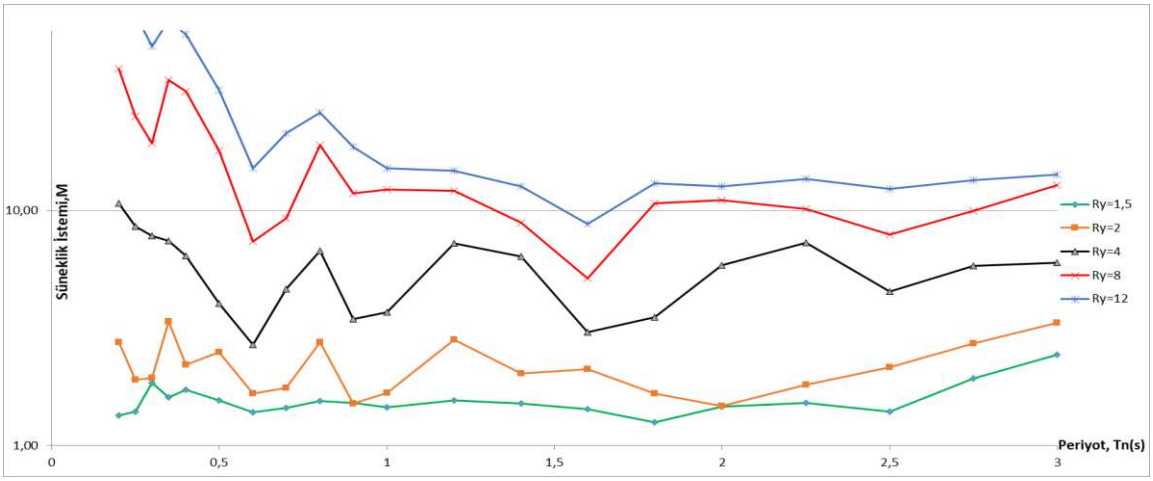


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

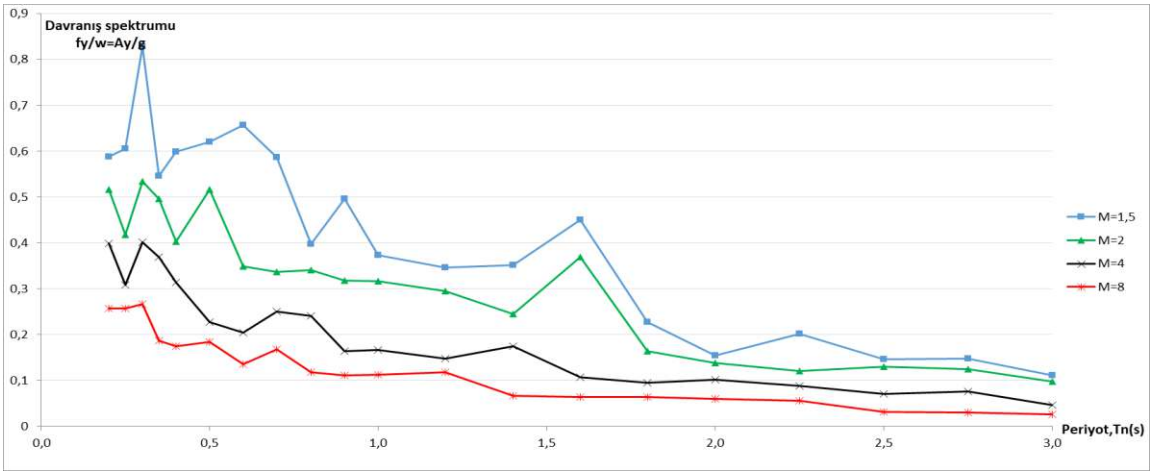


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

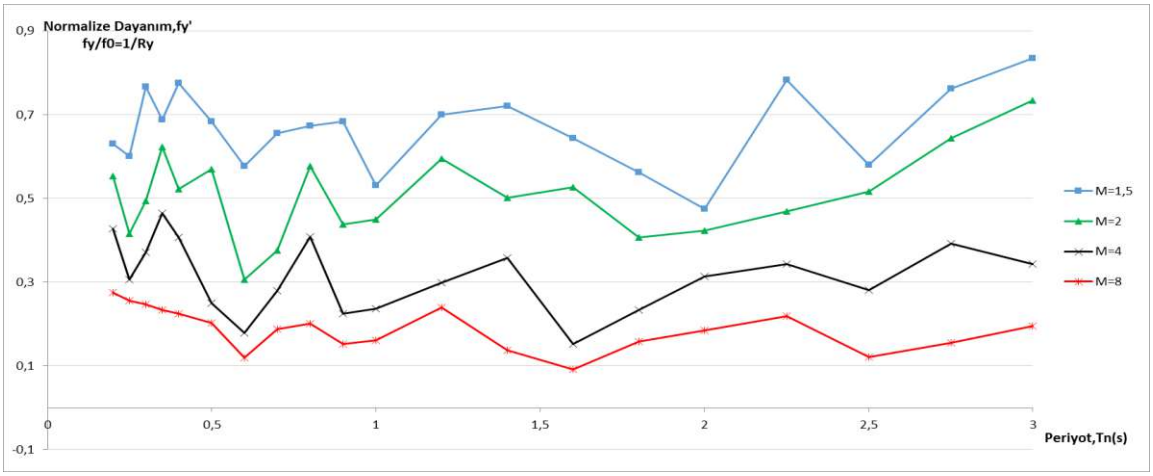
Şekil B.71: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-262 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

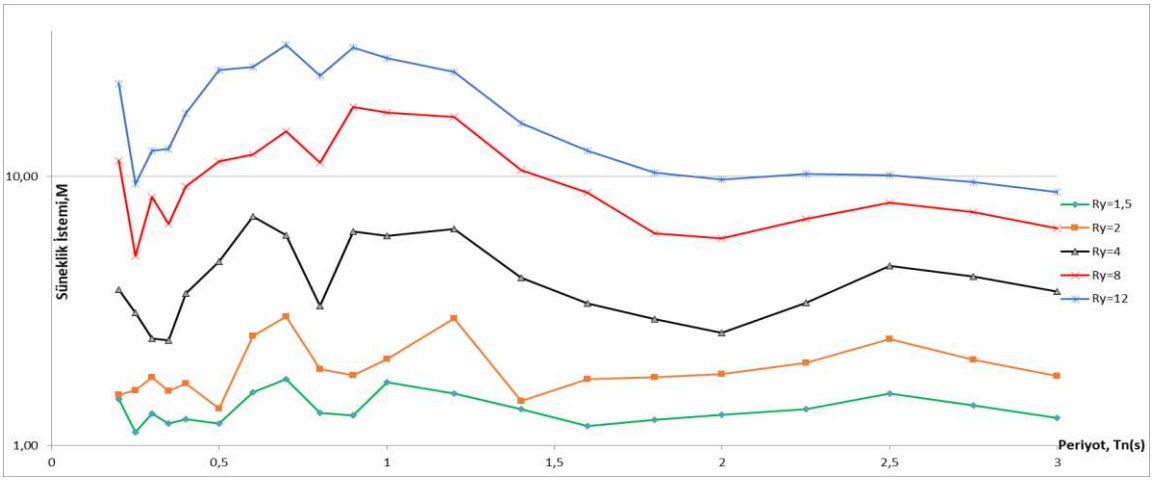


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

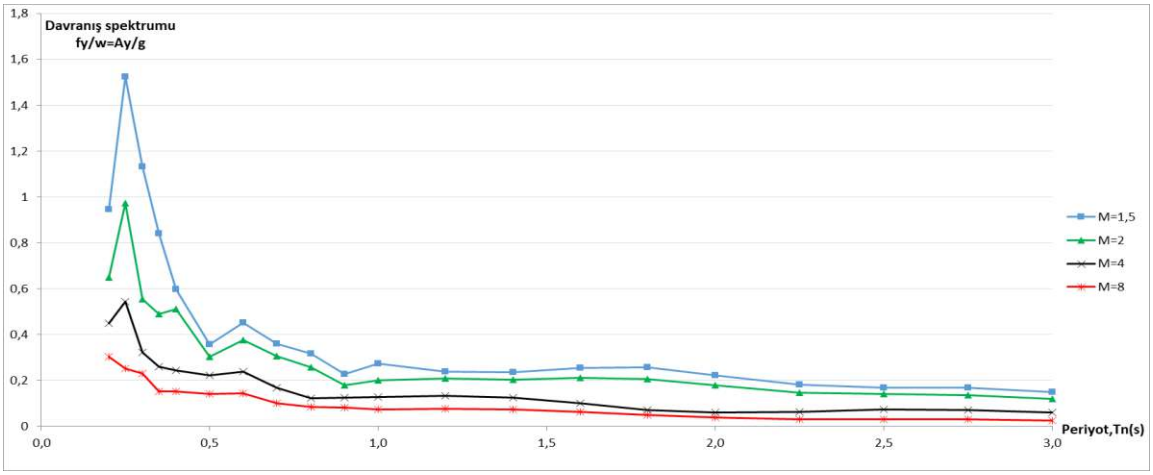


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

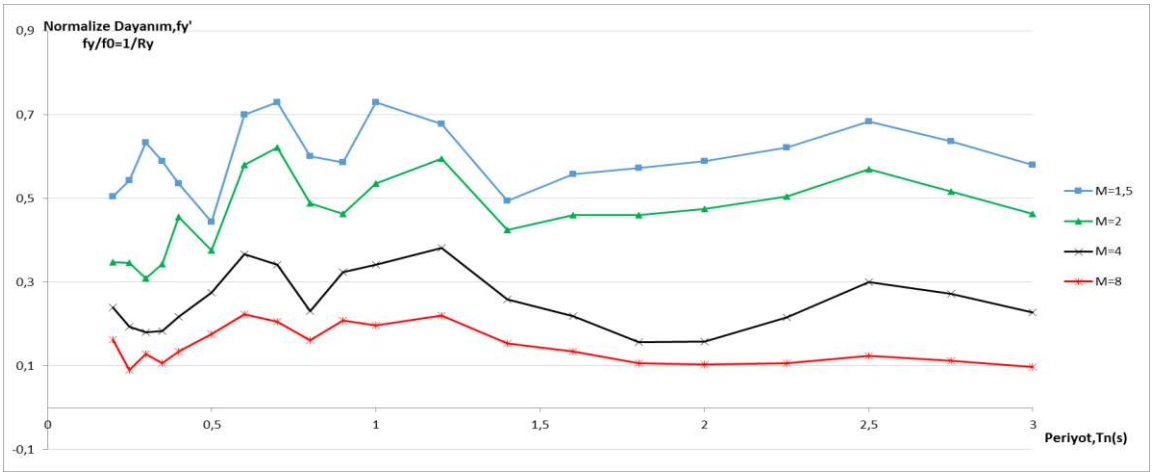
Şekil B.72: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-352 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

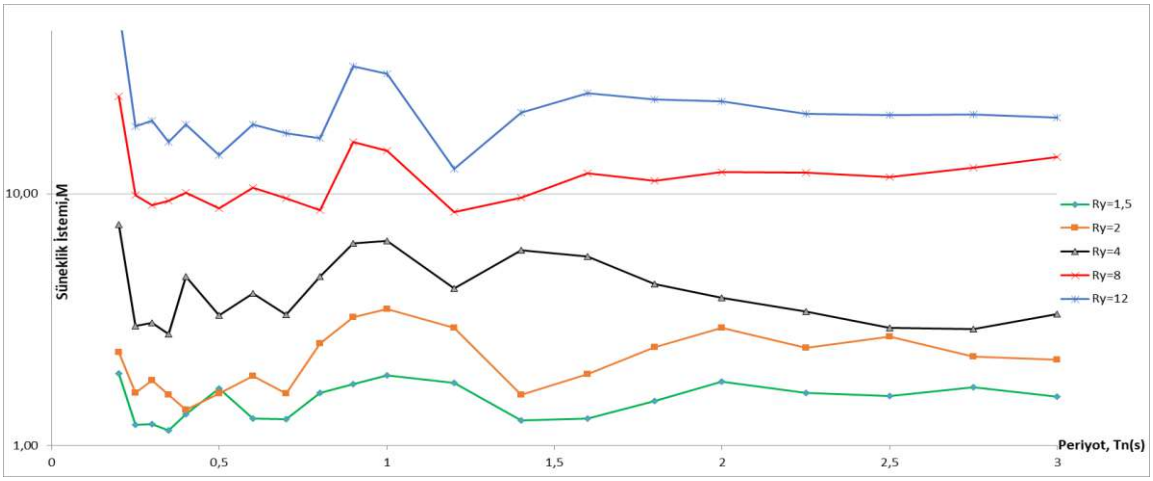


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

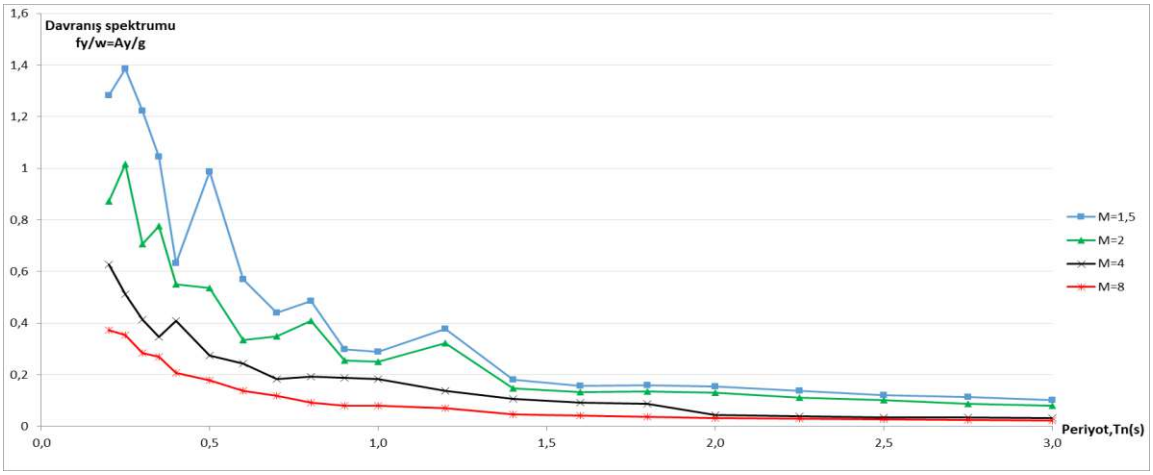


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

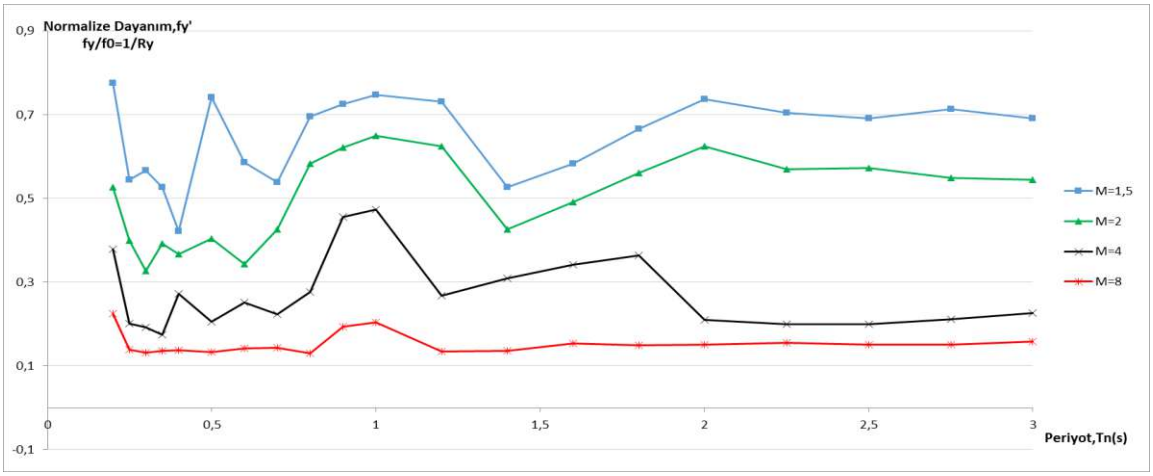
Şekil B.73: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-140 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

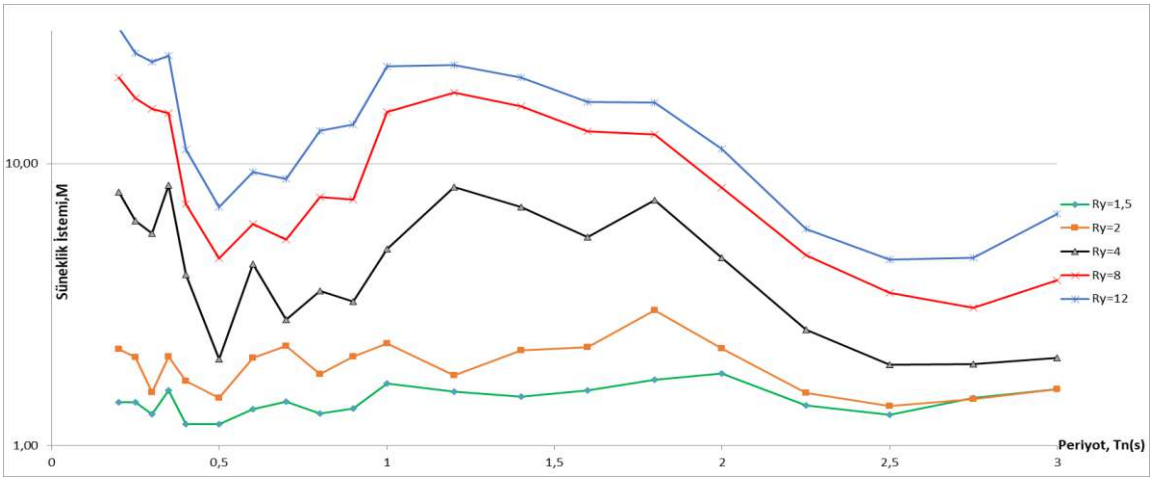


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

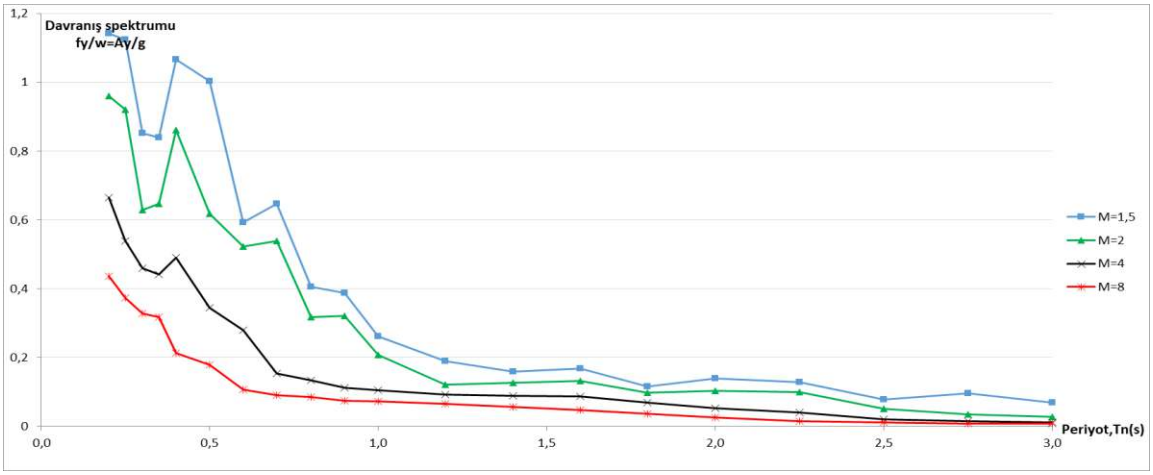


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

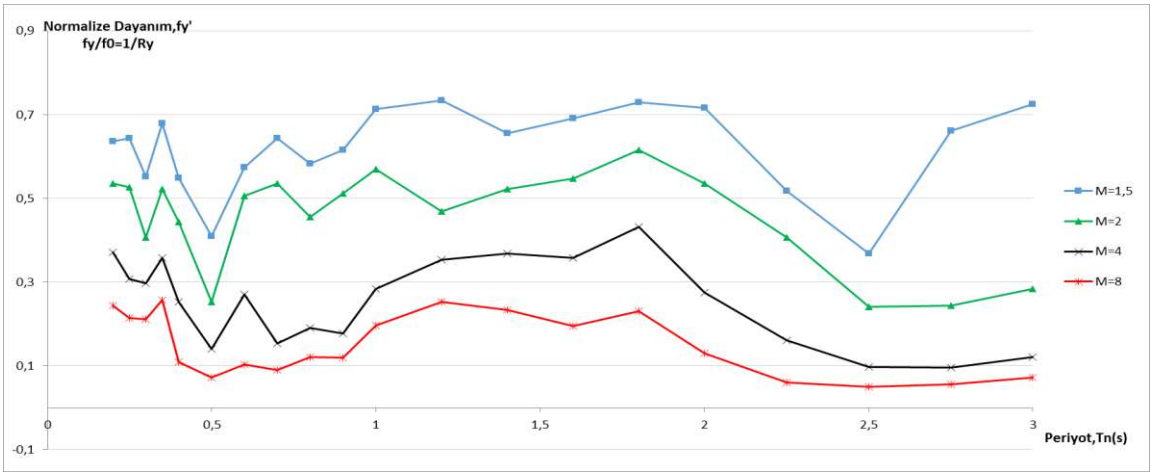
Şekil B.74: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-230 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

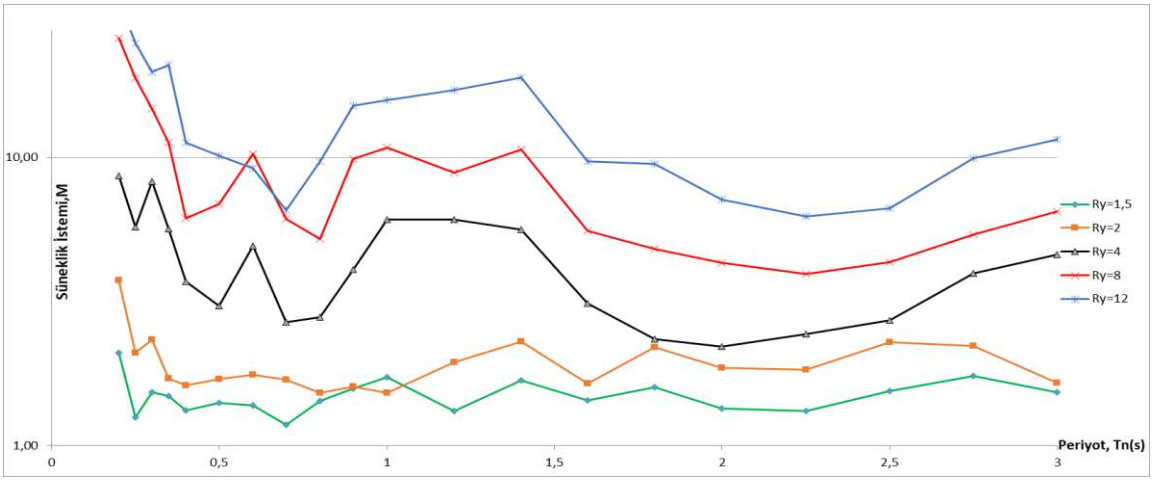


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

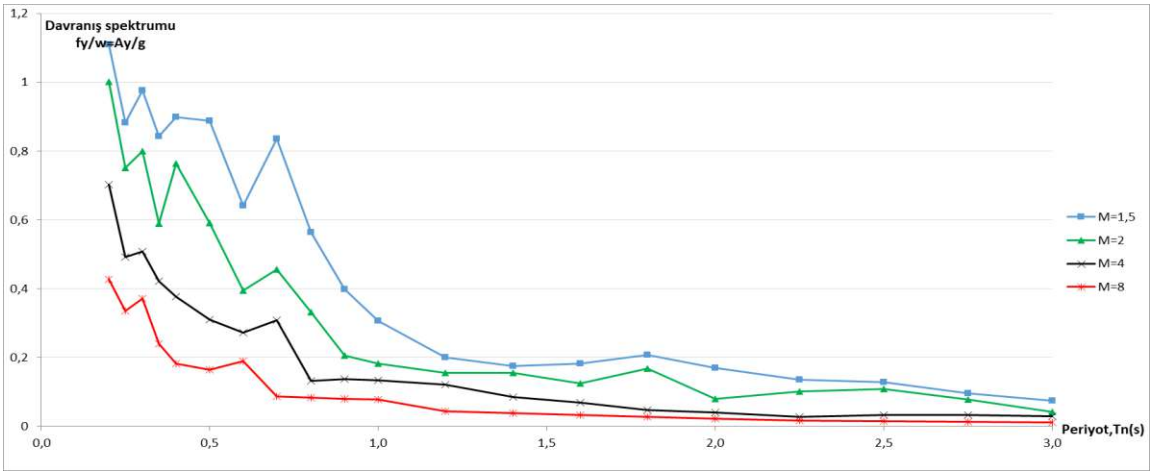


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

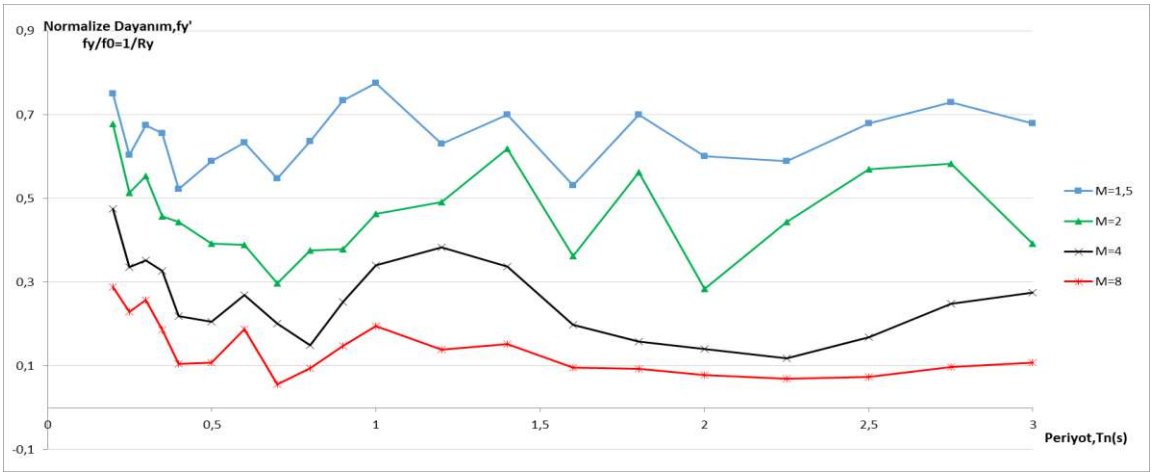
Şekil B.75: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

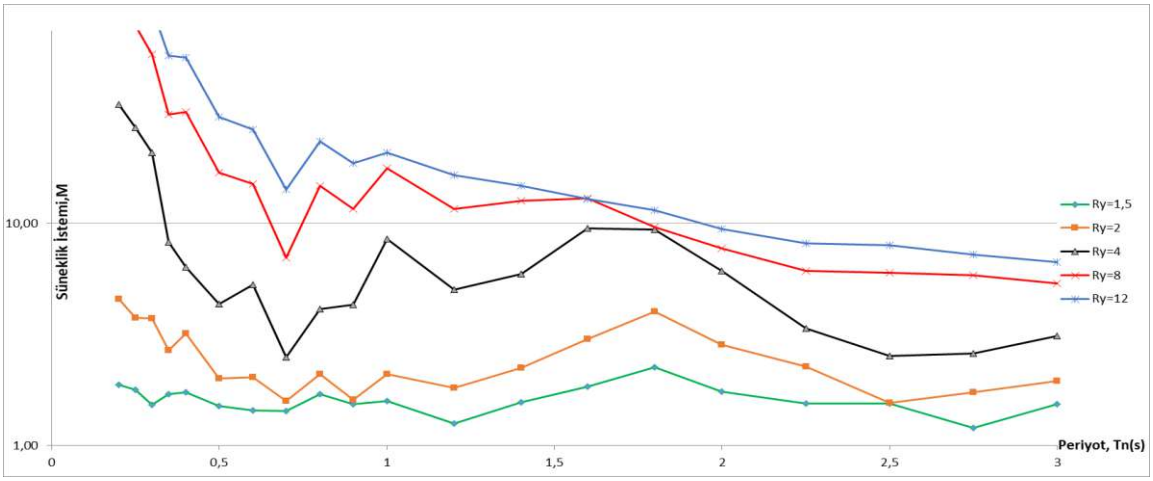


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

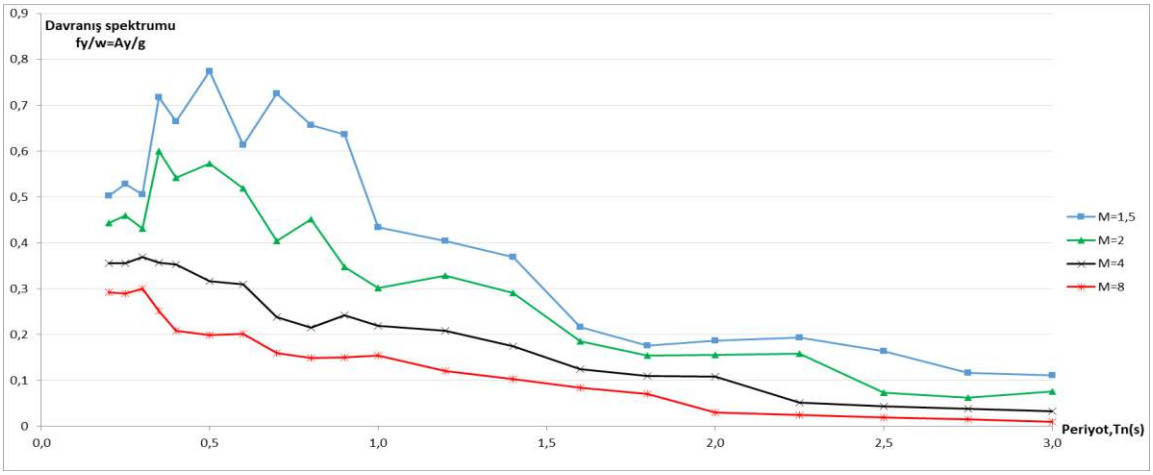


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

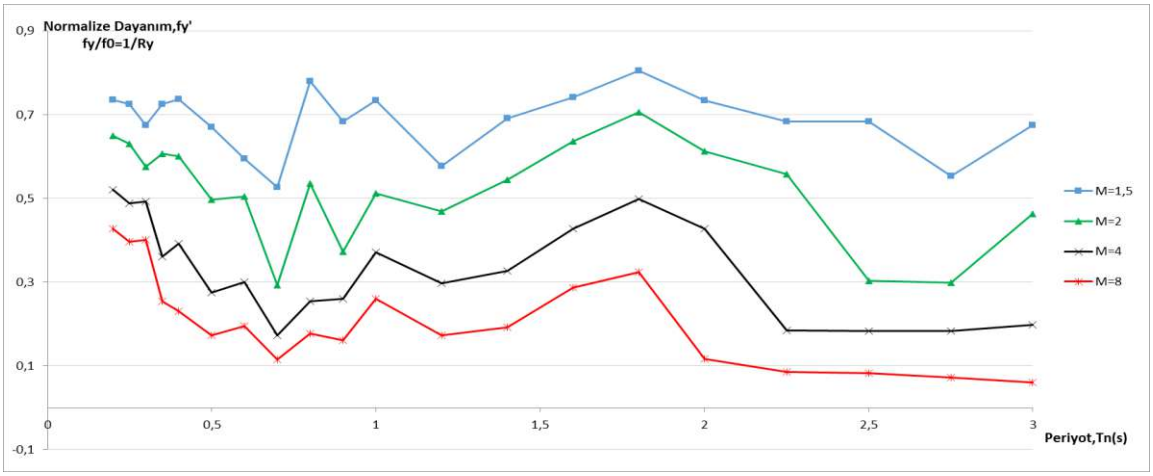
Şekil B.76: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

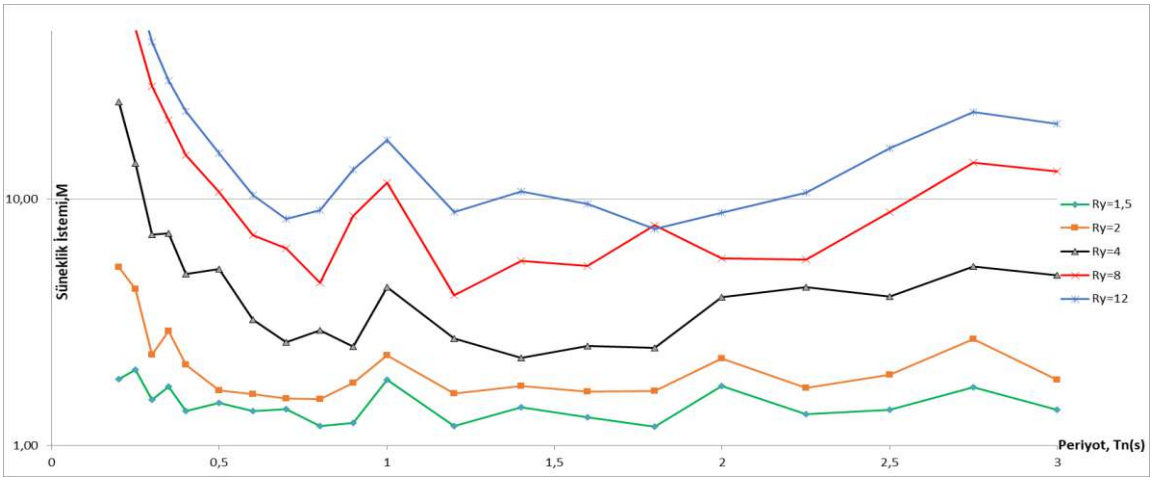


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

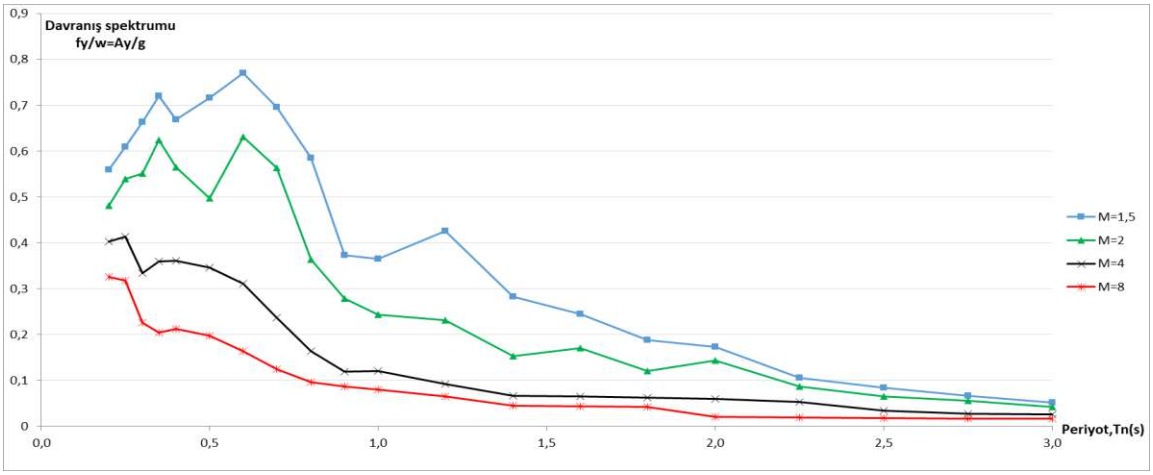


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

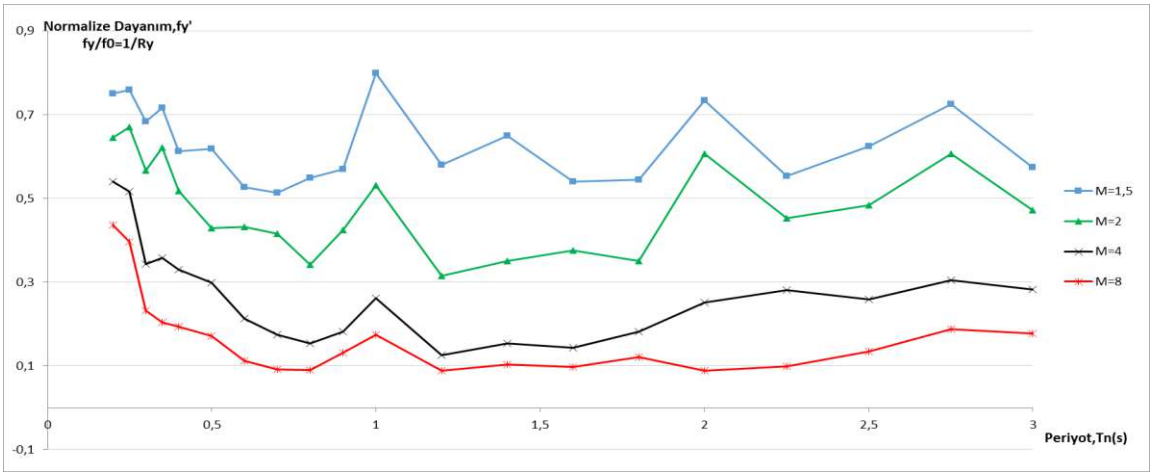
Şekil B.77: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

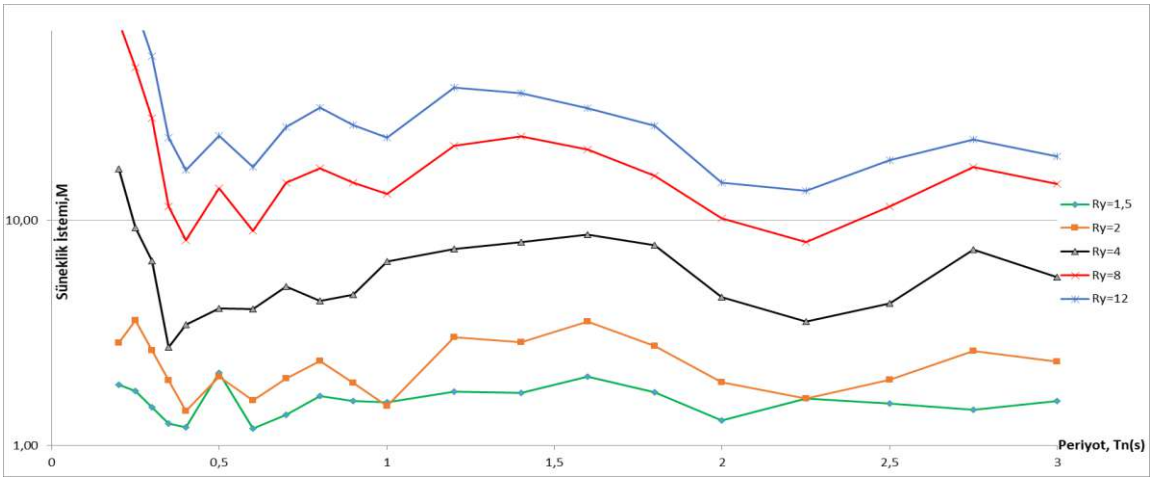


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

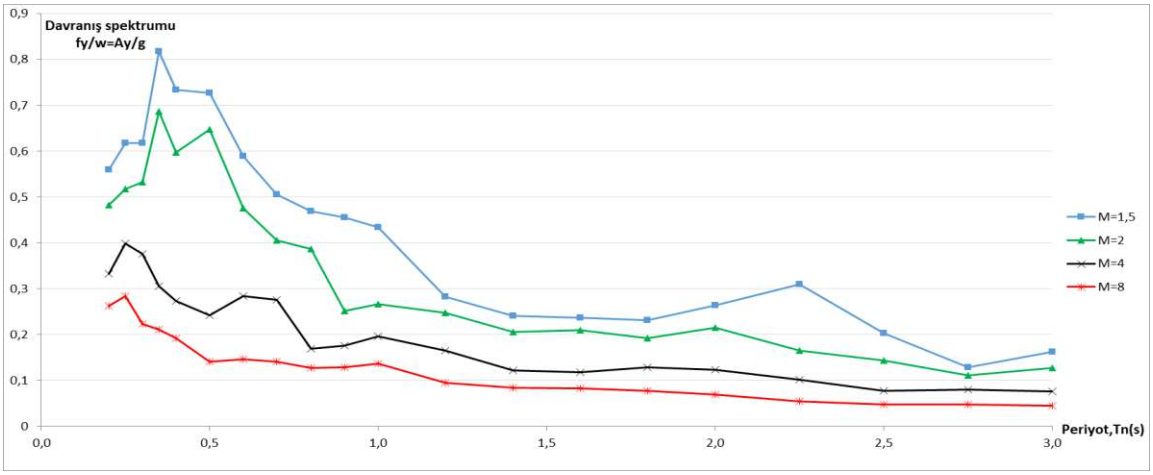


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

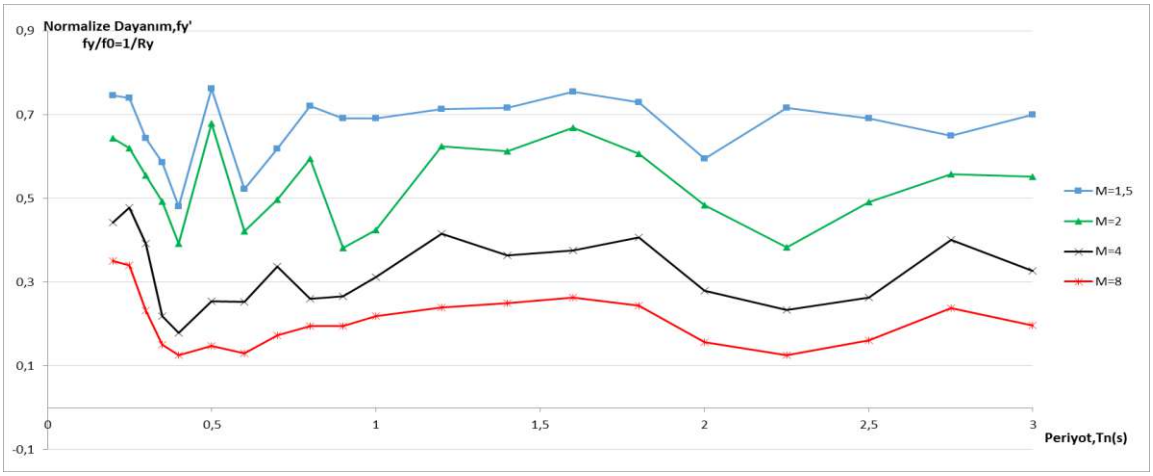
Şekil B.78: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

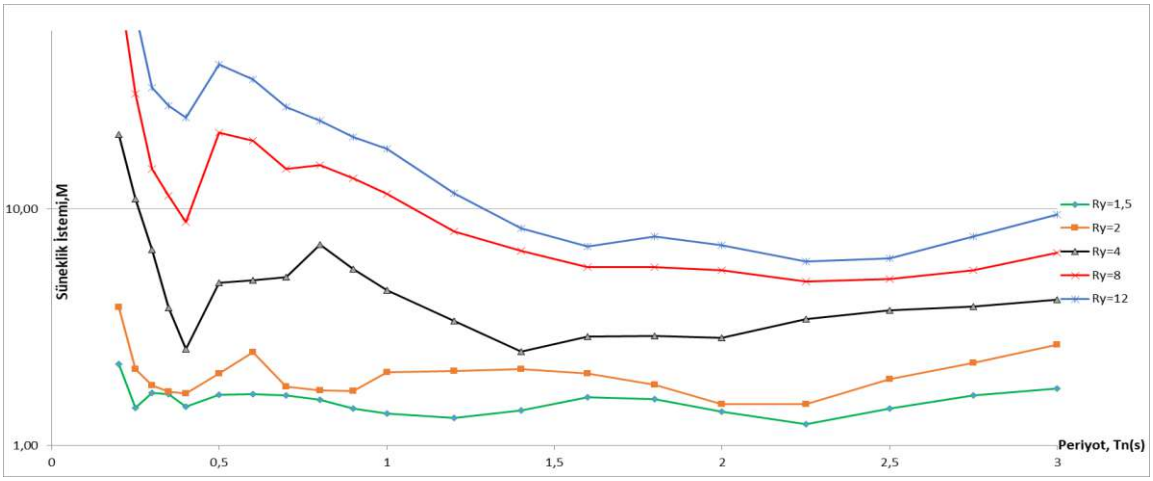


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

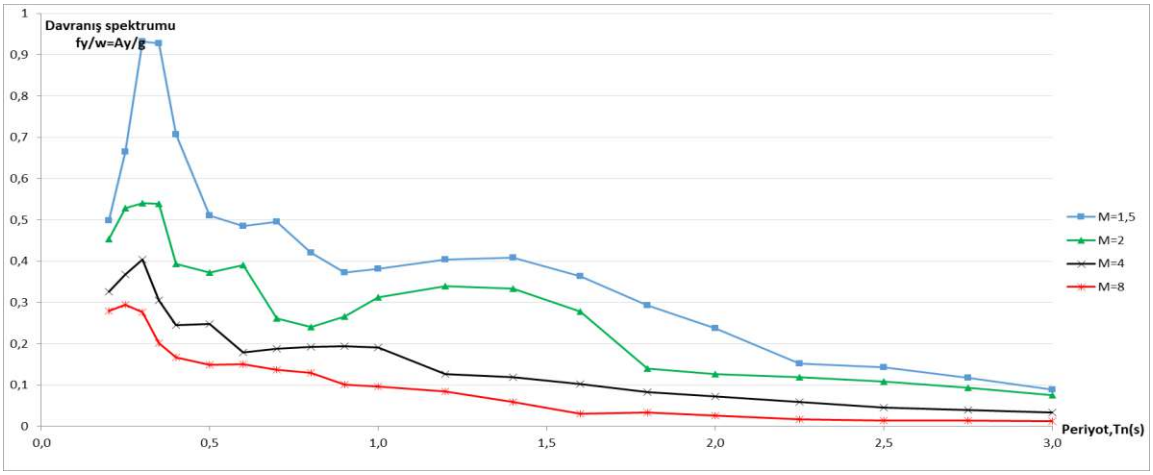


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

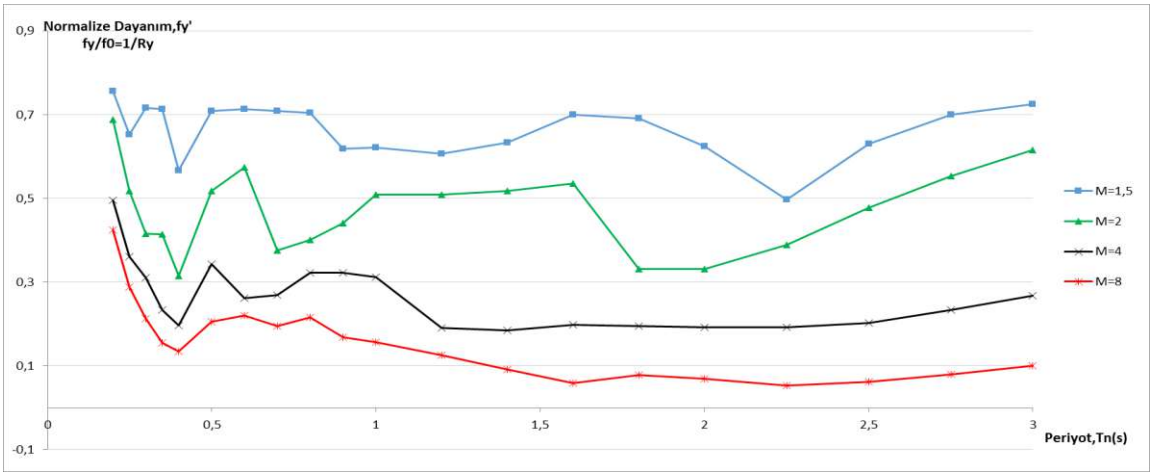
Şekil B.79: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

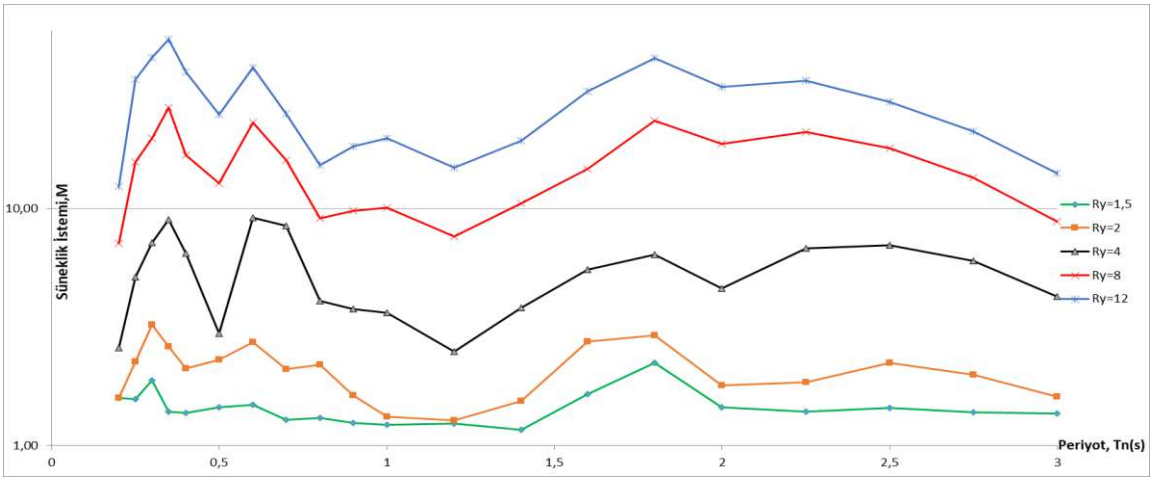


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

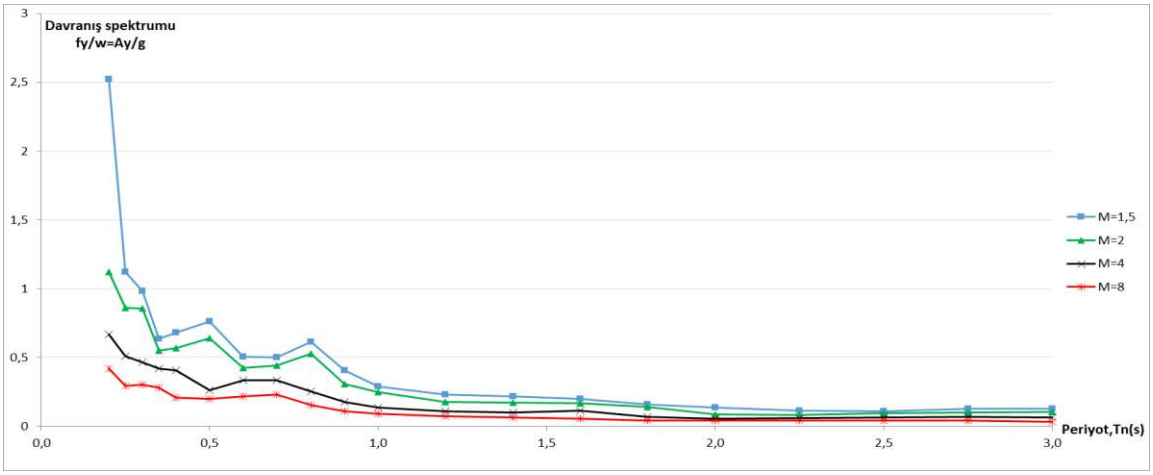


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

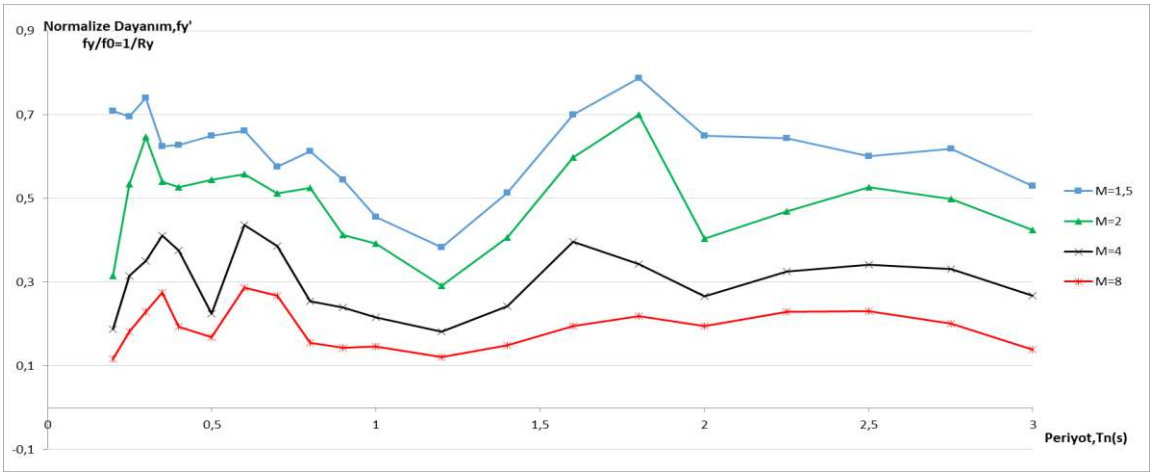
Şekil B.80: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

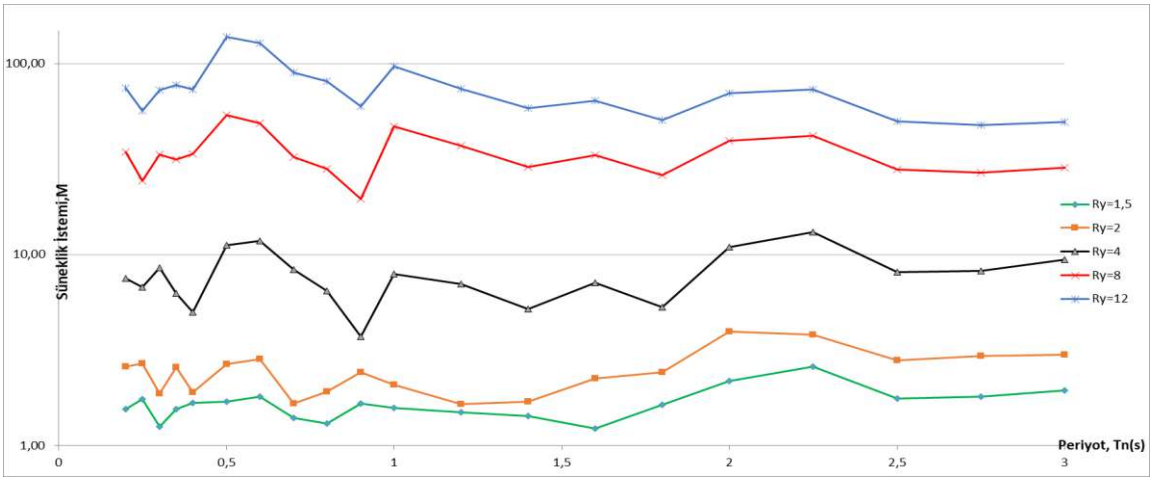


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

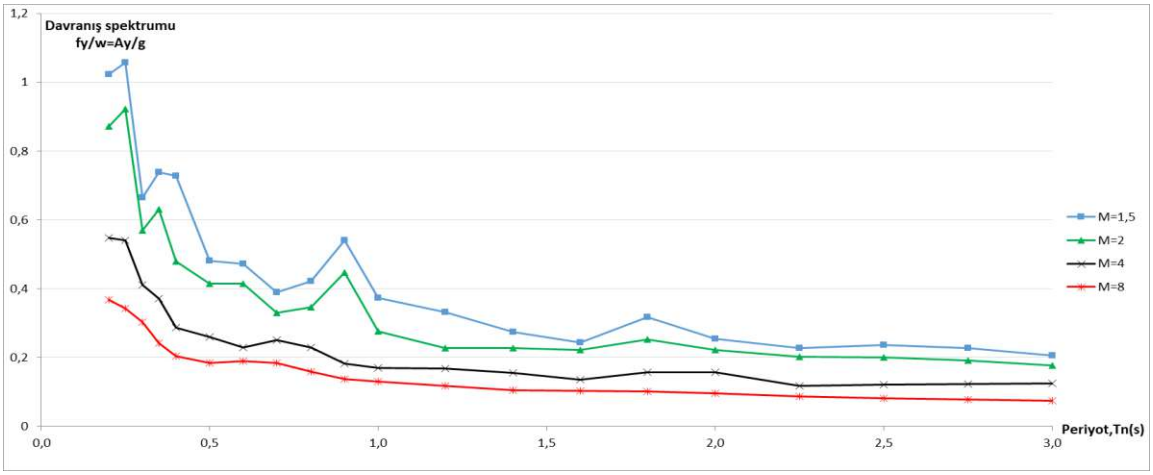


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

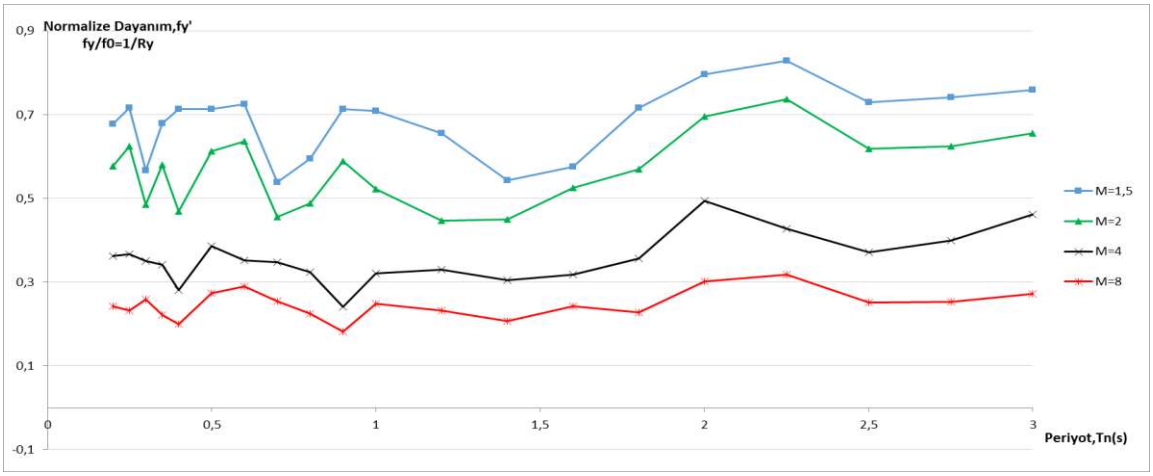
Şekil B.81: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

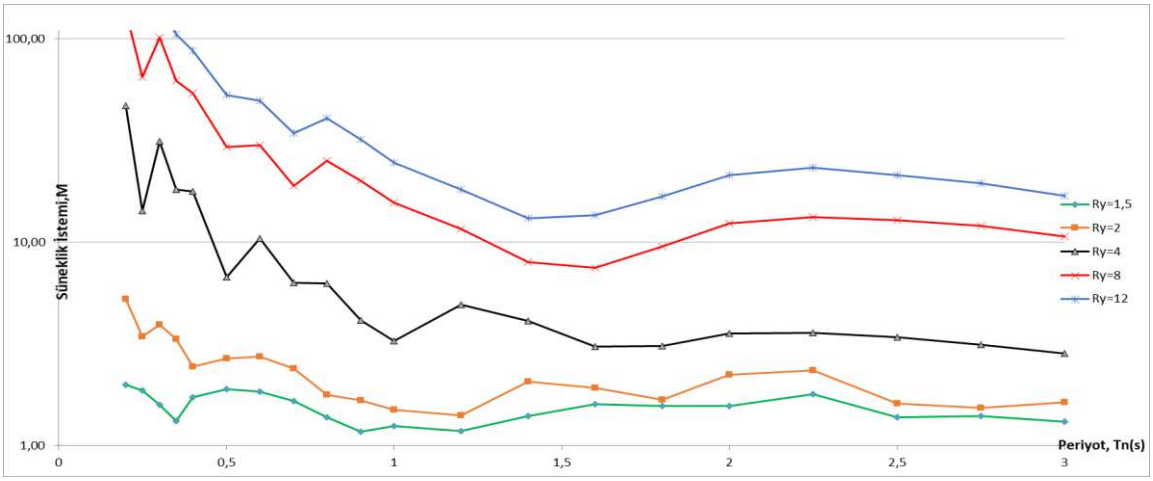


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

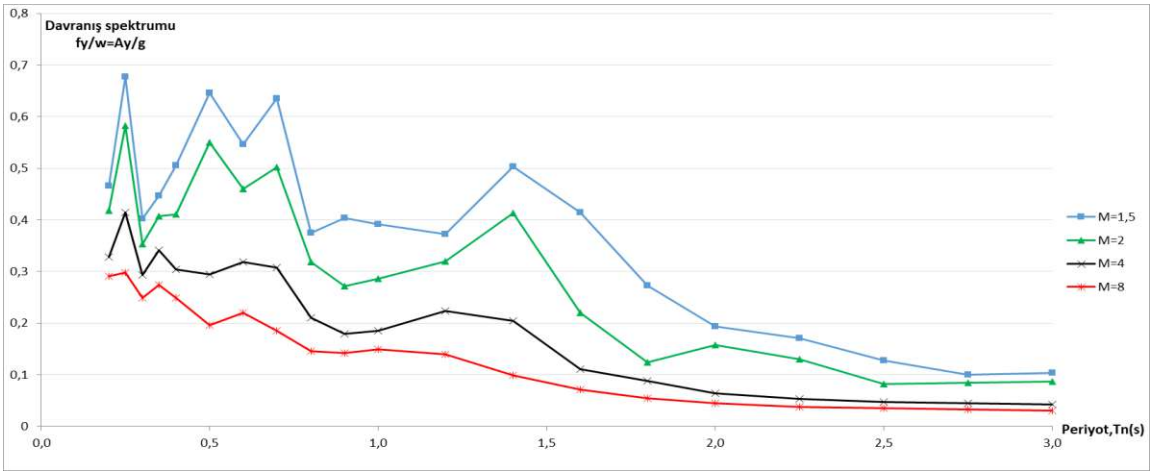


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

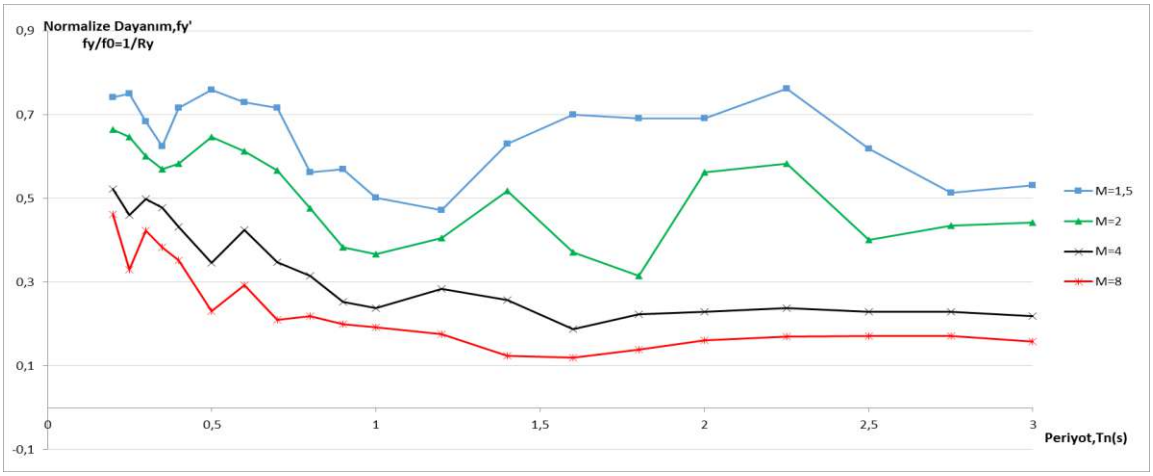
Şekil B.82: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

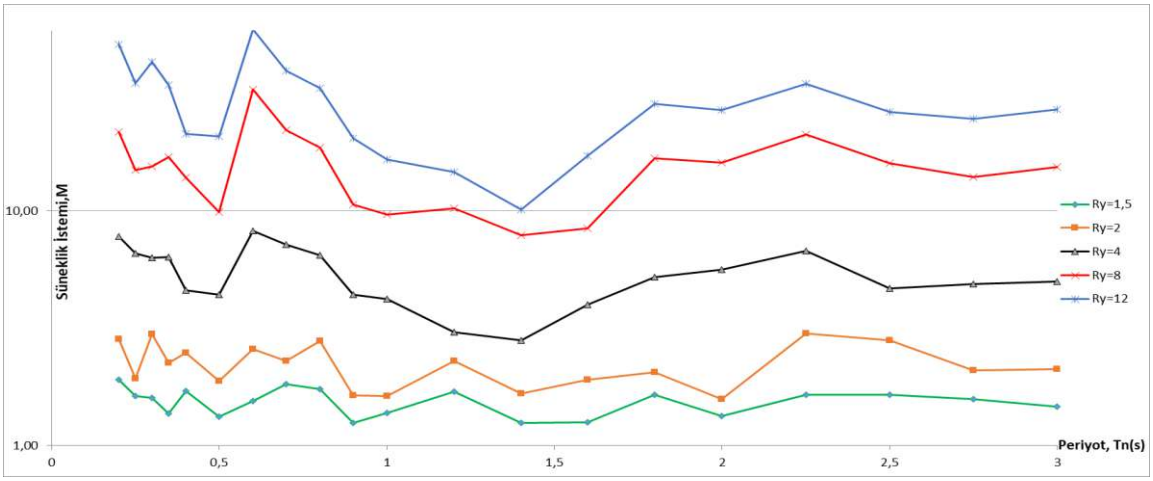


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

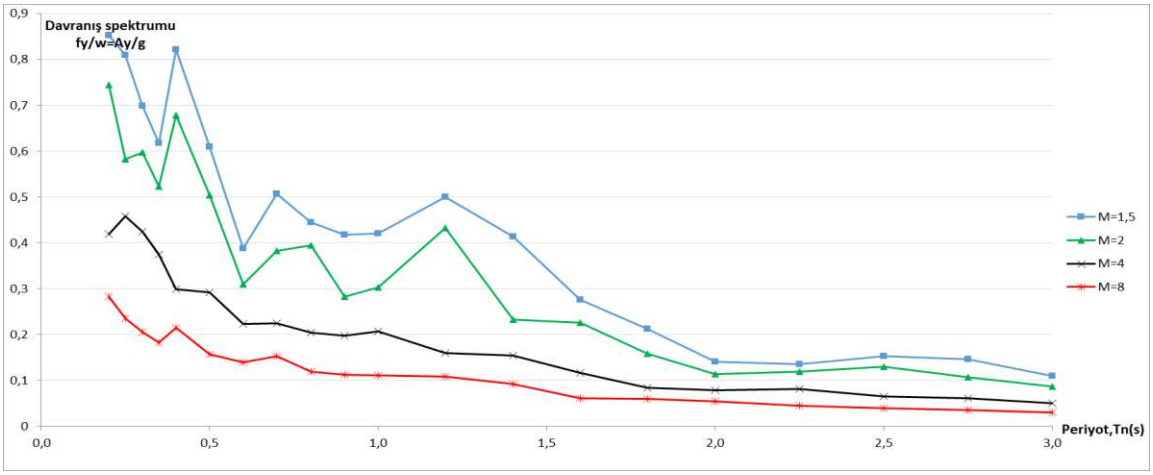


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

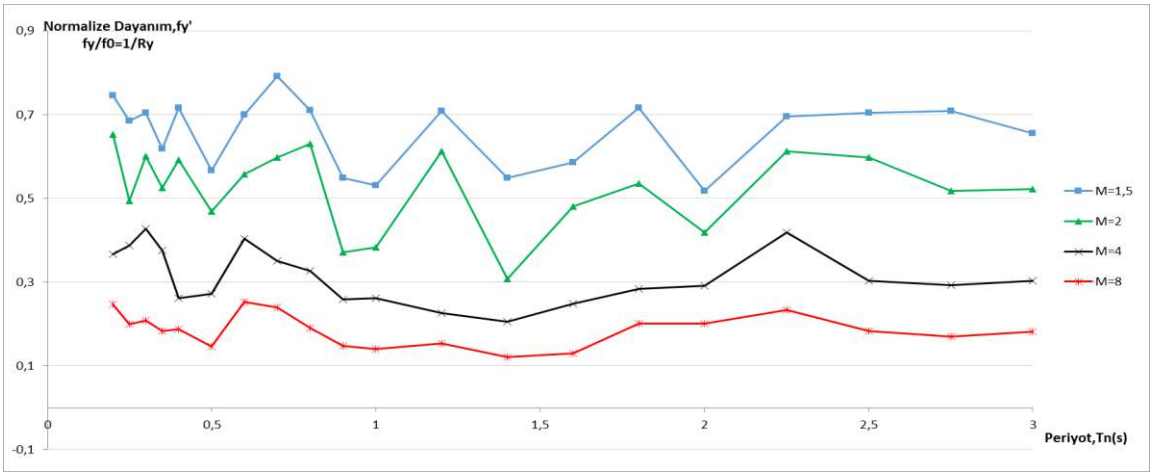
Şekil B.83: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

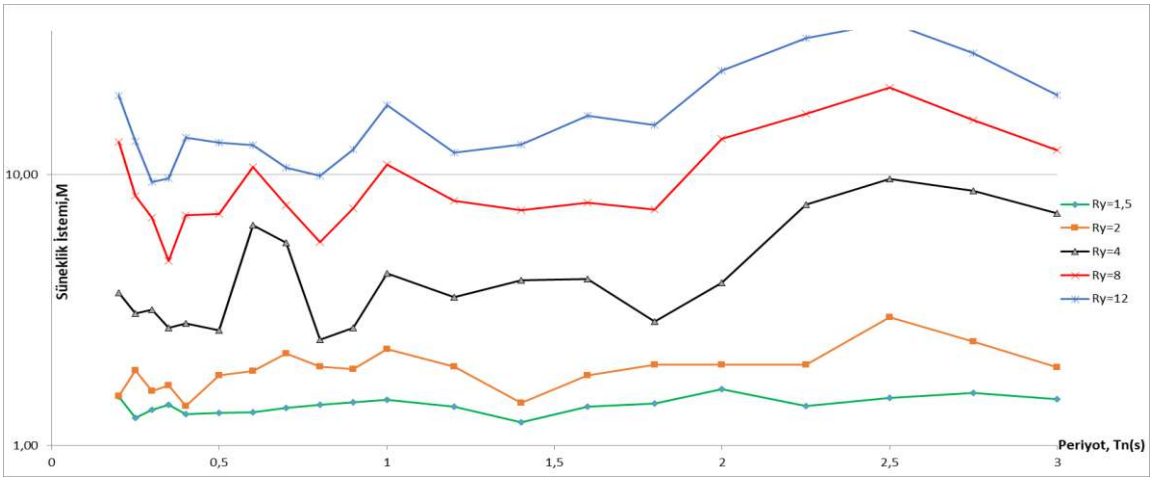


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

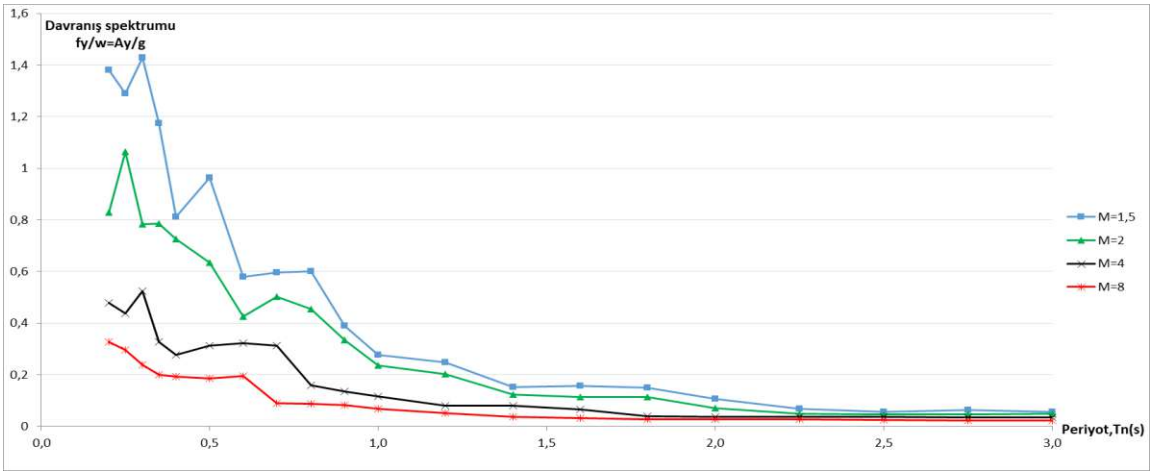


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

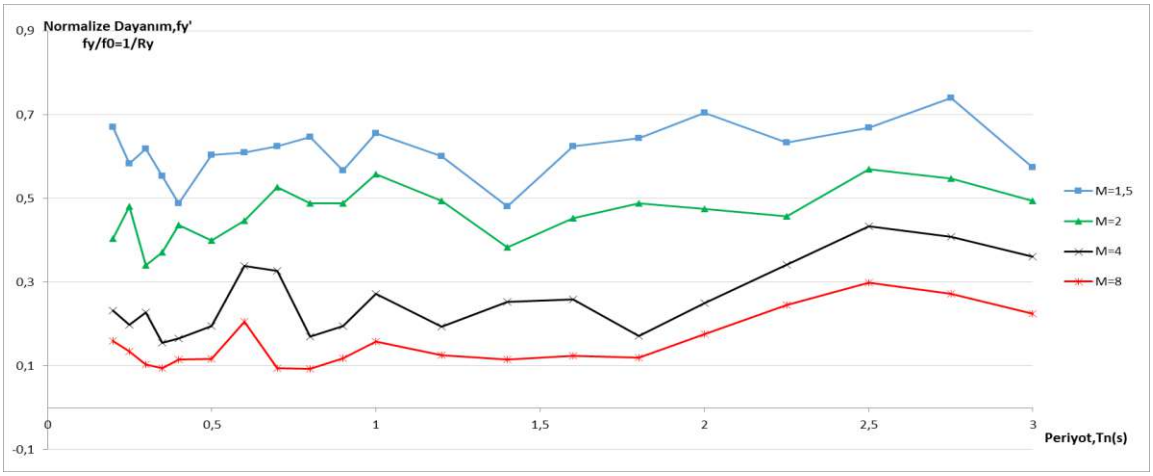
Şekil B.84: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

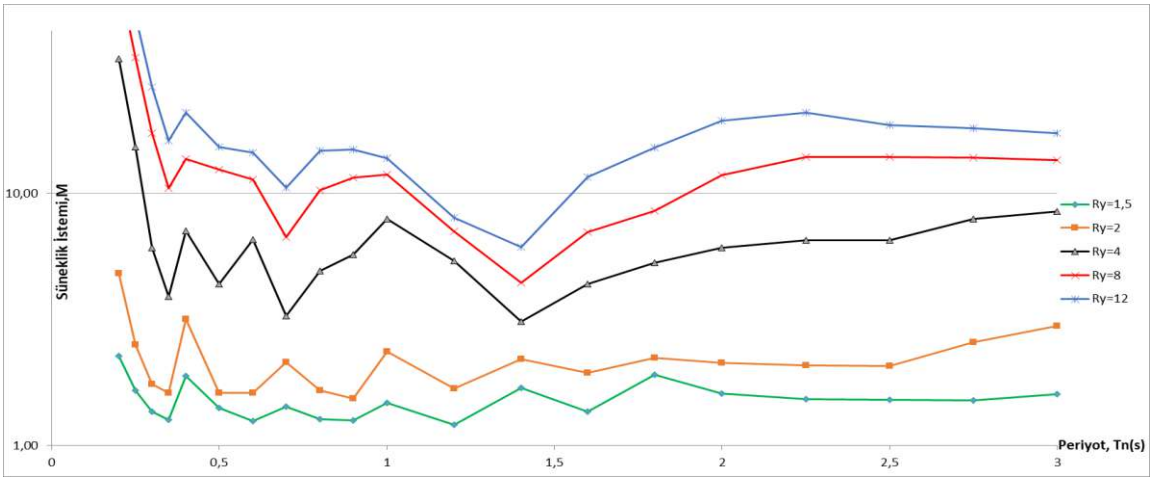


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

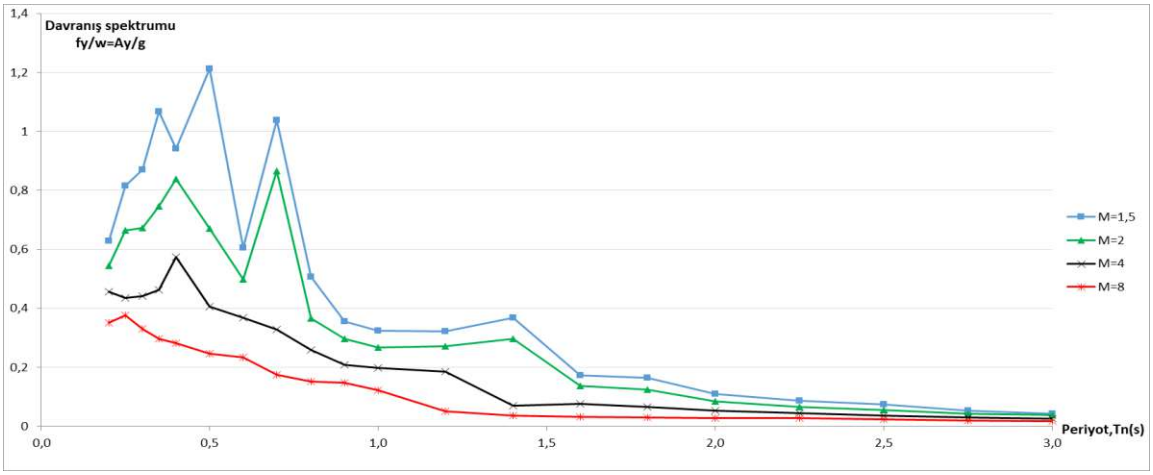


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

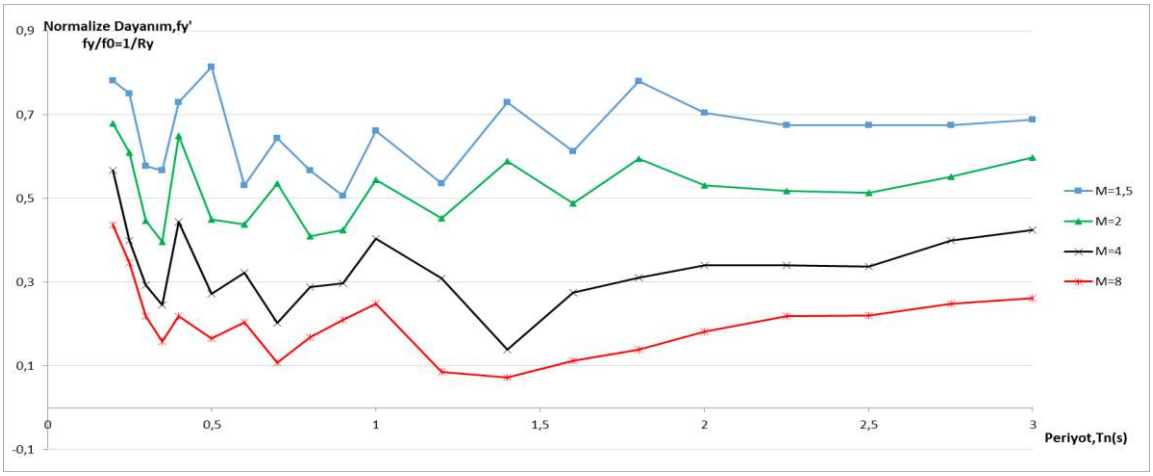
Şekil B.85: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-LN kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

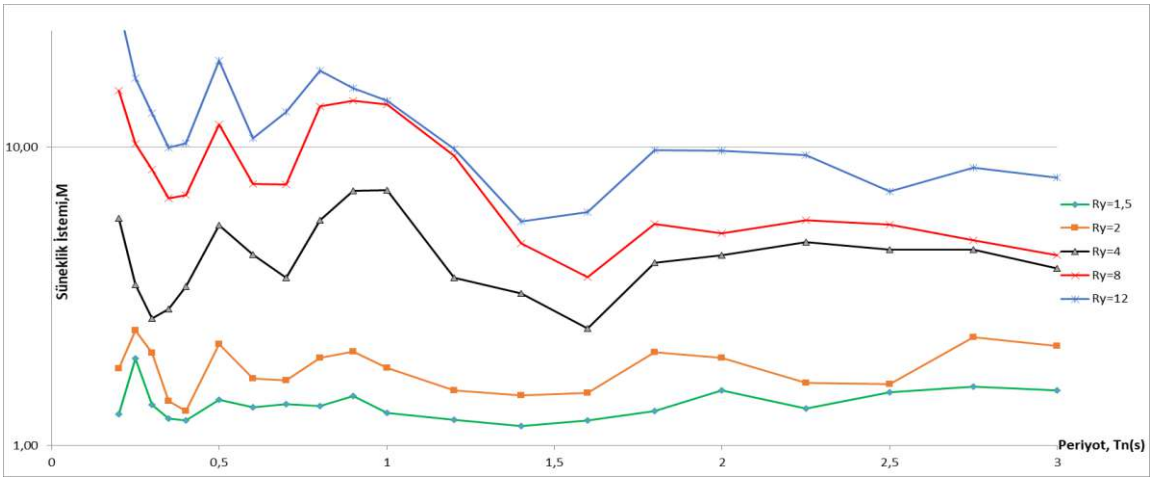


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

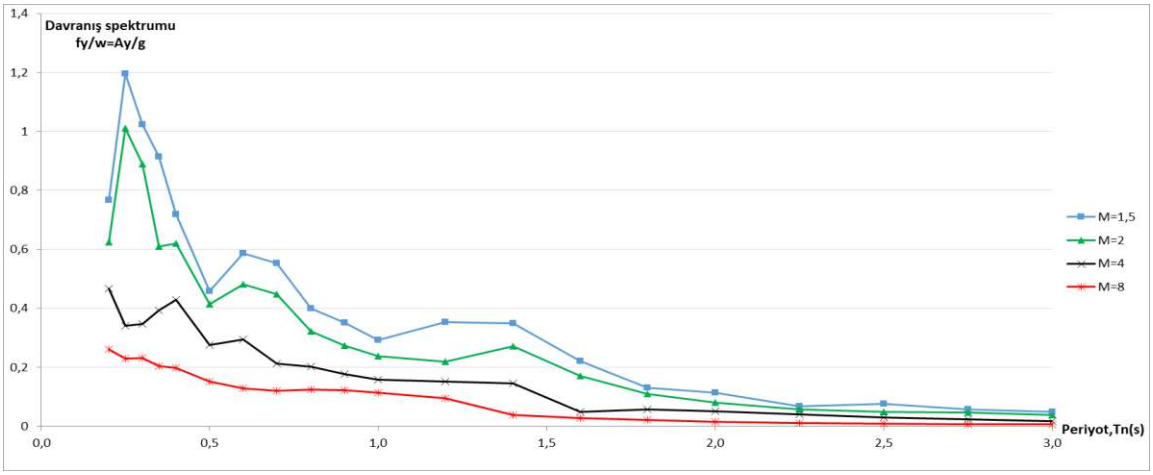


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

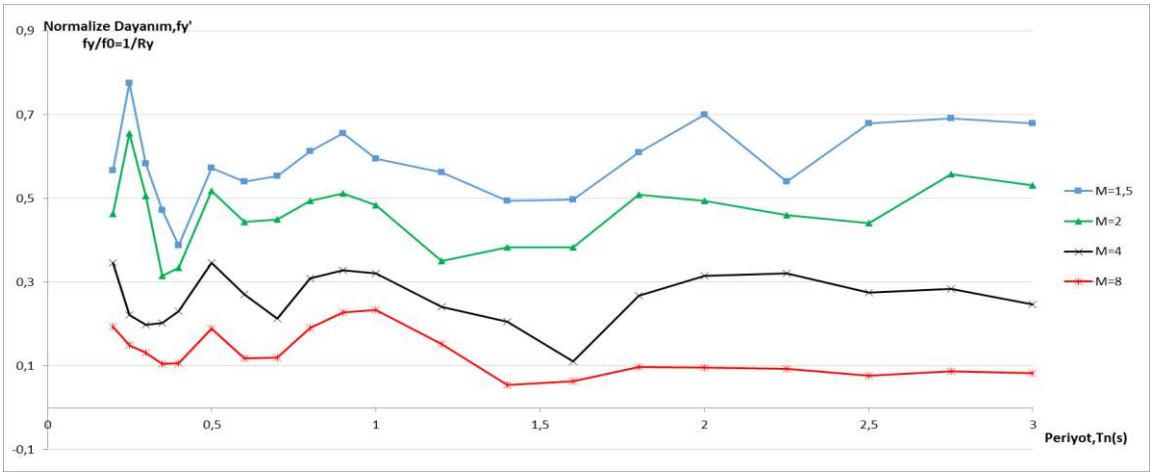
Şekil B.86: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-TR kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

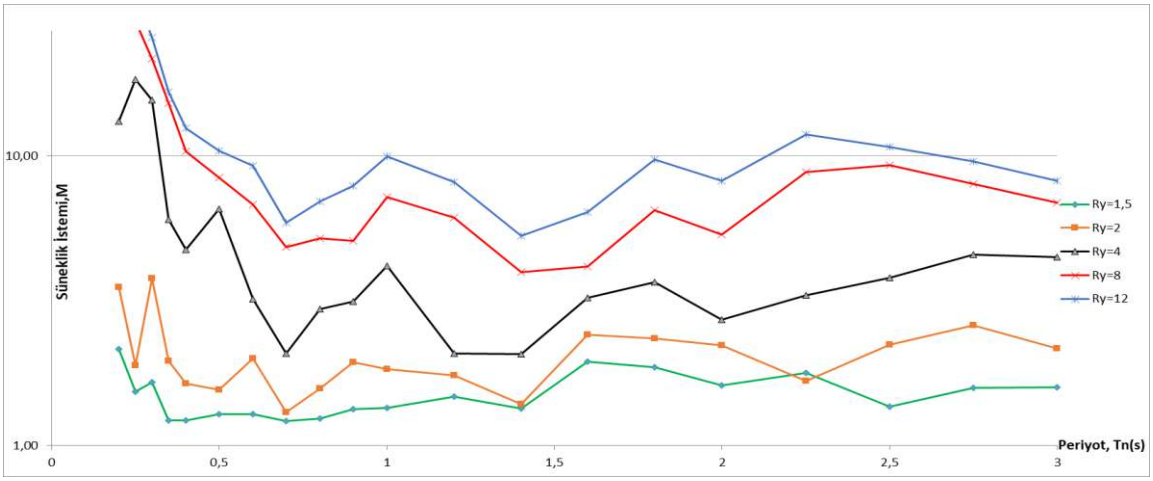


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

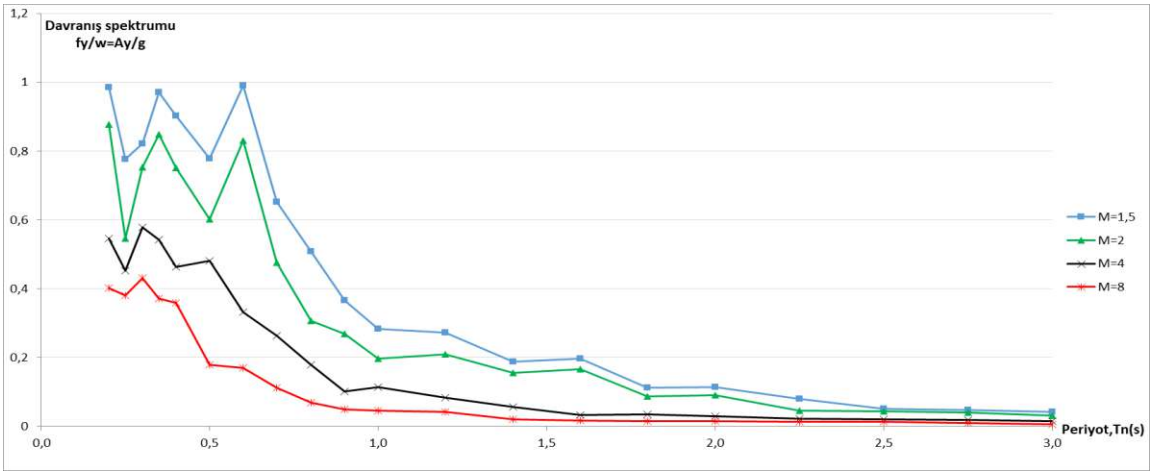


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

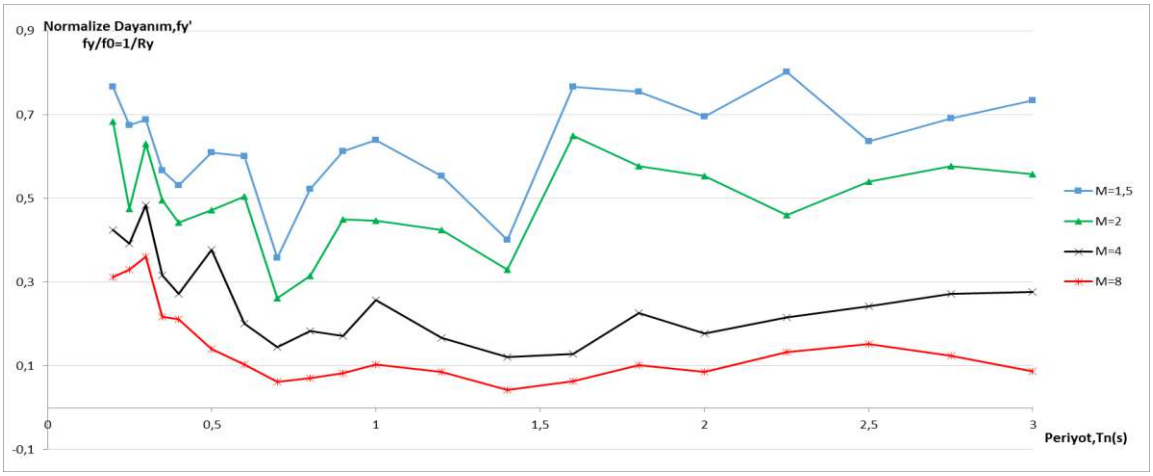
Şekil B.87: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

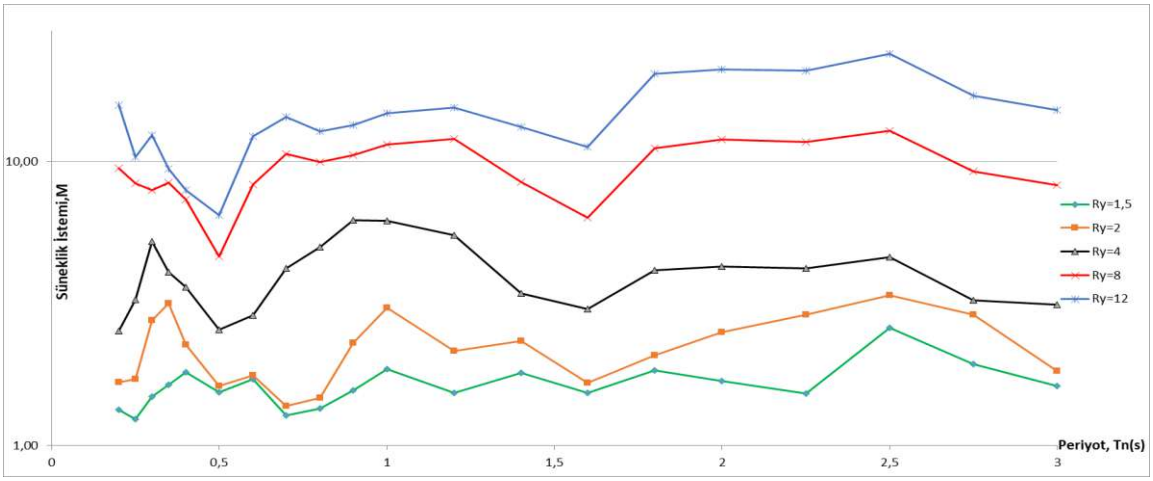


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

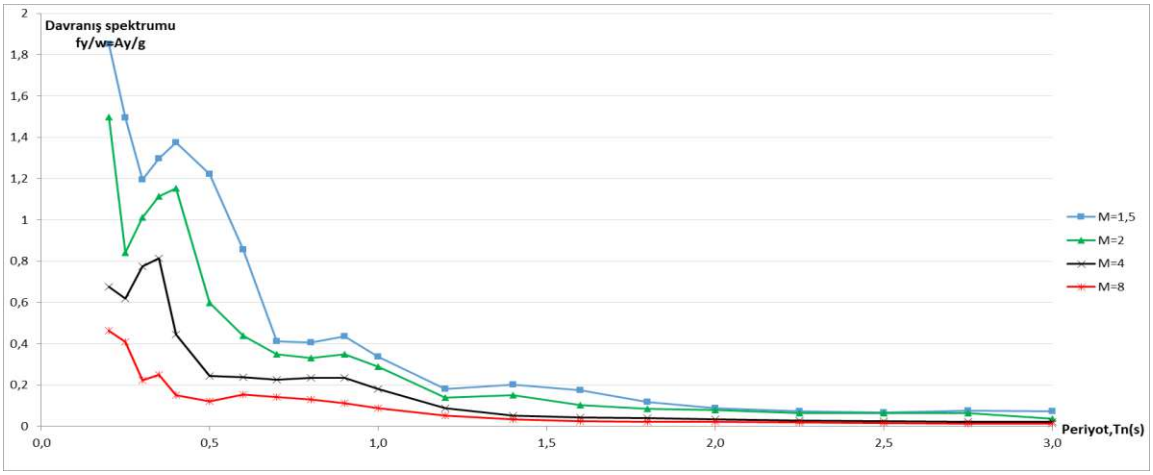


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

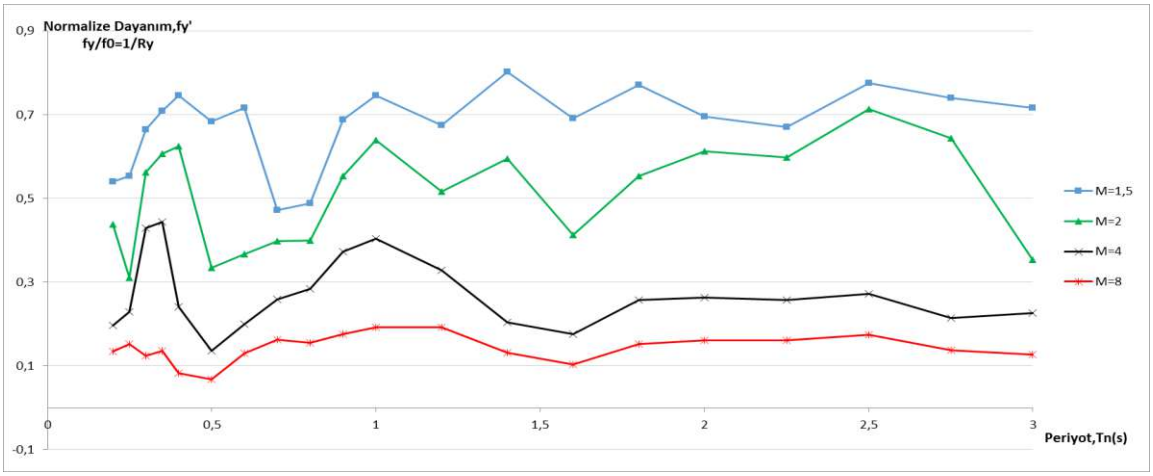
Şekil B.88: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

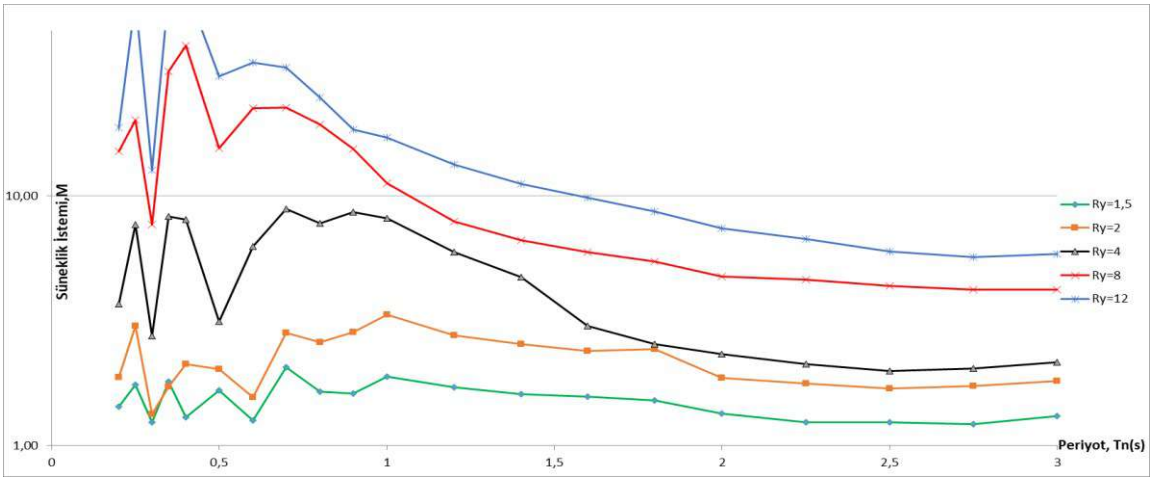


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

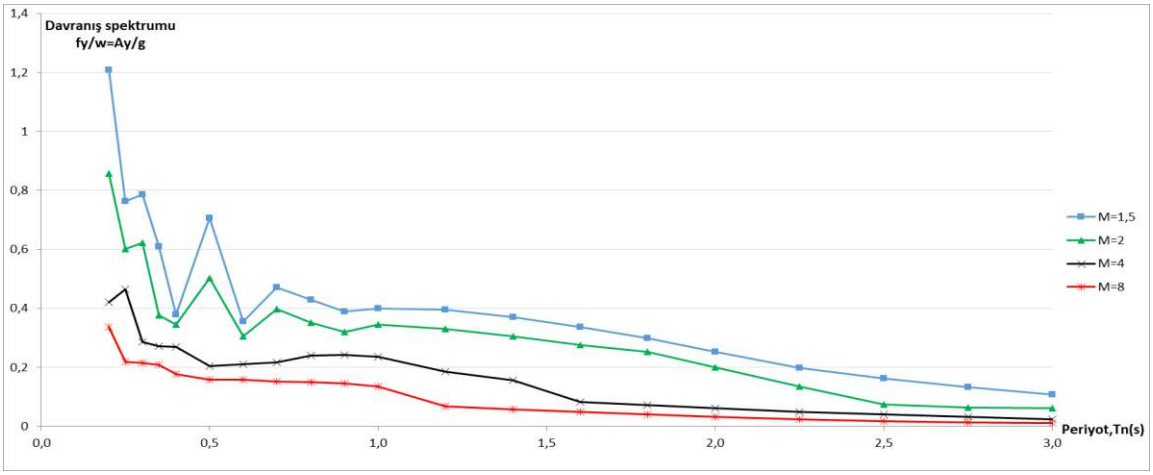


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

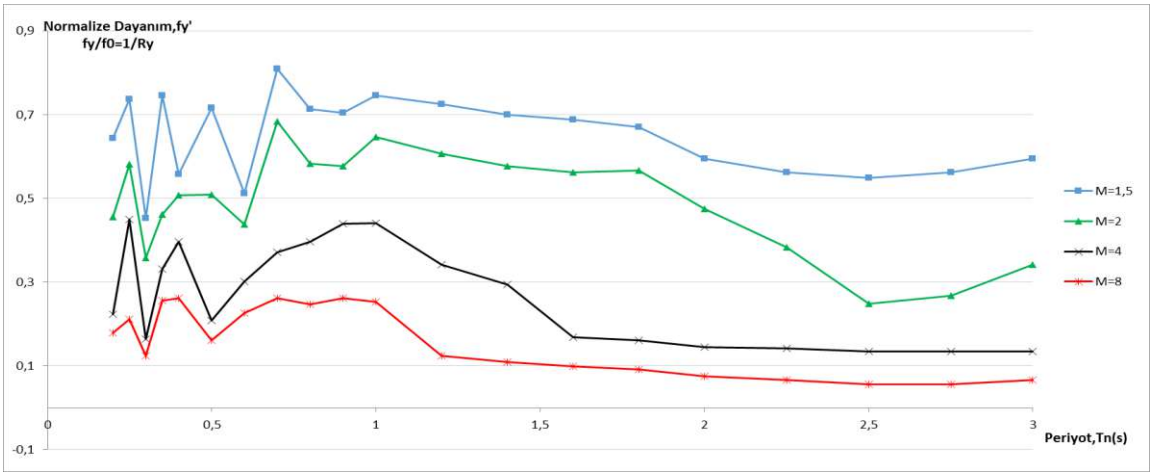
Şekil B.89: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

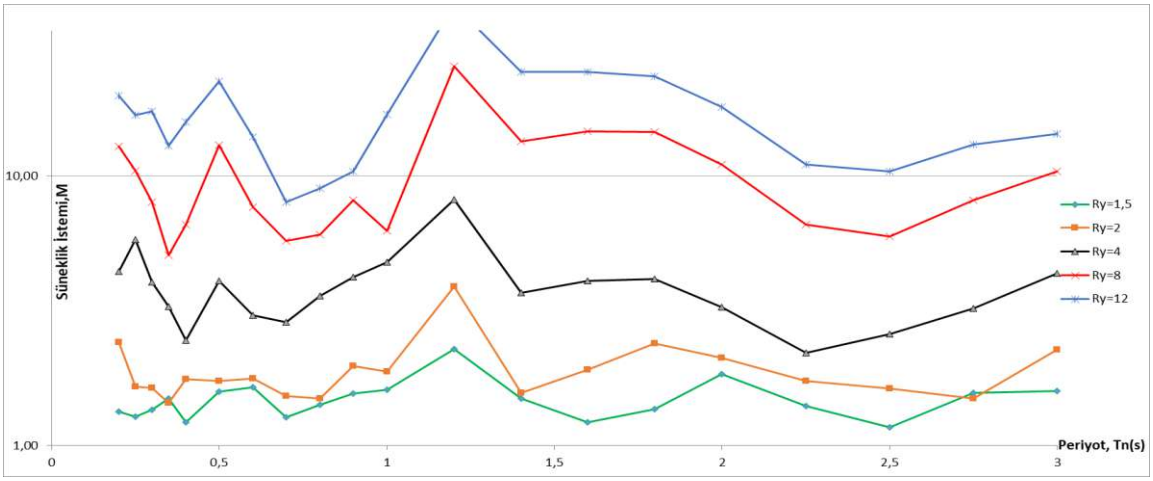


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

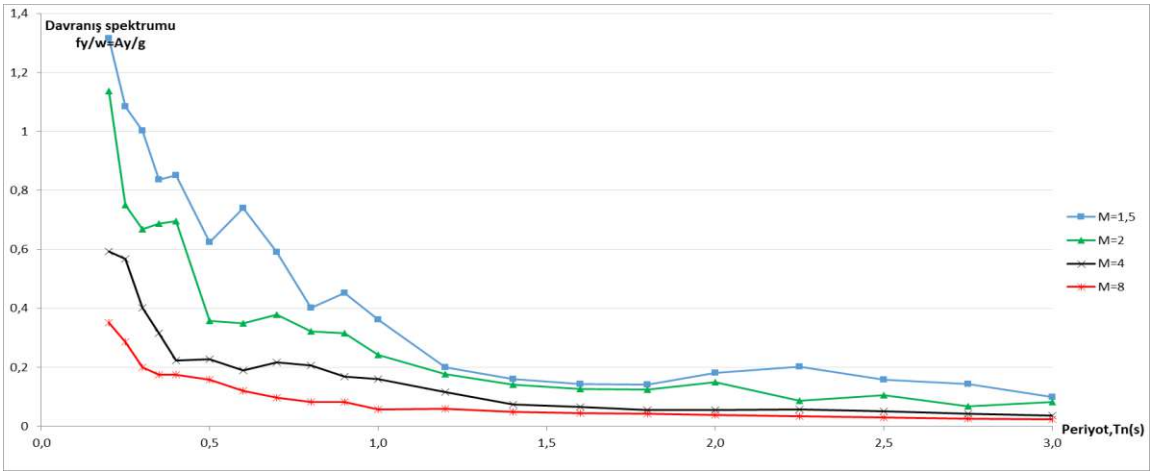


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

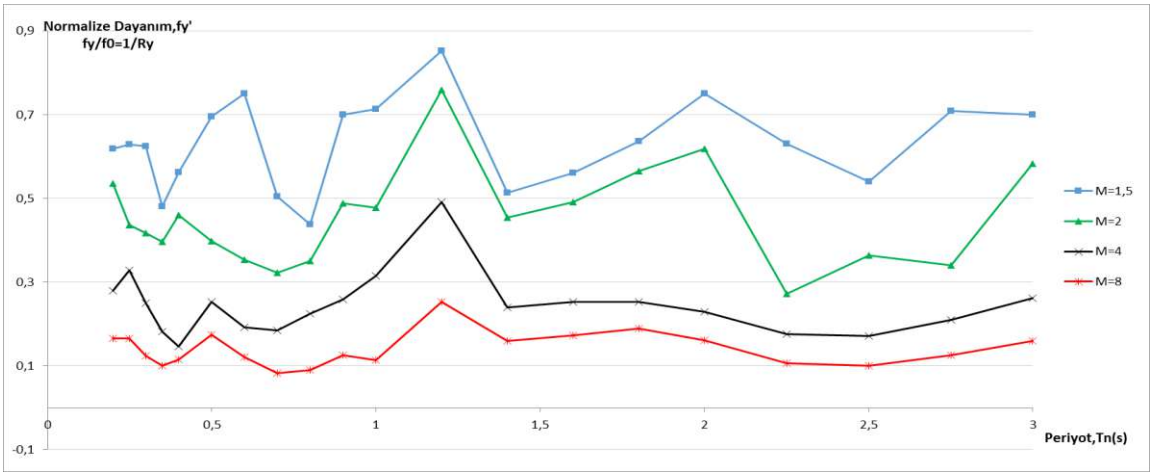
Şekil B.90: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

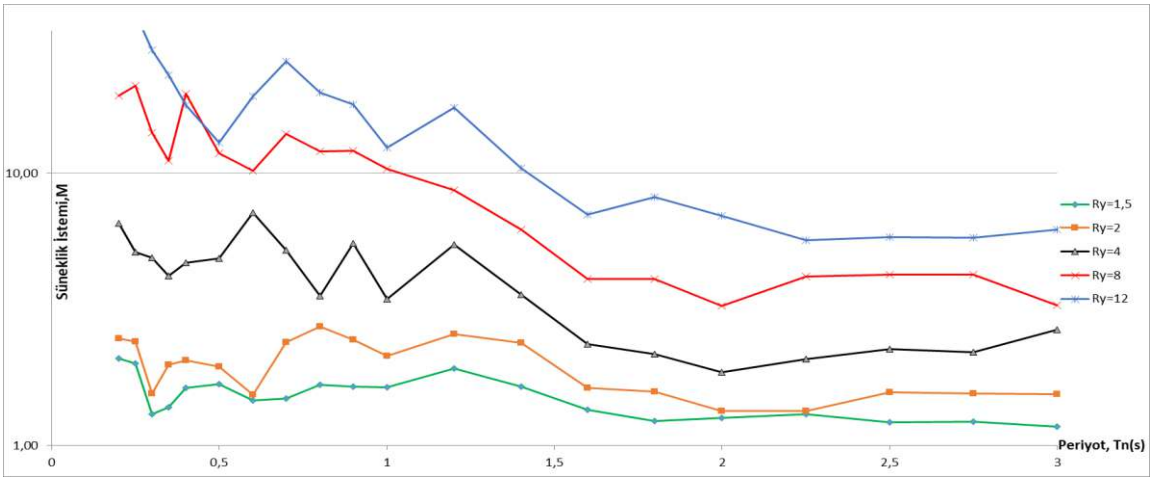


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

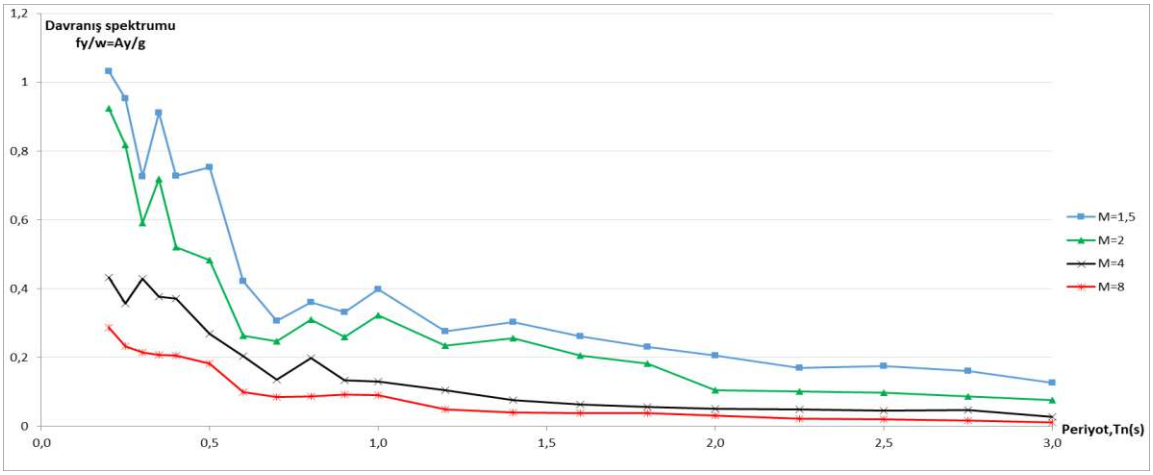


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

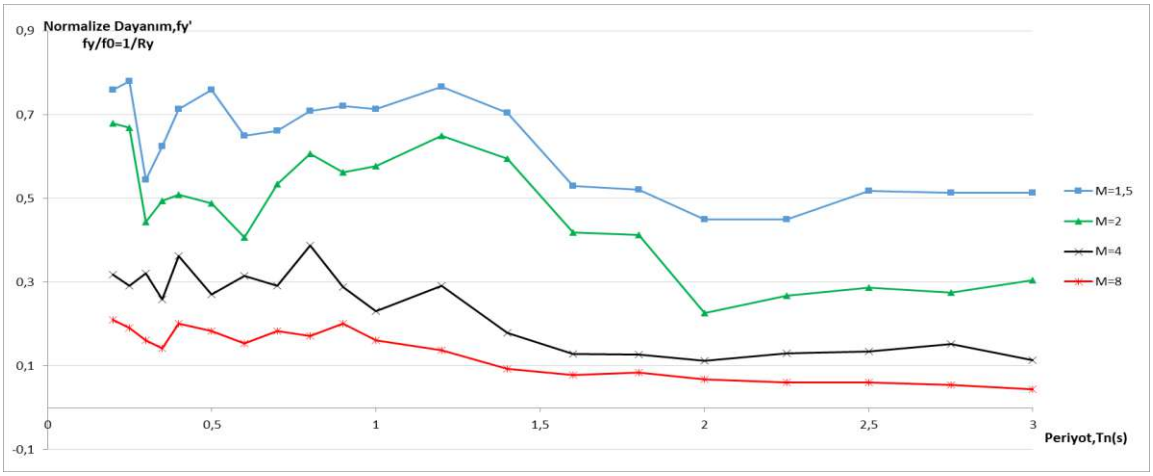
Şekil B.91: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-L kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

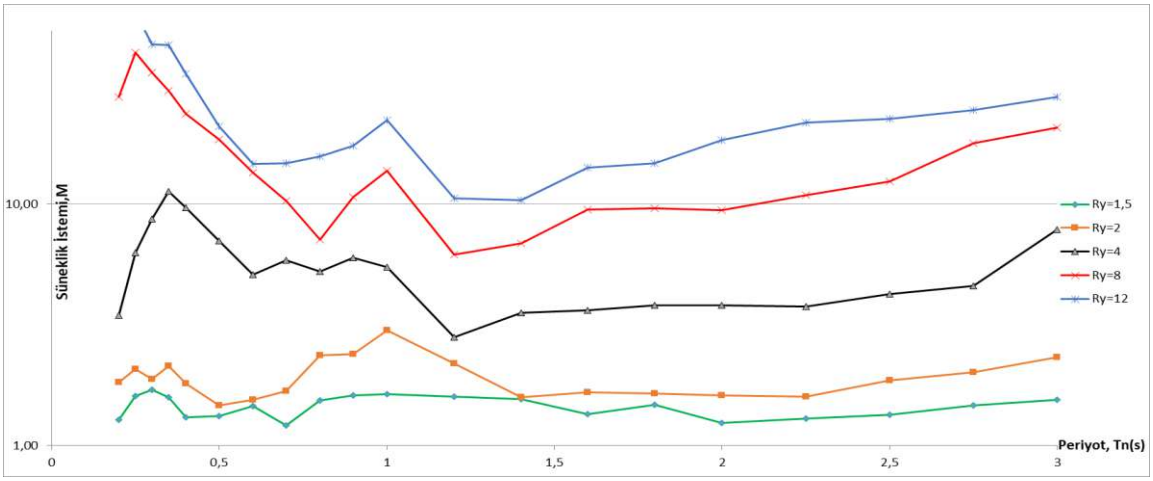


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

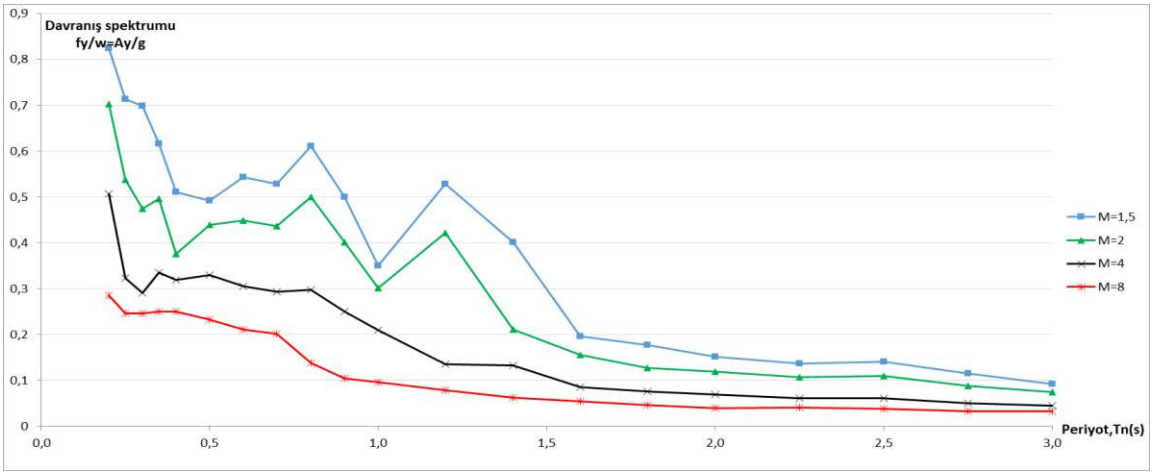


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

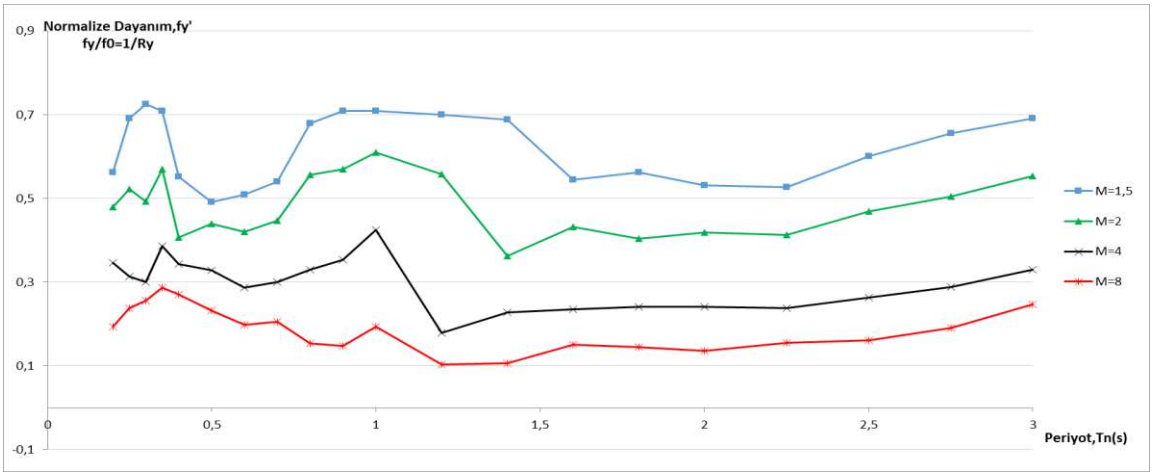
Şekil B.92: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-T kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

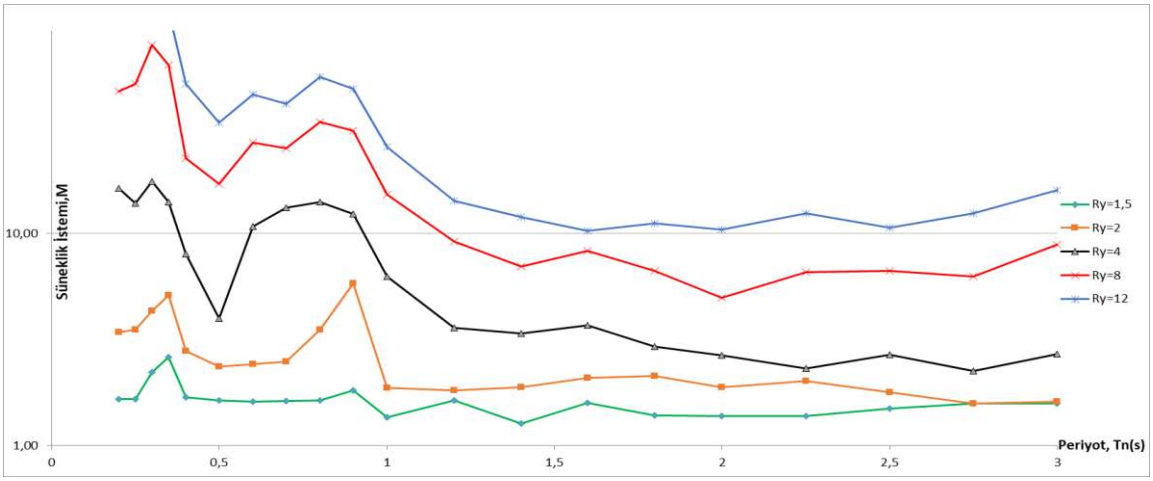


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

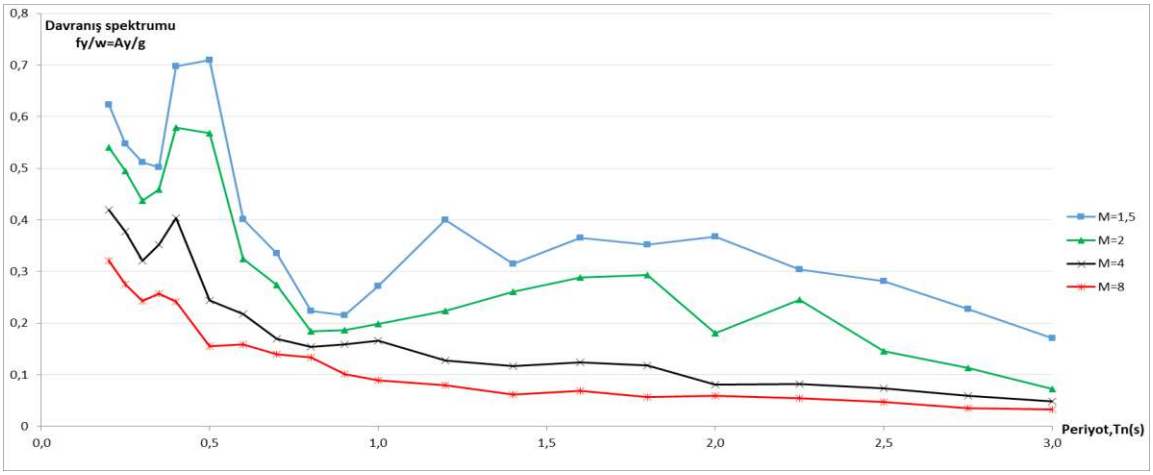


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

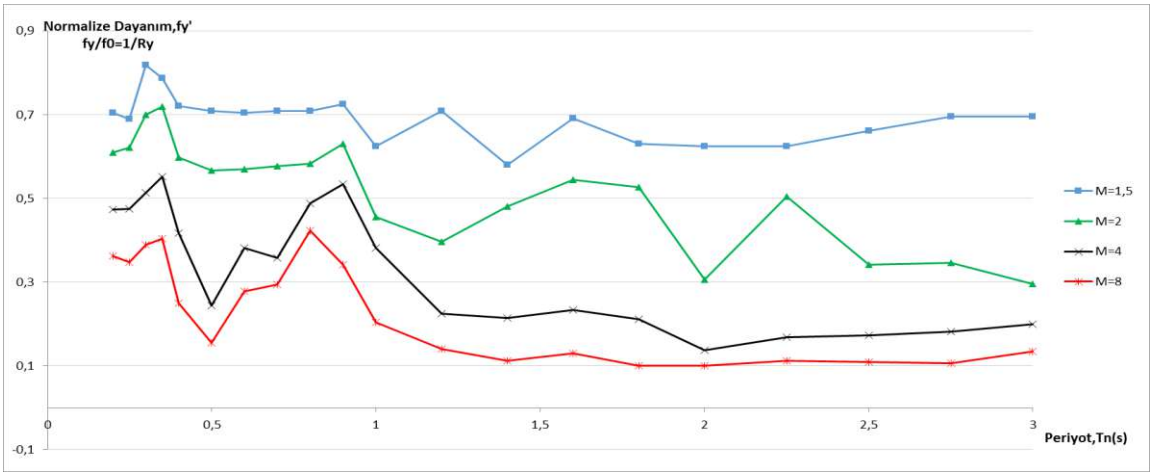
Şekil B.93: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

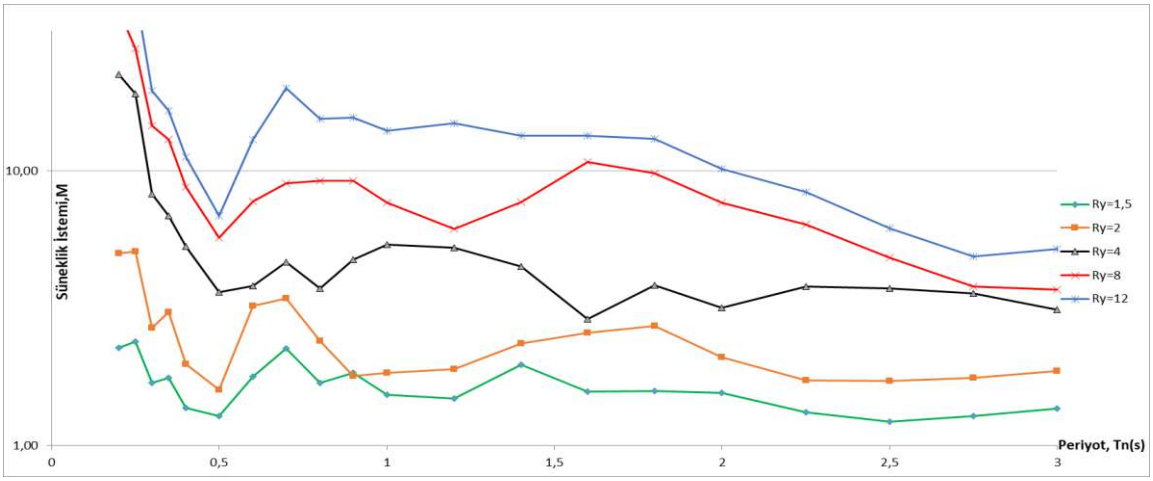


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

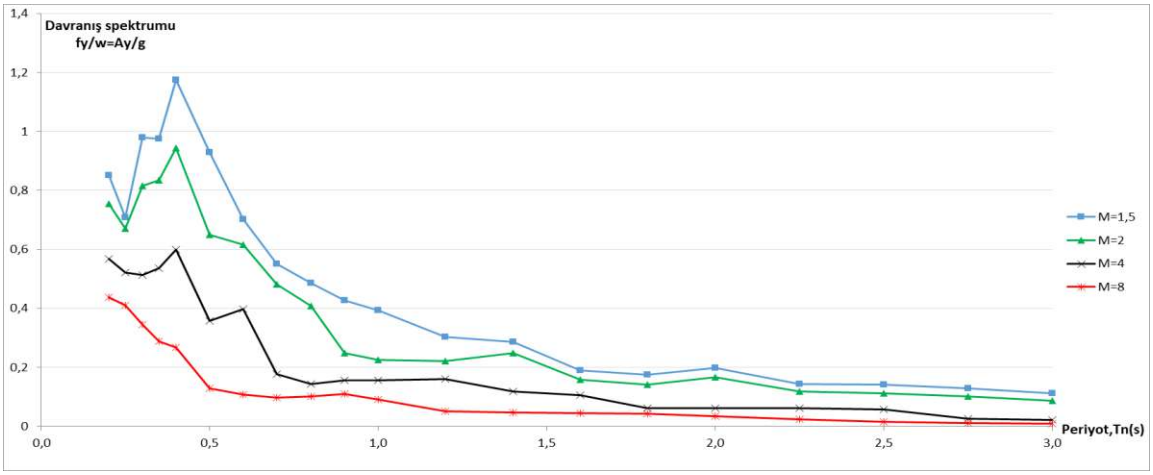


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

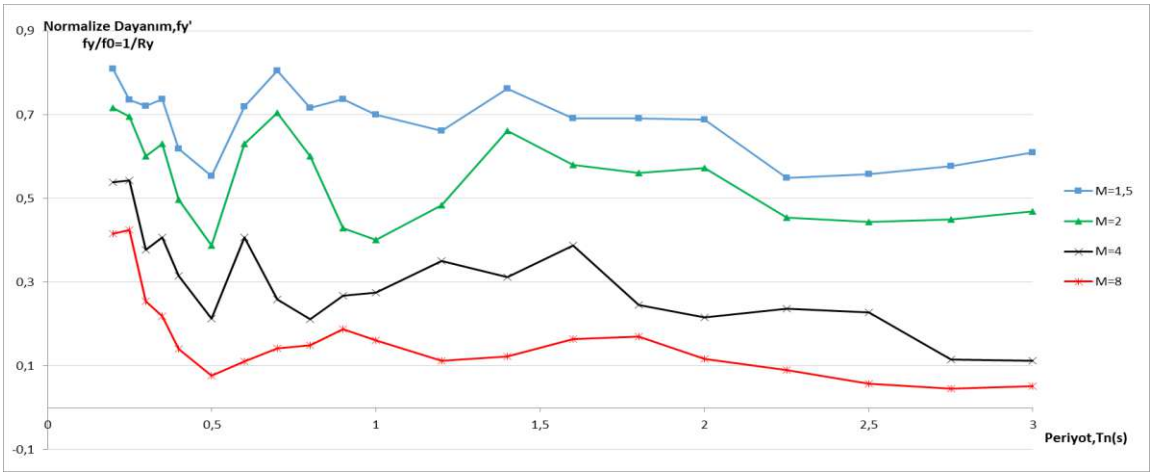
Şekil B.94: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

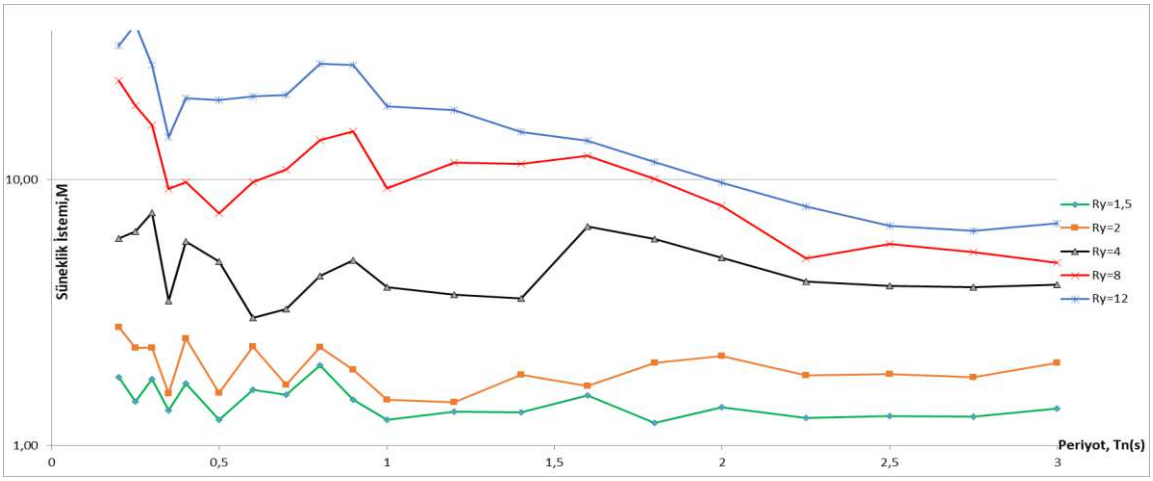


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

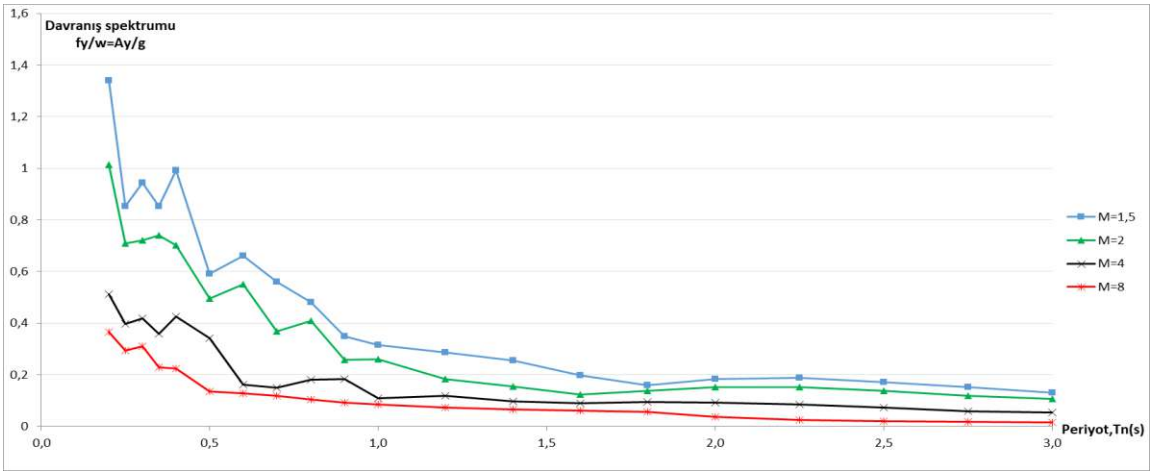


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

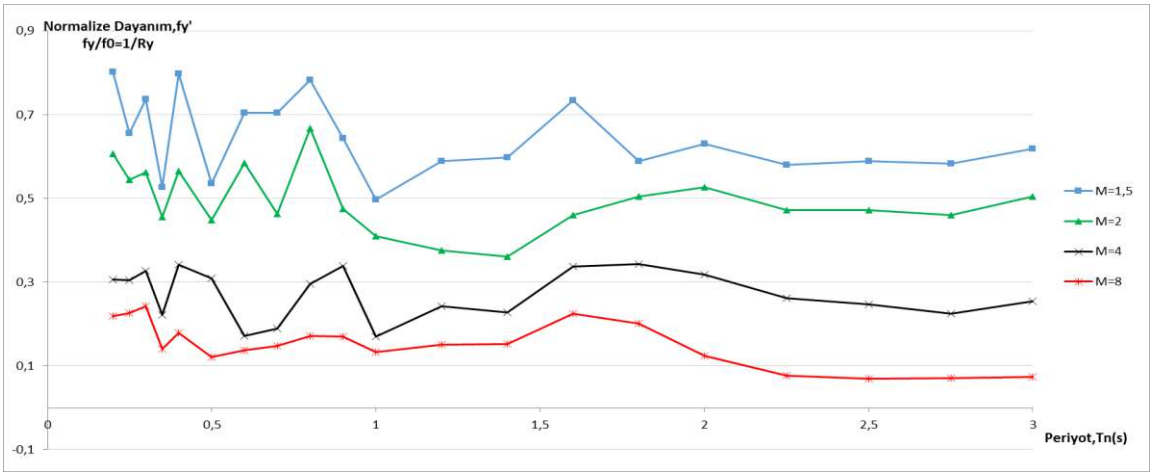
Şekil B.95: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

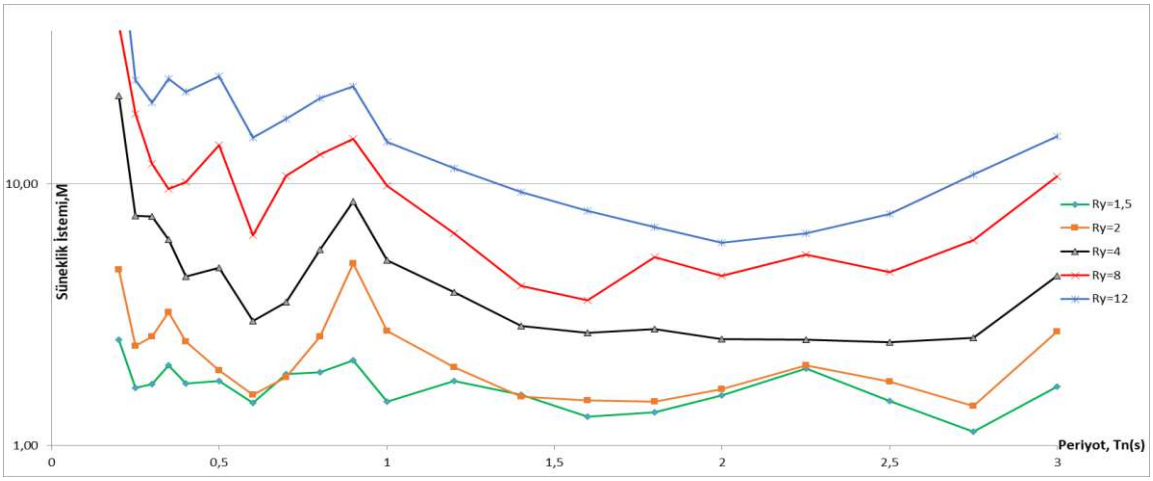


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

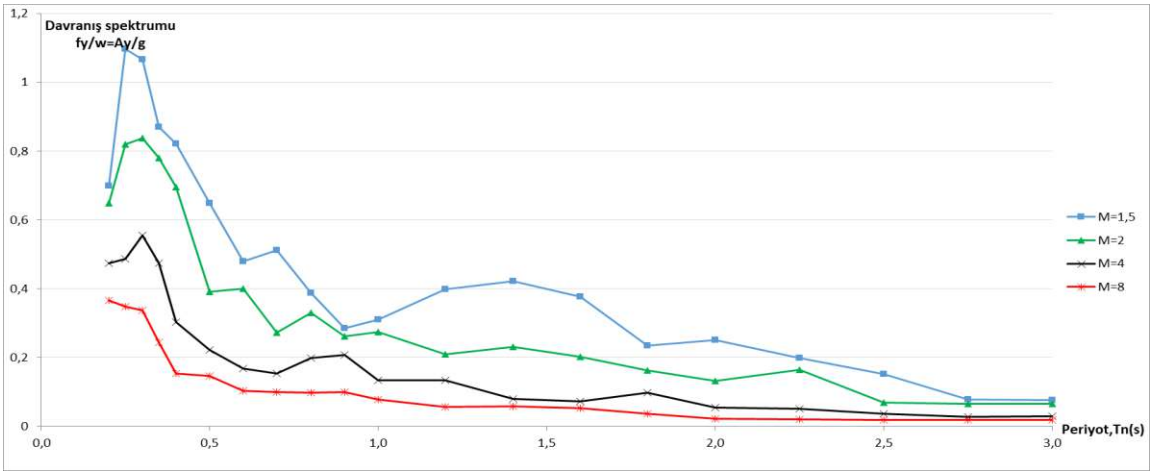


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

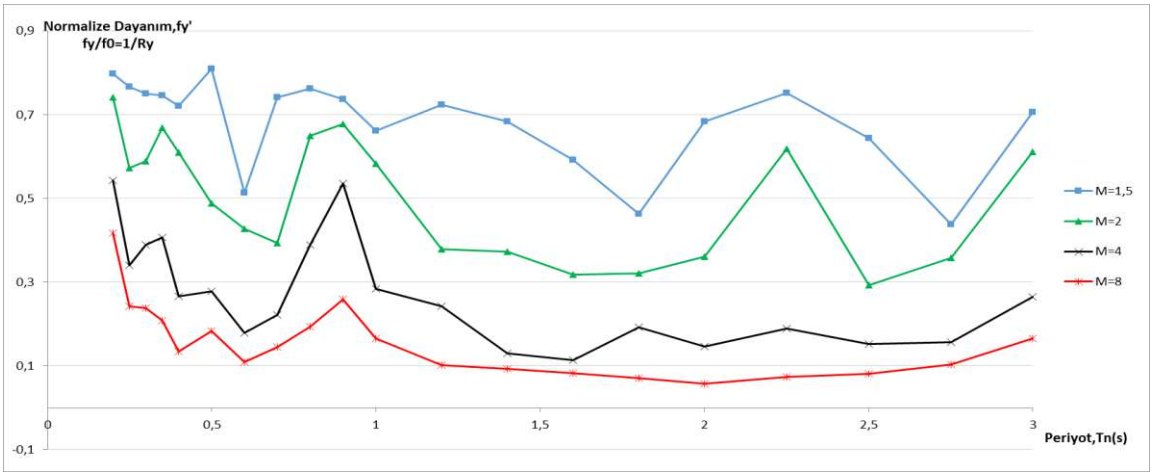
Şekil B.96: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

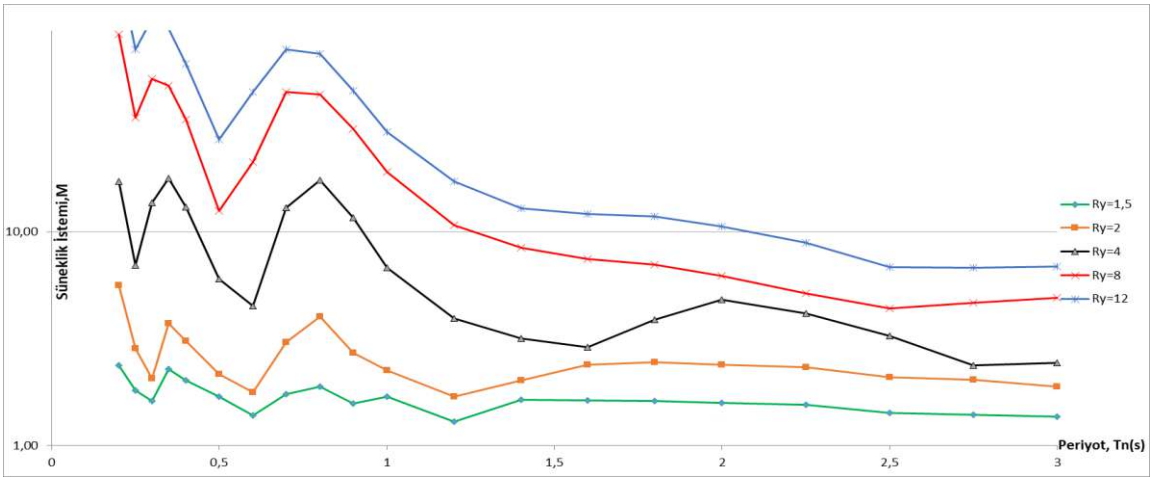


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

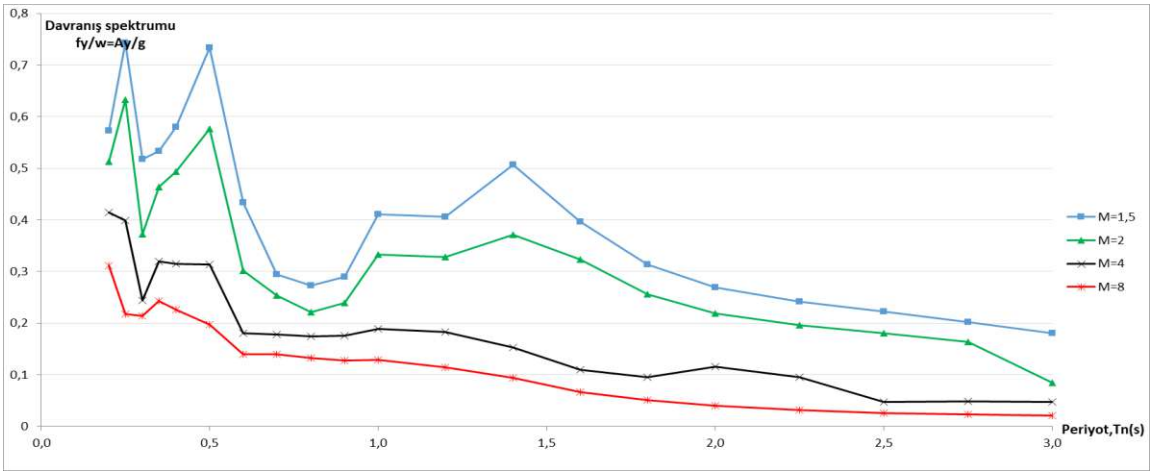


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

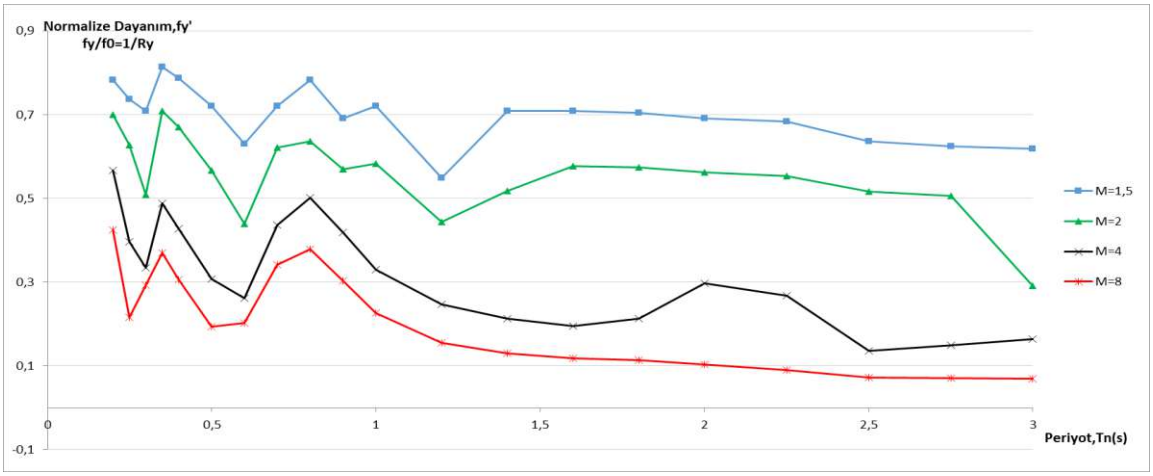
Şekil B.97: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

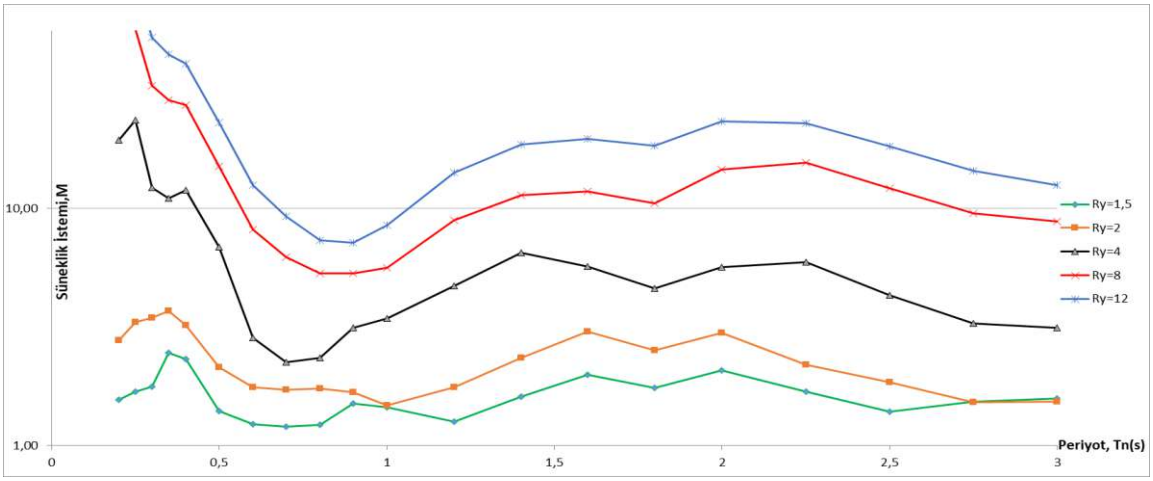


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

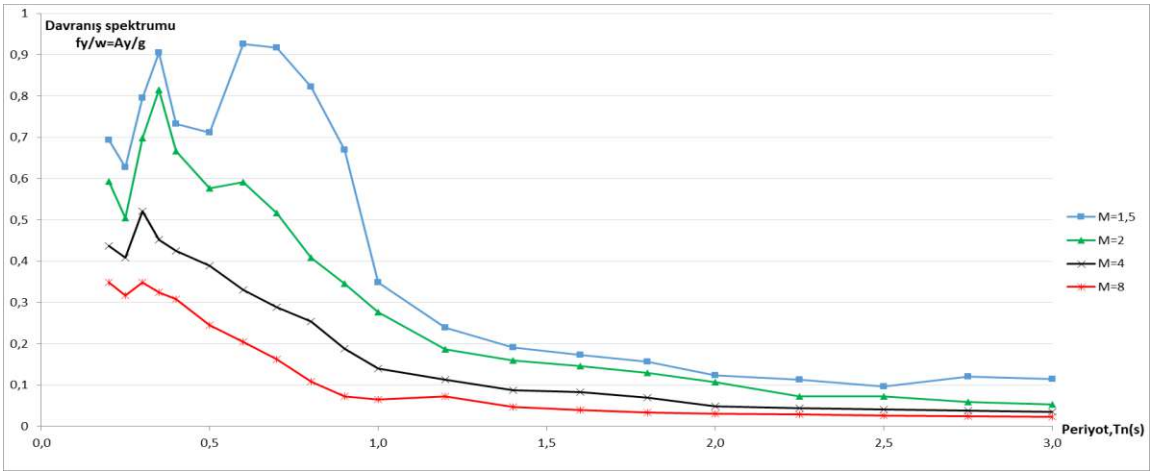


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

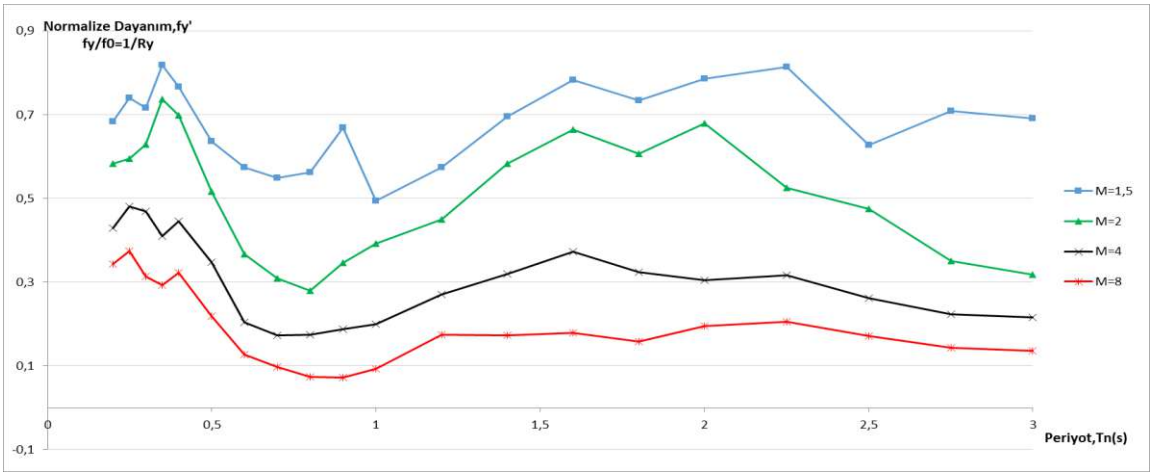
Şekil B.98: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

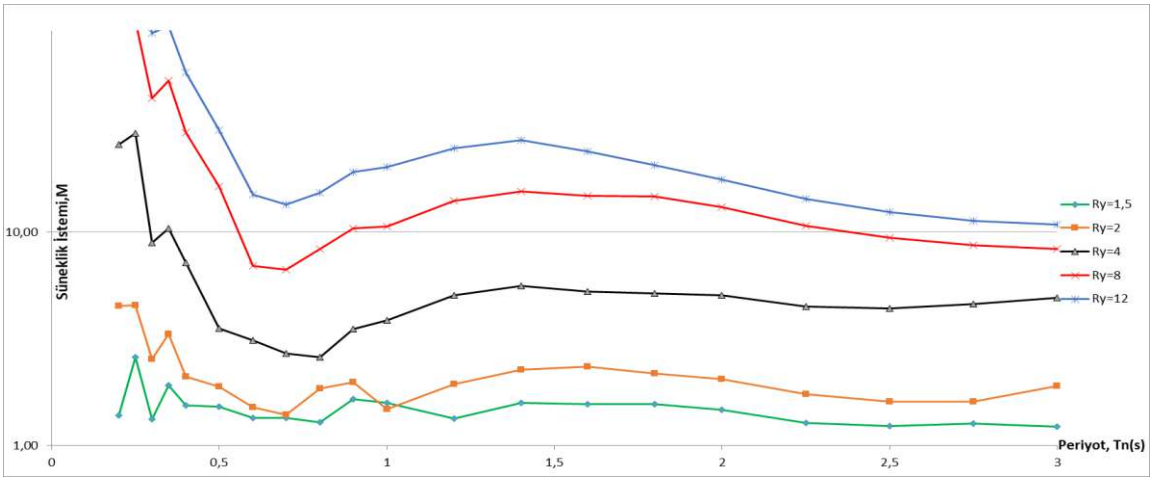


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

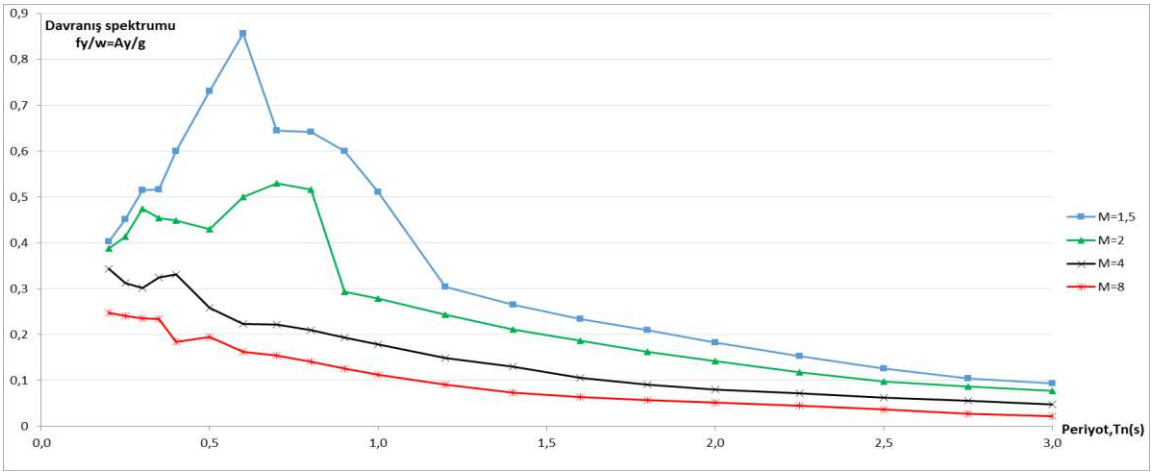


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

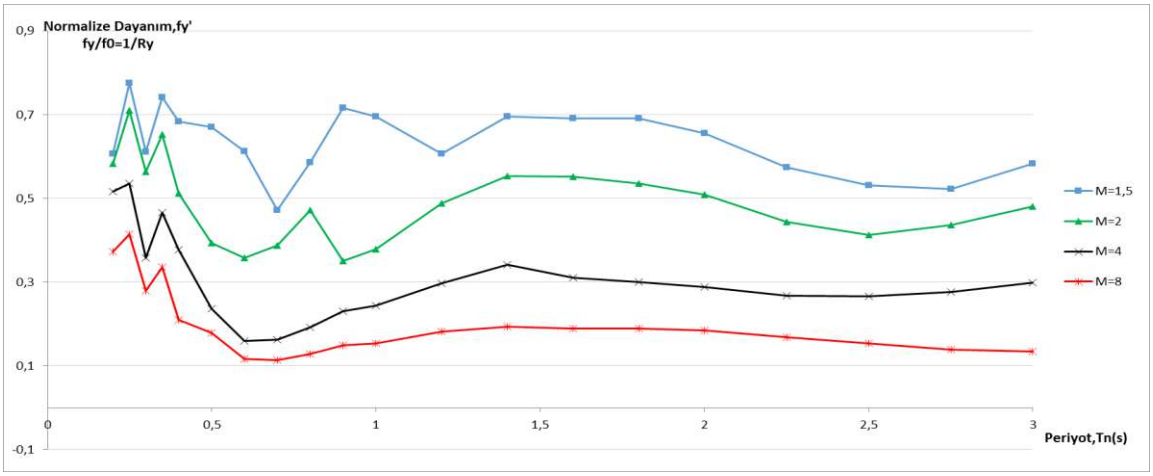
Şekil B.99: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

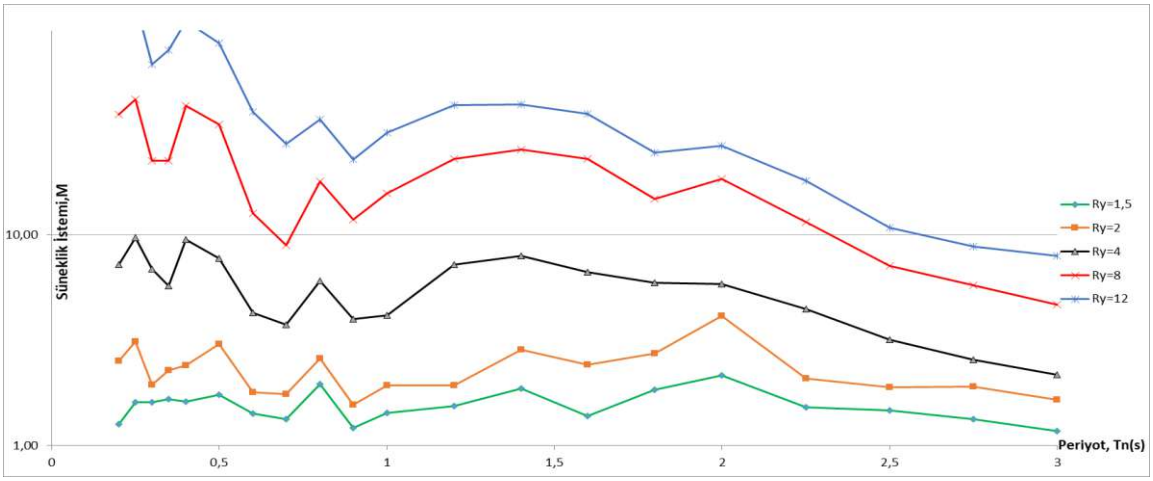


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

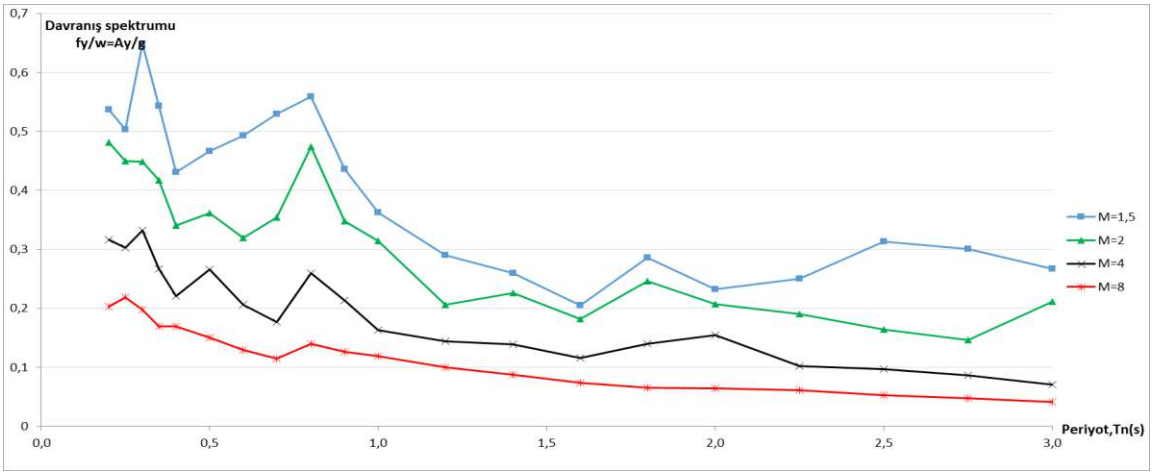


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

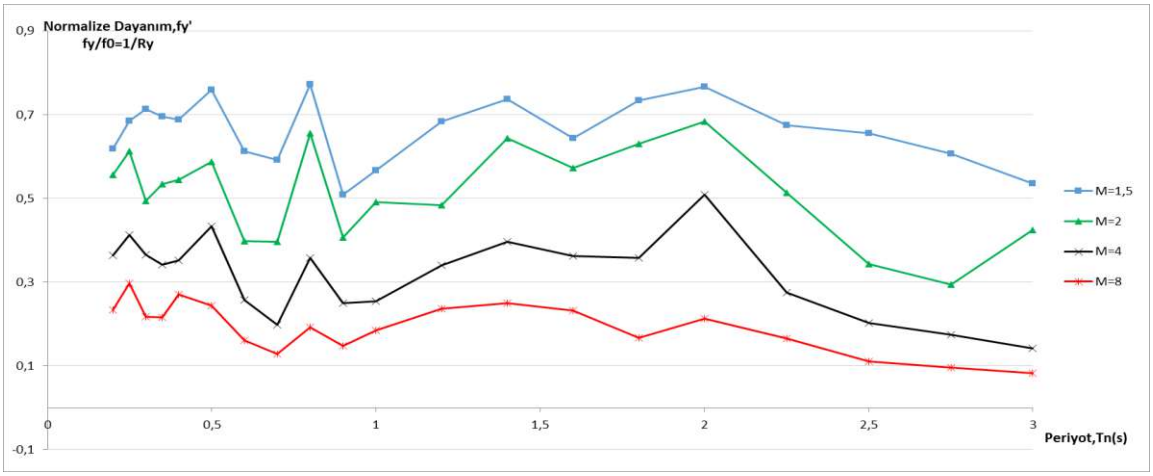
Şekil B.100: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

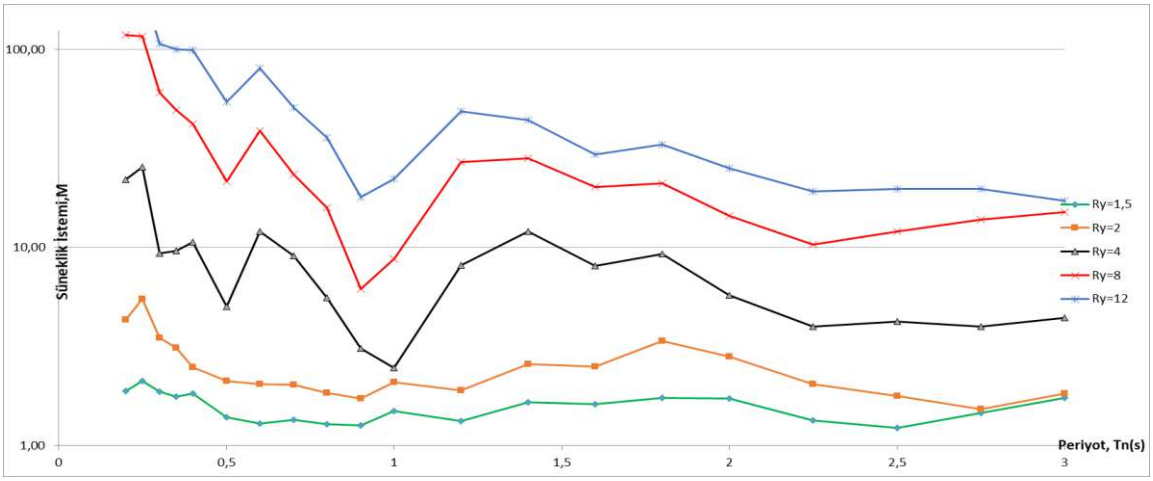


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

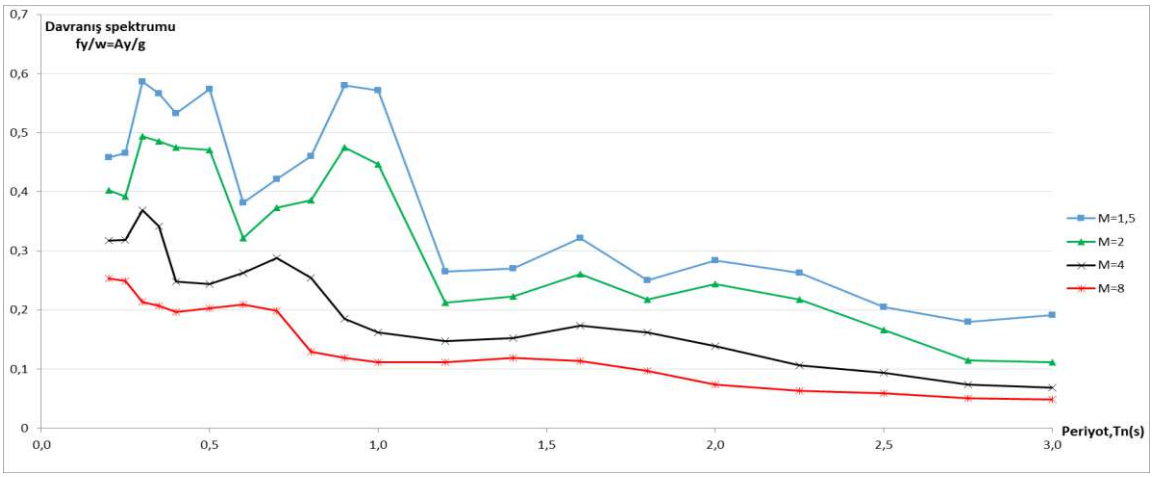


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

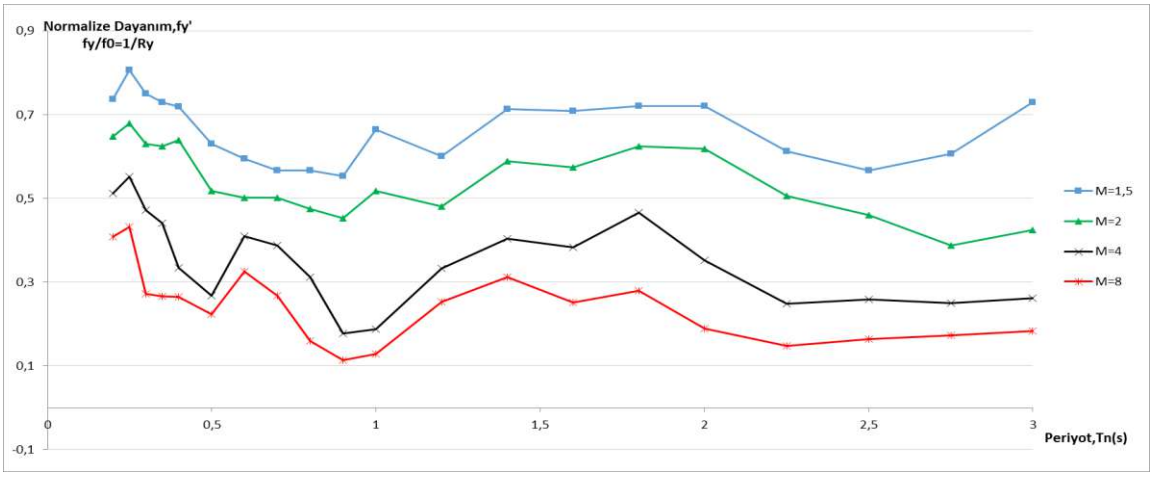
Şekil B.101: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

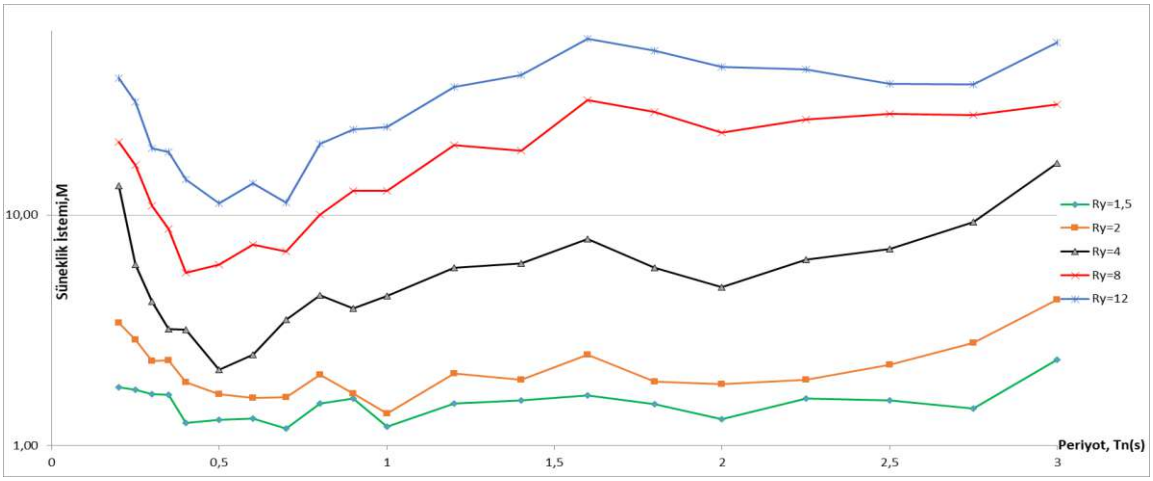


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

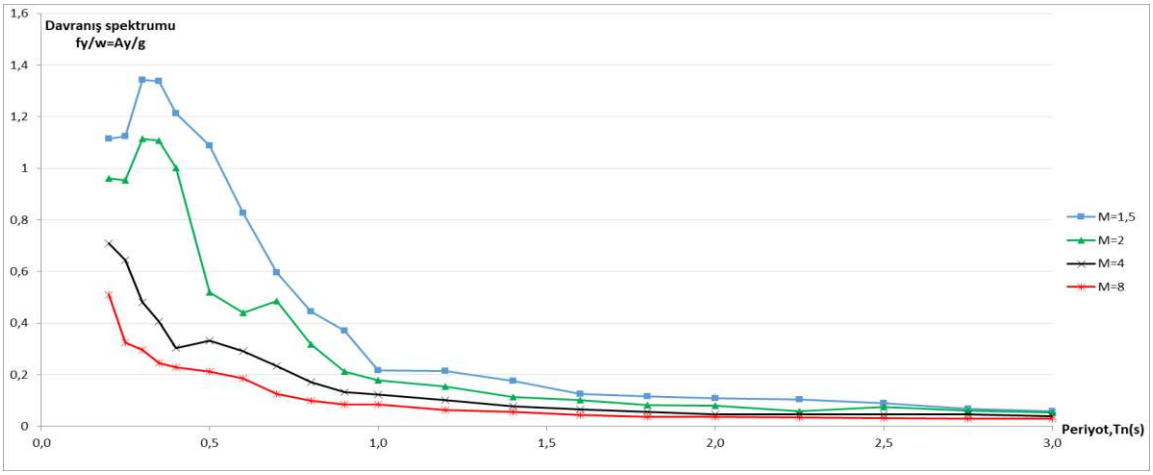


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

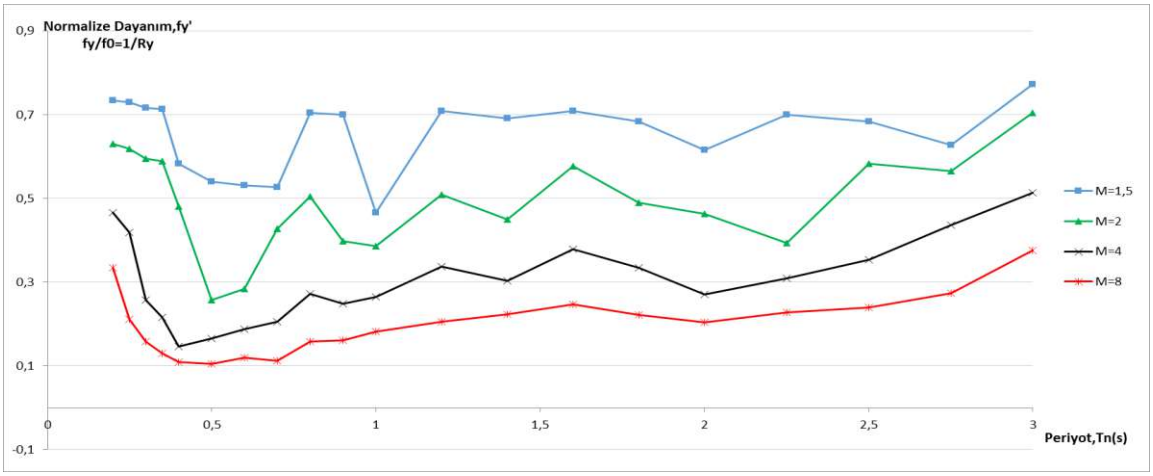
Şekil B.102: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

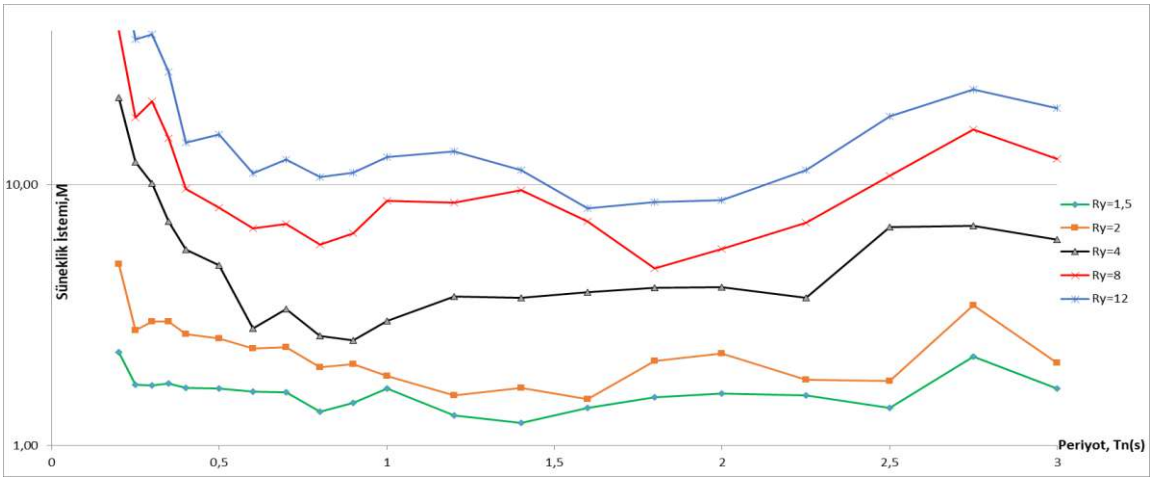


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

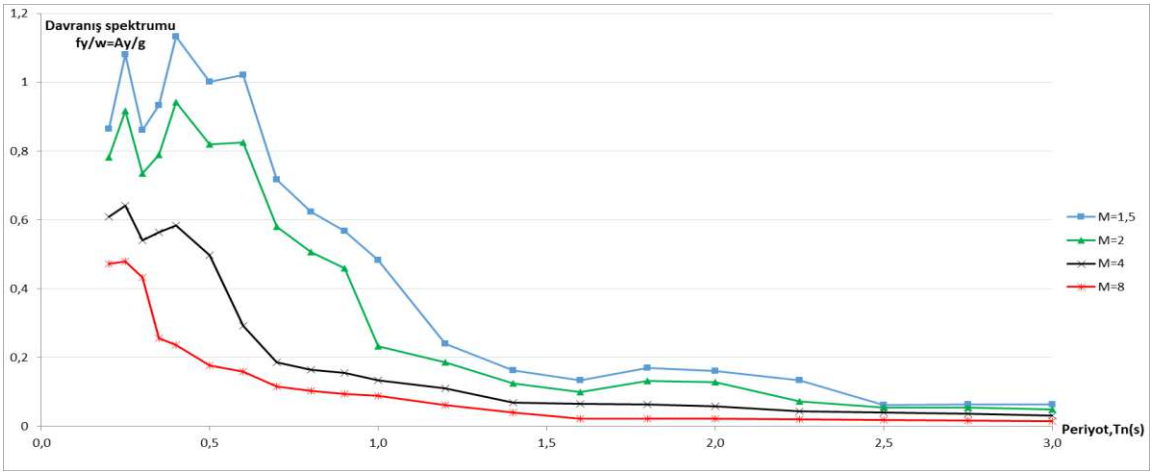


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

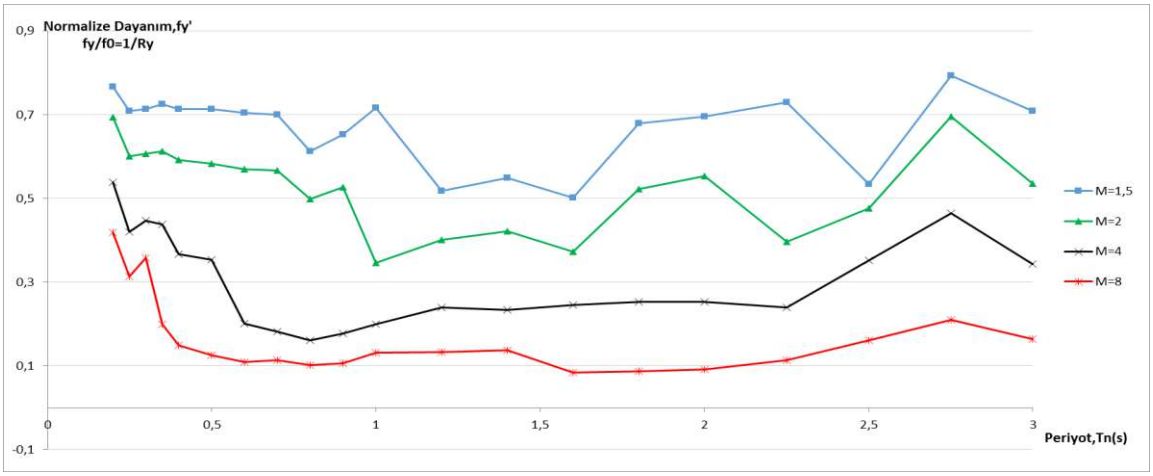
Şekil B.103: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

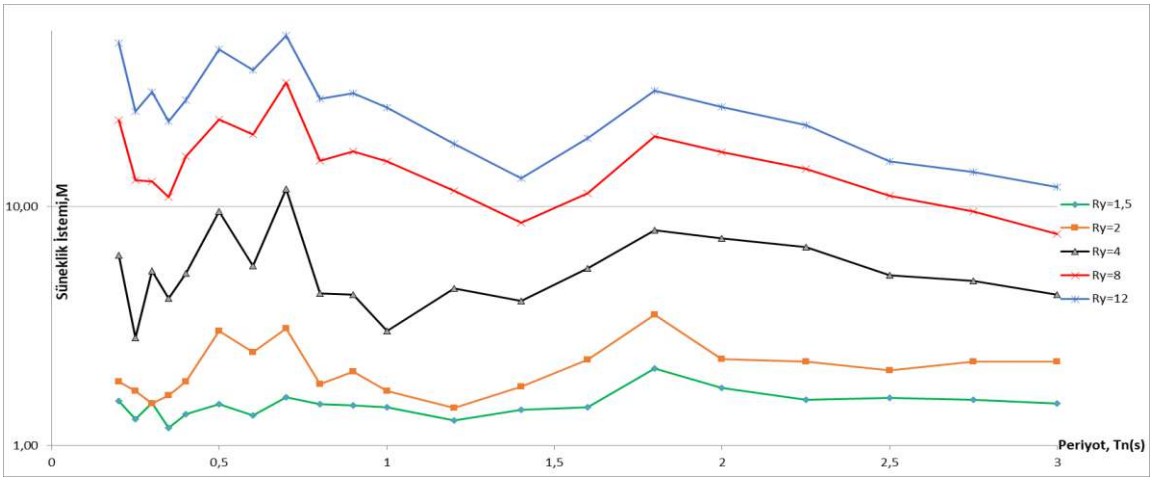


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

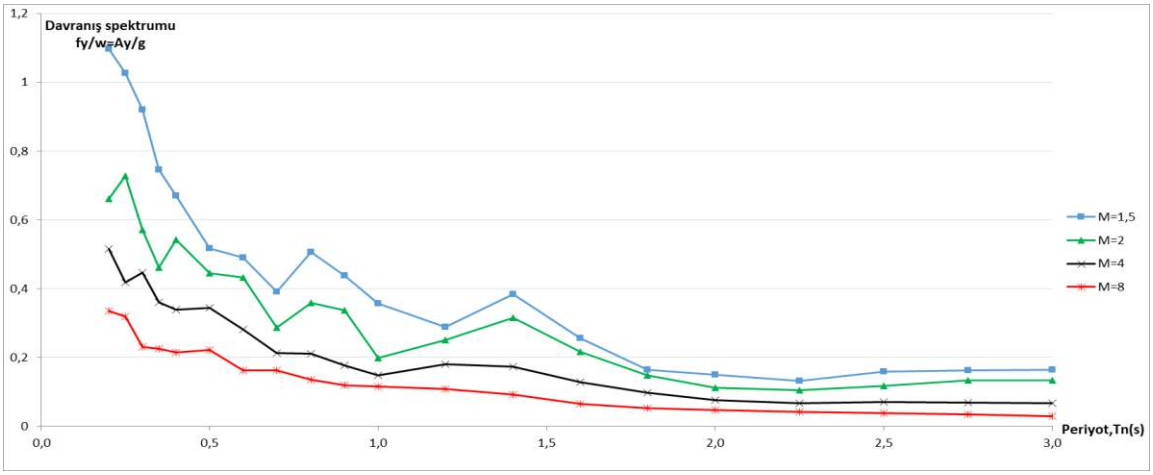


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

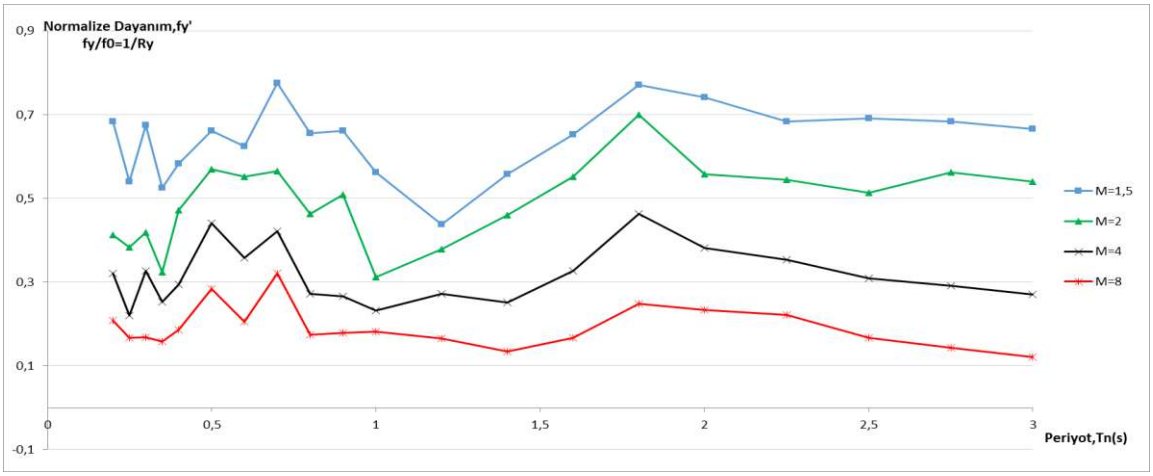
Şekil B.104: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

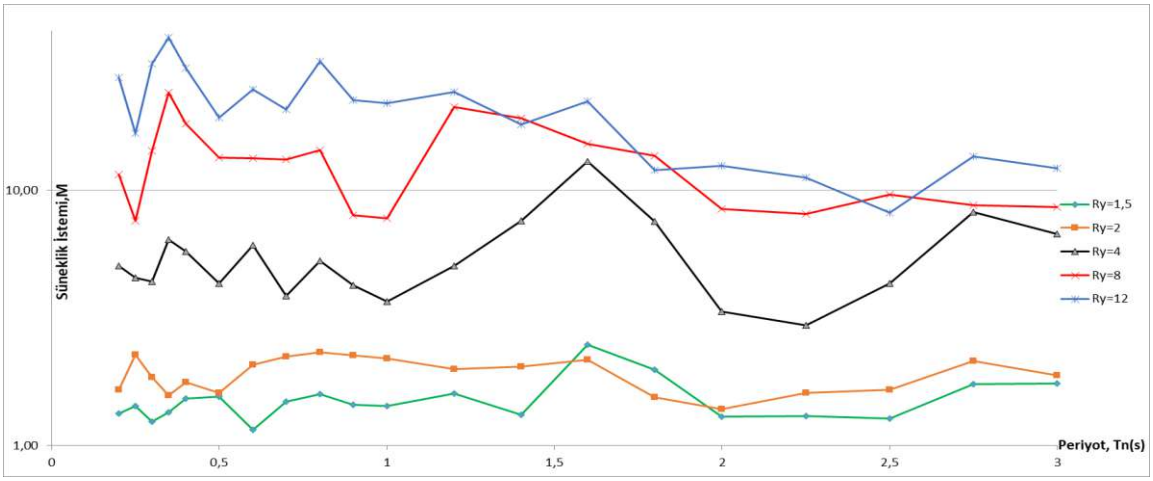


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

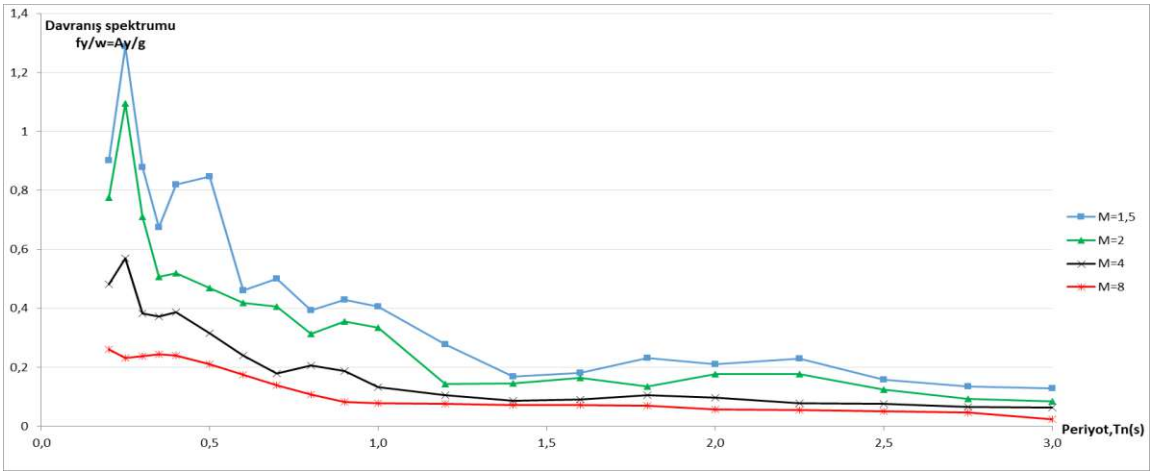


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

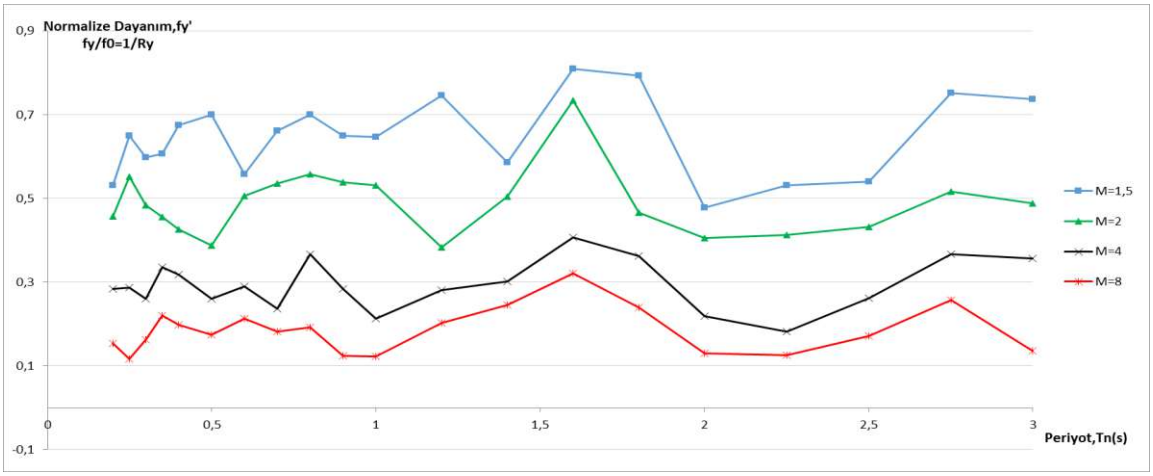
Şekil B.105: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

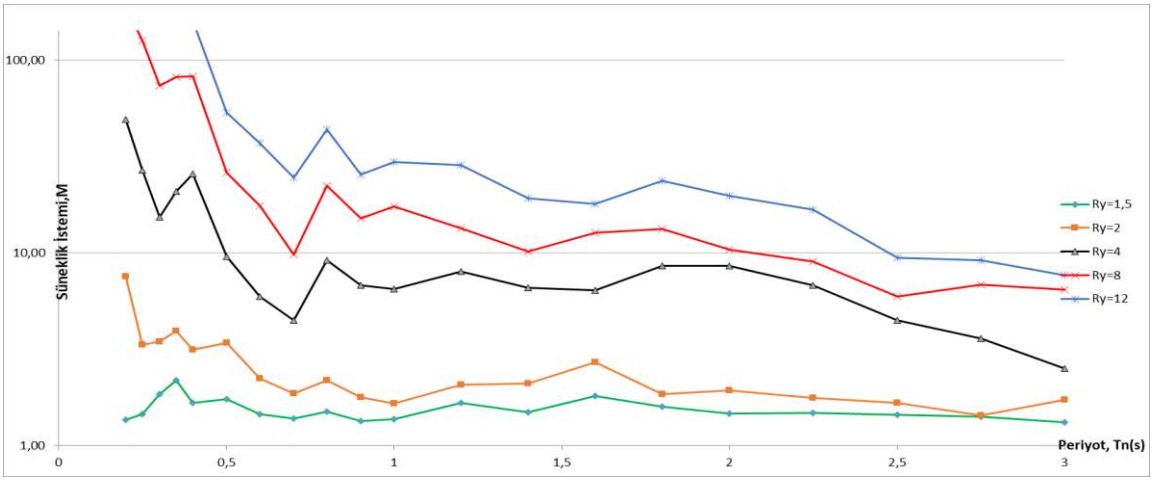


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

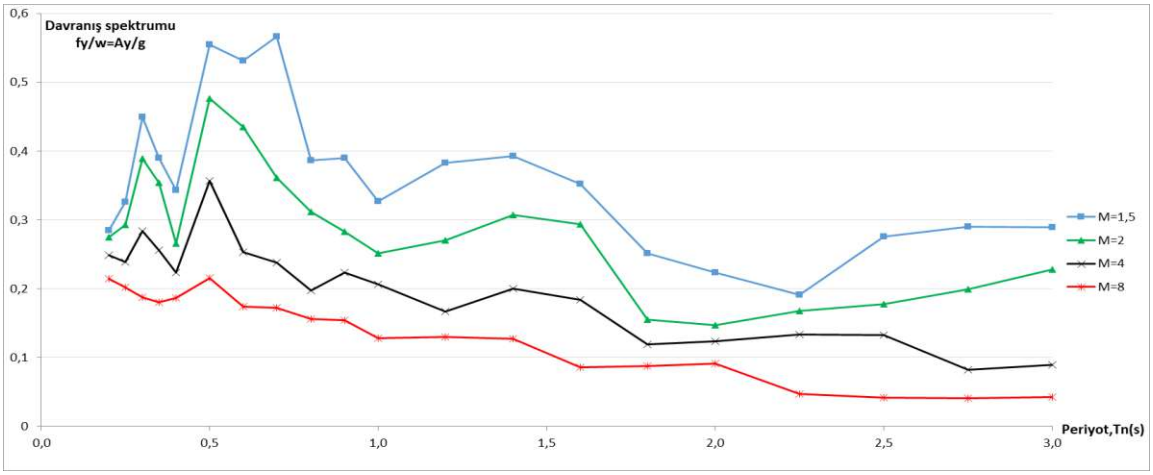


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

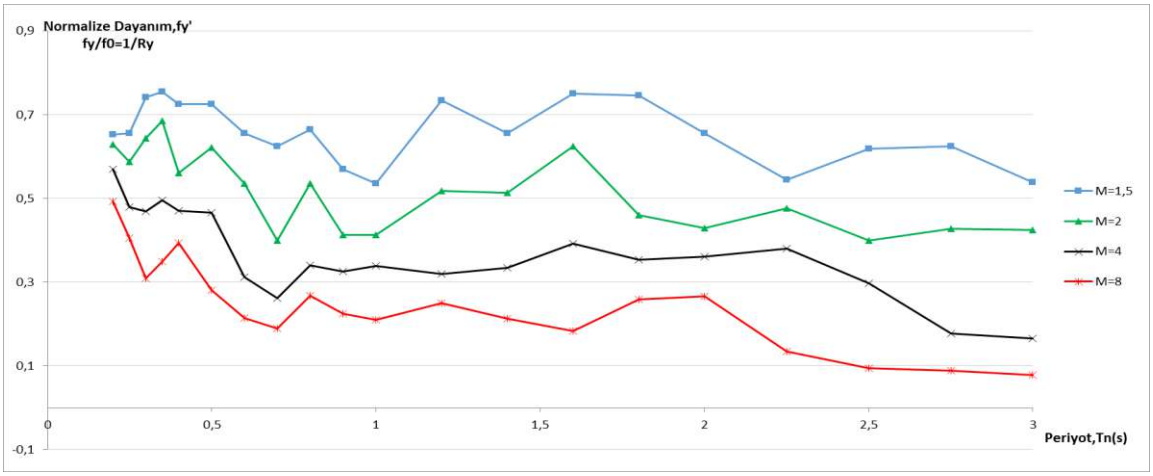
Şekil B.106: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

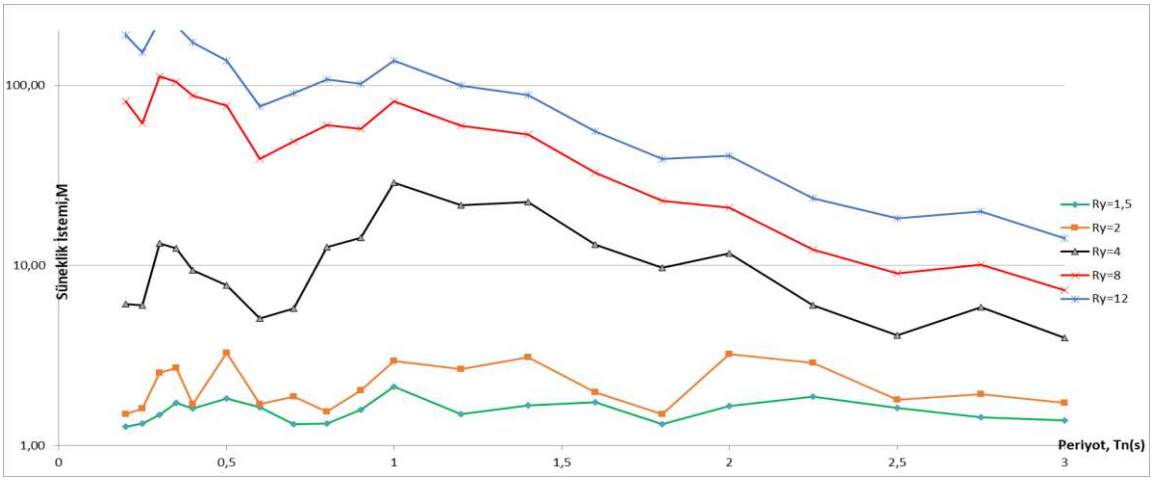


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

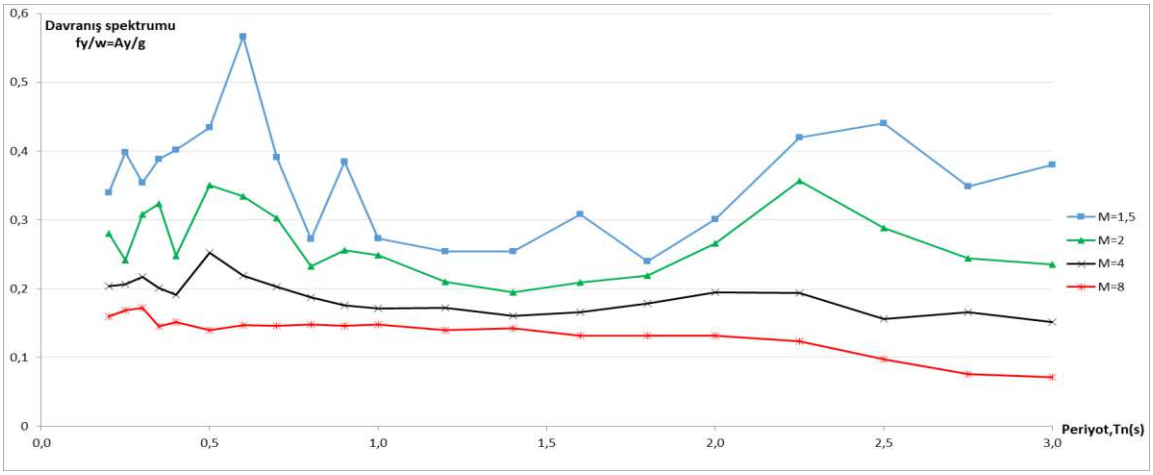


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

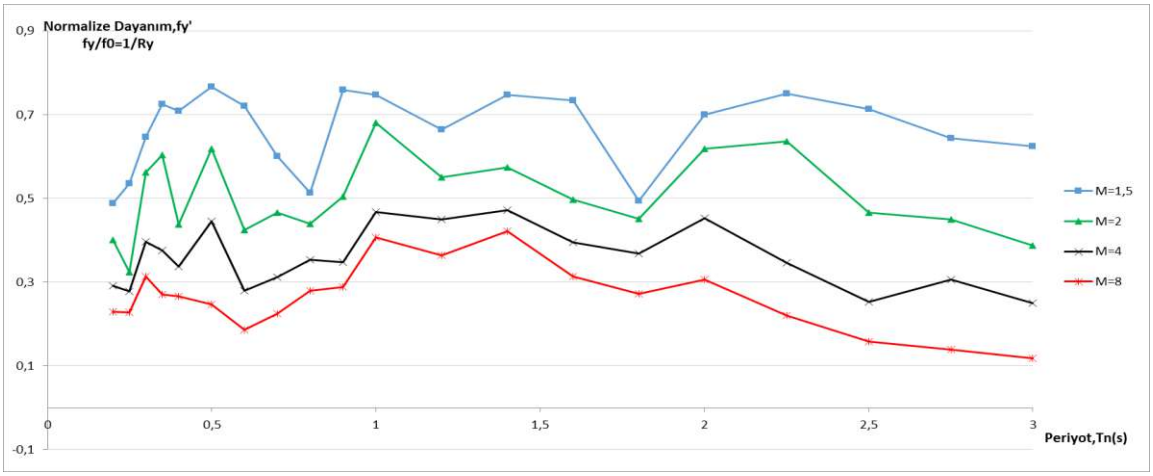
Şekil B.107: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

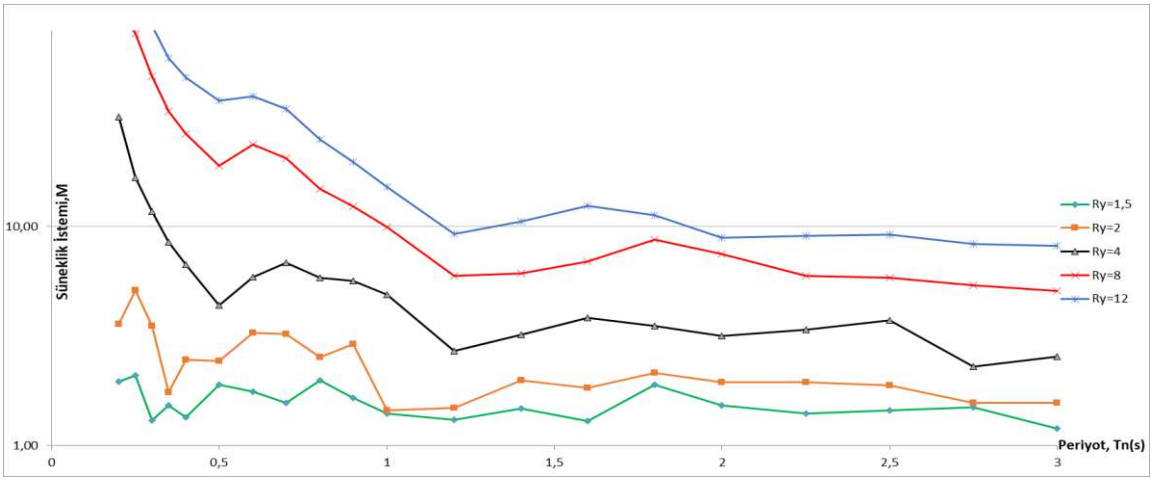


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

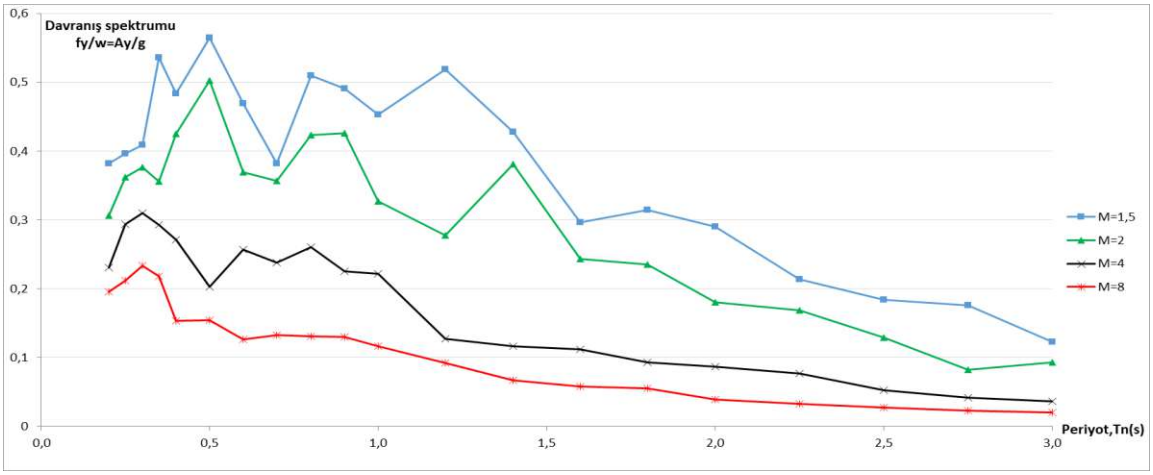


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

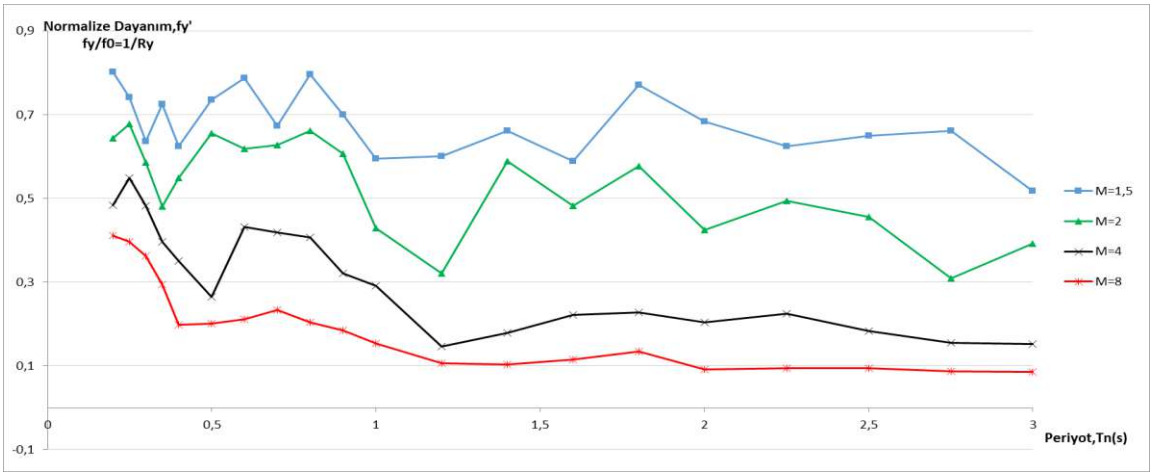
Şekil B.108: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

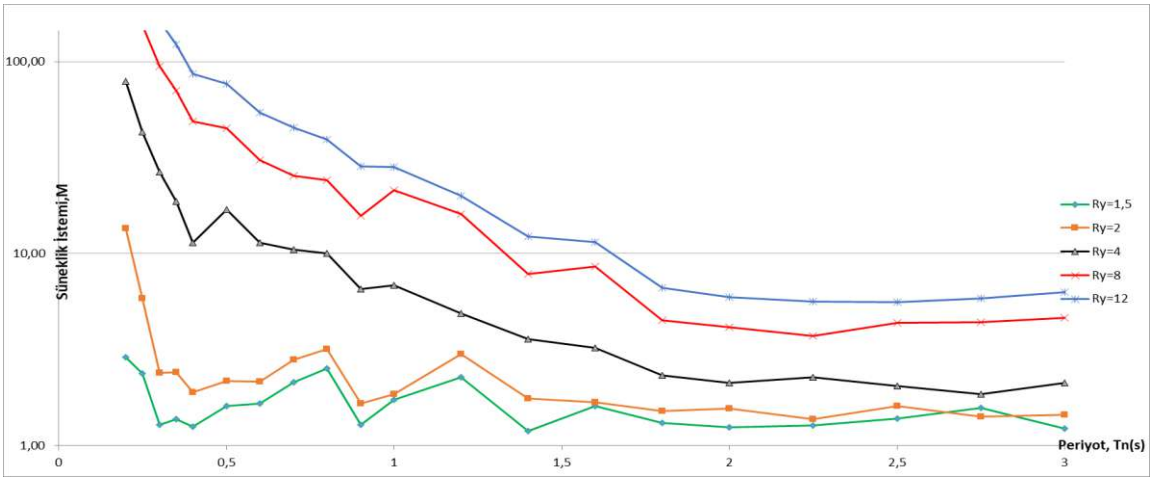


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

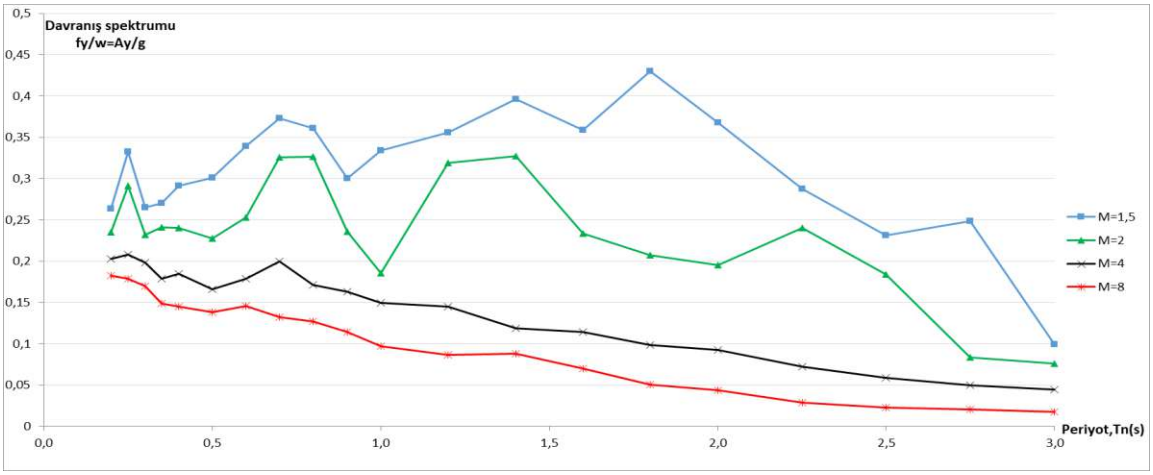


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

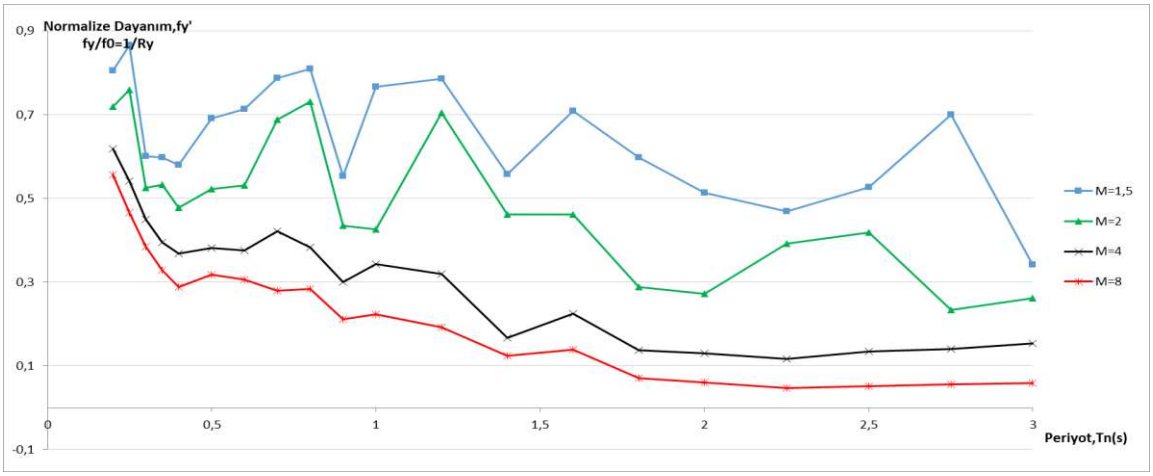
Şekil B.109: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

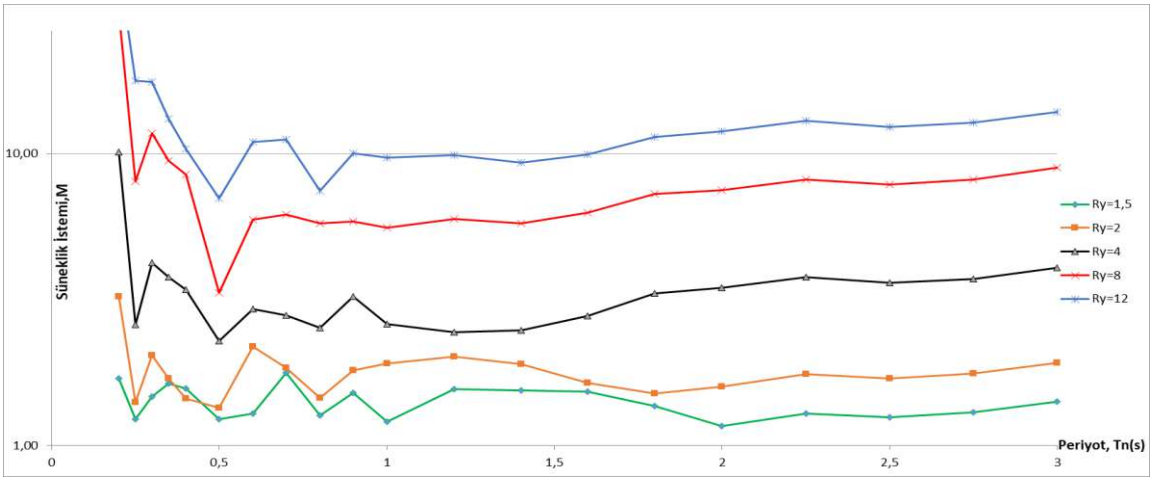


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

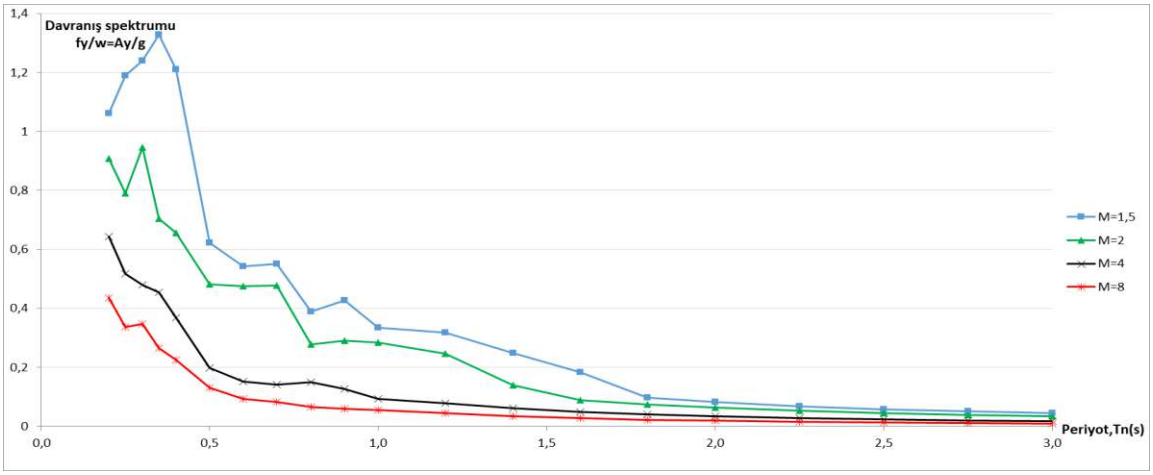


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

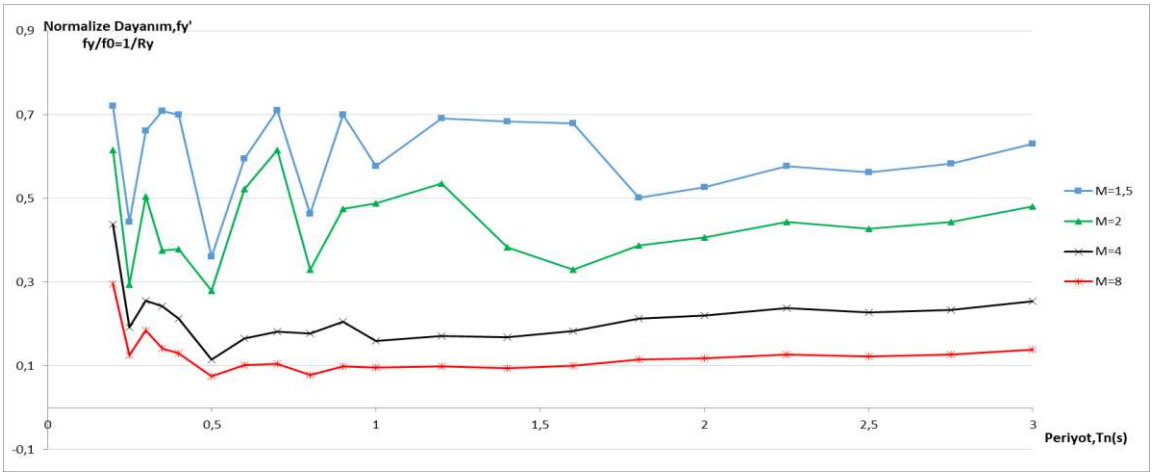
Şekil B.110: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

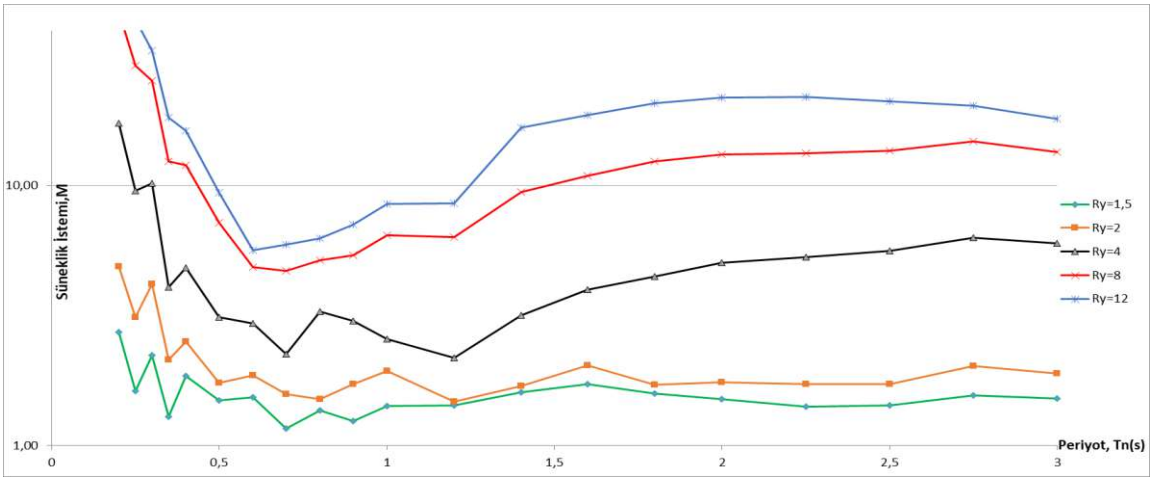


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

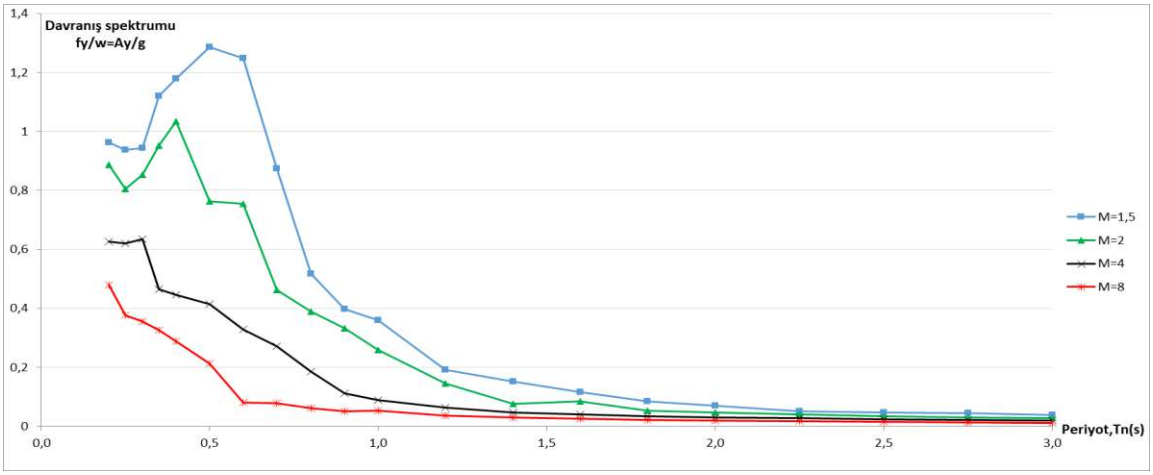


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

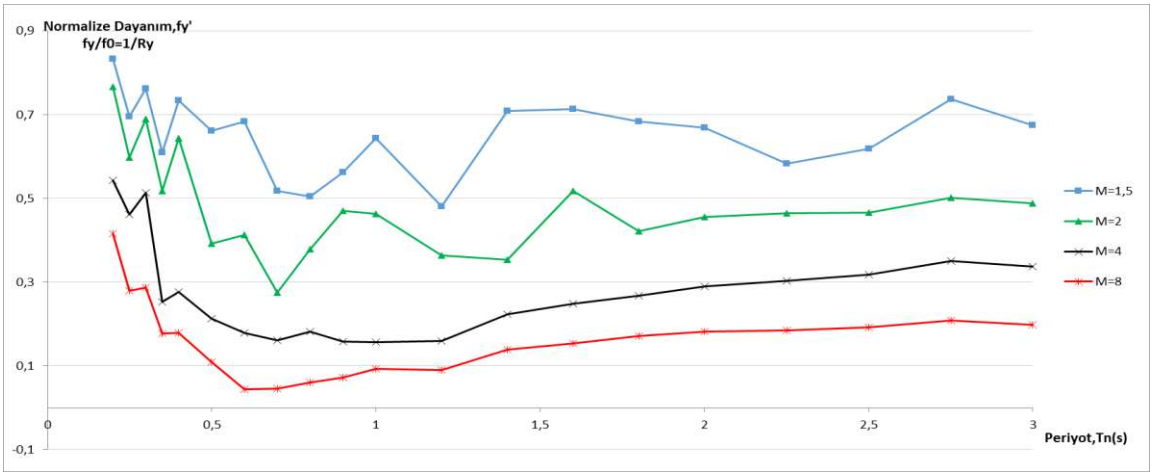
Şekil B.111: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

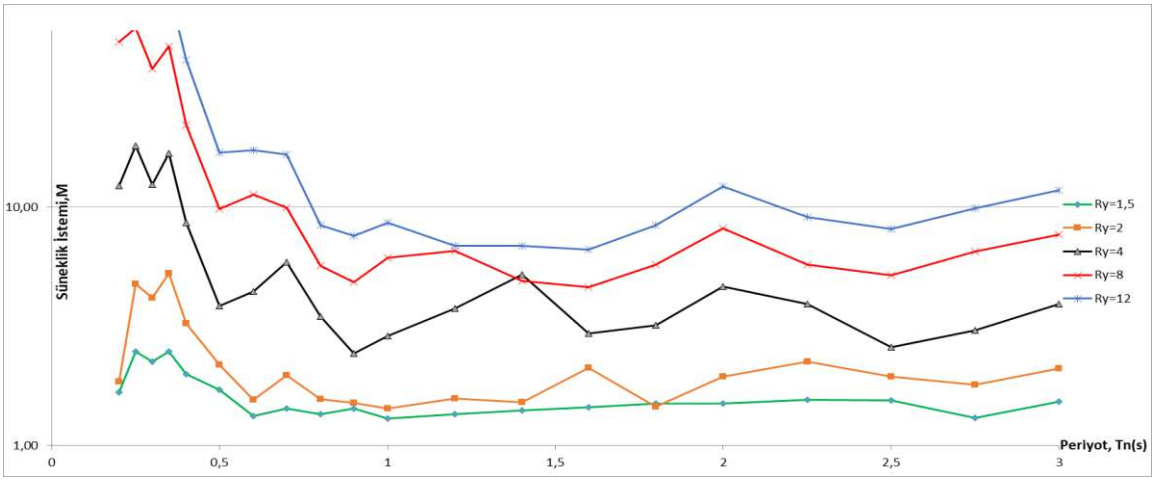


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

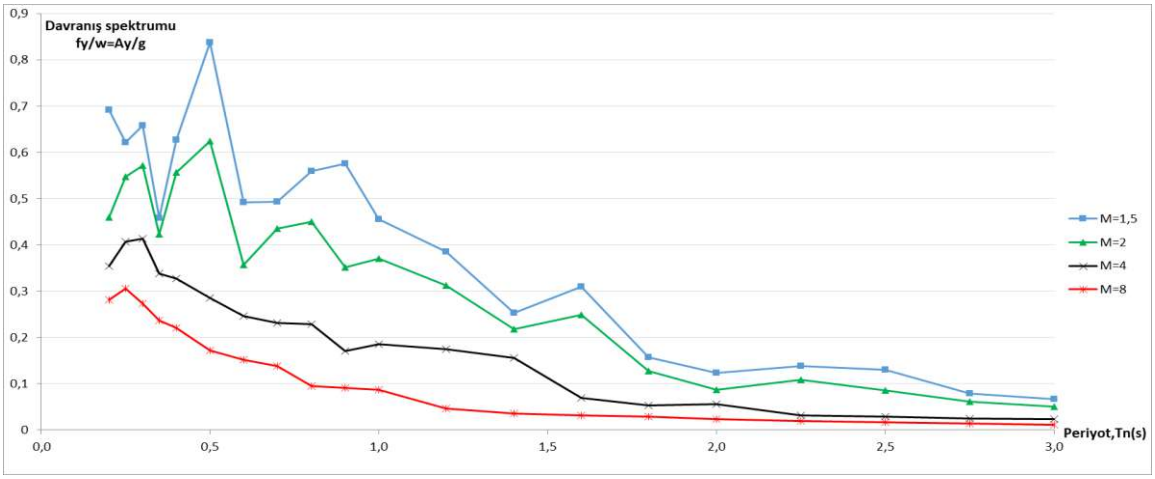


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

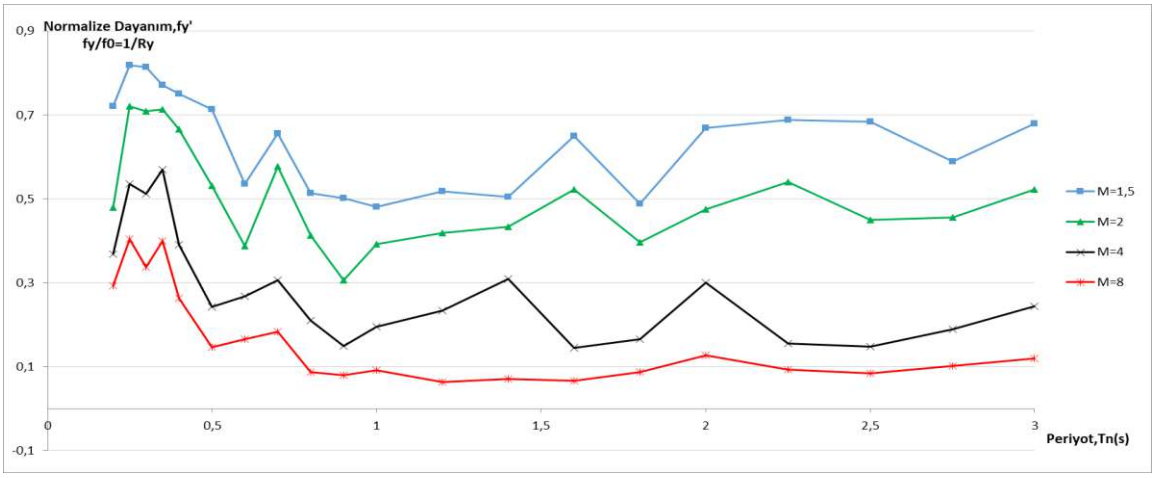
Şekil B.112: Pekleşme oranı %1 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

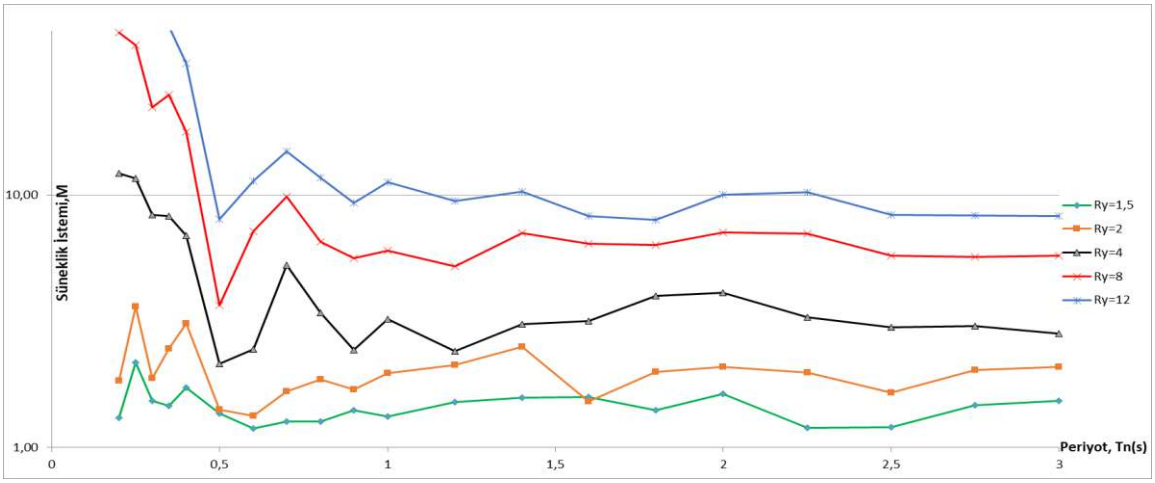


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

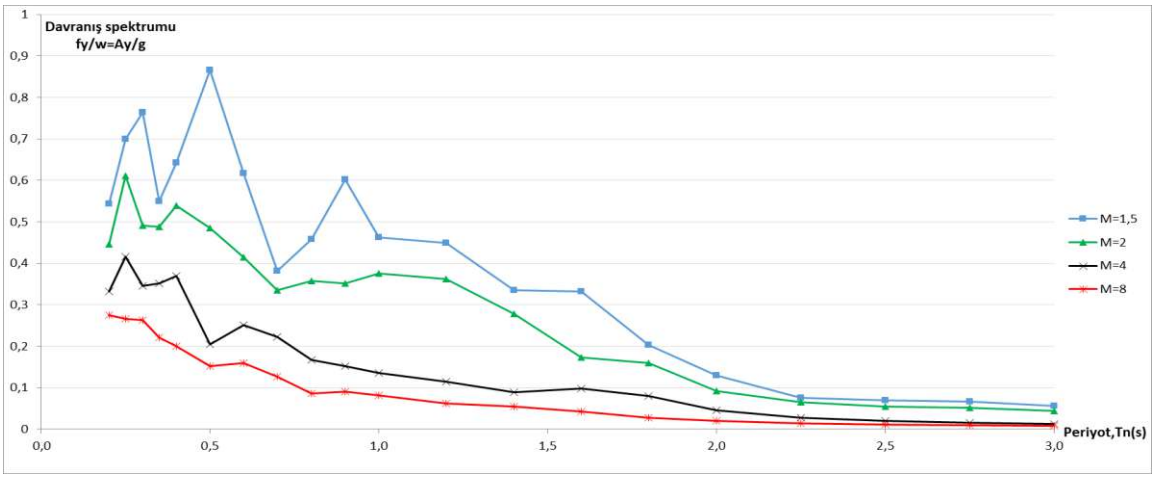


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

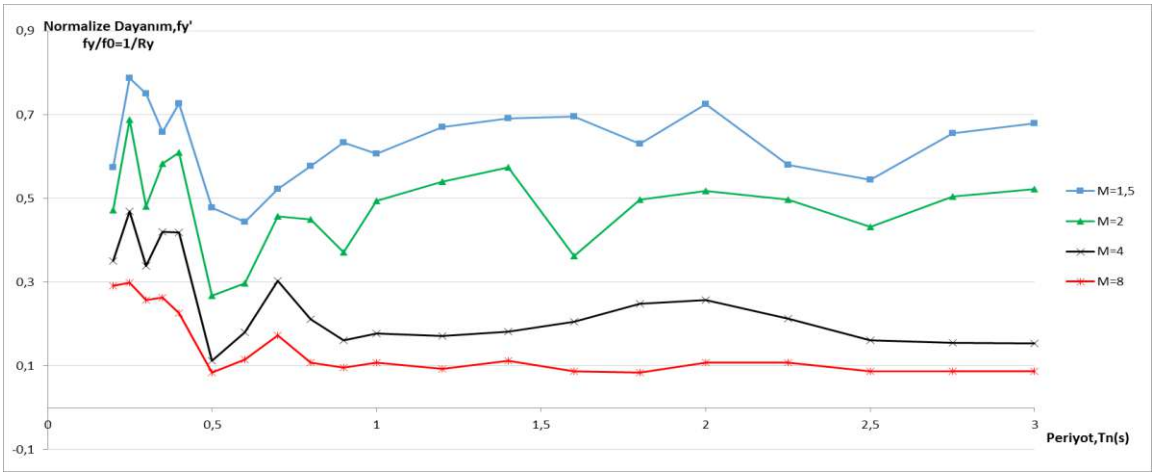
Şekil B.113: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

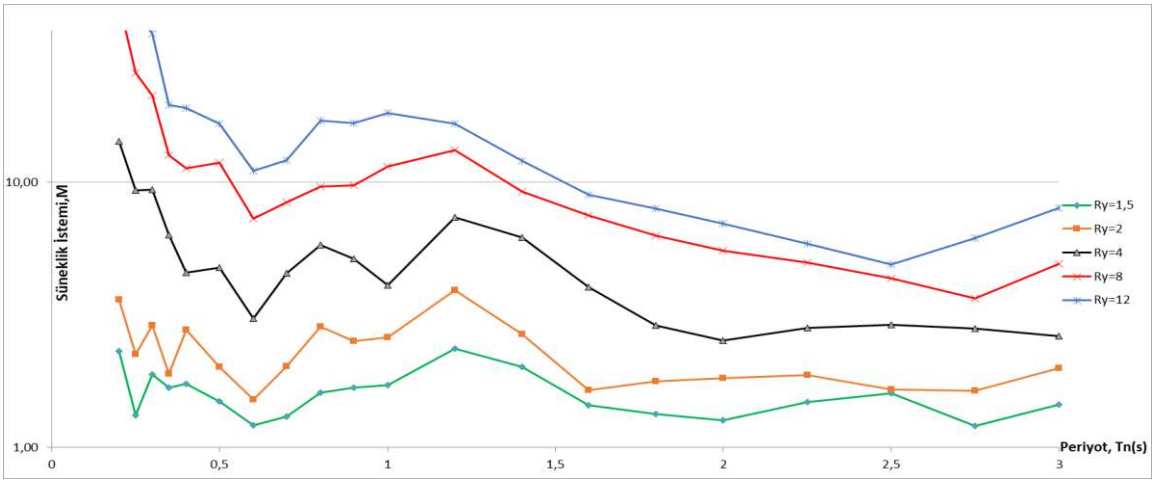


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

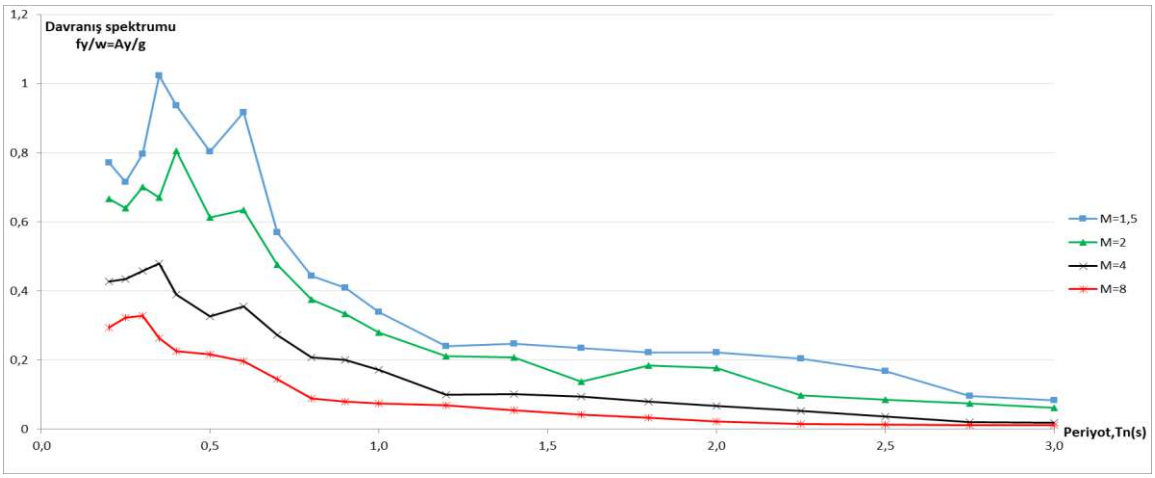


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

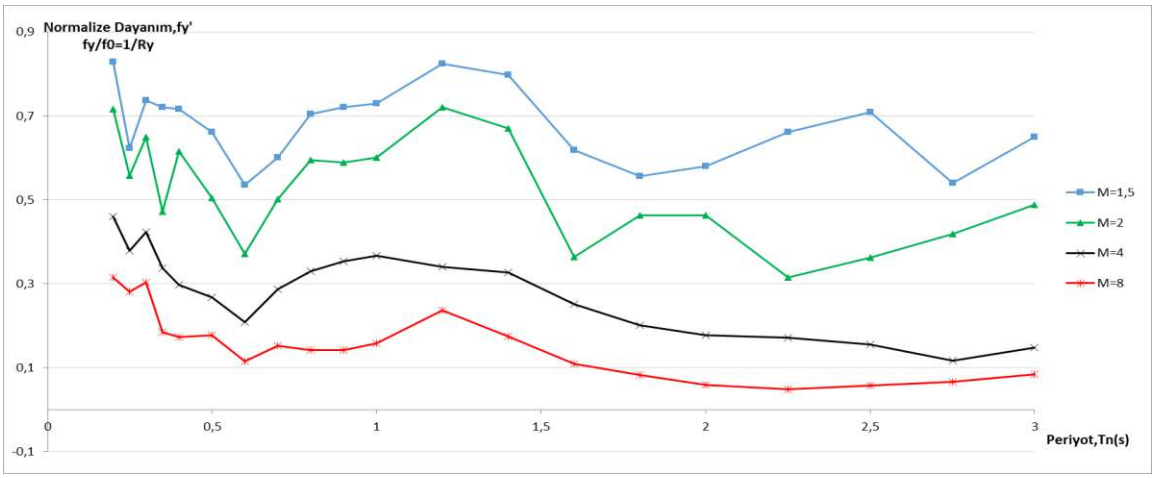
Şekil B.114: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

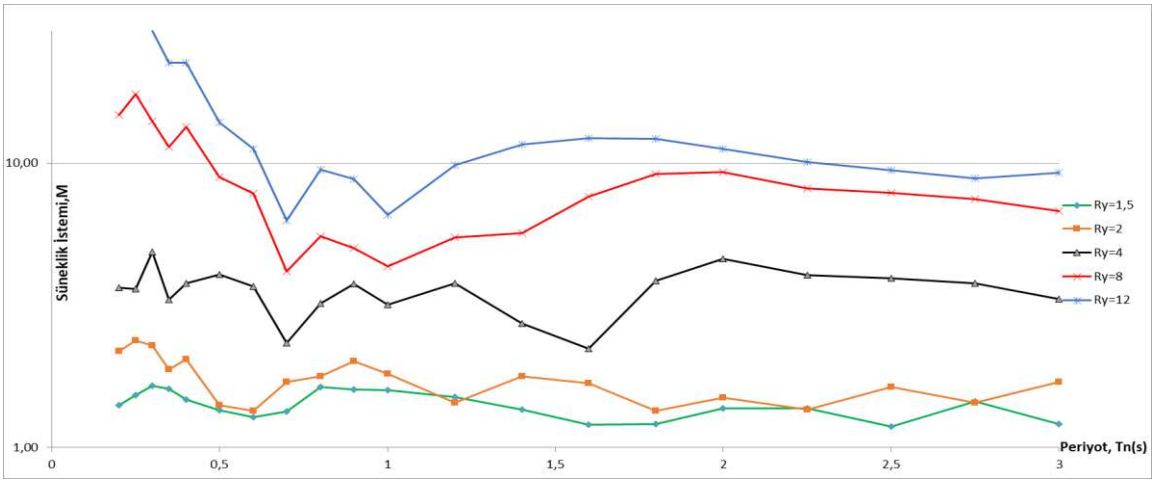


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

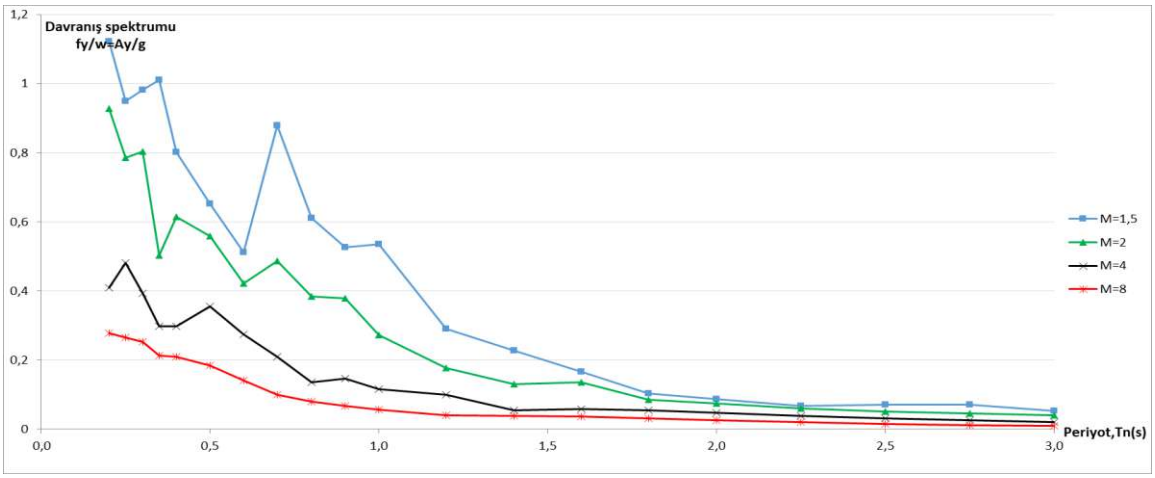


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

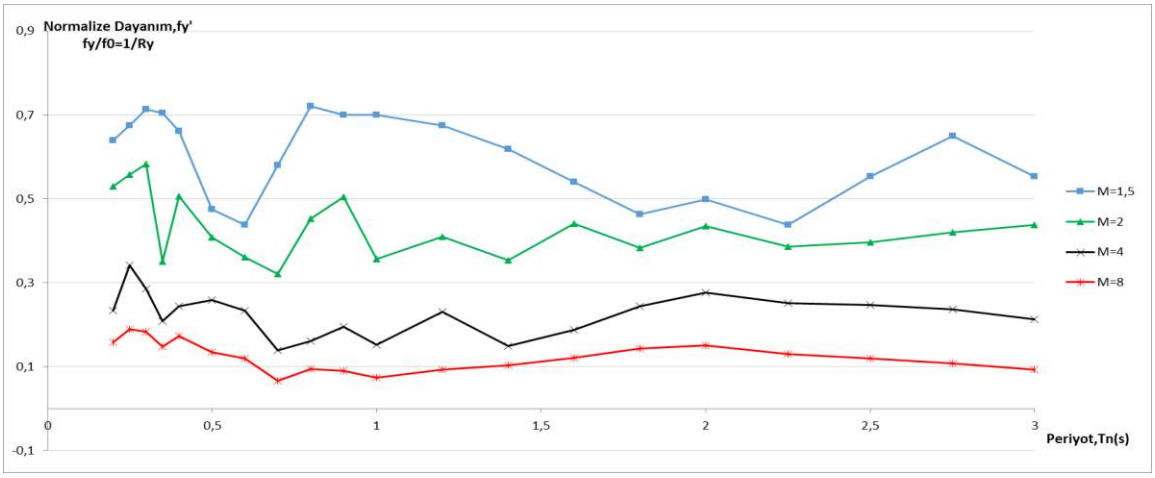
Şekil B.115: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

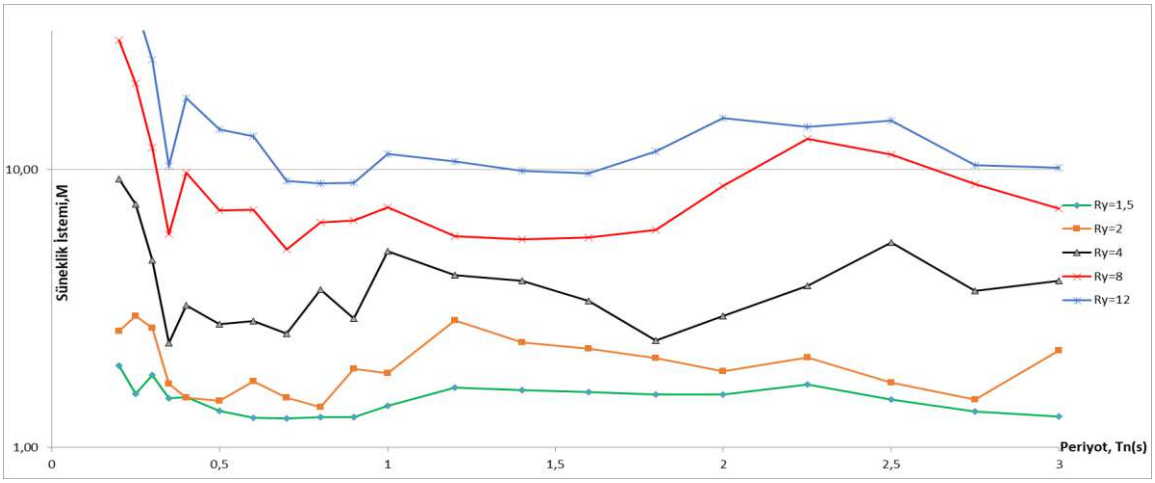


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

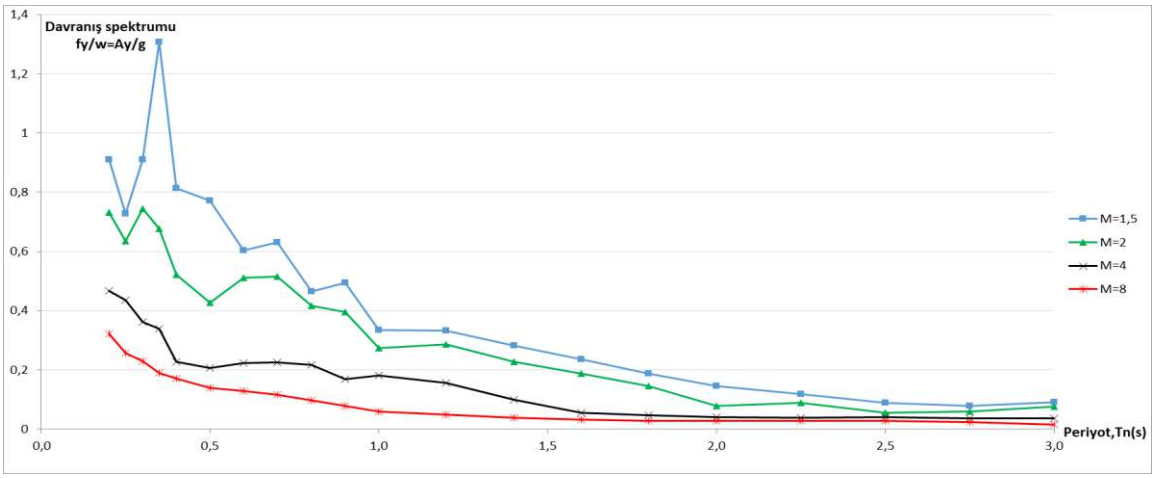


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

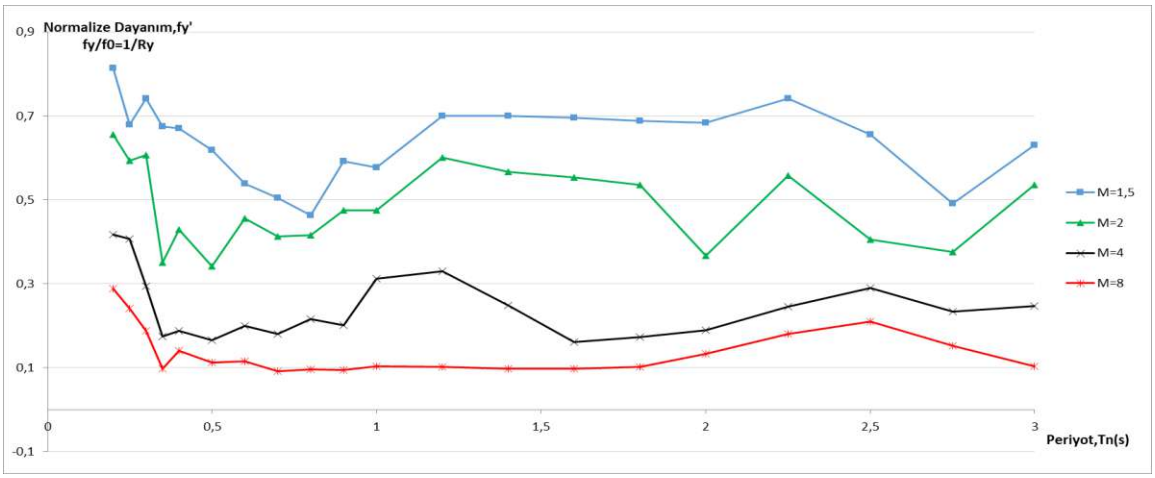
Şekil B.116: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

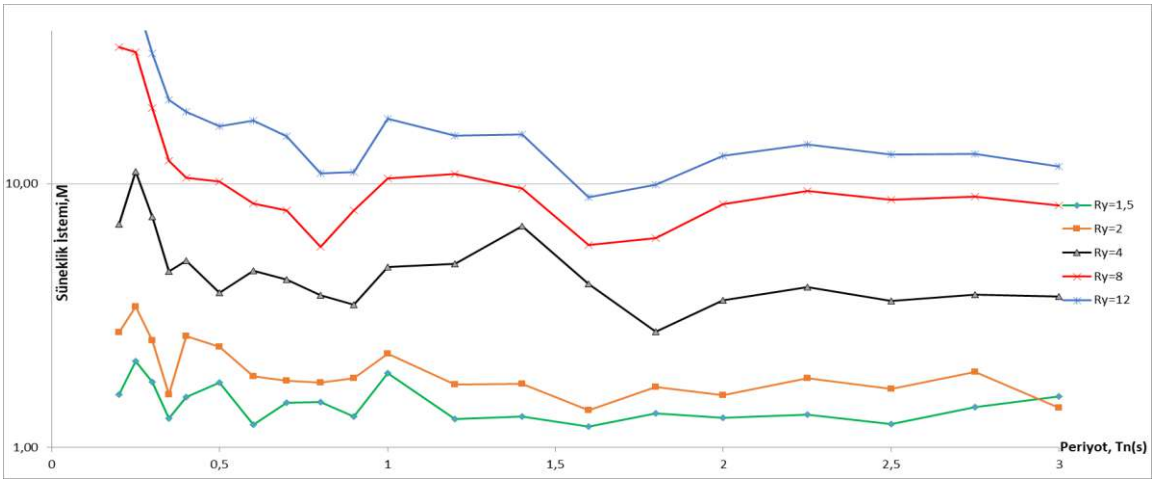


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

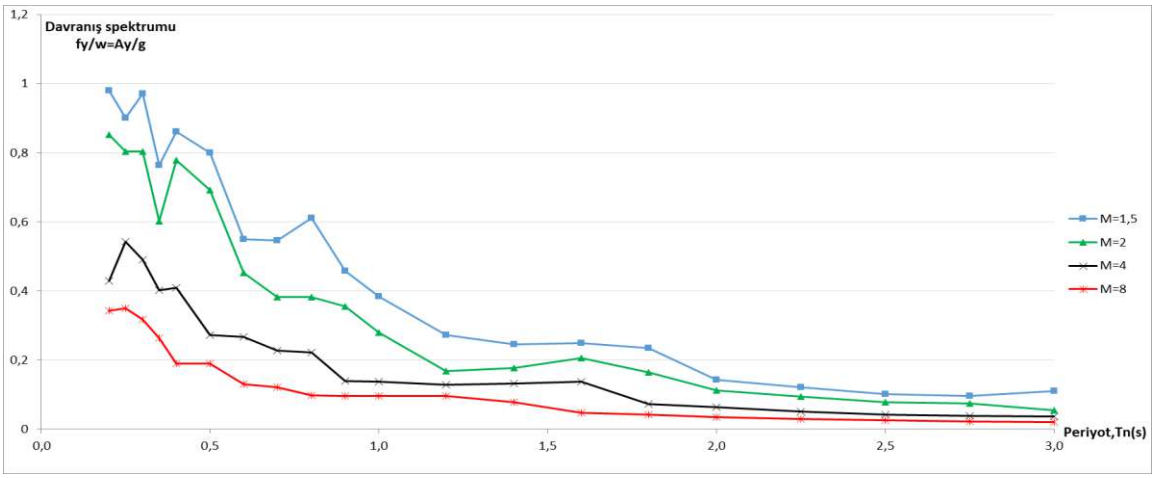


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

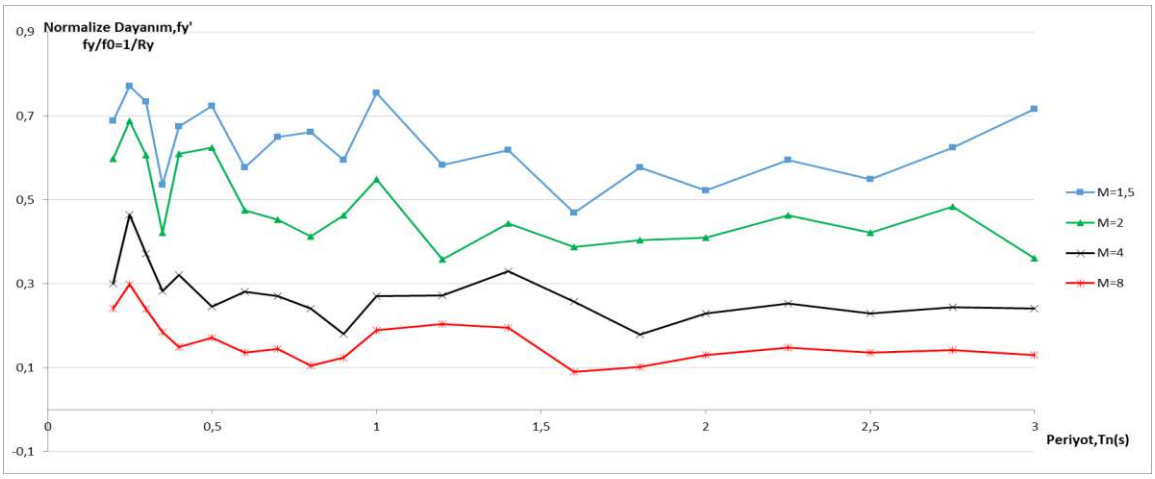
Şekil B.117: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-21 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

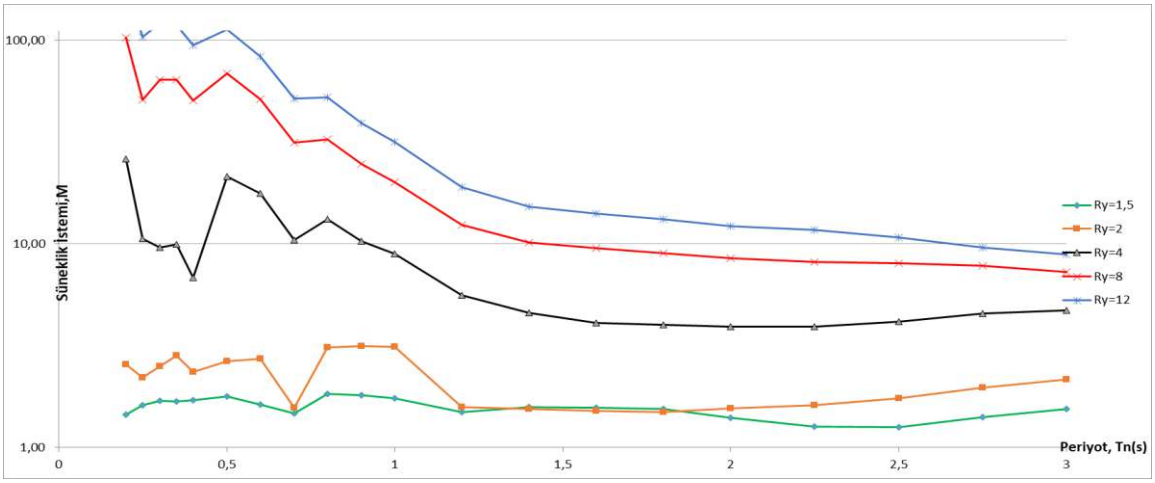


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

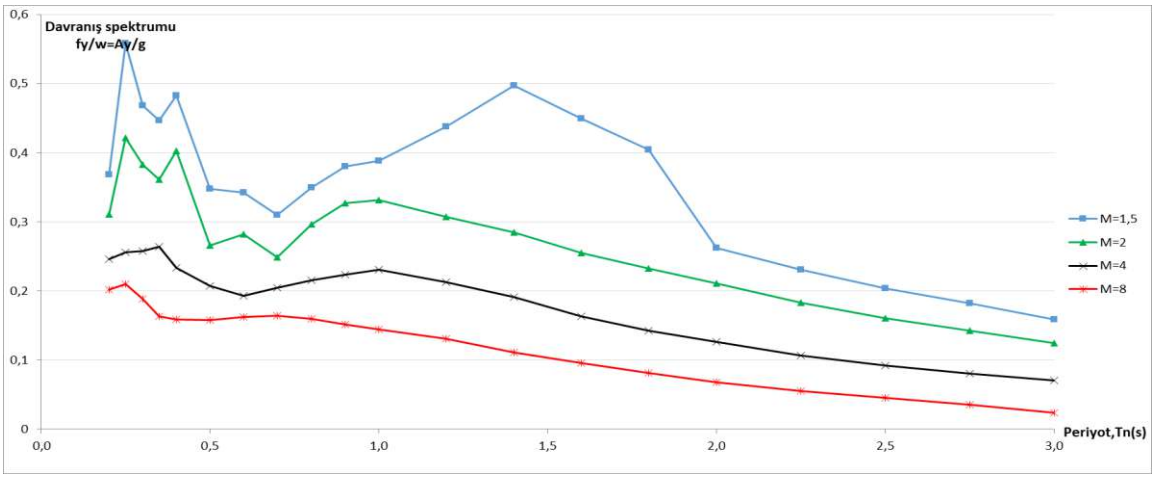


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

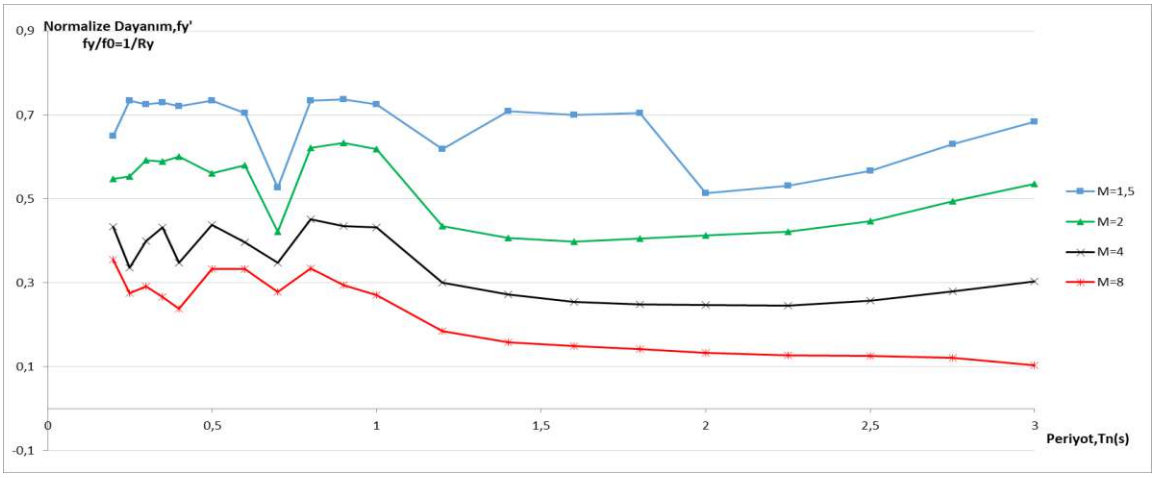
Şekil B.118: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-111 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

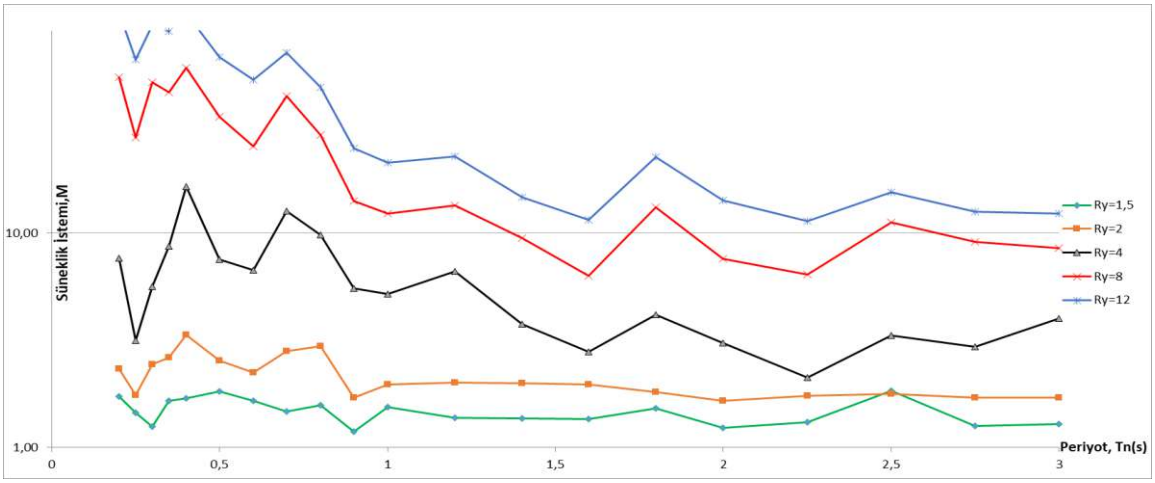


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

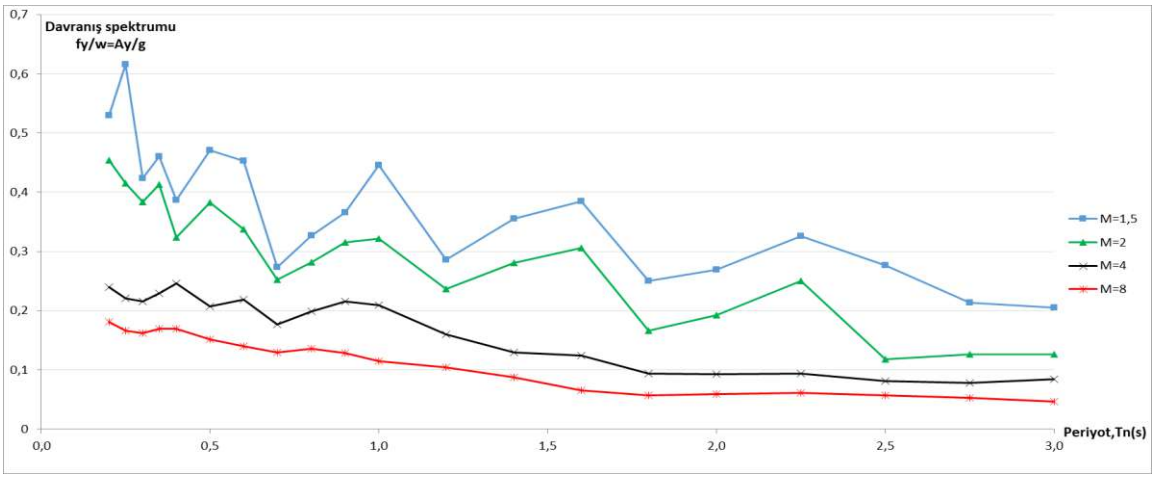


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

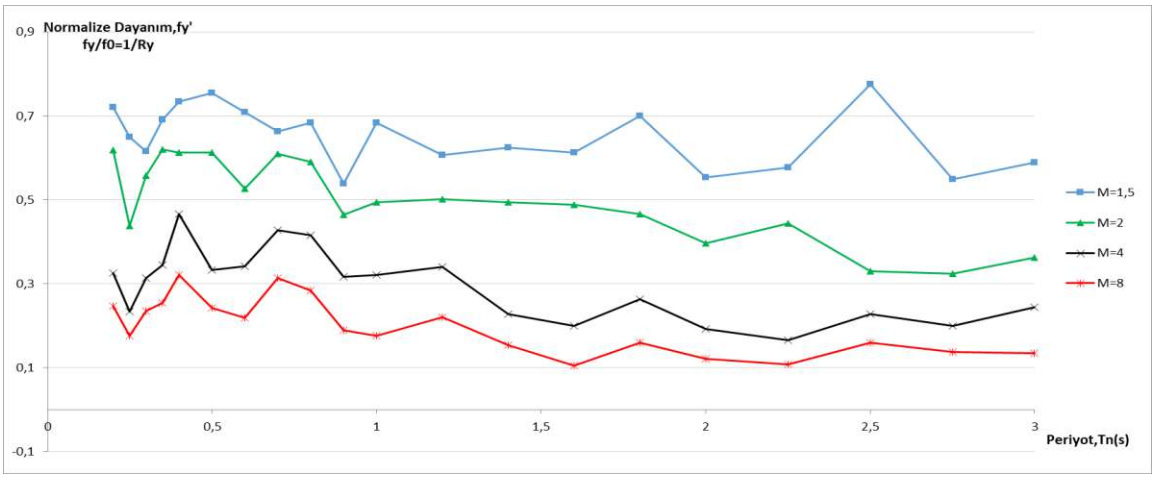
Şekil B.119: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

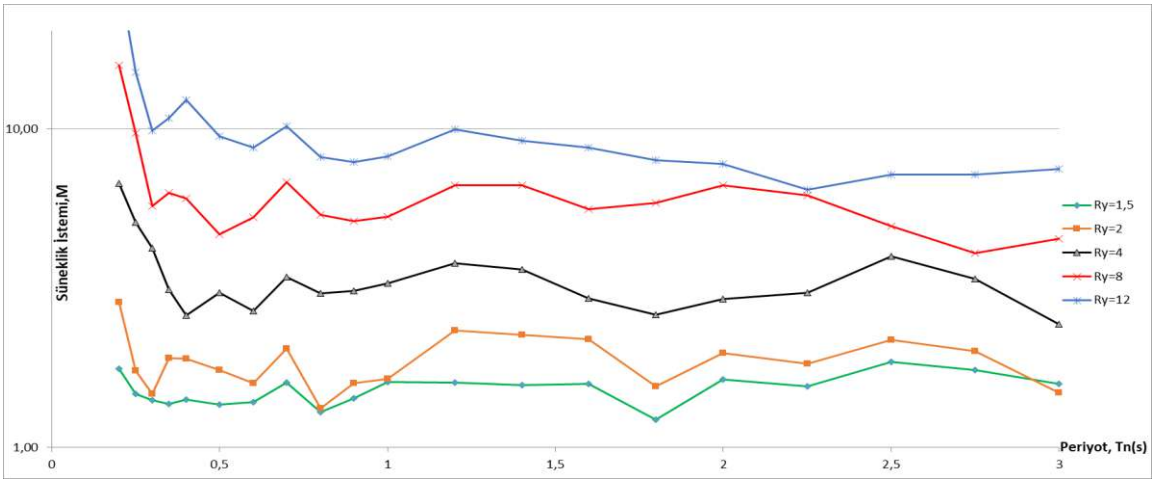


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

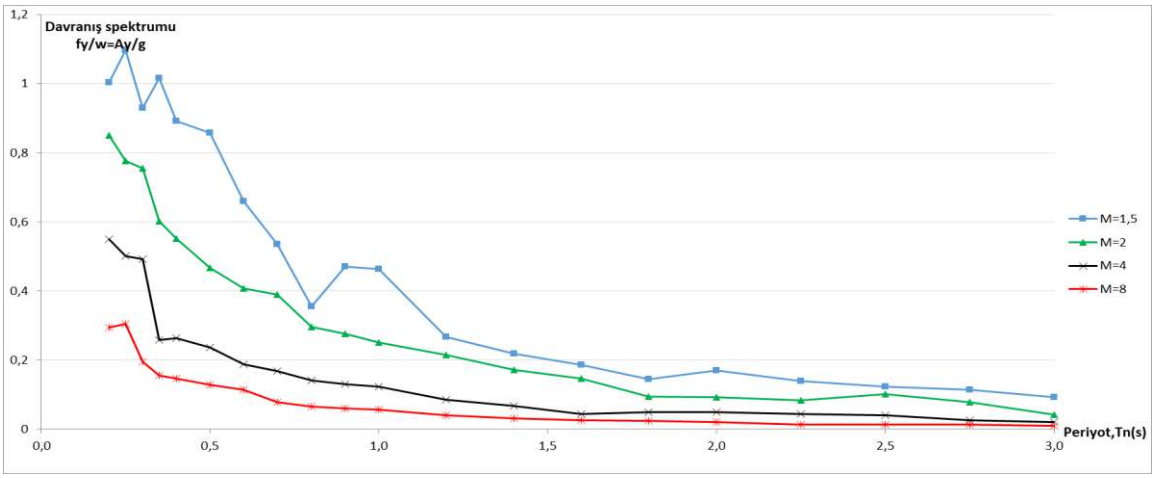


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

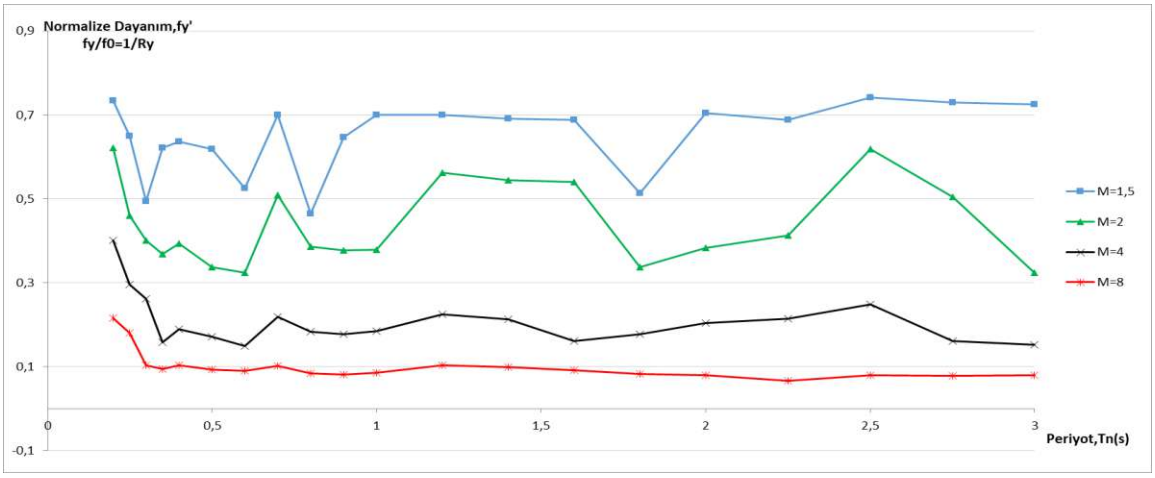
Şekil B.120: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

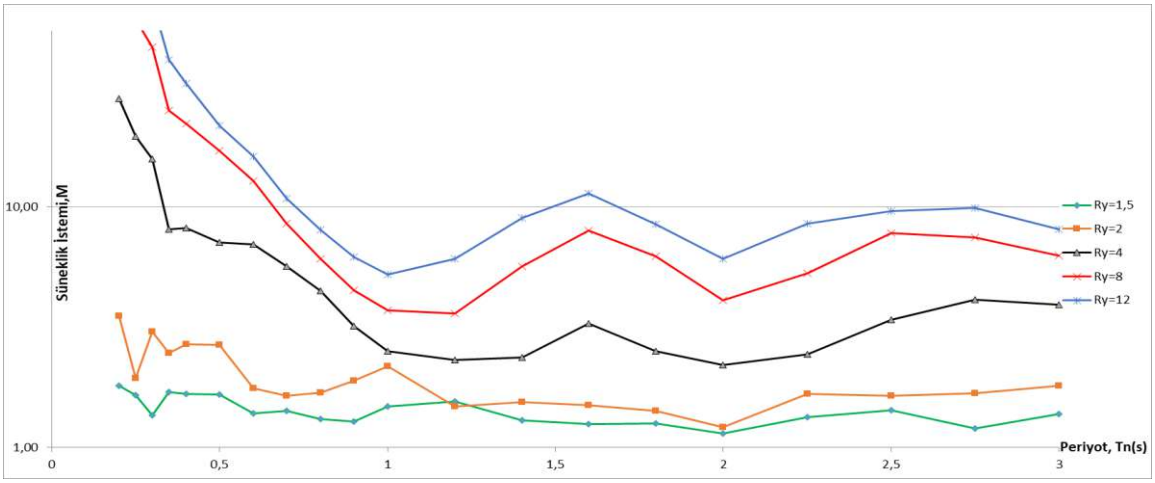


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

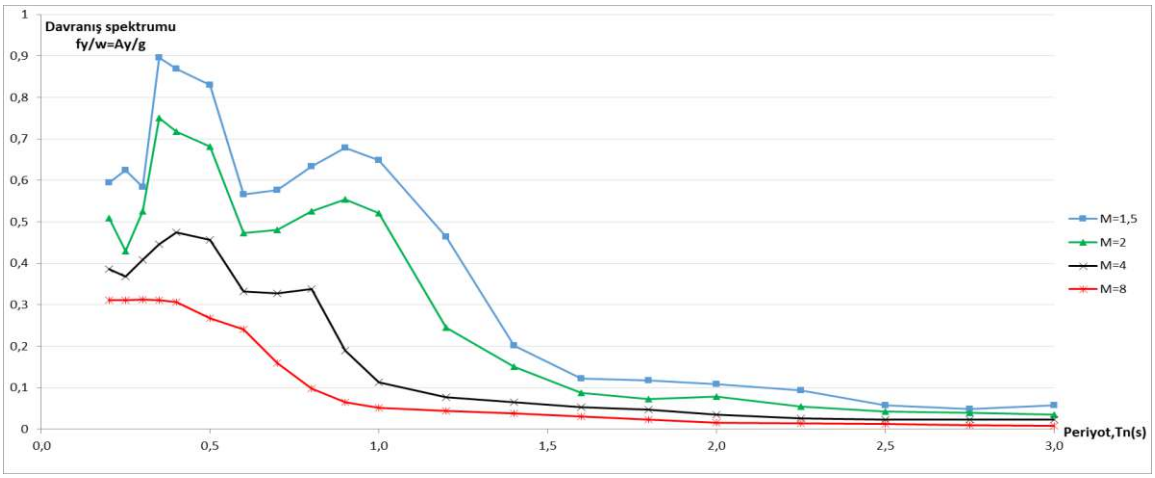


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

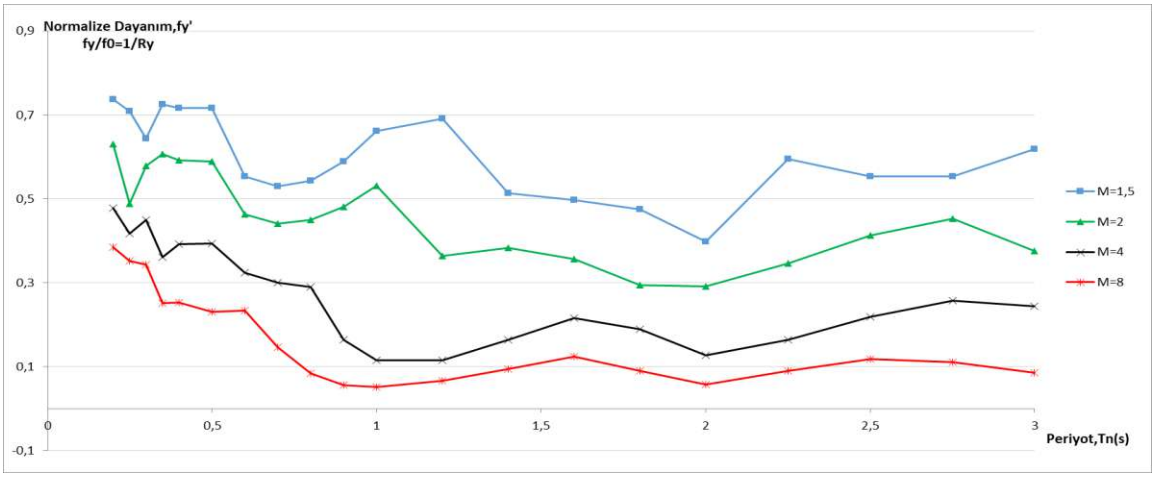
Şekil B.121: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

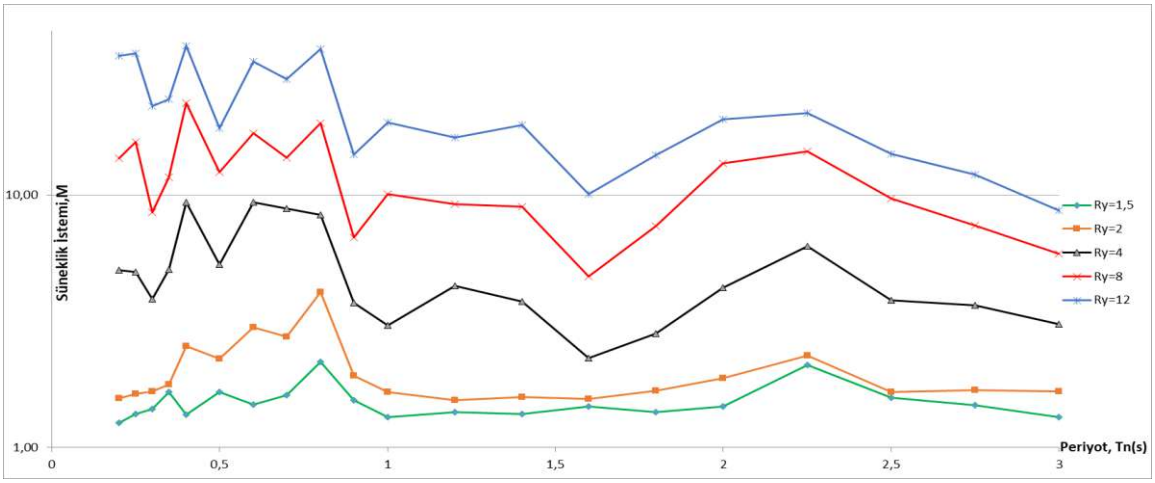


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

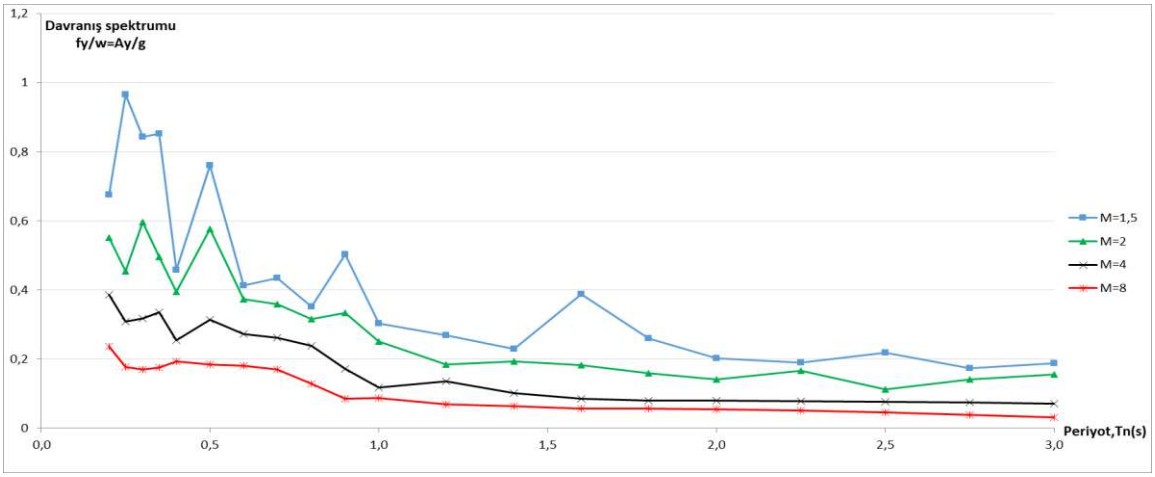


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

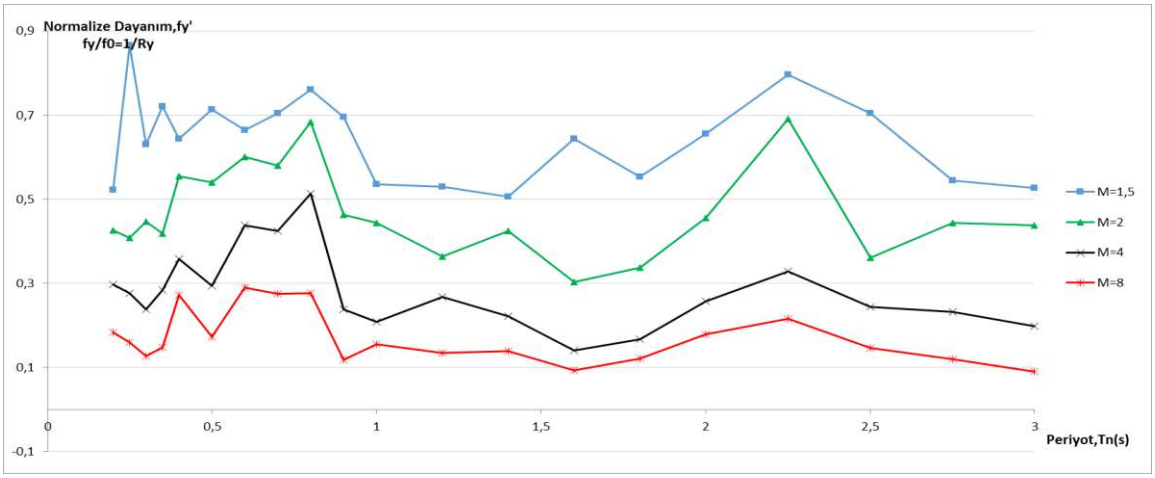
Şekil B.122: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

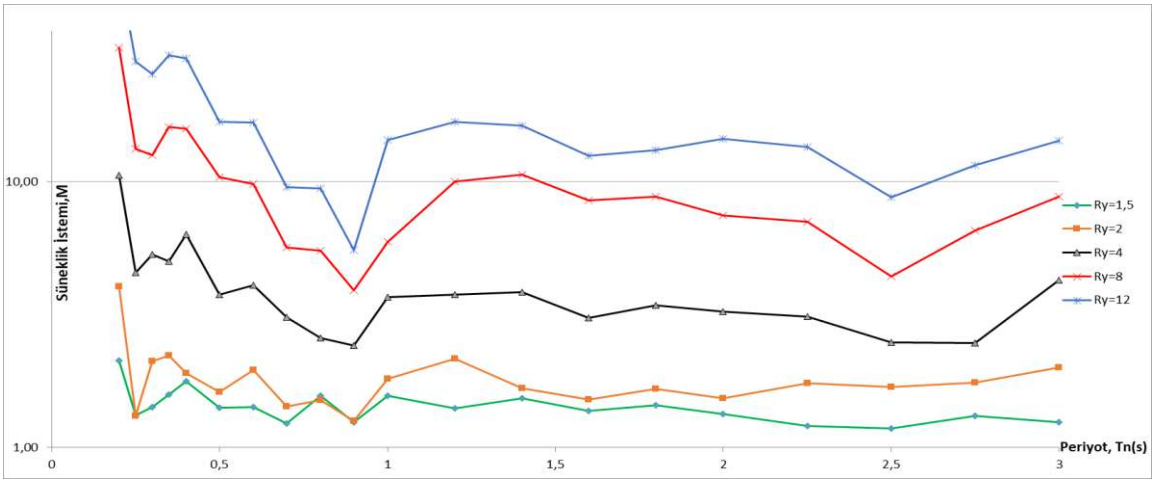


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

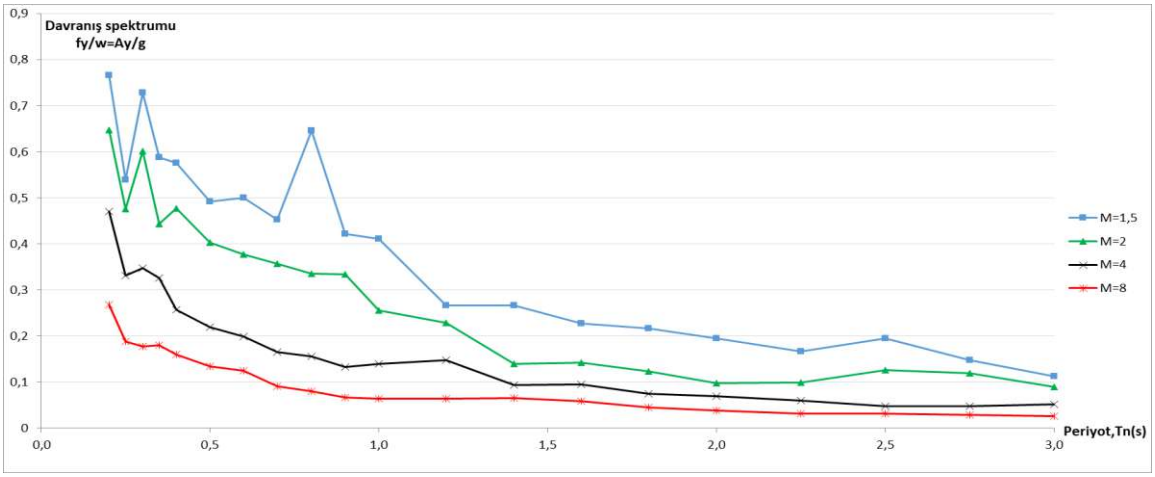


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

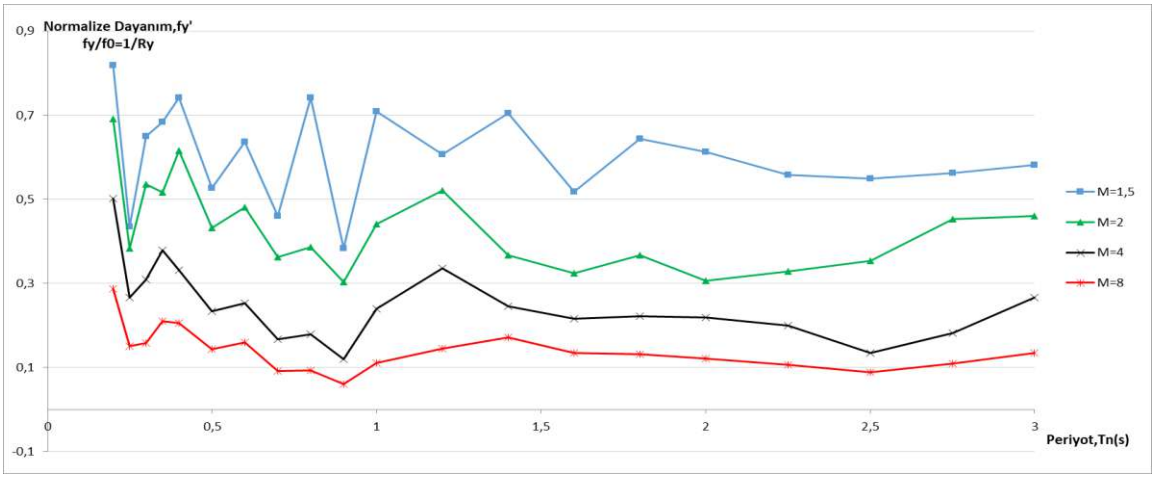
Şekil B.123: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

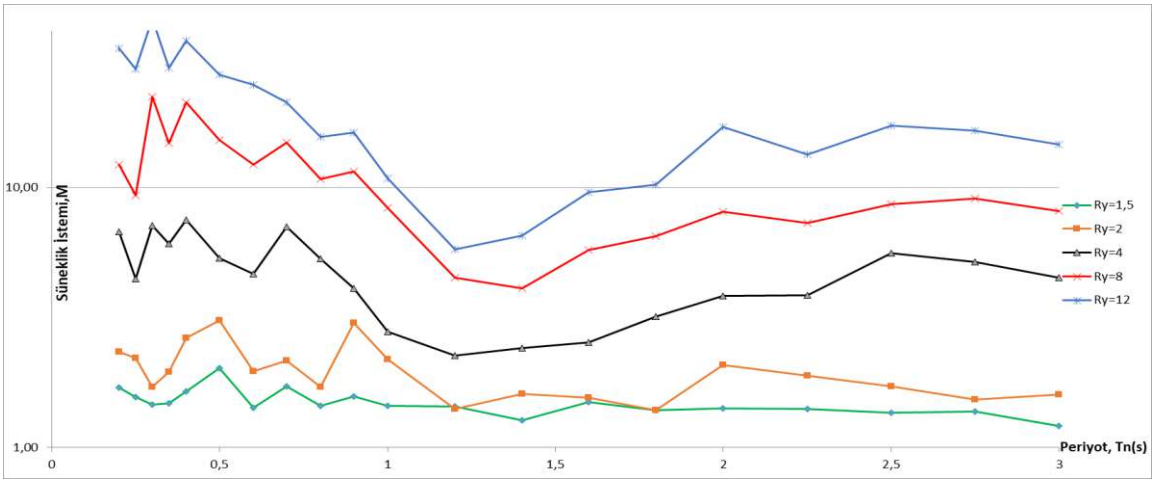


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

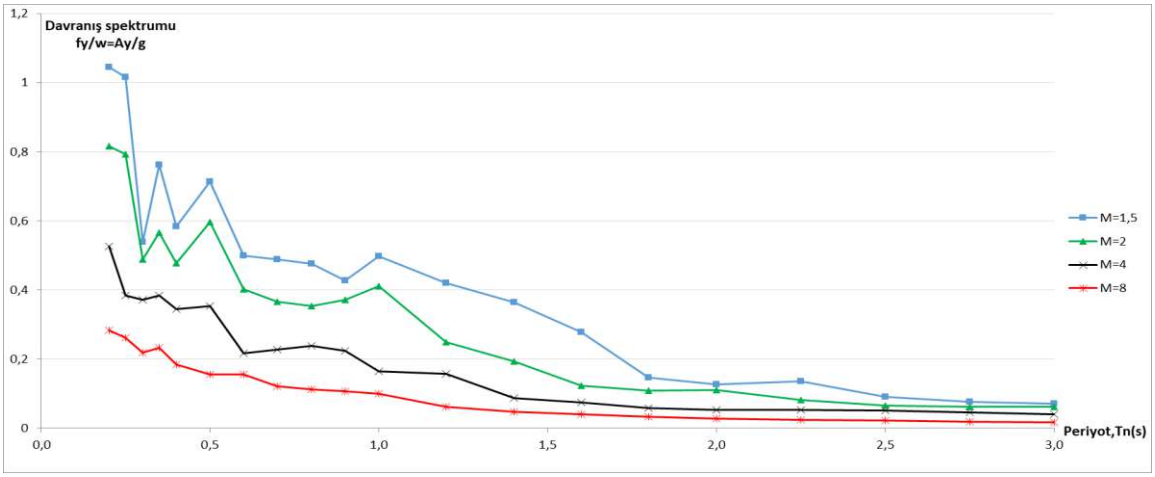


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

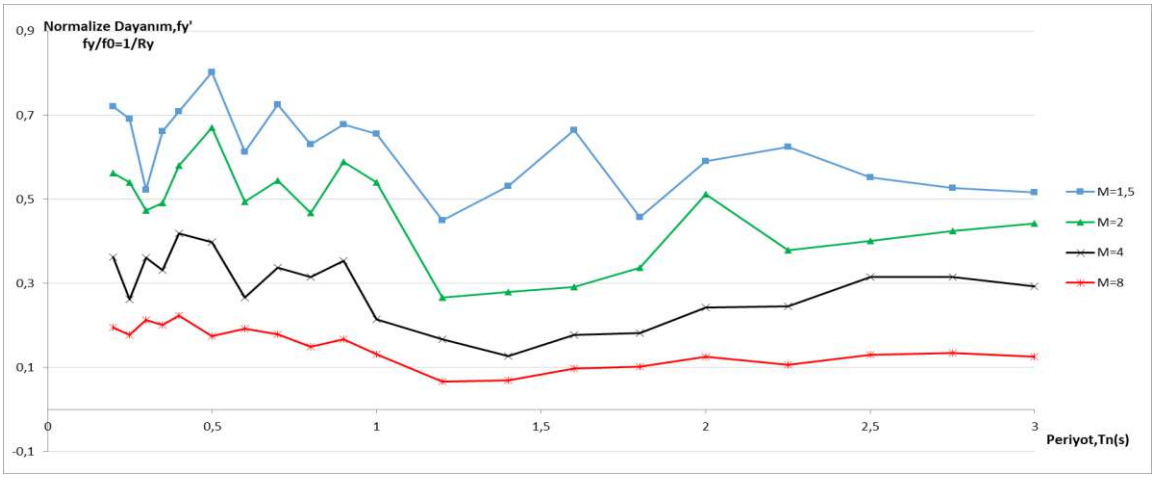
Şekil B.124: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

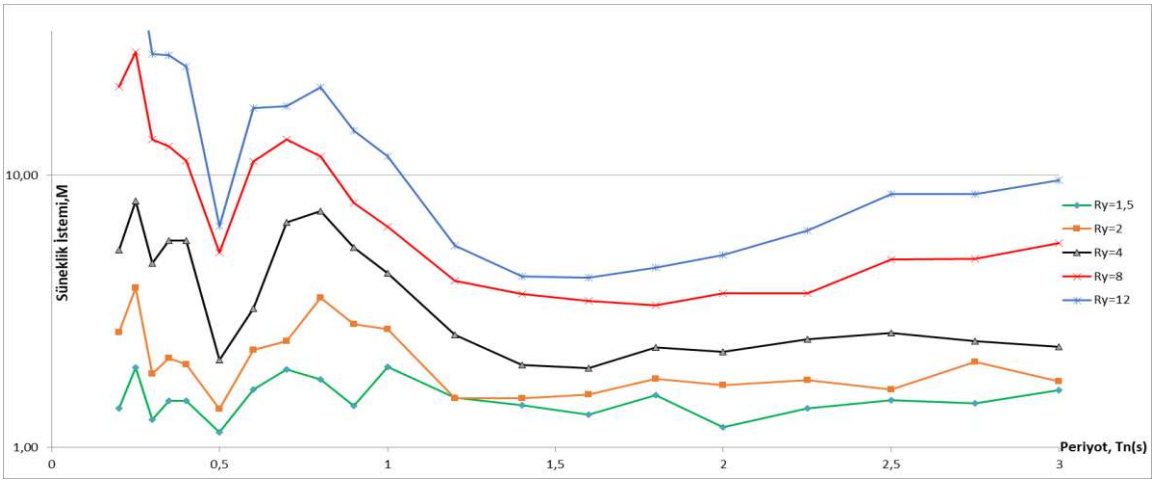


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

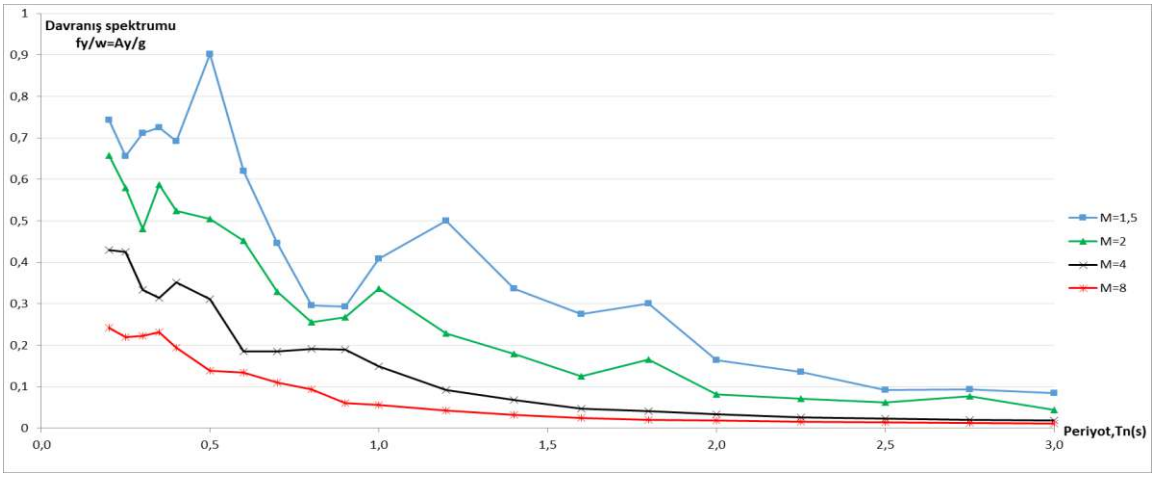


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

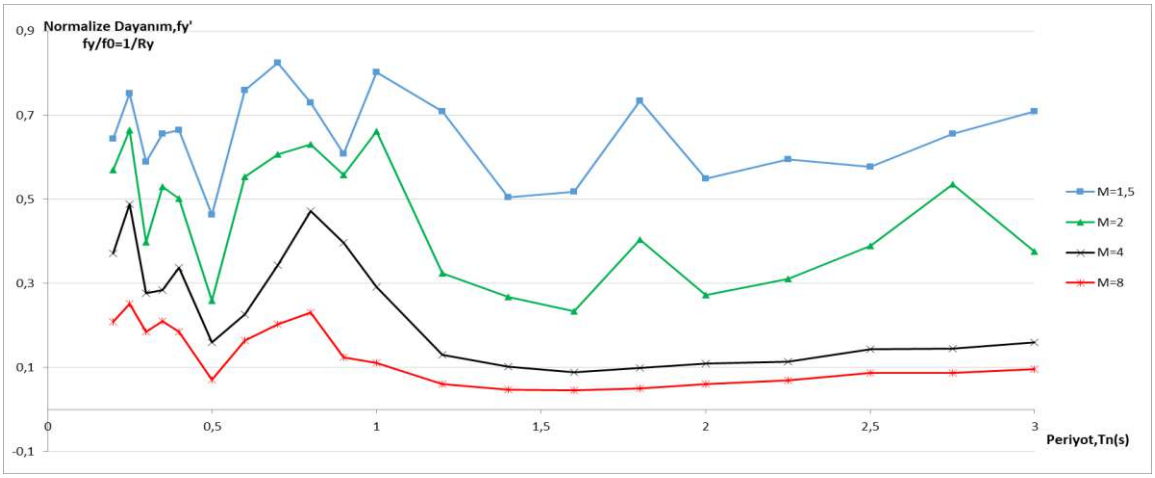
Şekil B.125: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

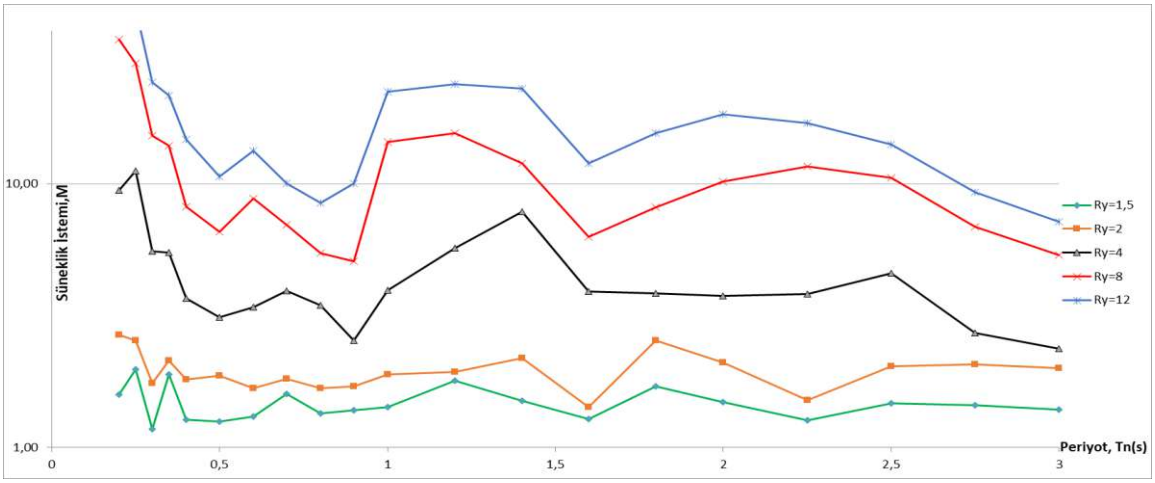


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

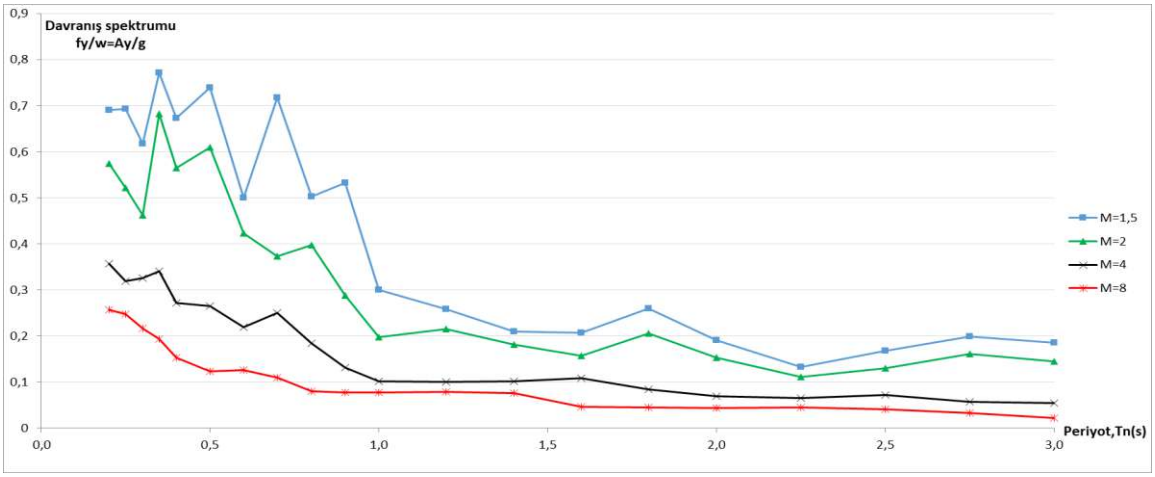


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

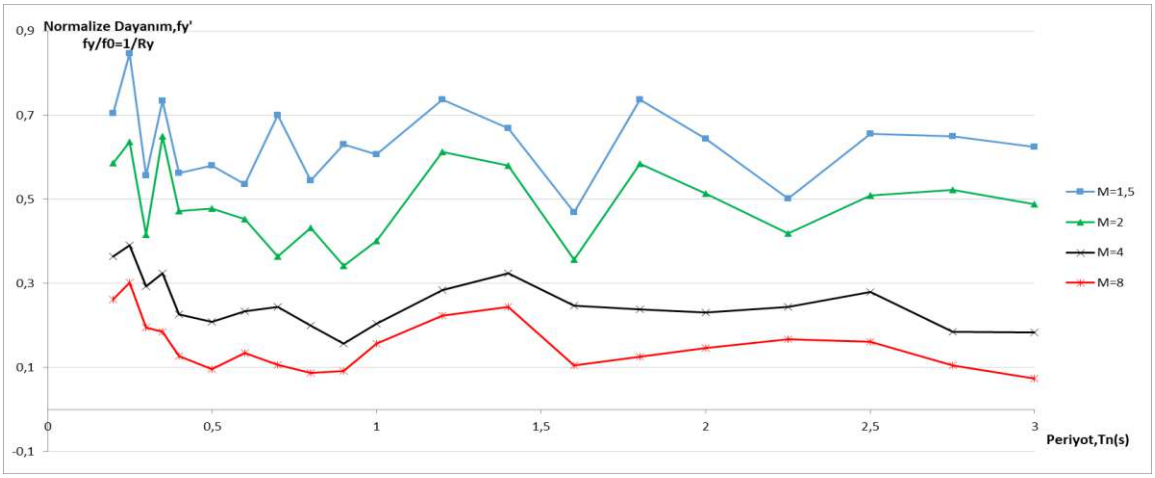
Şekil B.126: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

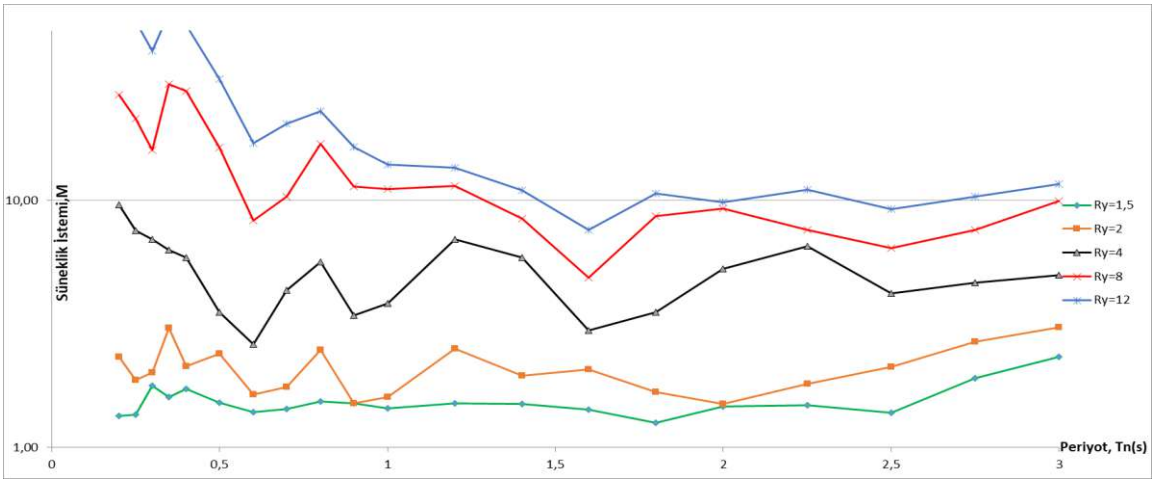


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

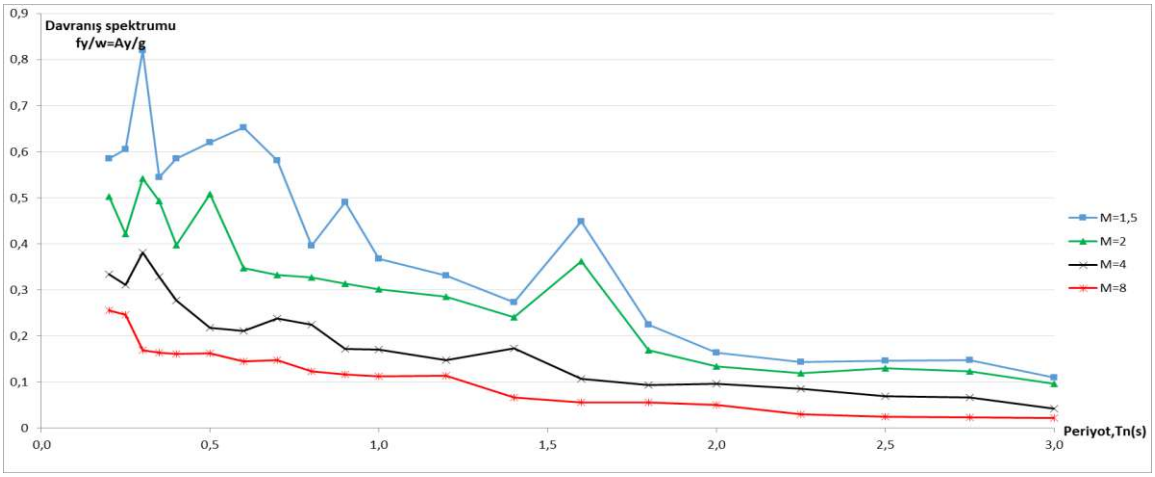


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

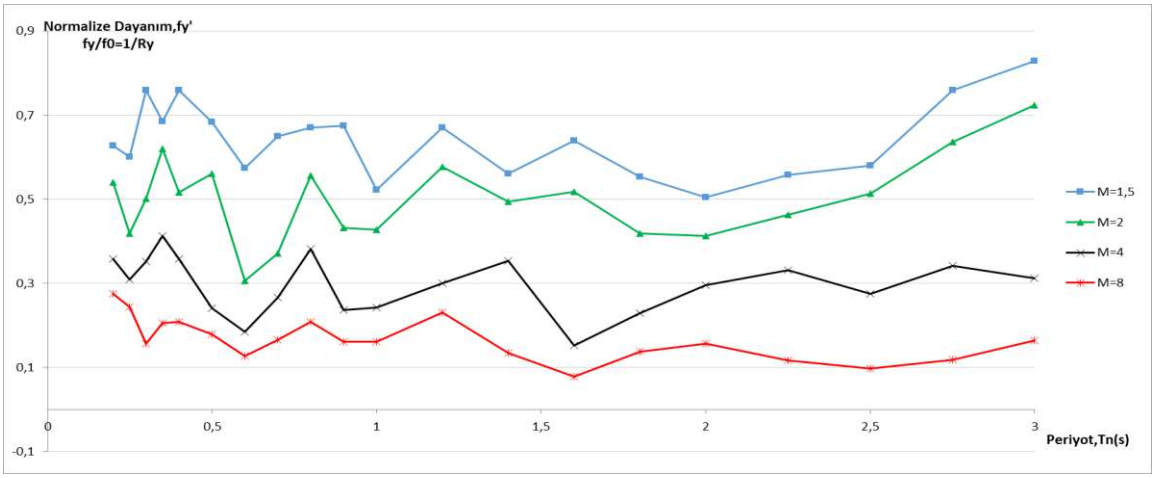
Şekil B.127: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-262 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

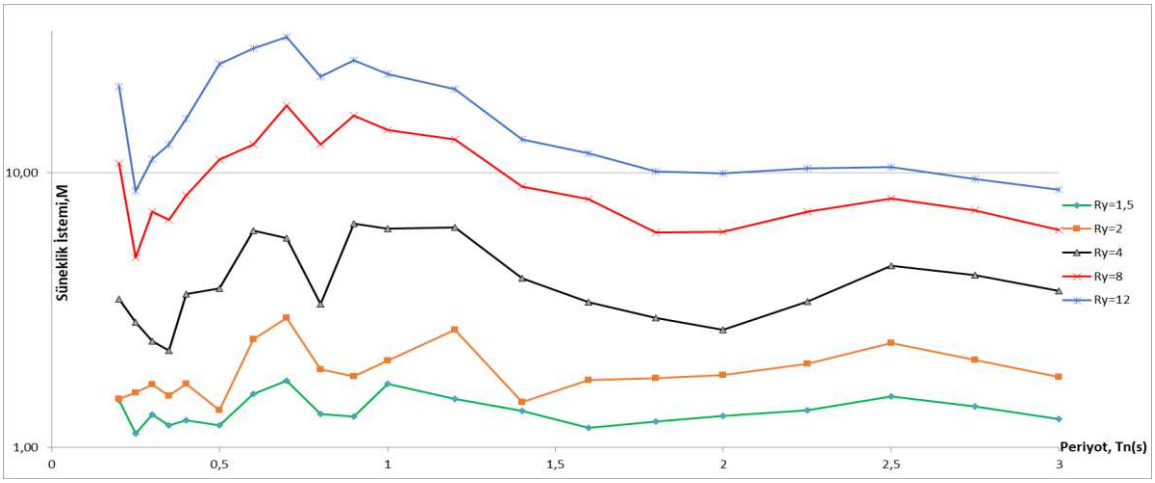


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

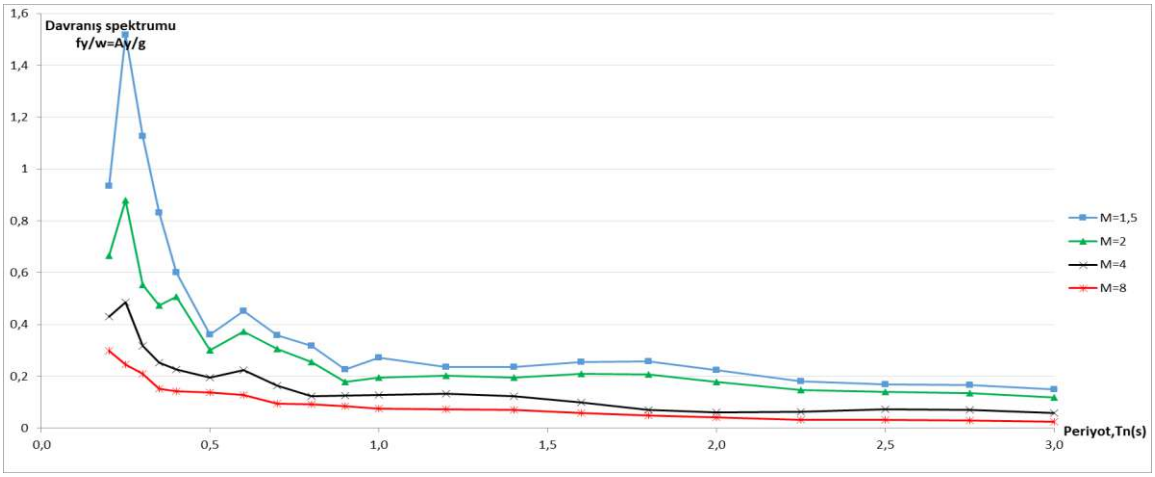


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

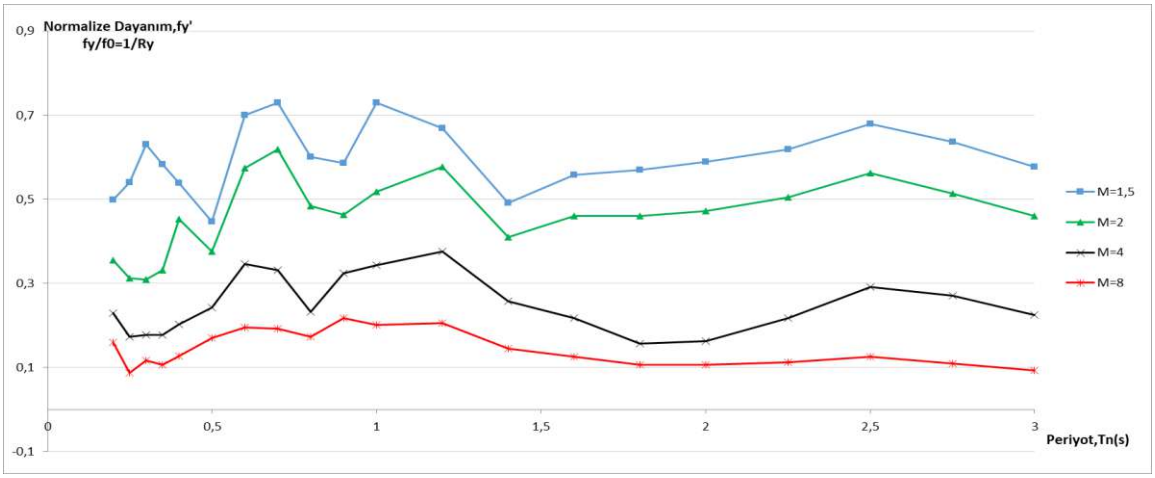
Şekil B.128: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-352 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

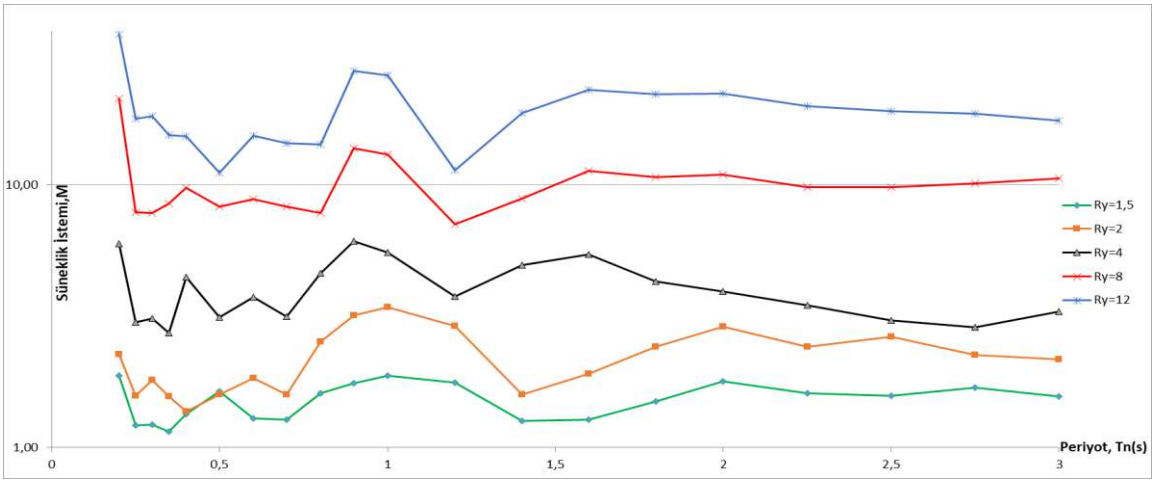


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

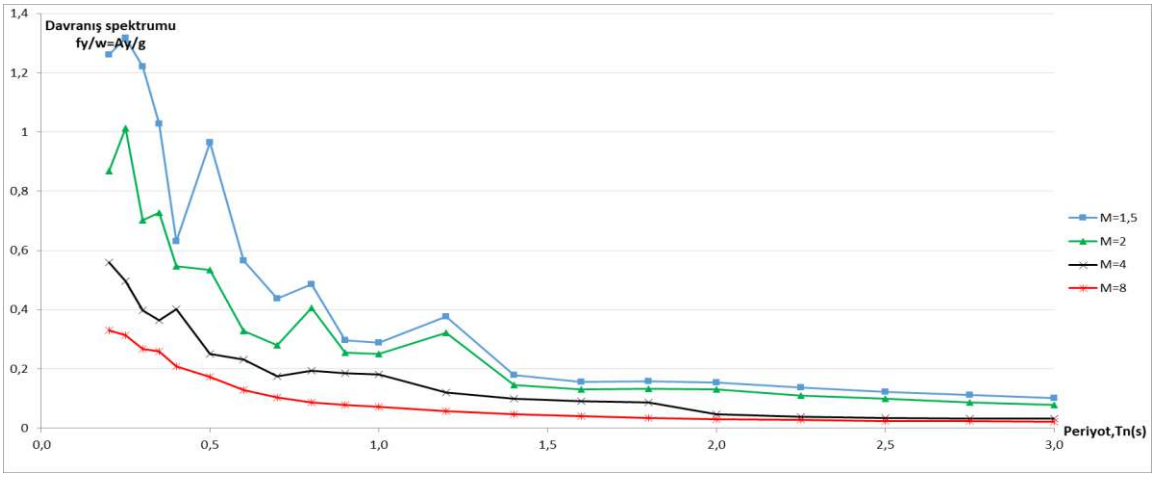


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

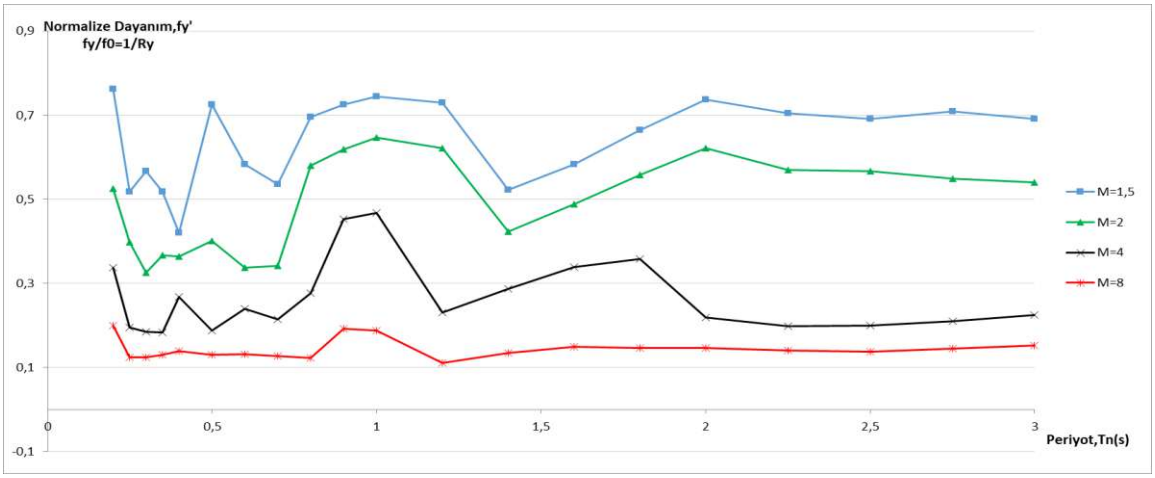
Şekil B.129: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-140 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

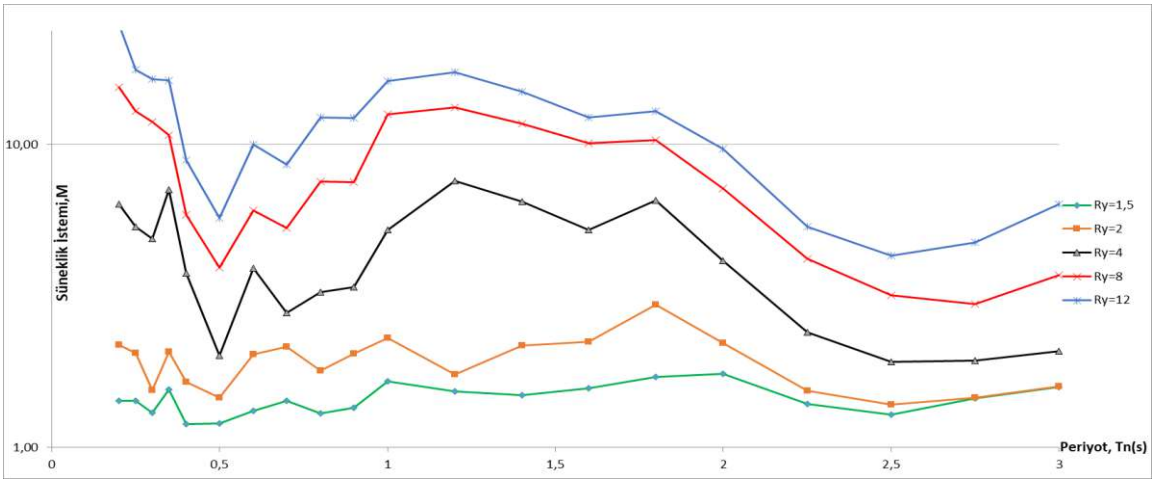


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

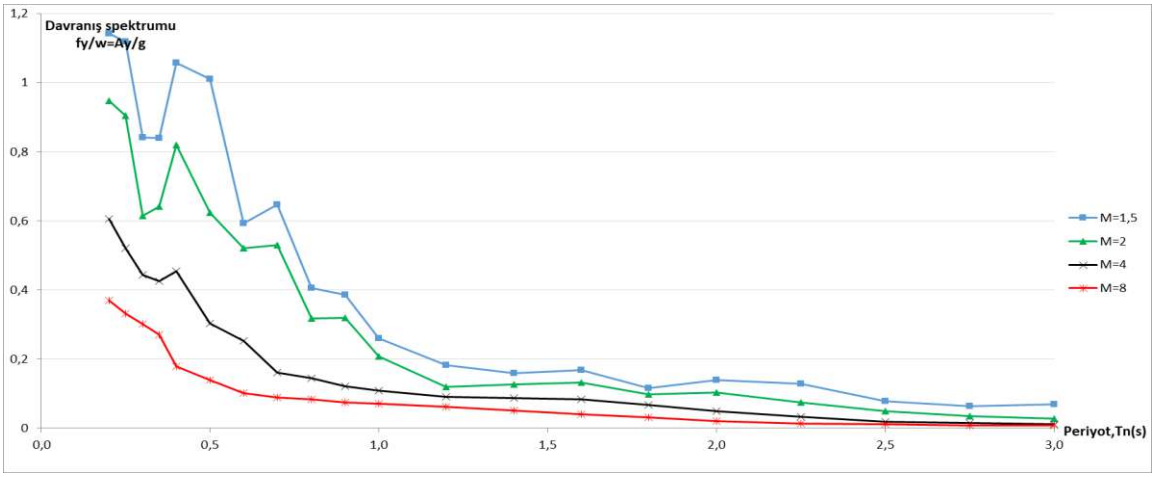


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

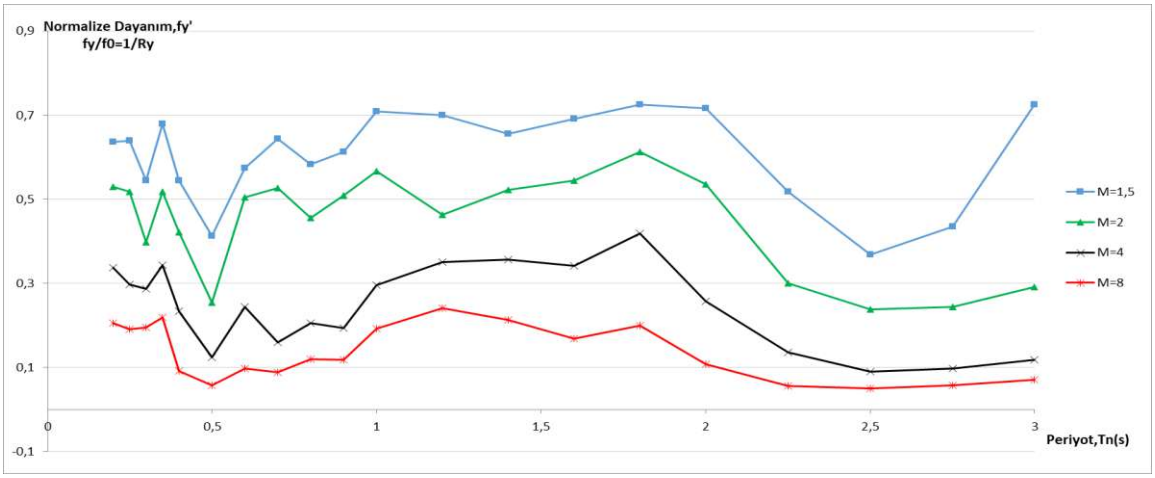
Şekil B.130: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-230 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

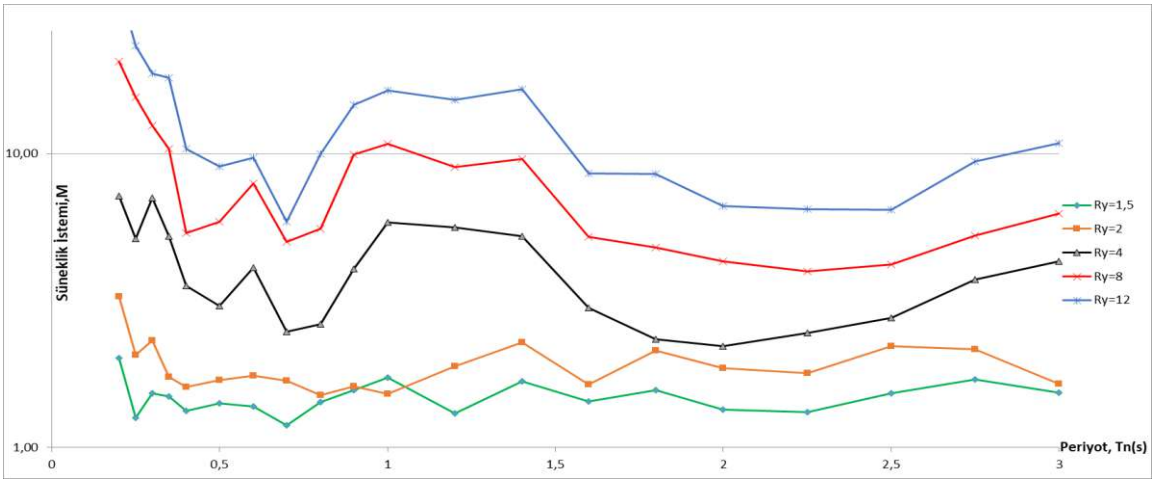


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

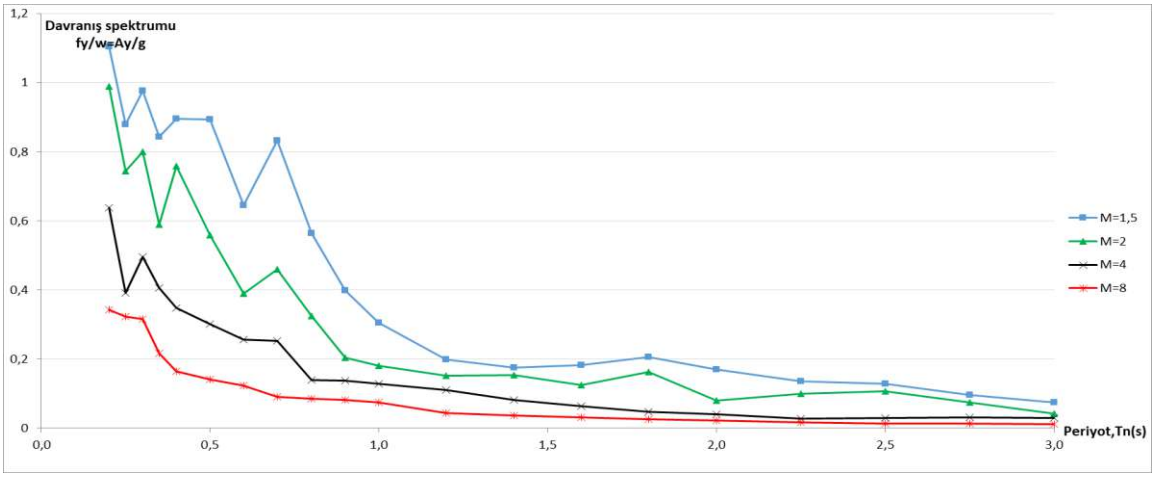


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

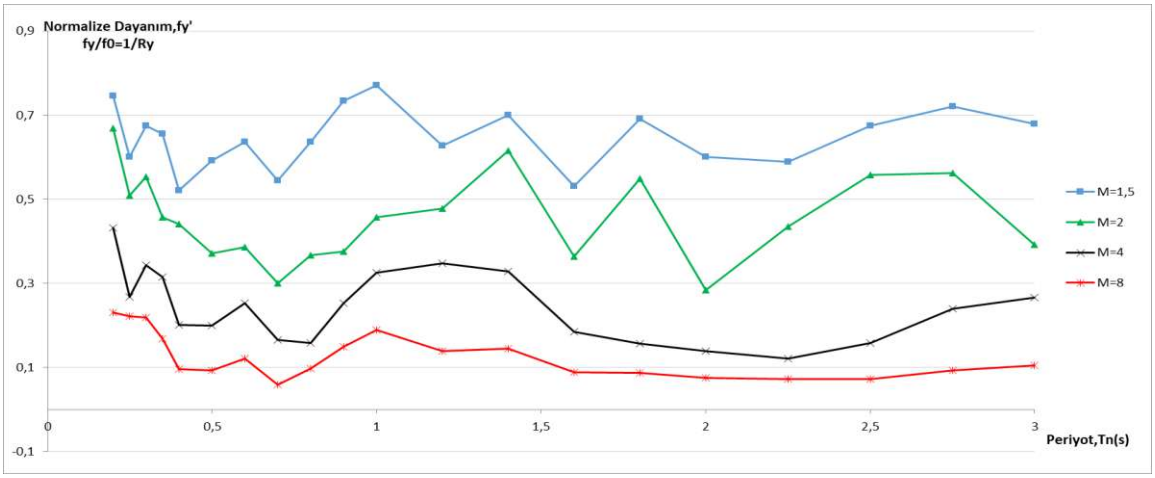
Şekil B.131: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

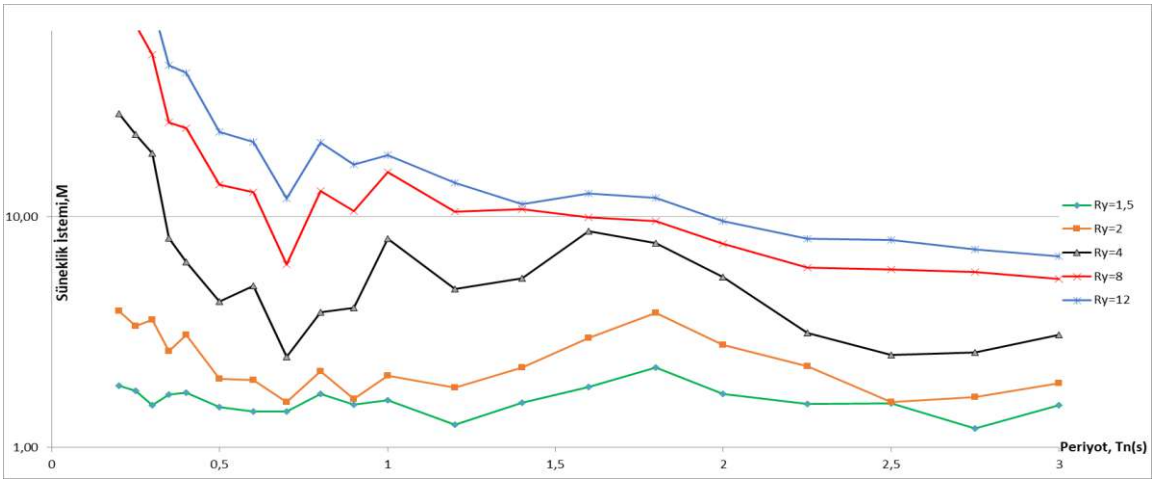


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

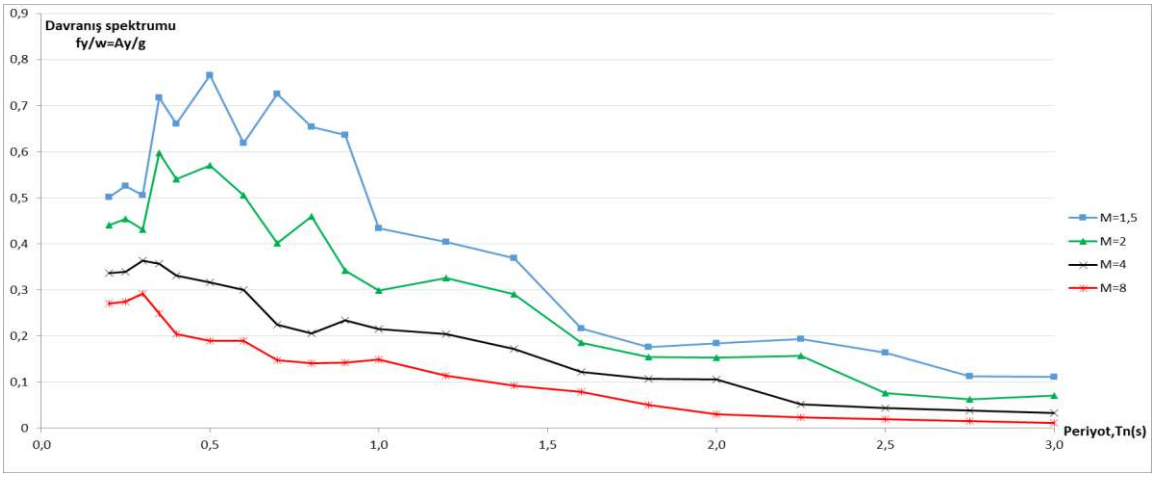


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

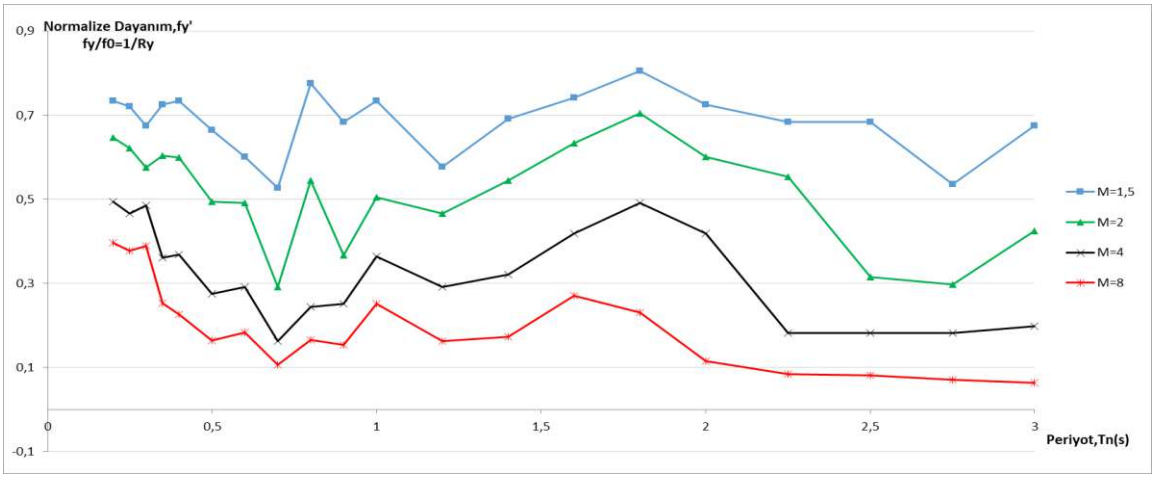
Şekil B.132: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

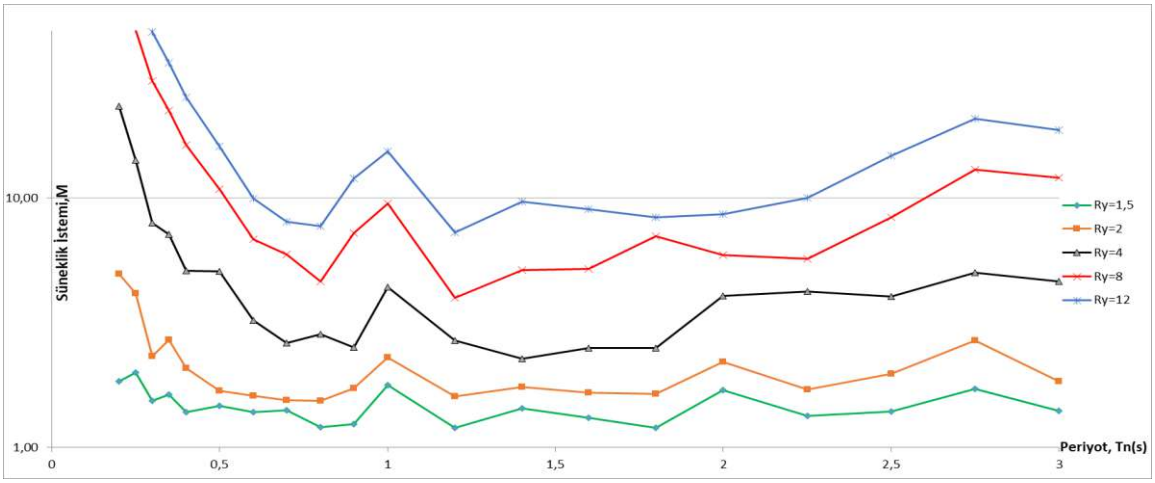


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

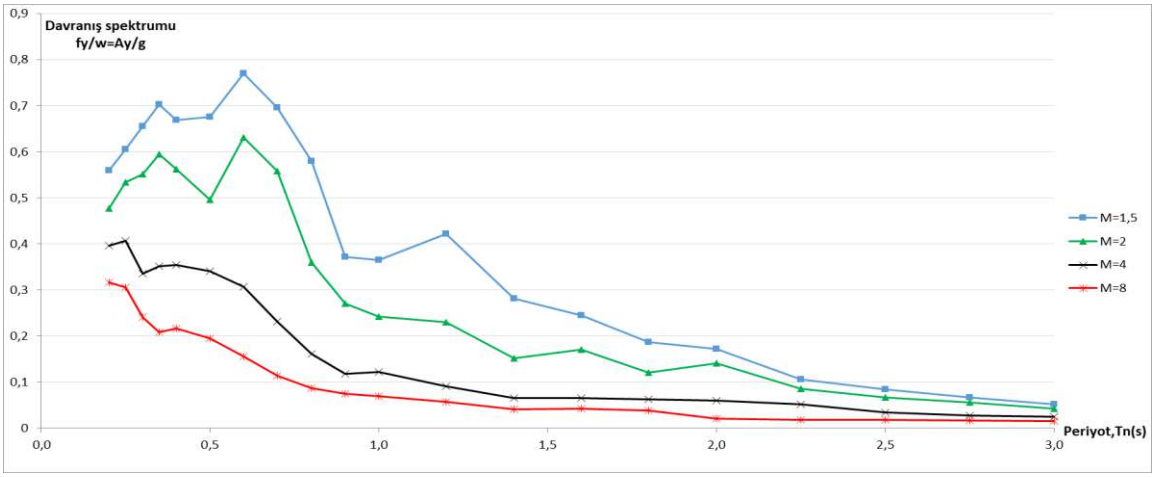


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

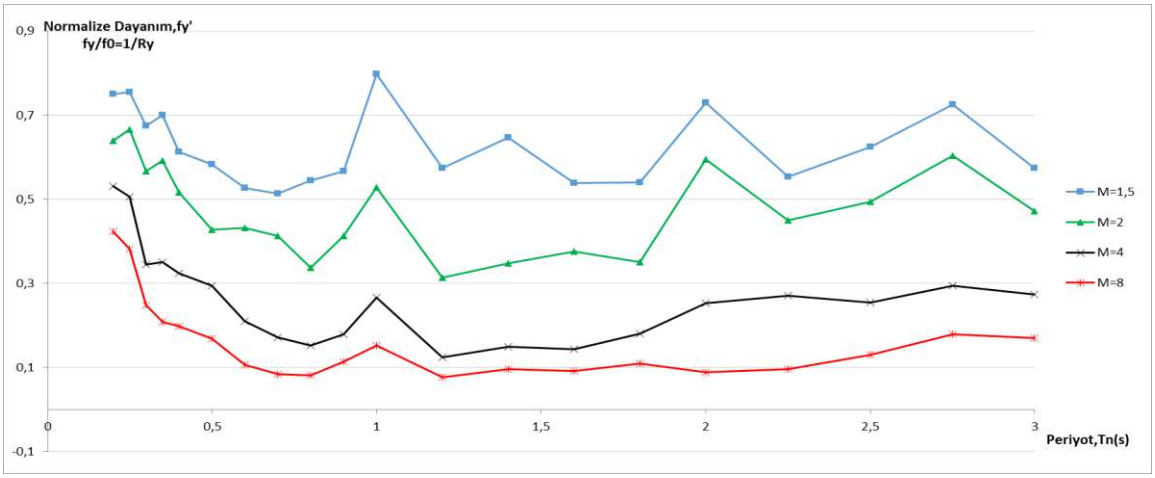
Şekil B.133: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

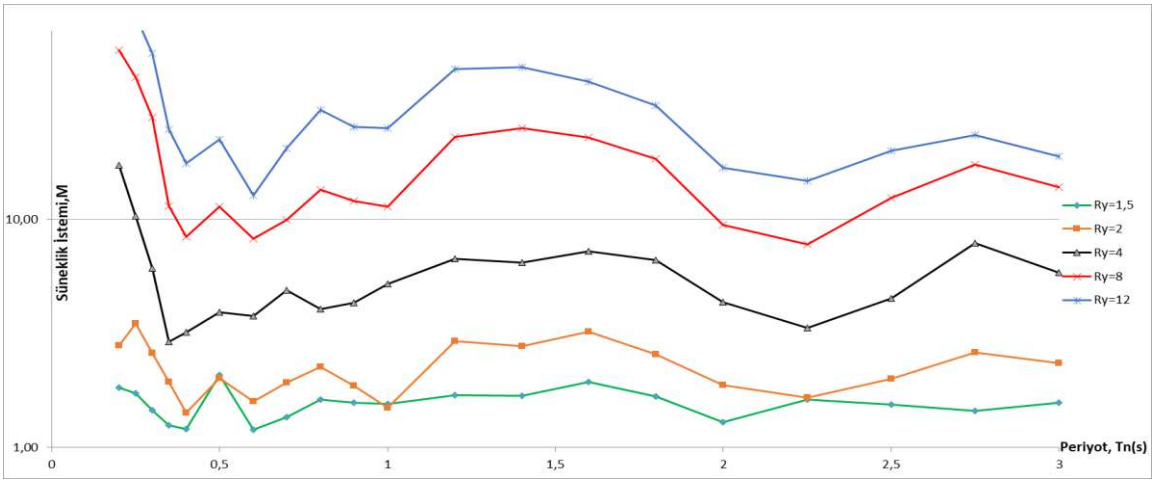


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

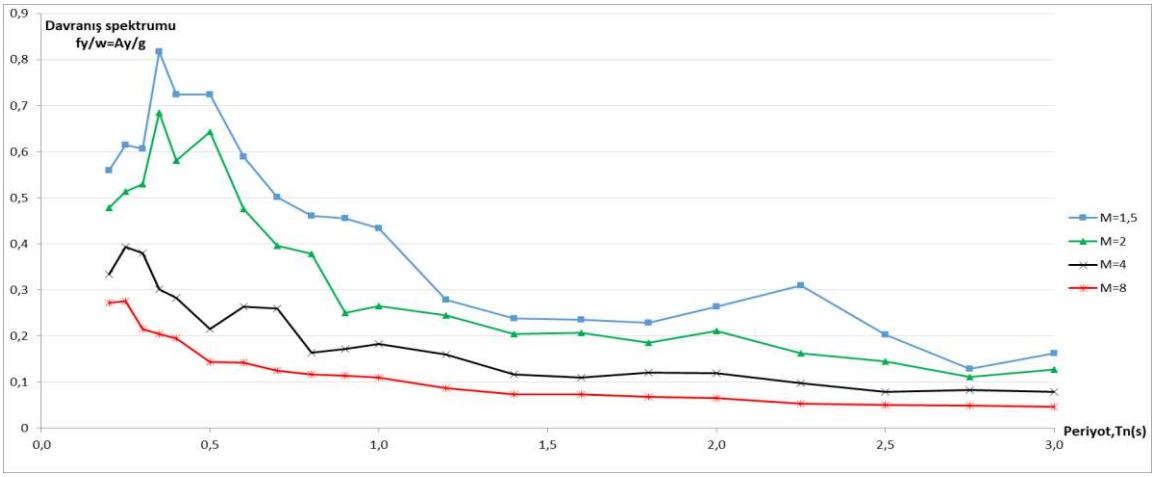


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

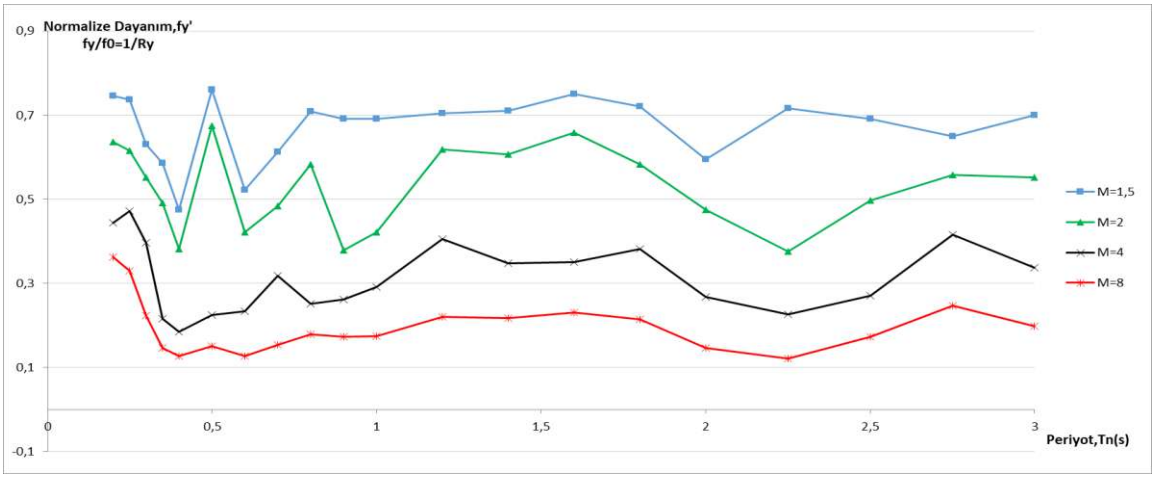
Şekil B.134: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

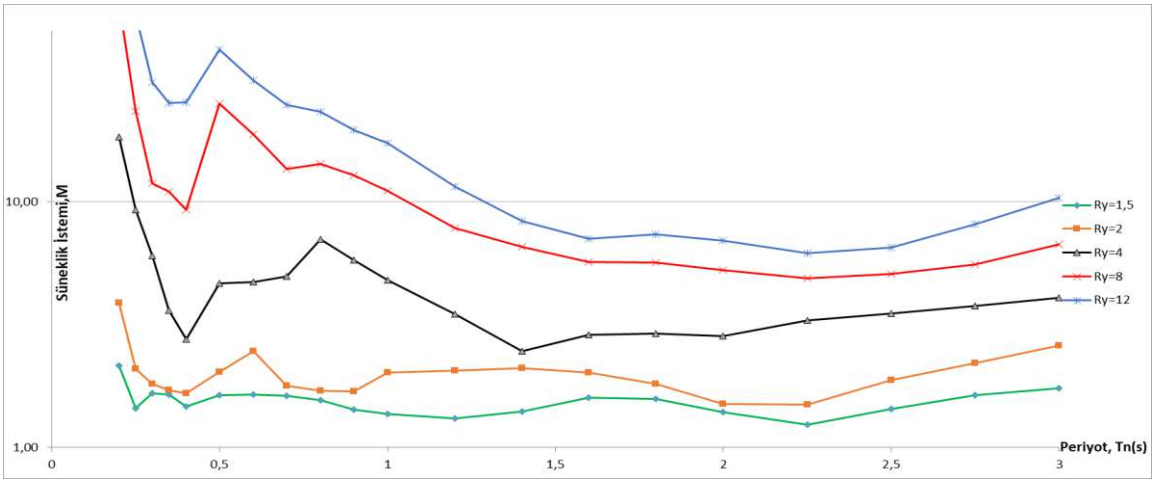


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

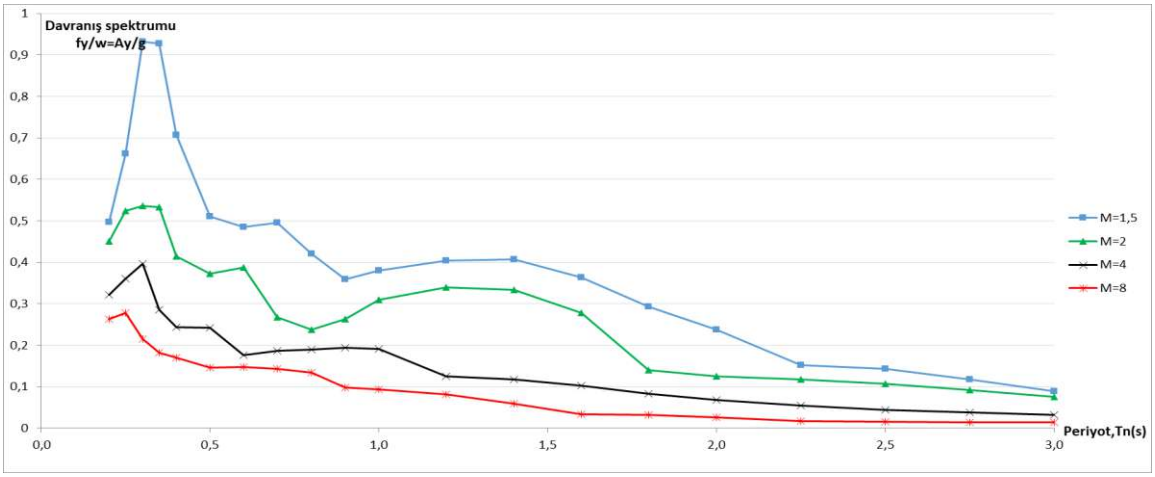


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

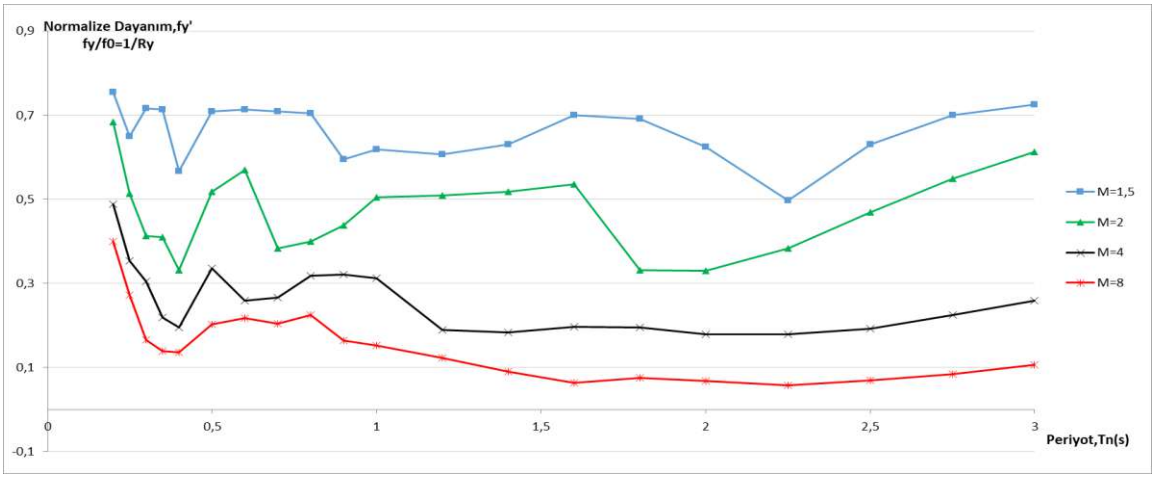
Şekil B.135: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

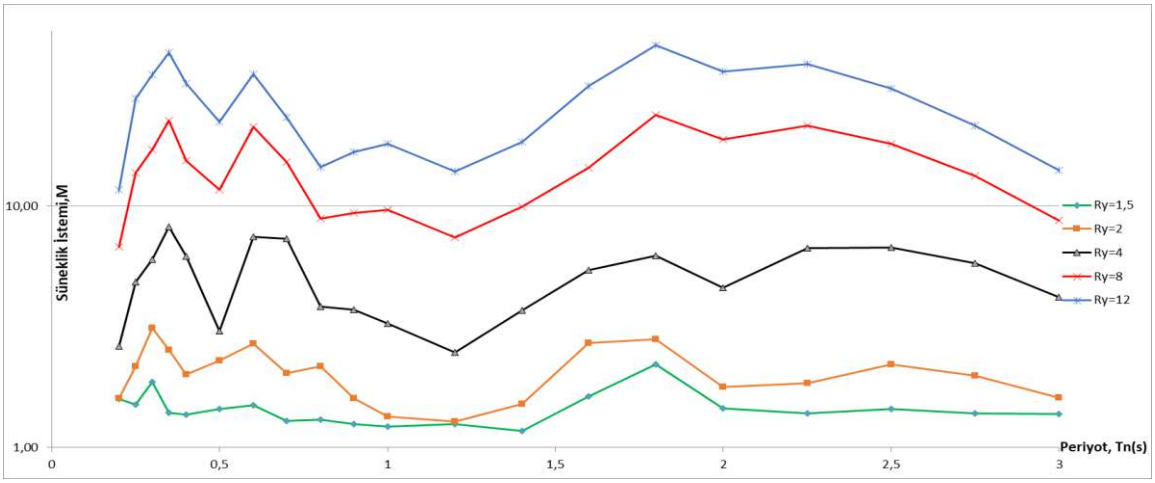


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

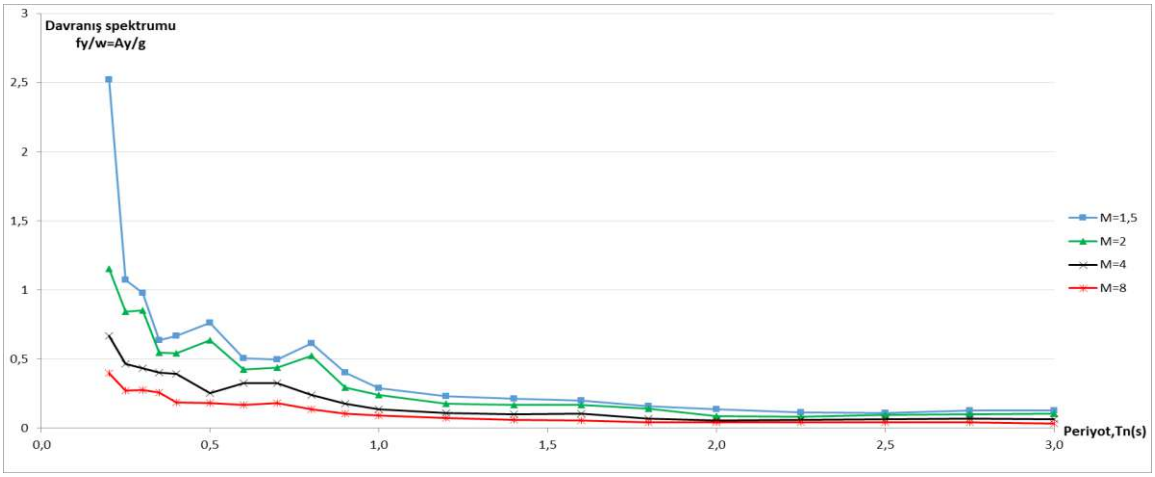


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

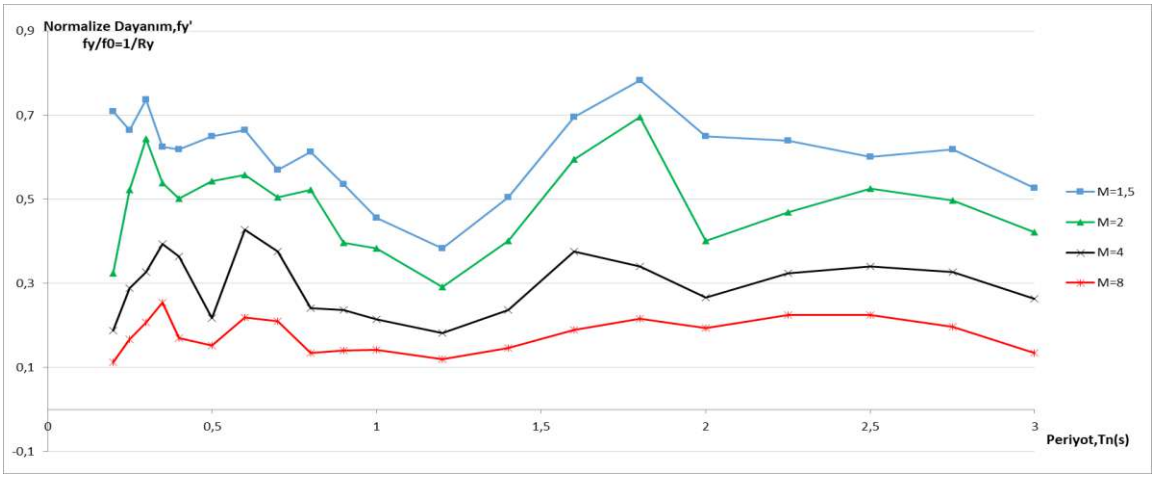
Şekil B.136: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

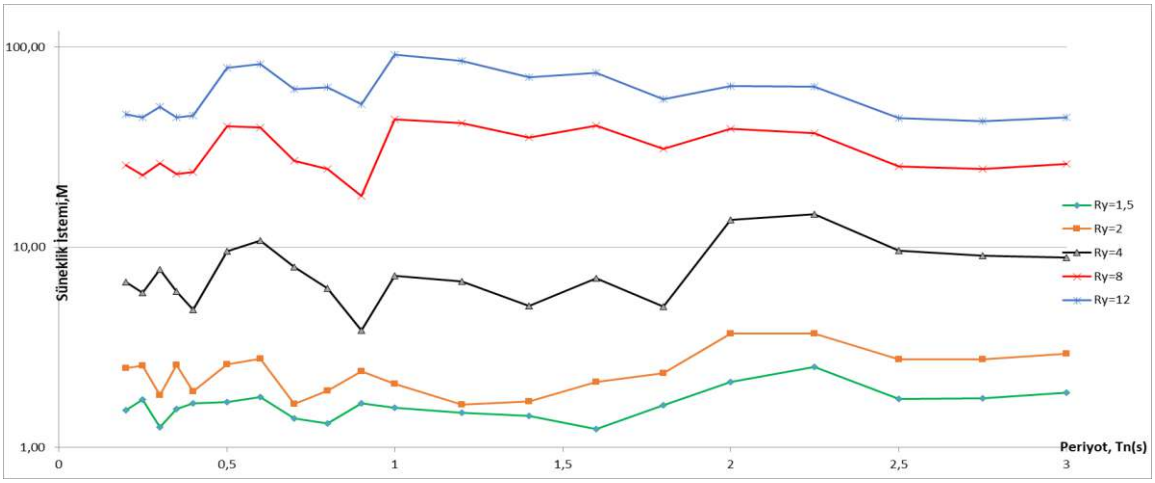


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

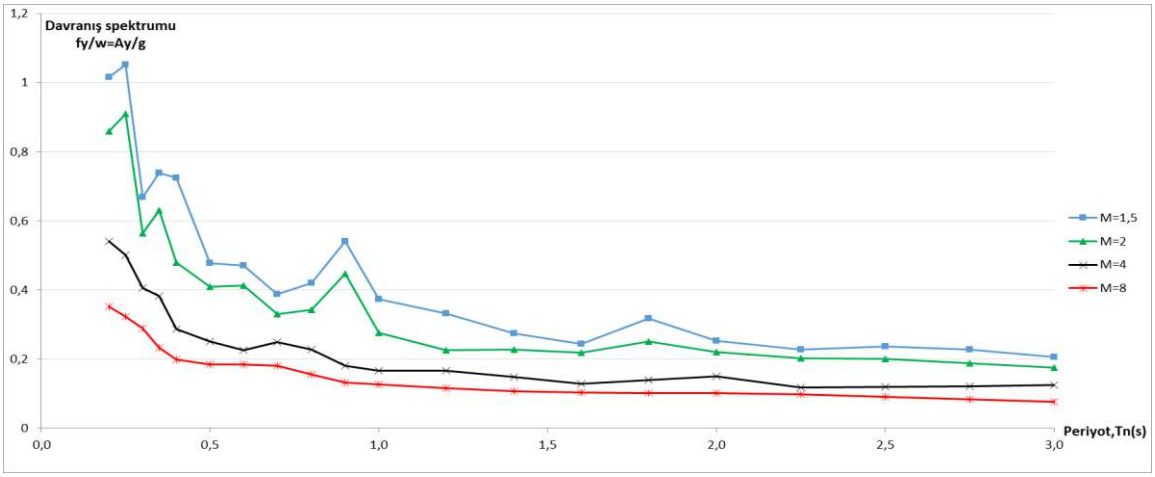


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

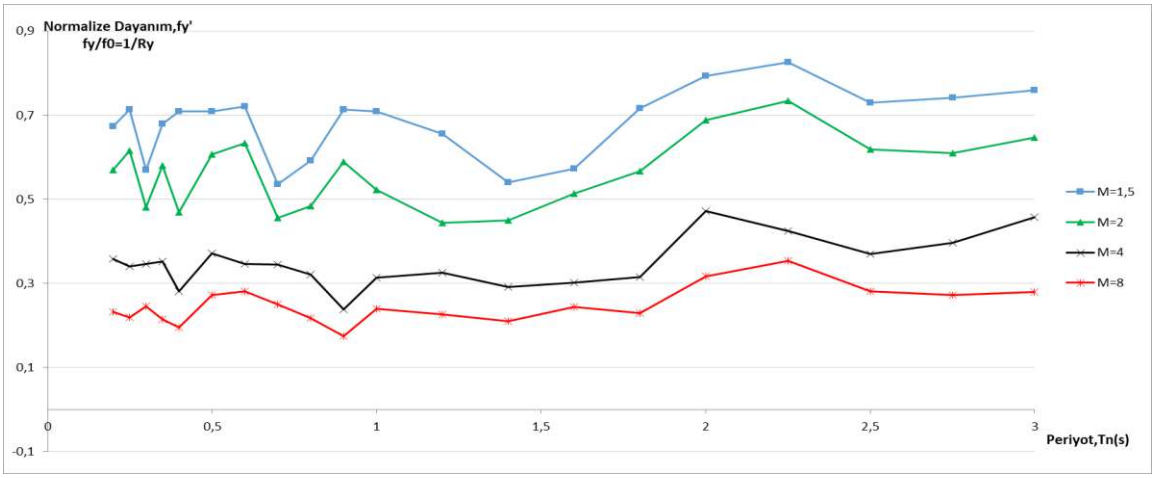
Şekil B.137: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

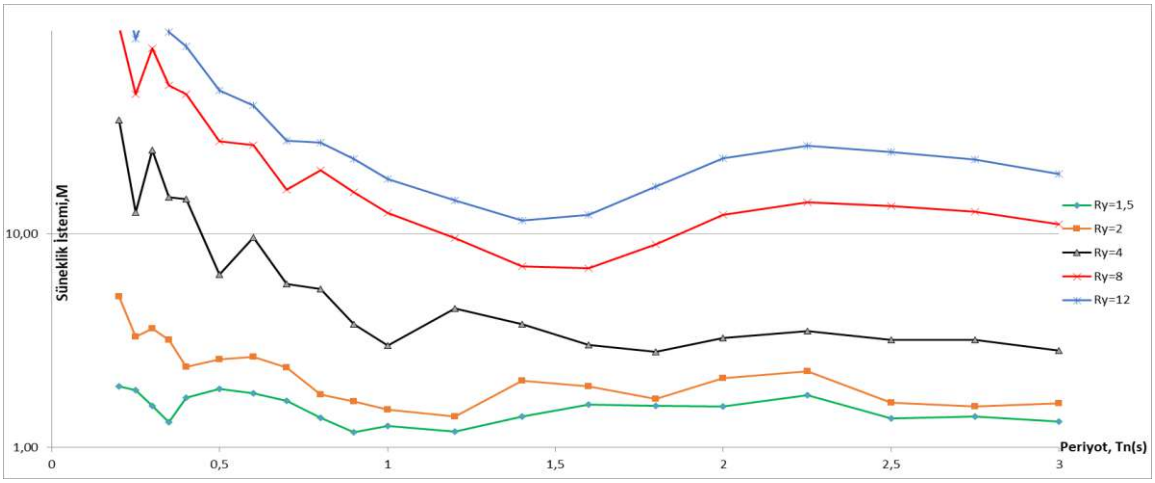


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

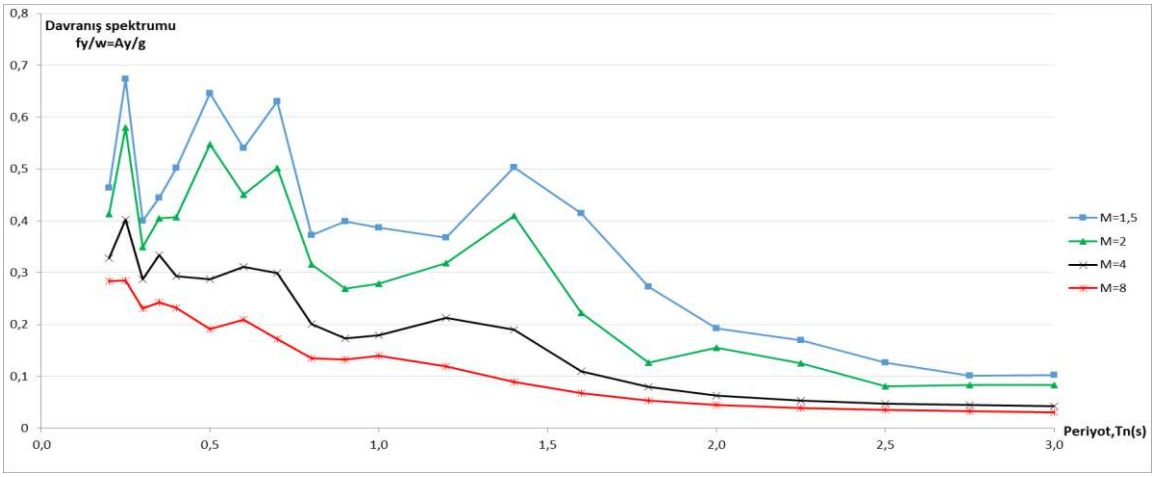


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

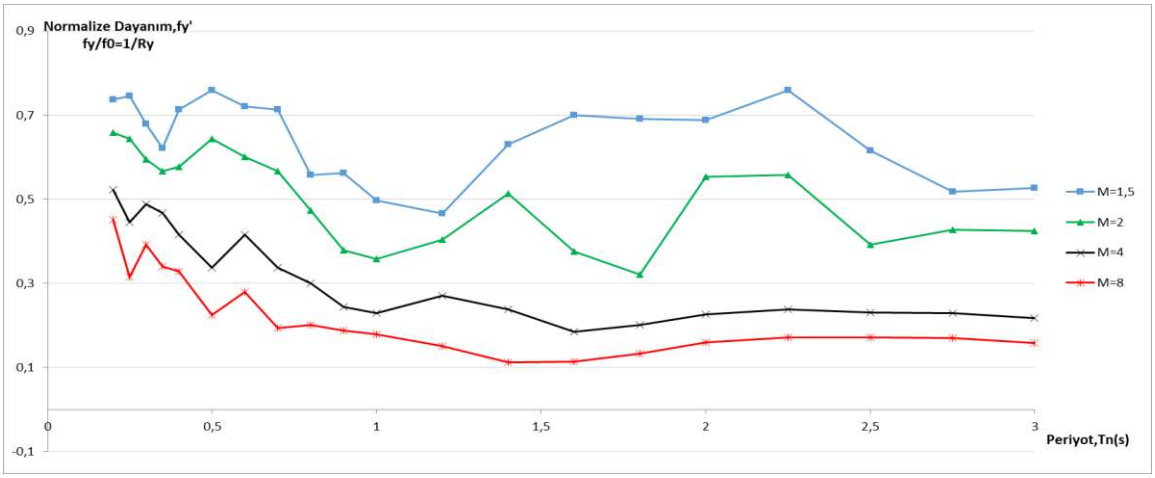
Şekil B.138: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

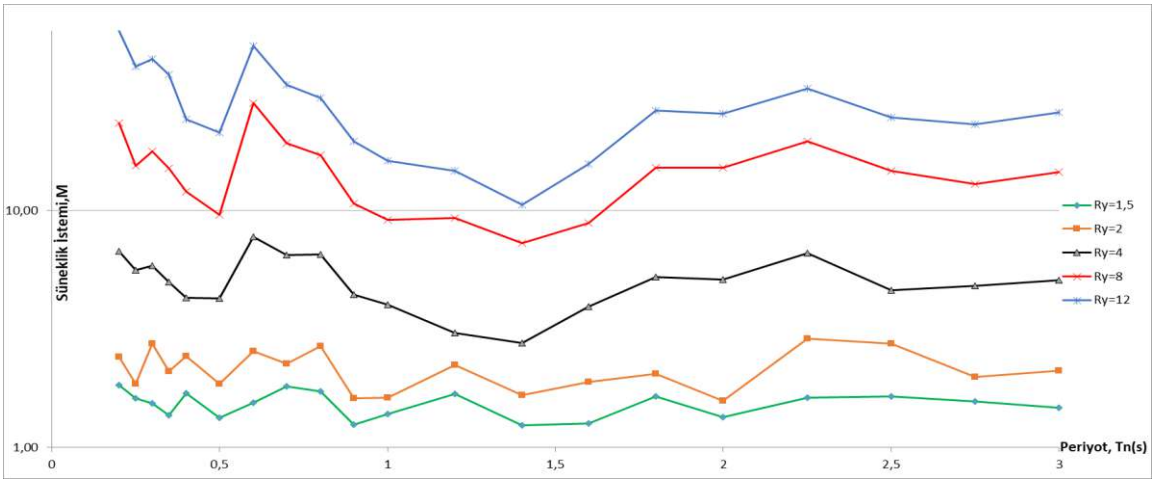


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

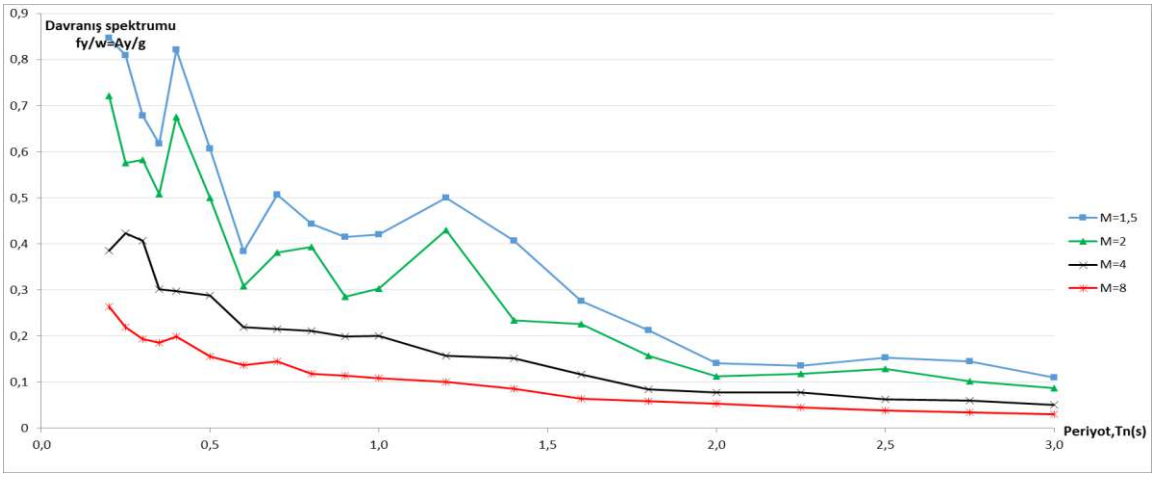


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

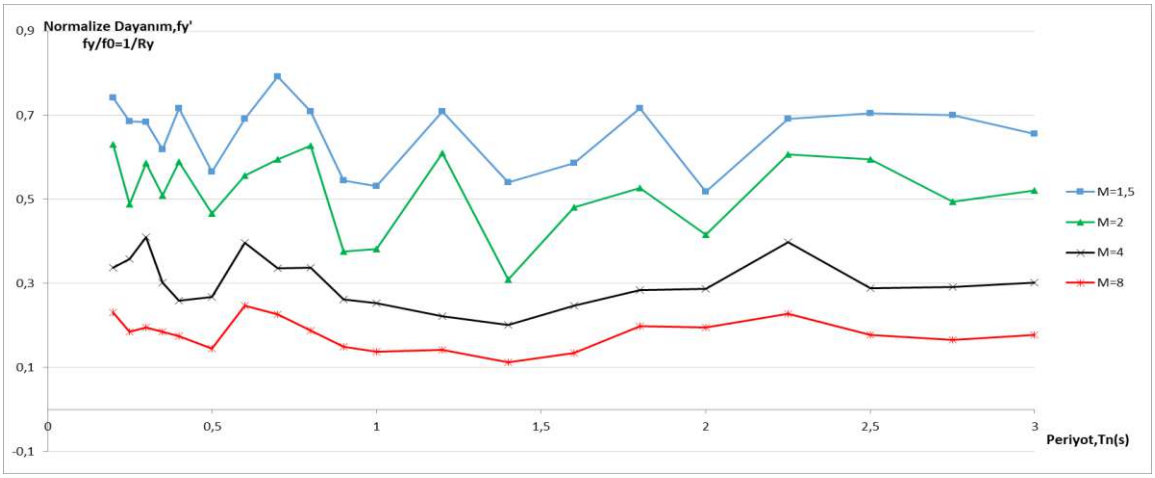
Şekil B.139: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

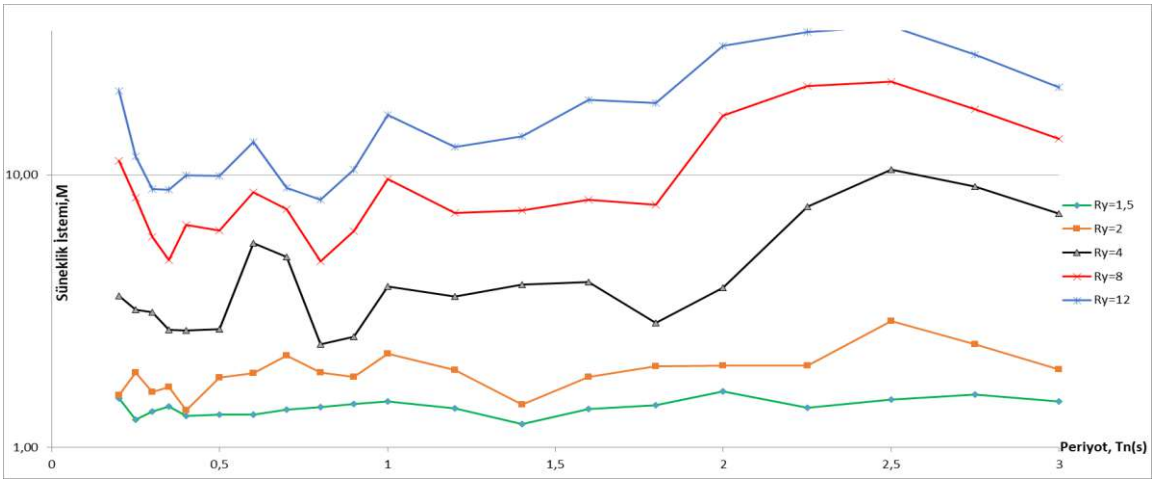


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

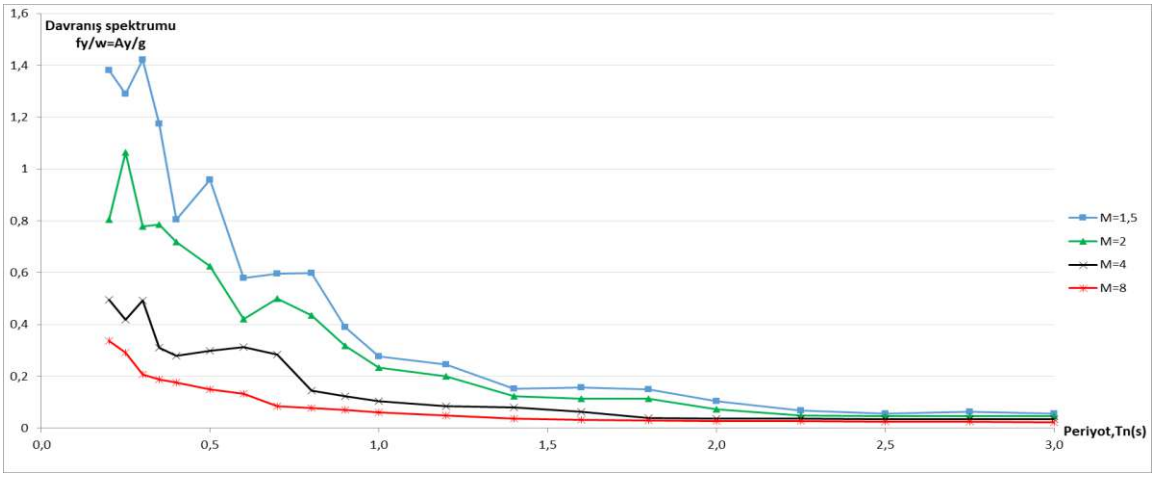


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

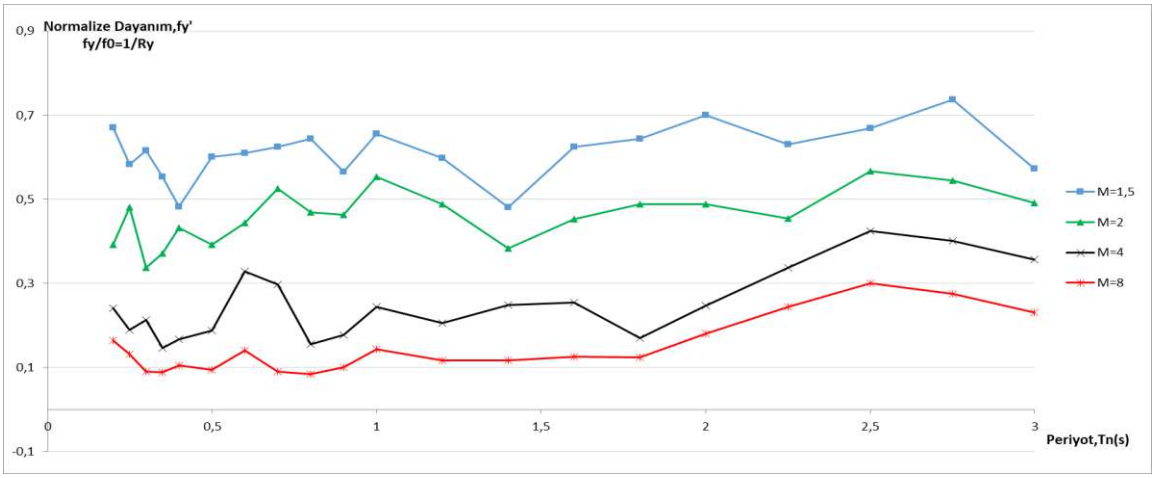
Şekil B.140: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

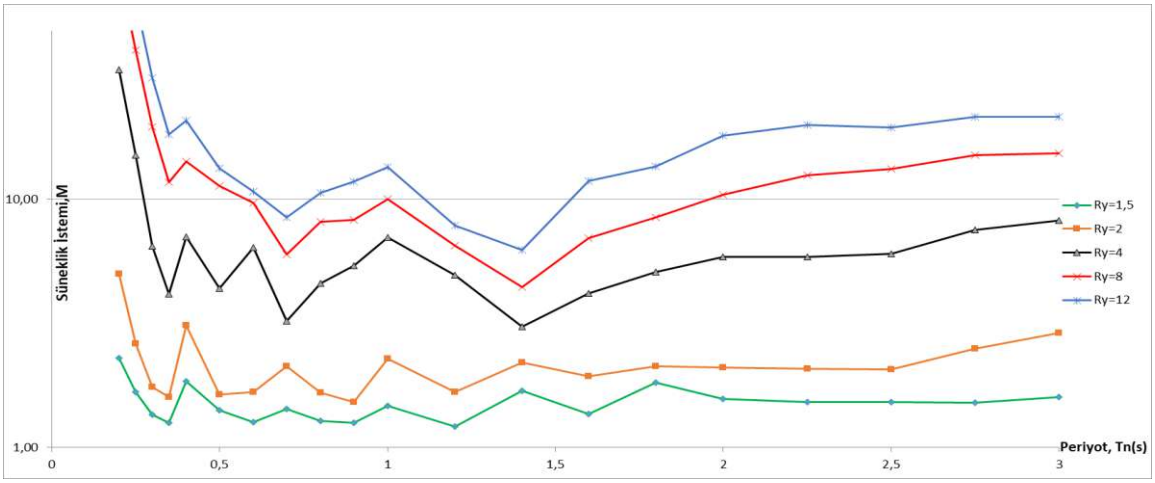


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

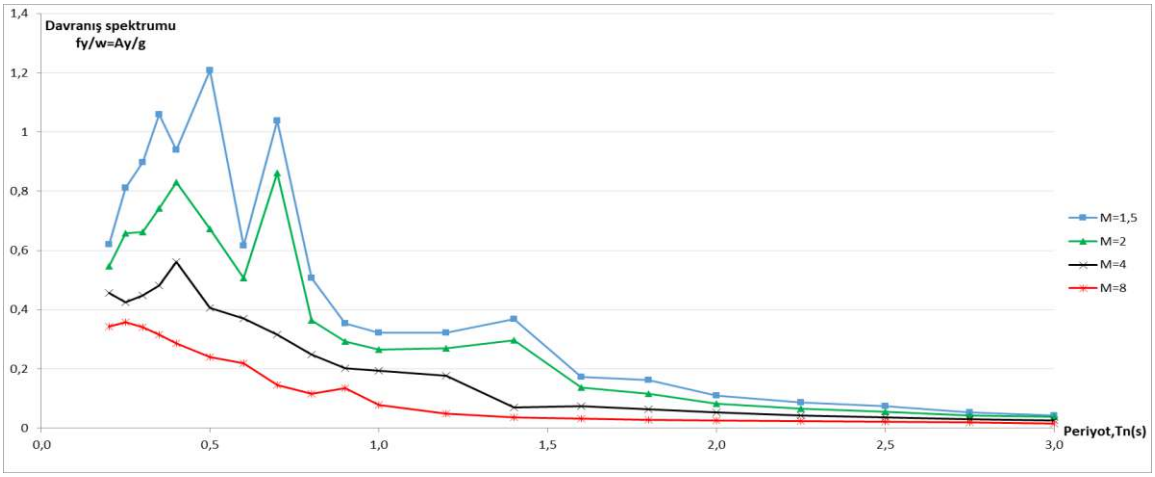


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

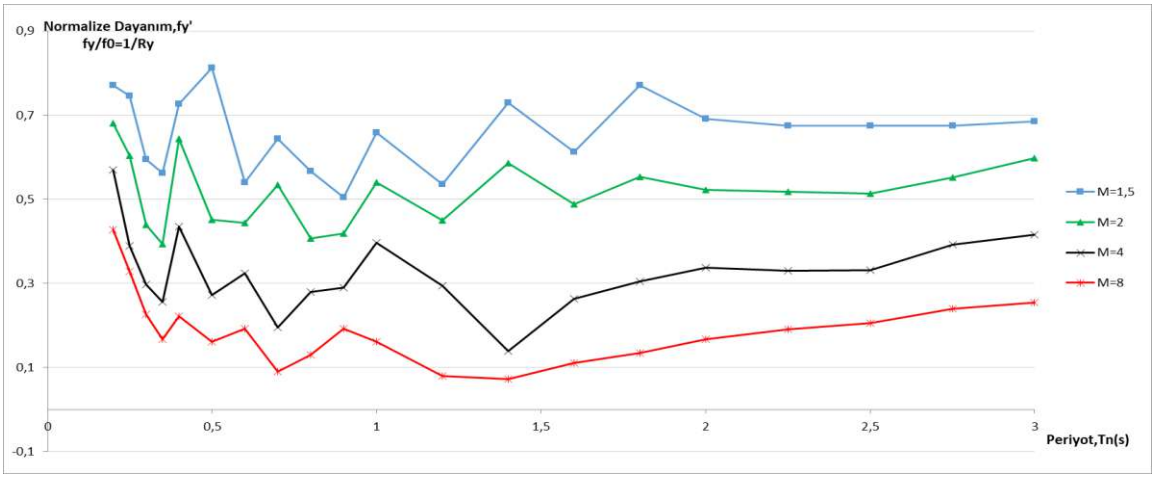
Şekil B.141: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-LN kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

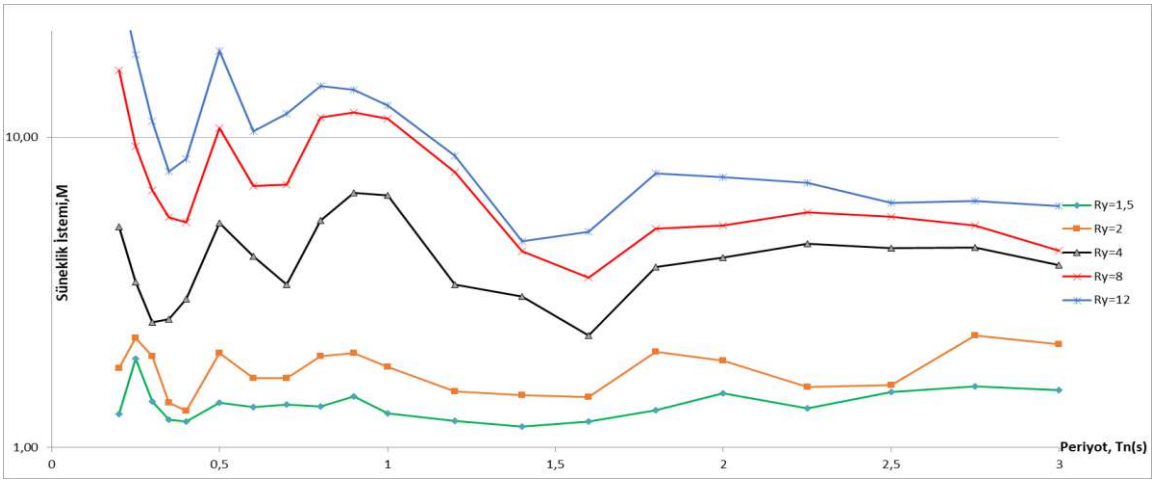


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

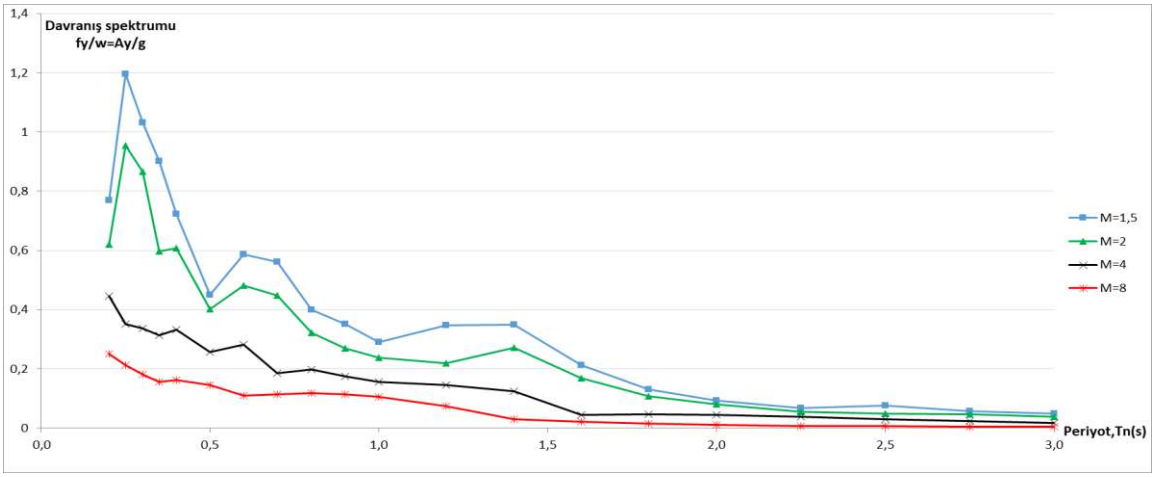


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

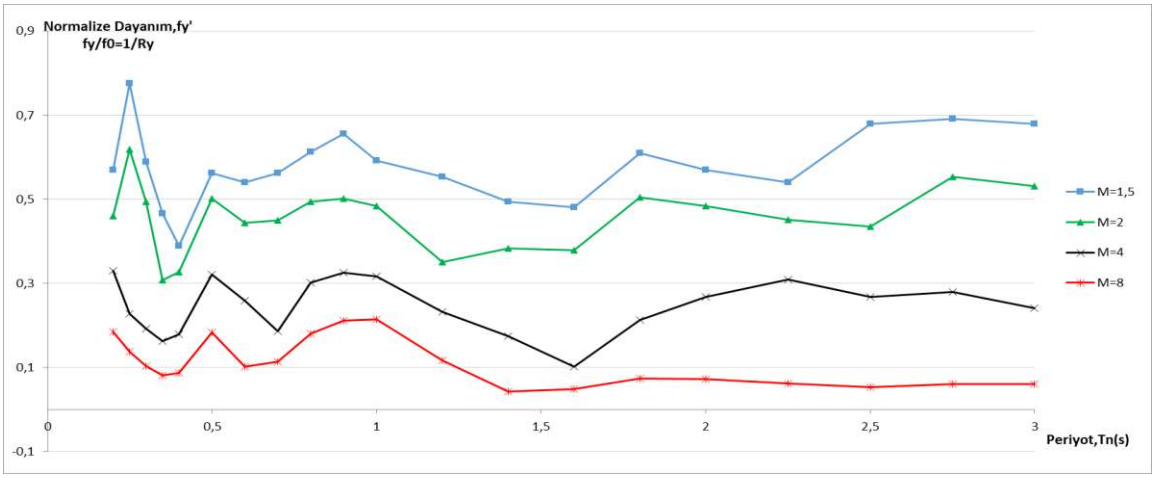
Şekil B.142: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-TR kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

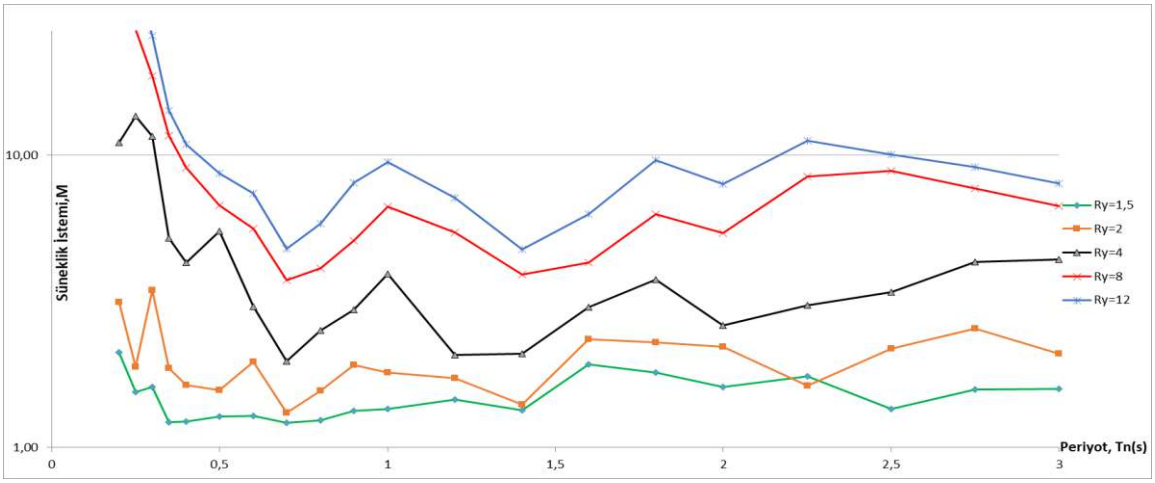


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

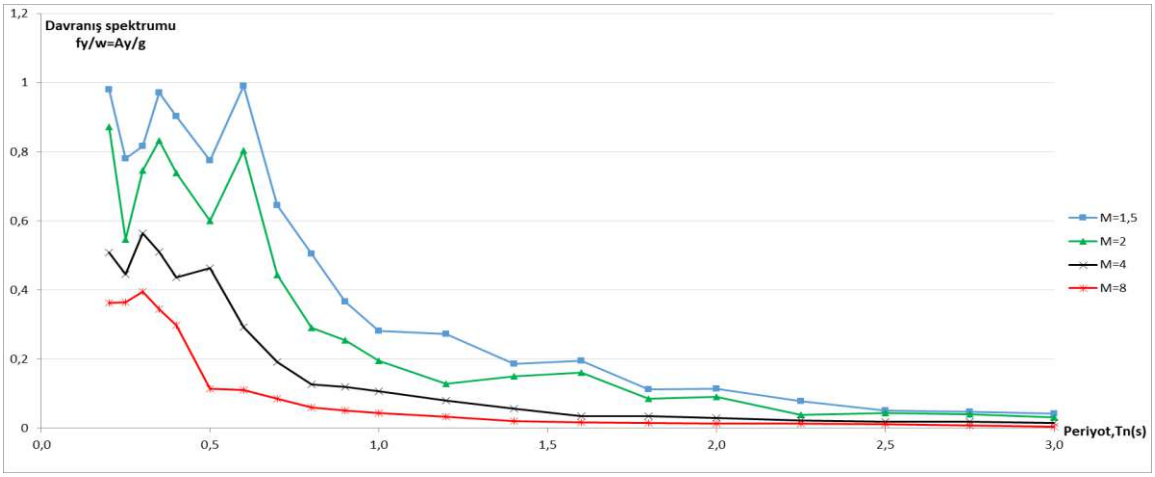


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

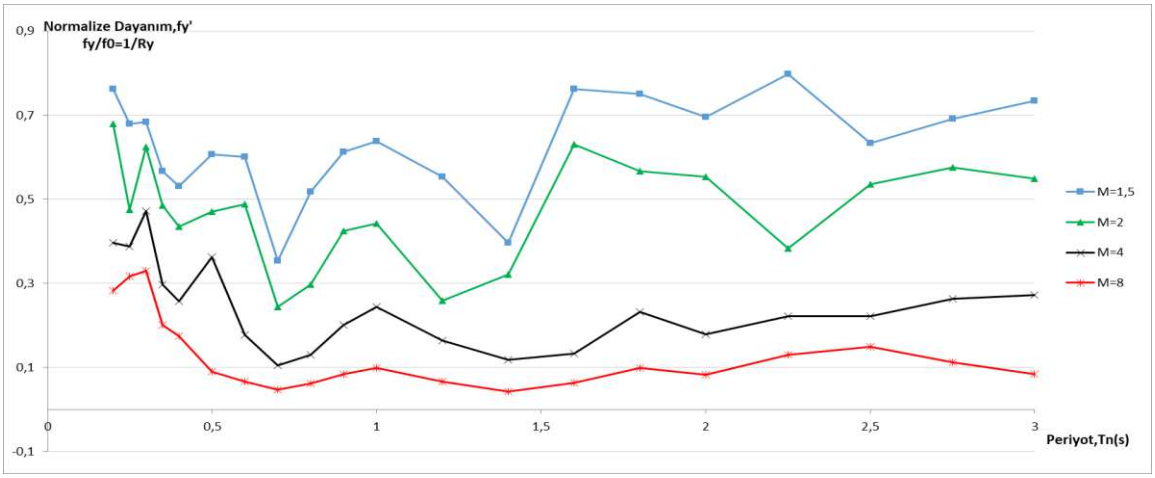
Şekil B.143: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

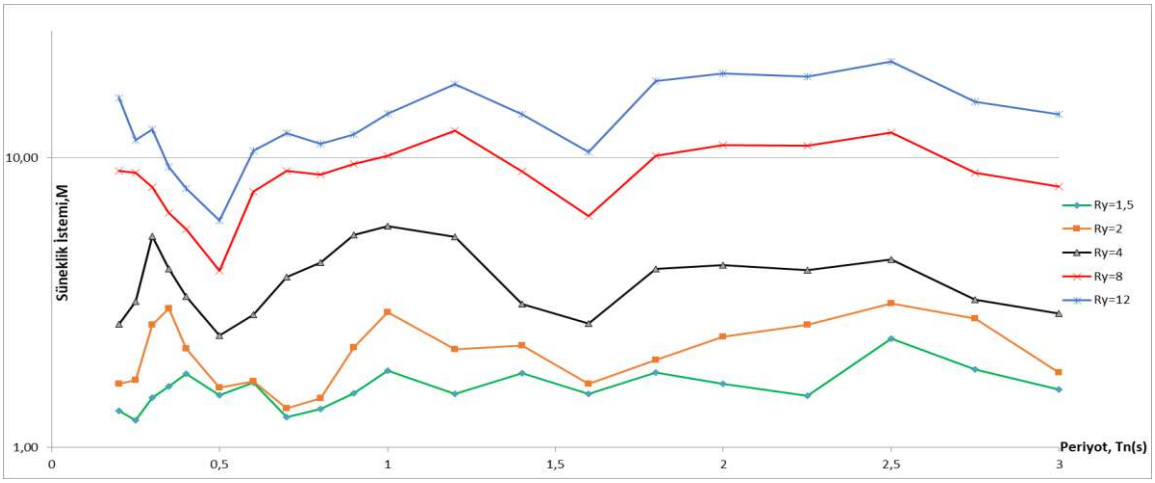


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

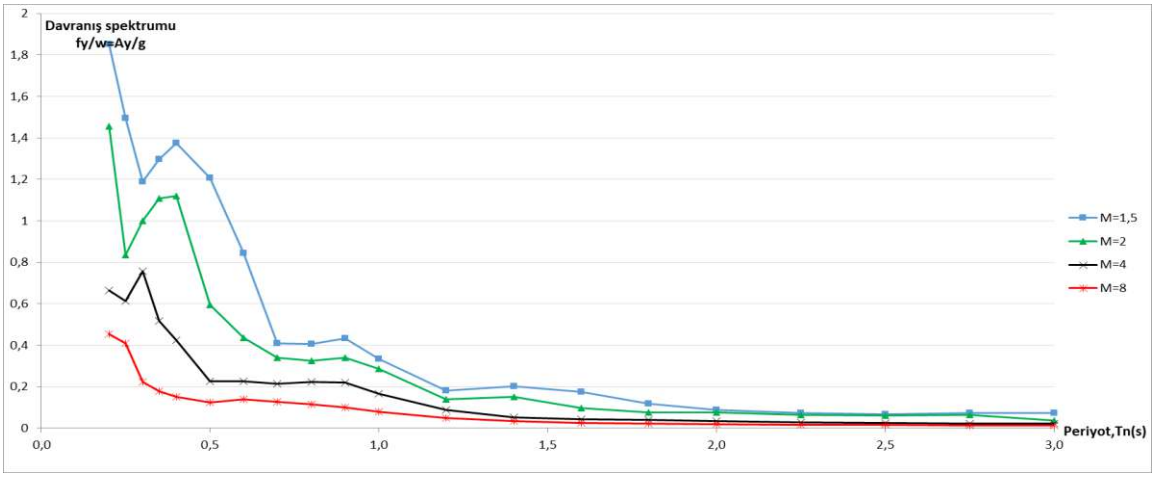


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

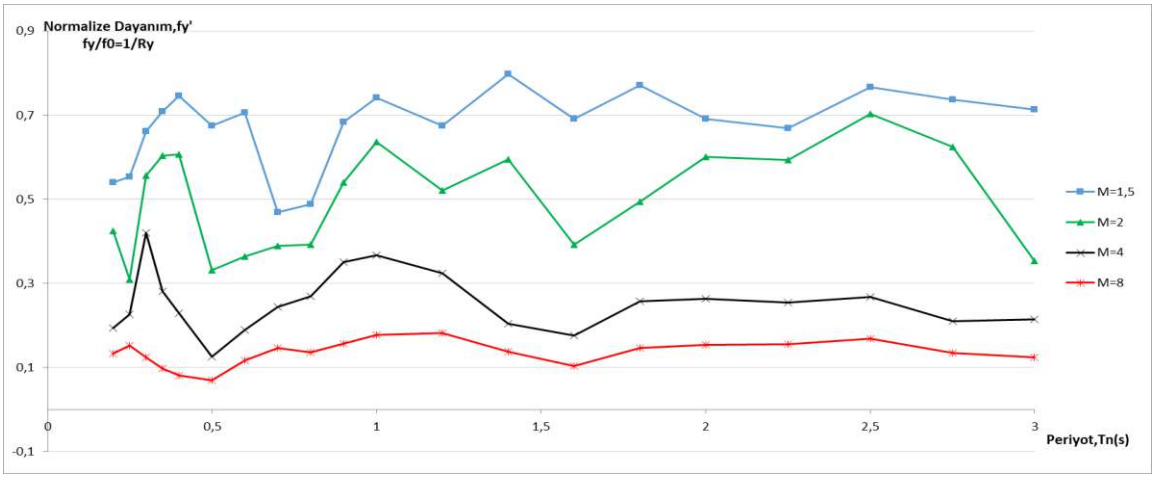
Şekil B.144: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

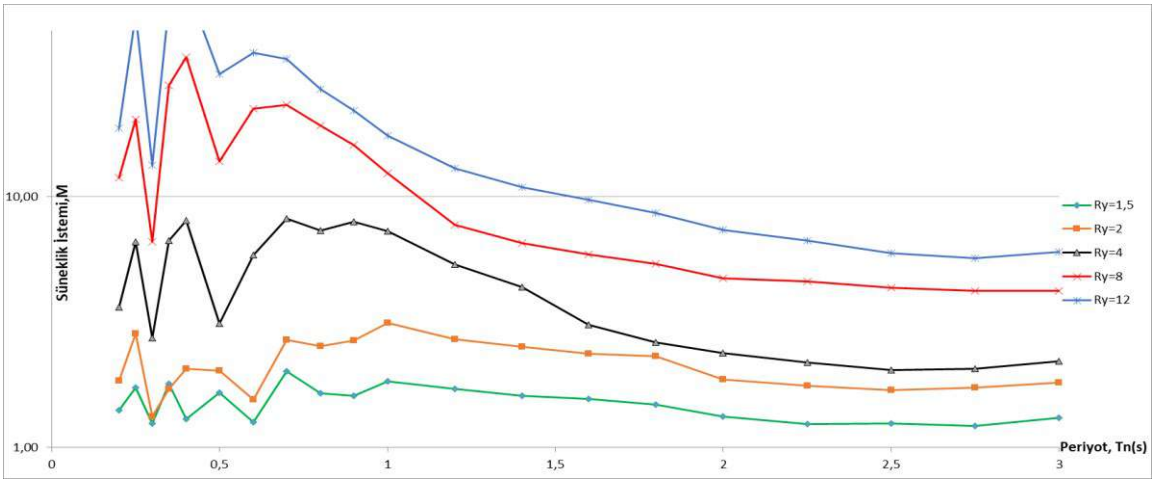


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

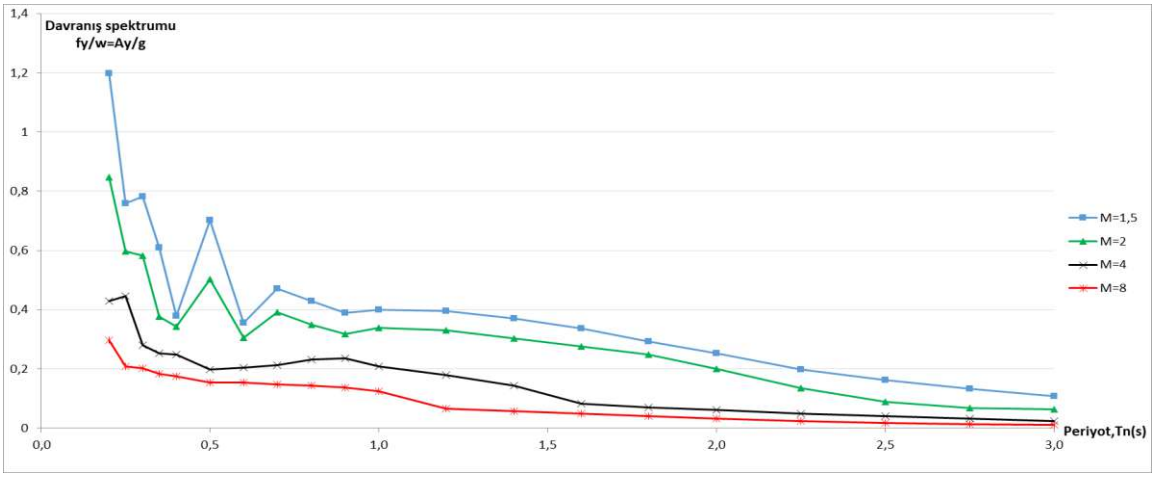


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

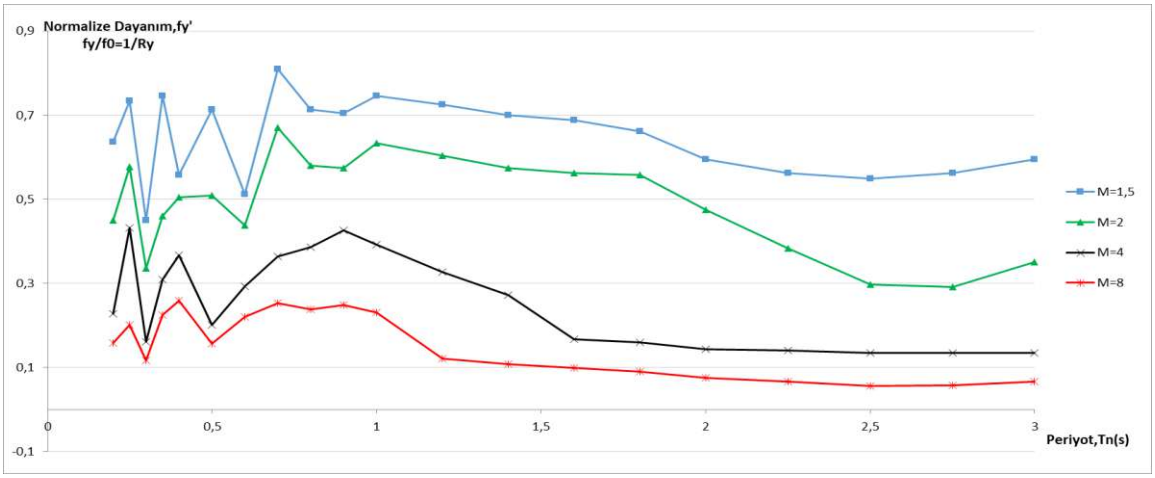
Şekil B.145: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

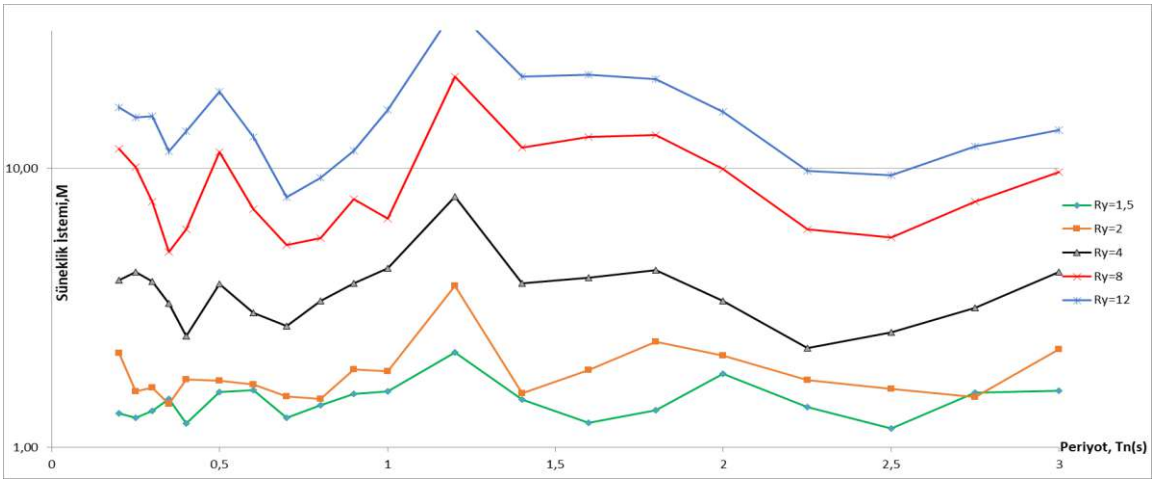


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

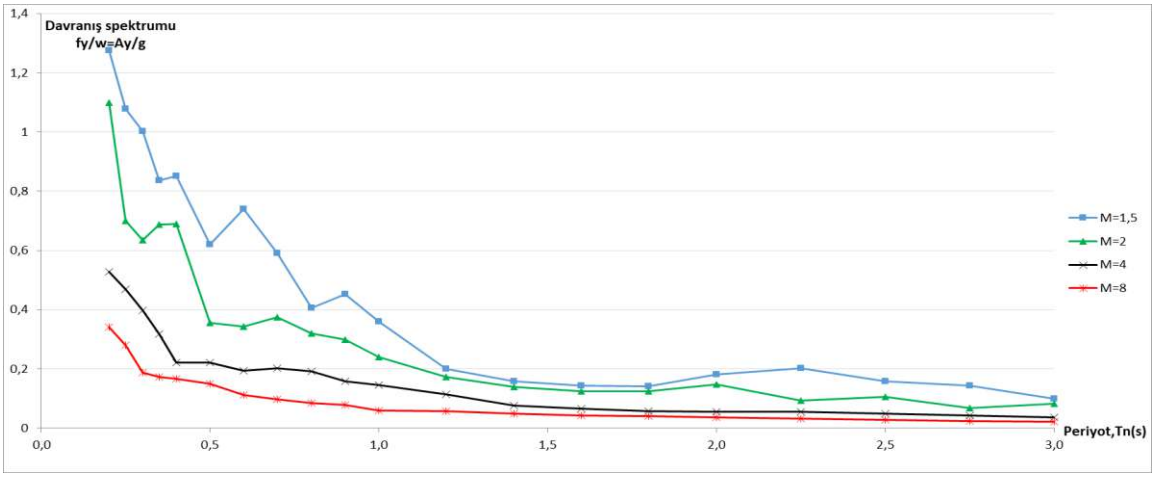


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

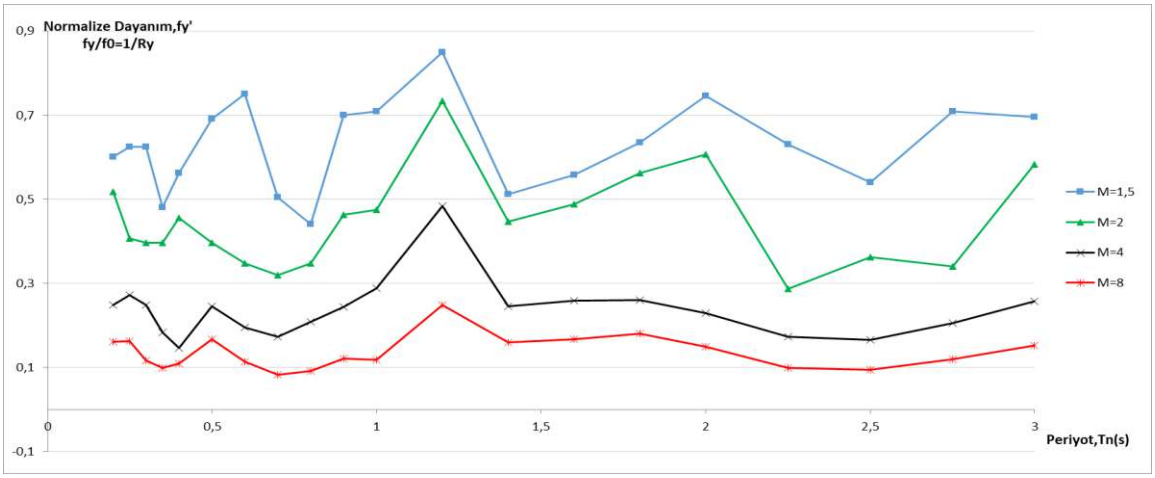
Şekil B.146: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

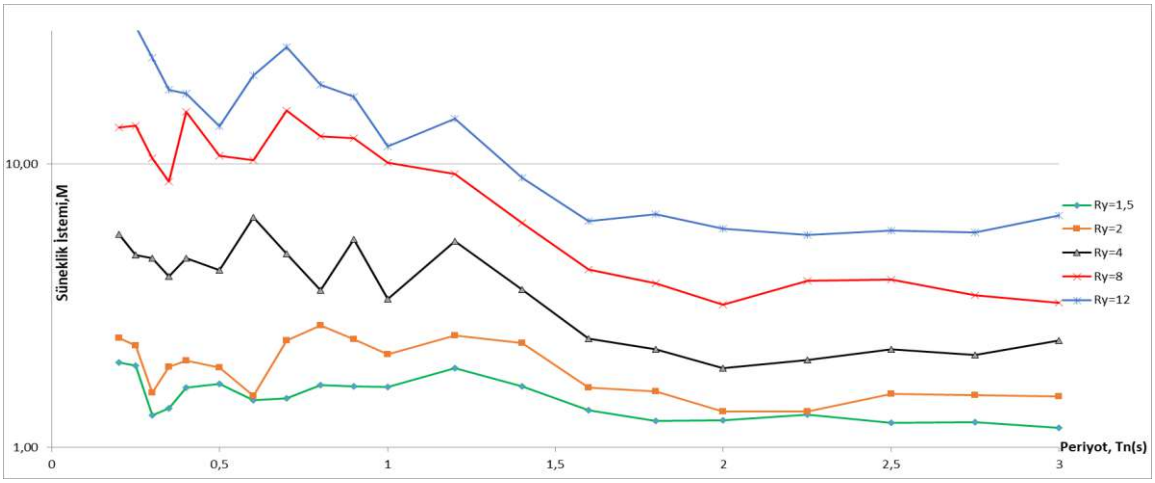


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

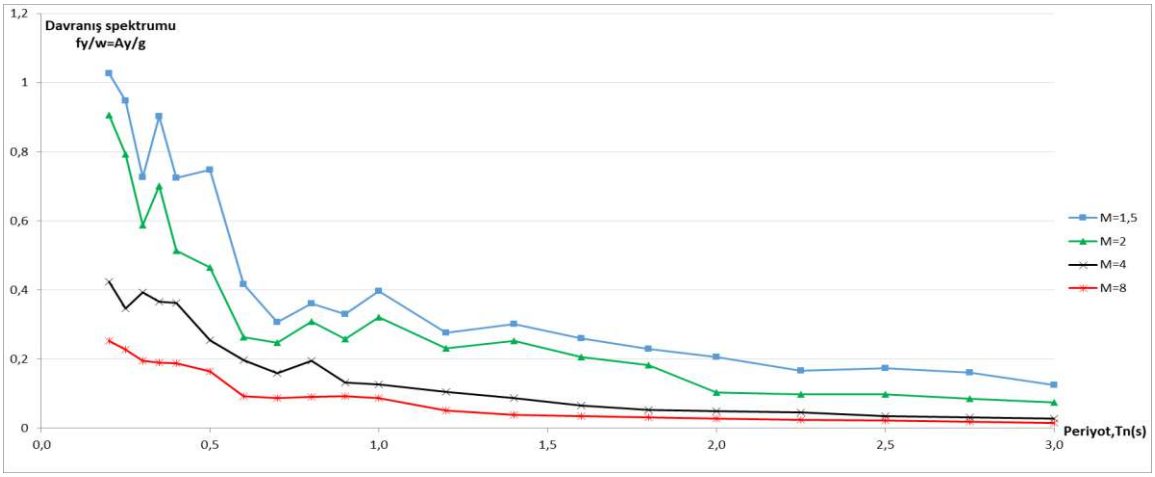


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

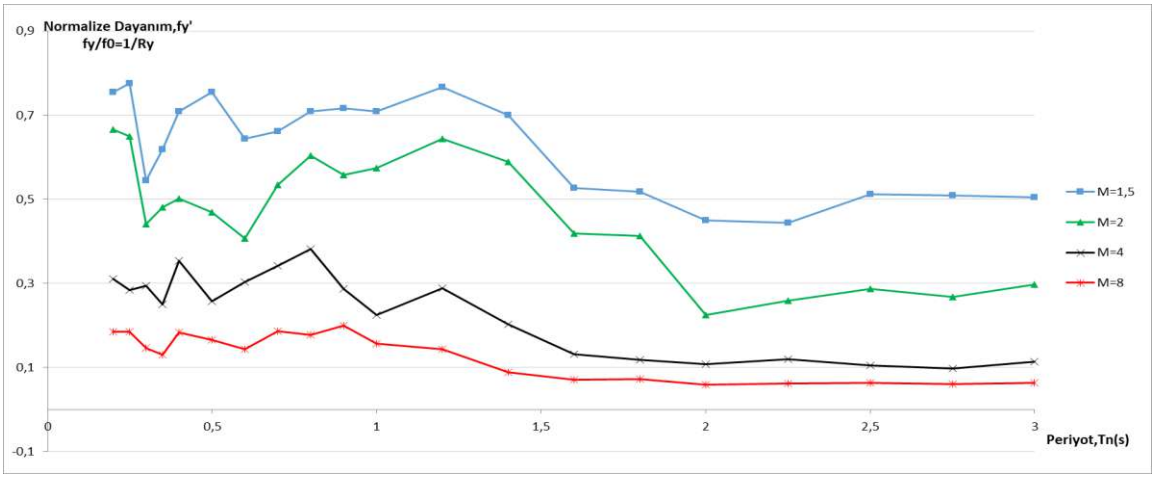
Şekil B.147: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-L kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

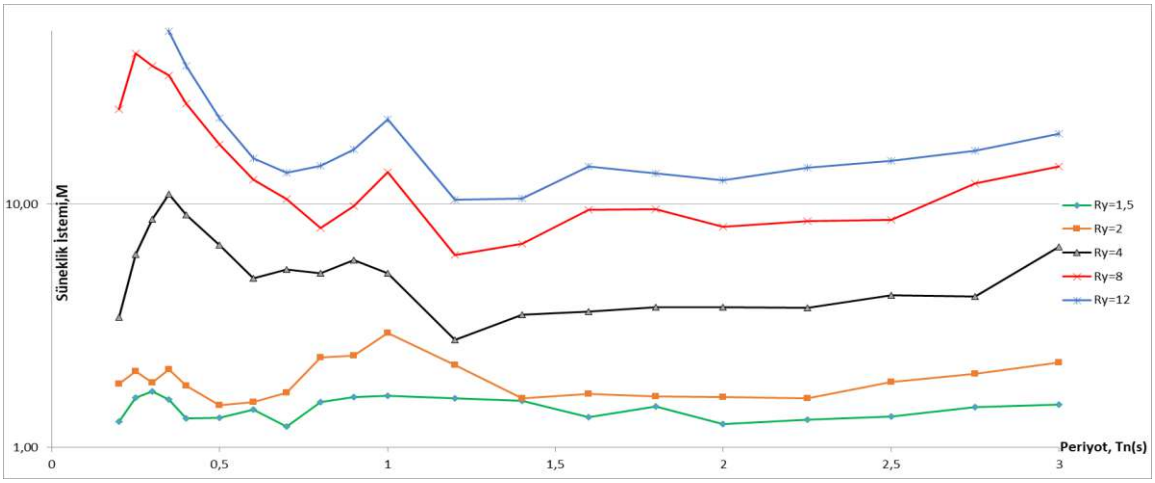


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

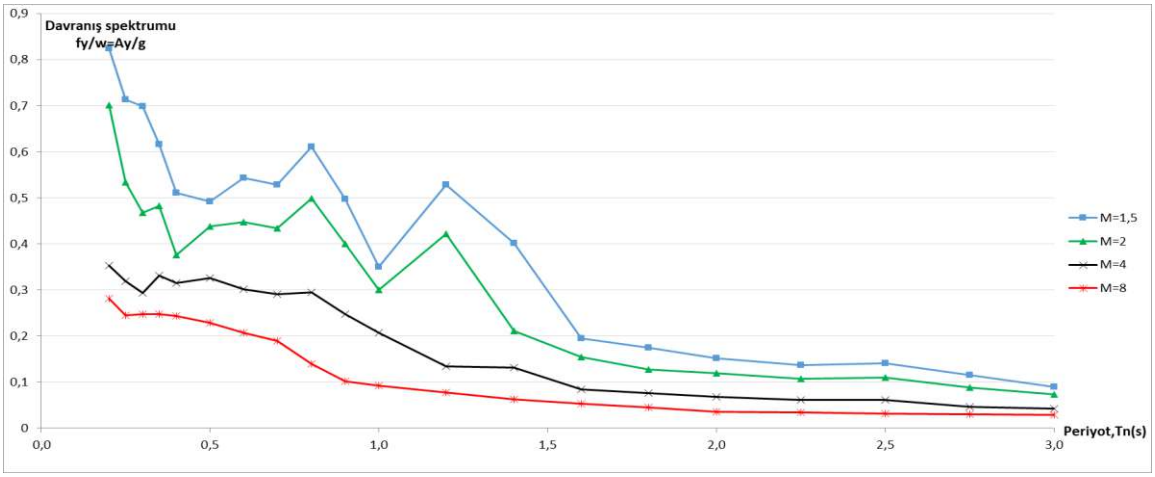


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

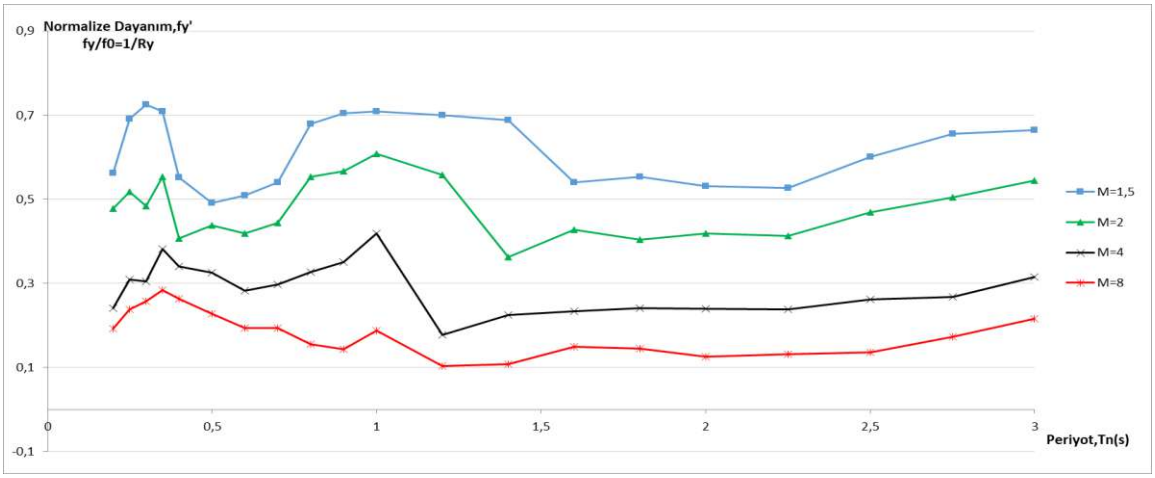
Şekil B.148: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-T kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

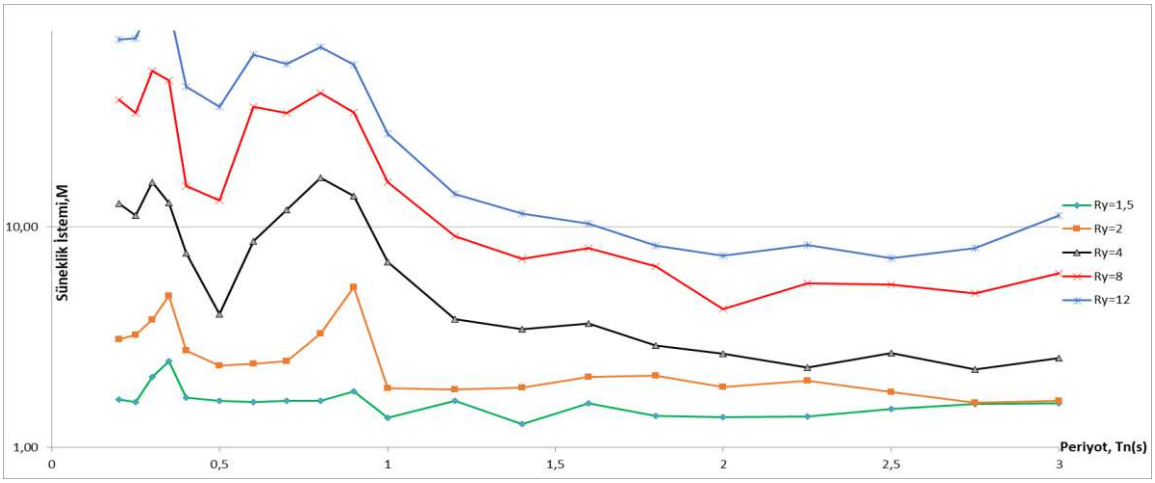


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

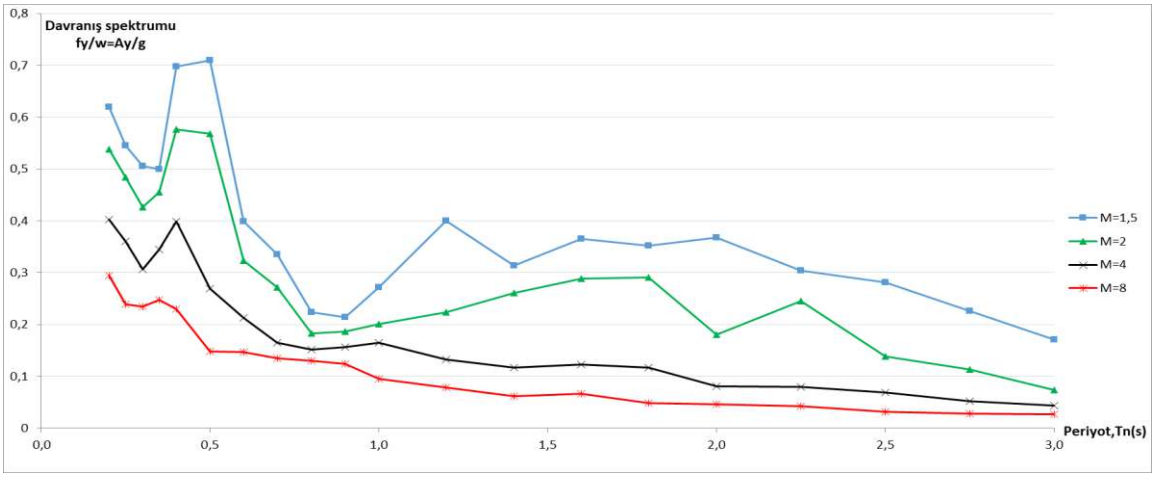


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

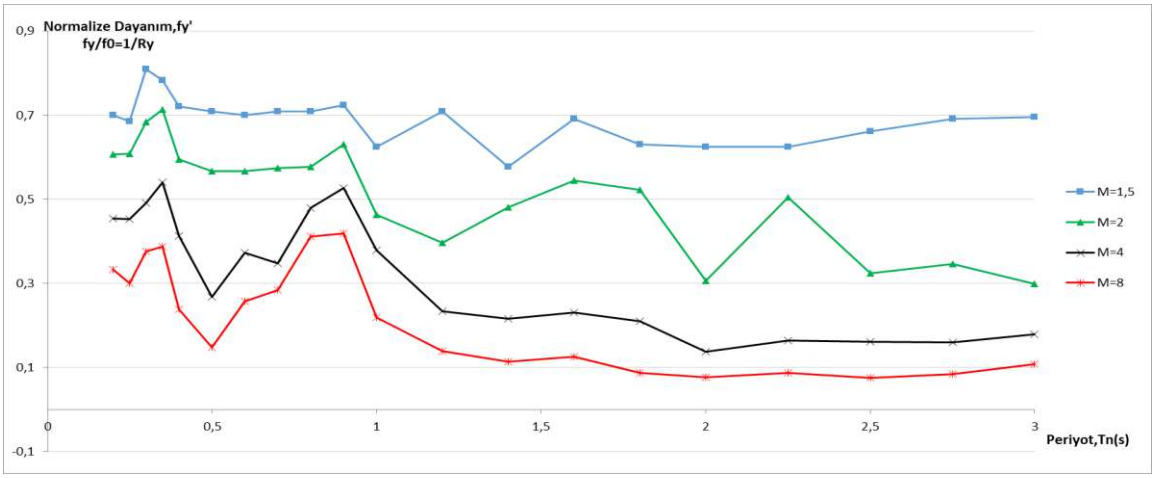
Şekil B.149: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

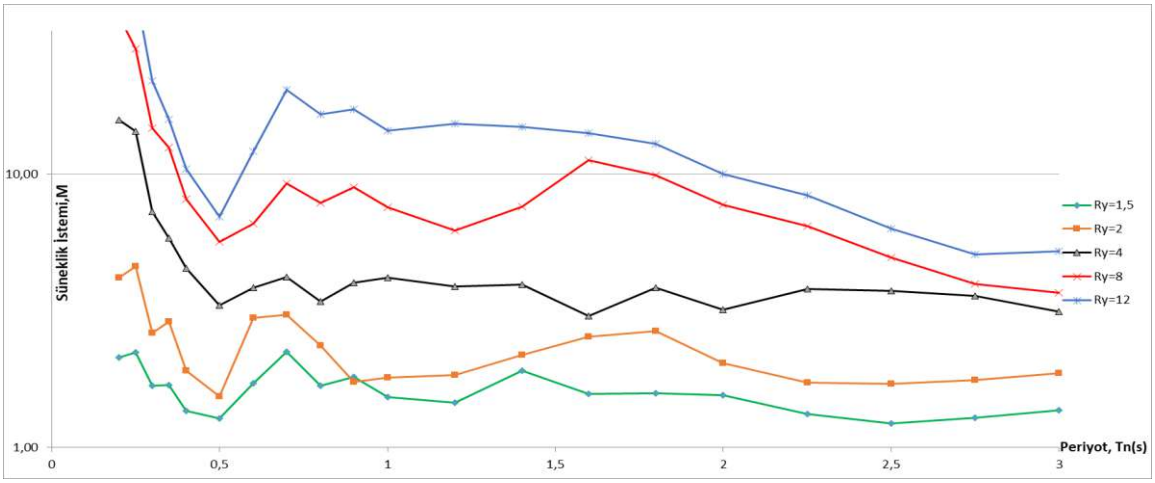


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

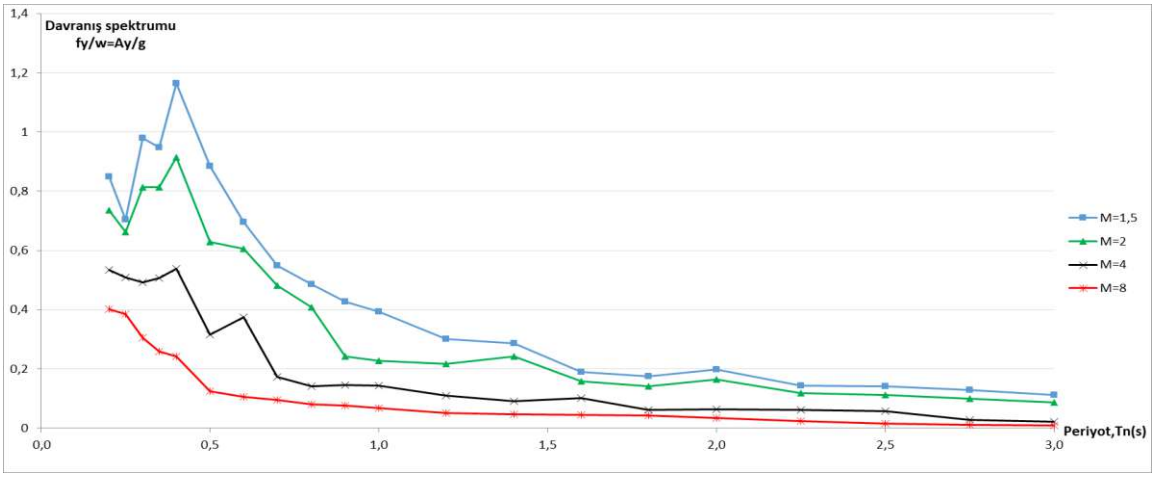


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

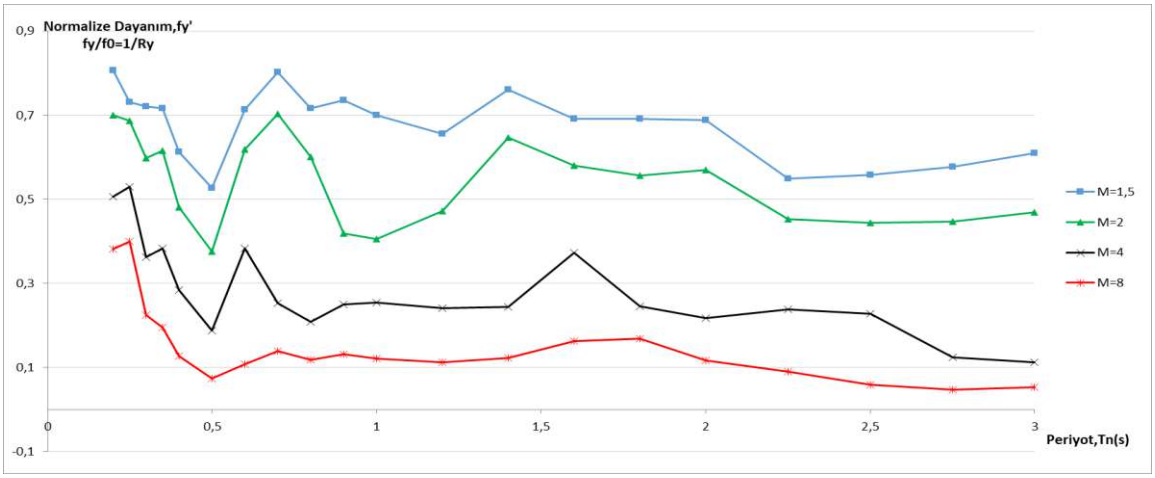
Şekil B.150: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

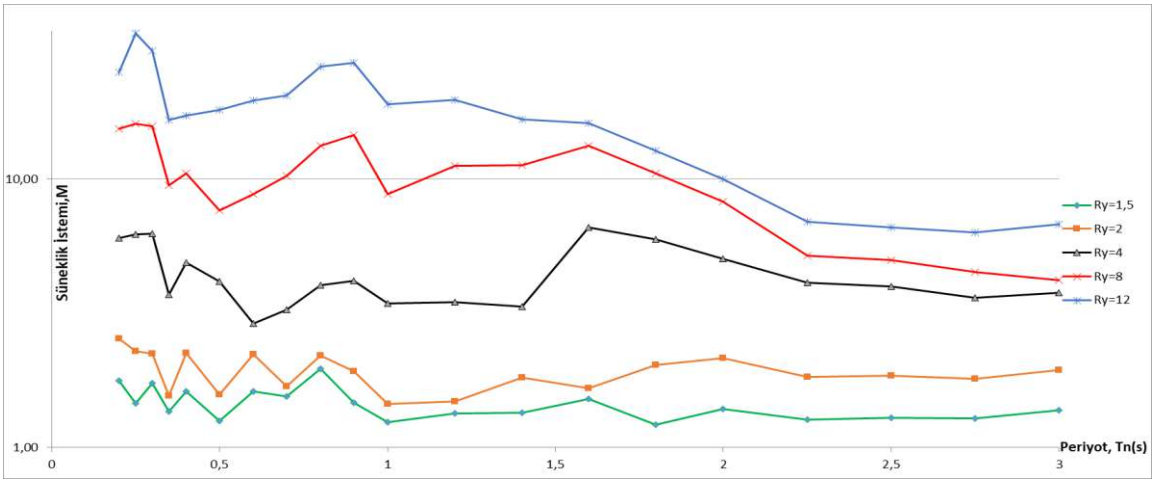


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

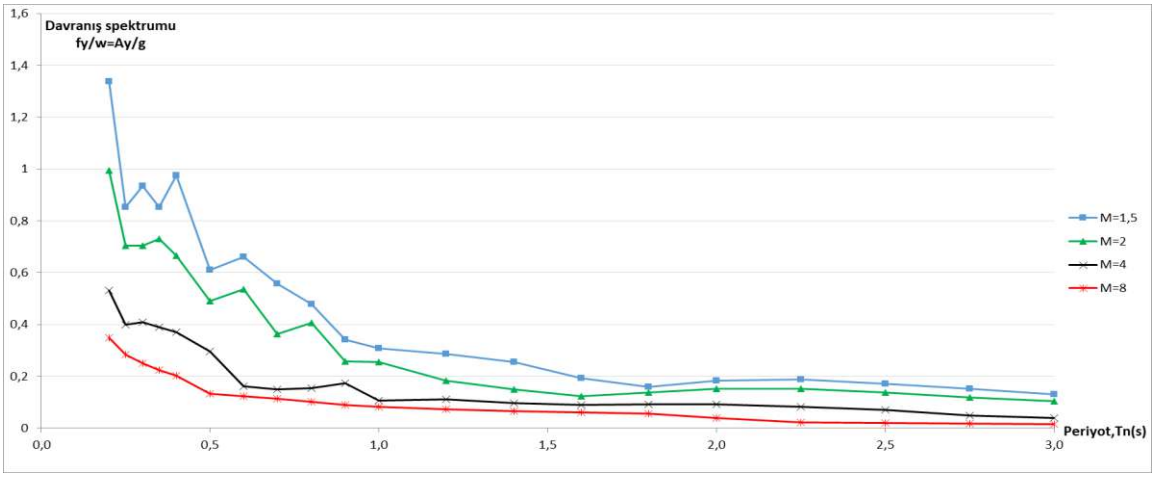


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

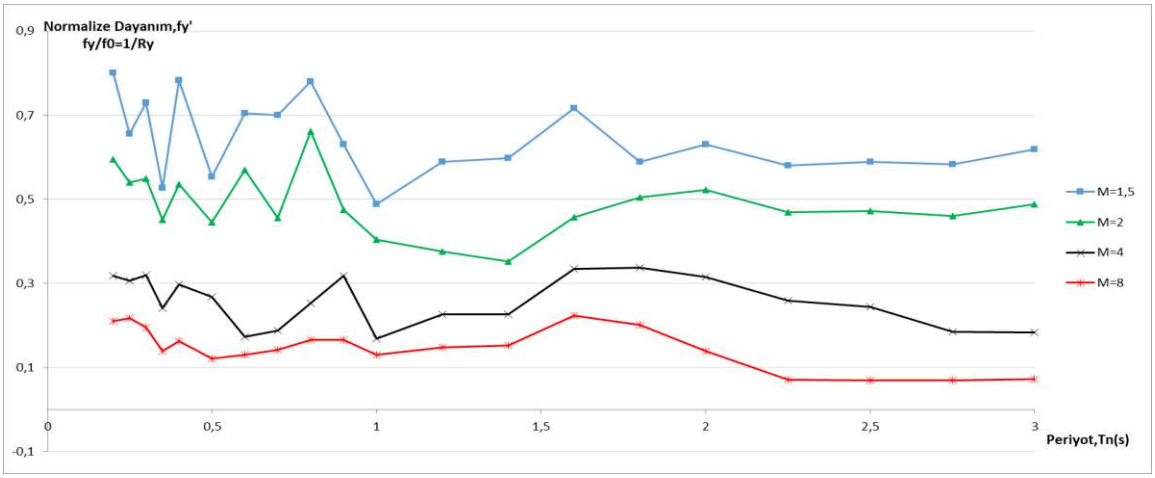
Şekil B.151: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

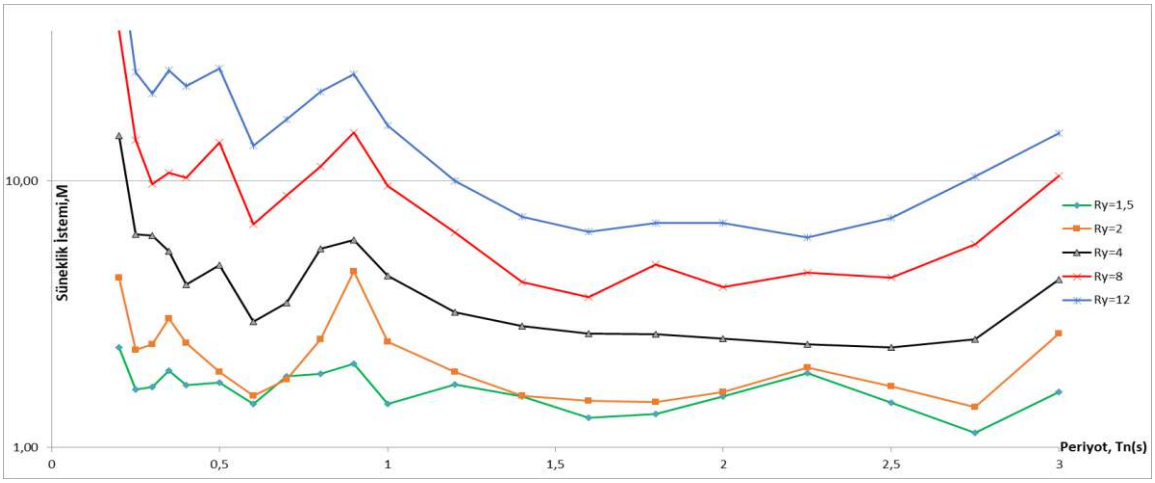


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

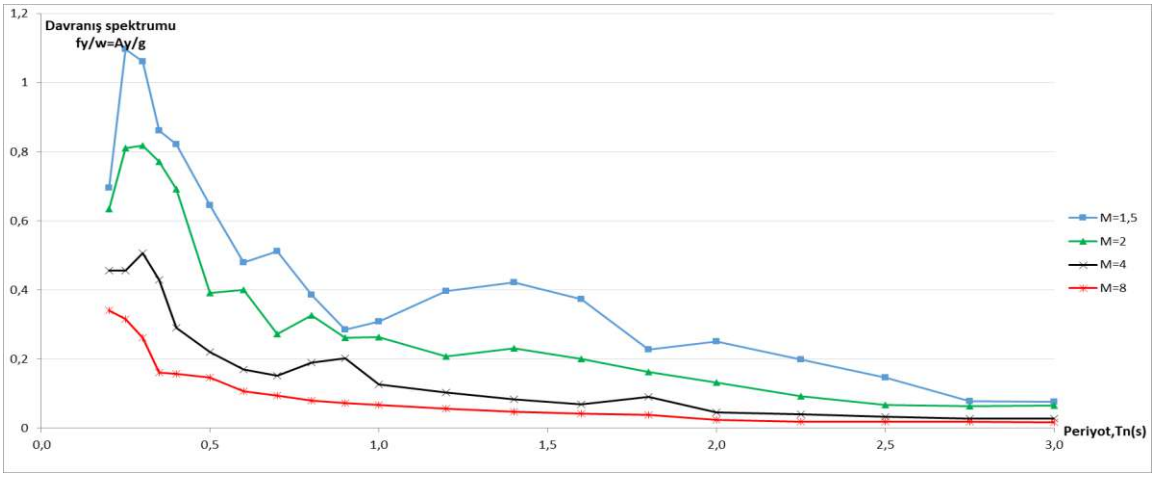


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

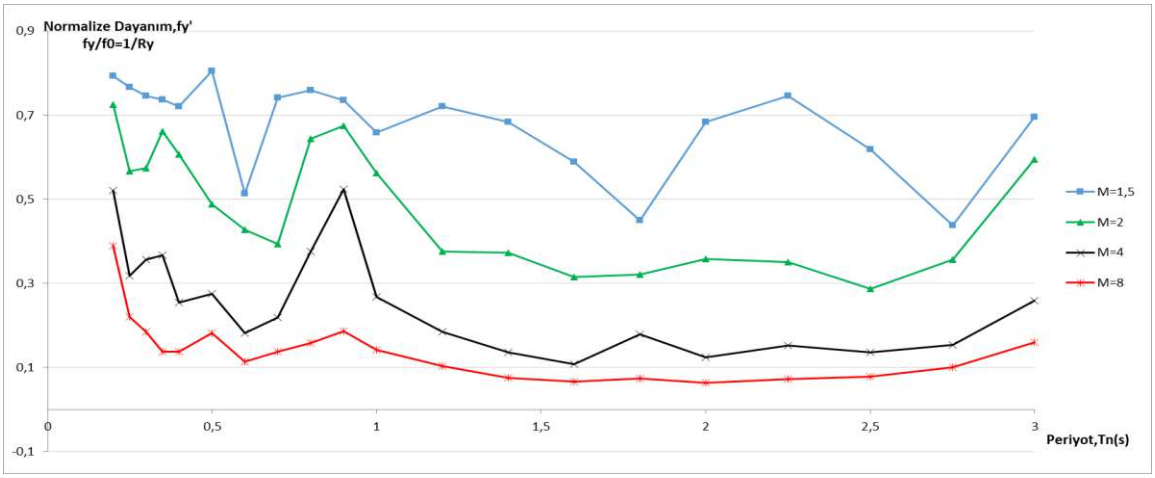
Şekil B.152: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

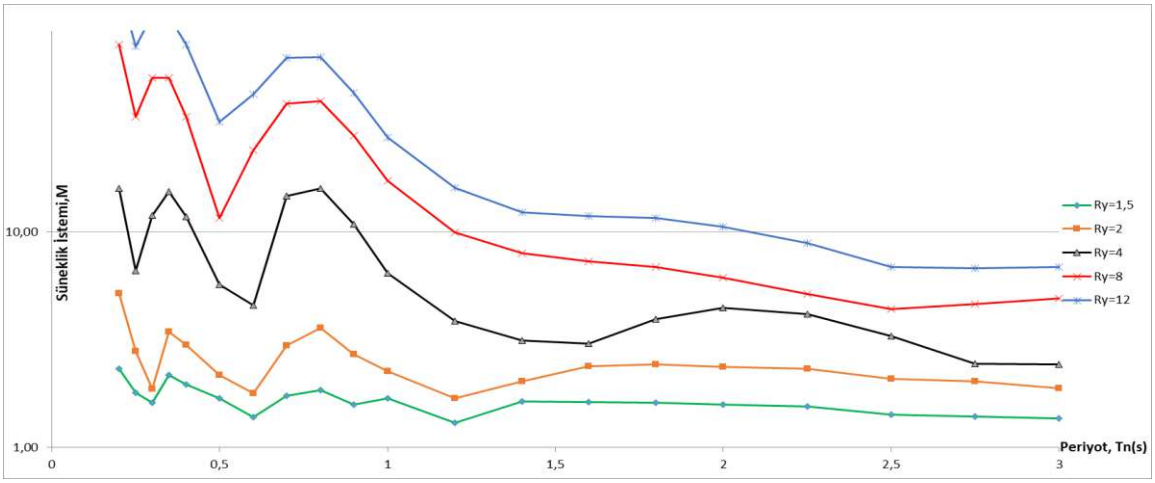


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

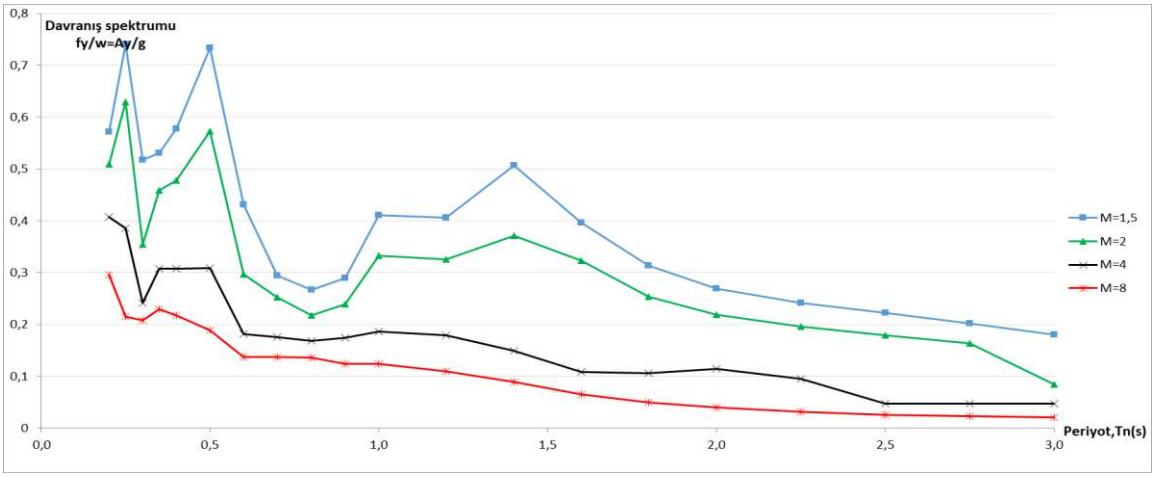


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

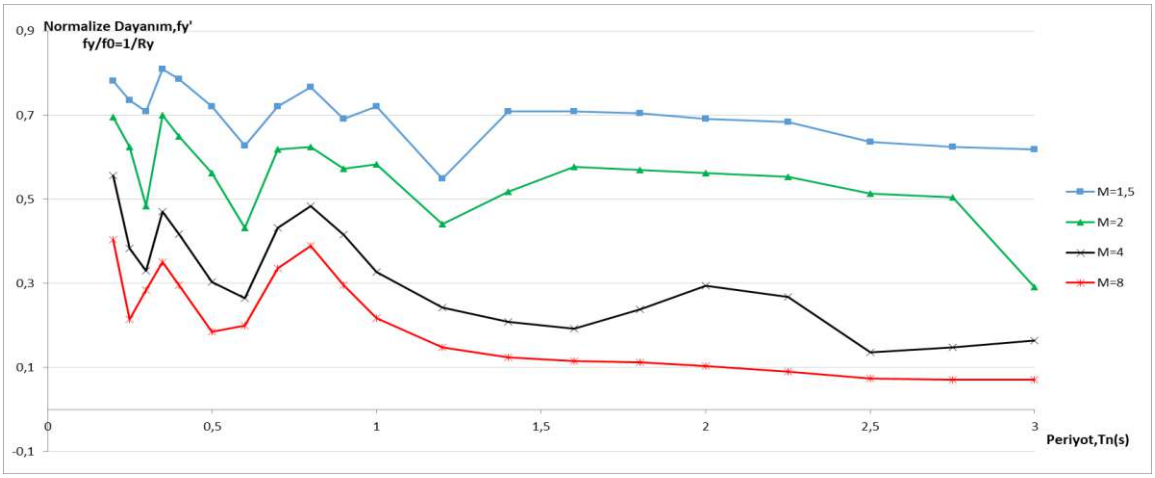
Şekil B.153: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

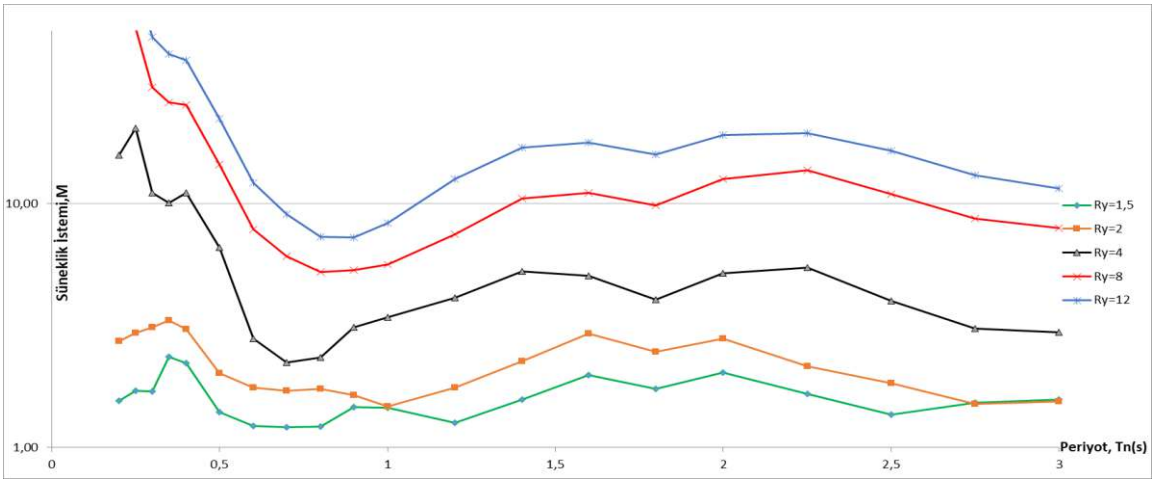


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

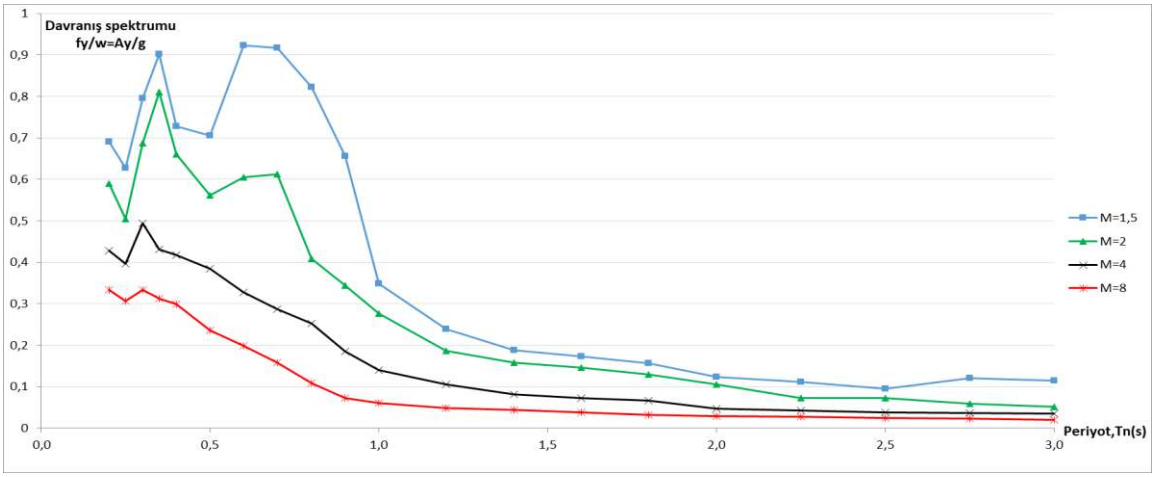


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

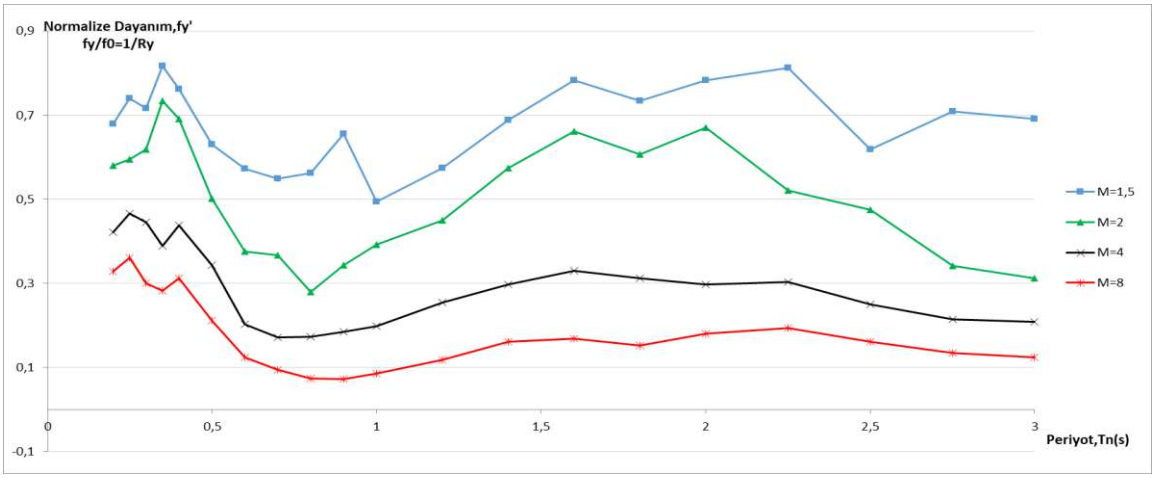
Şekil B.154: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

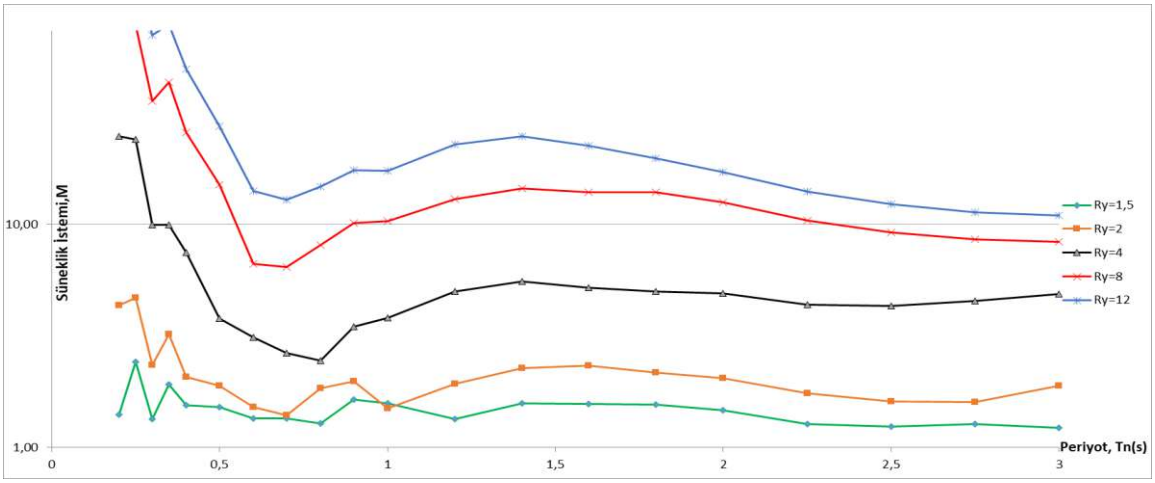


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

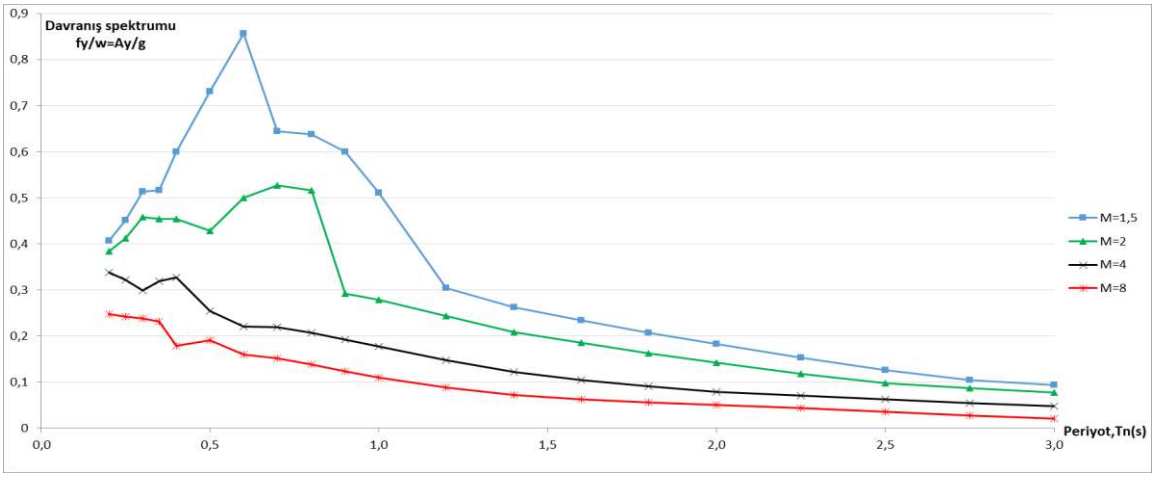


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

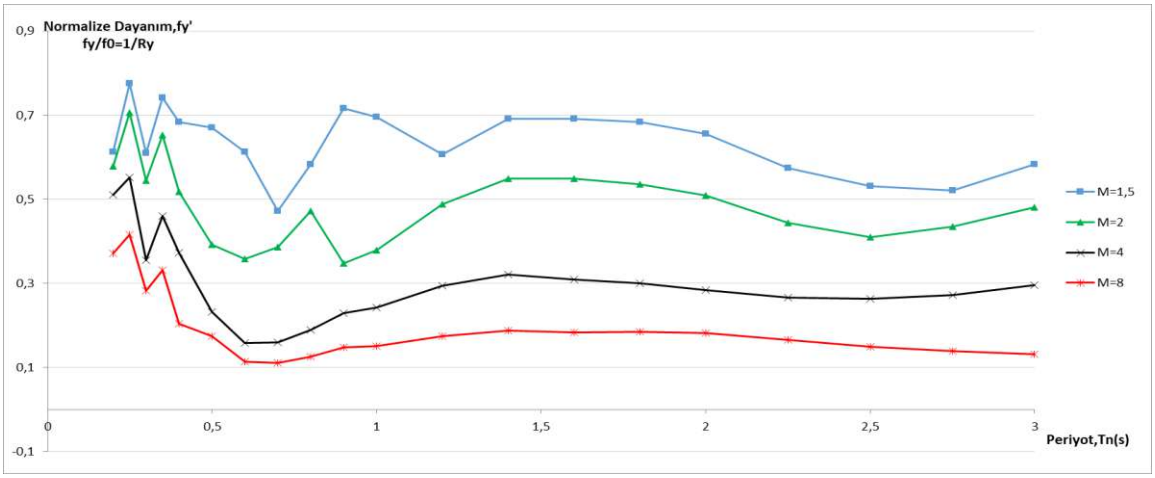
Şekil B.155: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

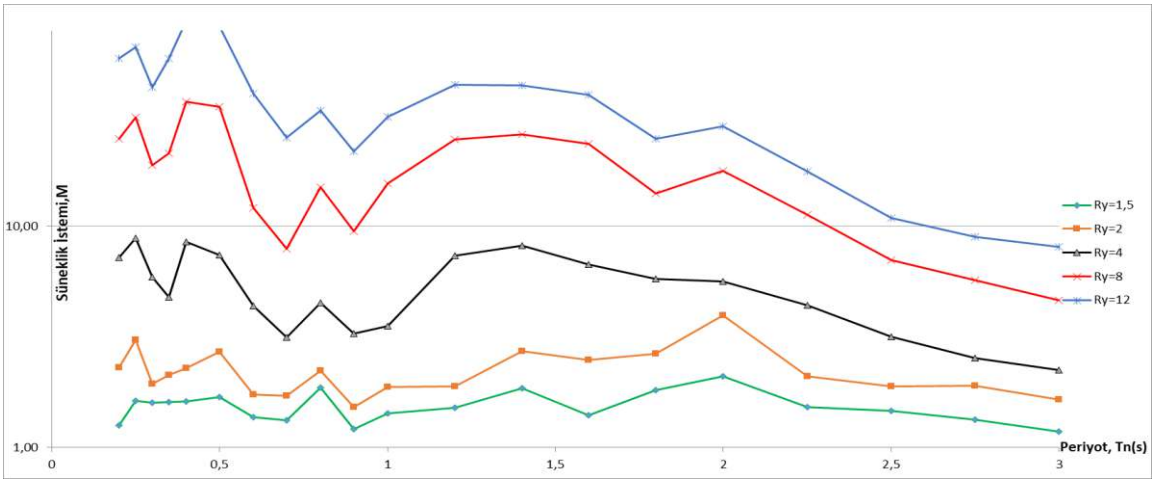


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

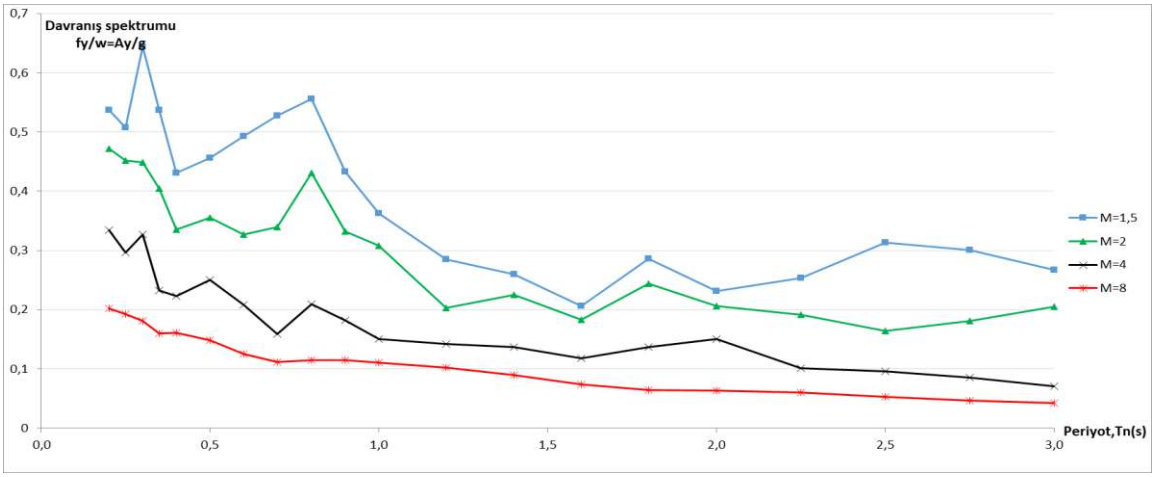


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

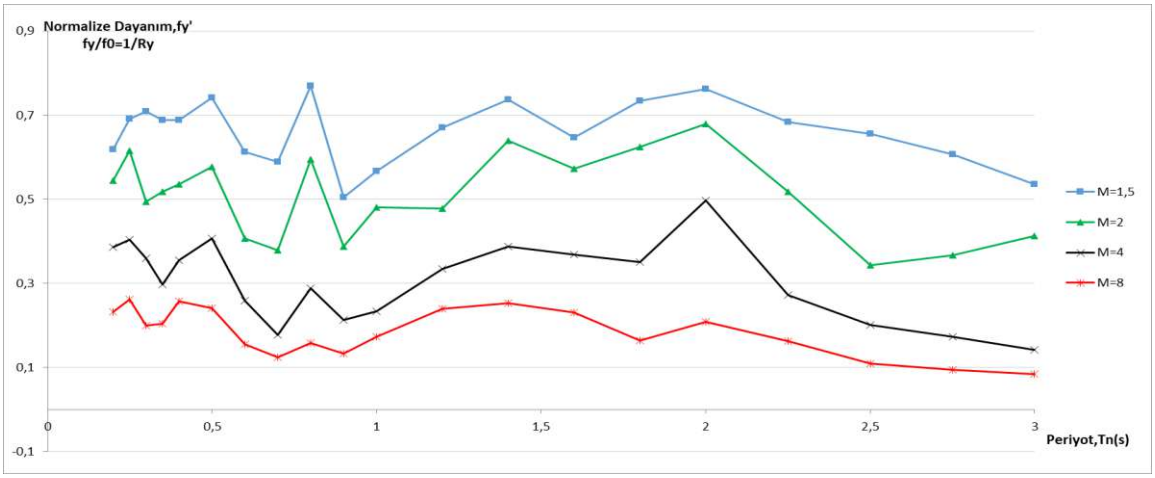
Şekil B.156: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

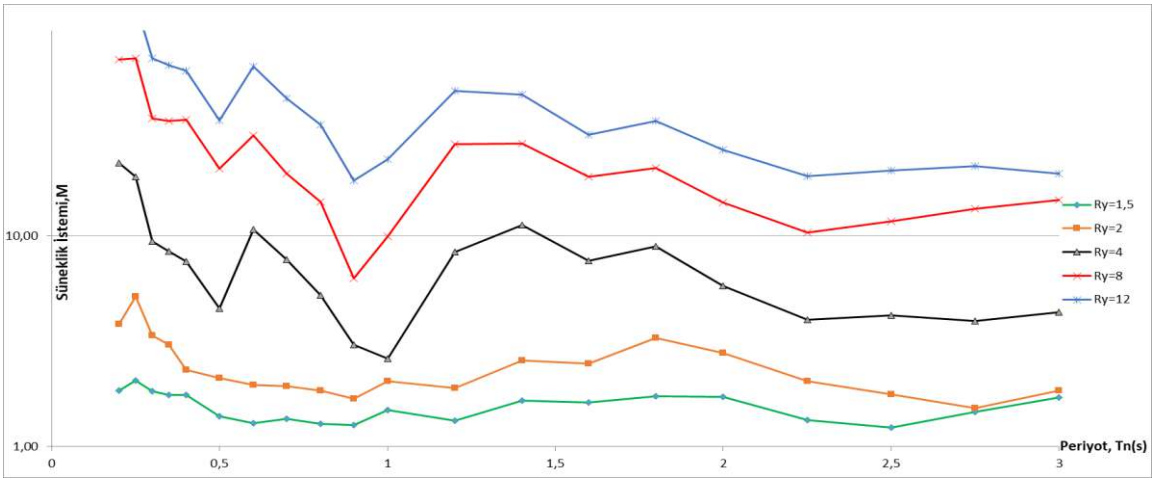


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

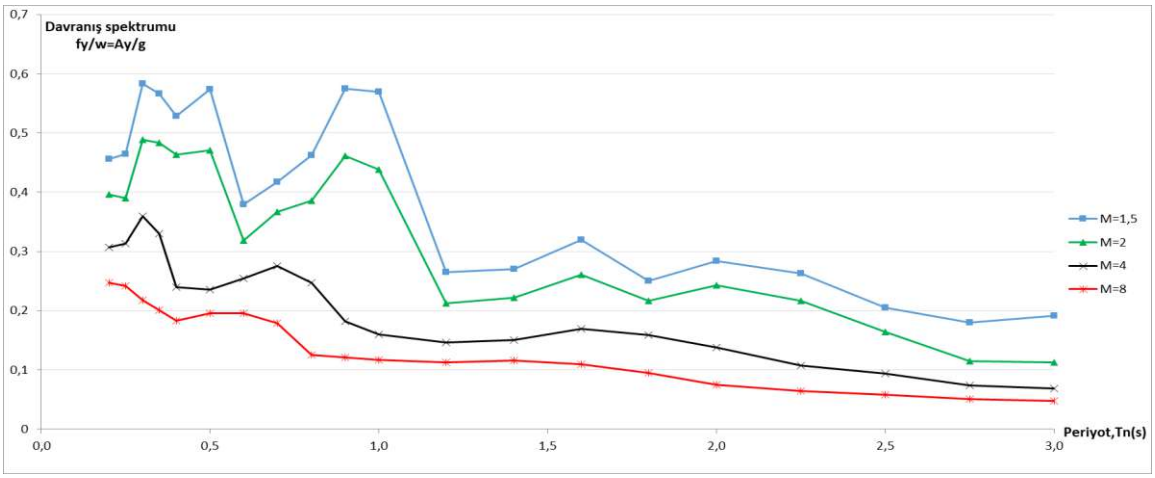


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

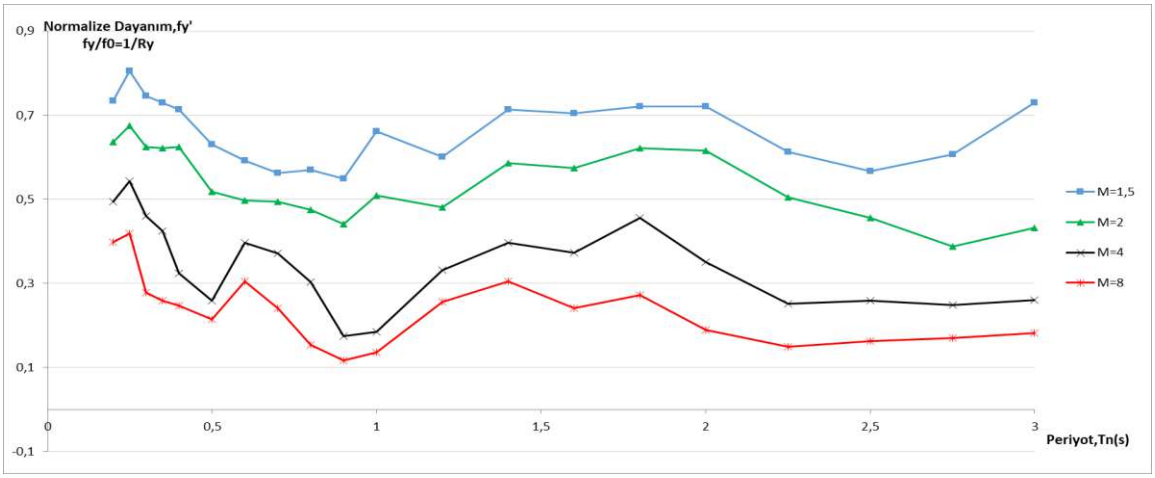
Şekil B.157: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

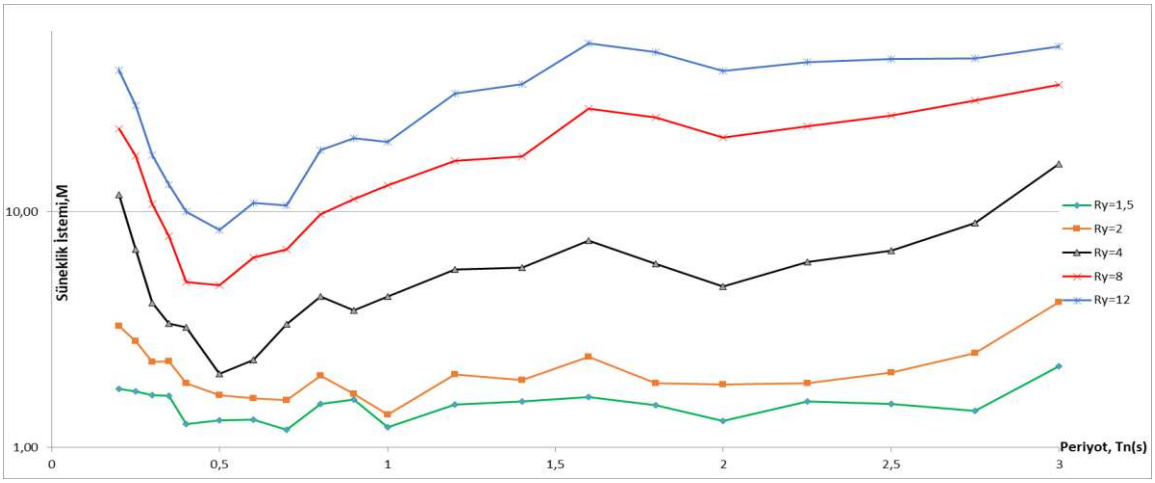


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

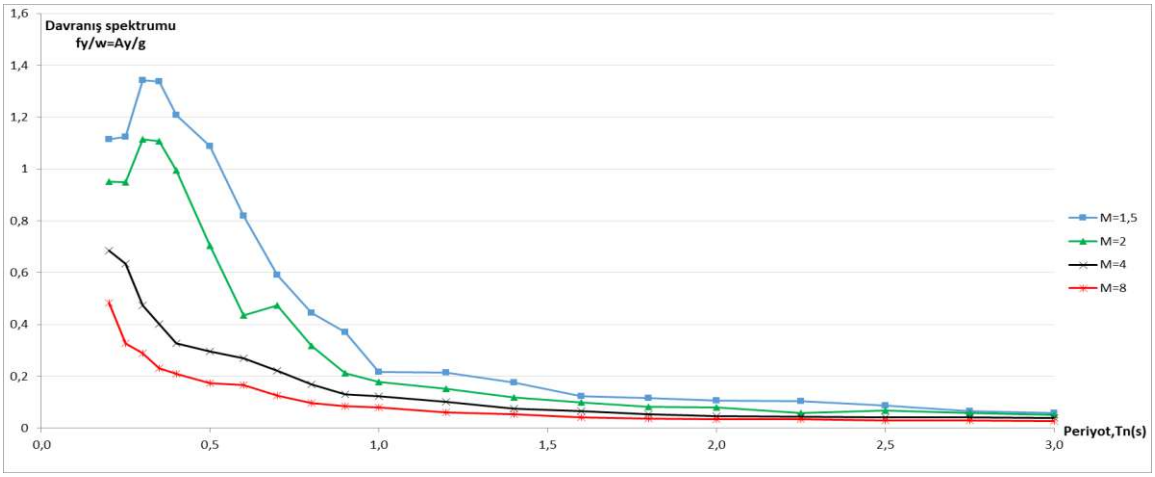


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

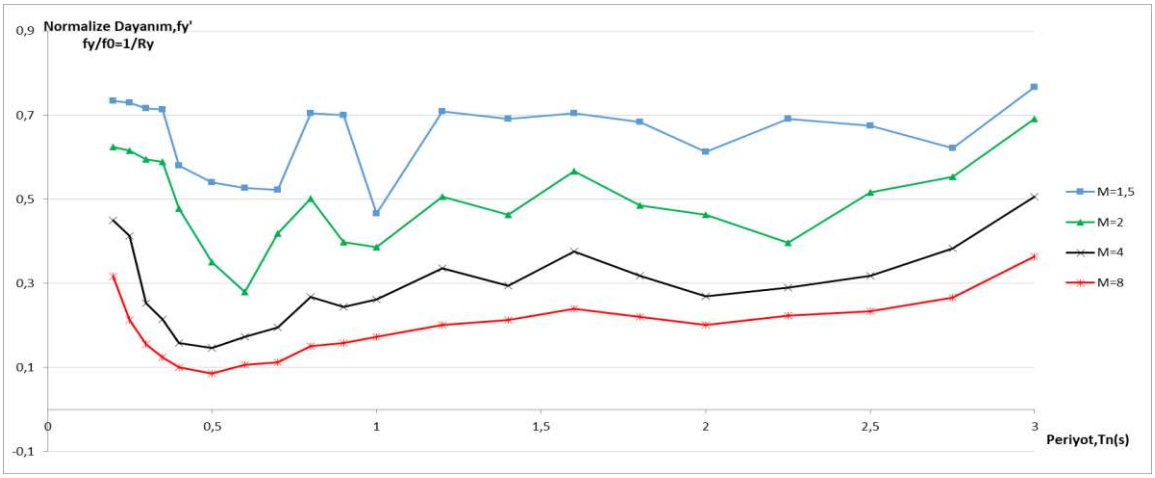
Şekil B.158: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

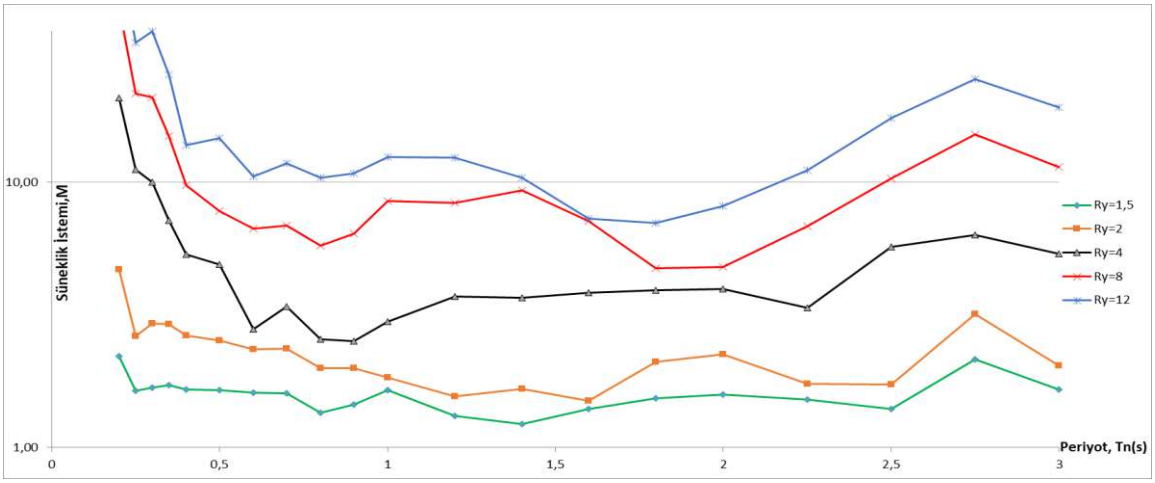


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

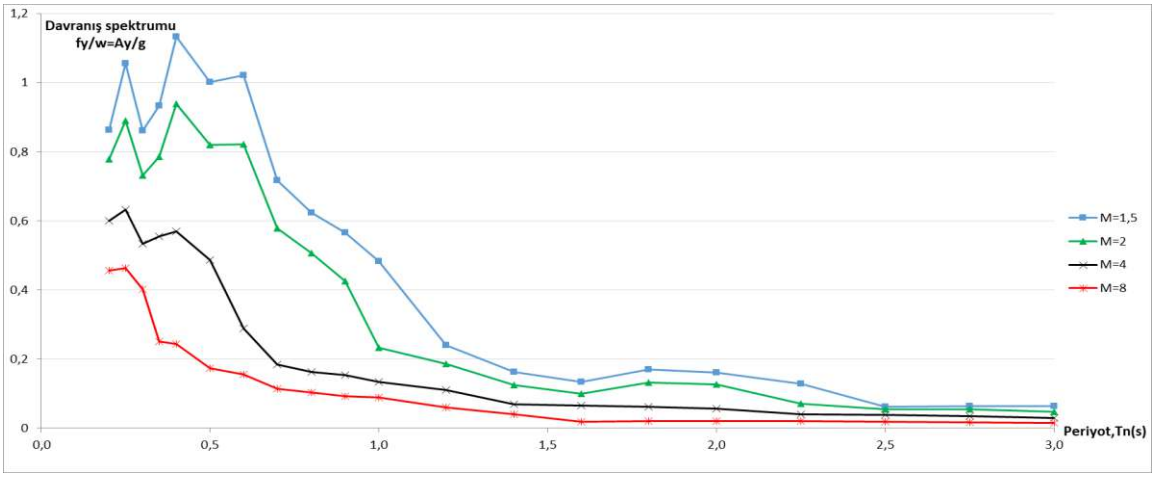


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

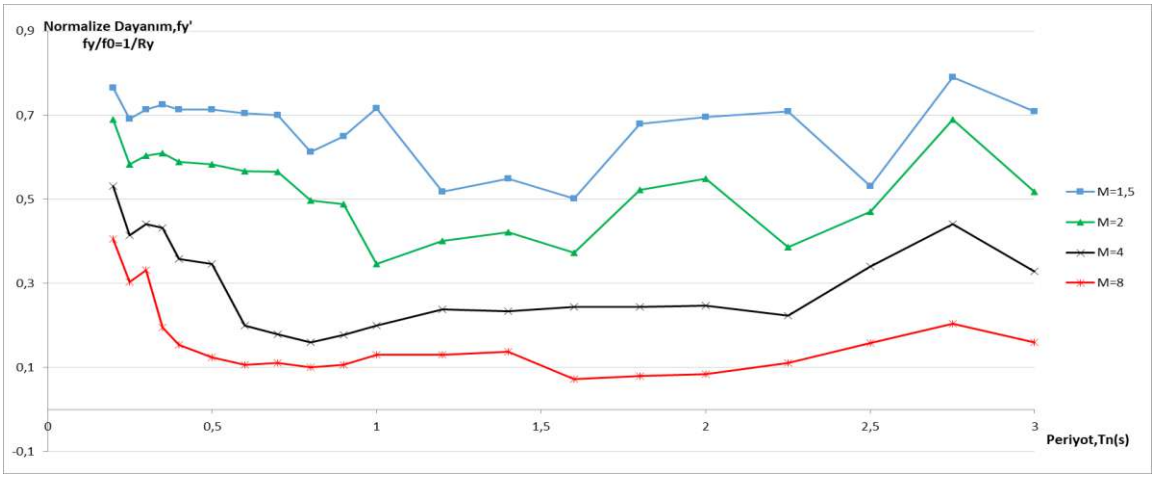
Şekil B.159: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

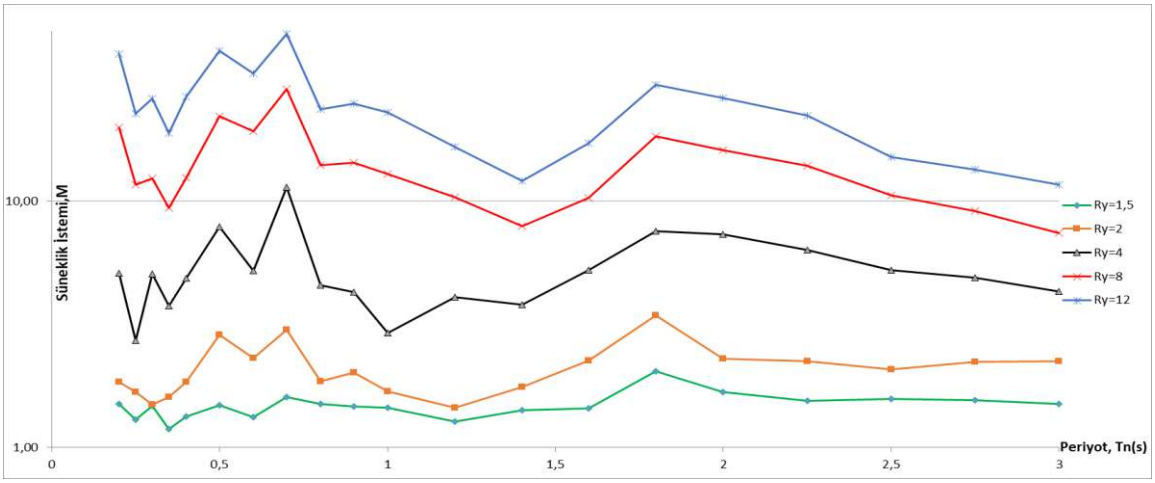


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

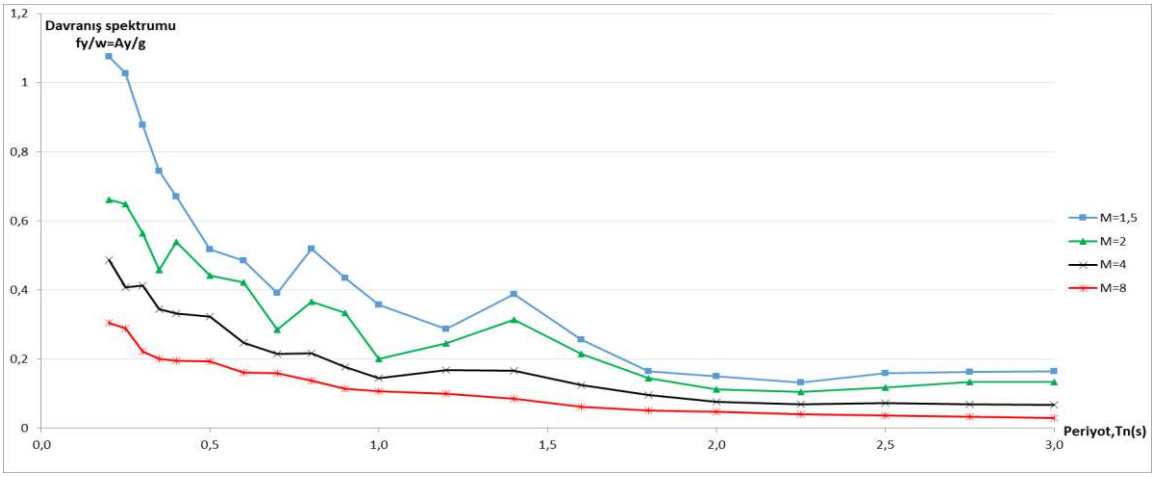


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

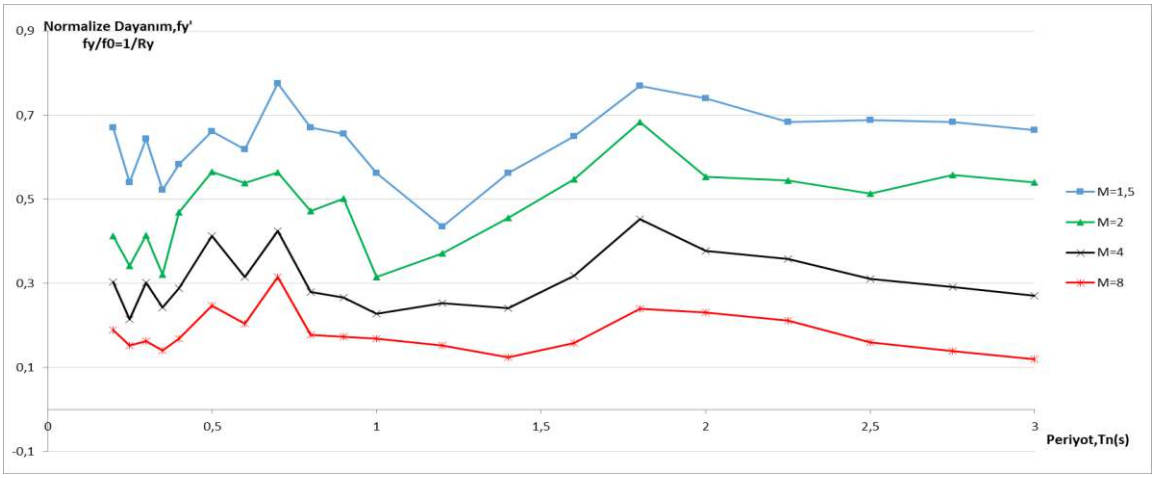
Şekil B.160: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

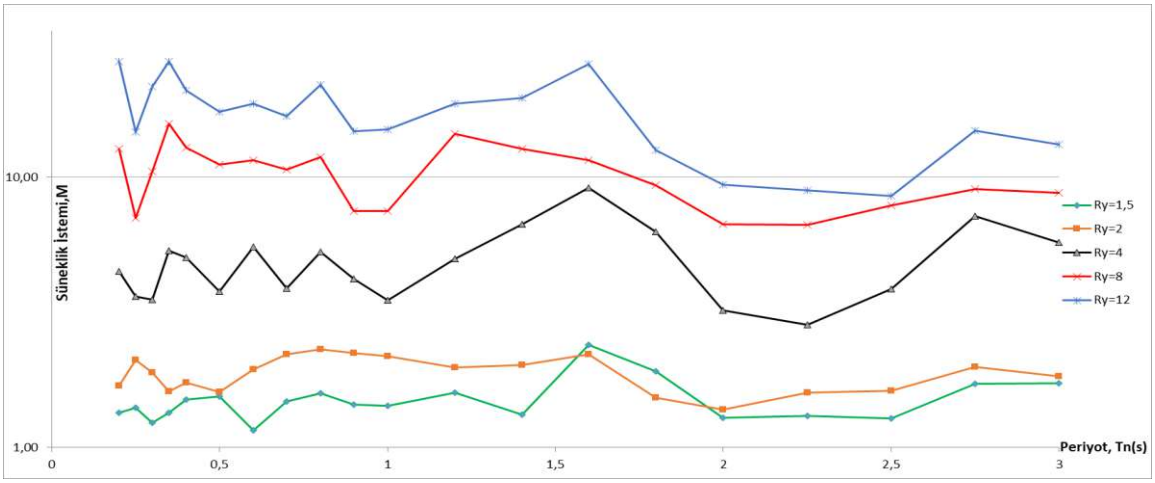


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

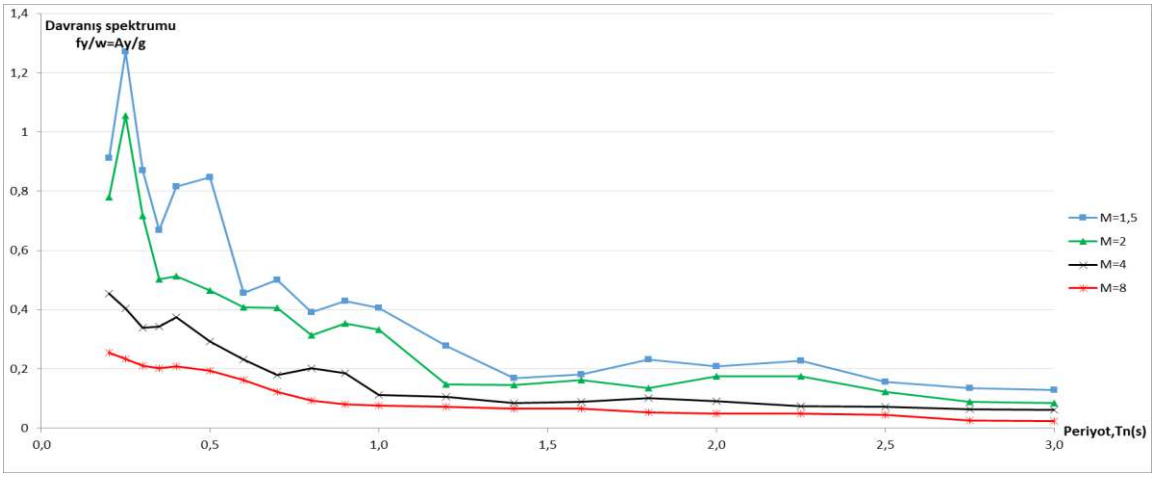


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

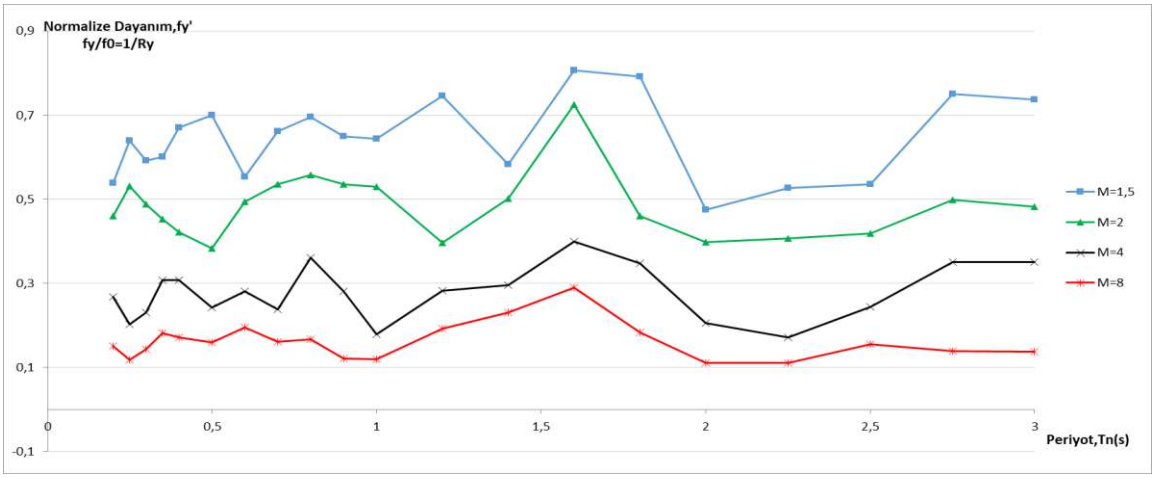
Şekil B.161: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

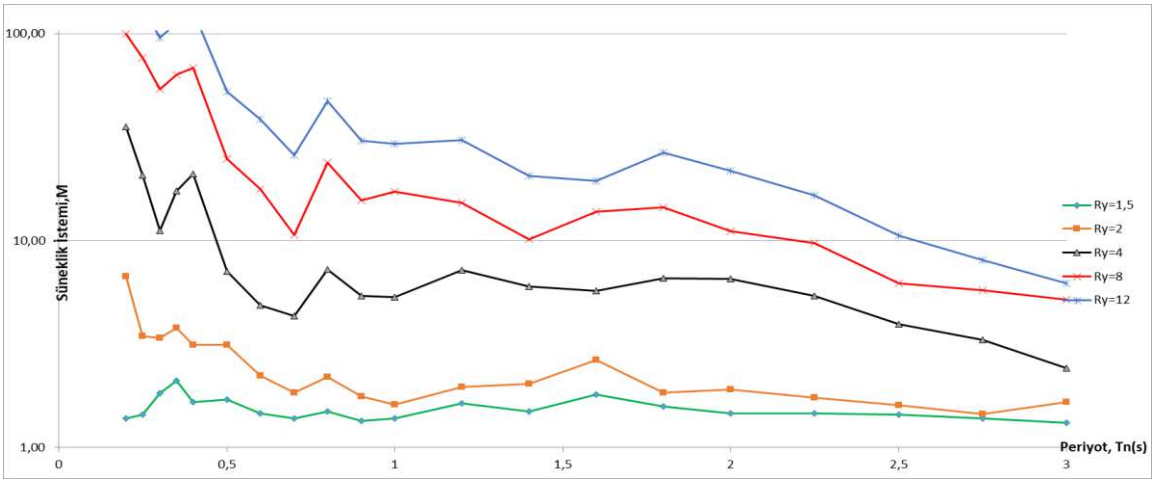


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

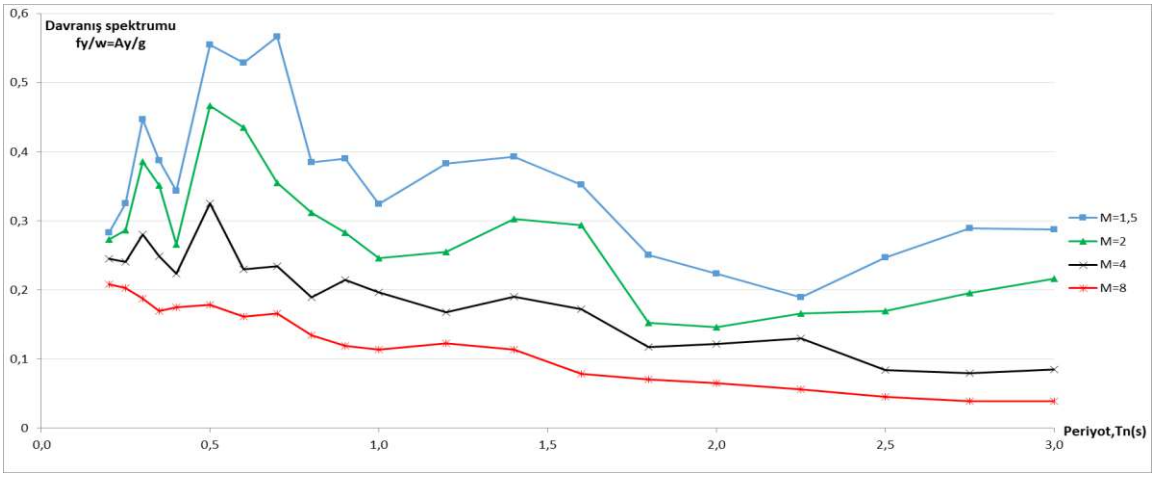


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

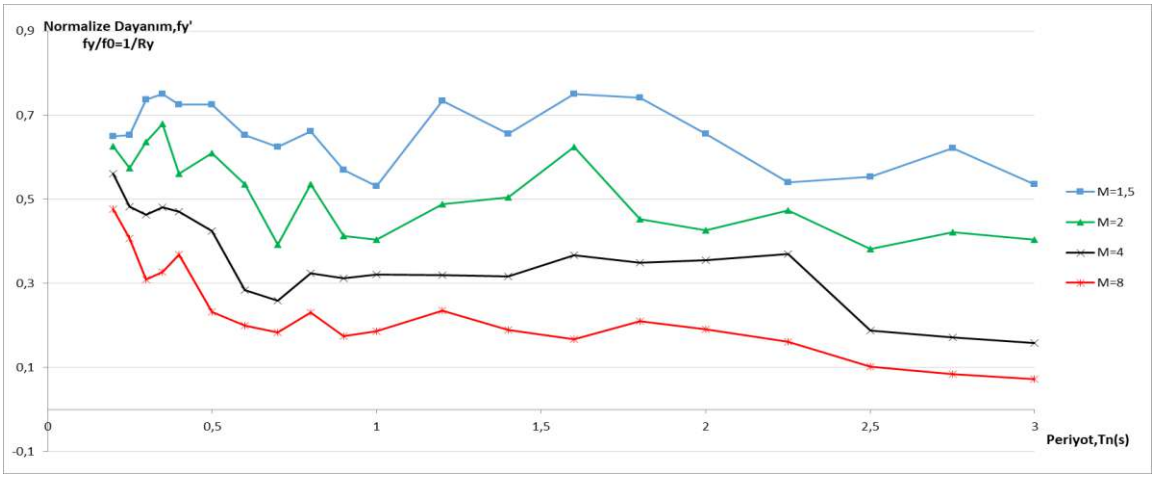
Şekil B.162: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

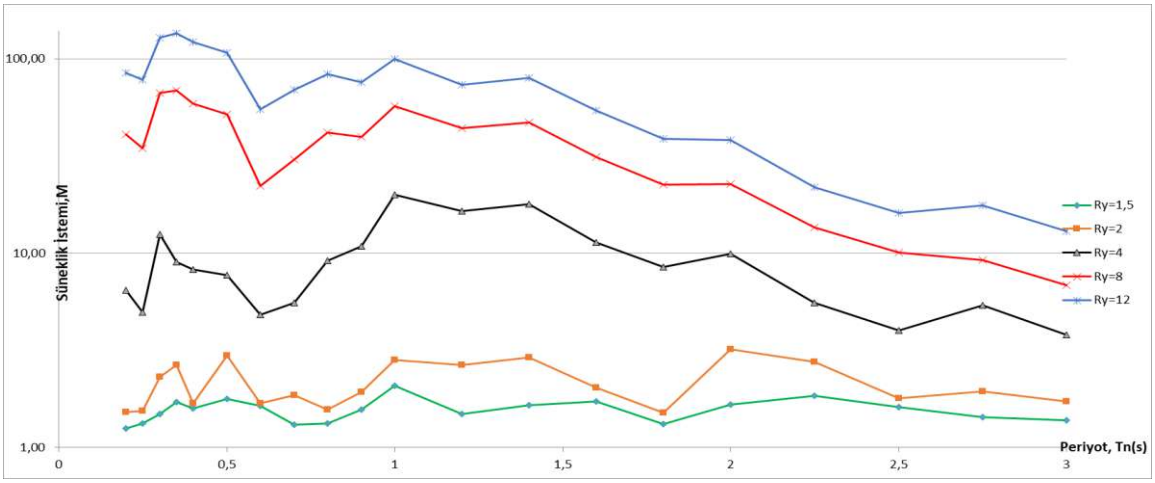


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

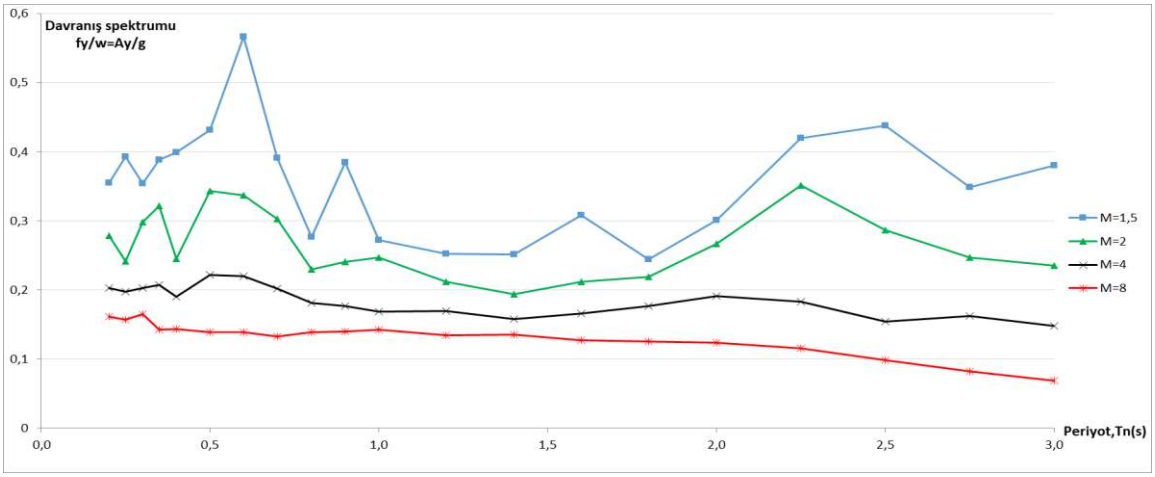


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

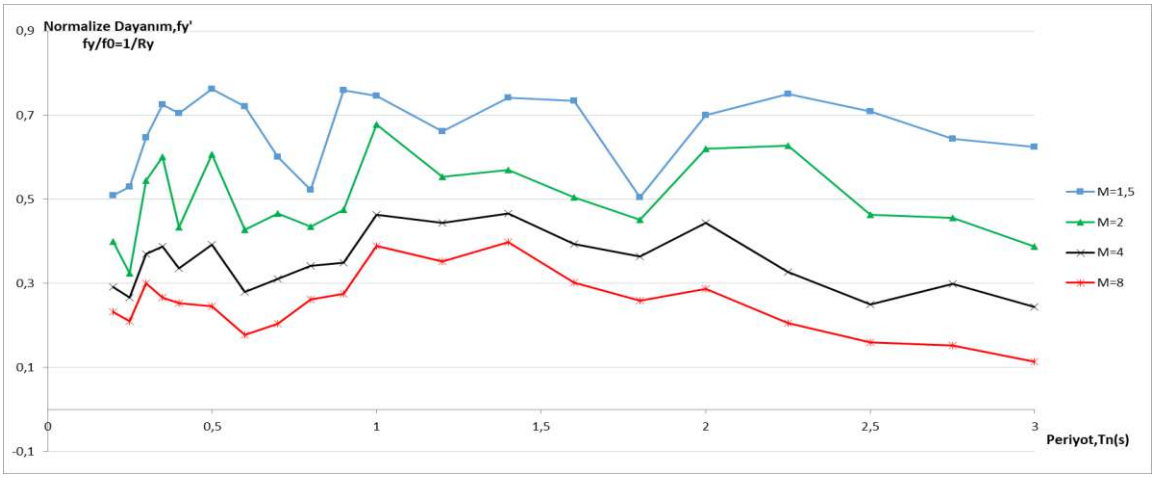
Şekil B.163: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

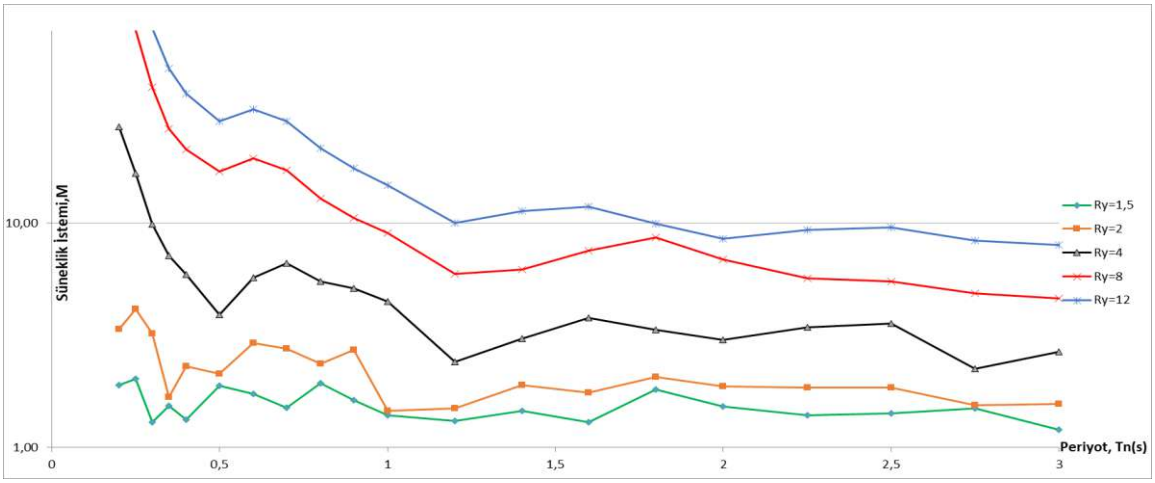


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

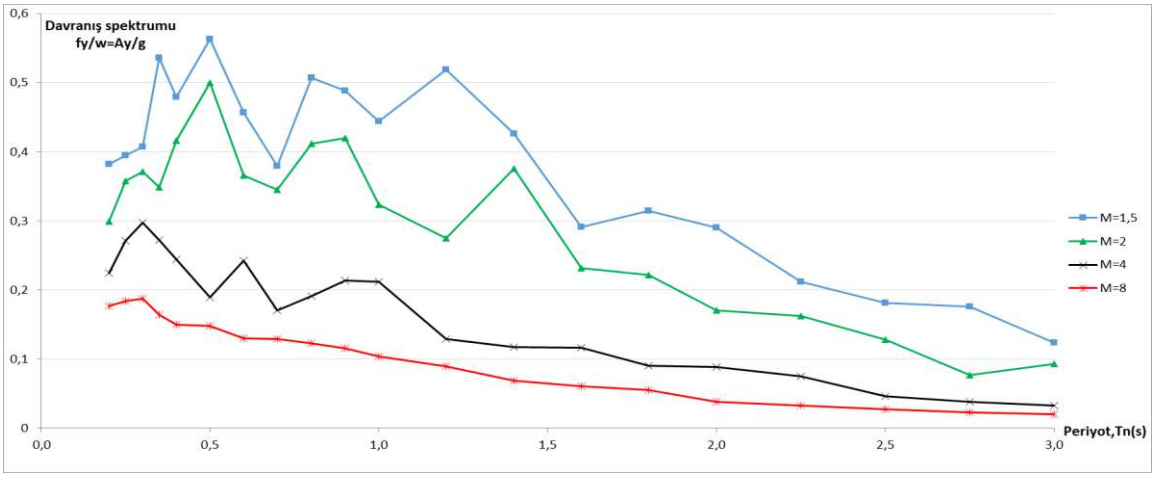


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

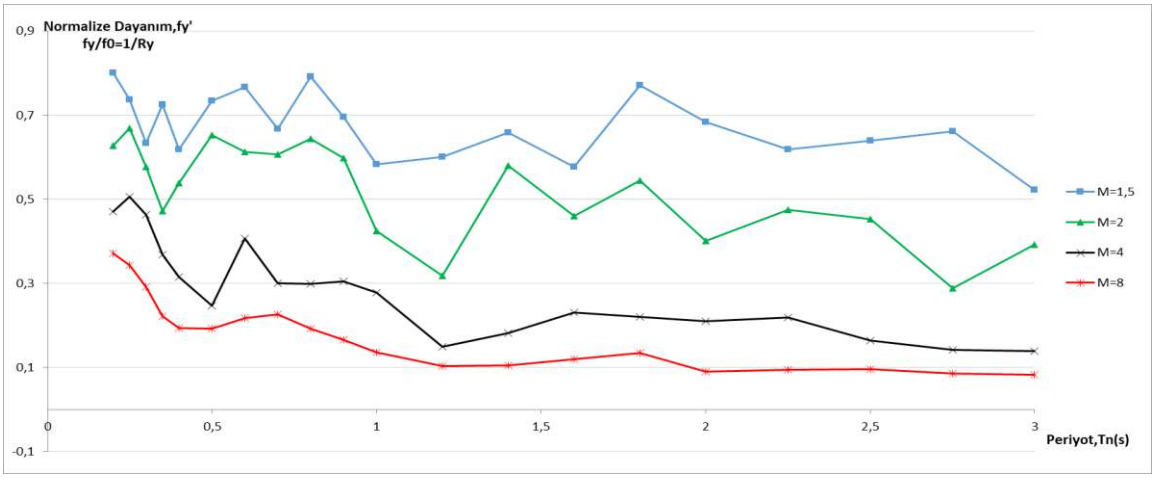
Şekil B.164: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

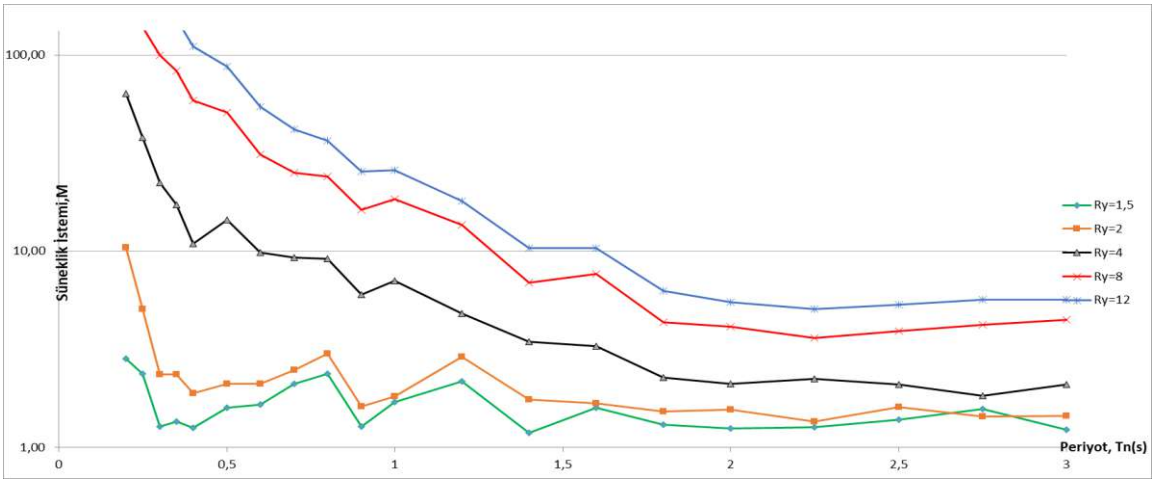


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

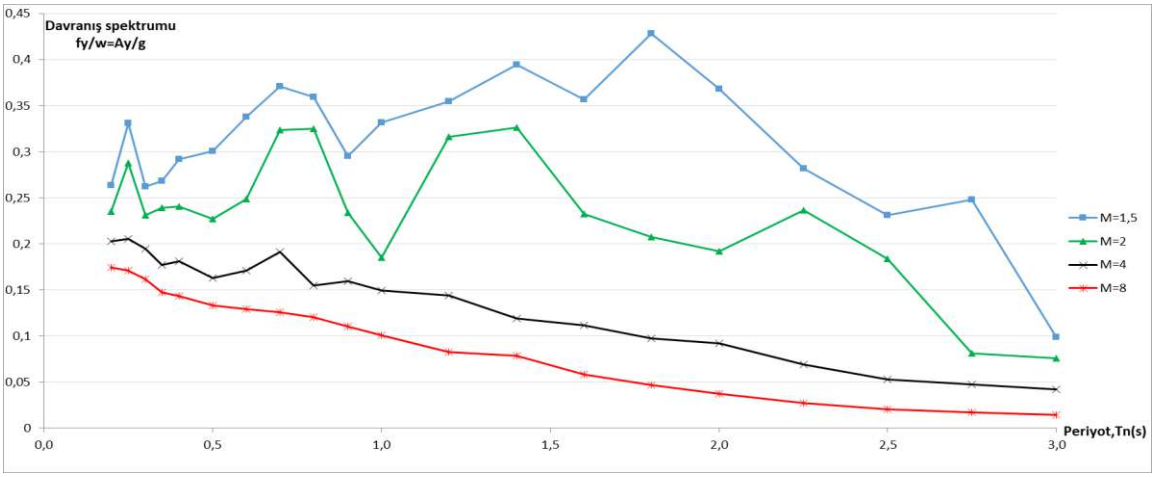


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

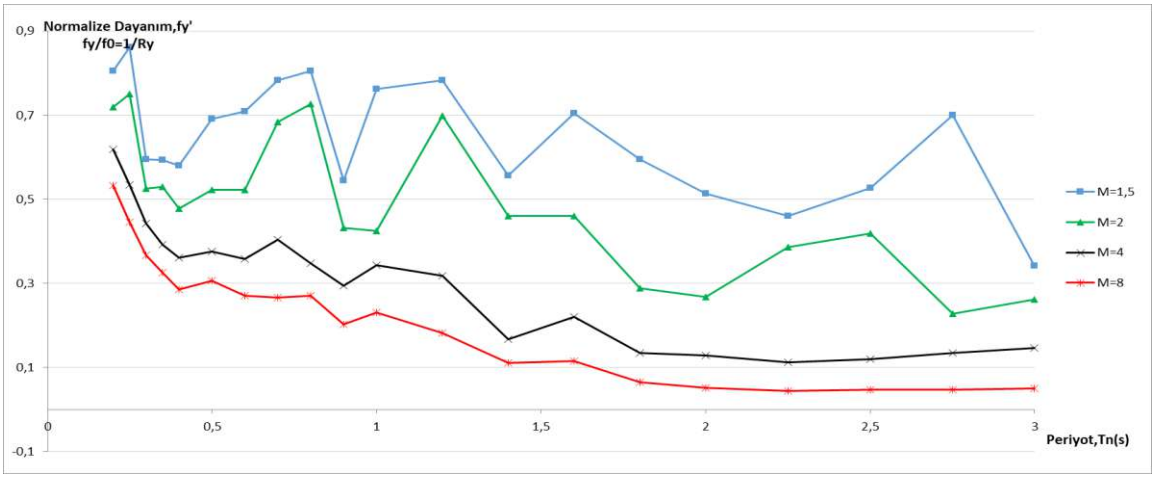
Şekil B.165: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

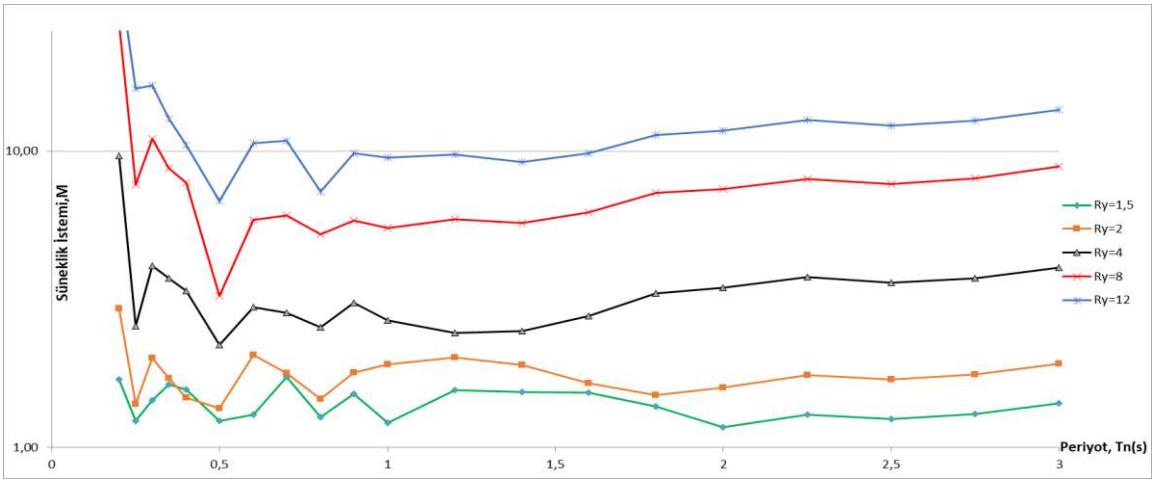


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

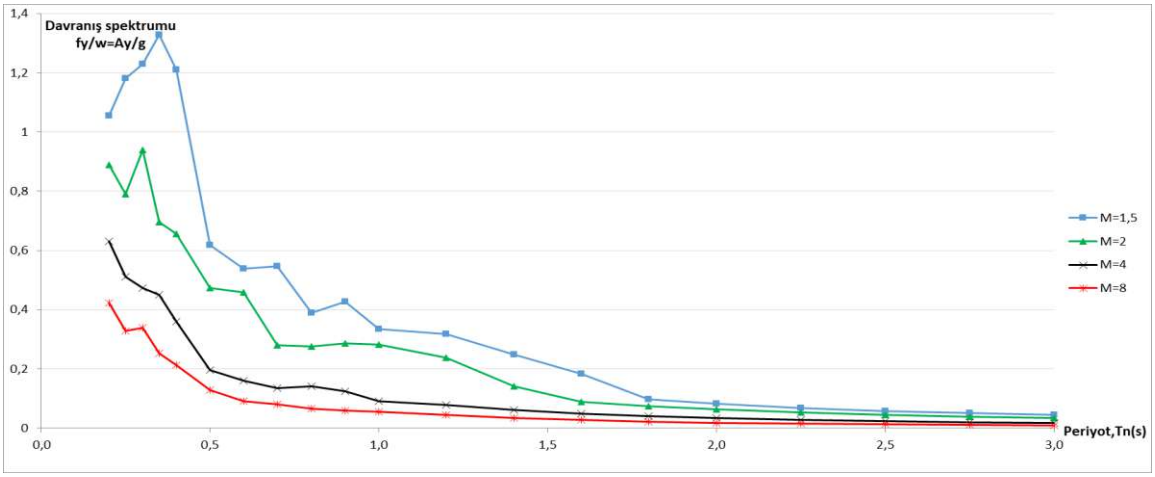


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

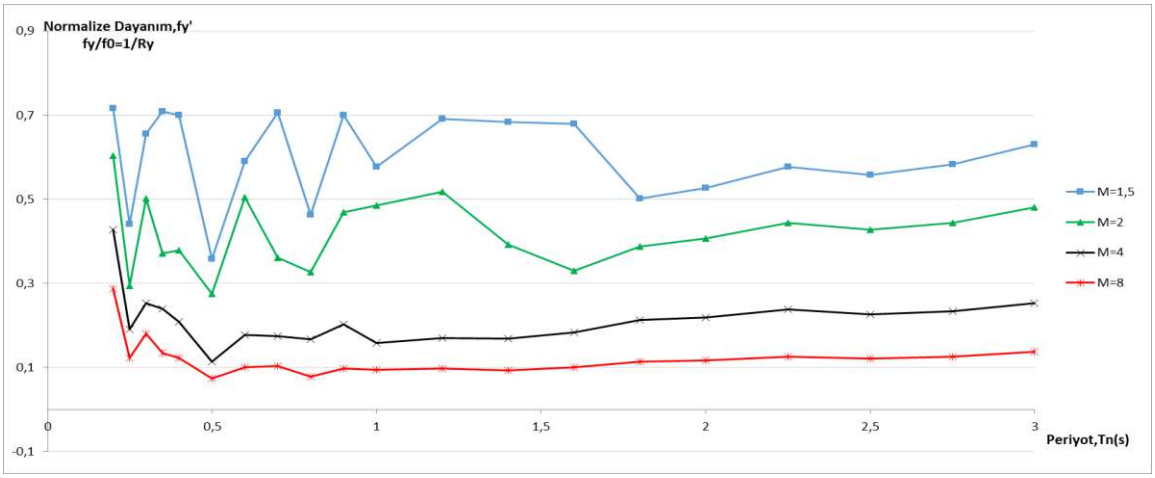
Şekil B.166: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

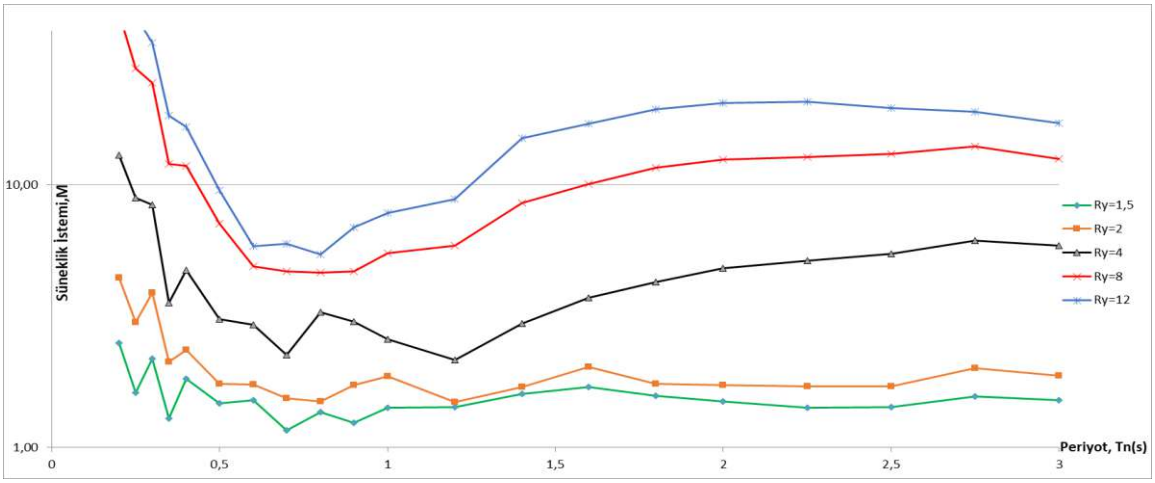


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

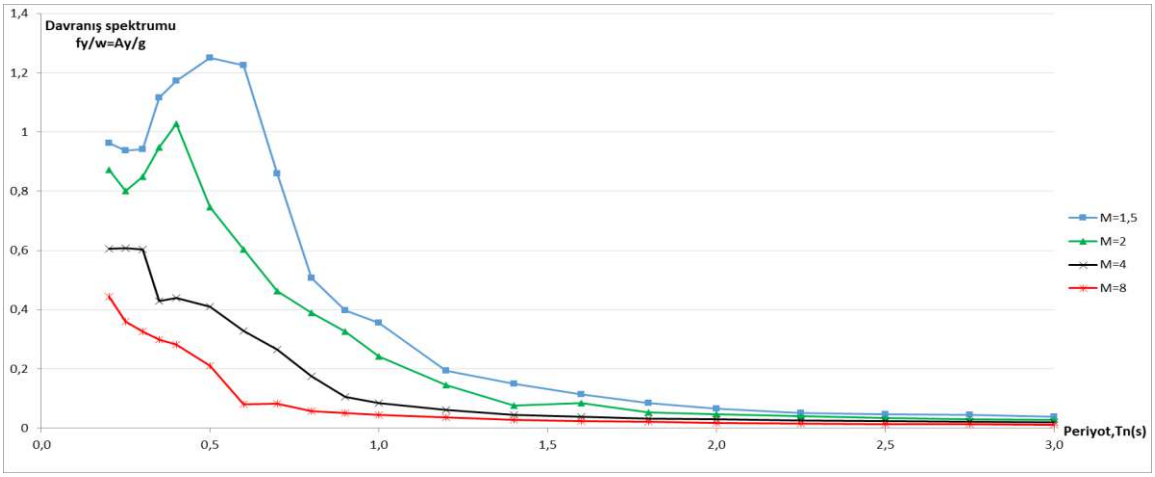


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

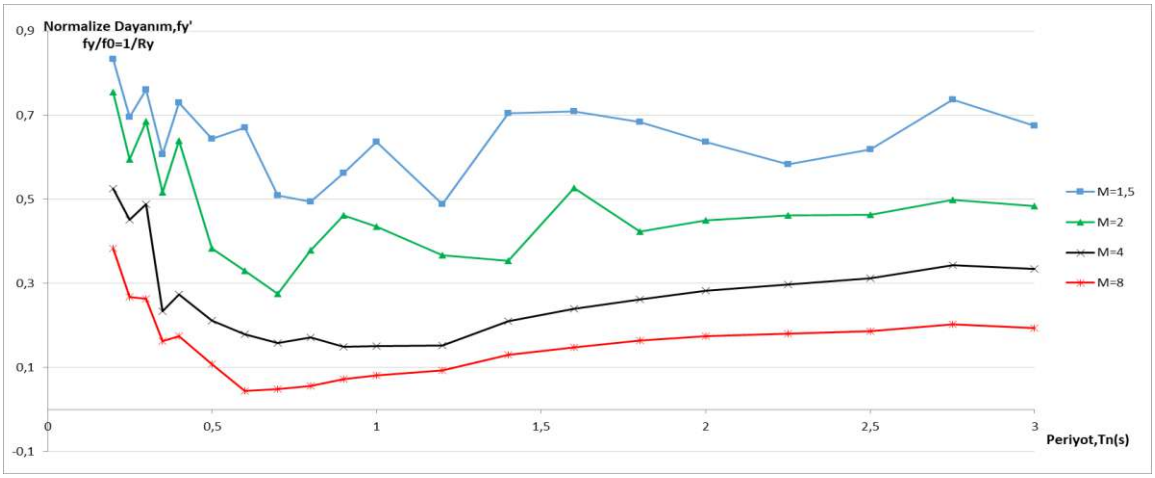
Şekil B.167: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

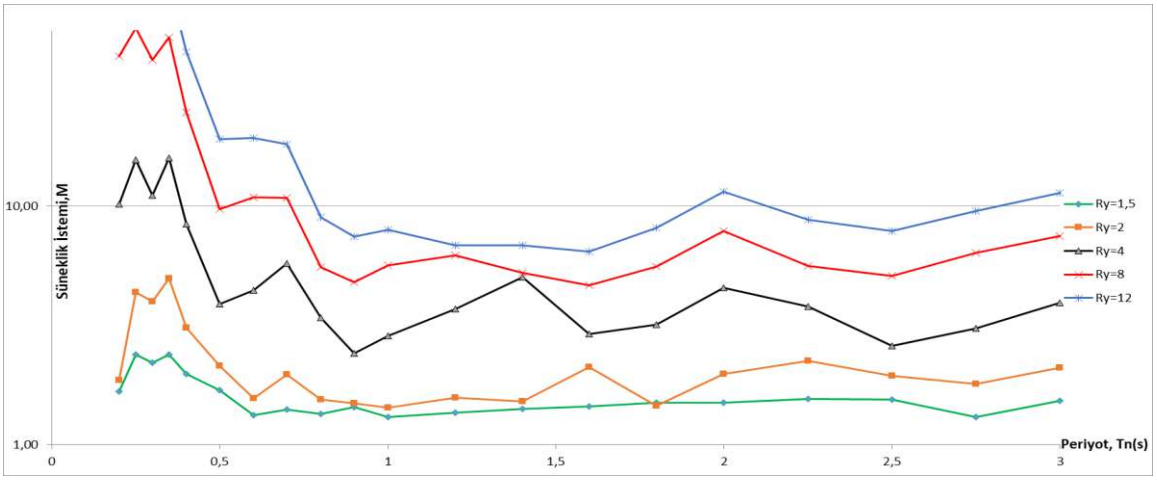


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

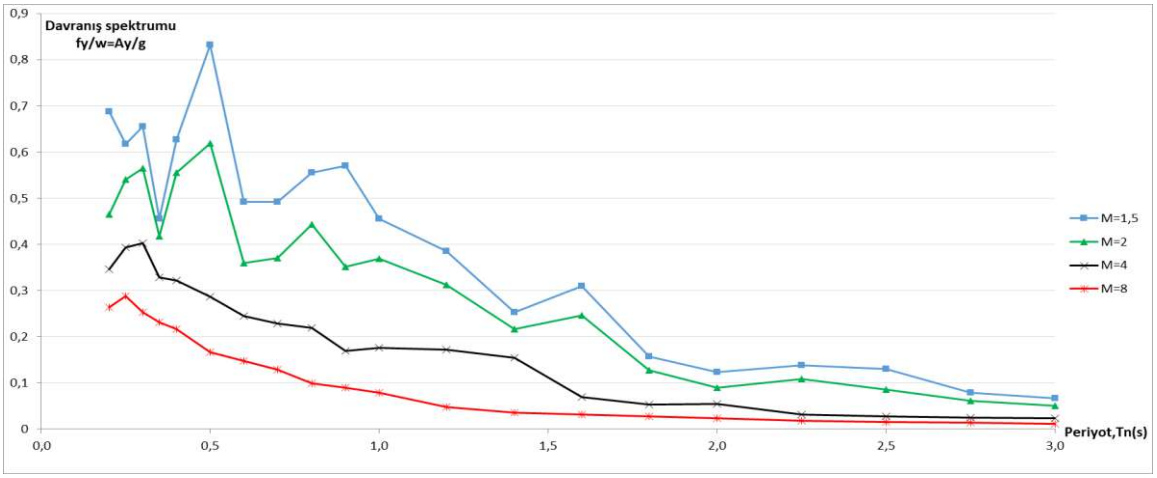


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

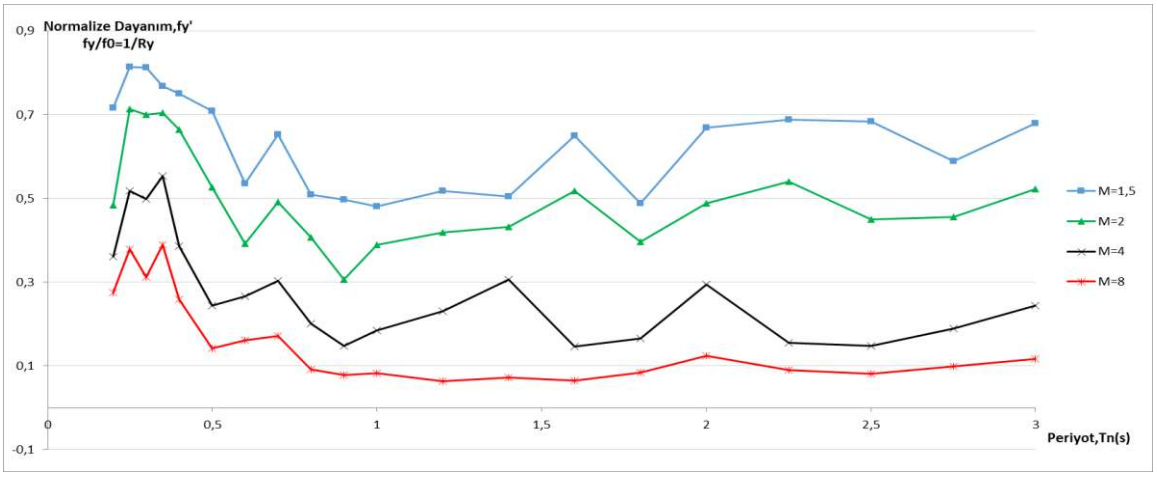
Şekil B.168: Pekleşme oranı %3 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

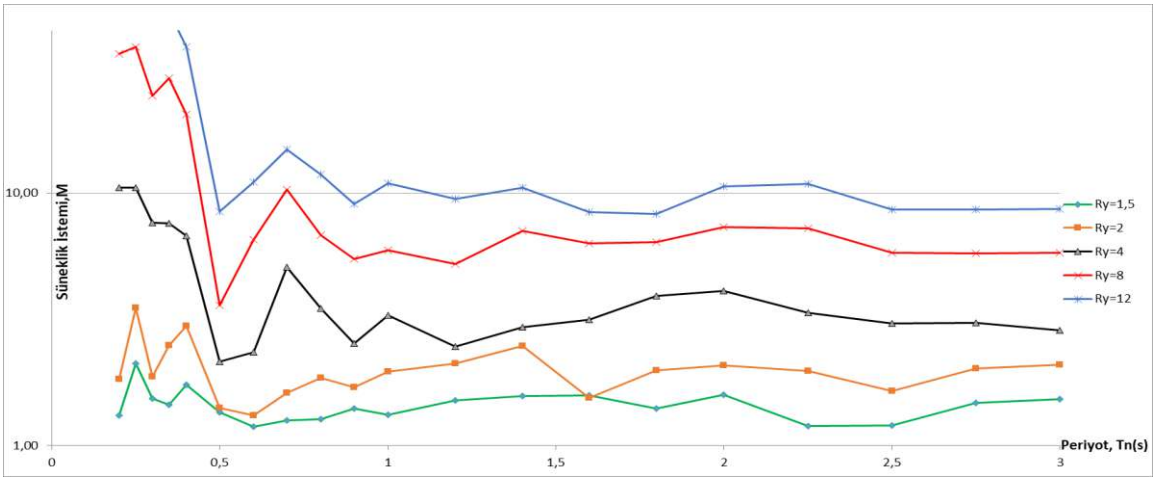


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

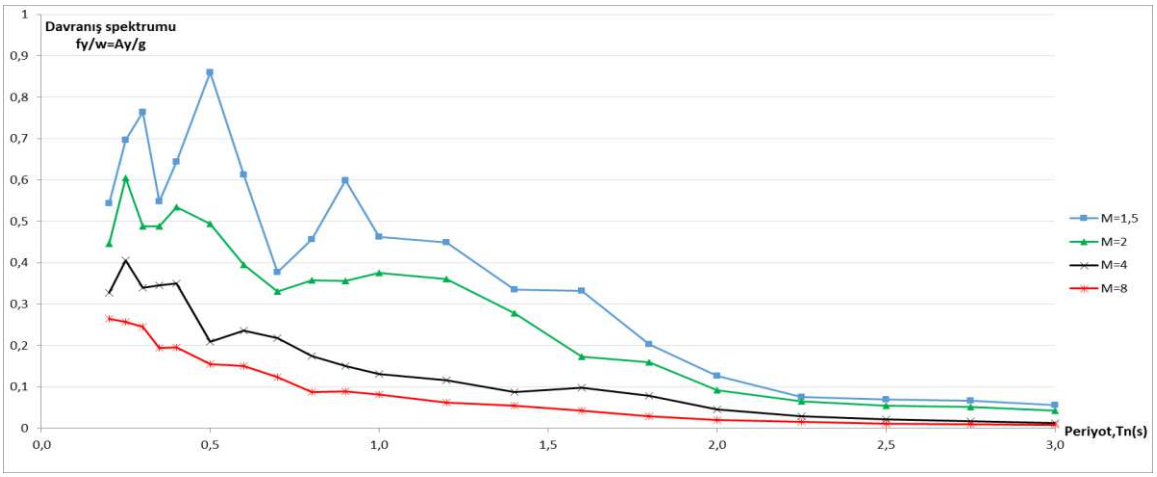


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

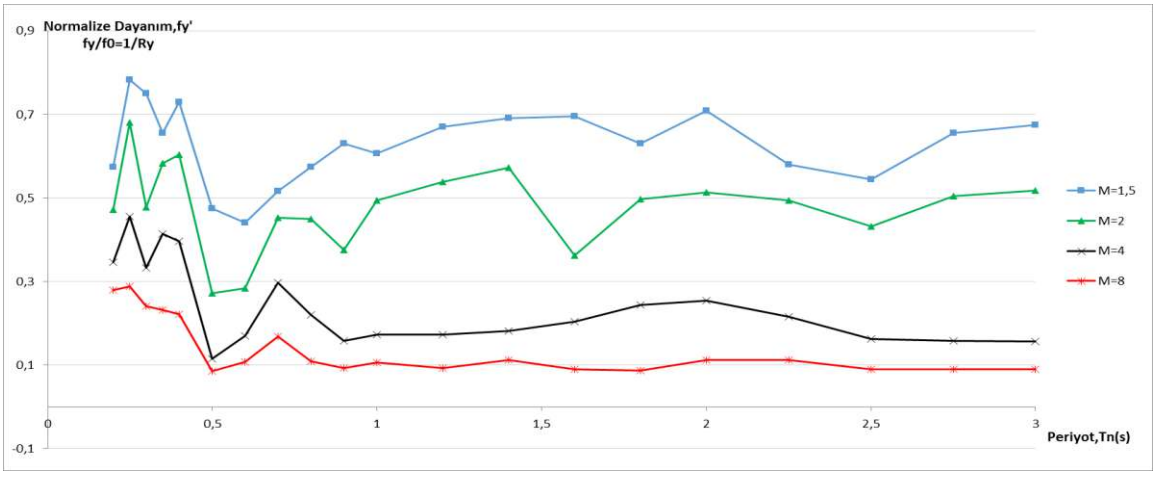
Şekil B.169: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

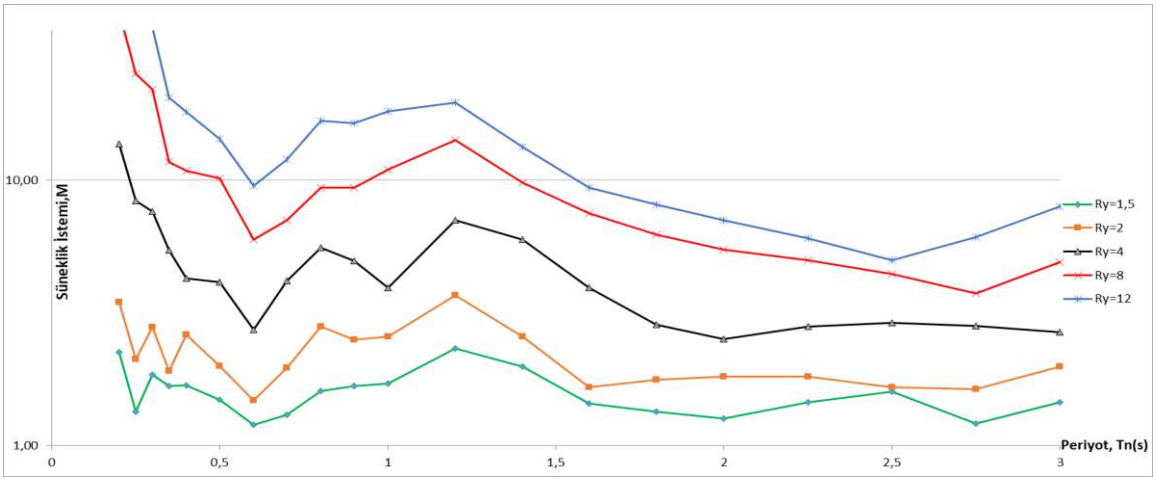


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

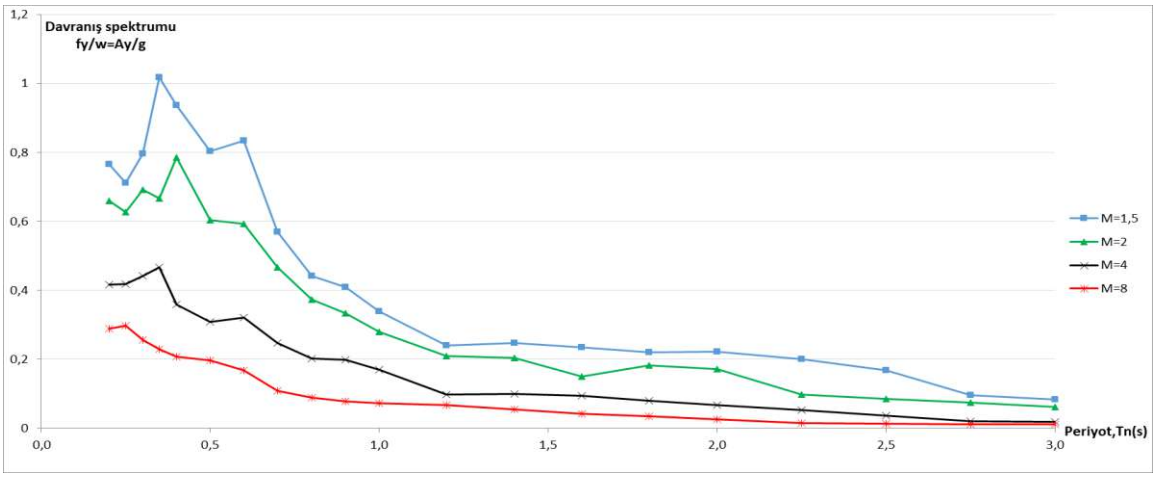


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

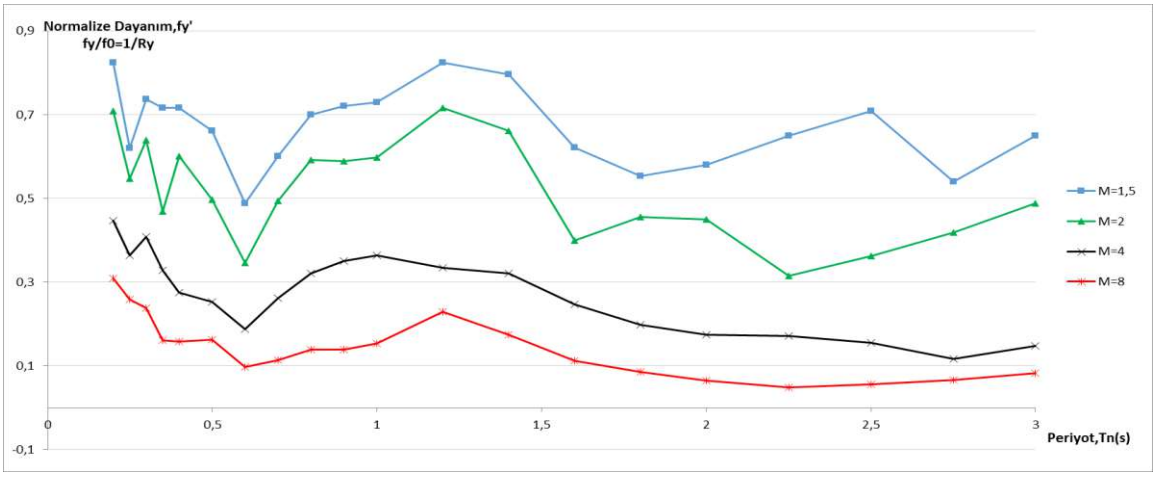
Şekil B.170: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Beverly Hills-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

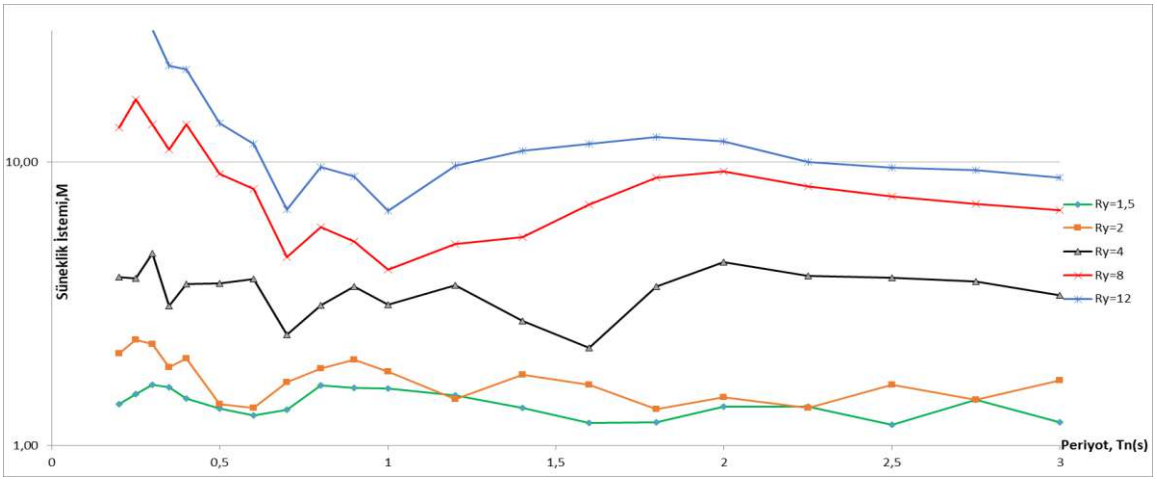


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

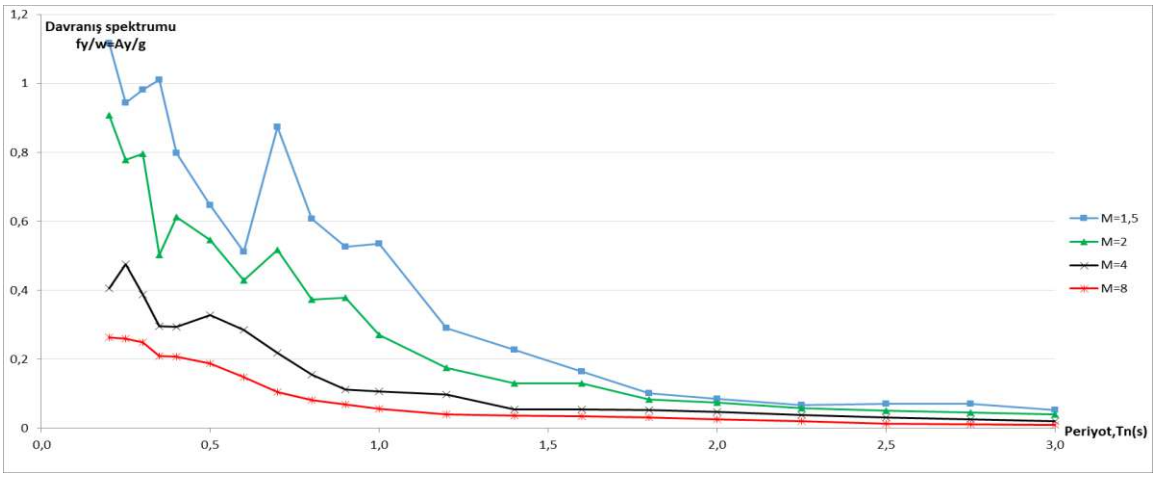


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

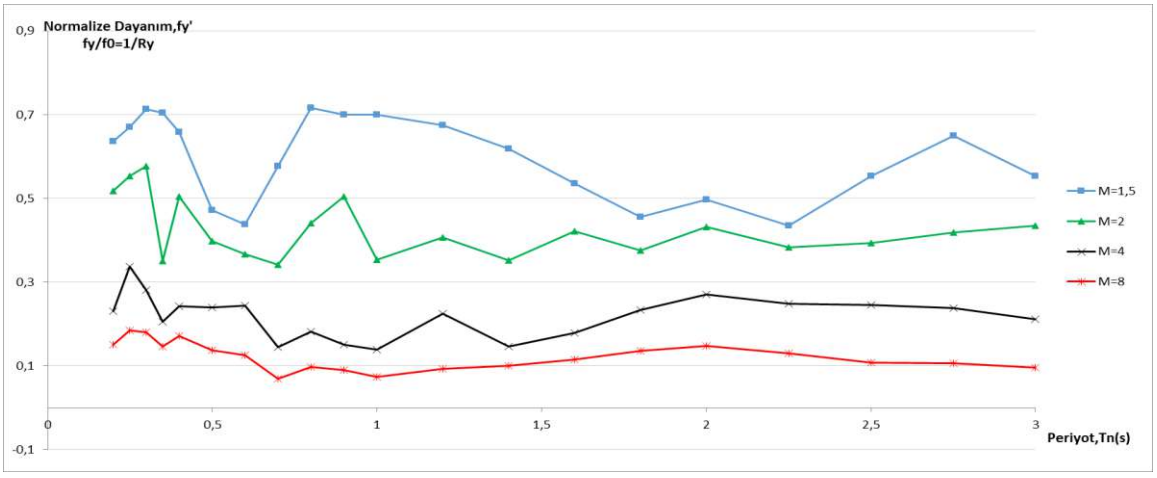
Şekil B.171: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

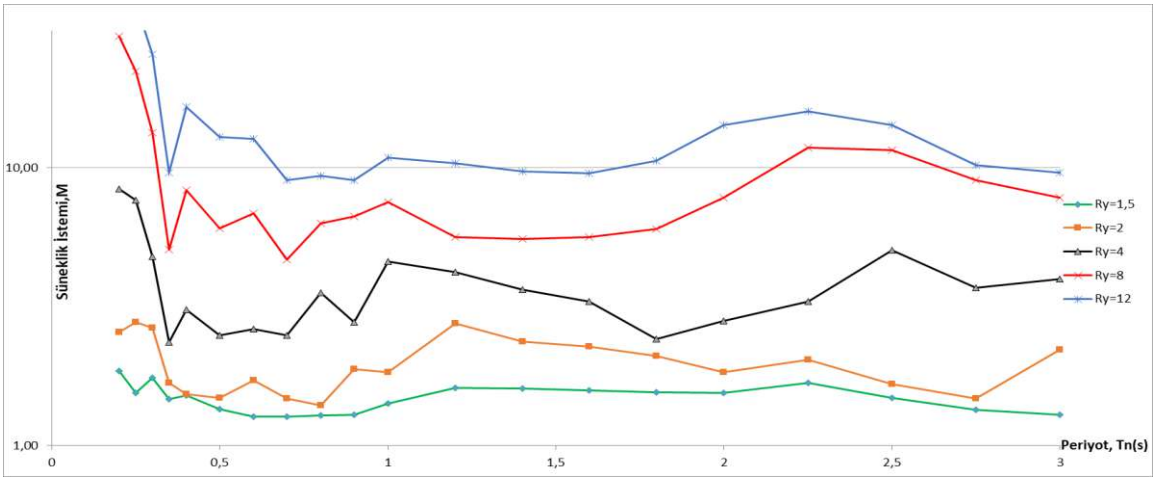


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

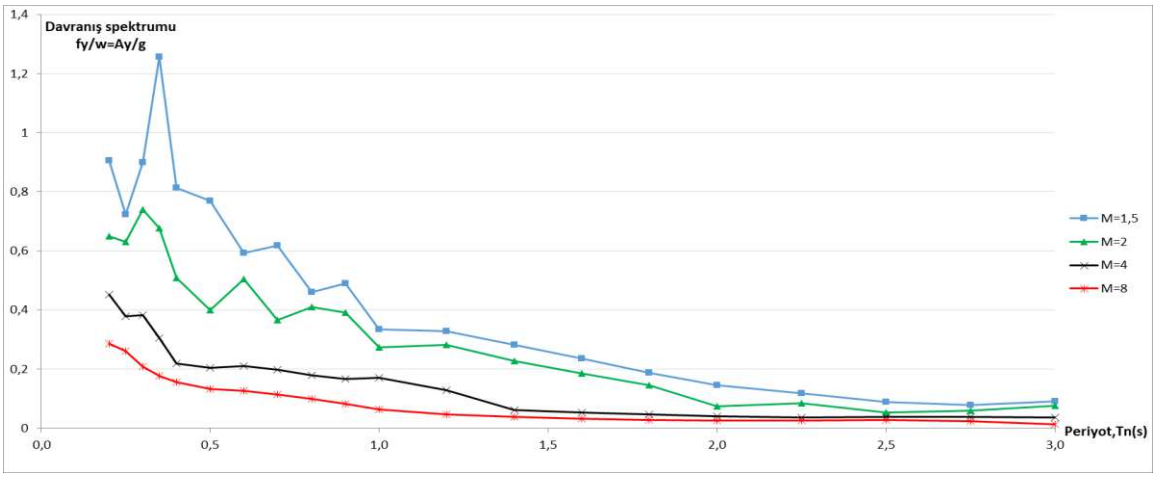


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

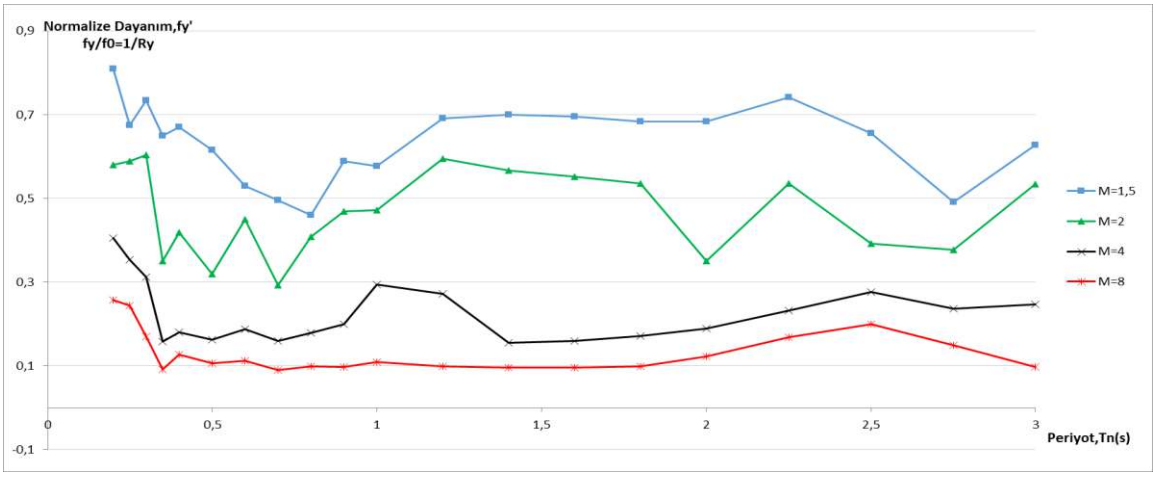
Şekil B.172: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Northridge 1994 depremi Canyon Country-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

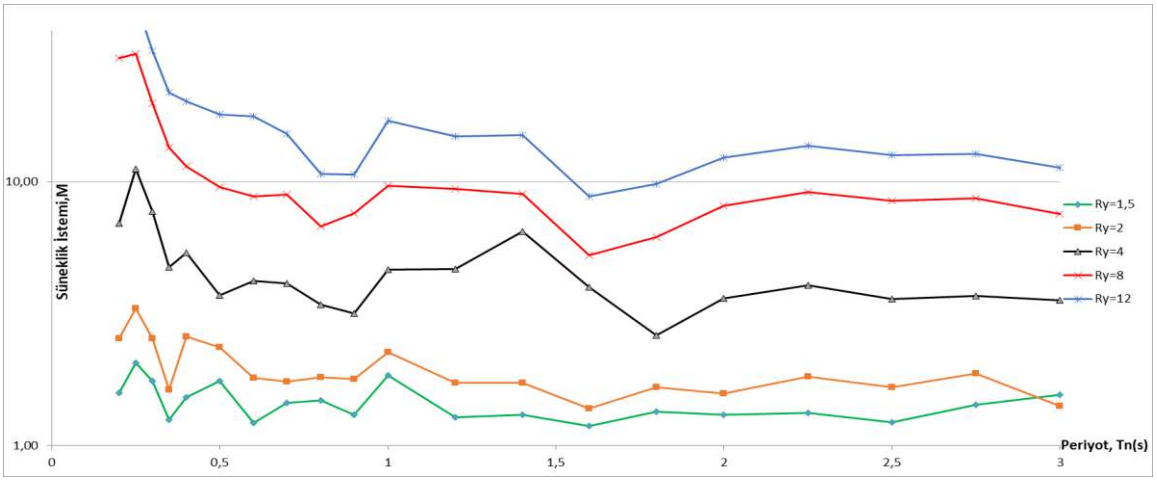


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

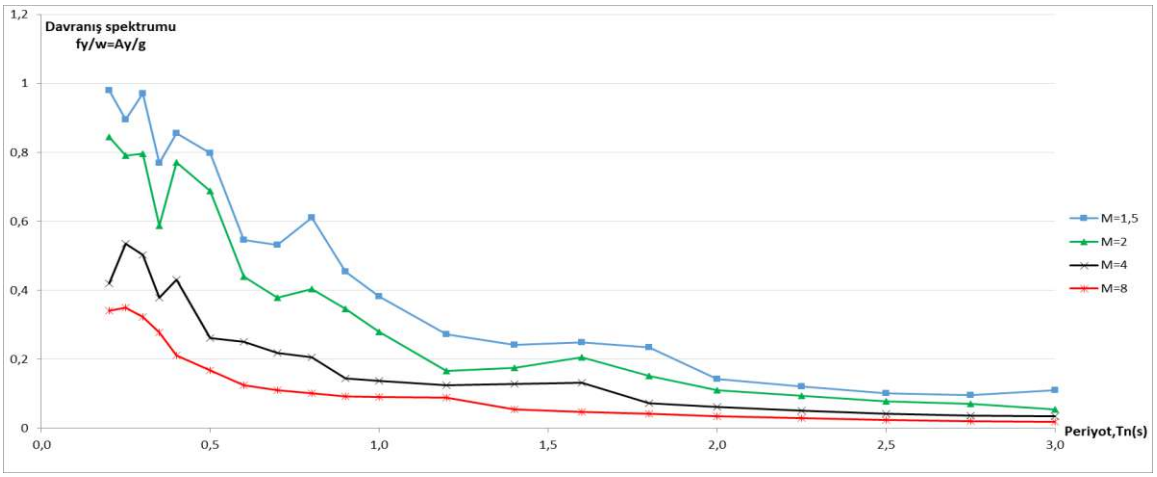


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

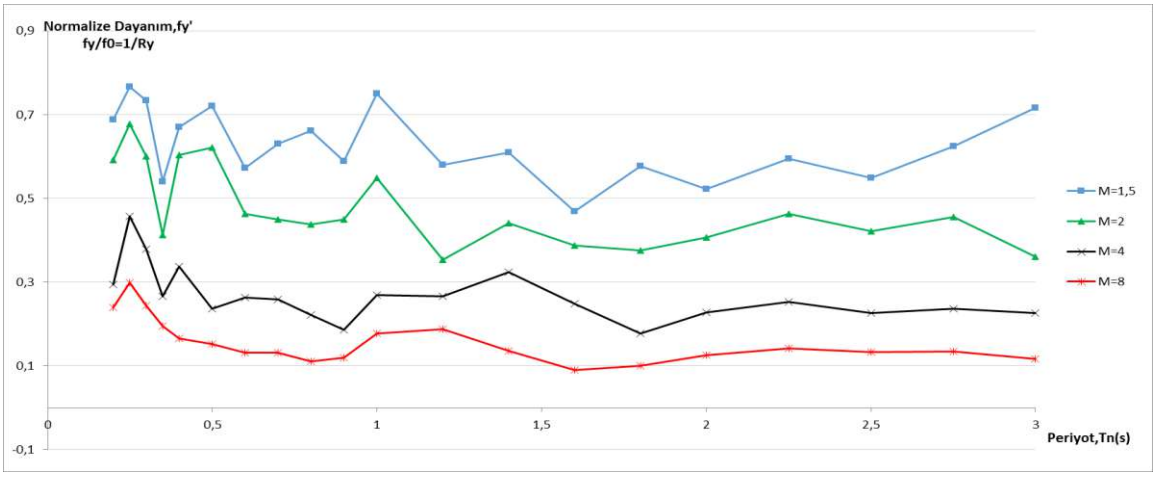
Şekil B.173: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-21 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

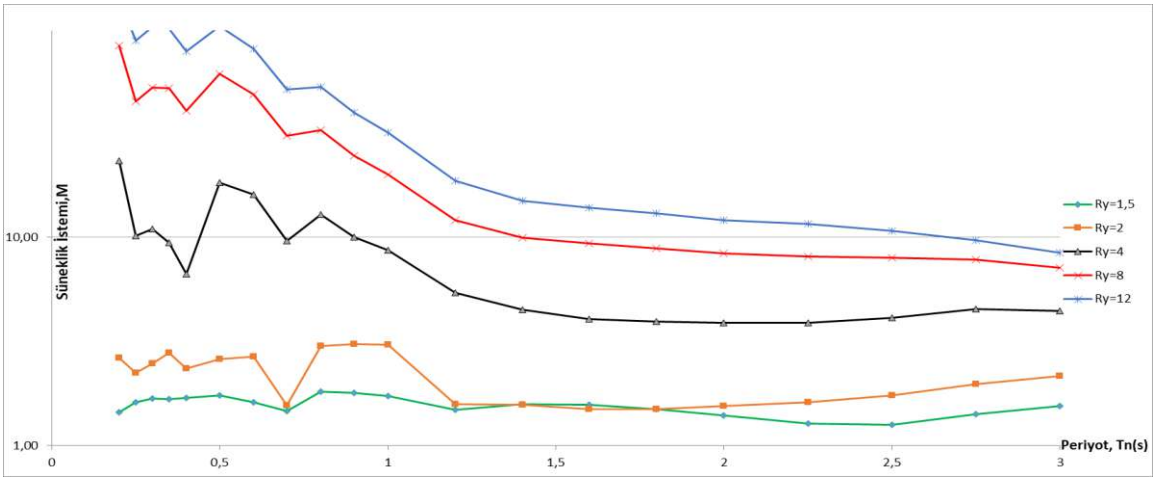


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

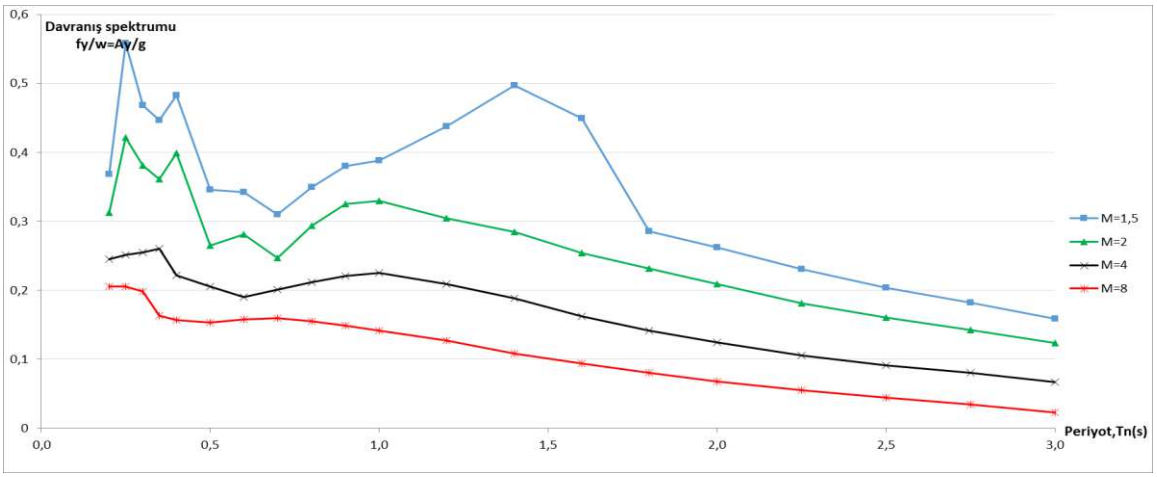


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

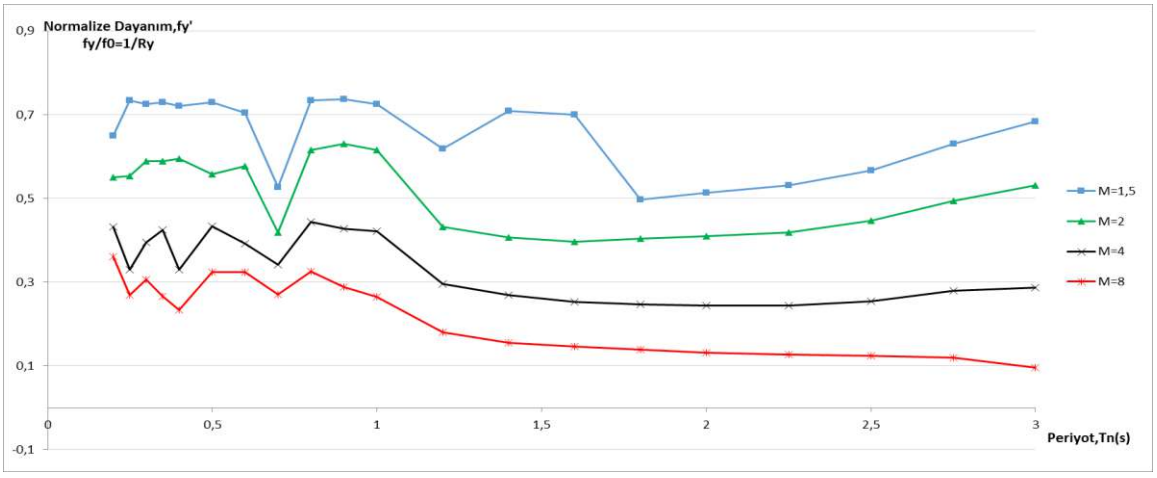
Şekil B.174: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kern County 1952 depremi Taft Lincoln School-111 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

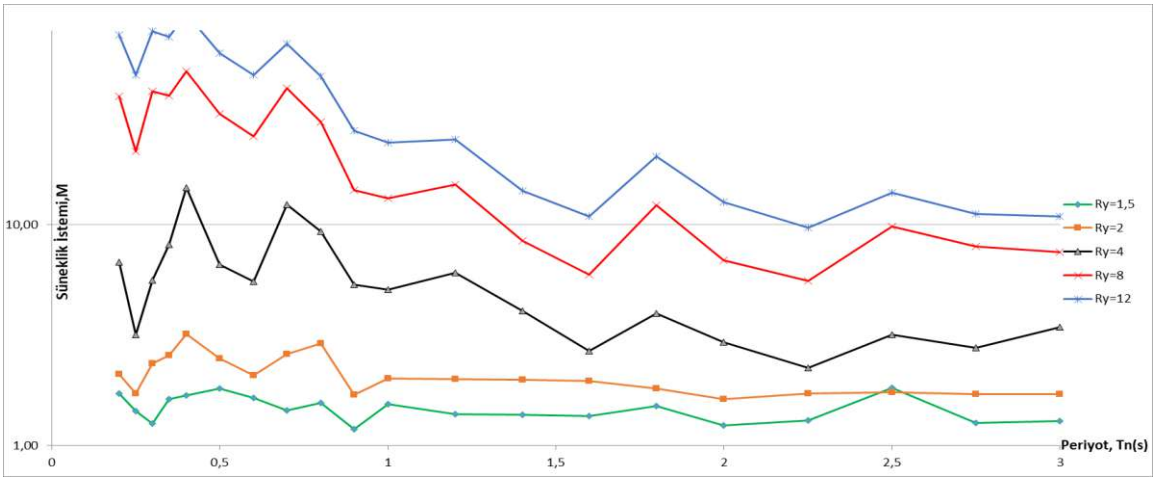


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

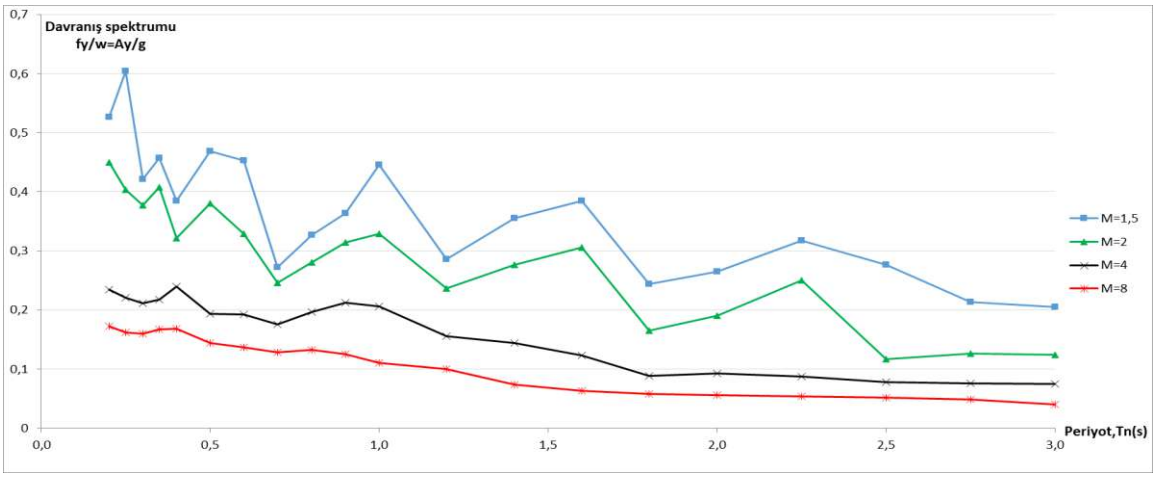


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

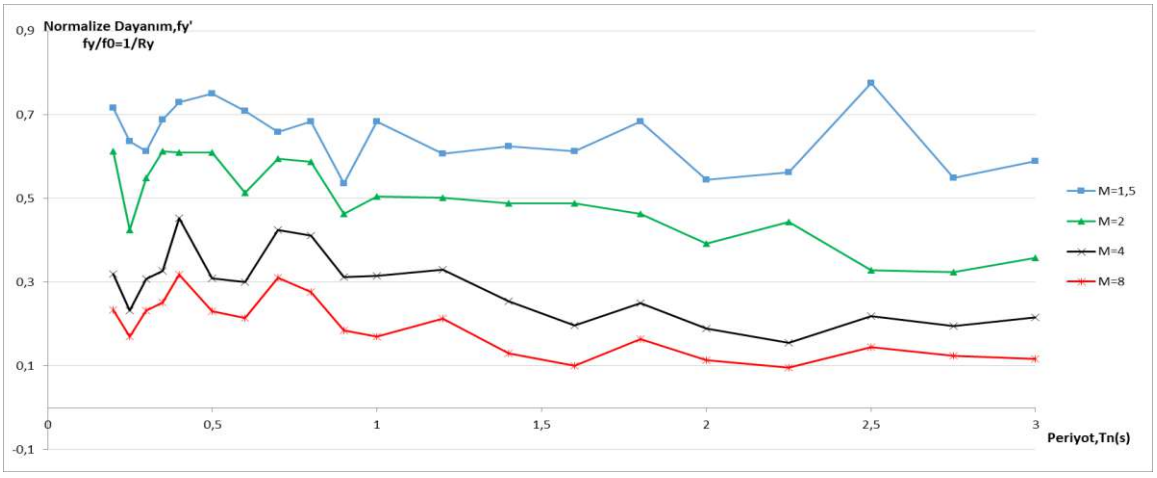
Şekil B.175: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

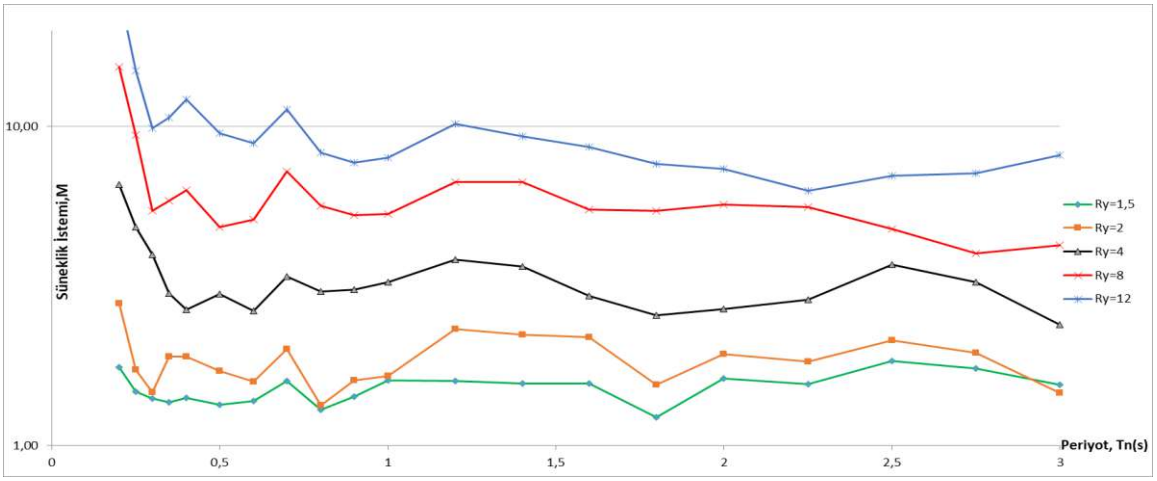


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

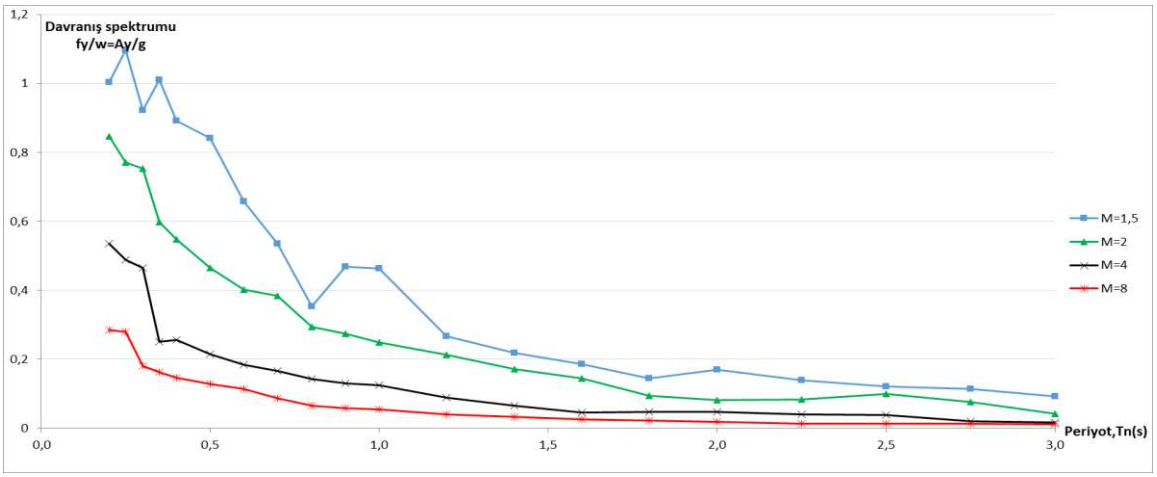


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

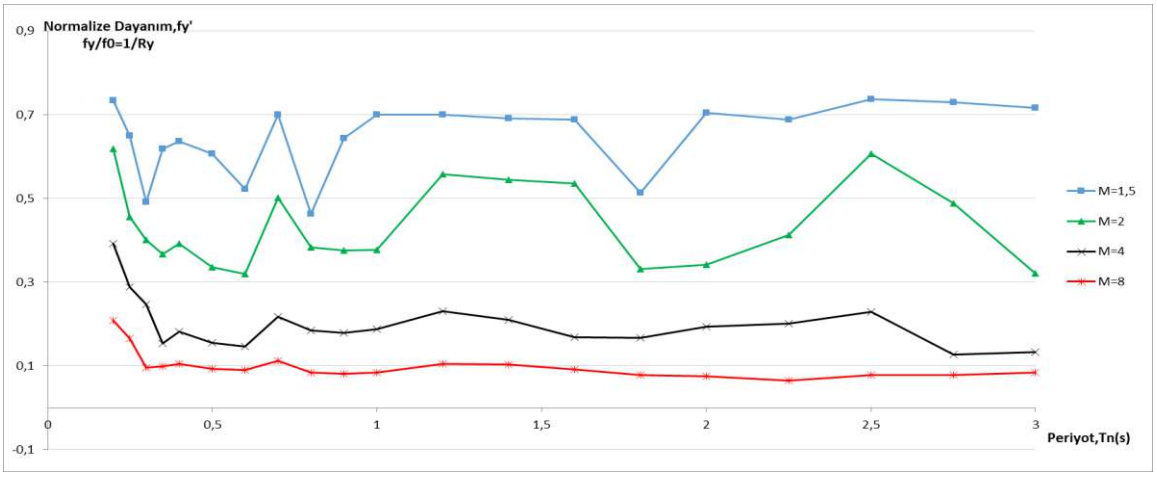
Şekil B.176: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Borrego Mtn 1968 depremi El Centro Array-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

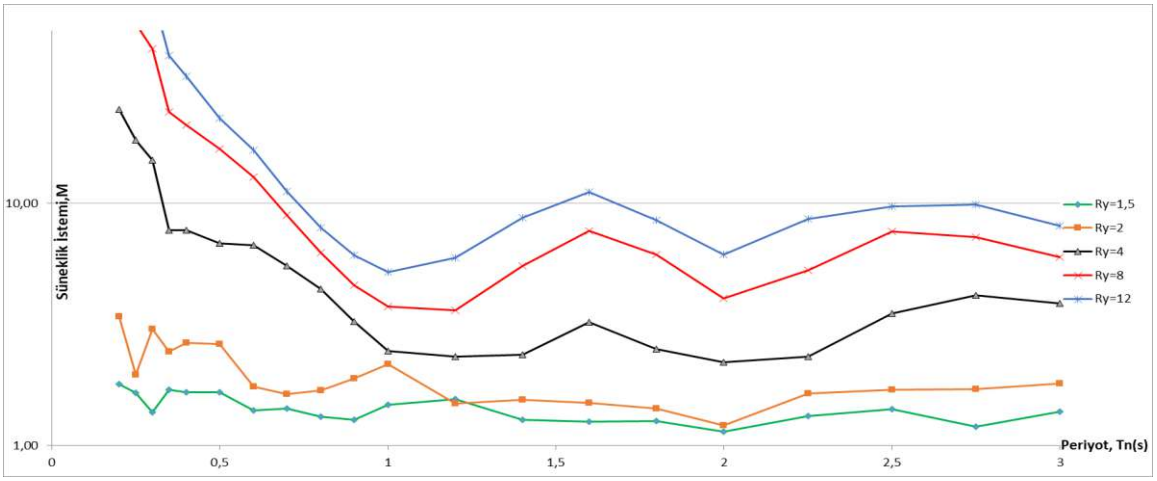


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

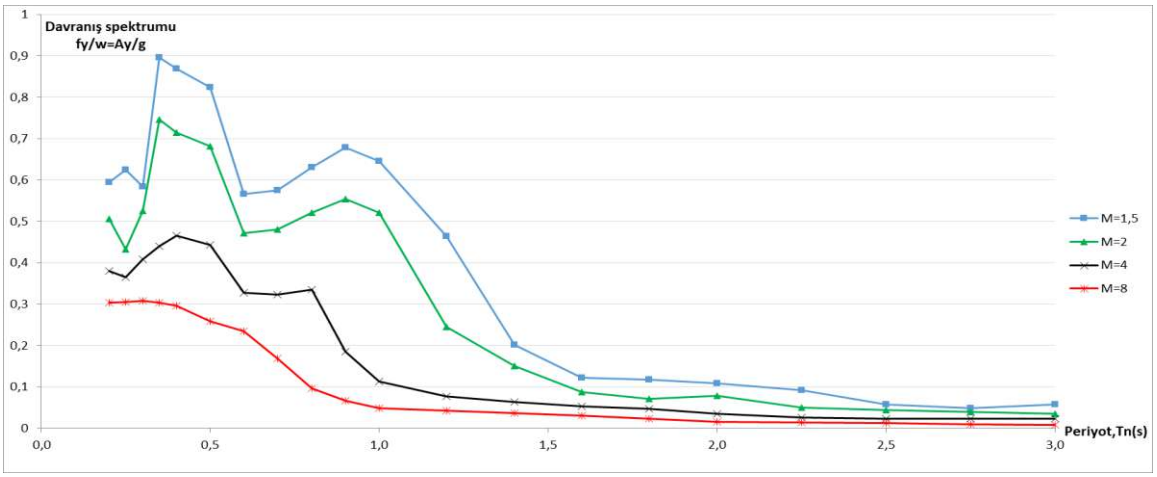


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

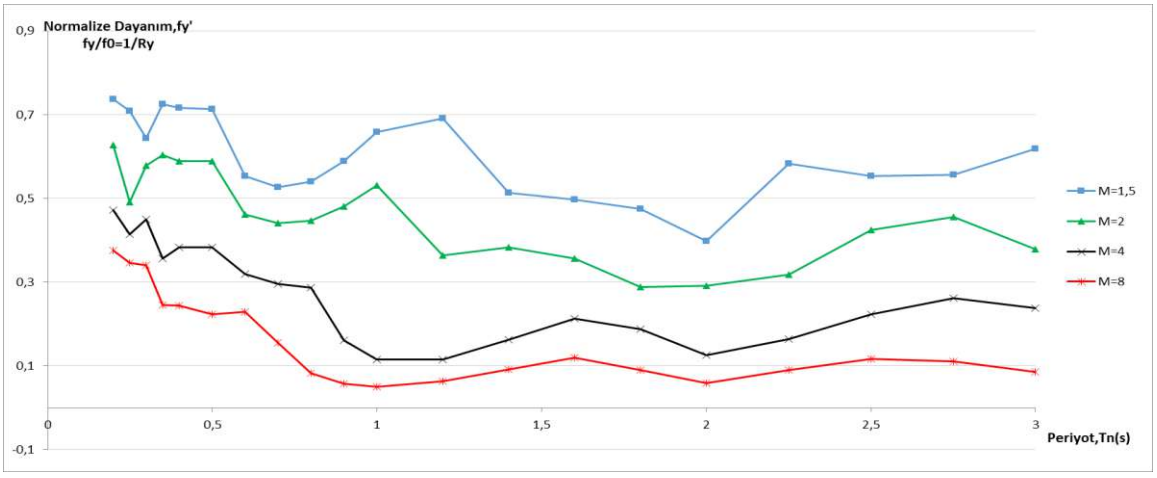
Şekil B.177: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

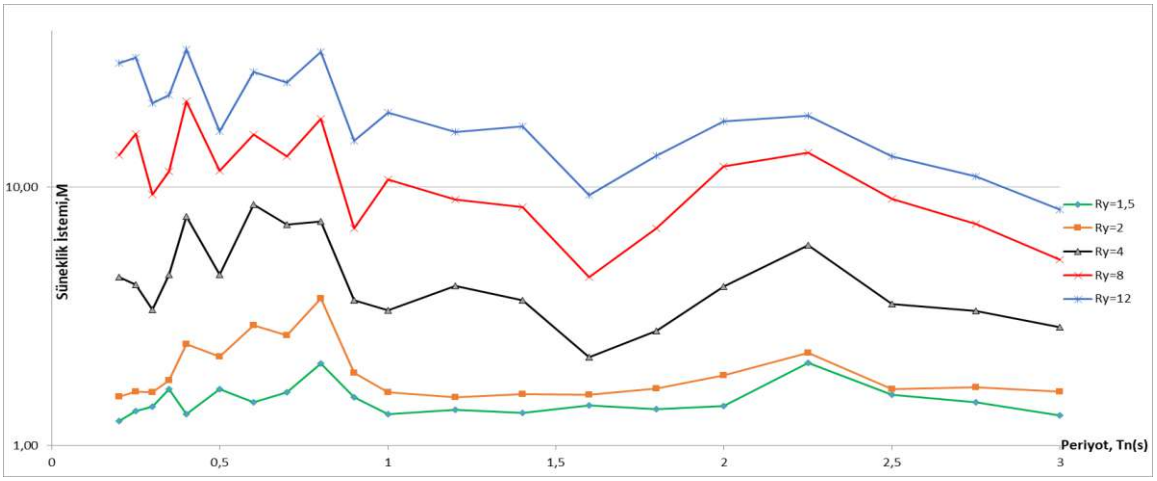


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

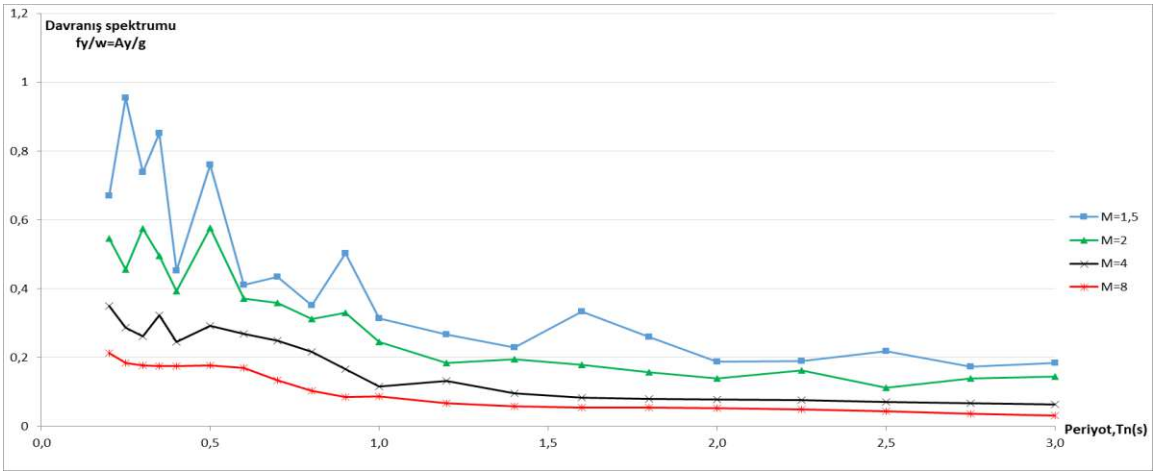


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

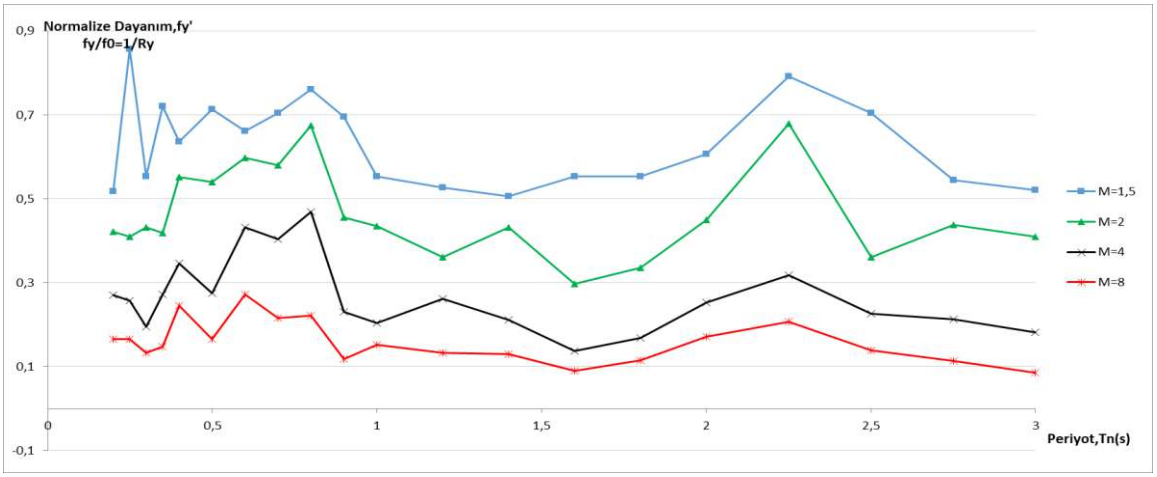
Şekil B.178: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Duzce Turkey 1999 depremi Bolu-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

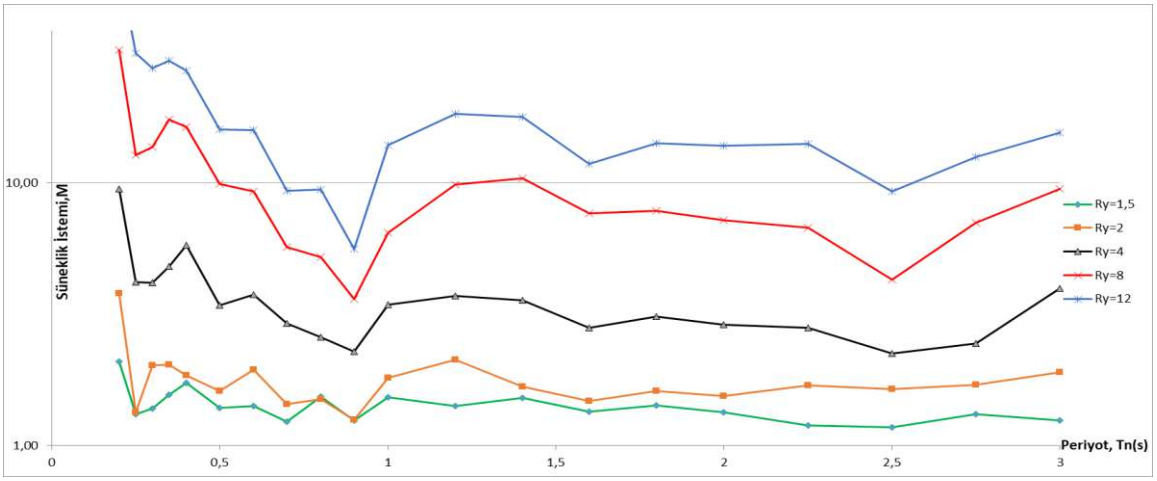


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

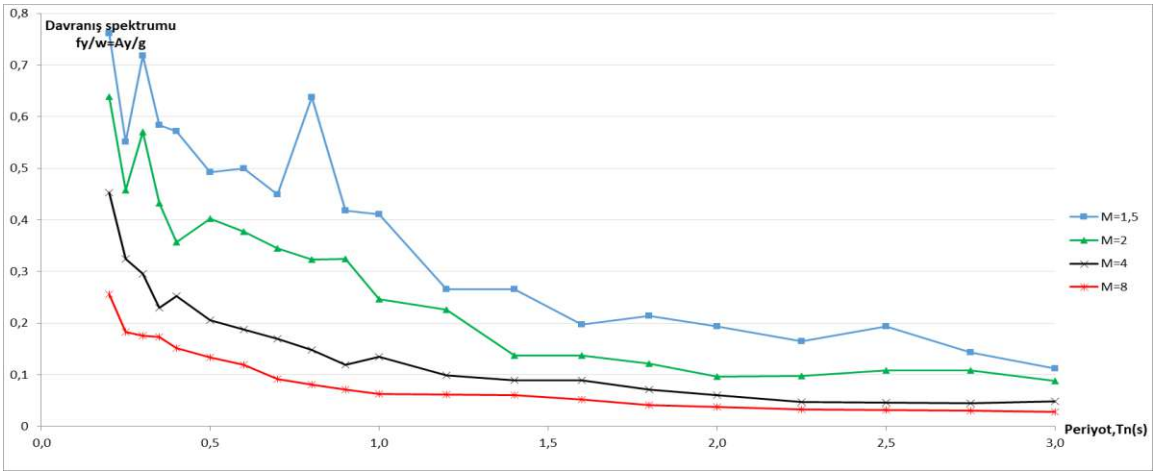


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

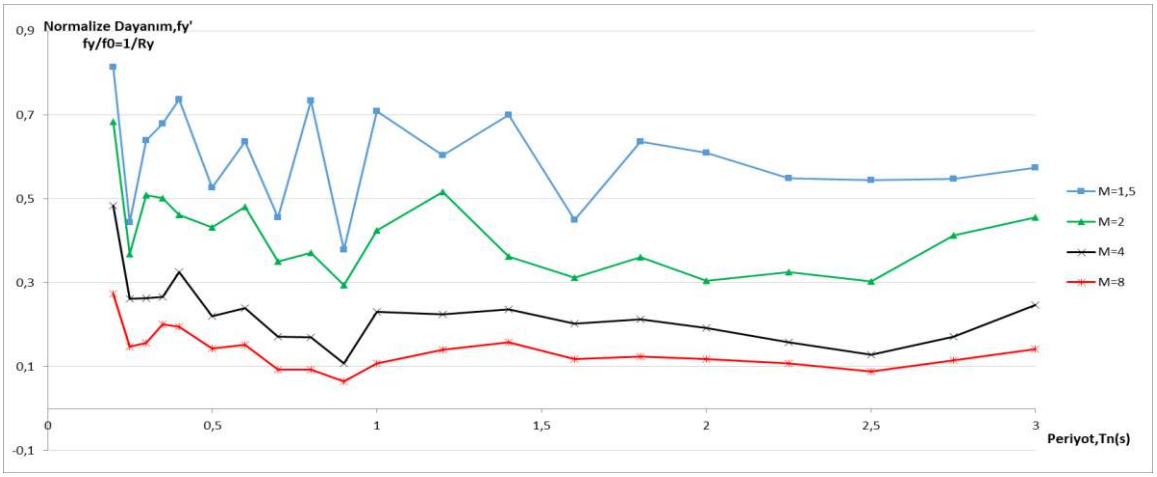
Şekil B.179: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

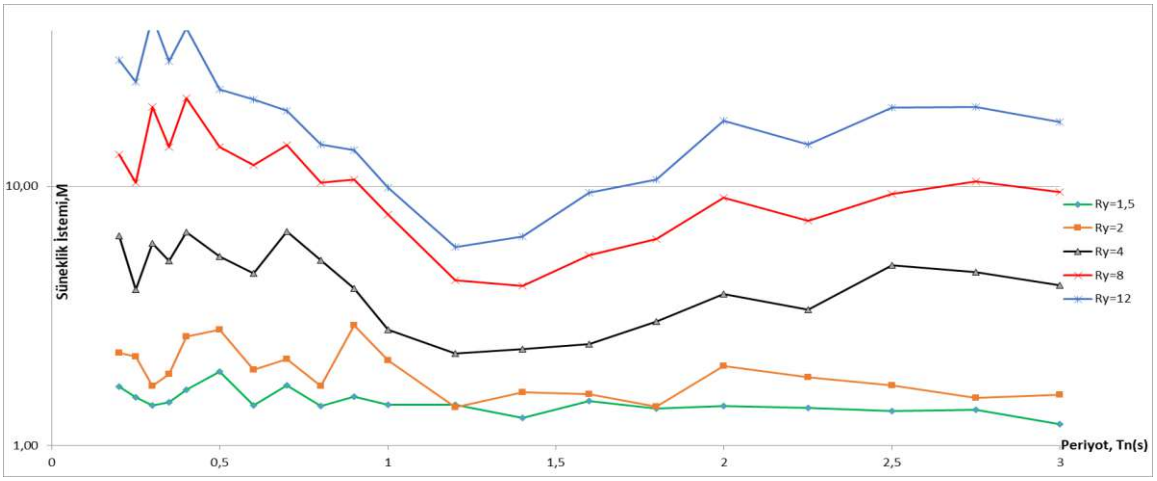


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

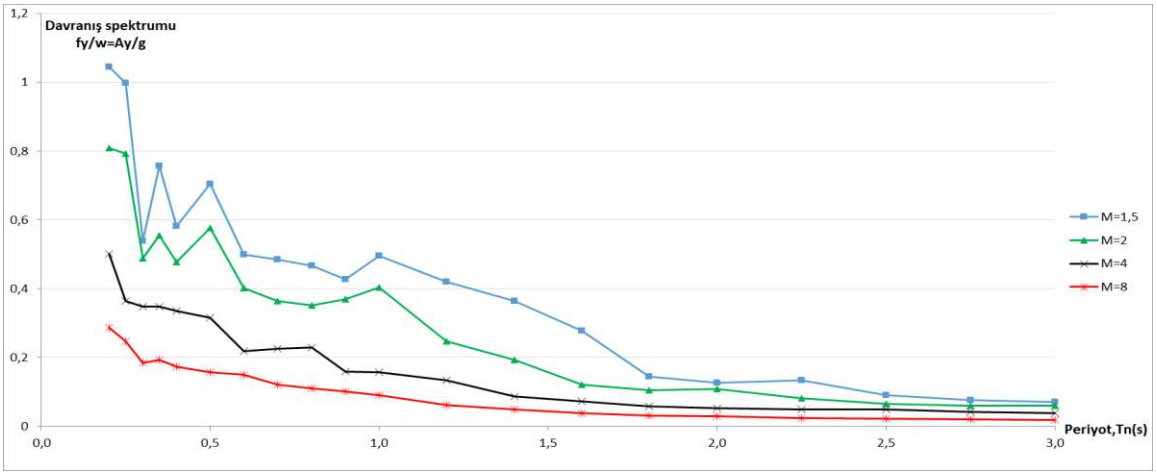


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

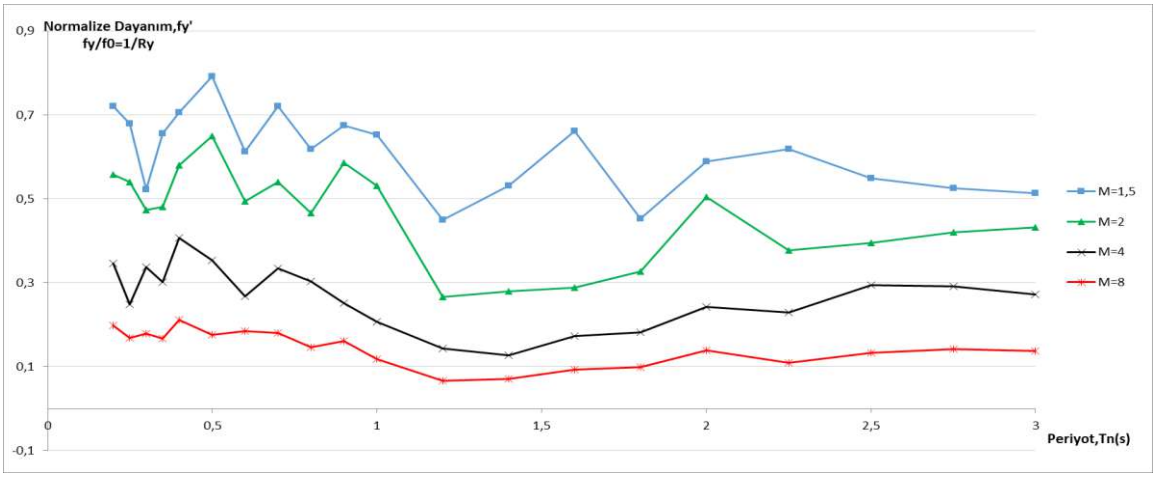
Şekil B.180: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Armboy-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

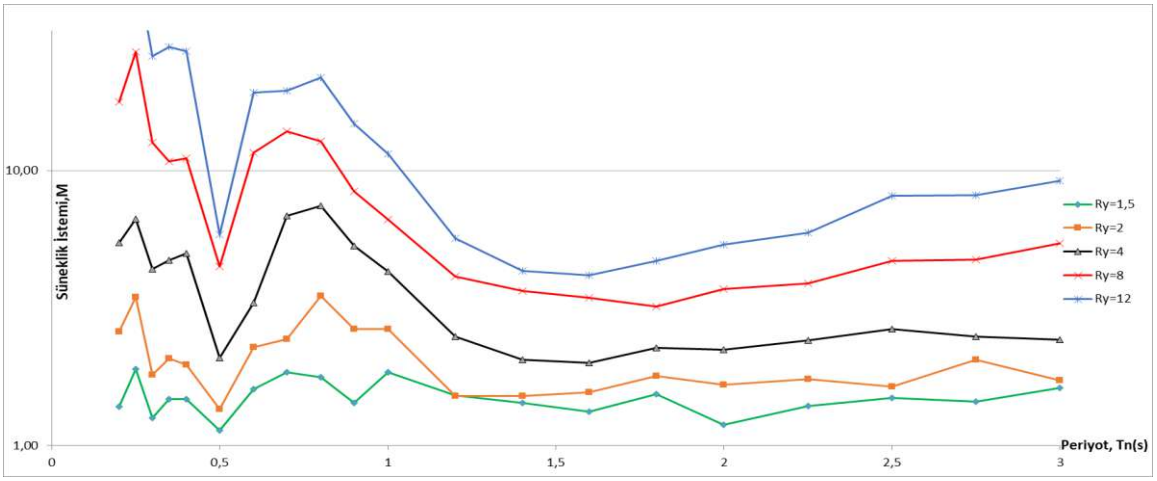


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

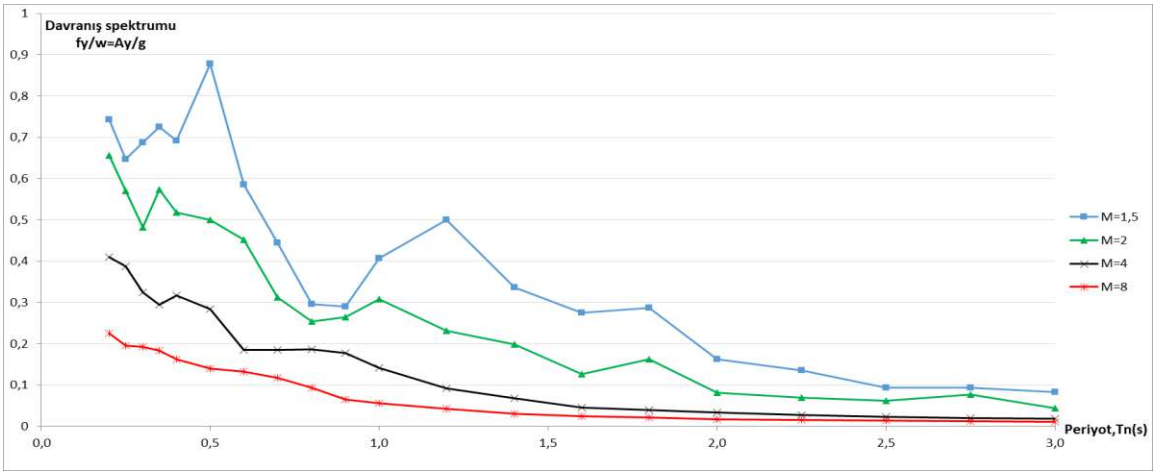


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

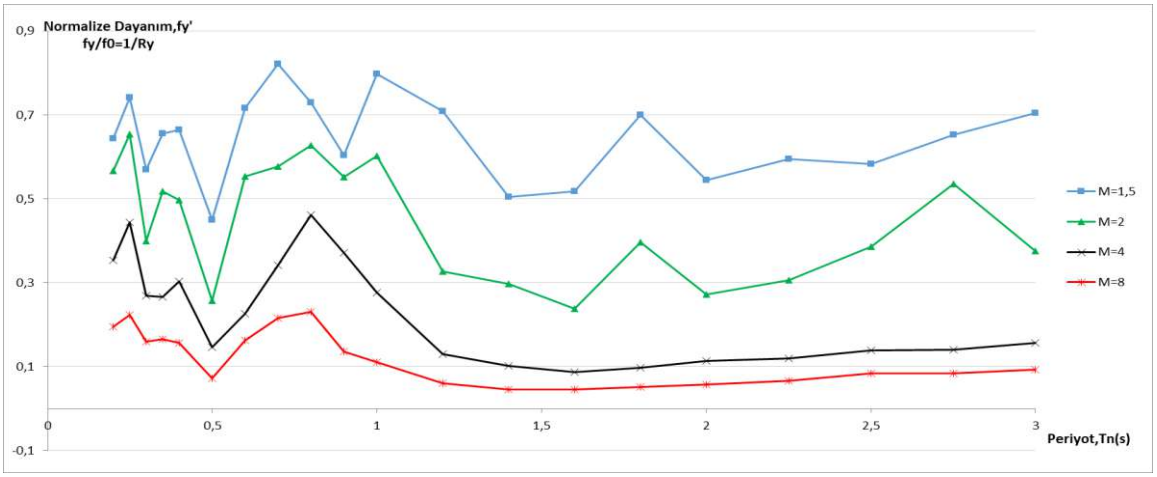
Şekil B.181: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

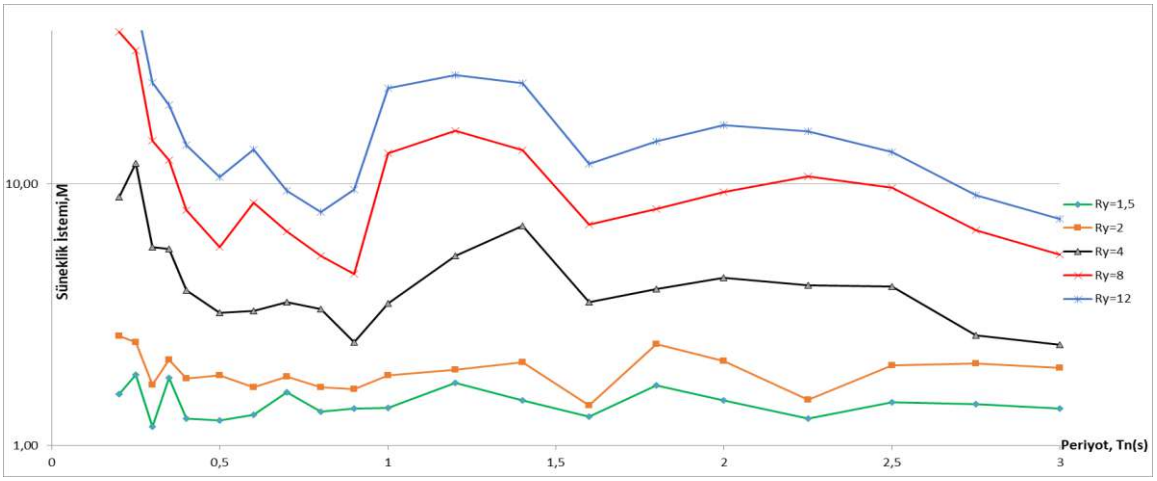


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

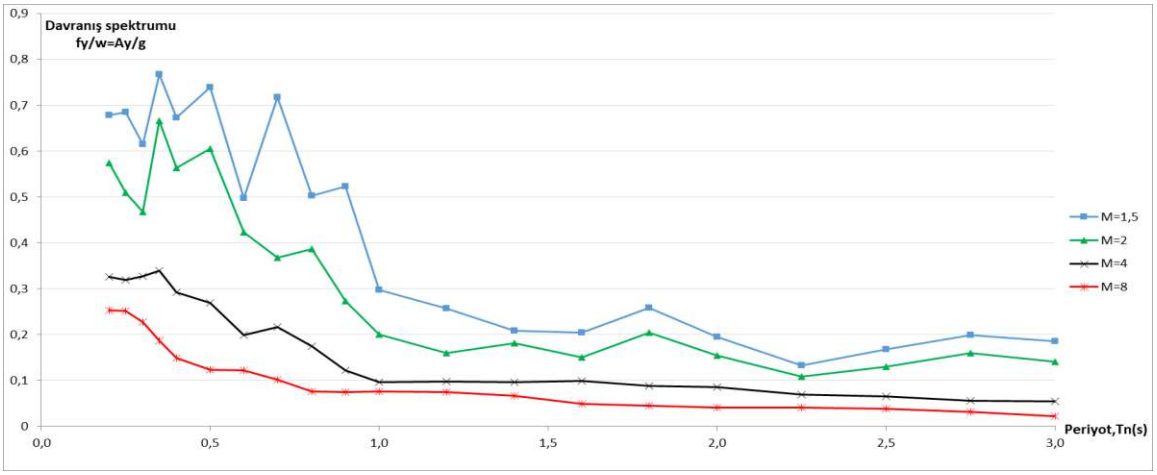


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

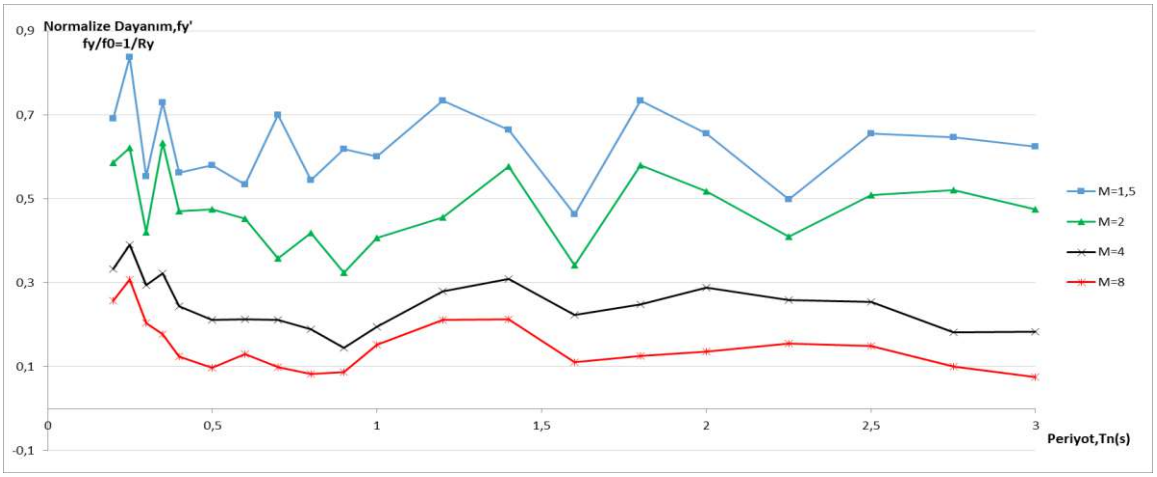
Şekil B.182: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Hector Mine 1999 depremi Hector-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

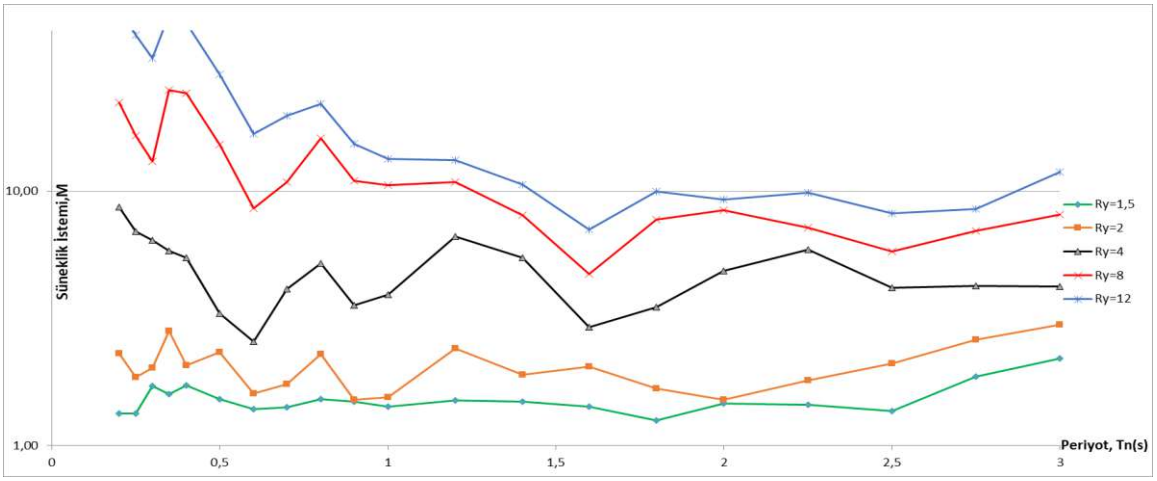


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

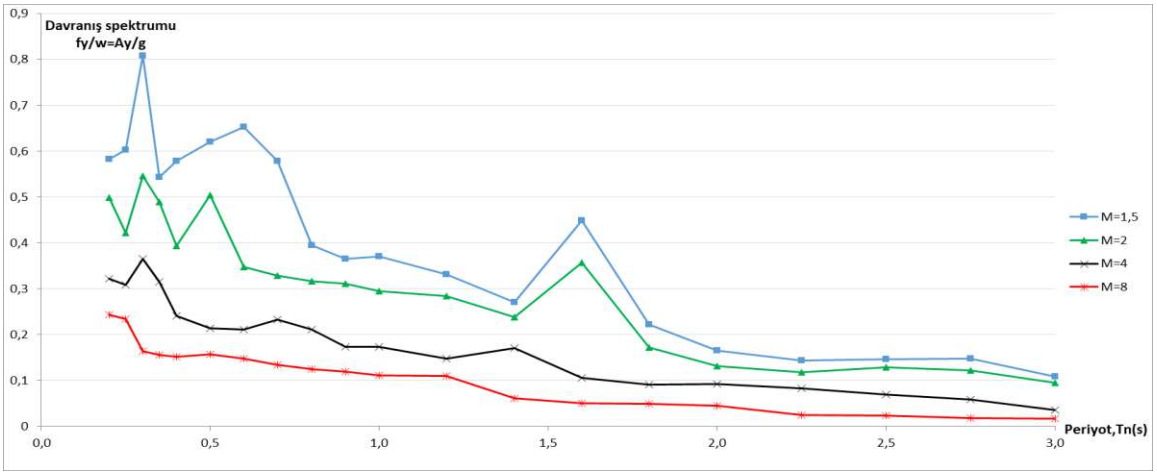


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

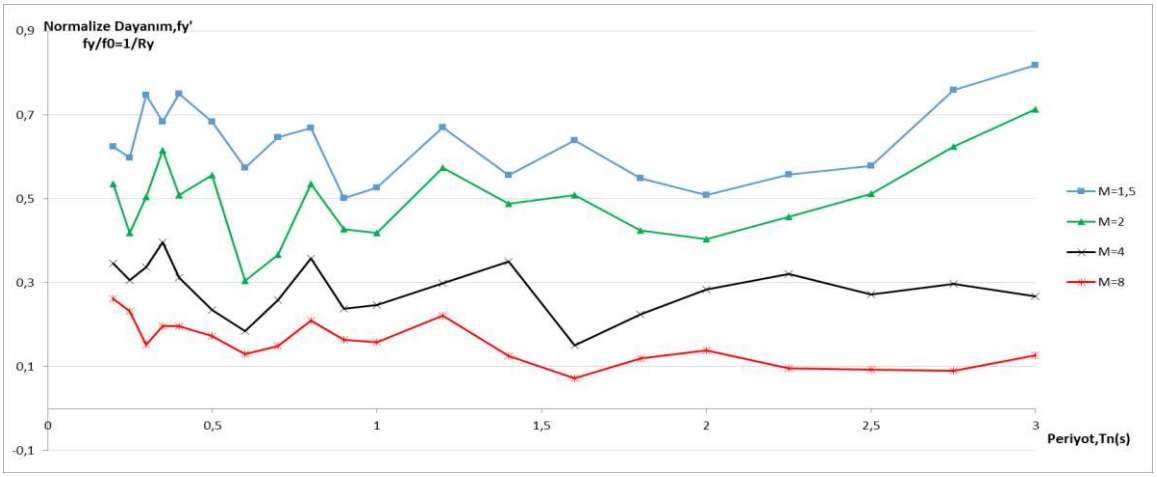
Şekil B.183: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-262 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

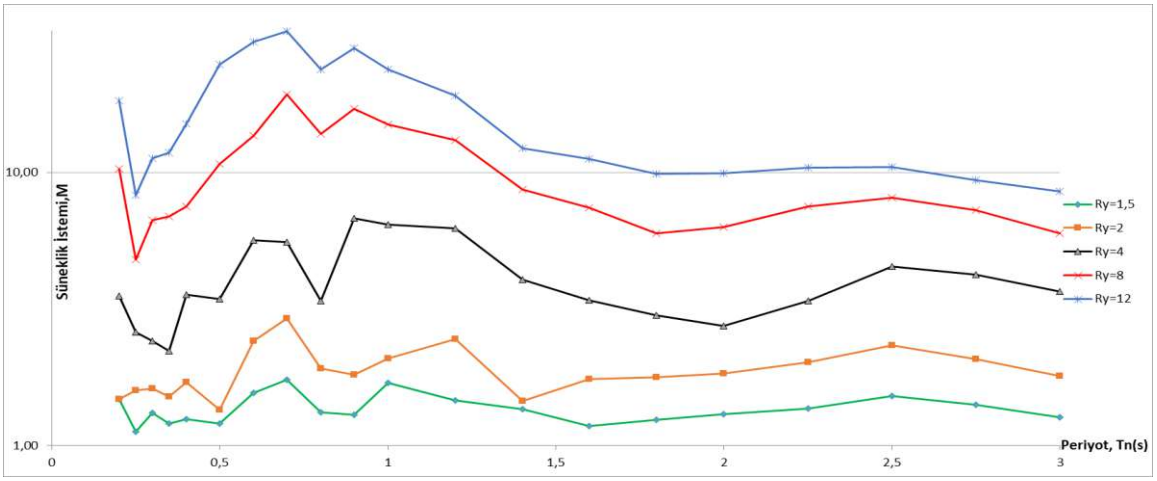


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

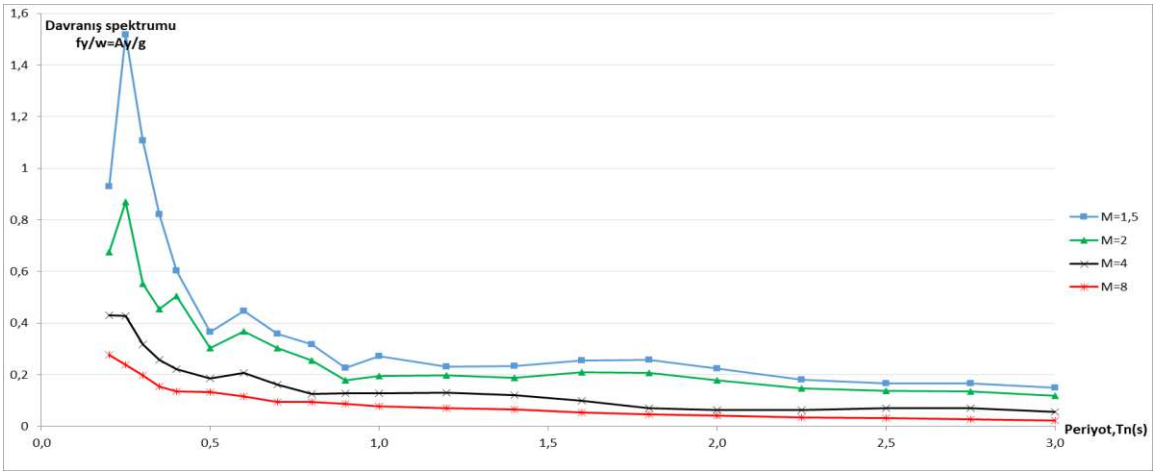


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

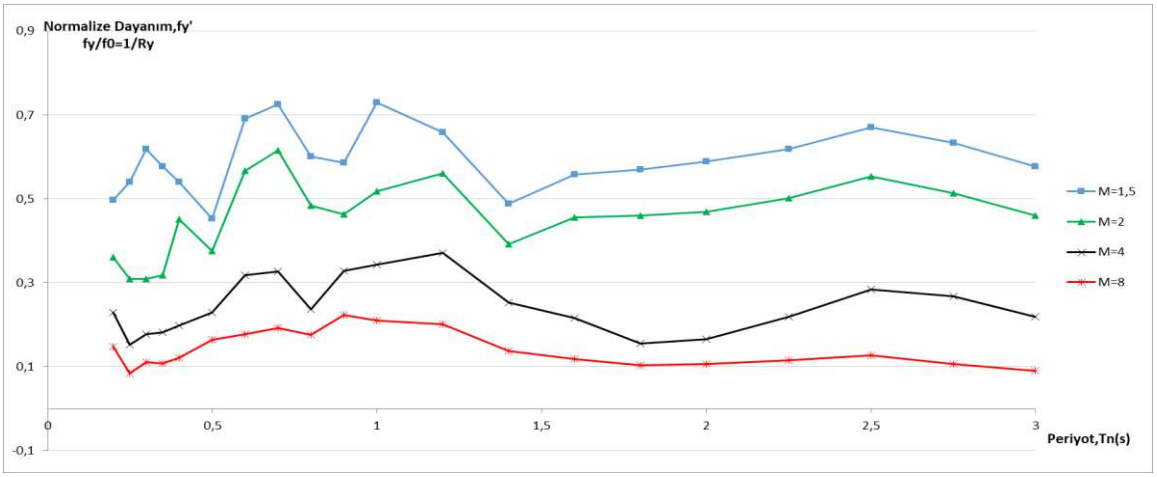
Şekil B.184: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi Delta-352 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

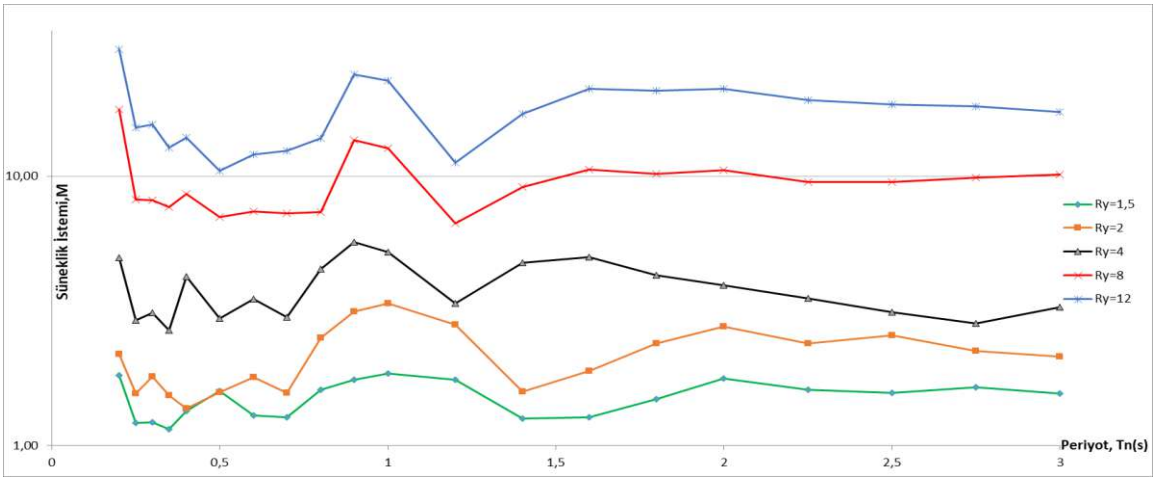


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

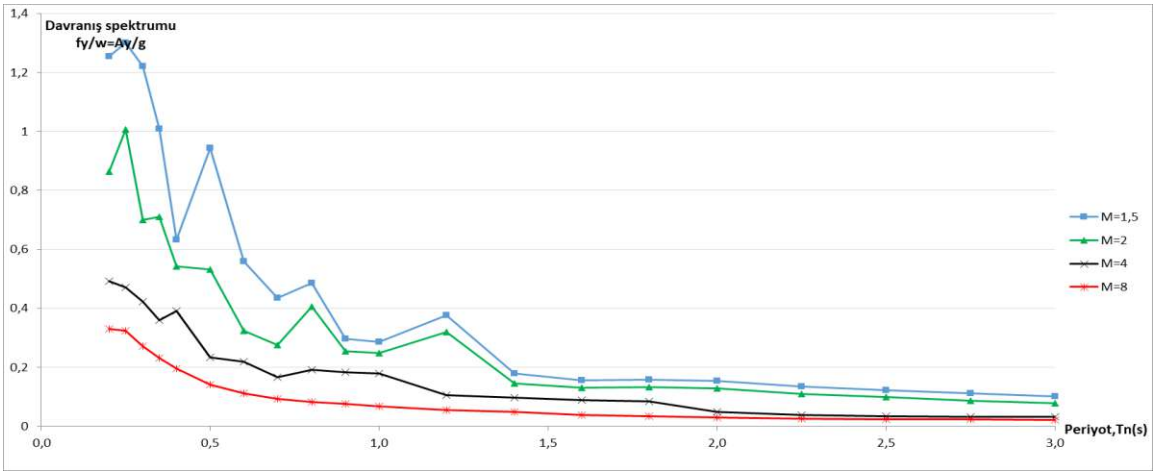


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

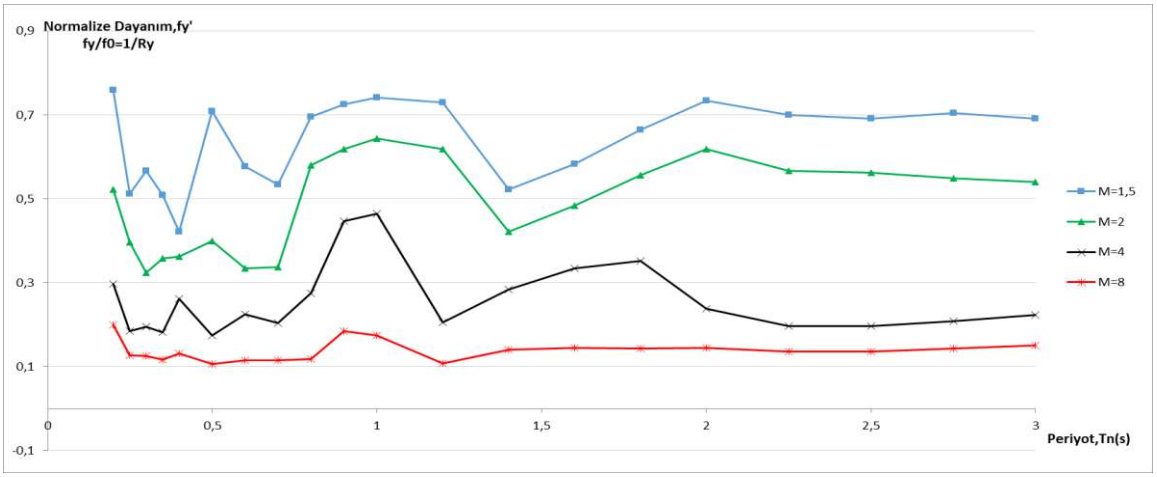
Şekil B.185: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-140 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

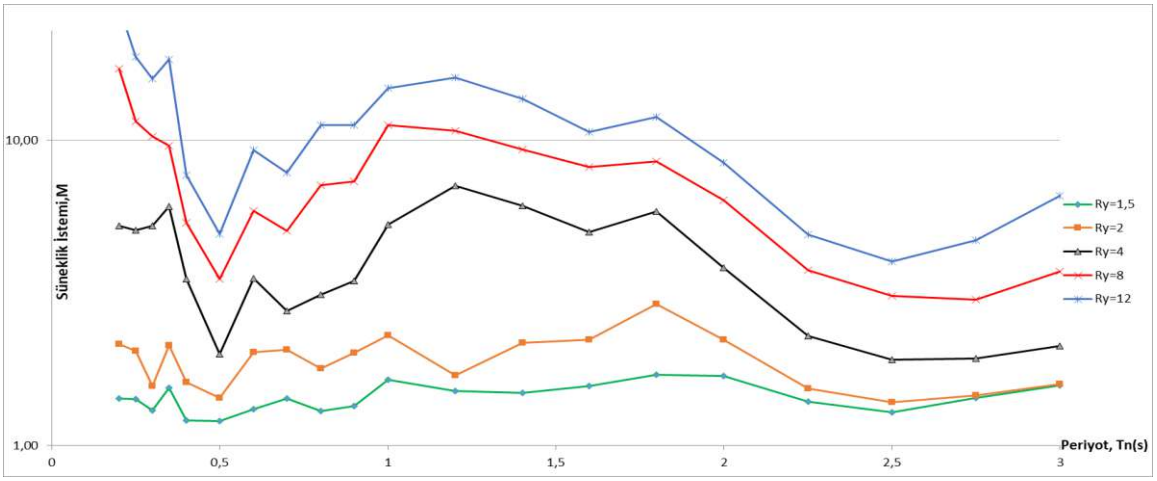


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

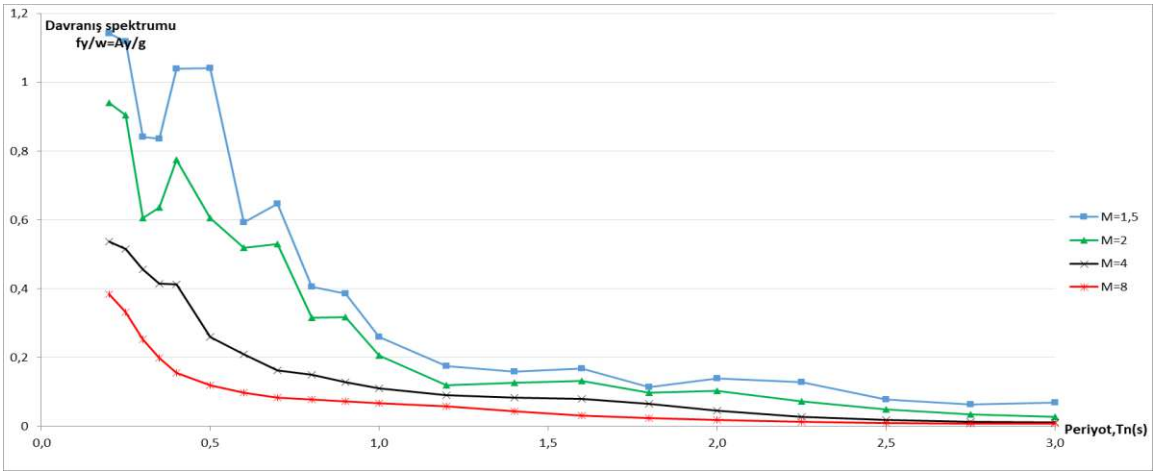


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

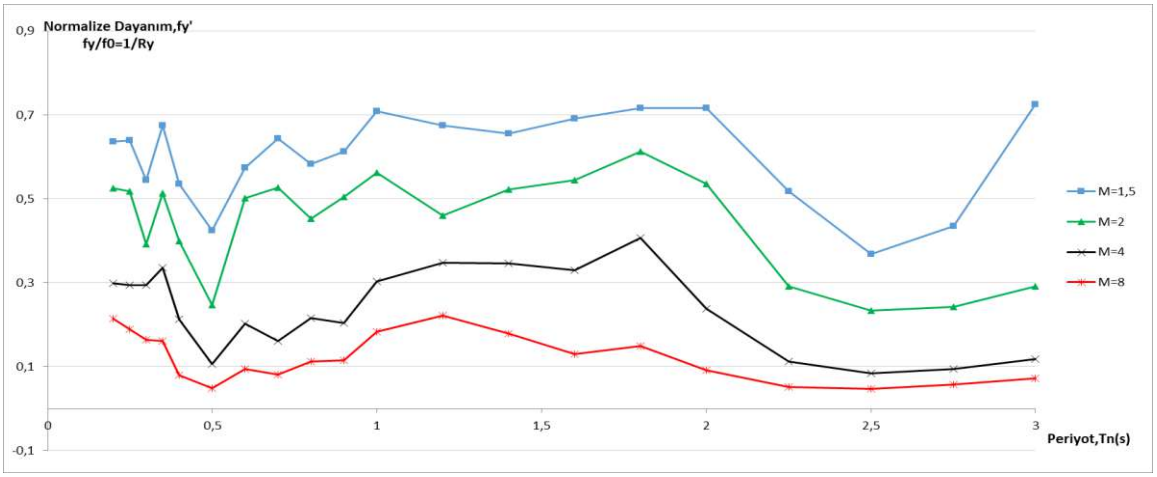
Şekil B.186: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Imperial Valley 1979 depremi El centro Array-230 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

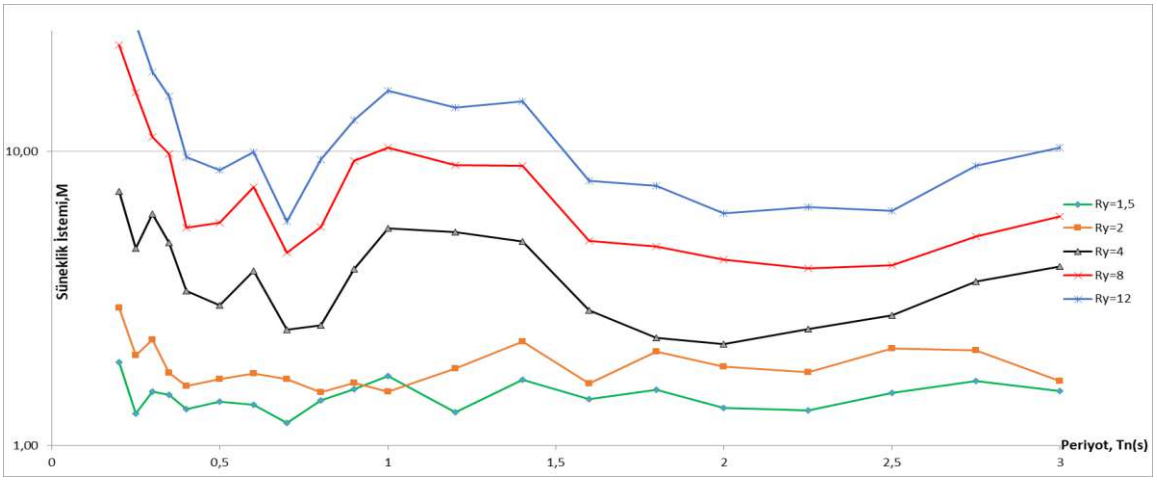


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

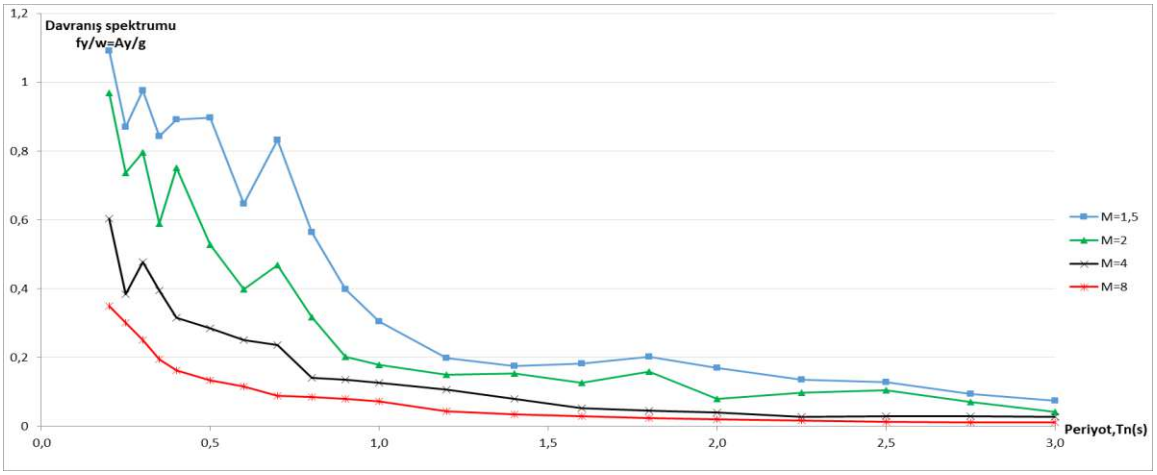


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

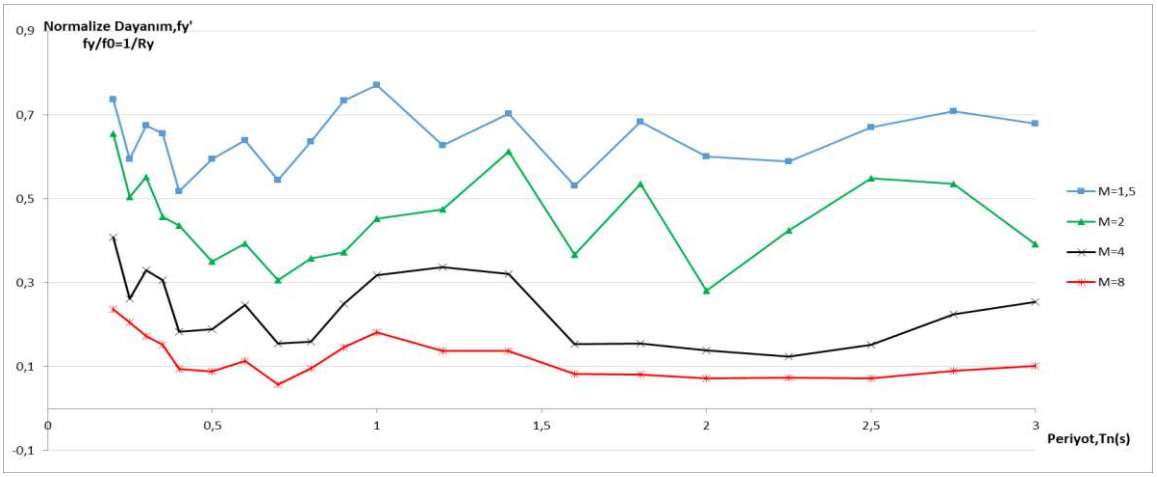
Şekil B.187: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

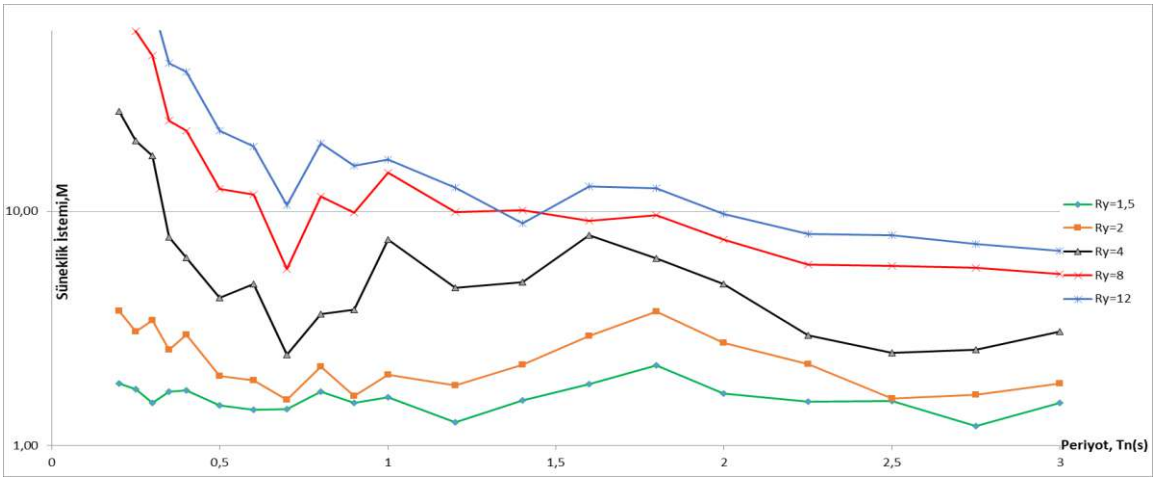


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

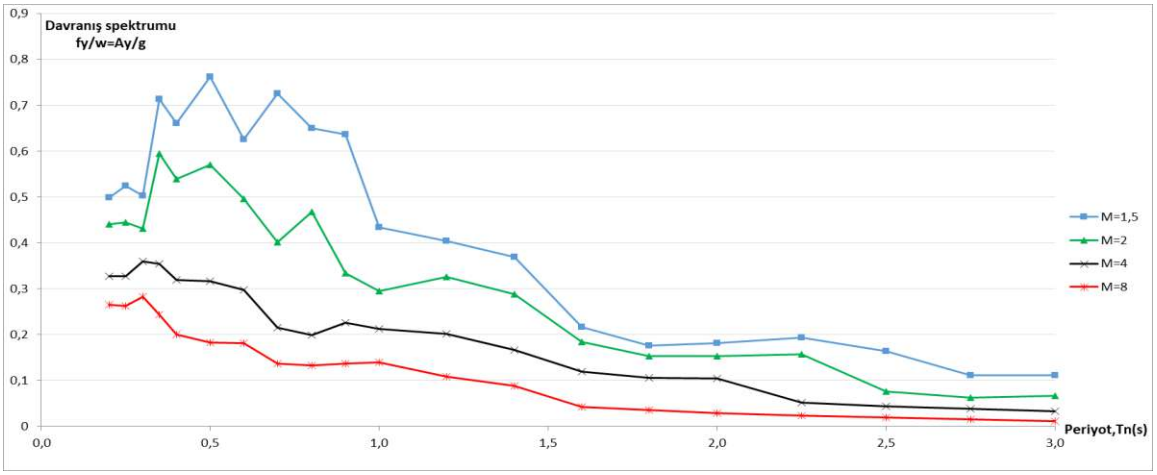


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

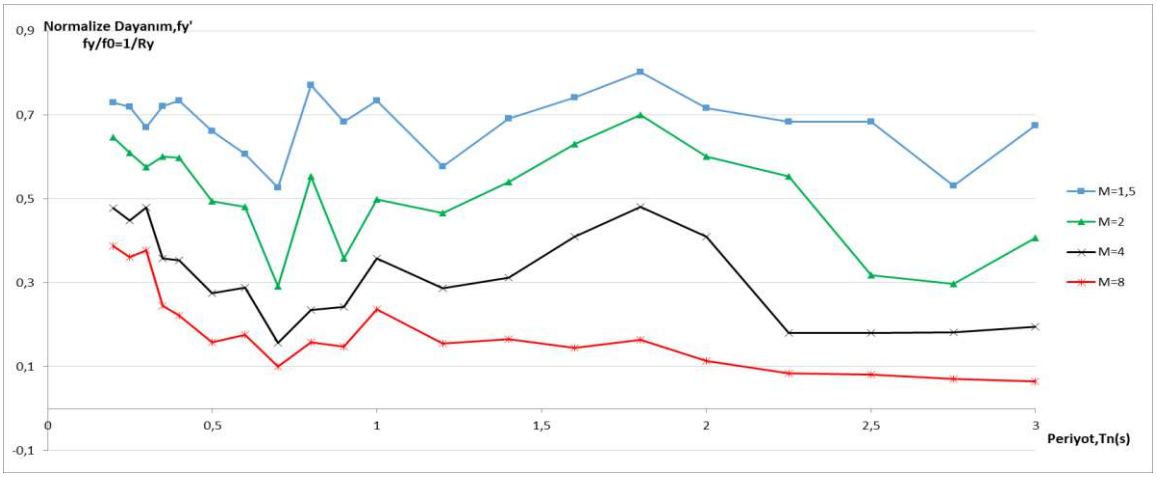
Şekil B.188: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Nishi-Akashi-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

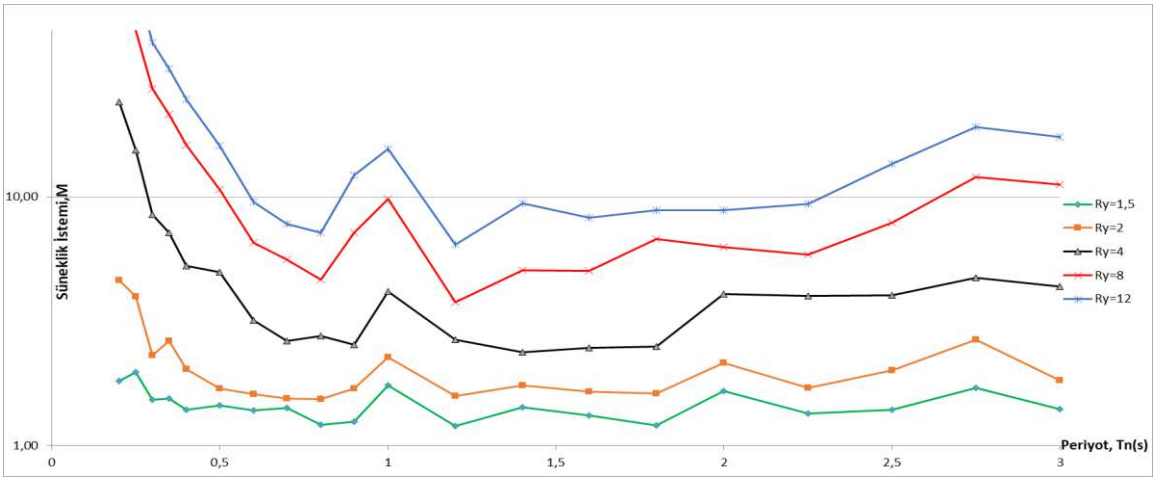


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

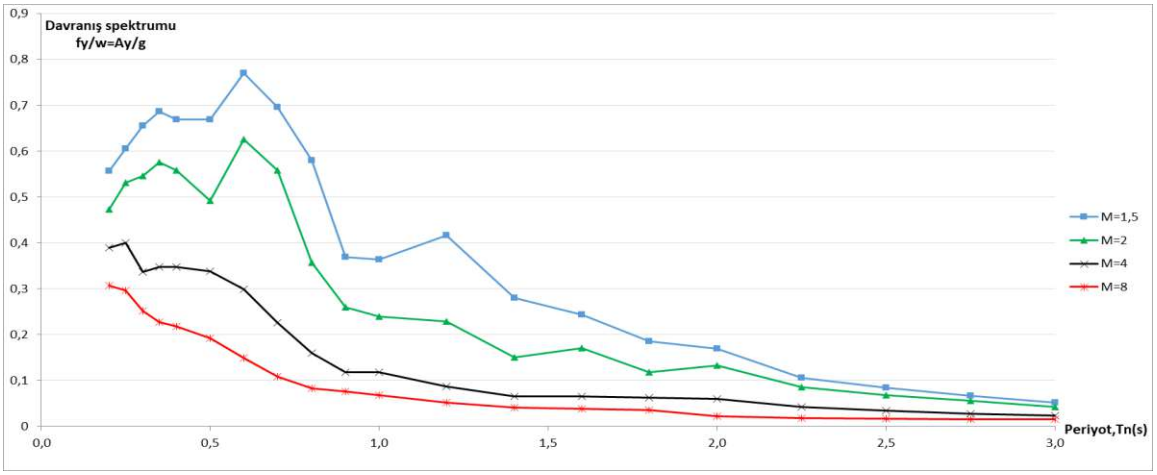


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

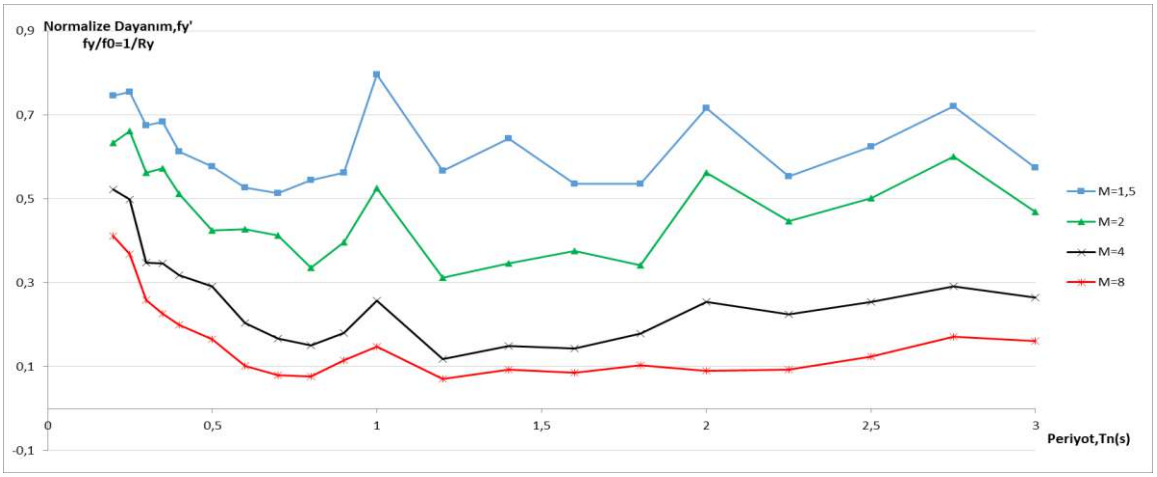
Şekil B.189: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

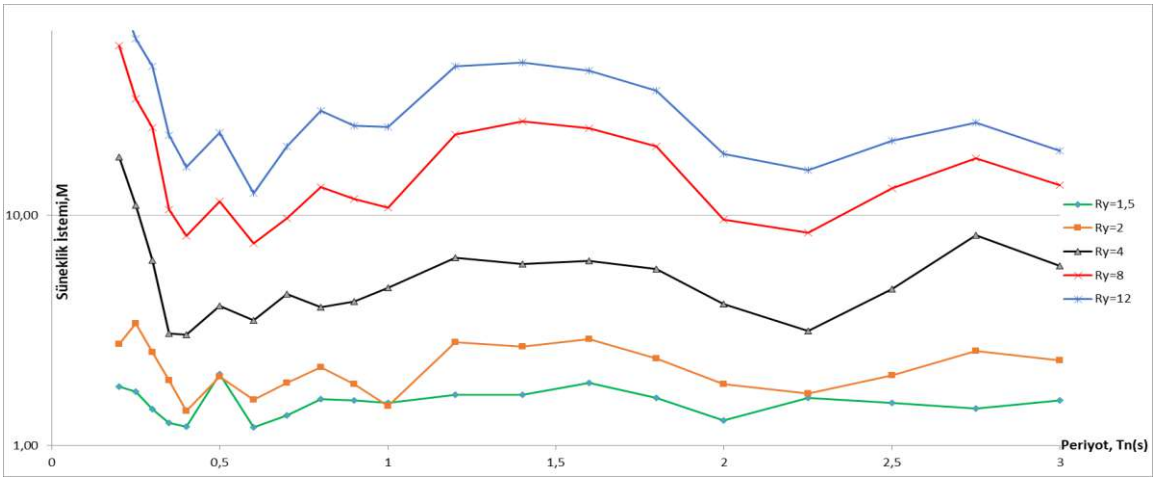


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

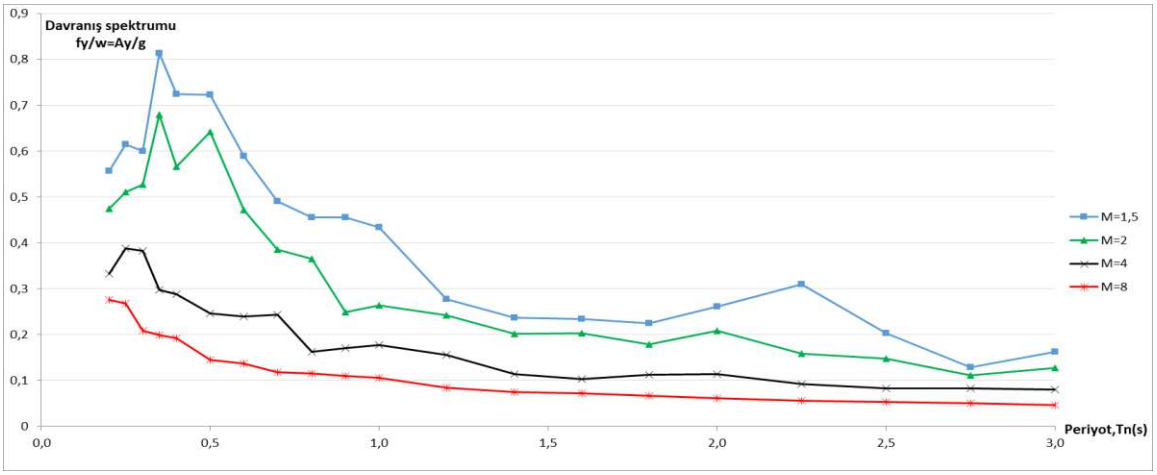


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

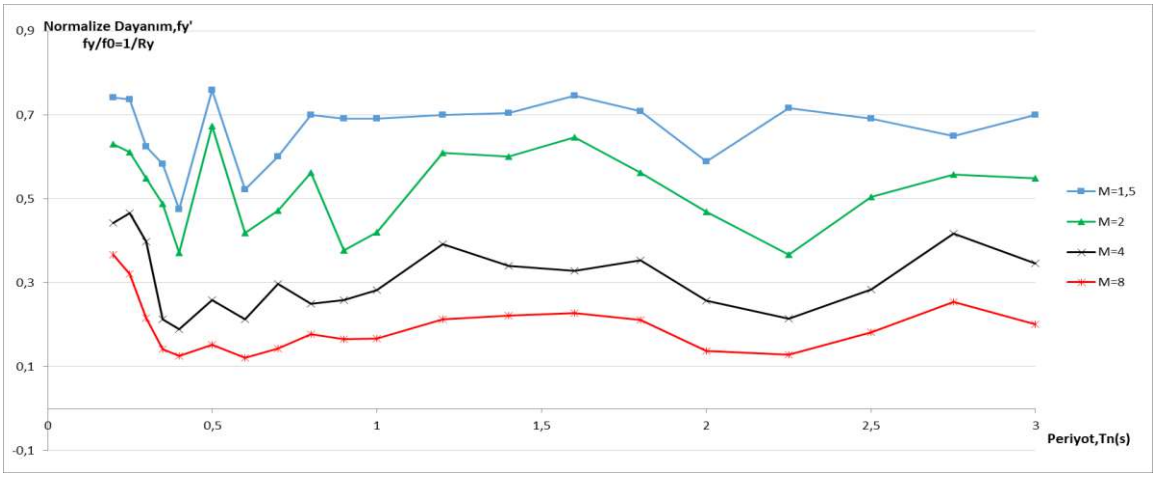
Şekil B.190: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kobe, Japan 1995 depremi Shin-Osaka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

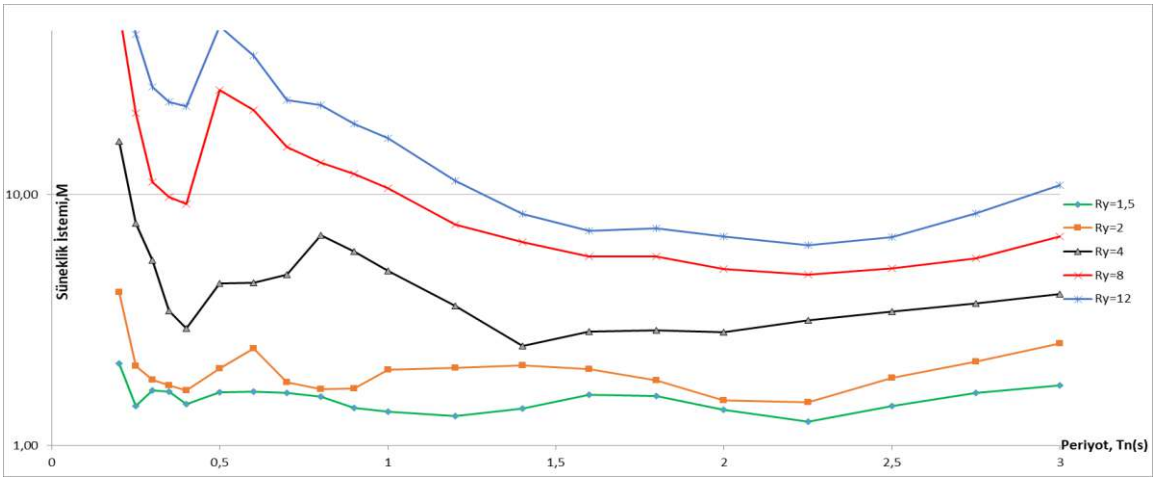


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

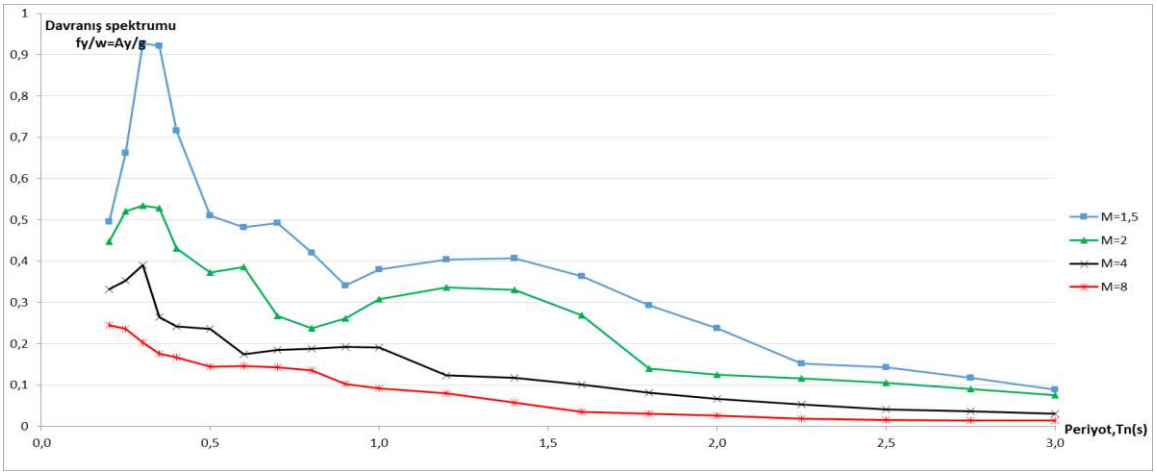


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

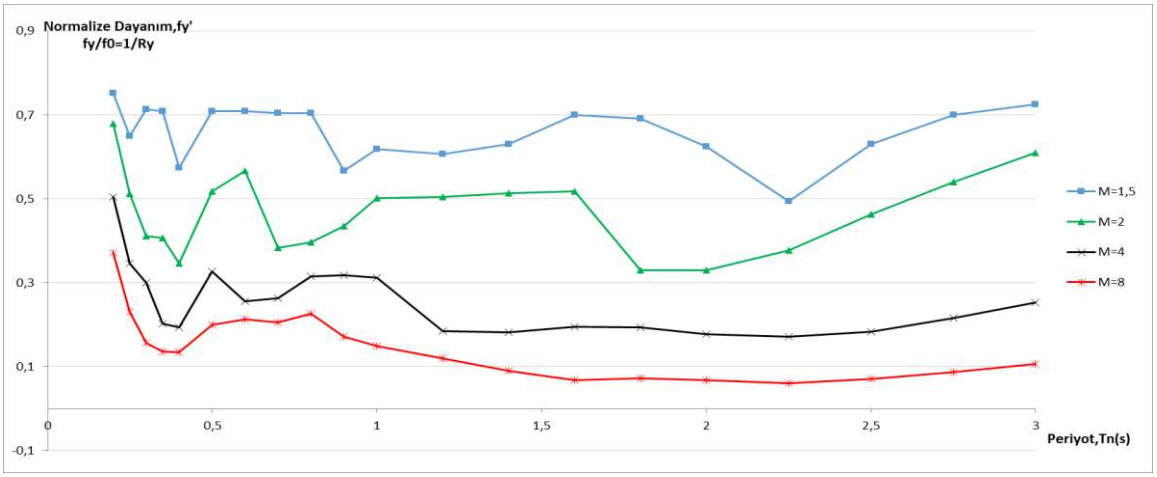
Şekil B.191: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

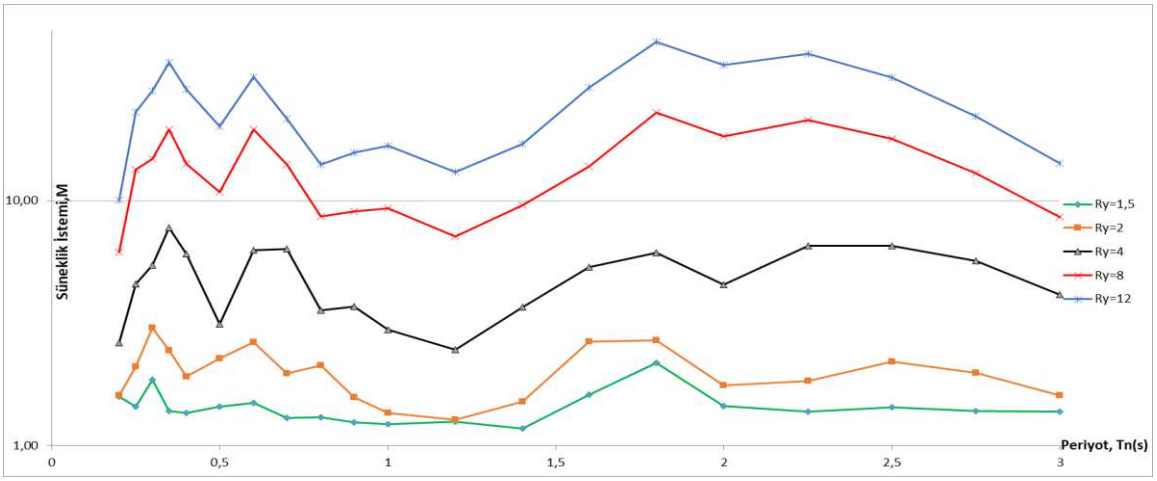


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

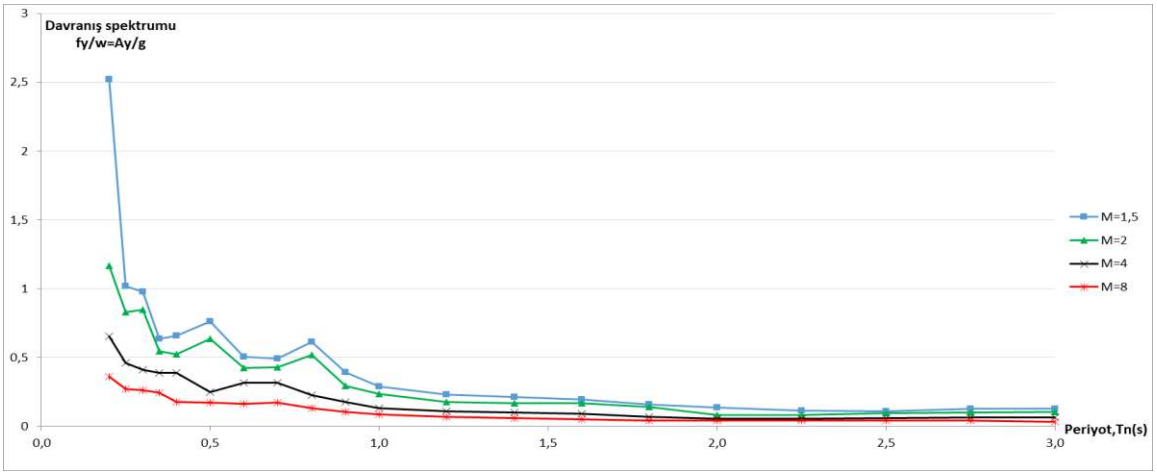


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

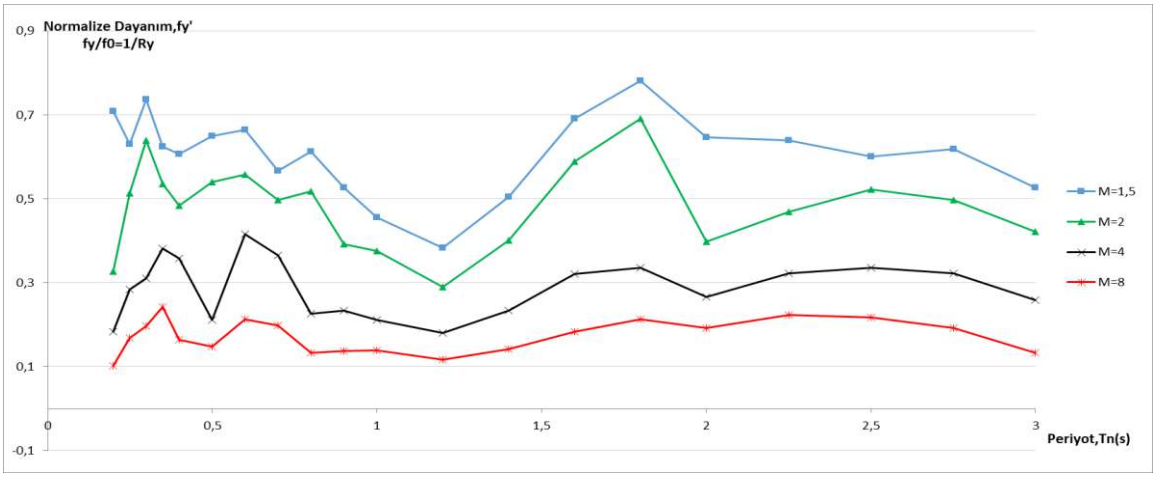
Şekil B.192: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Duzce-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

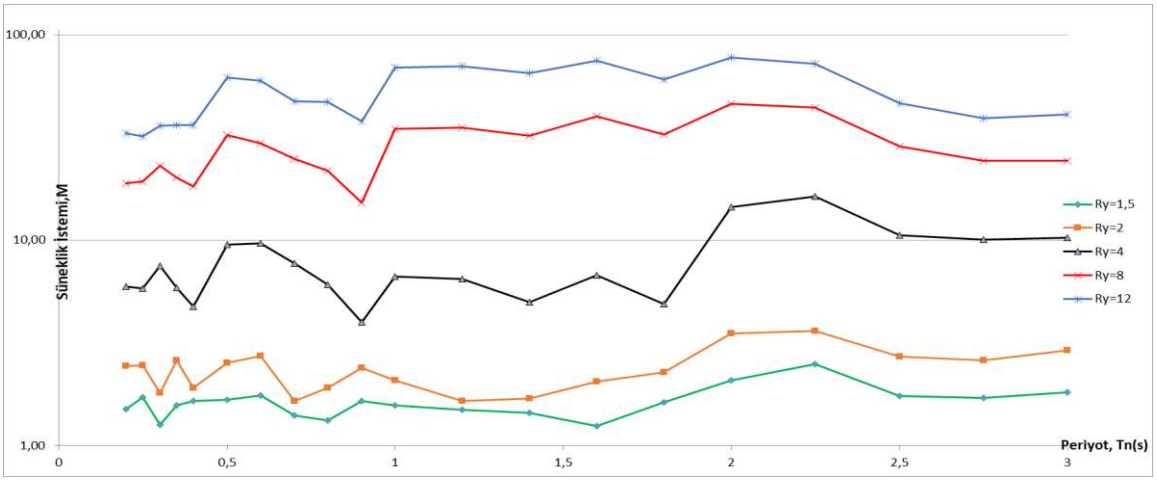


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

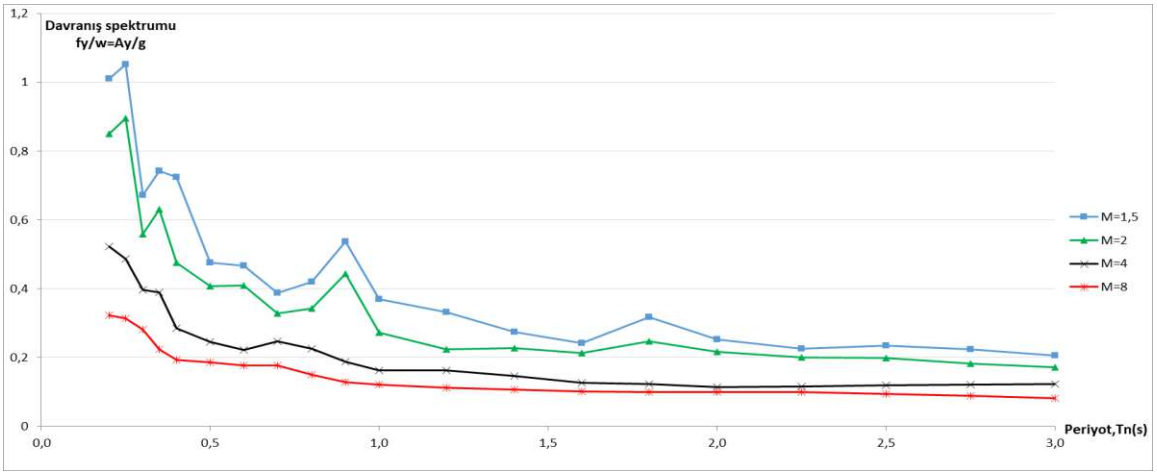


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

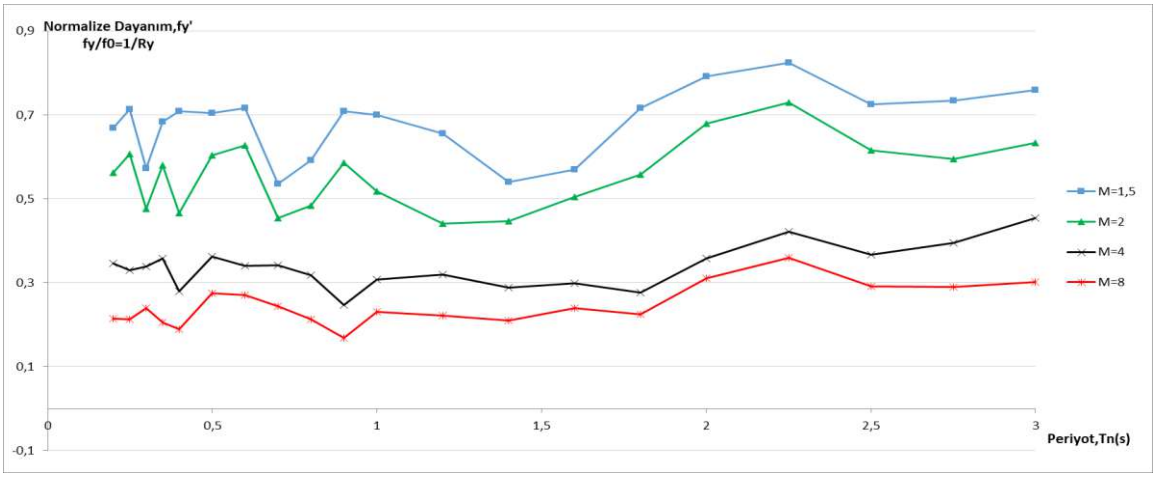
Şekil B.193: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

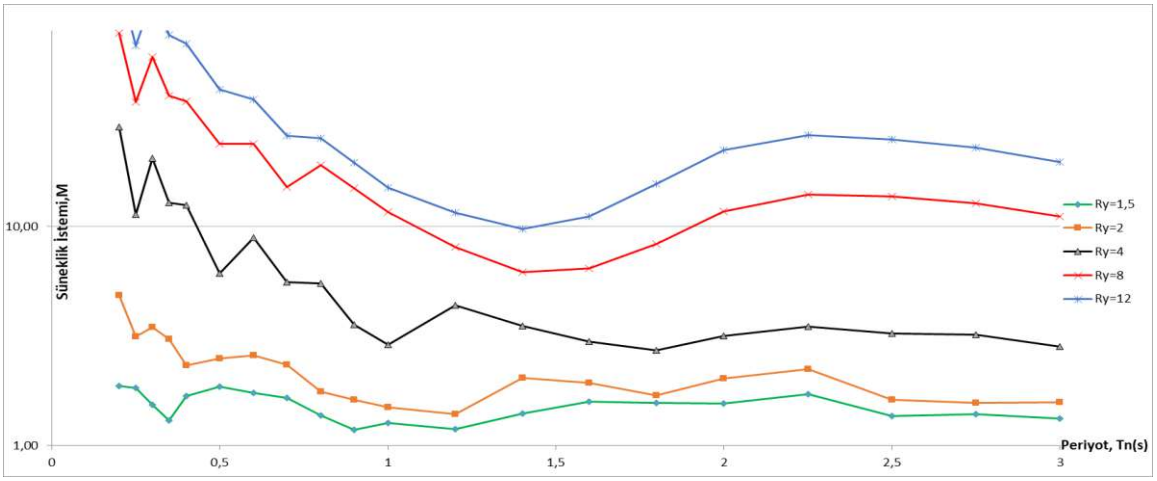


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

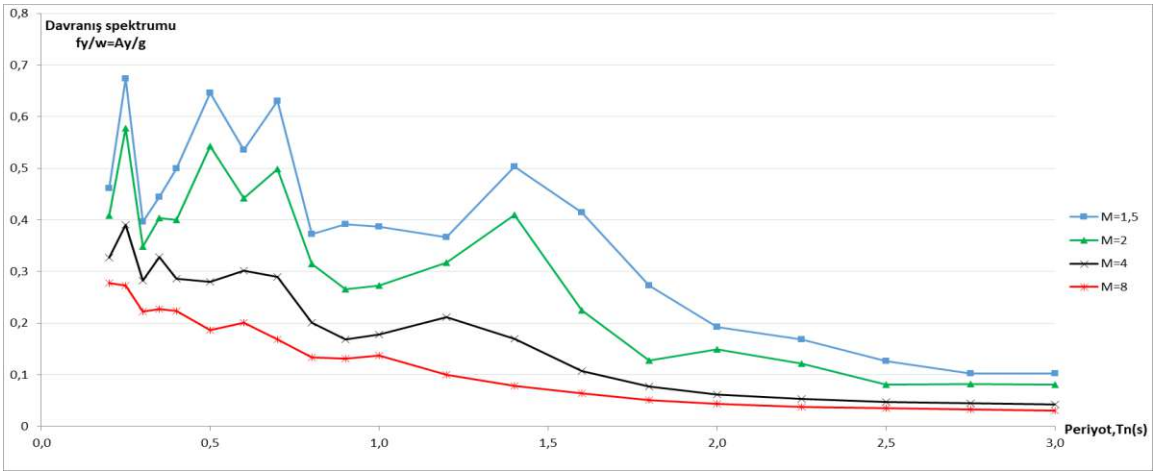


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

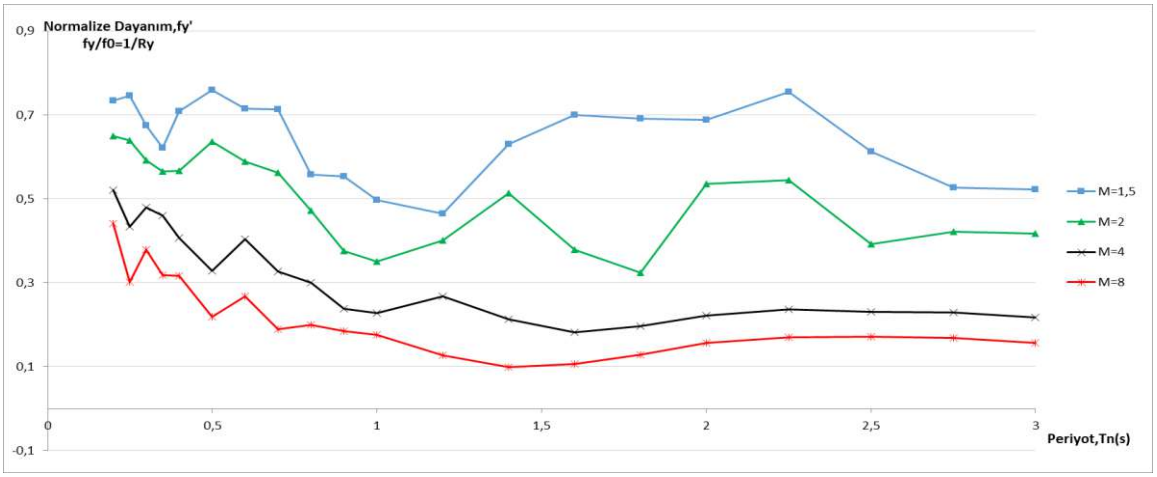
Şekil B.194: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Kocaeli, Turkey 1999 depremi Arcelik-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

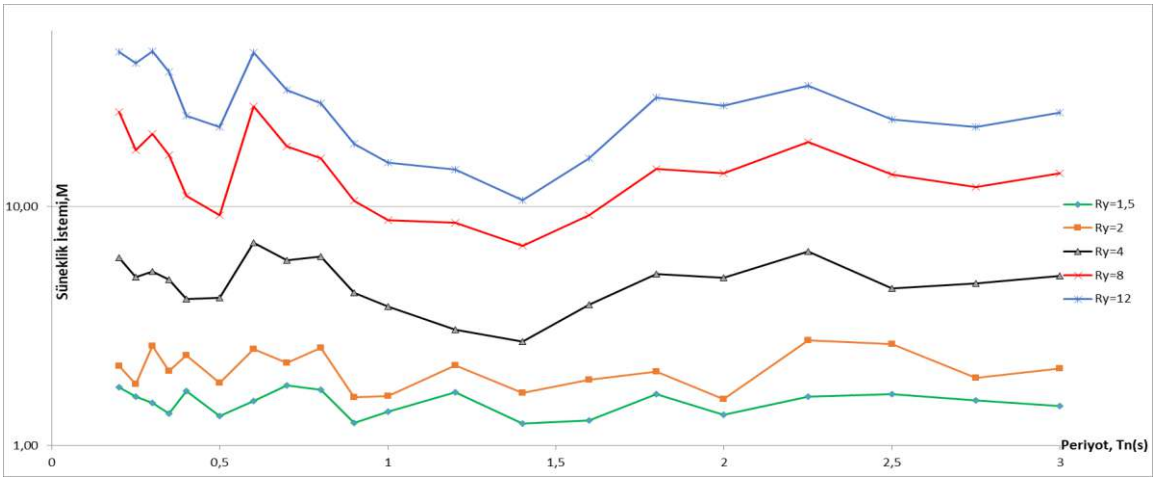


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

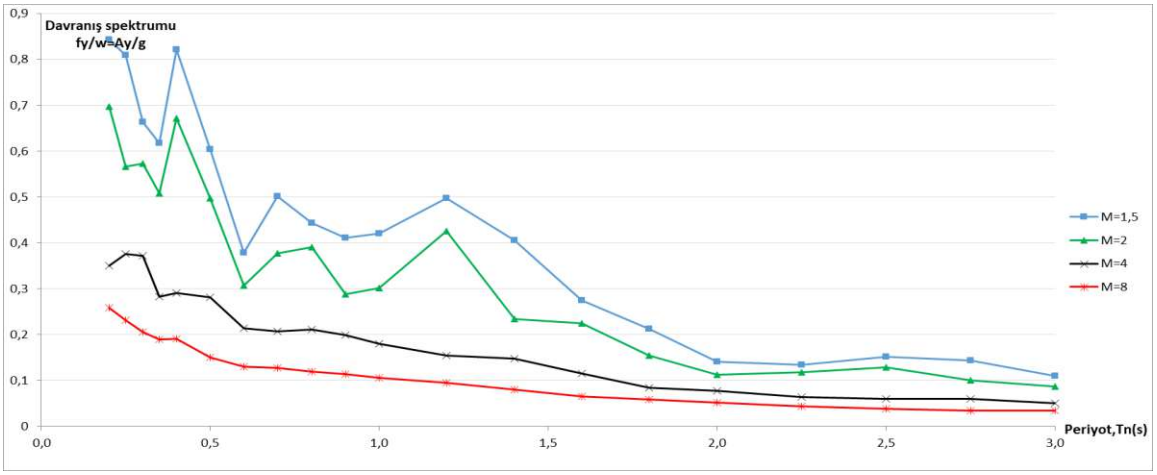


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

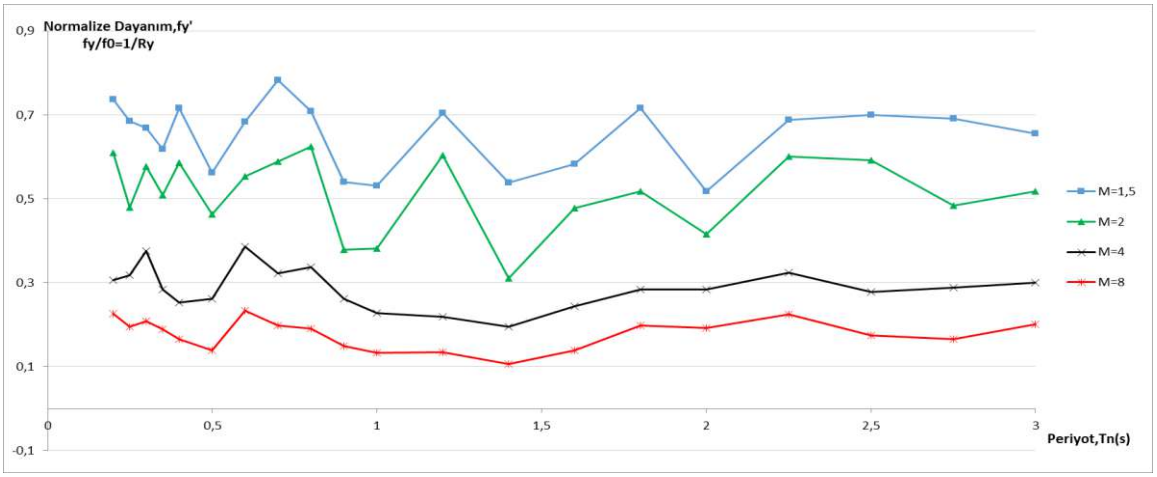
Şekil B.195: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

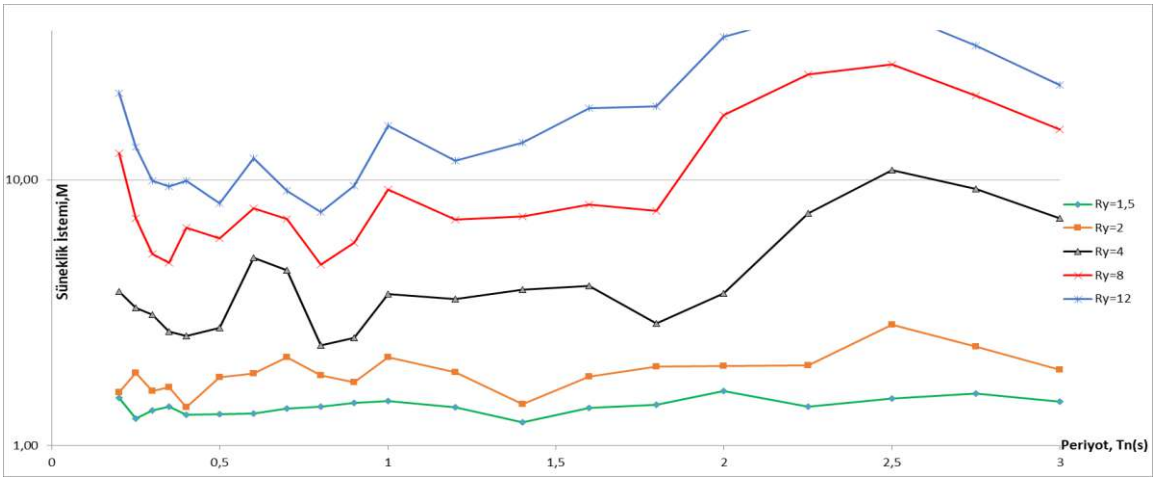


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

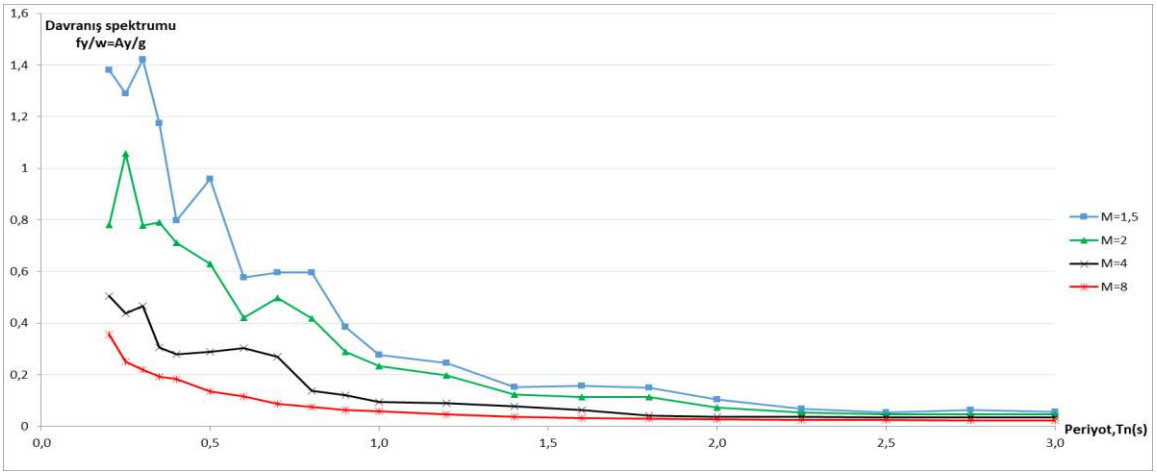


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

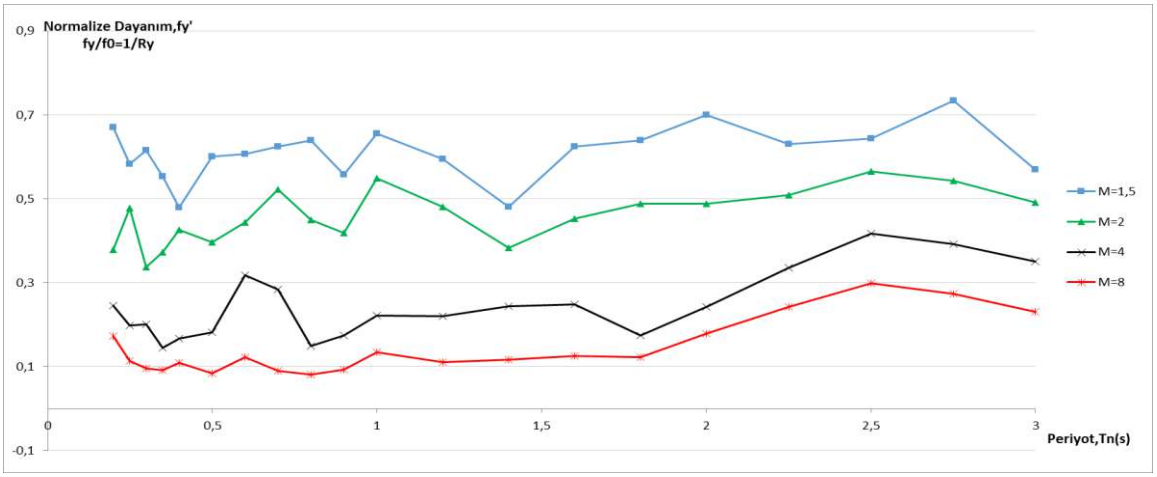
Şekil B.196: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Yermo Fire Station-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

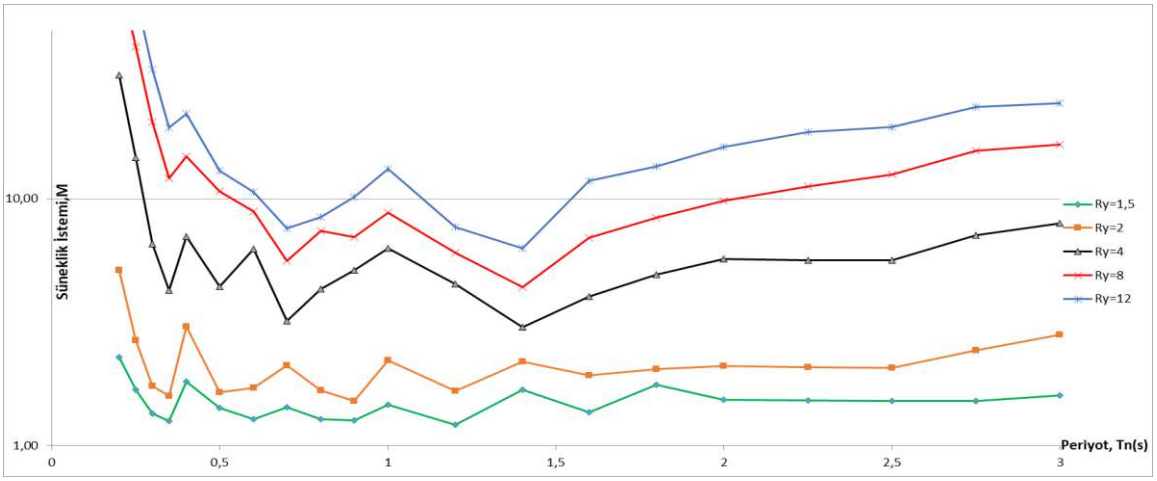


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

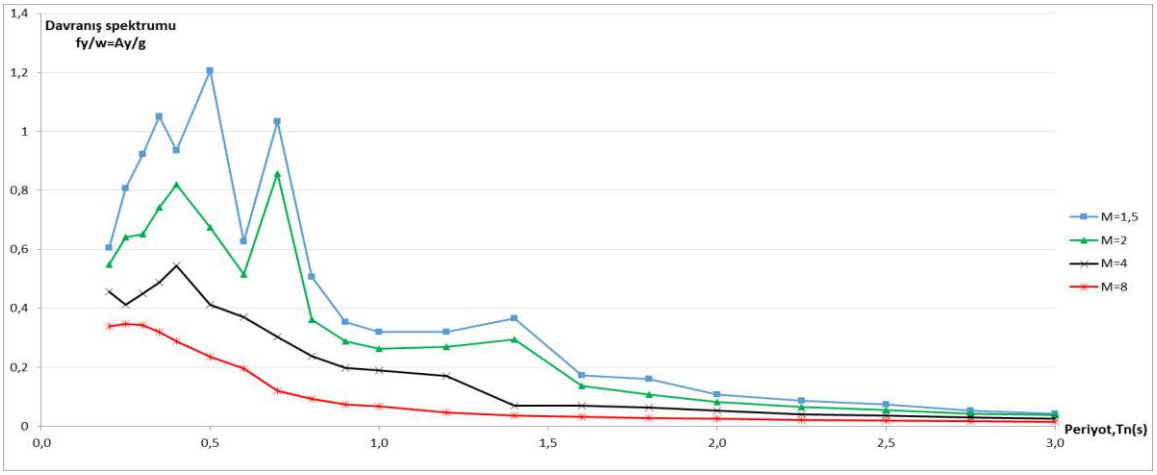


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

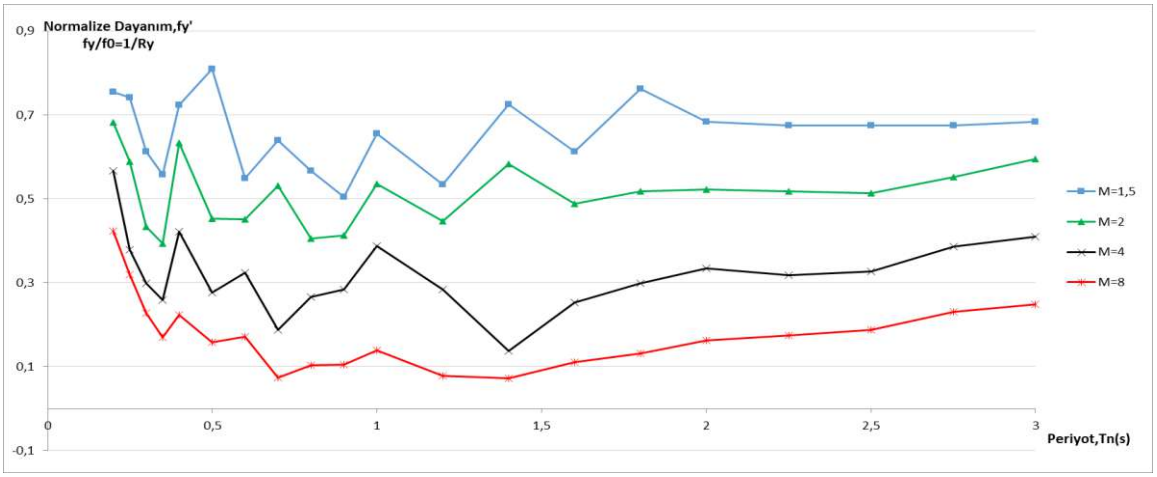
Şekil B.197: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-LN kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

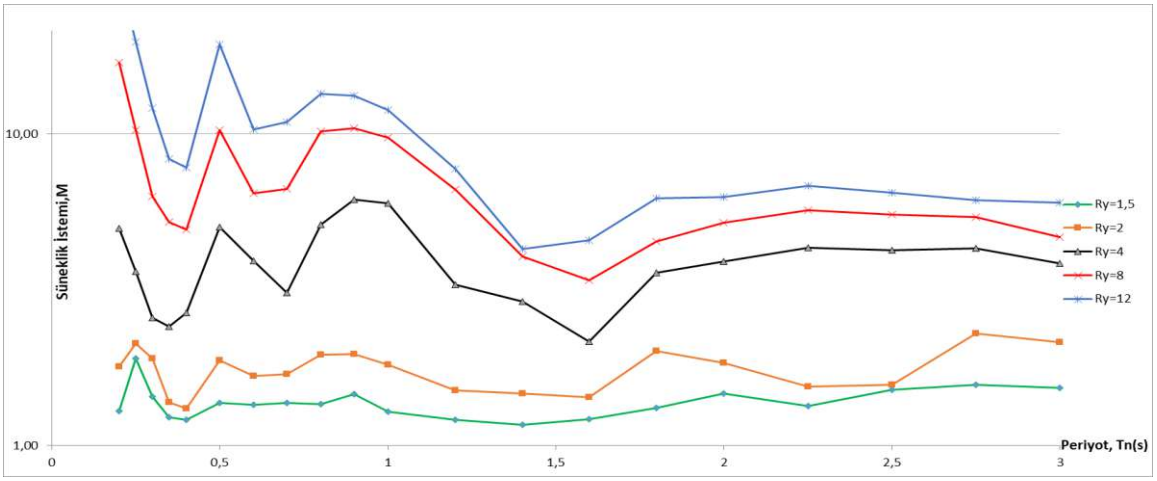


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

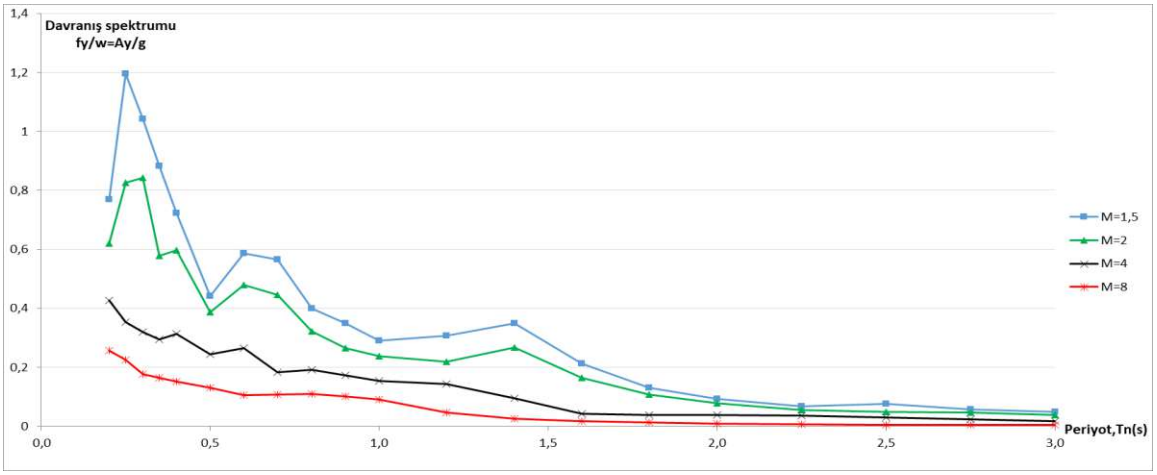


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

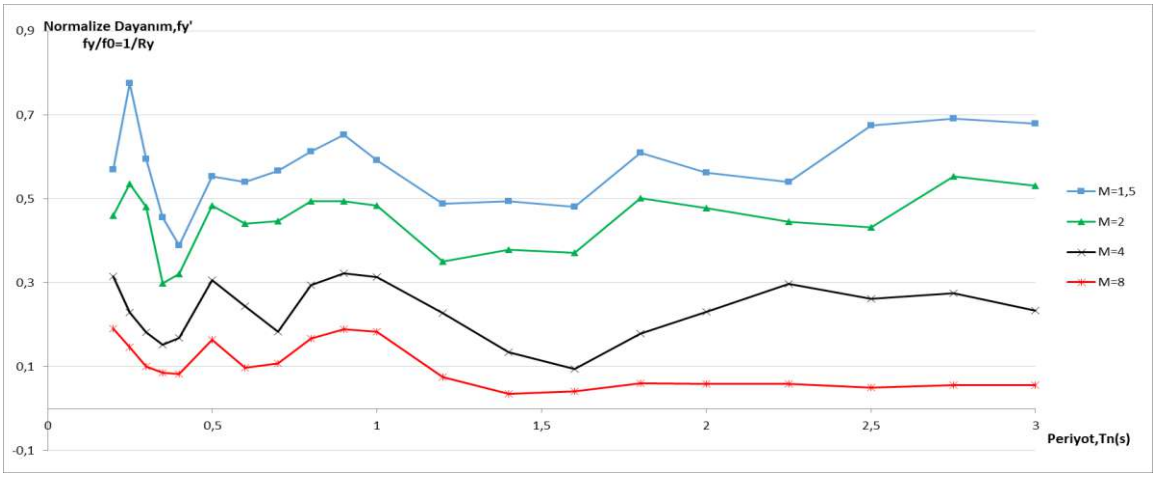
Şekil B.198: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Landers 1992 depremi Coolwater-TR kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

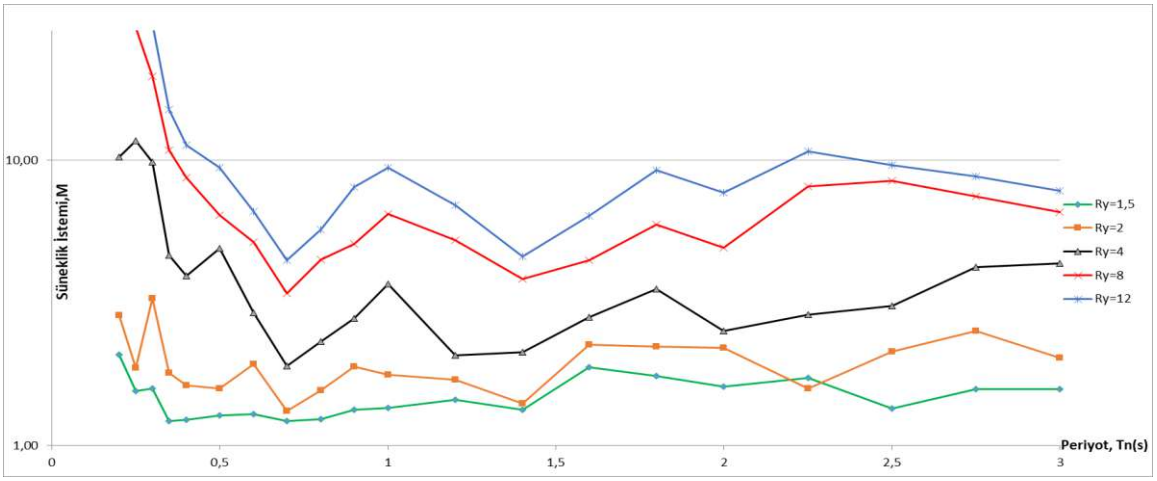


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

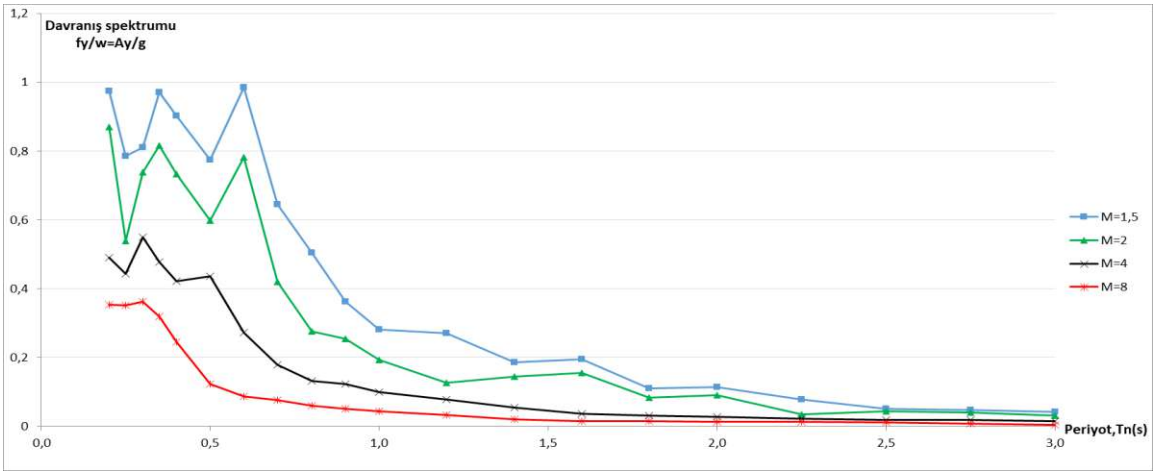


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

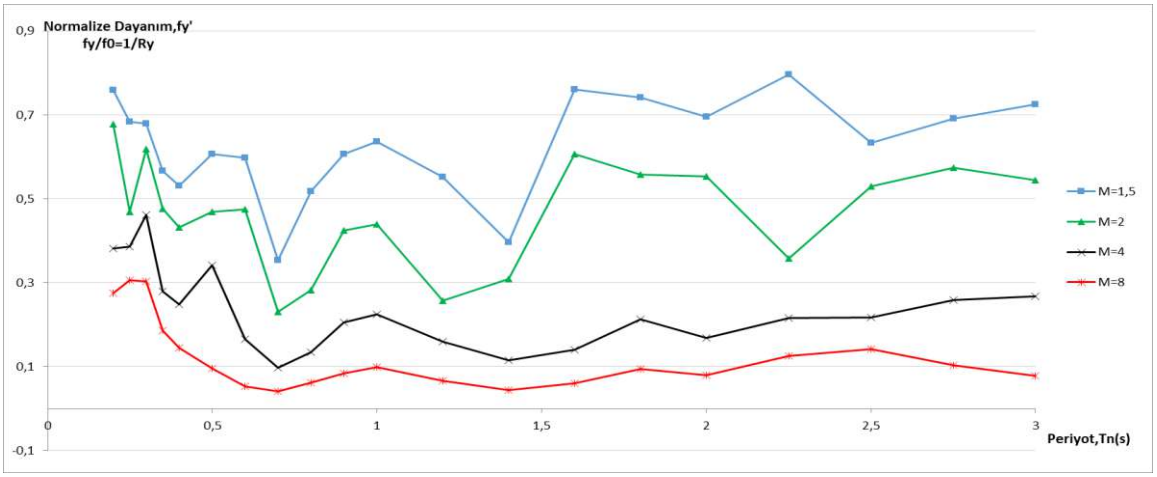
Şekil B.199: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

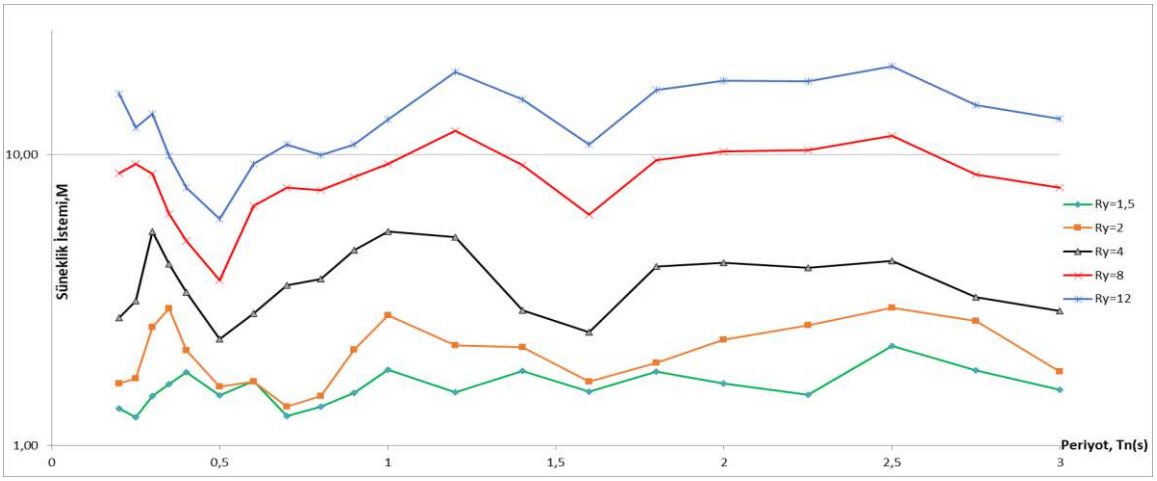


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

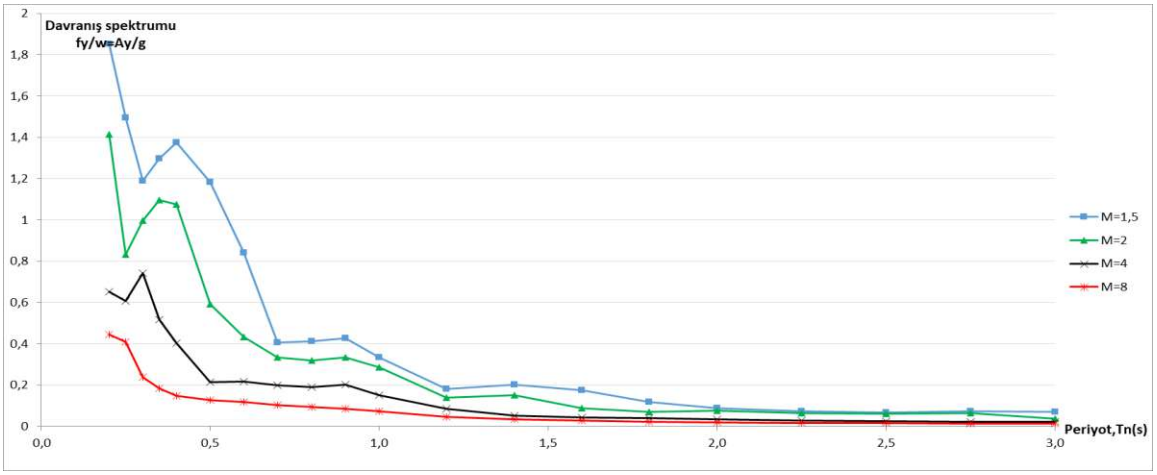


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

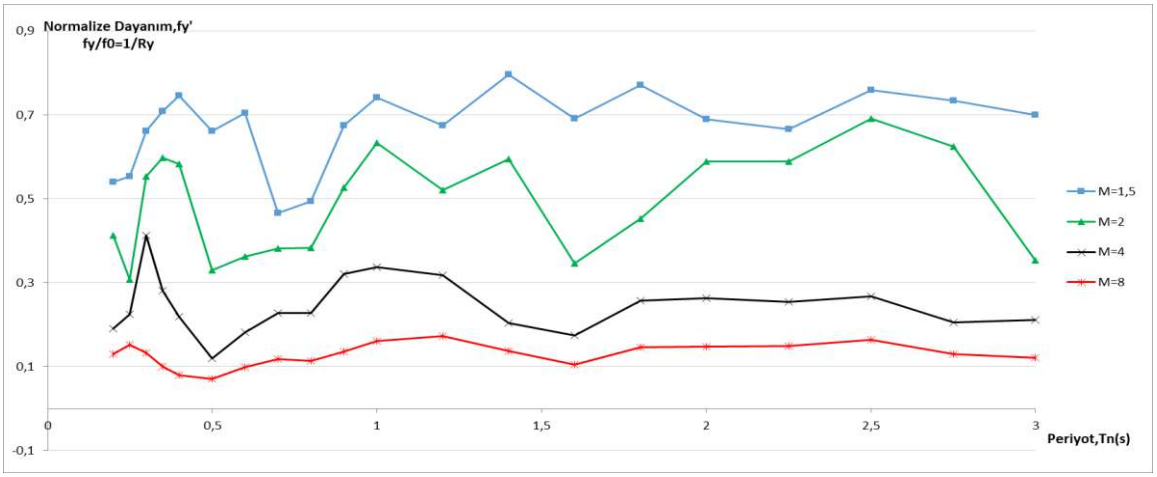
Şekil B.200: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Capitola-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

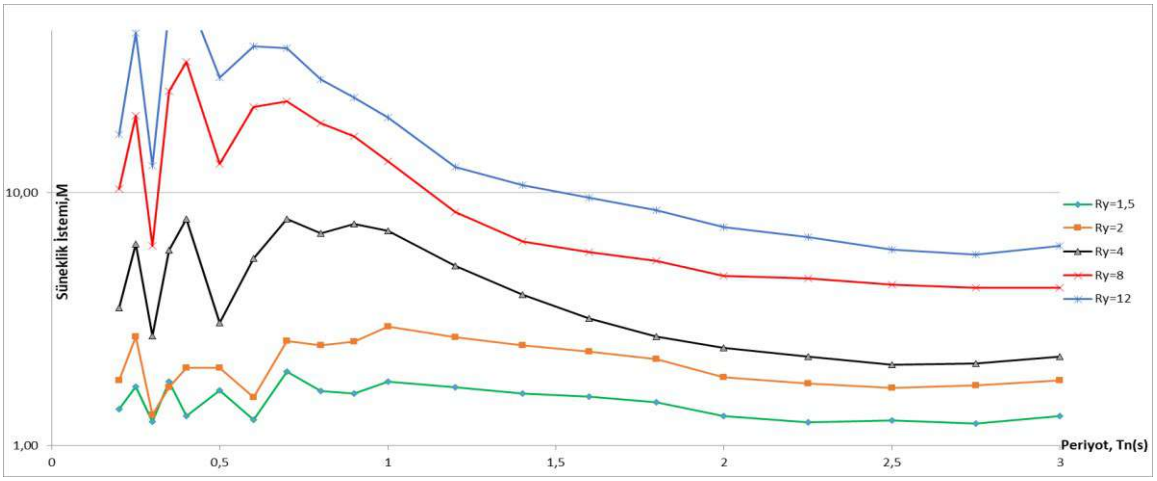


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

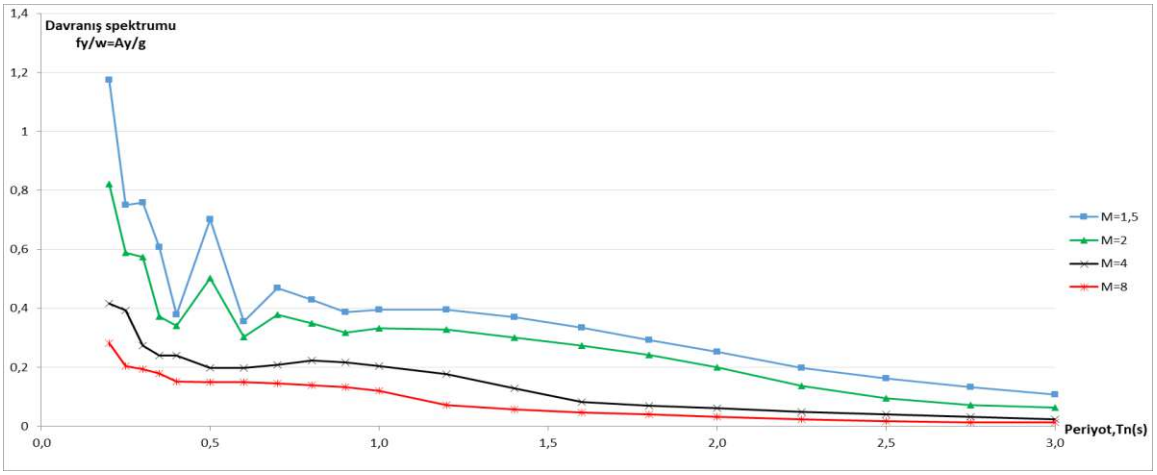


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

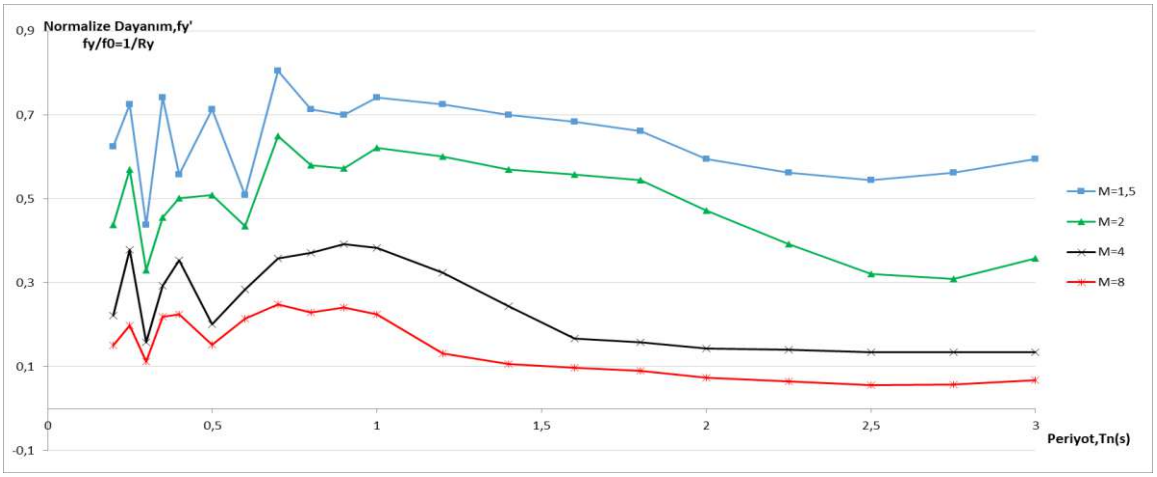
Şekil B.201: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

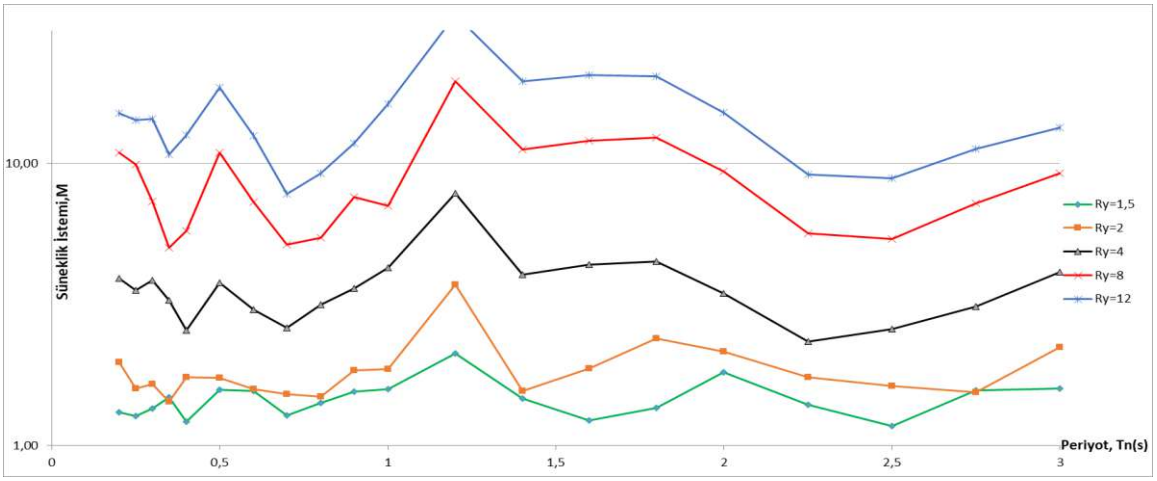


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

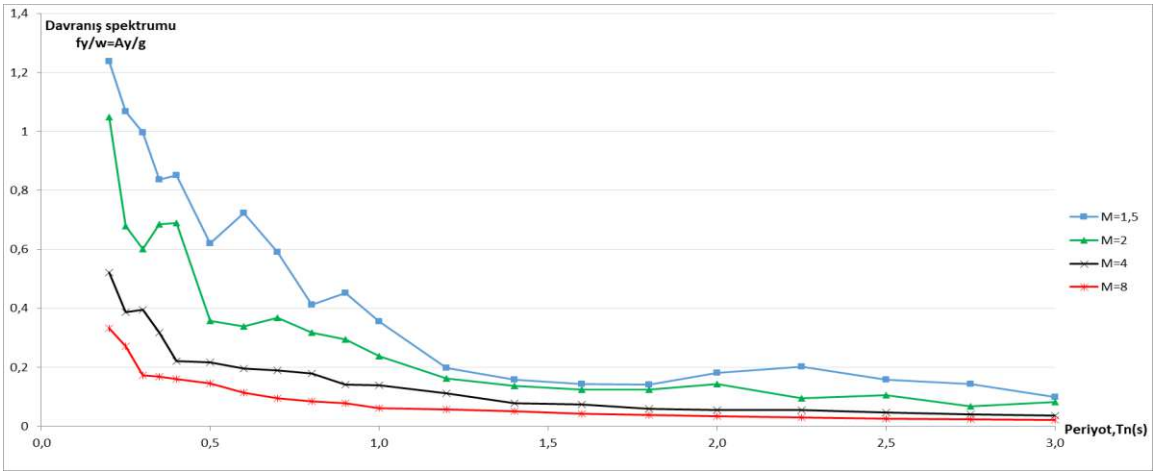


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

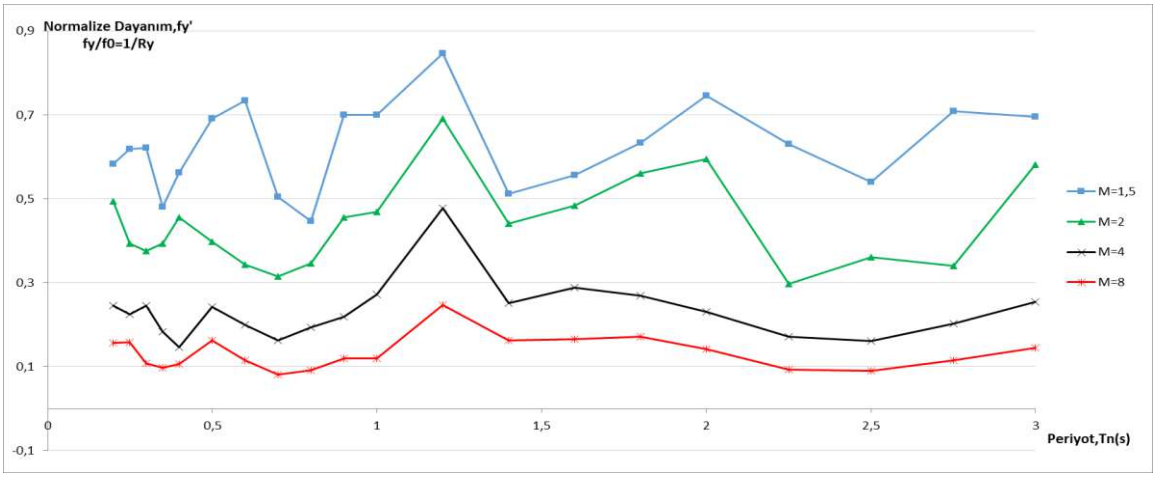
Şekil B.202: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Loma Prieta 1989 depremi Gilroy Array-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

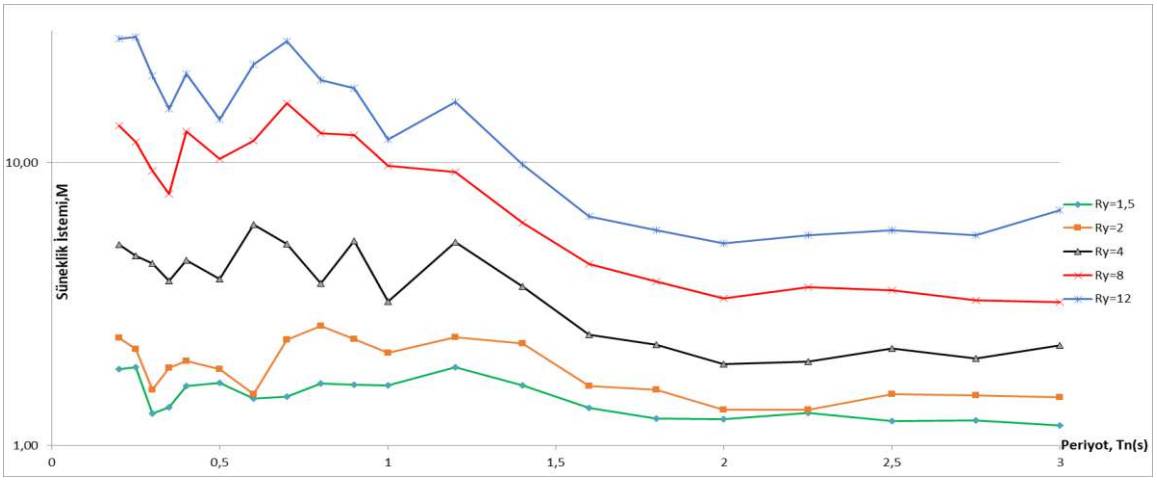


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

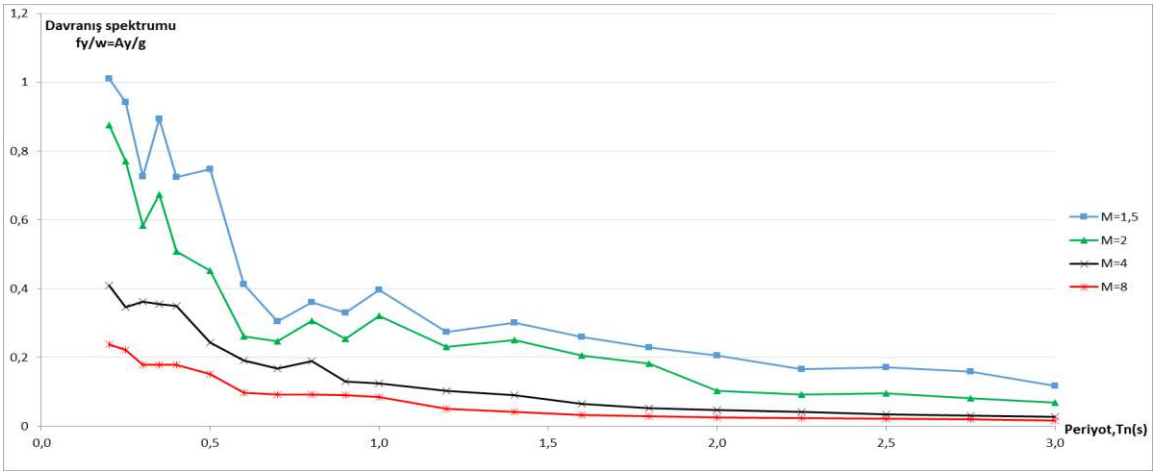


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

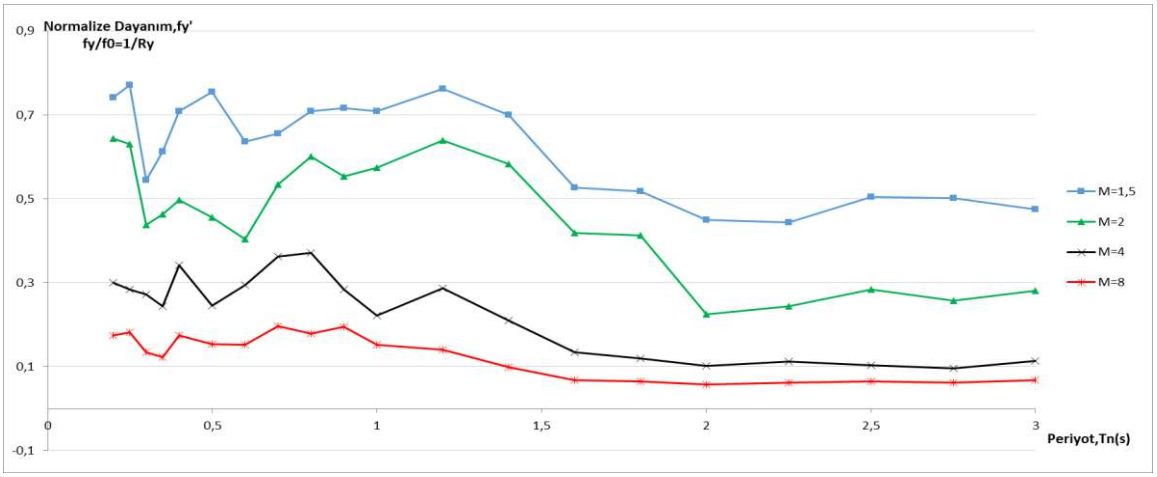
Şekil B.203: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-L kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

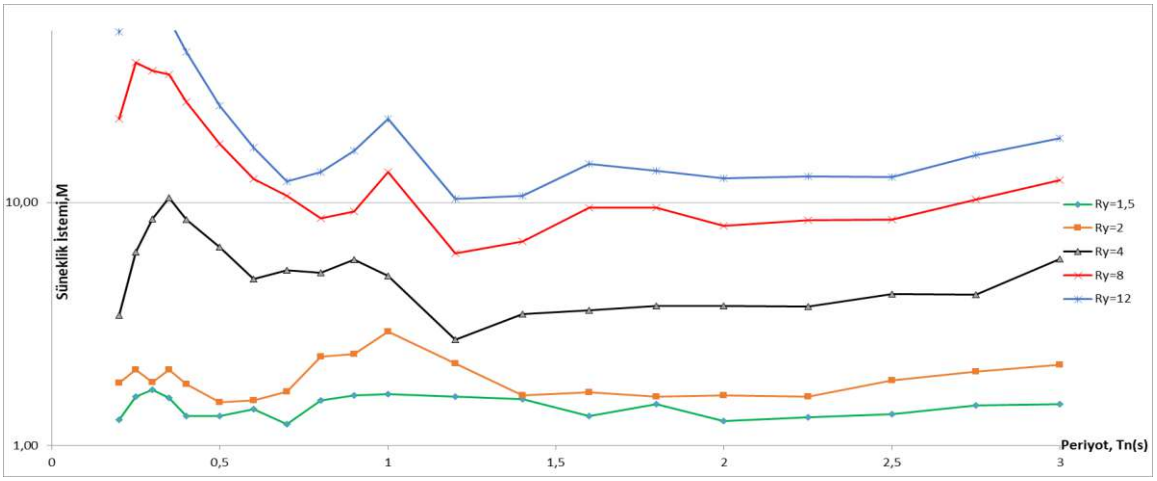


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

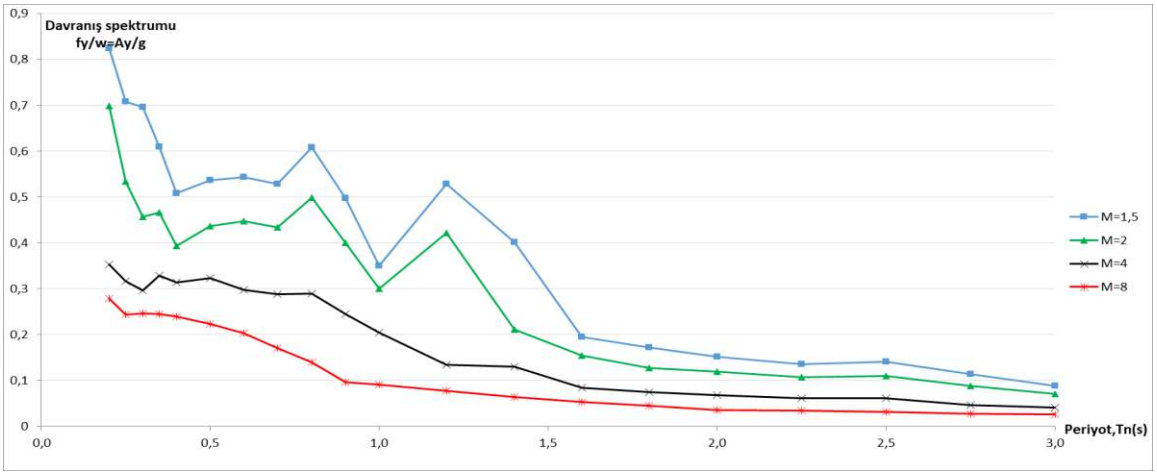


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

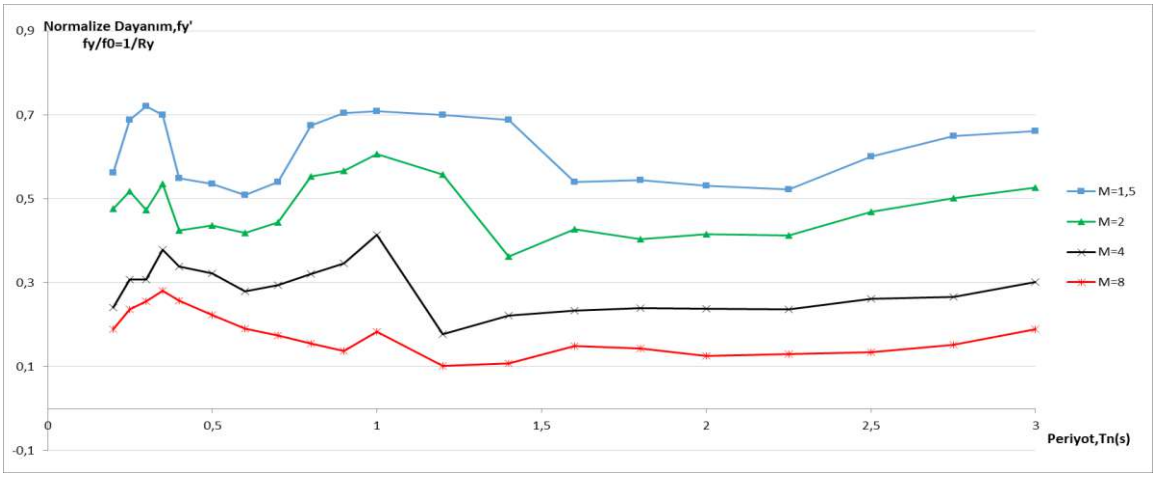
Şekil B.204: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Manjil Iran 1990 depremi Abbar-T kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

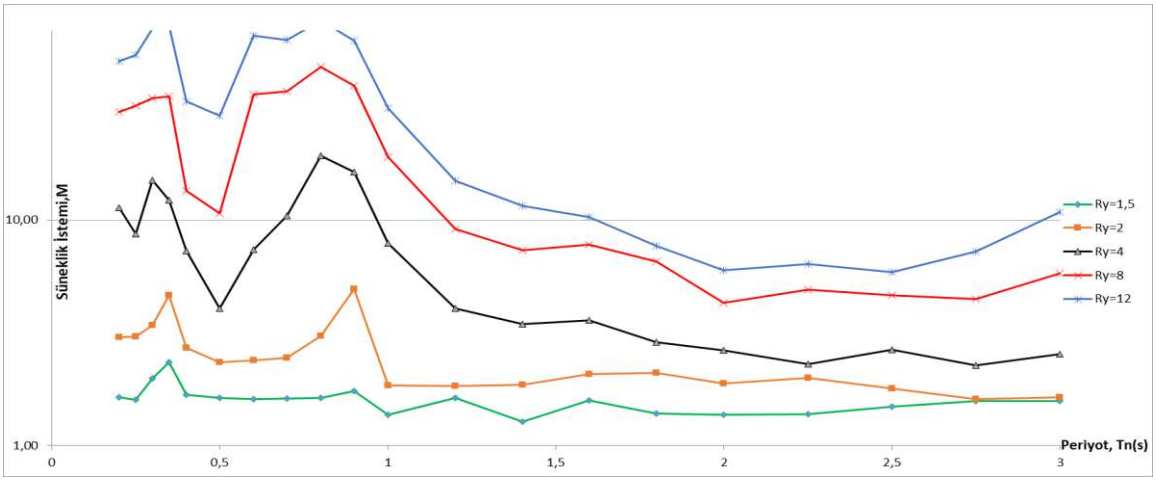


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

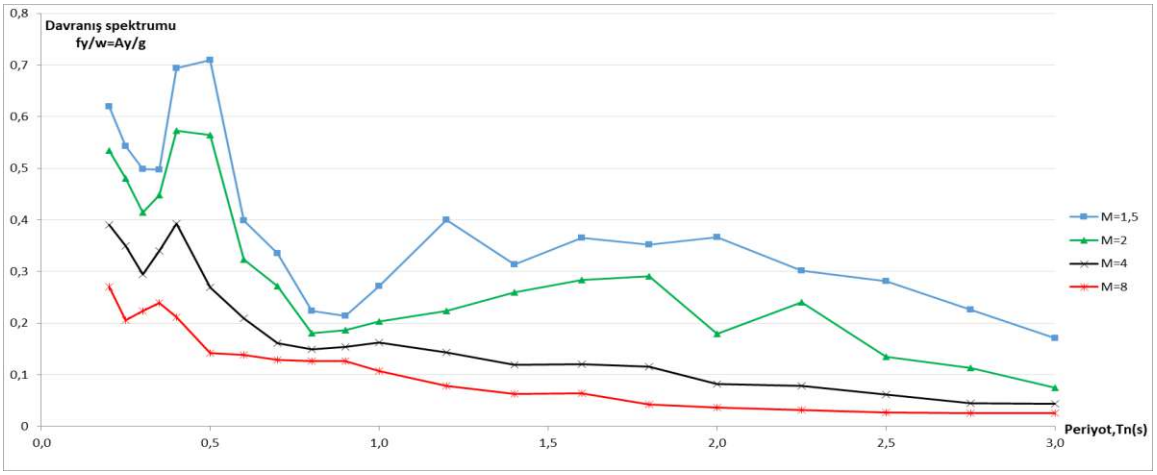


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

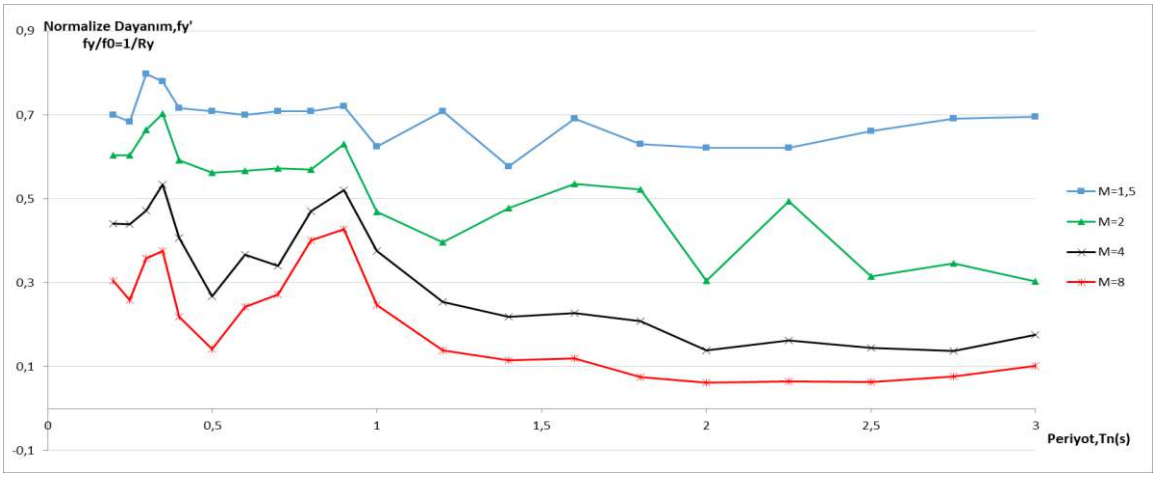
Şekil B.205: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

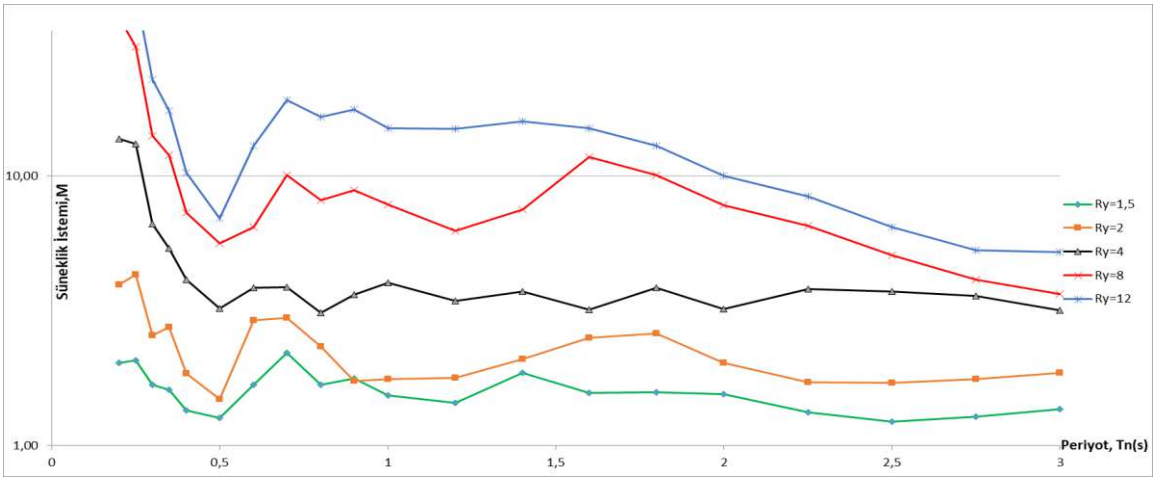


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

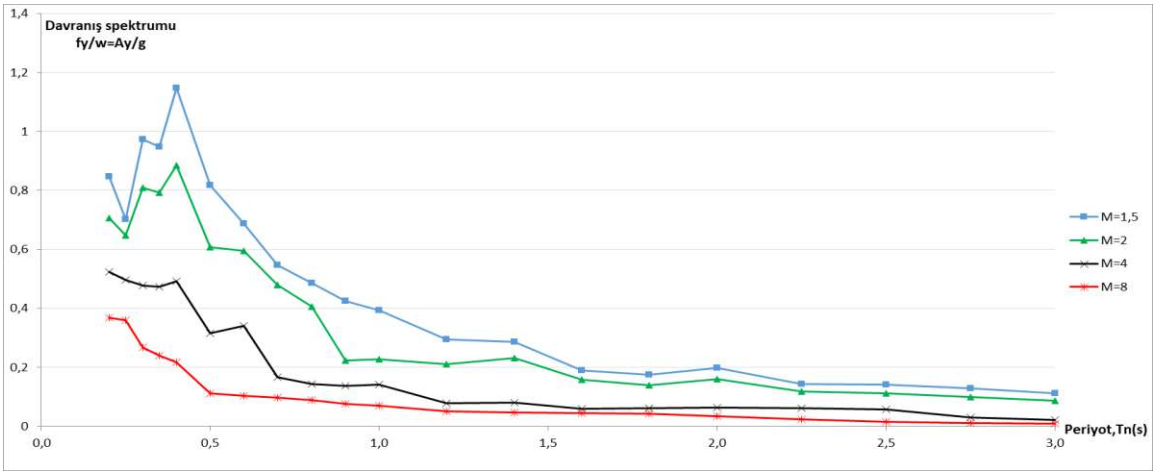


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

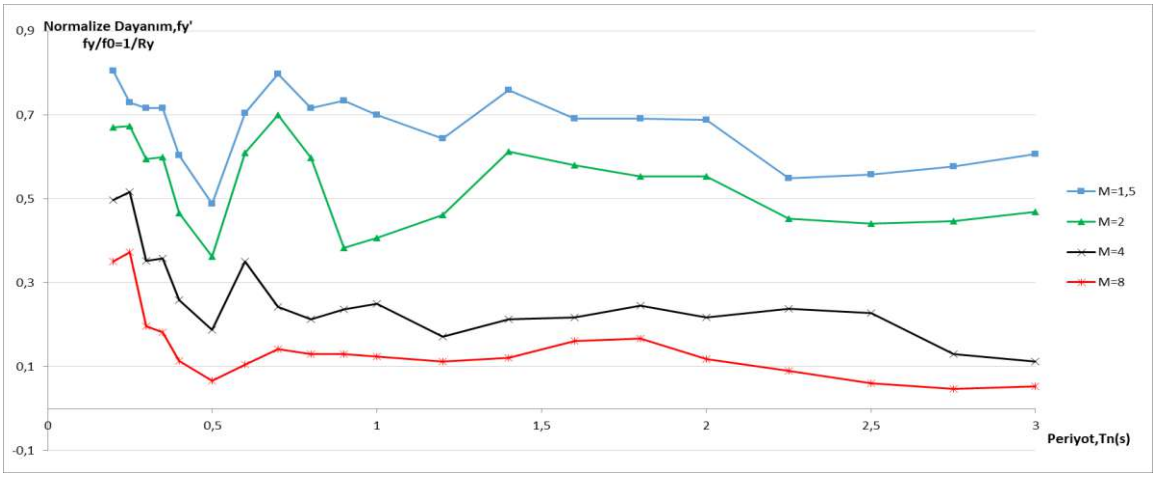
Şekil B.206: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi El Centro Imp.-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

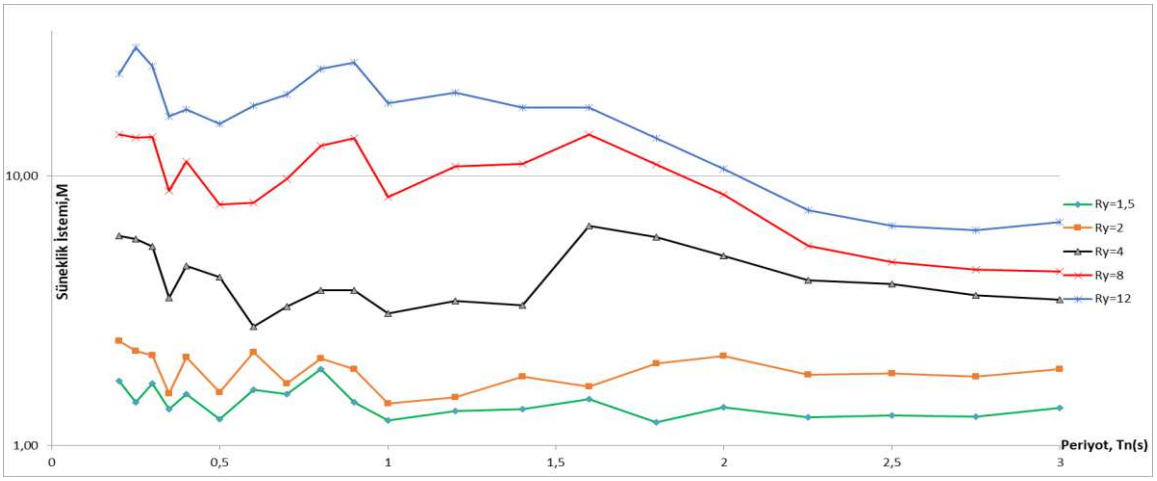


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

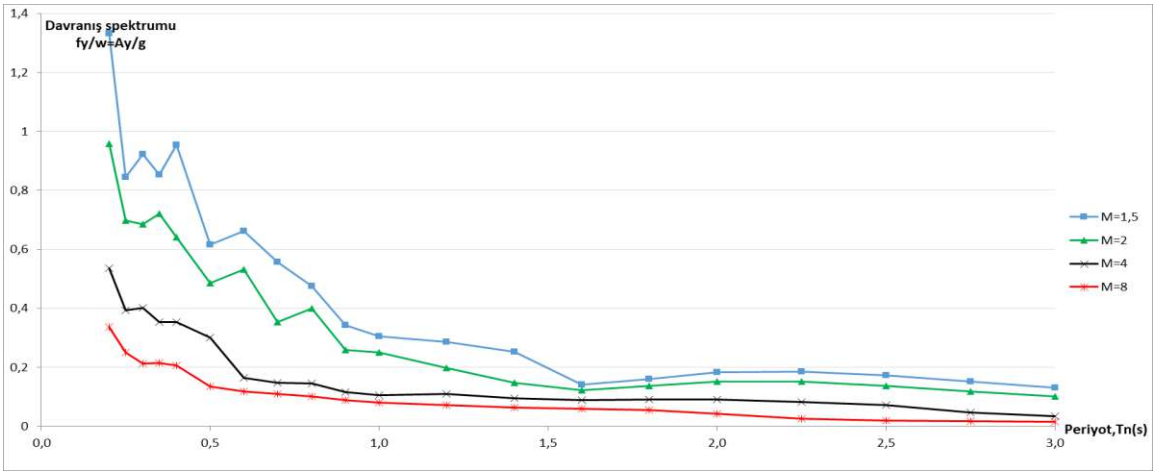


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

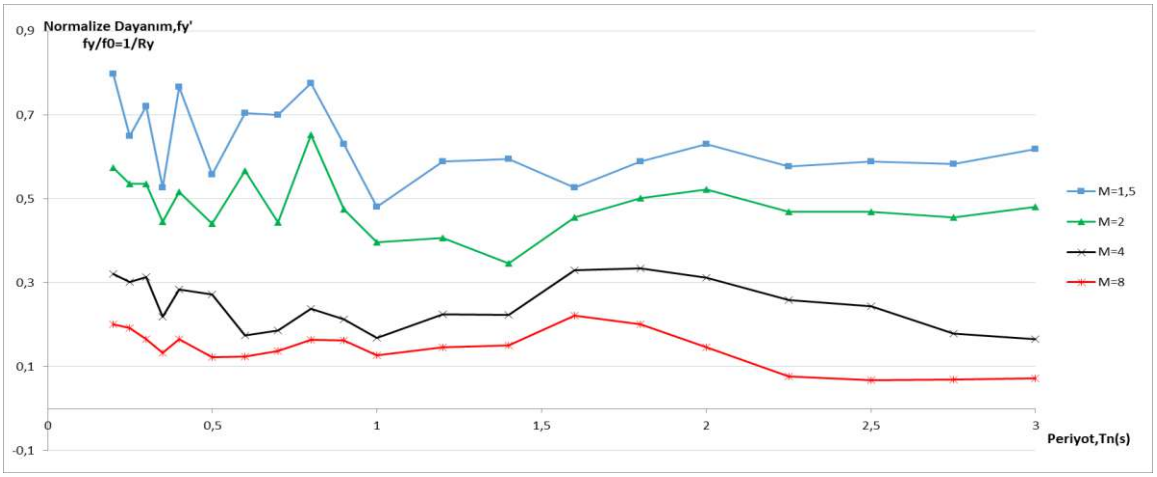
Şekil B.207: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-270 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

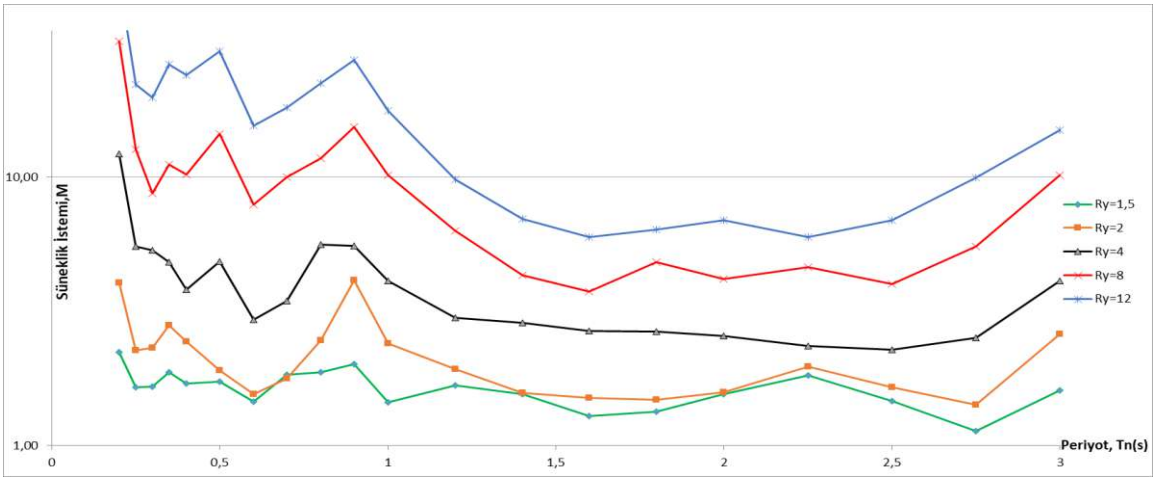


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

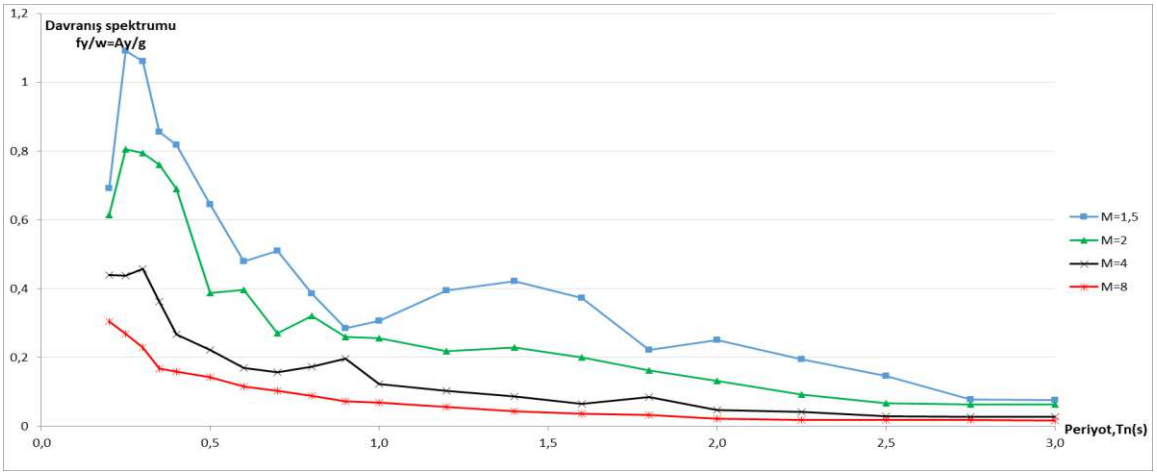


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

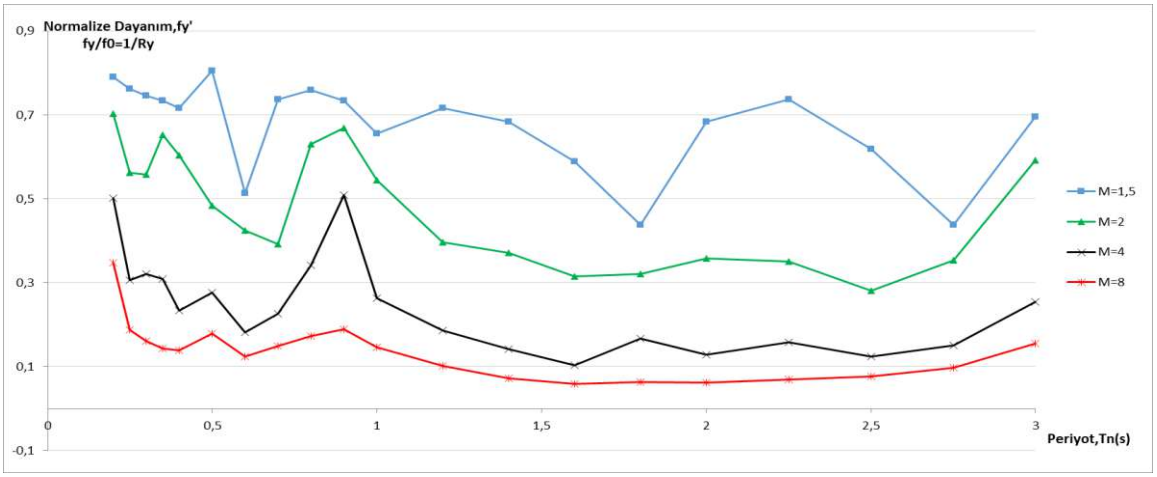
Şekil B.208: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Superstition Hills 1987 depremi Poe Road-360 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

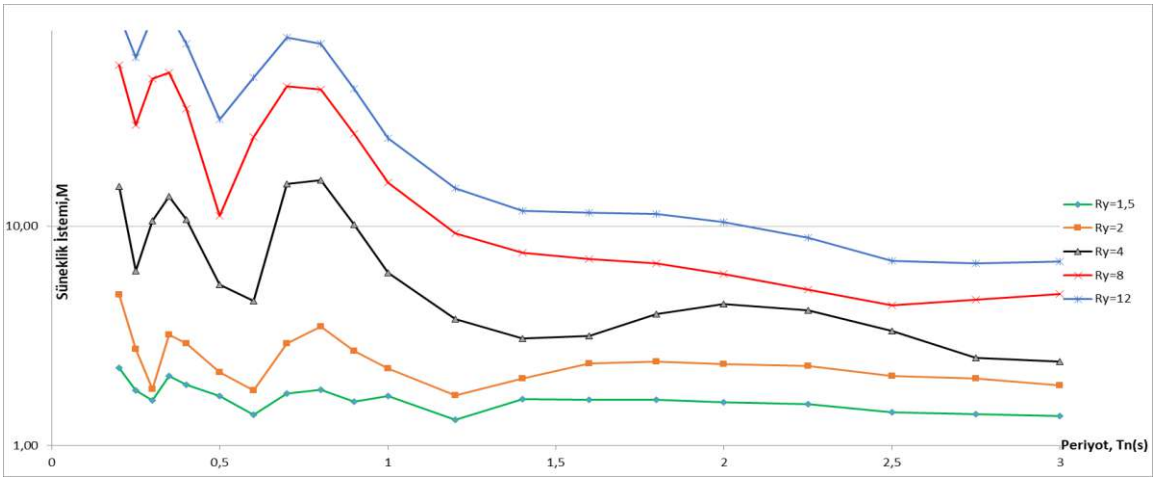


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

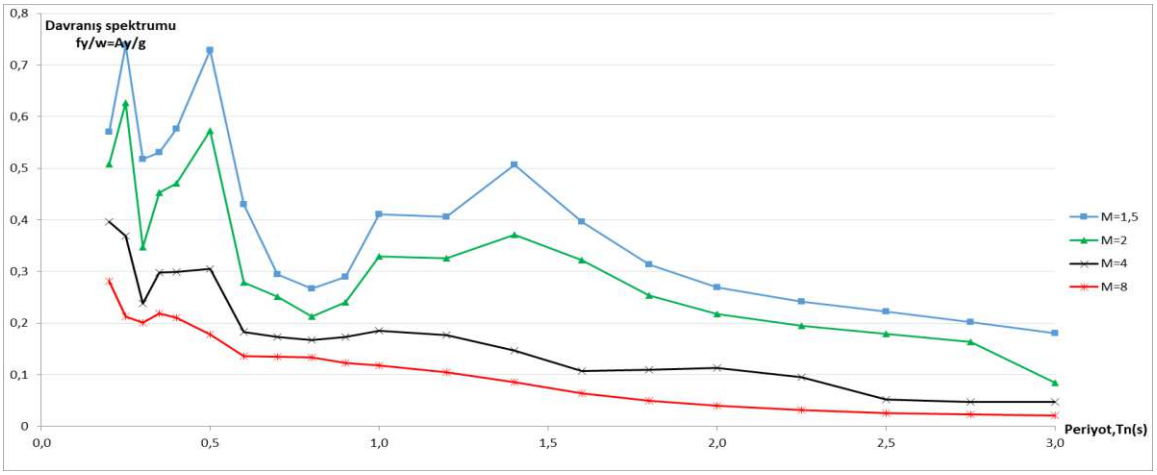


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

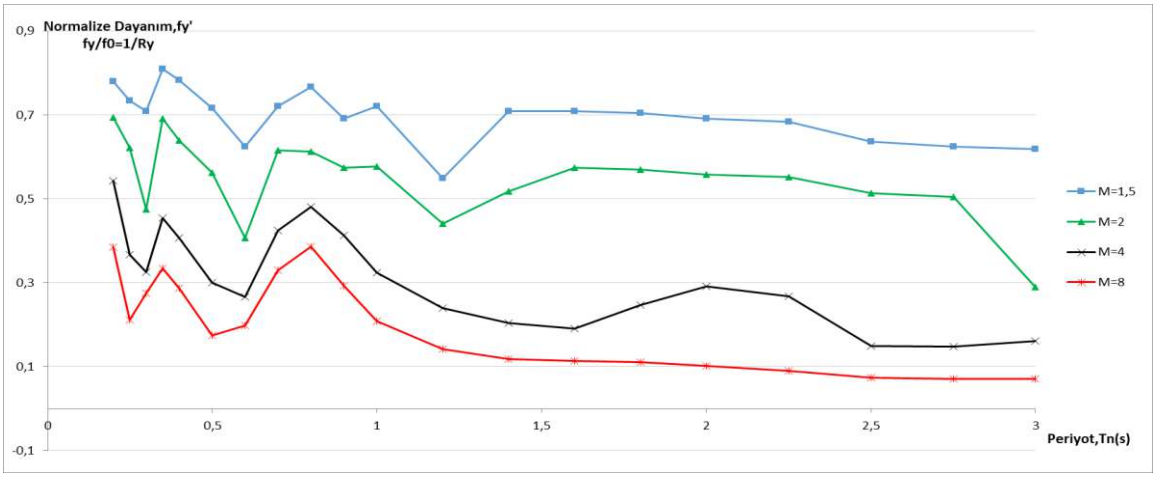
Şekil B.209: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

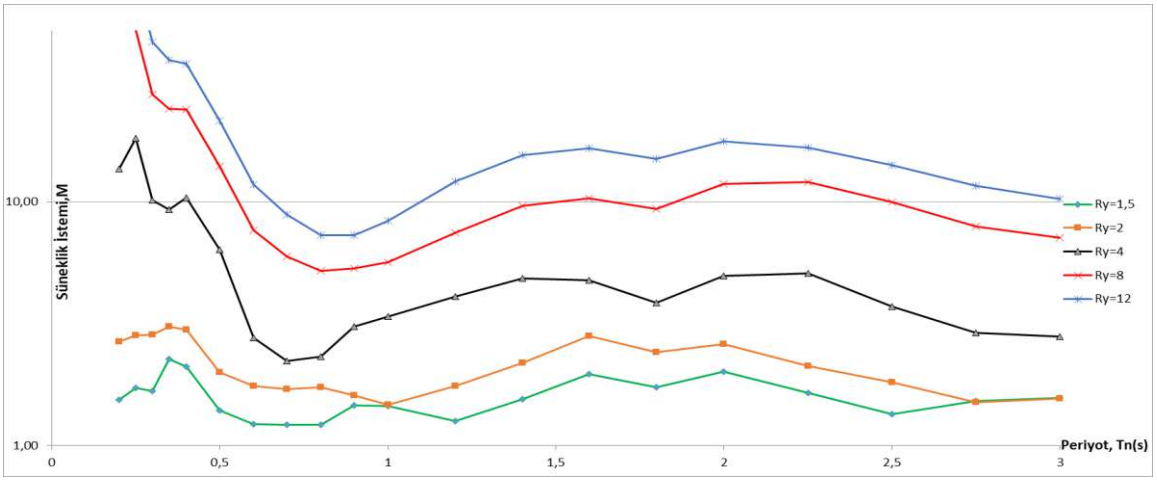


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

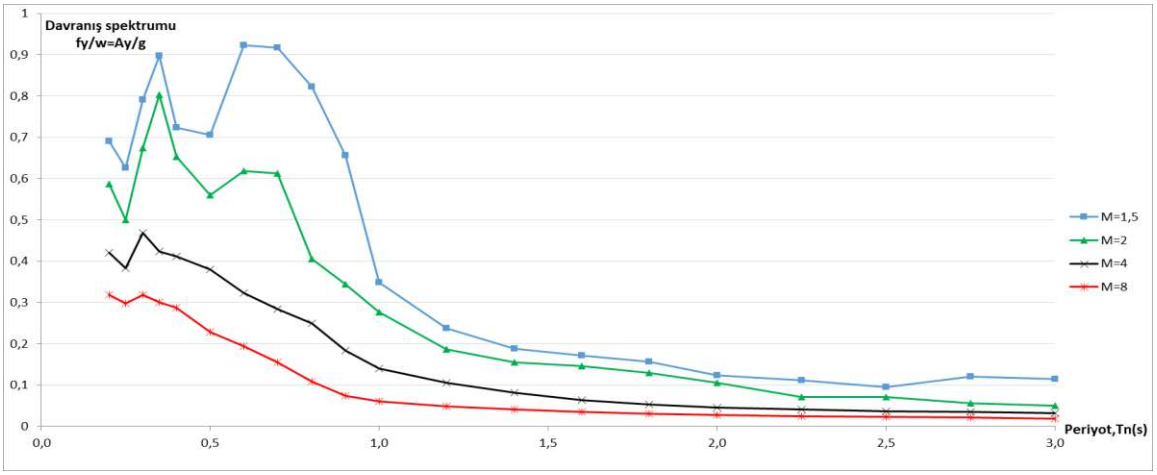


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

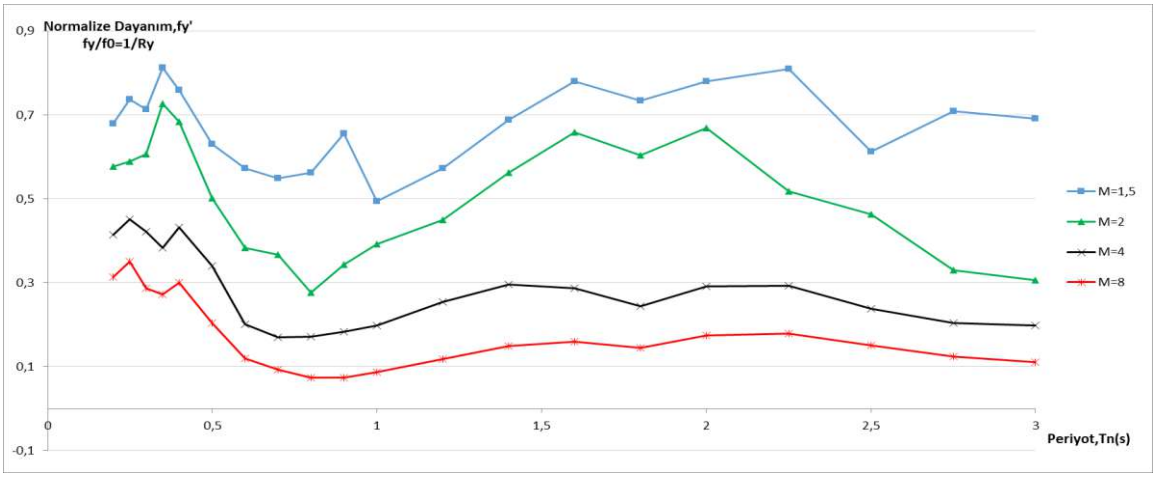
Şekil B.210: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Eureka-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

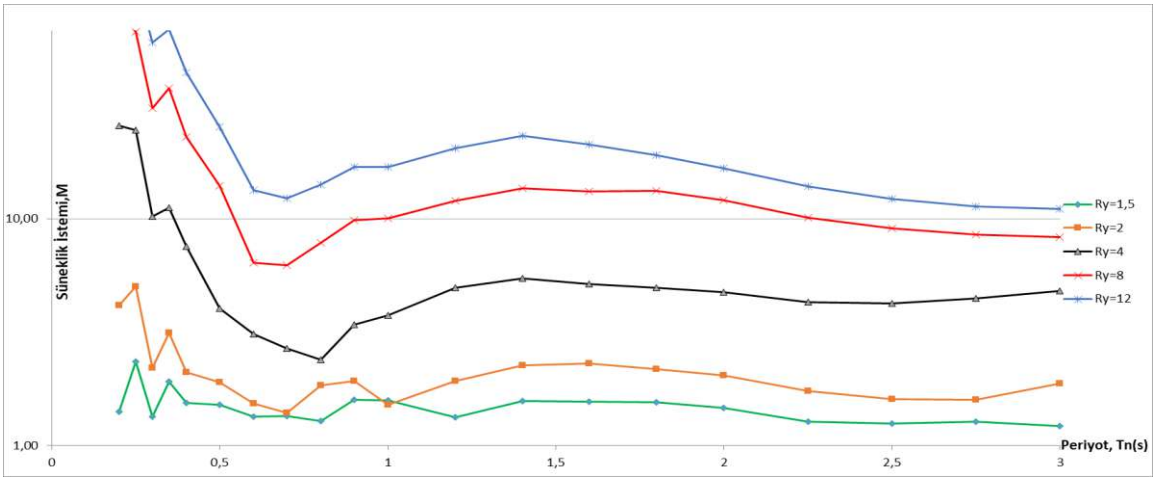


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

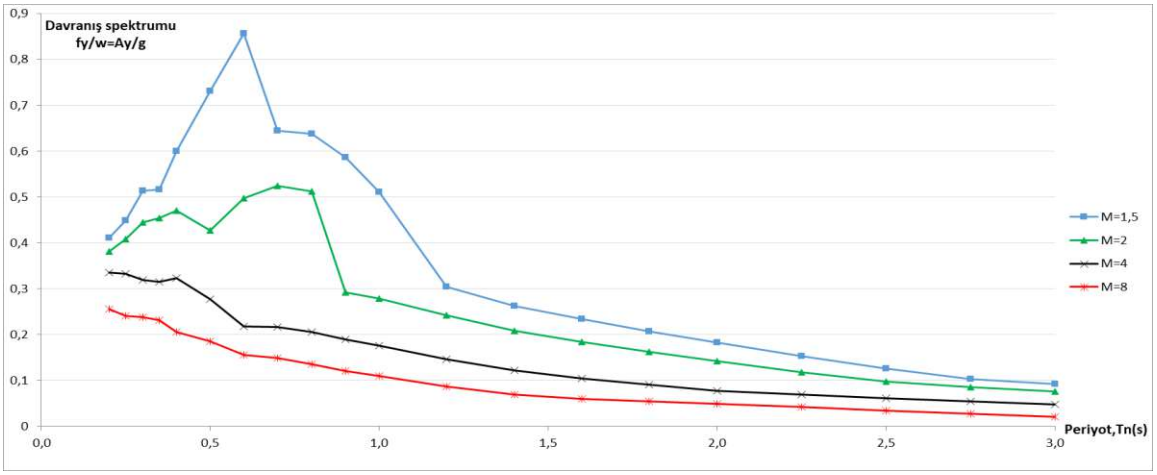


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

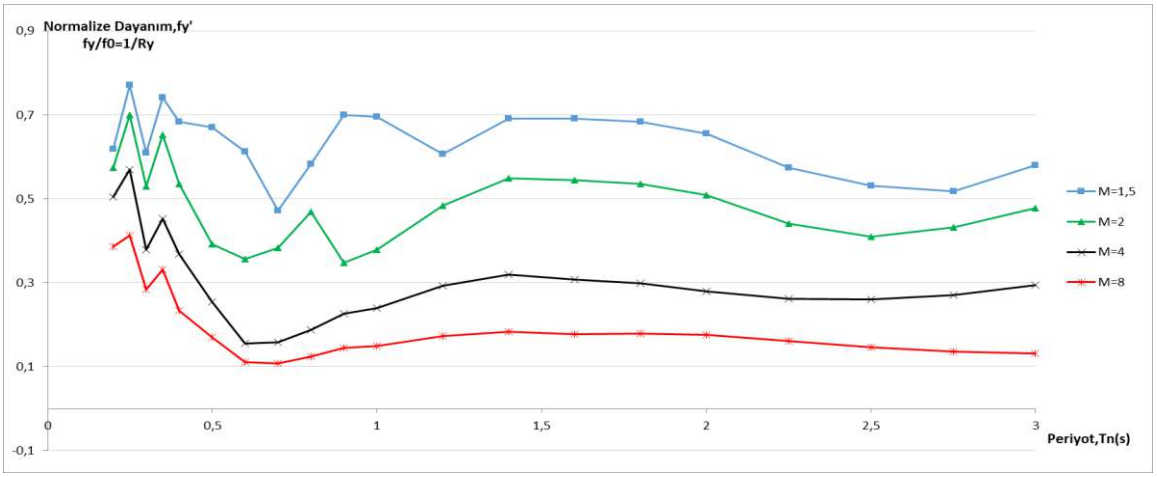
Şekil B.211: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

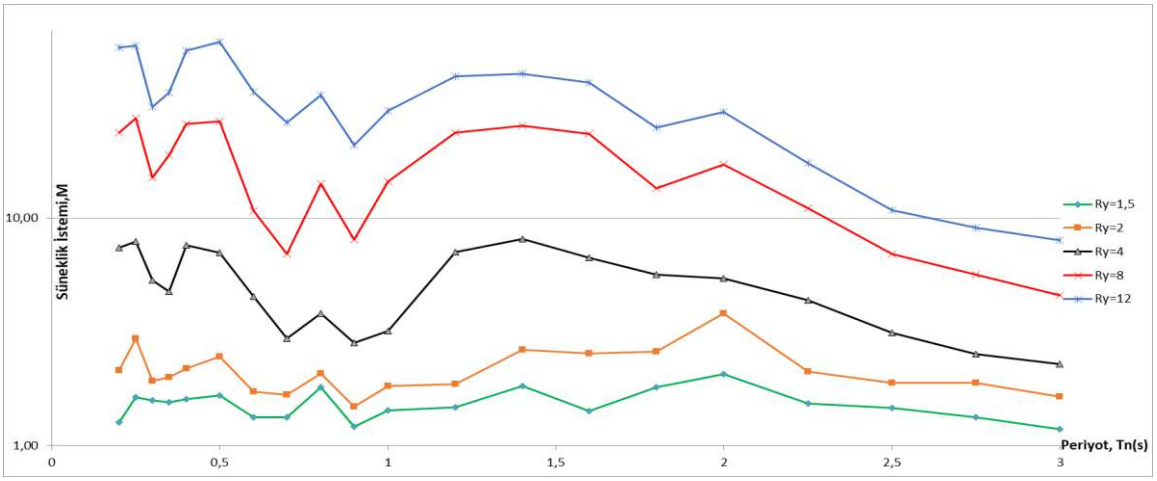


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

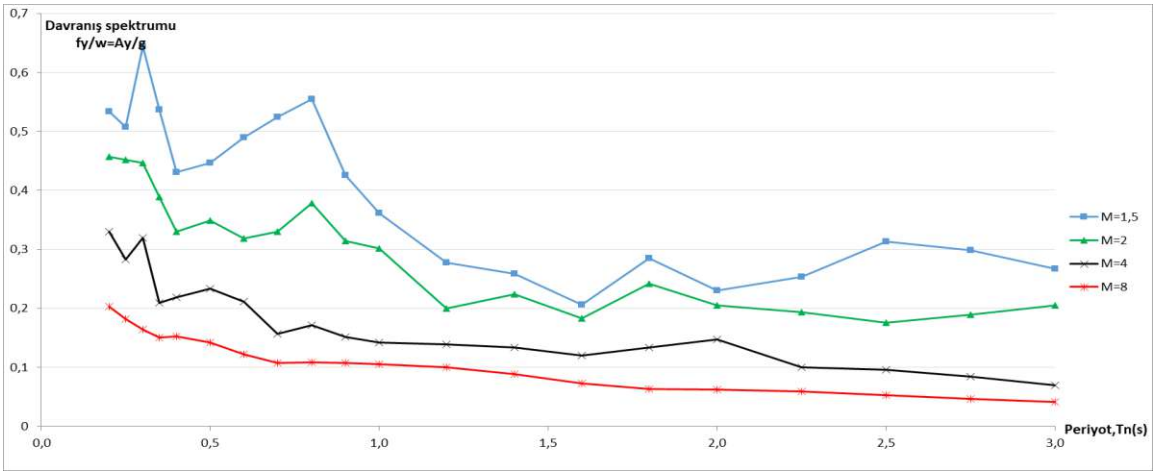


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

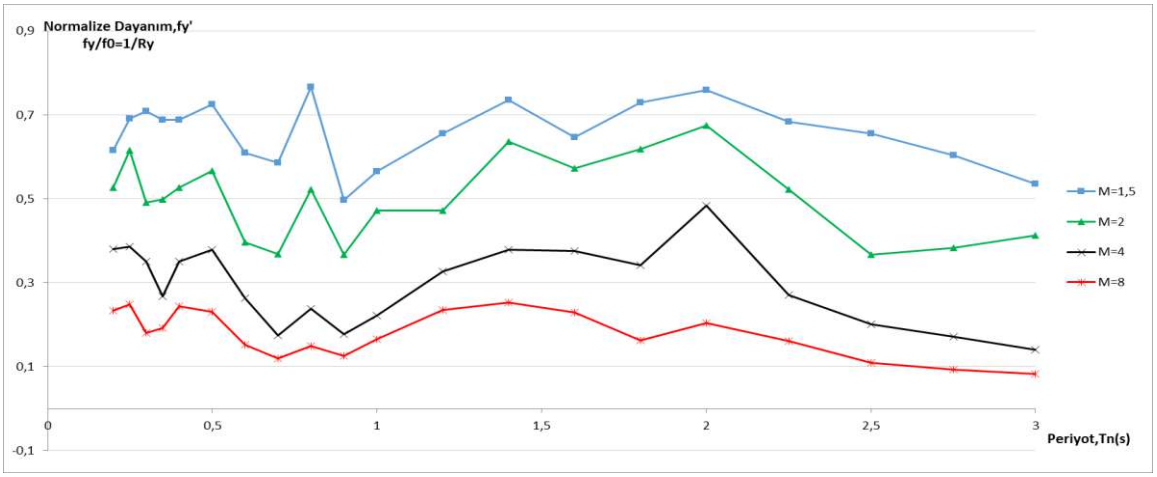
Şekil B.212: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Cape Mendocino 1992 depremi Petrolia-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

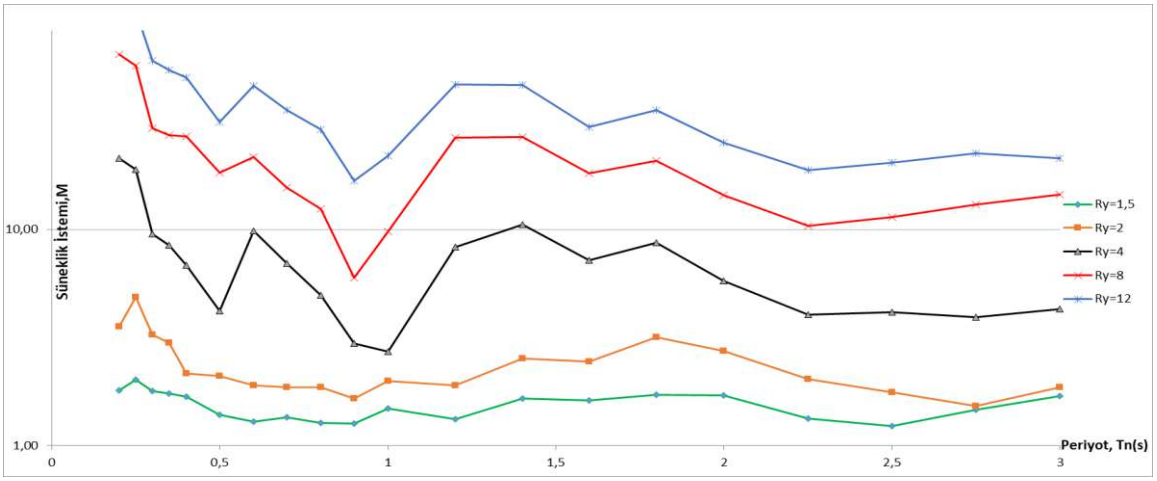


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

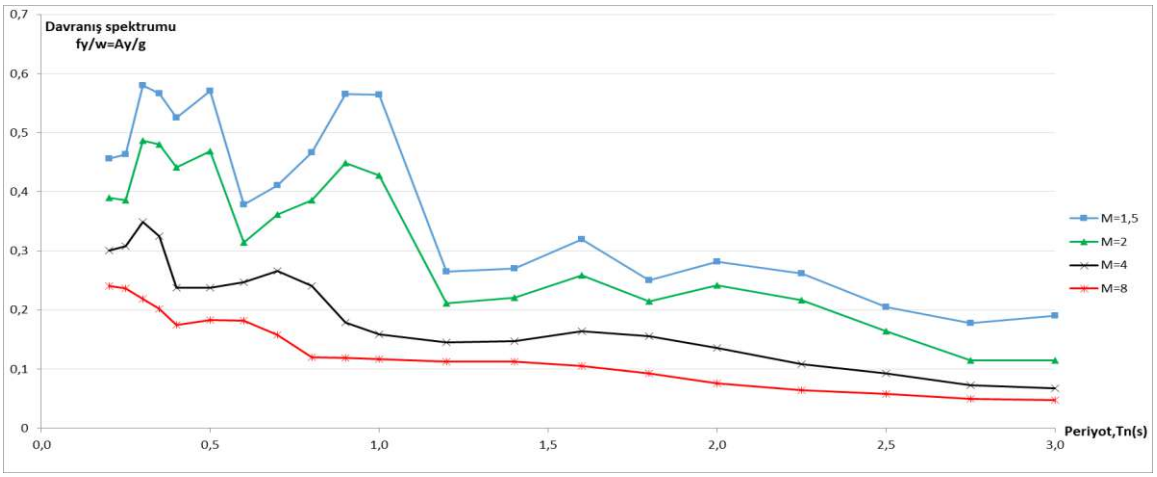


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

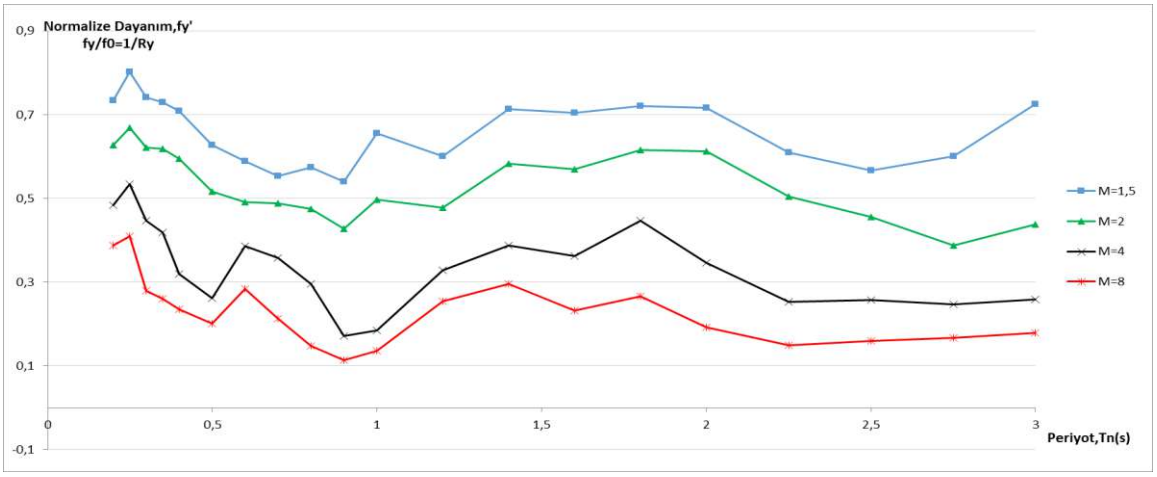
Şekil B.213: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

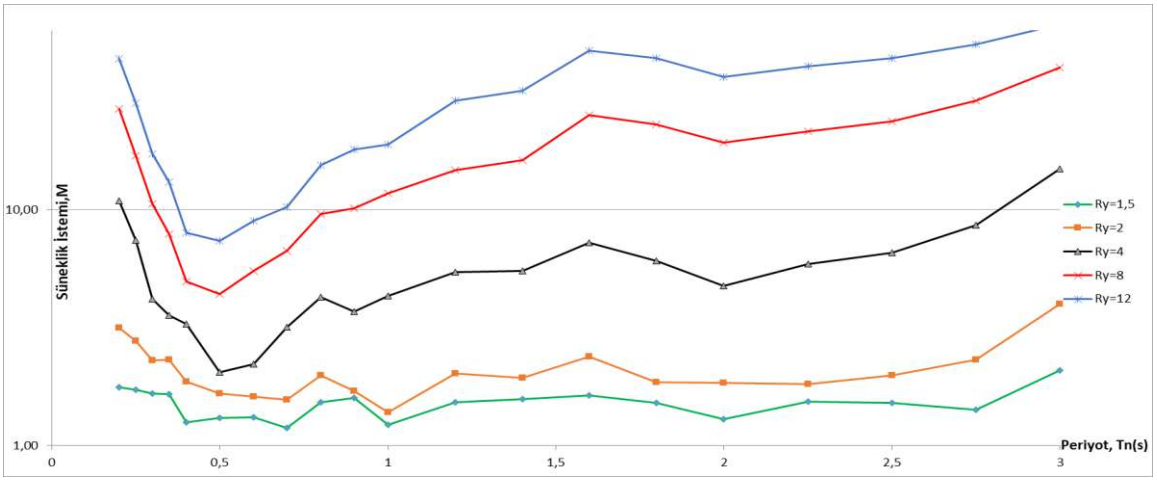


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

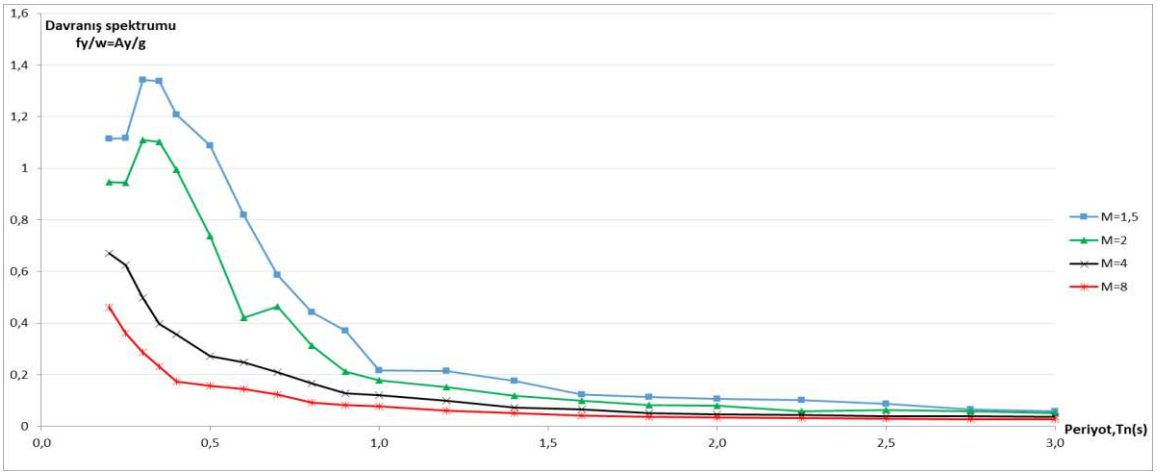


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

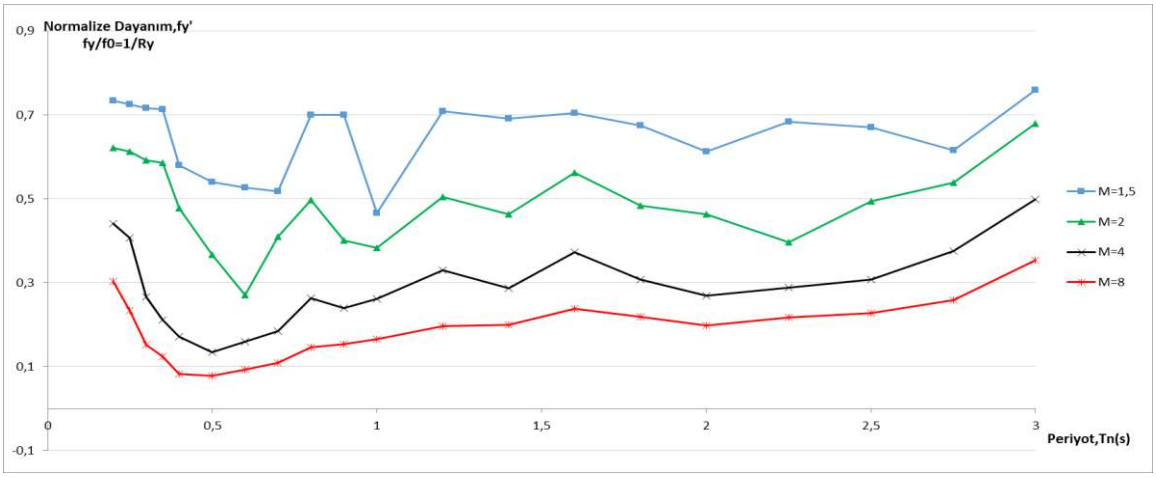
Şekil B.214: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi CHY101-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

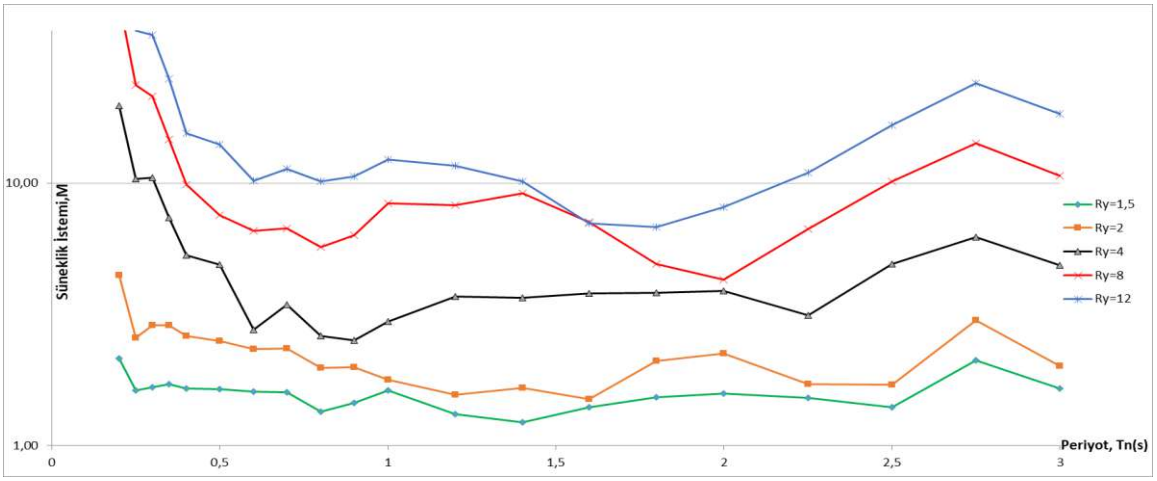


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

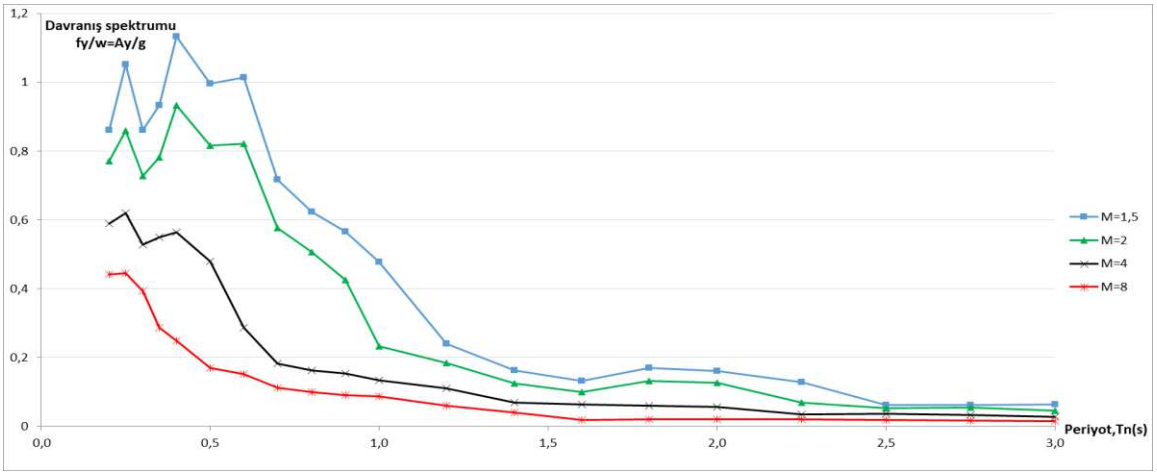


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

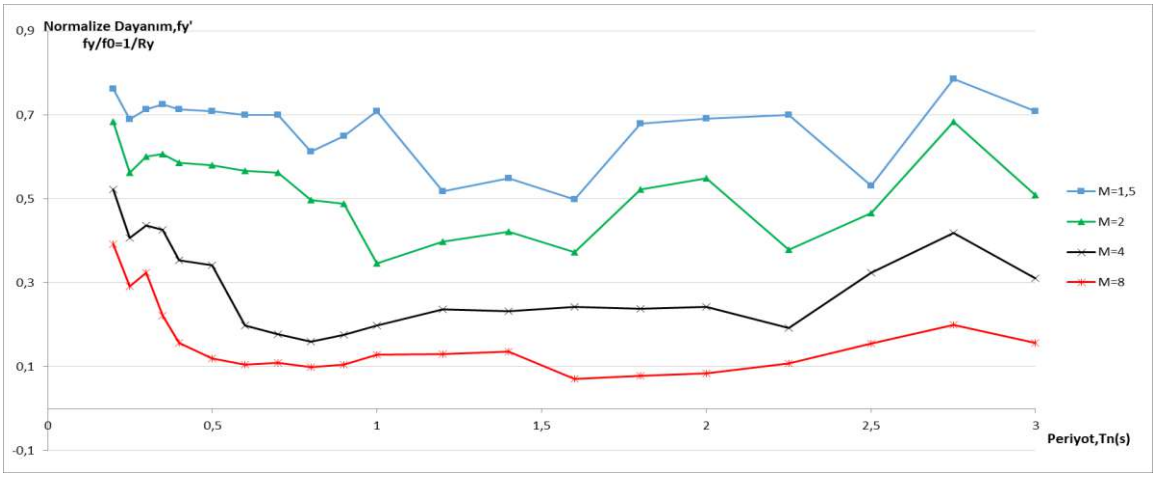
Şekil B.215: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-E kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

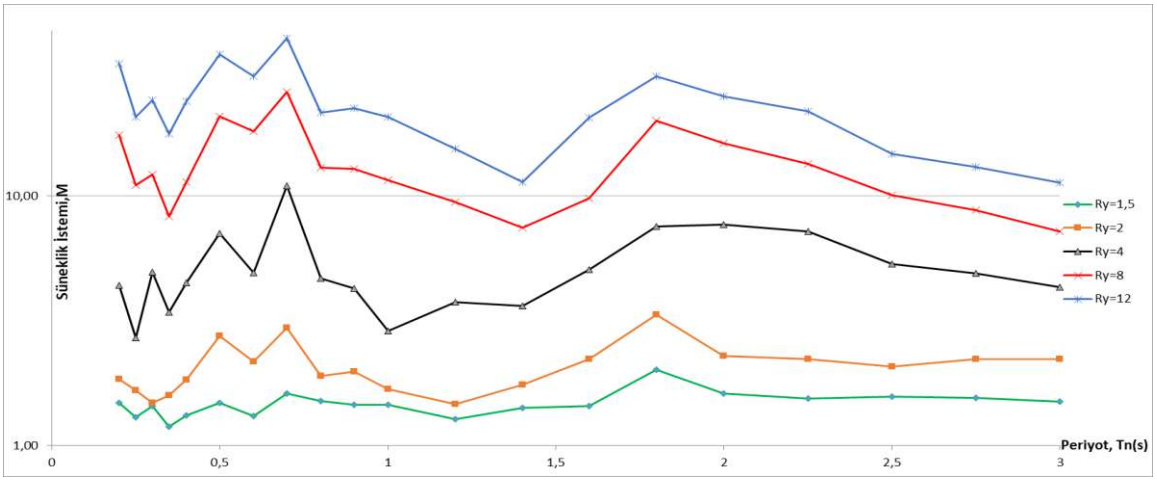


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

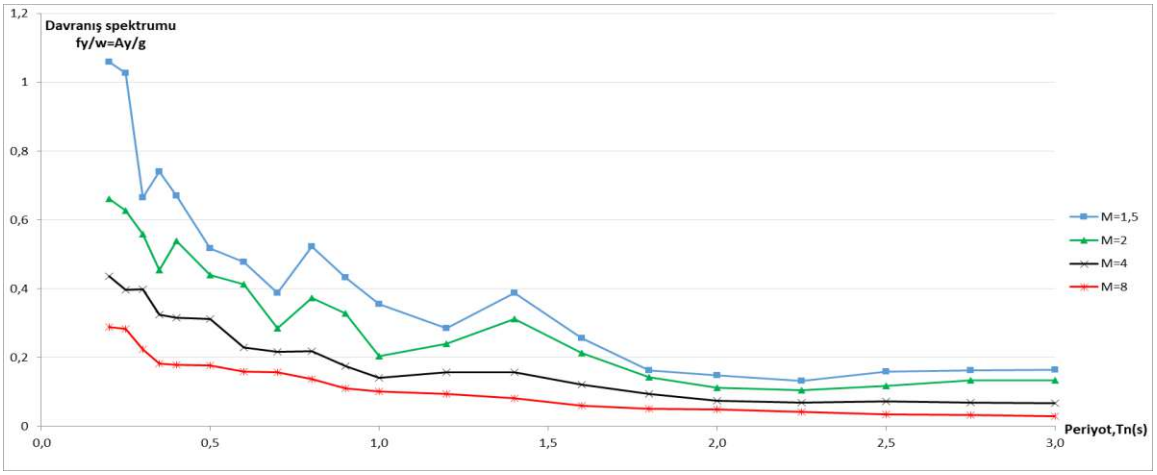


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

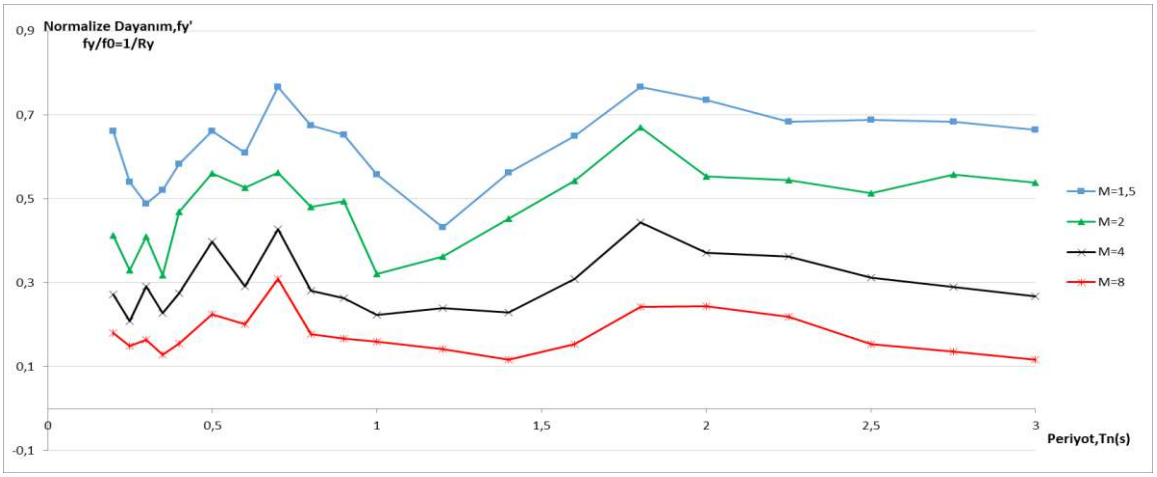
Şekil B.216: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Chi-Chi 1999 depremi TCU045-N kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

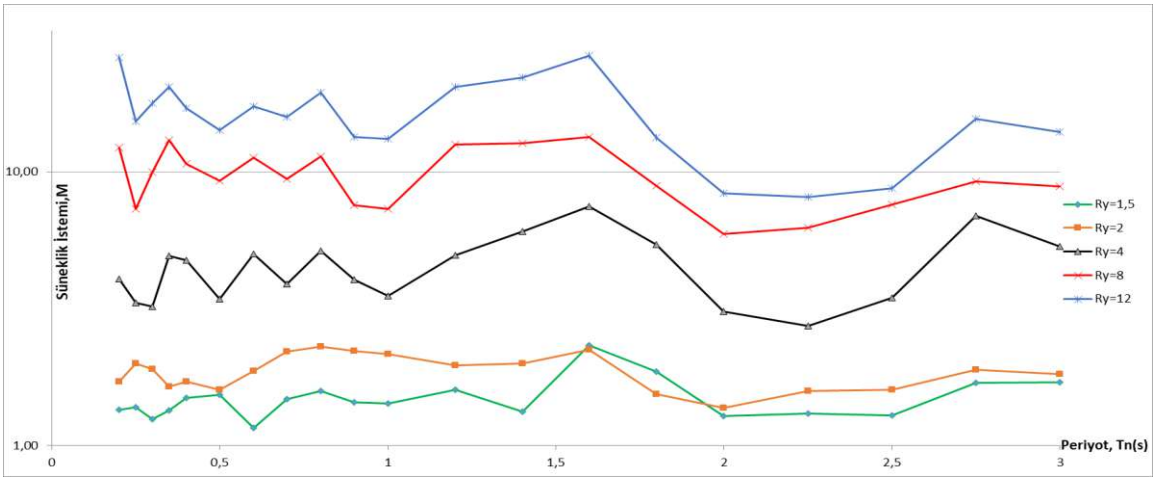


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

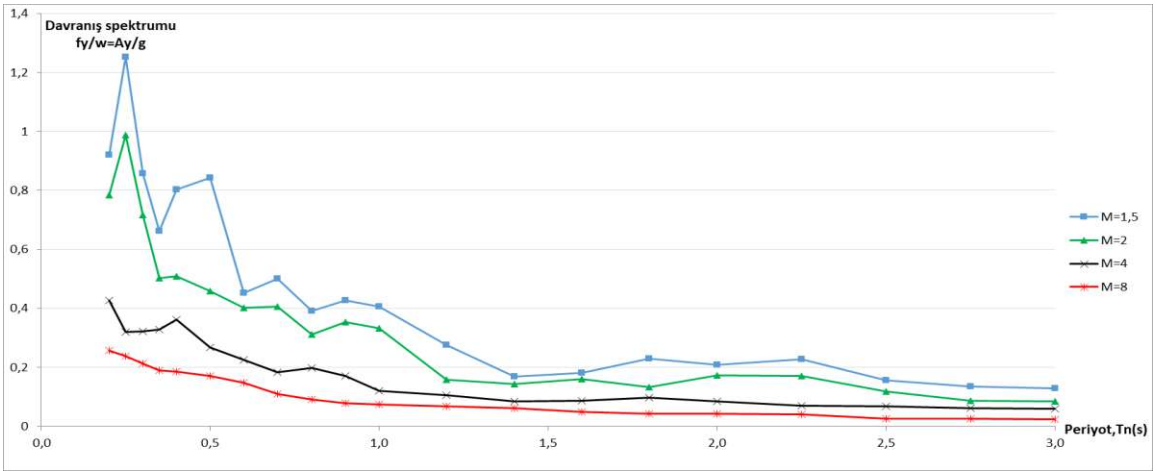


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

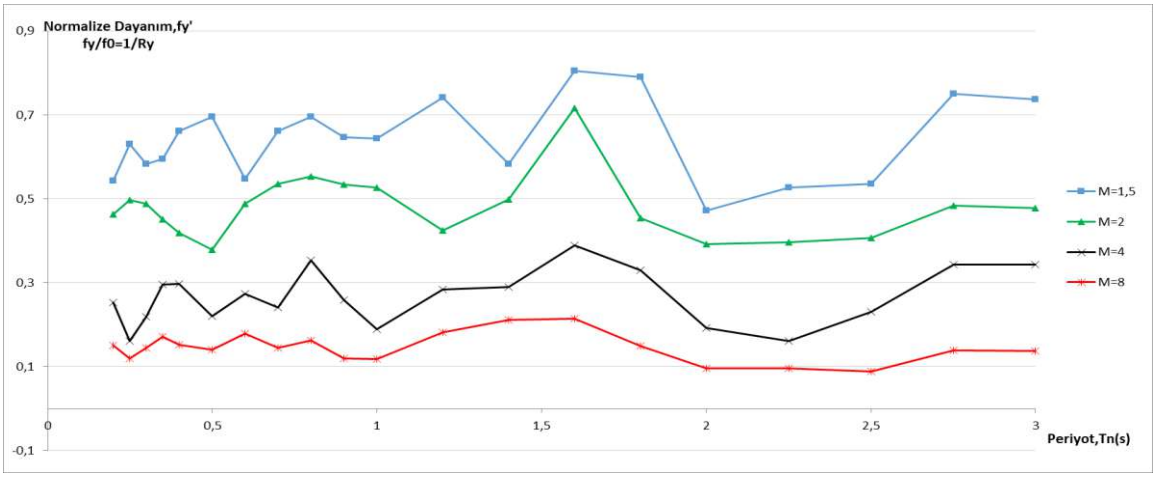
Şekil B.217: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

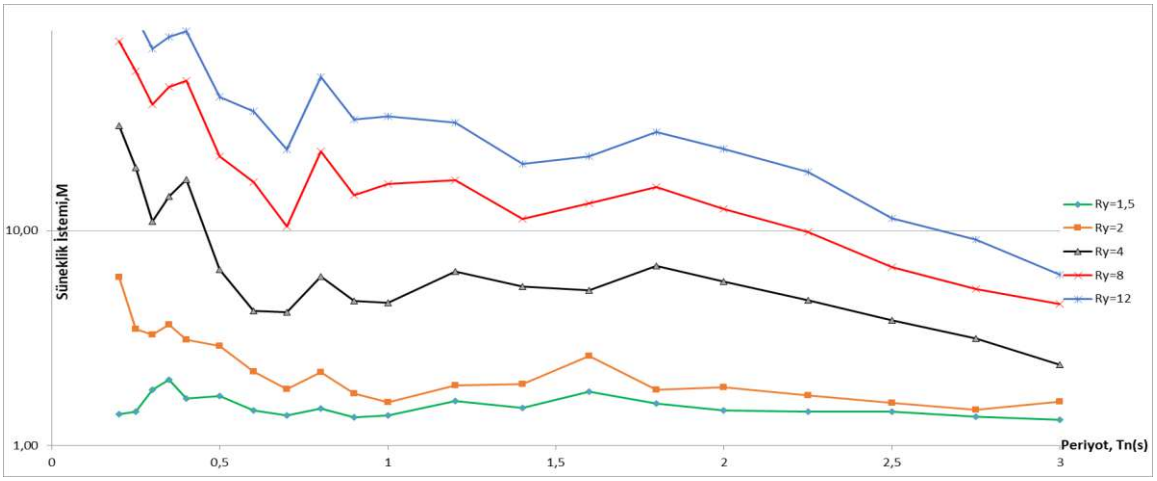


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

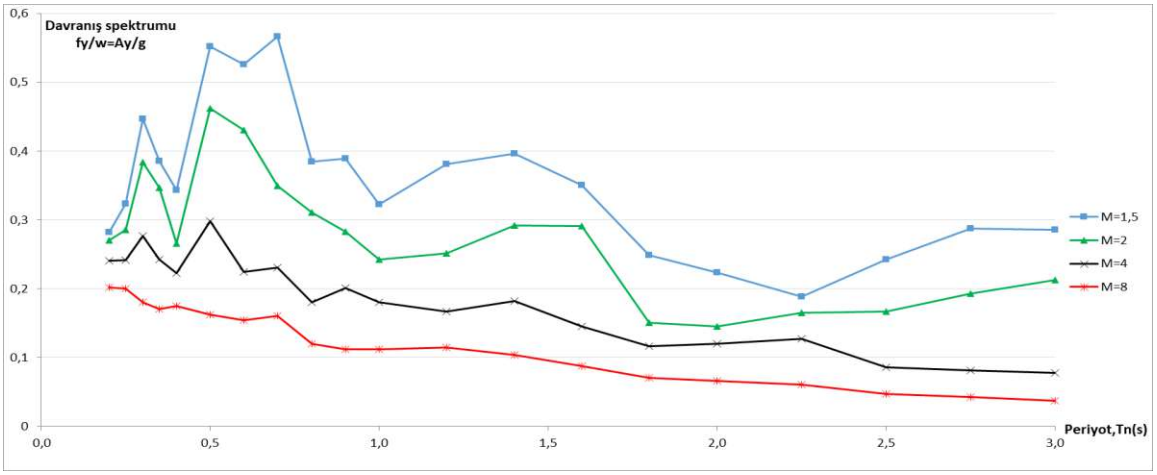


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

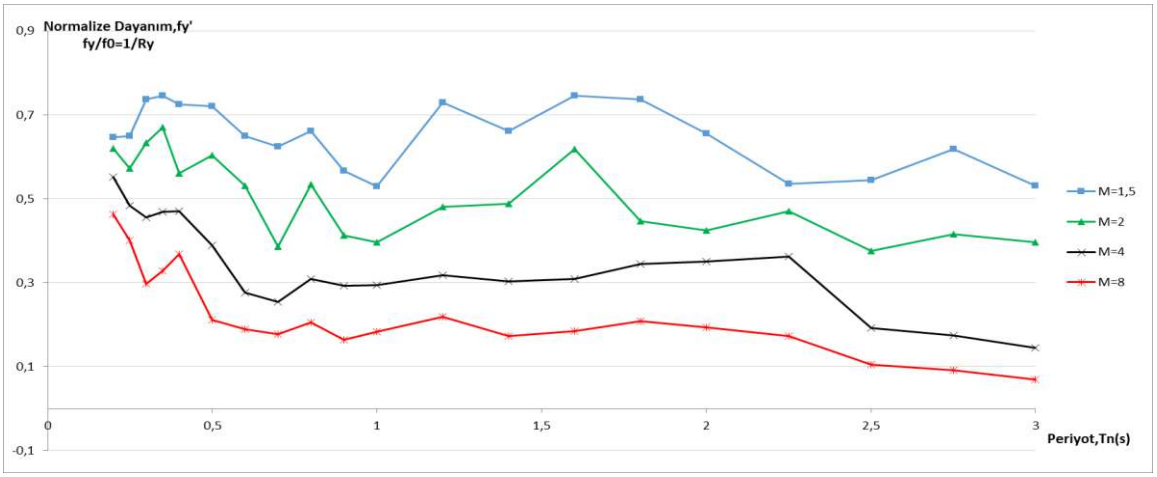
Şekil B.218: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin San Fernando, 1971 depremi LA Hollywood Sto FF-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

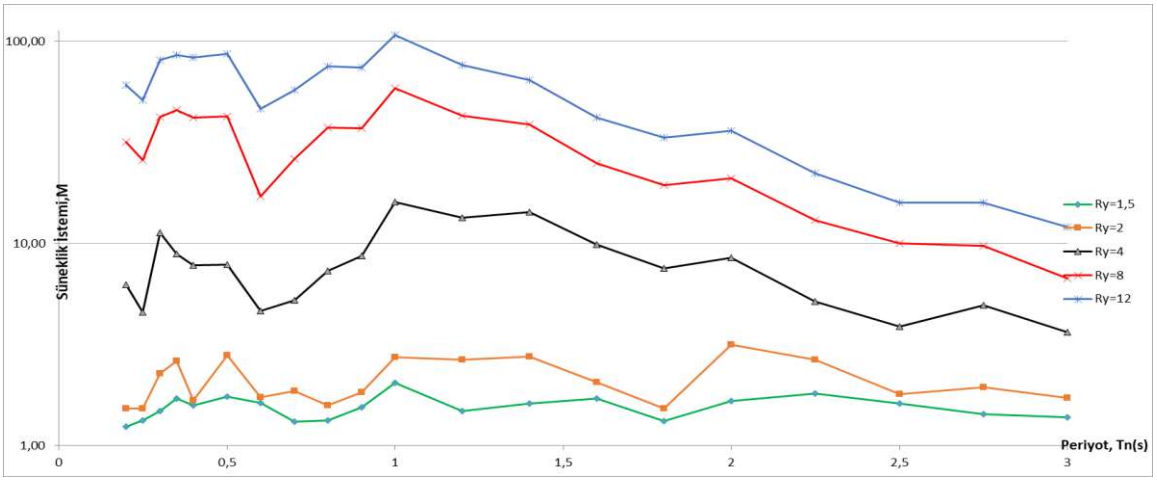


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

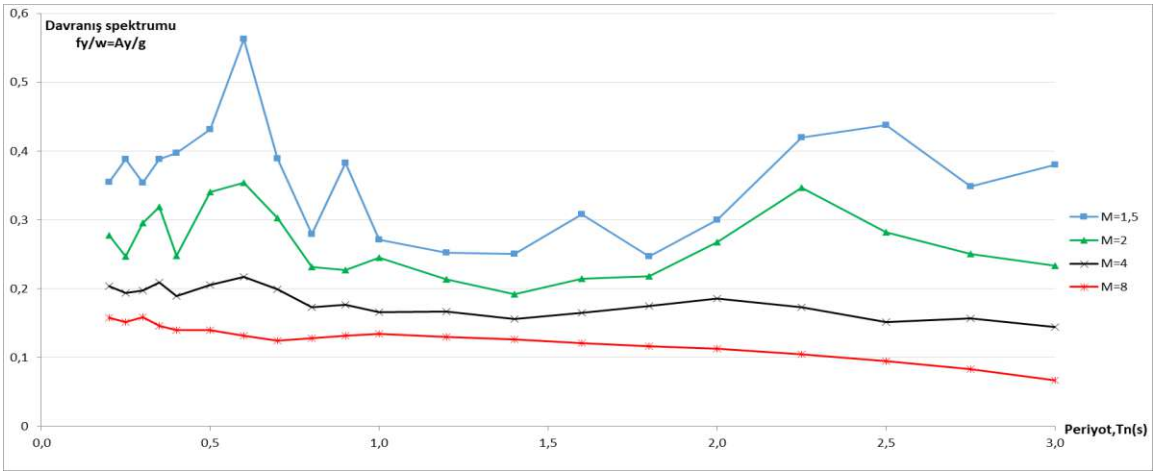


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

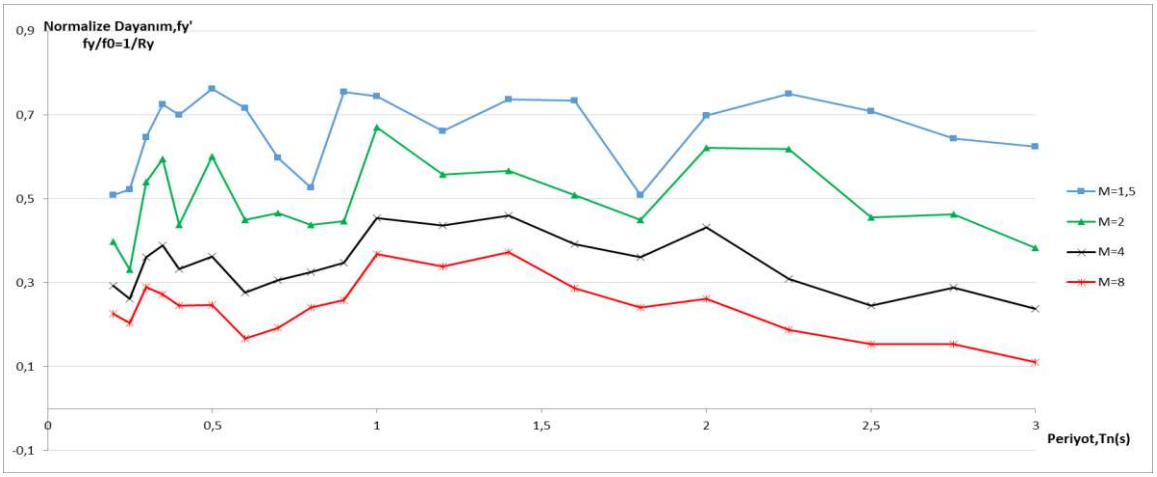
Şekil B.219: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-9 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

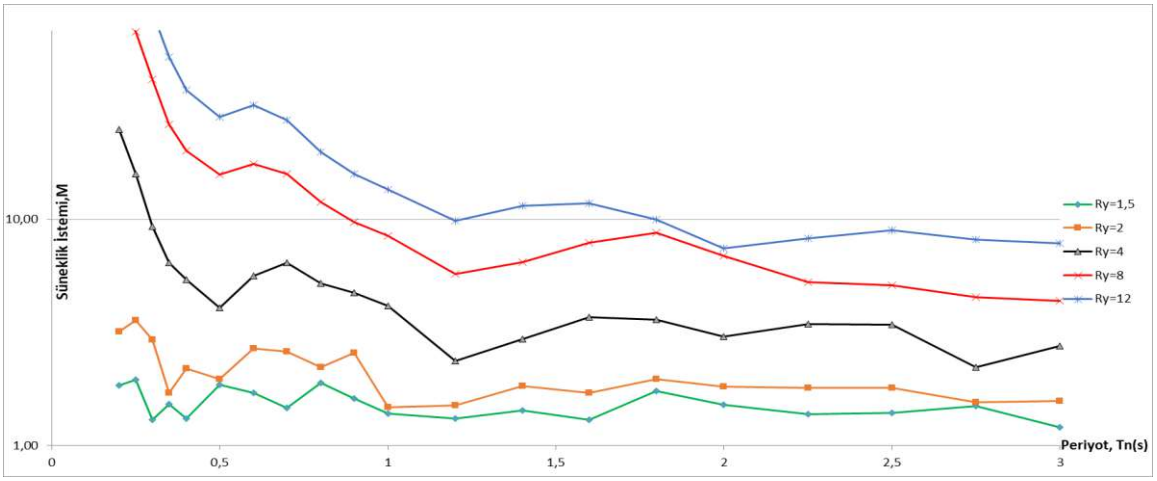


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

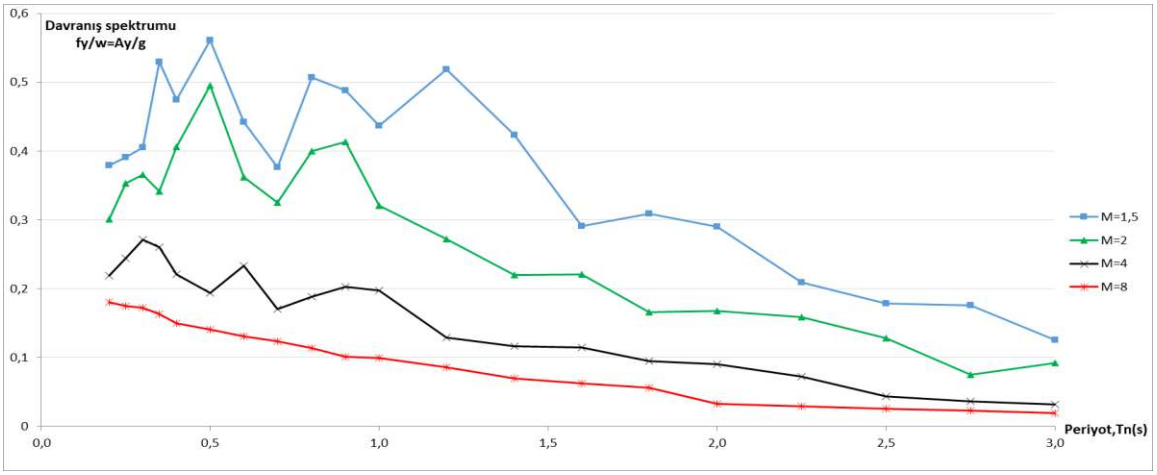


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

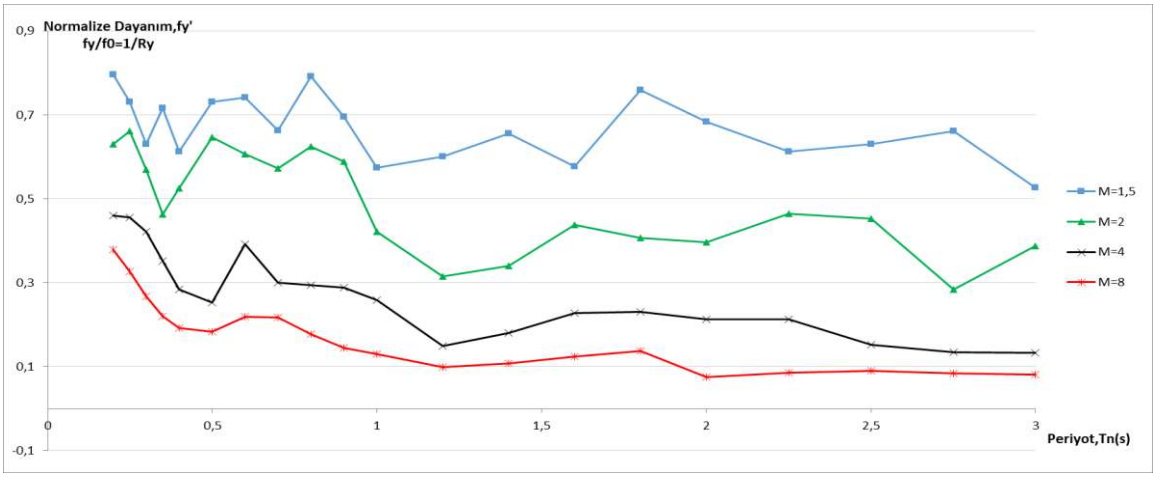
Şekil B.220: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Yakutat-279 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

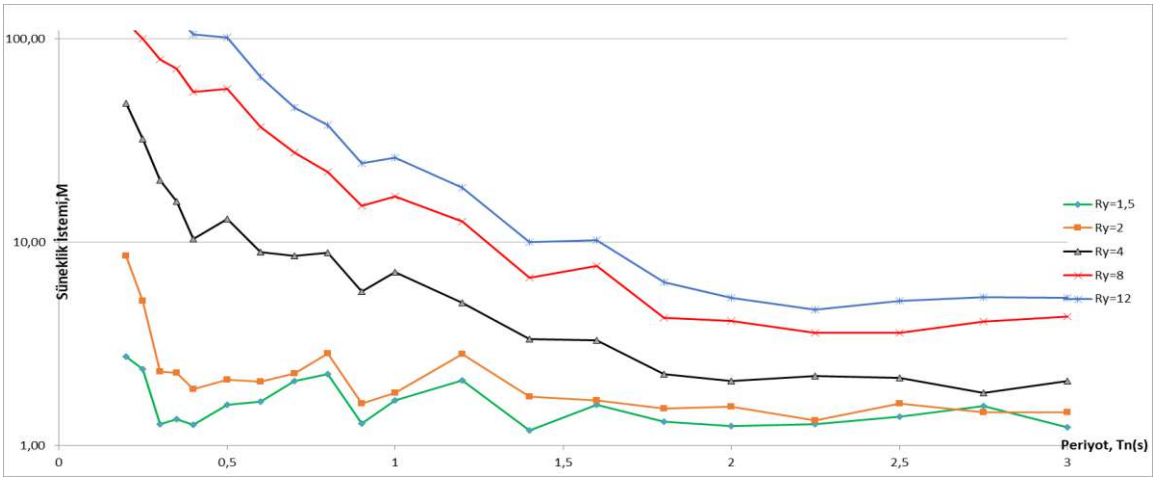


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

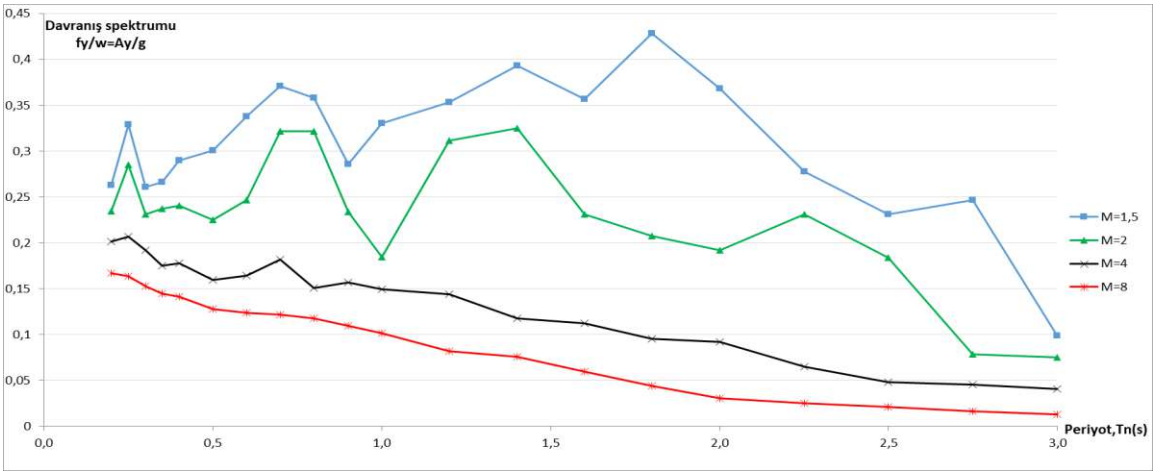


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

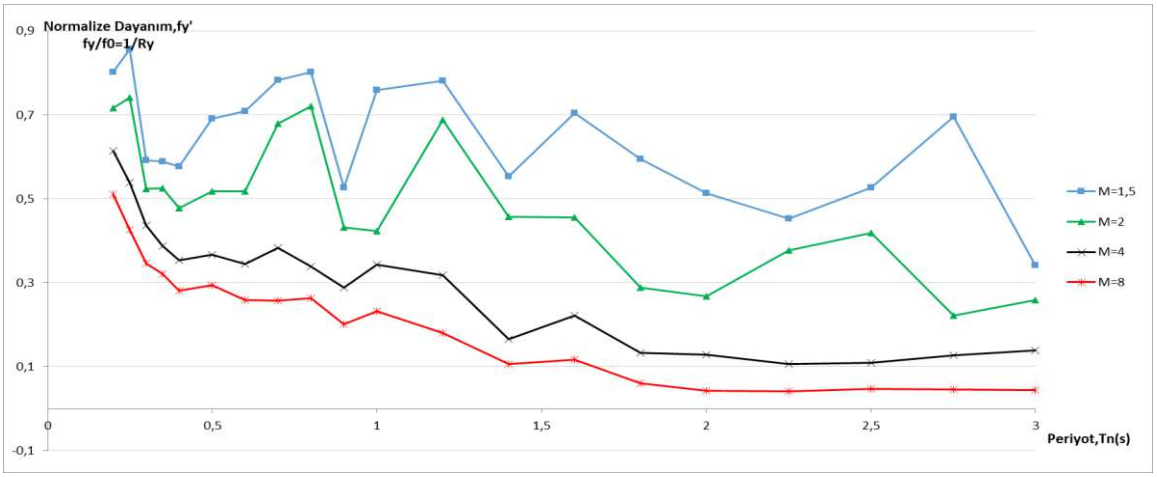
Şekil B.221: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-90 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

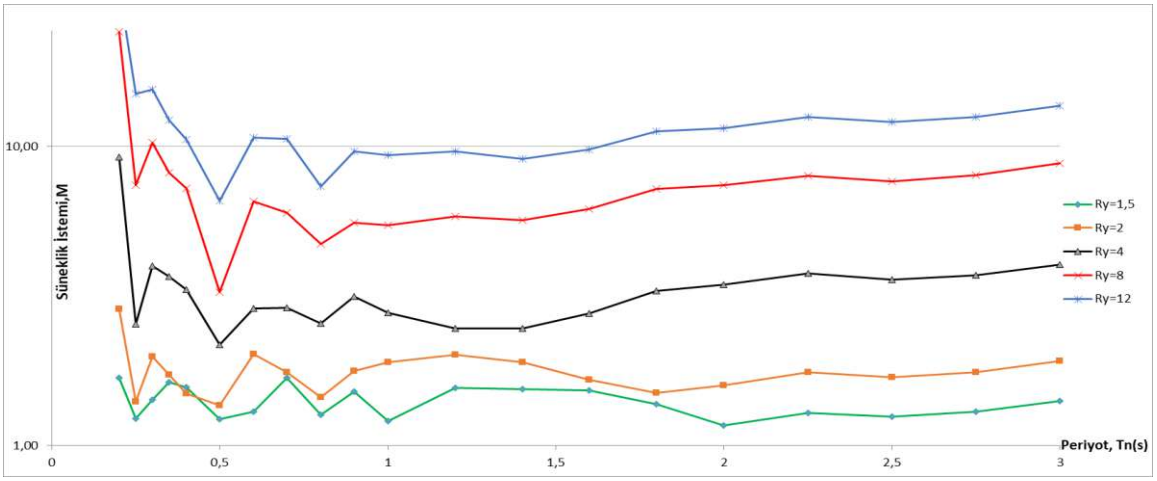


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

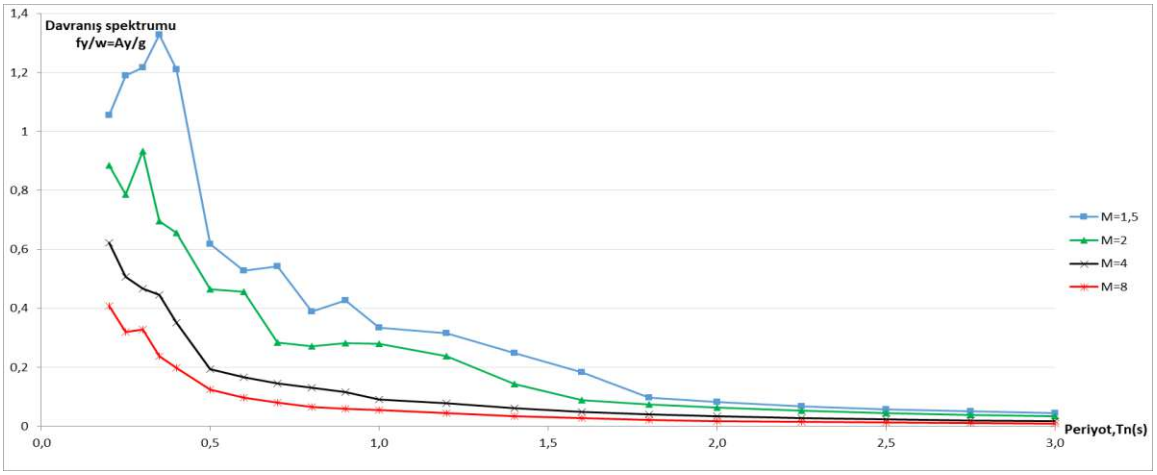


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

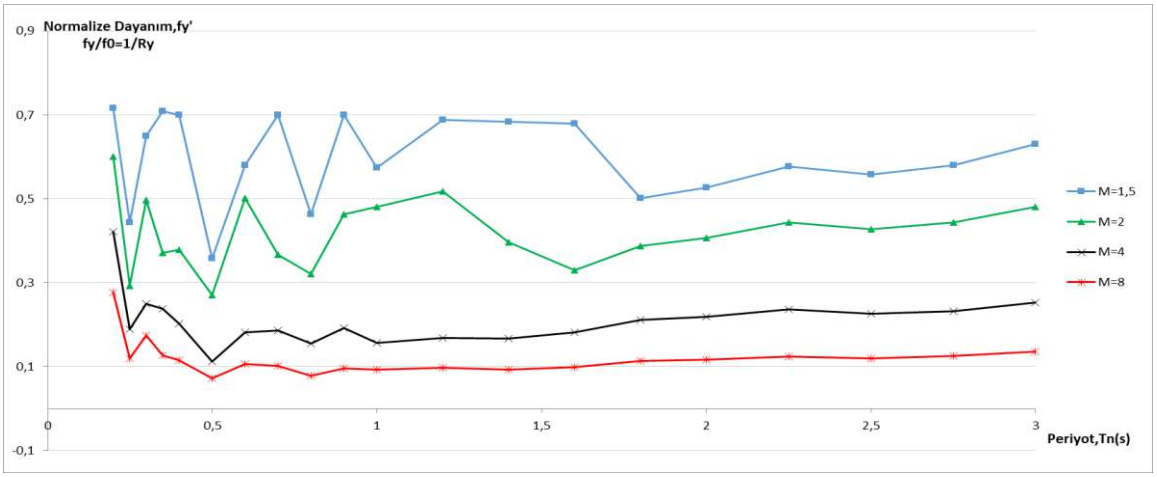
Şekil B.222: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin St Elias, Alaska 1979 depremi Icy Bay-180 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri

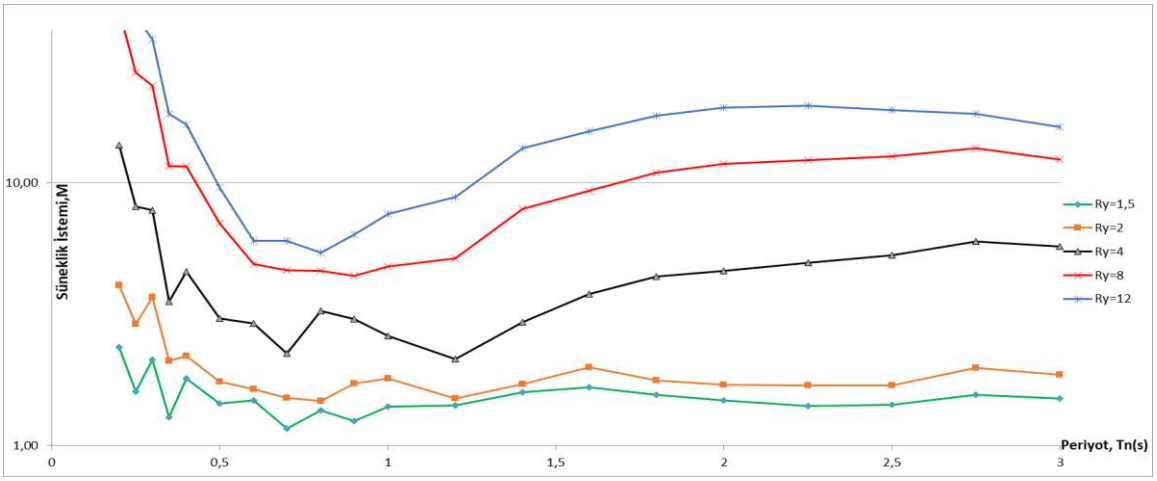


b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu

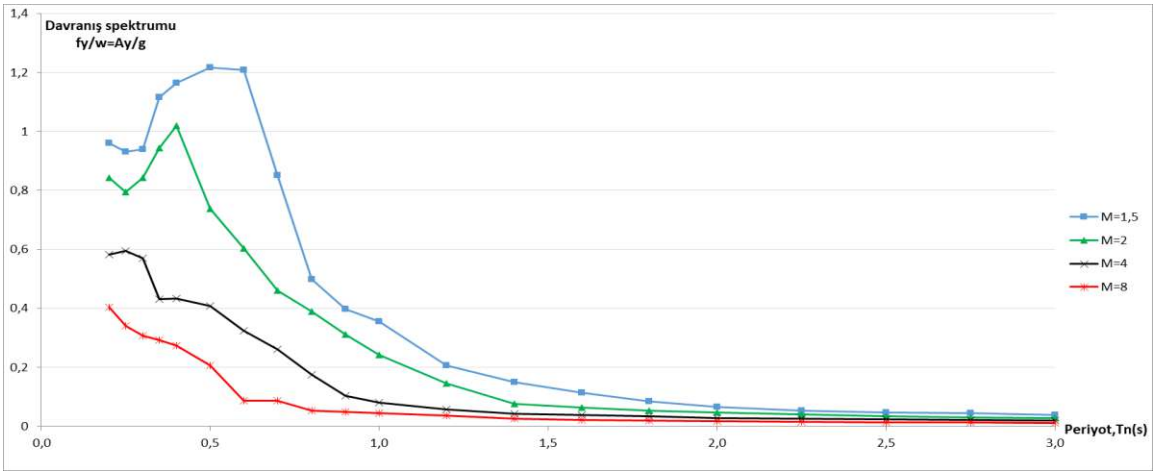


c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

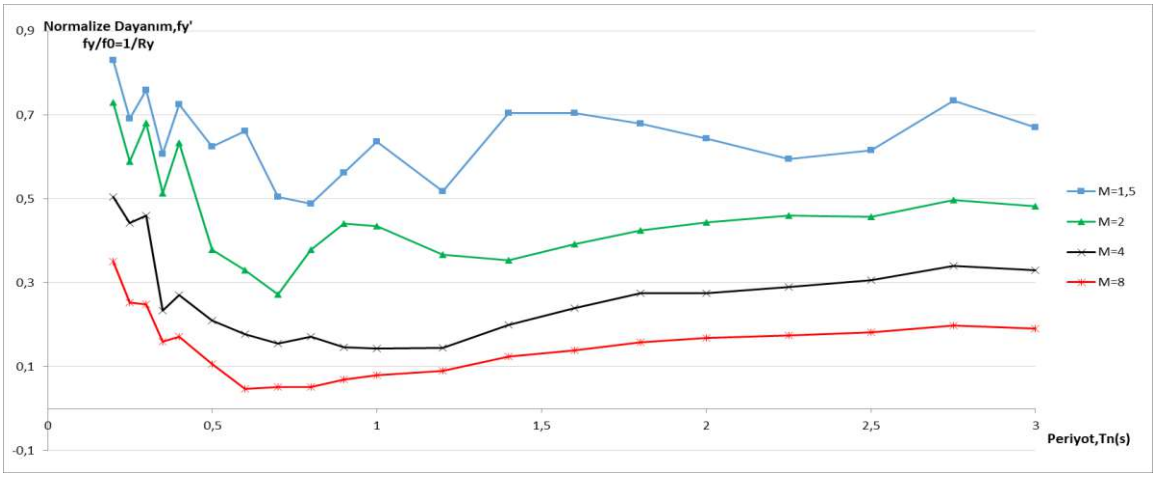
Şekil B.223: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-0 kaydı altında davranışı



a) Sabit akma dayanımı azaltma faktörü için süneklik istemleri



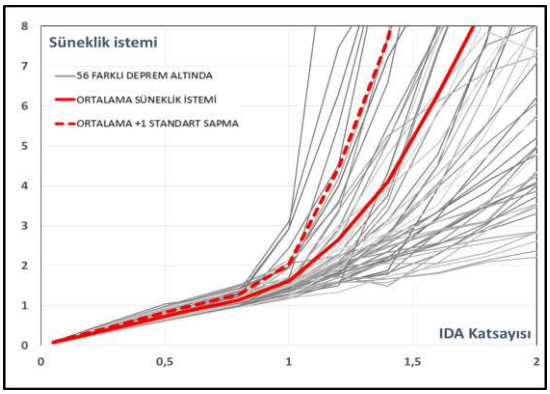
b) Sabit Süneklik Kapasitesi için Davranış Spektrumu



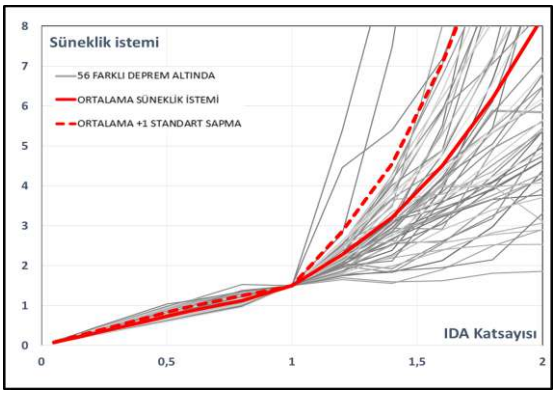
c) Sabit Süneklik Kapasitesi için Normalize Akma Dayanımları

Şekil B.224: Pekleşme oranı %5 olan sistemlerin Friuli, Italy 1976 depremi Tolmezzo-270 kaydı altında davranışı

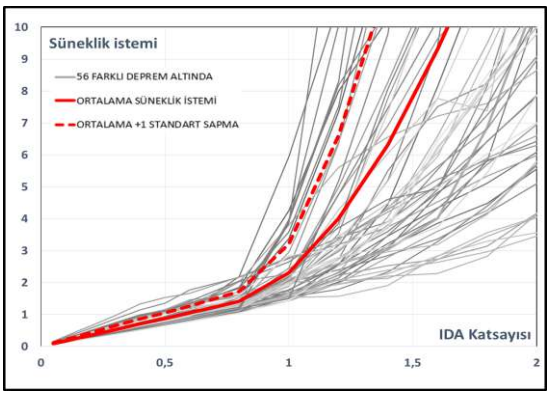
EK-C



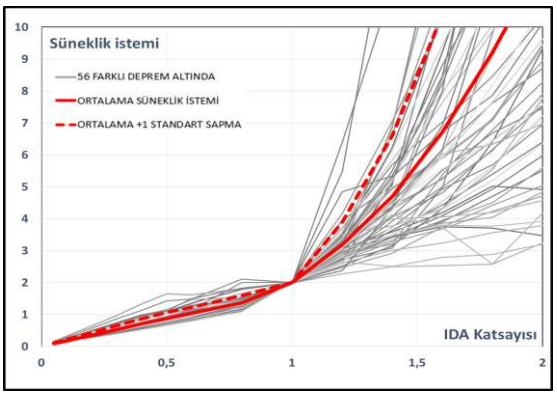
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



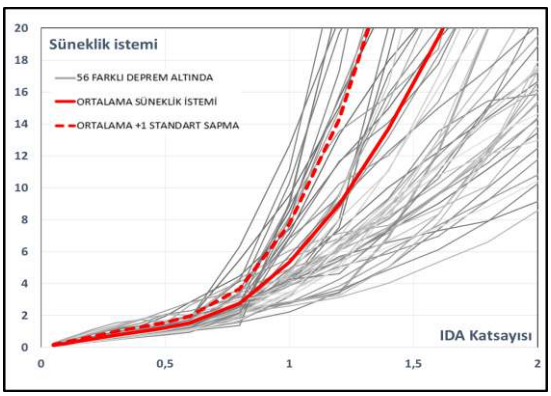
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



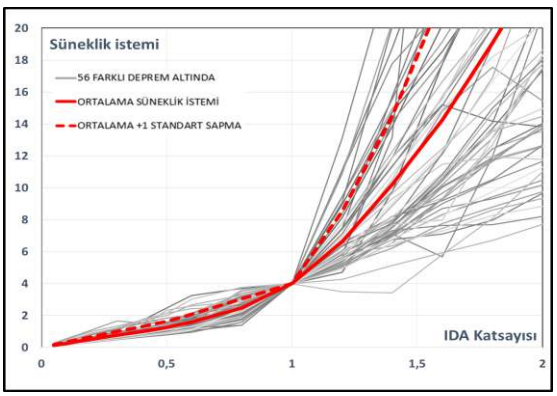
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



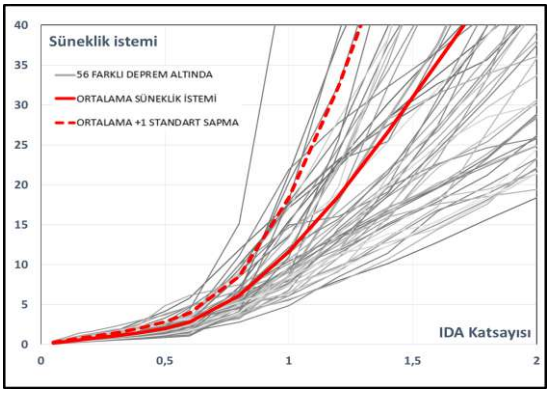
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



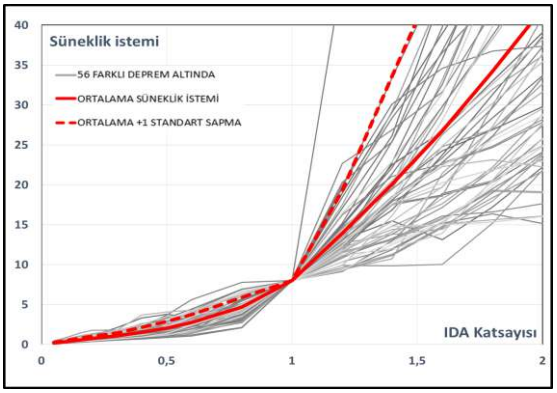
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



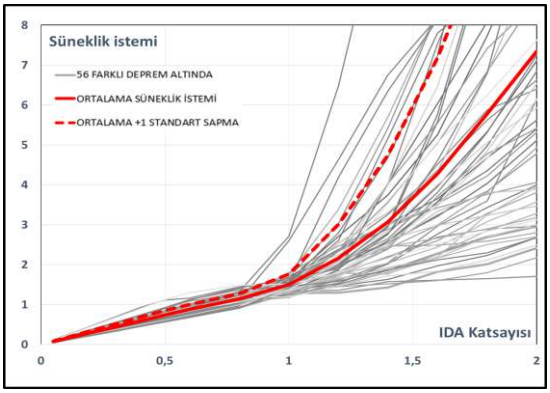
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



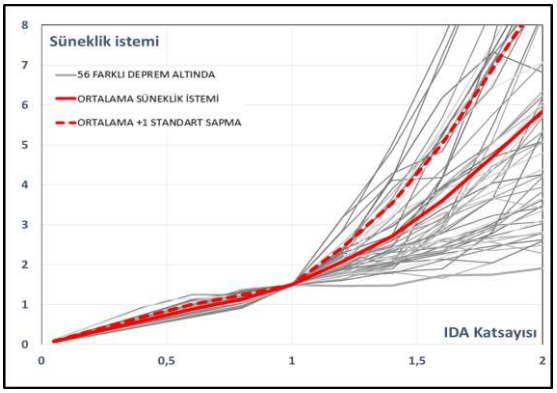
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

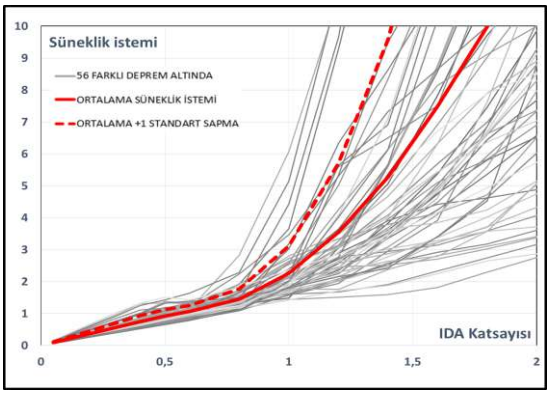
Şekil C.1: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



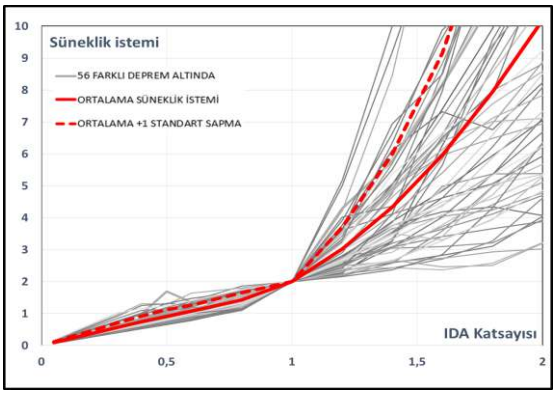
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



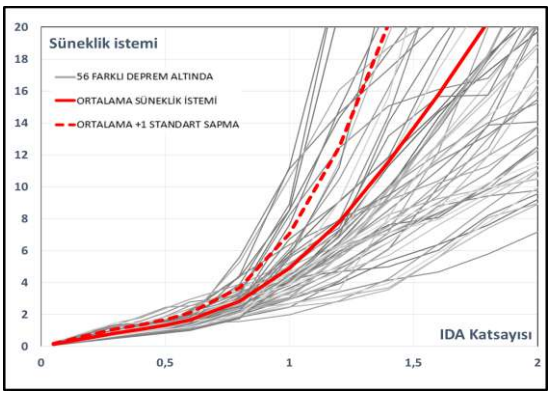
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



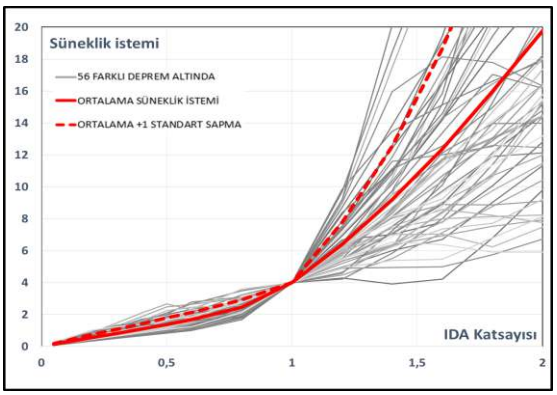
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, CLOUGH Modeli



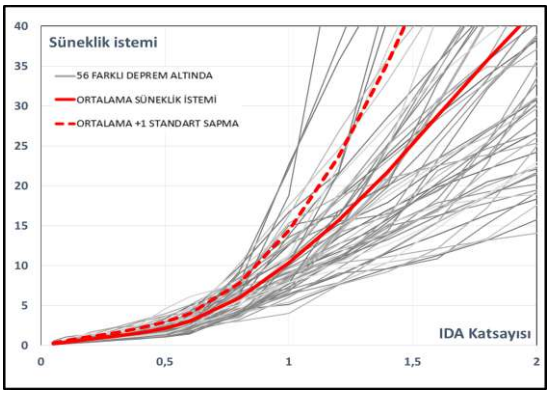
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, BLKH Modeli



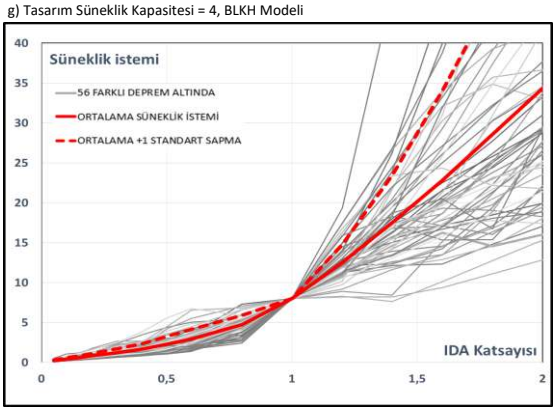
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



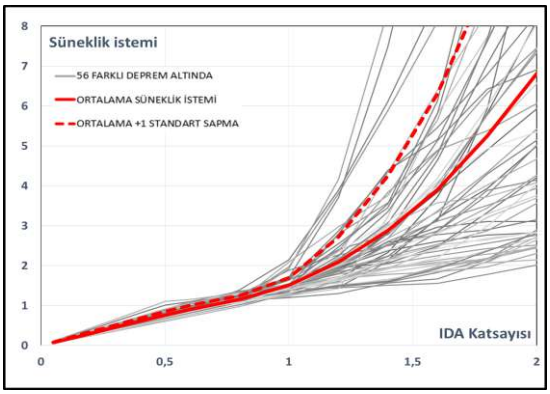
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



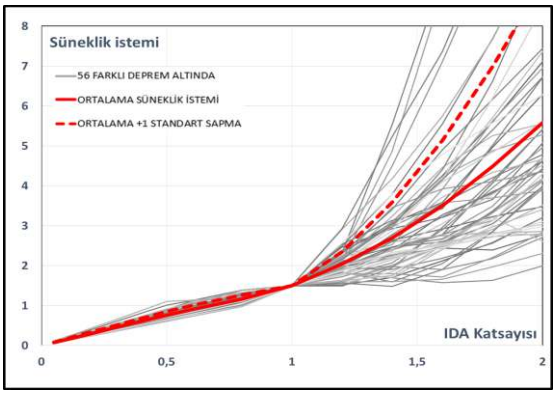
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

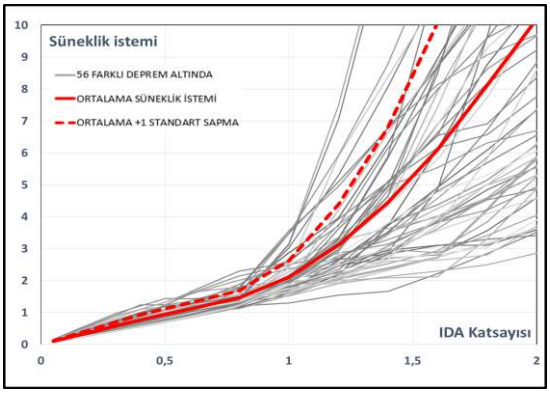
Şekil C.2: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



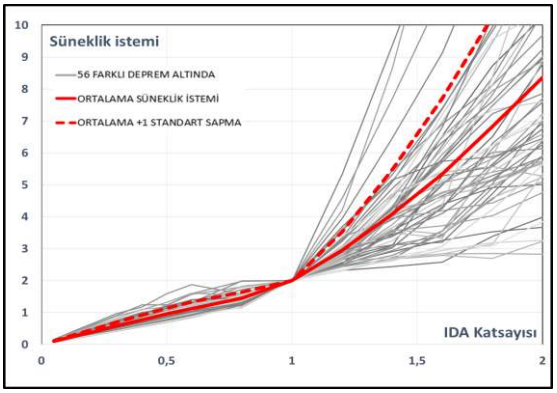
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



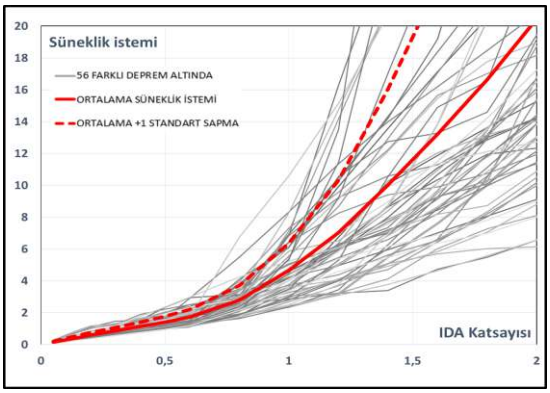
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



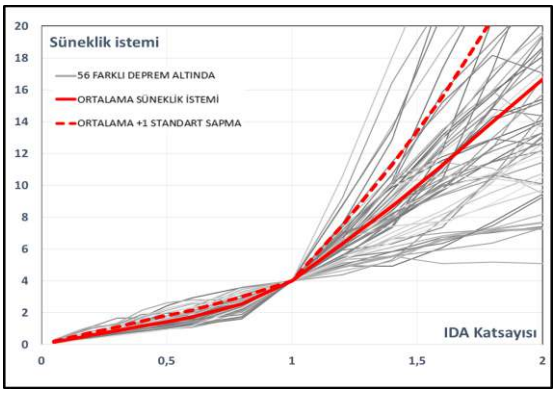
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



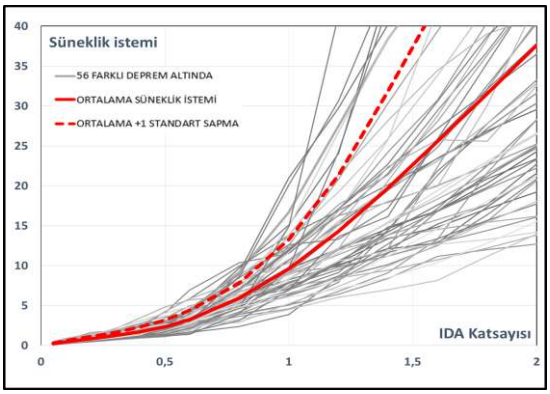
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



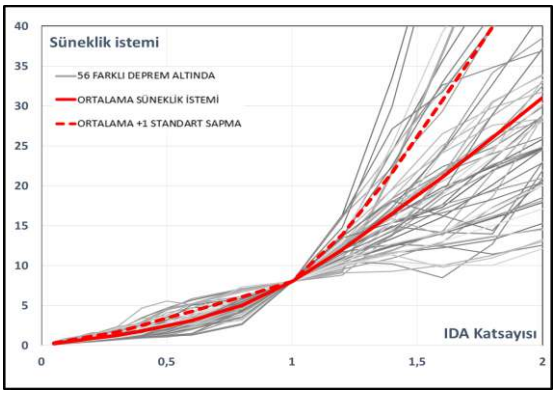
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



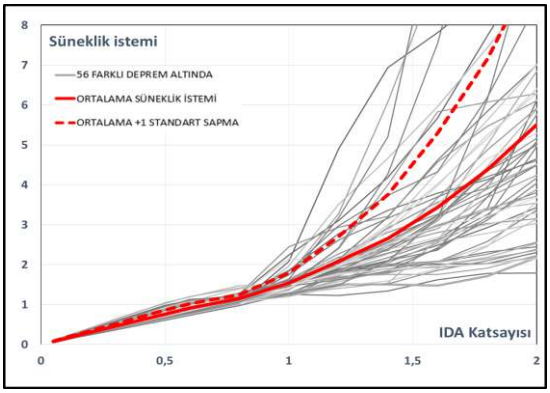
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



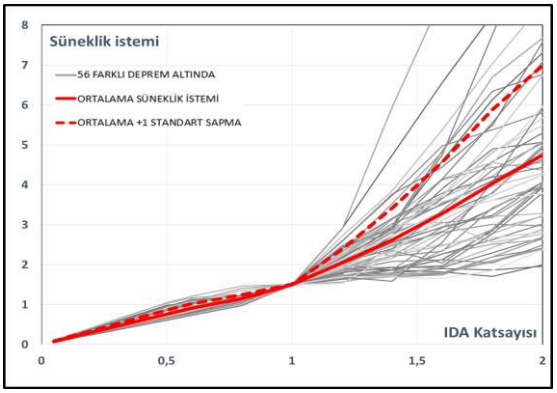
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

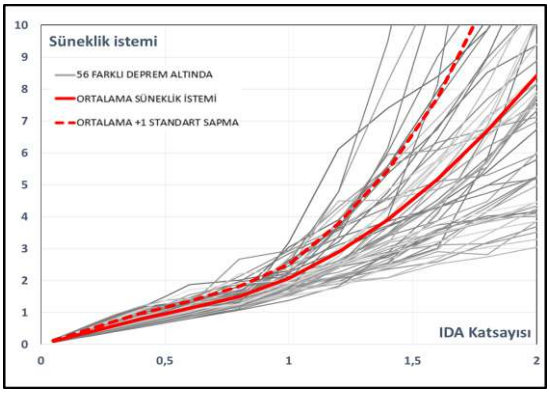
Şekil C.3: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



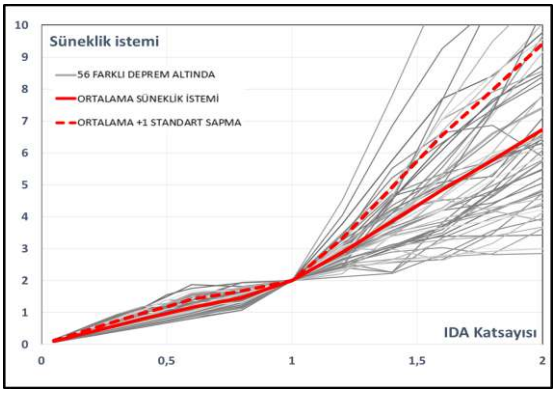
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



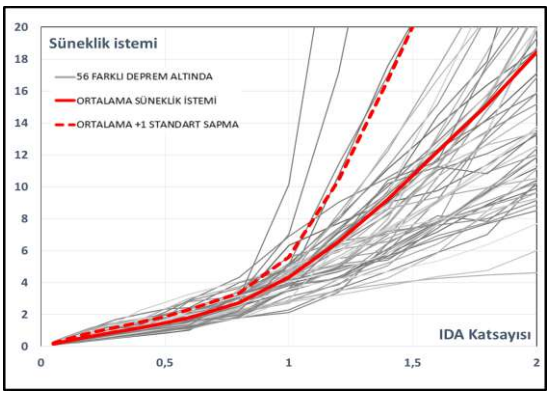
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



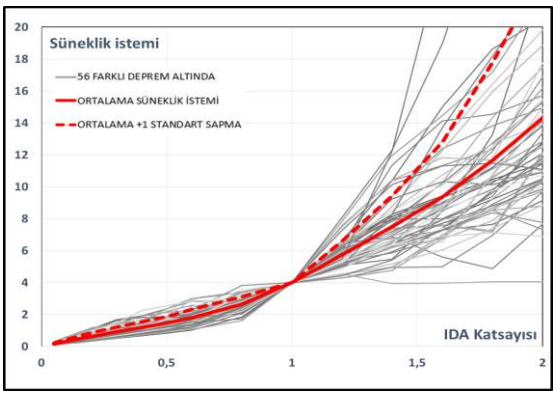
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



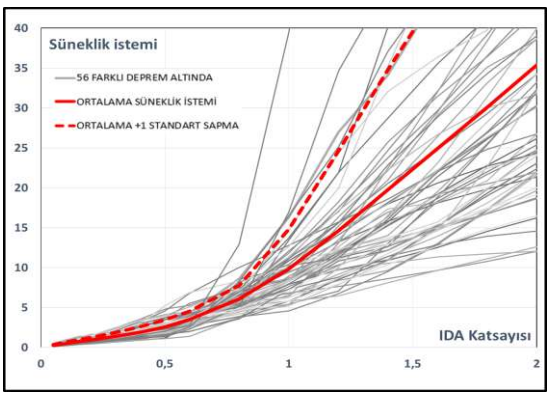
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



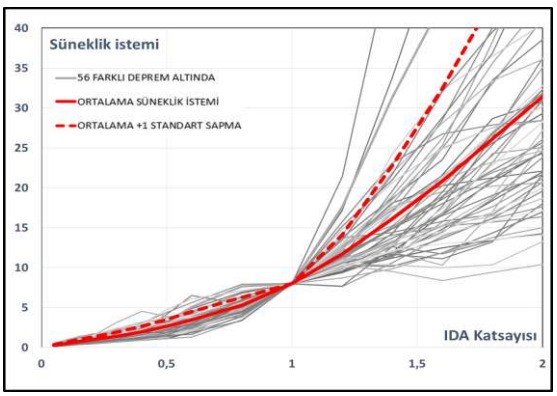
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



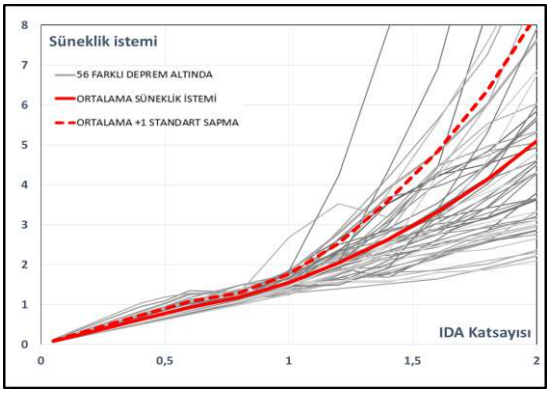
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



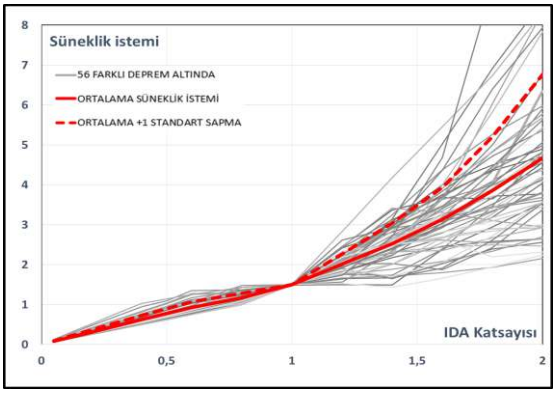
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

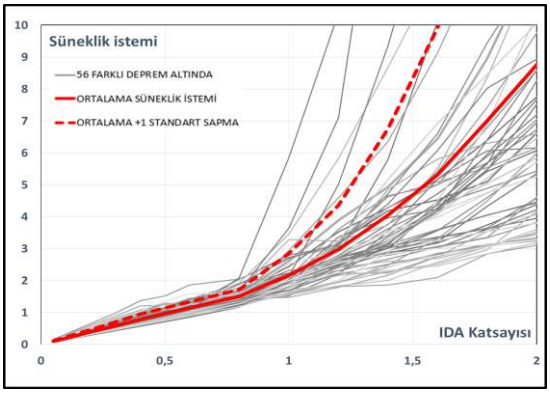
Şekil C.4: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



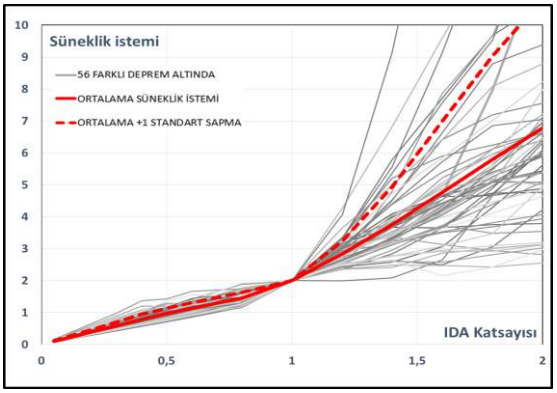
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



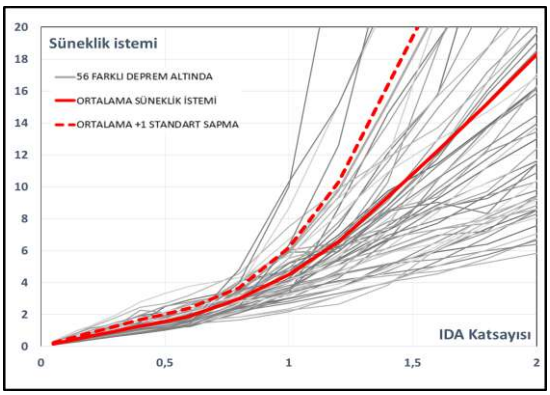
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



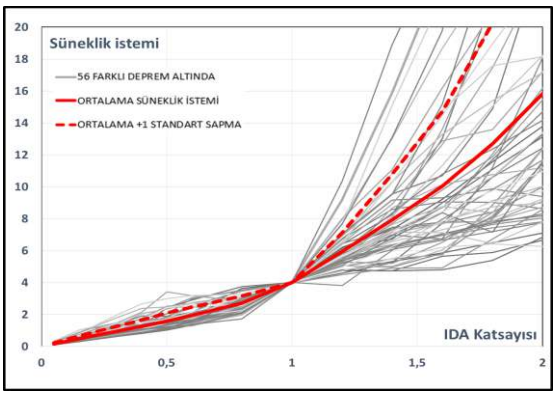
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



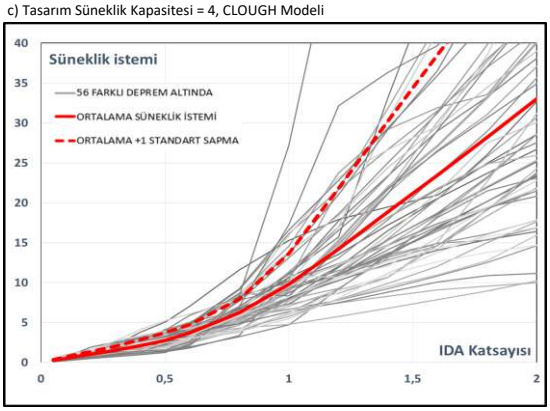
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



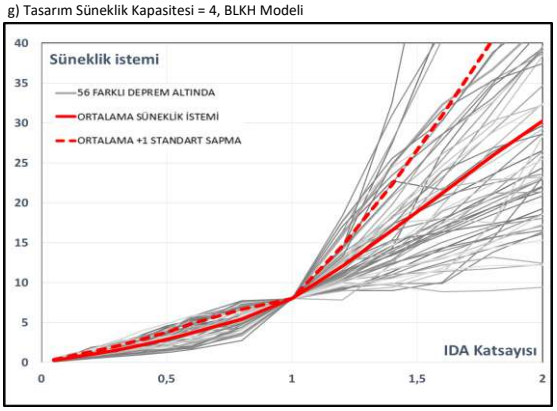
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



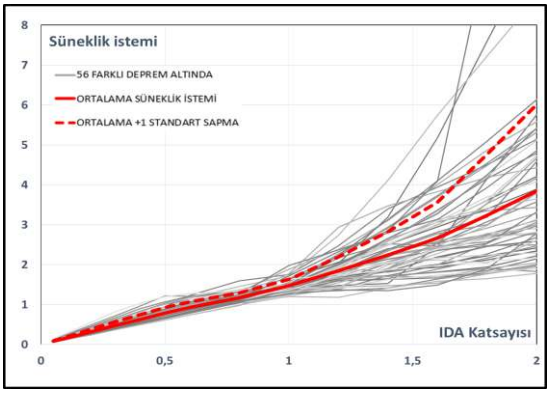
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



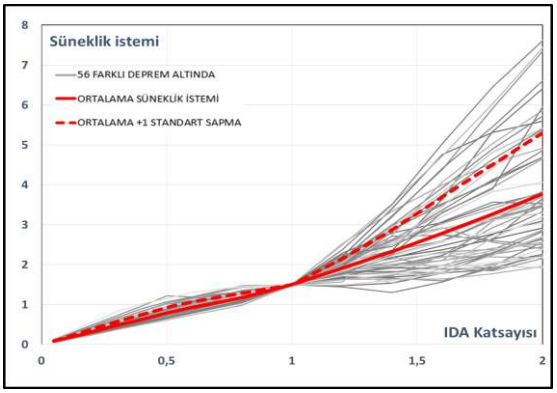
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

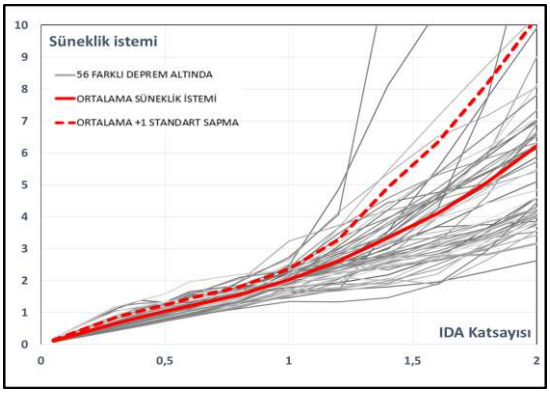
Şekil C.5: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



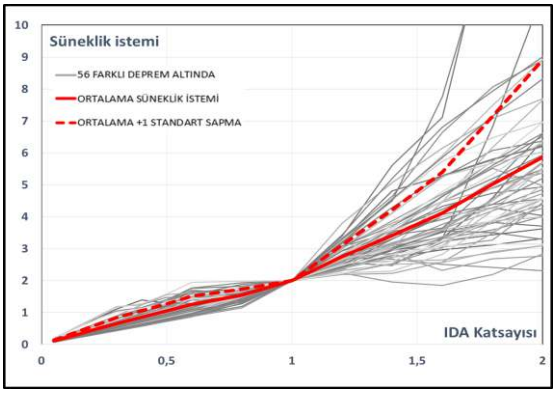
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



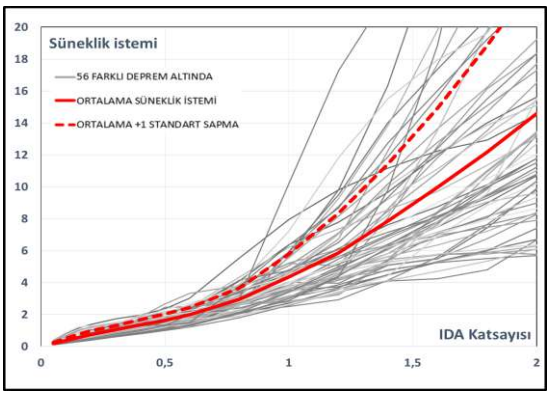
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



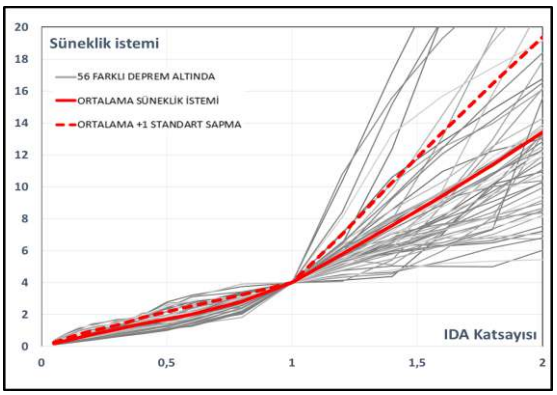
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



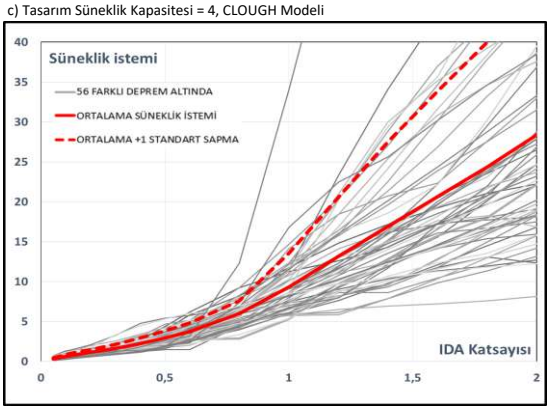
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



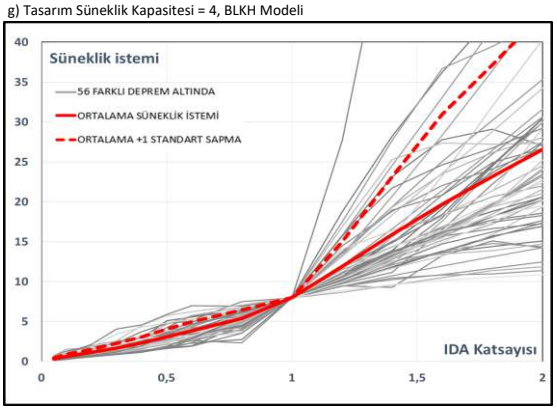
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



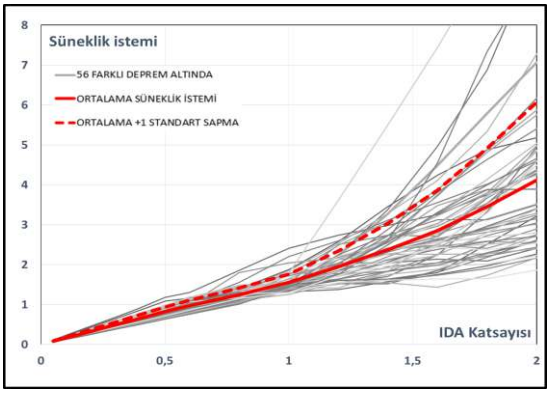
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



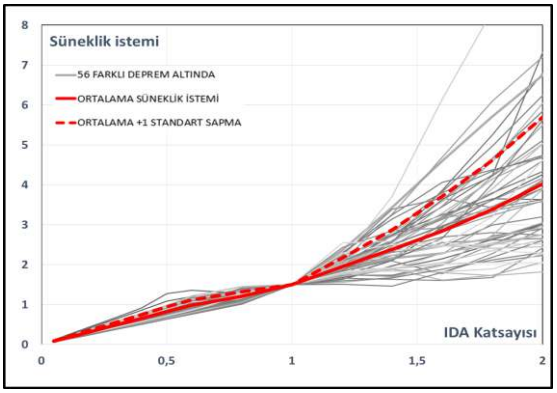
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

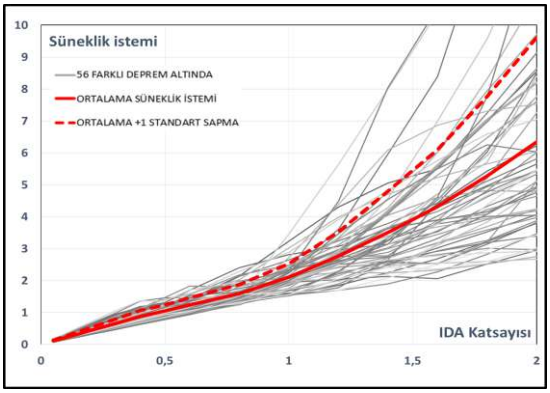
Şekil C.6: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



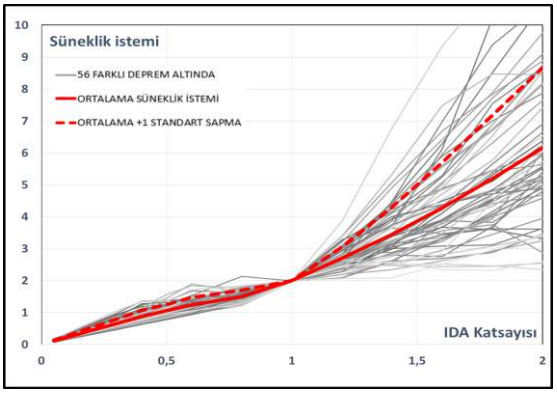
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



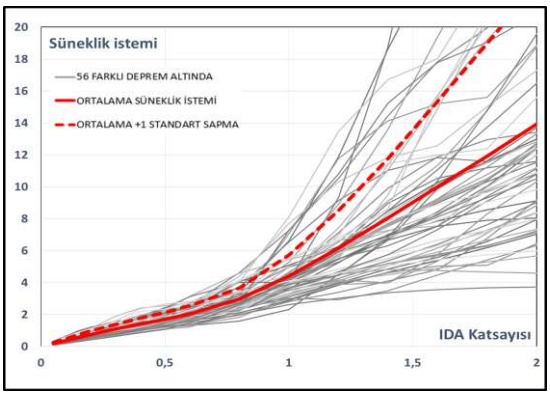
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



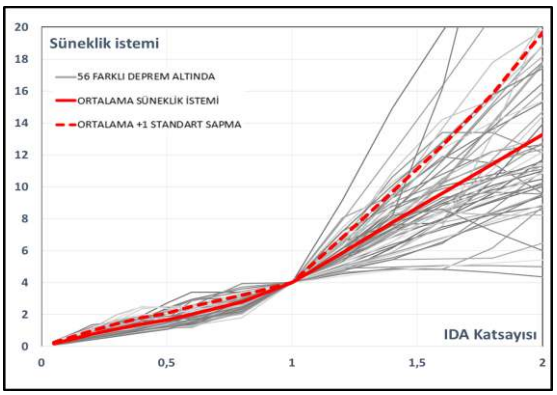
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



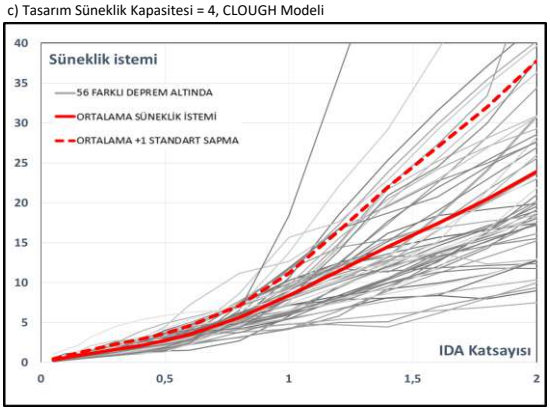
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



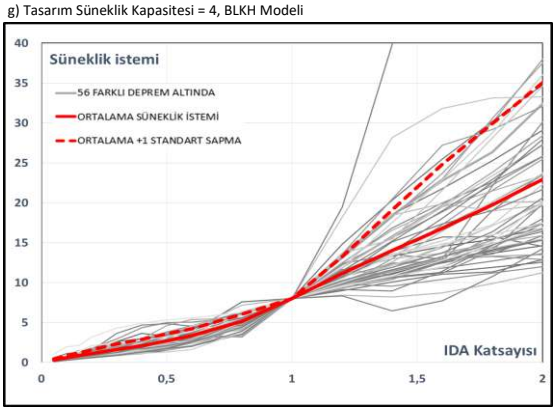
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

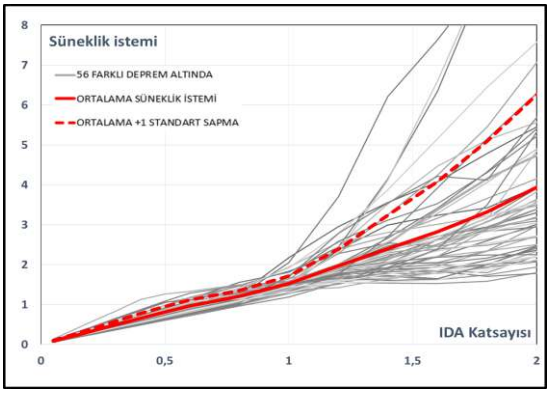


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

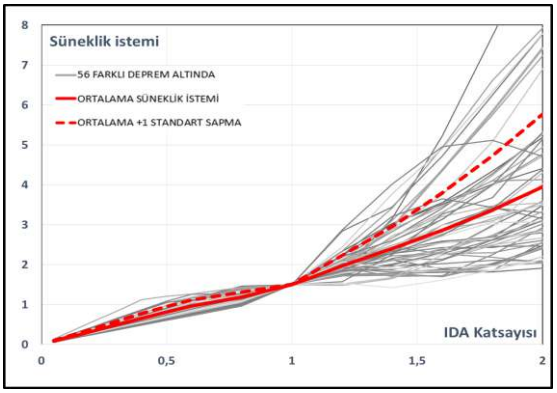


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

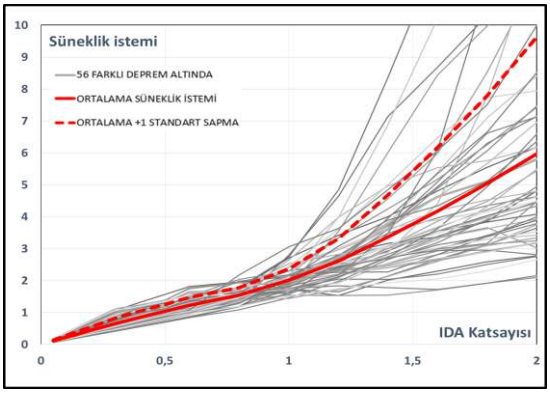
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.7: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



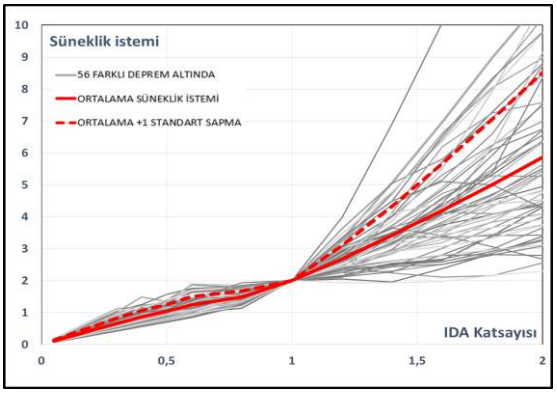
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



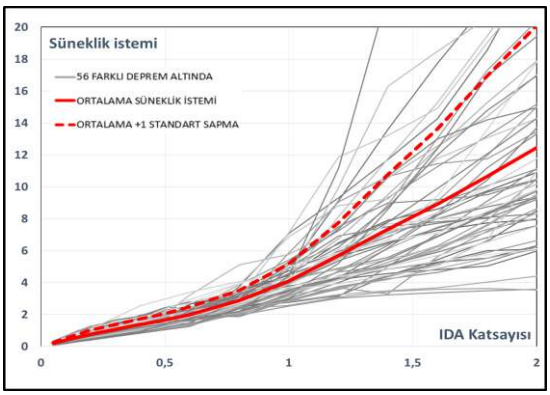
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



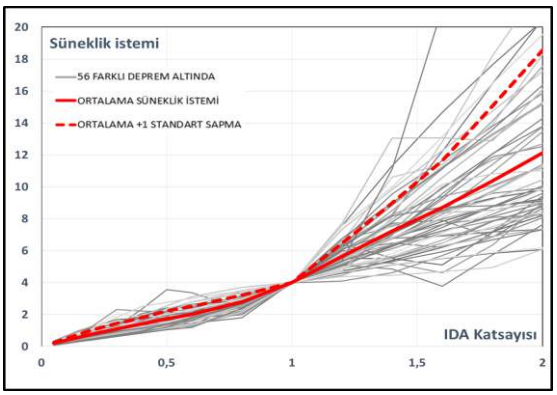
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



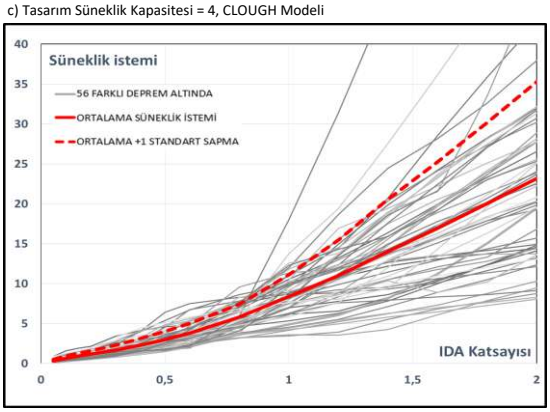
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



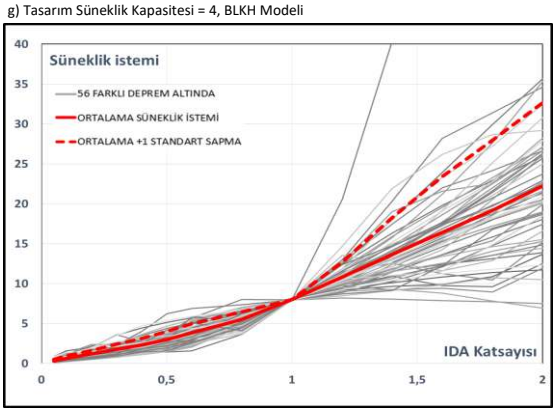
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

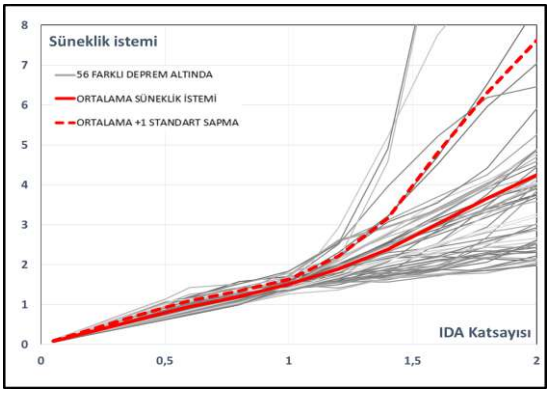


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

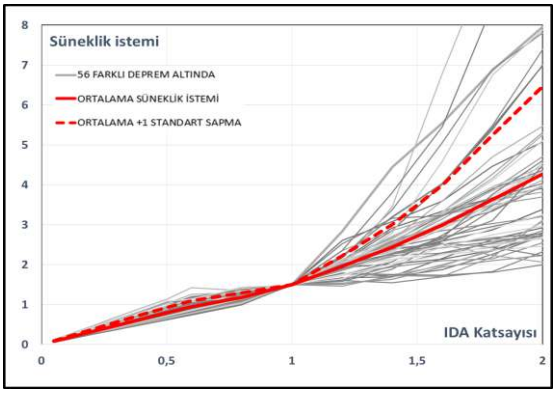


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

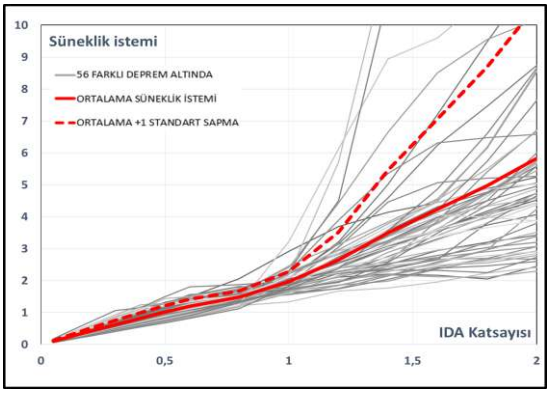
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.8: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



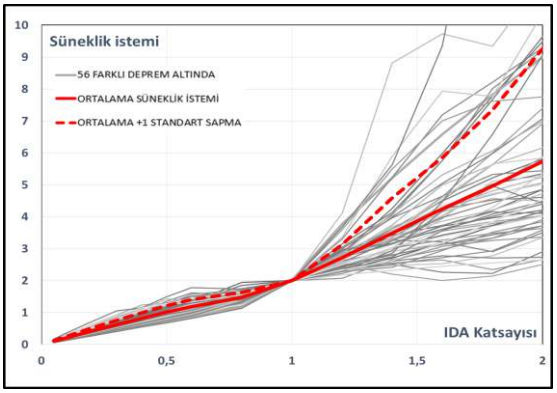
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



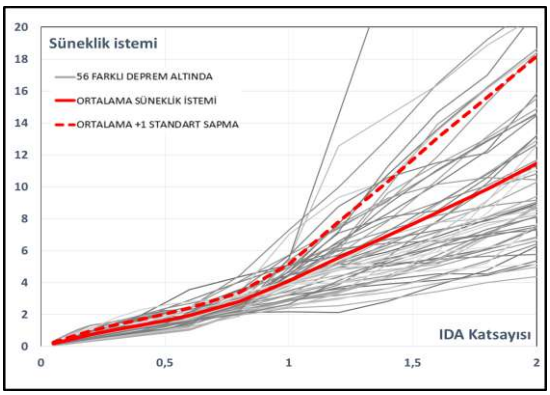
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



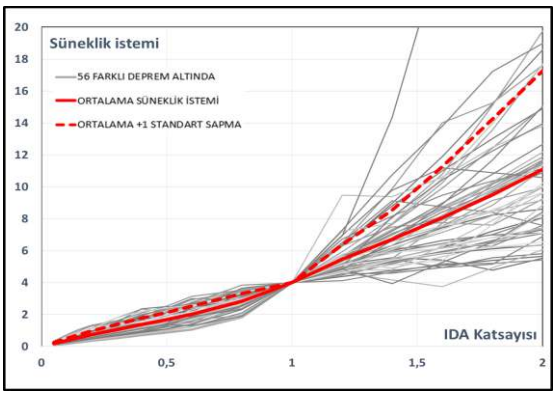
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



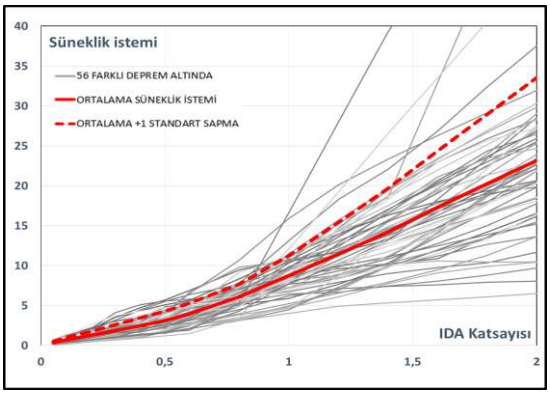
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



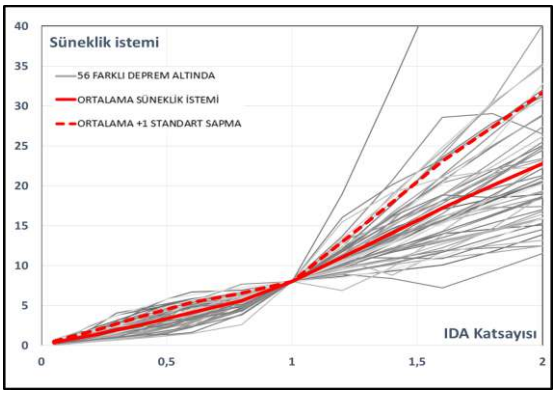
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

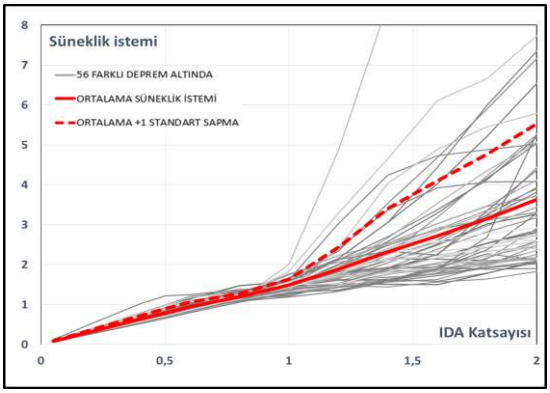


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

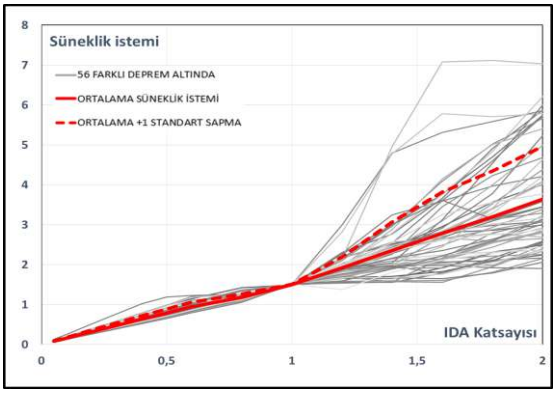


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

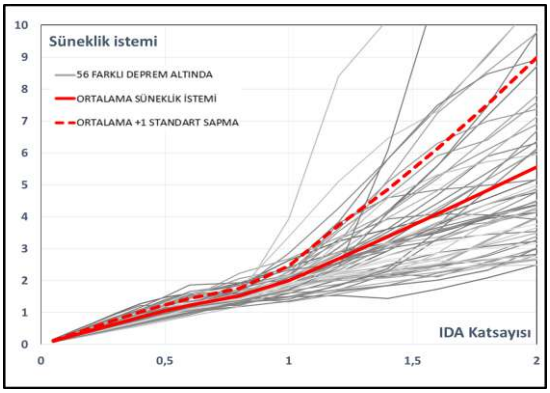
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.9: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



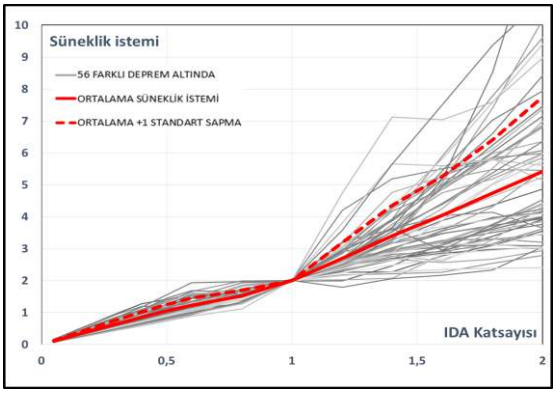
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



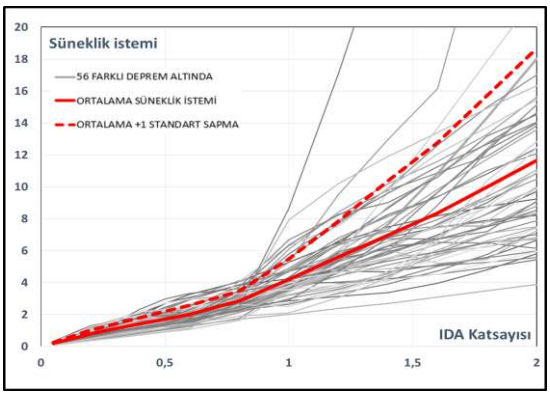
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



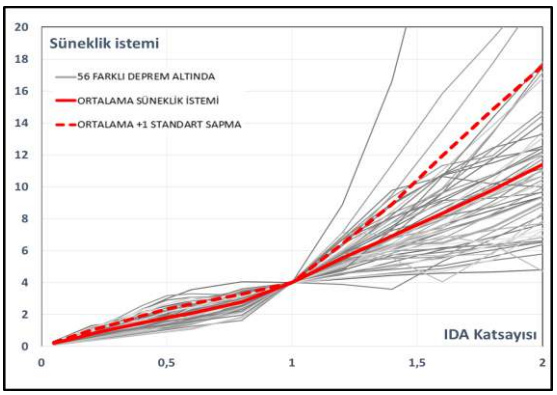
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



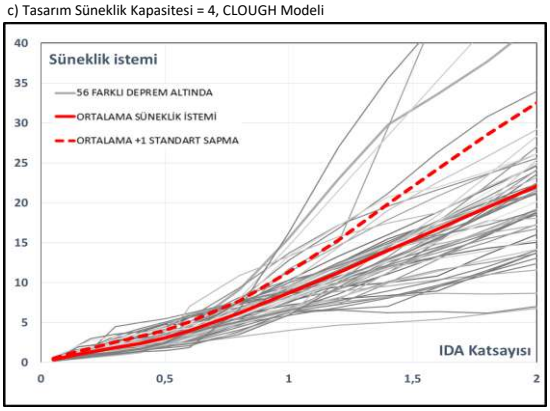
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



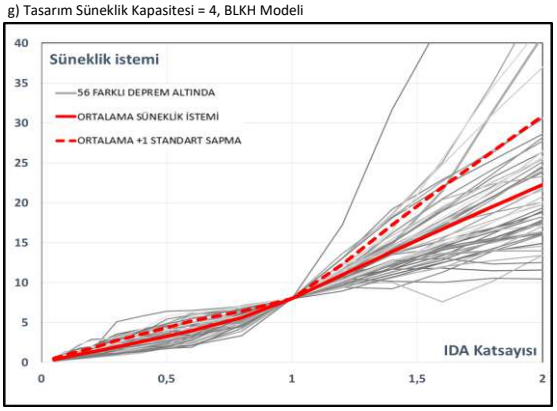
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

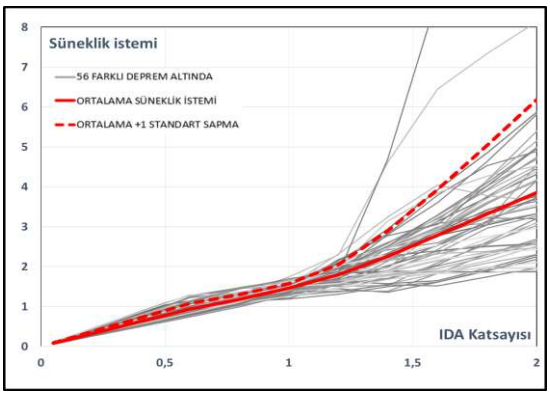


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

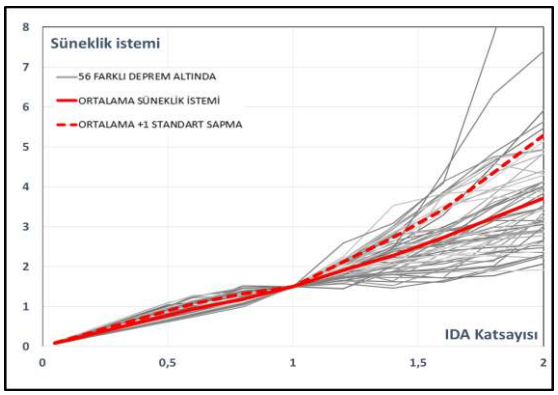


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

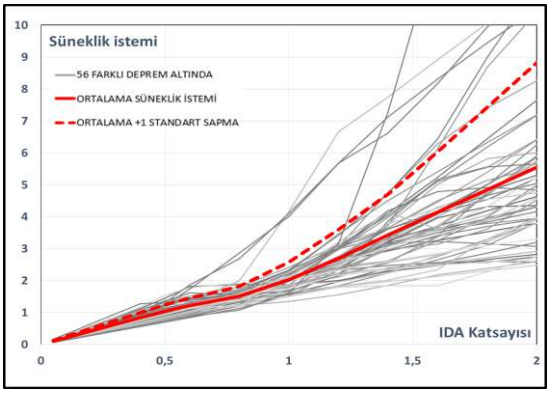
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.10: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



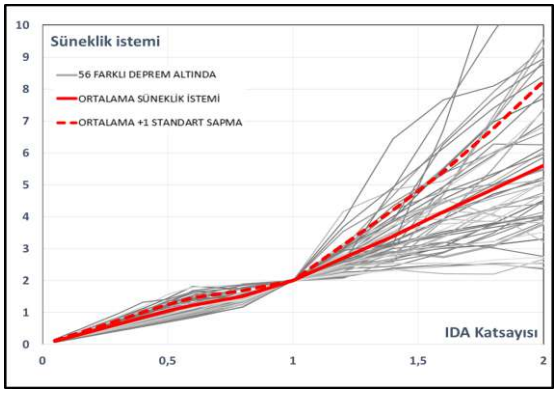
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



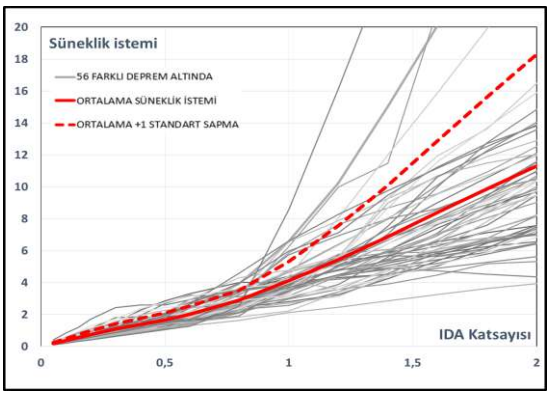
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



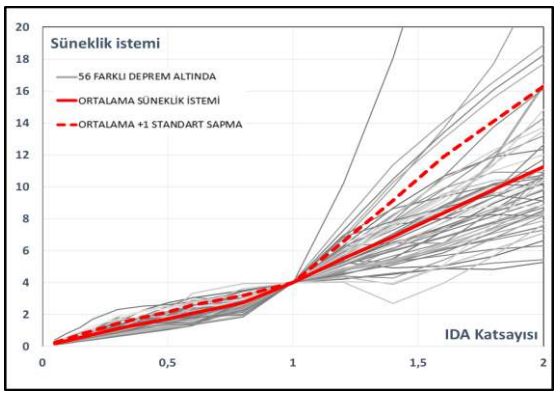
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



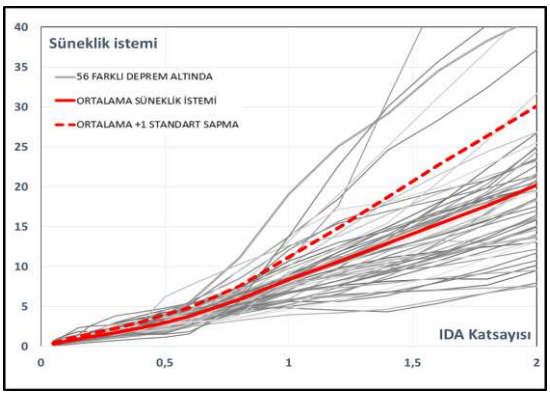
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



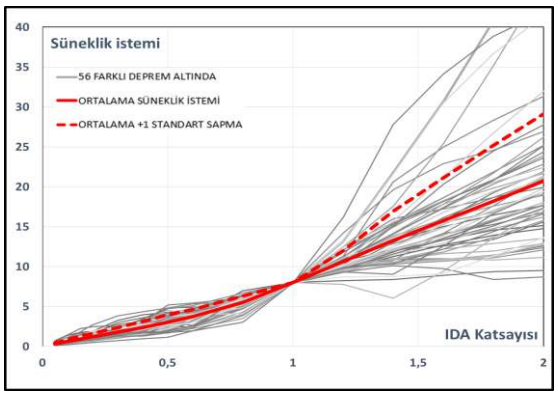
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

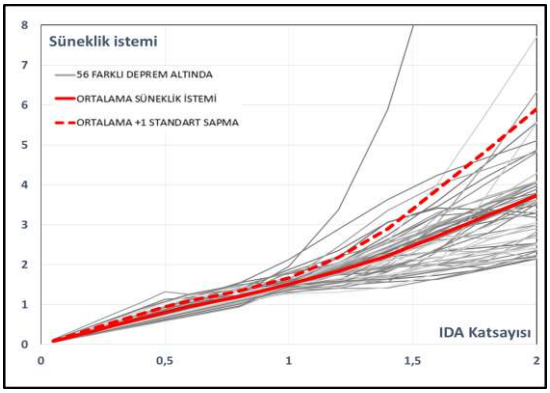


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

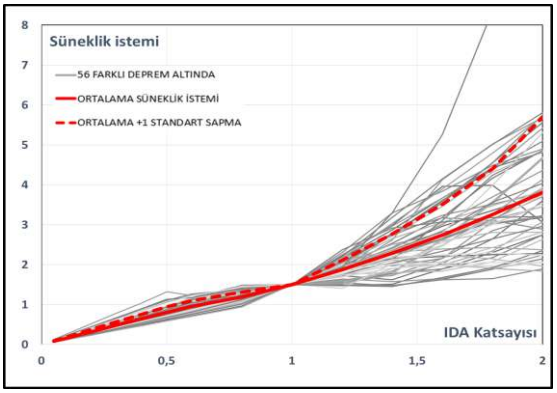


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

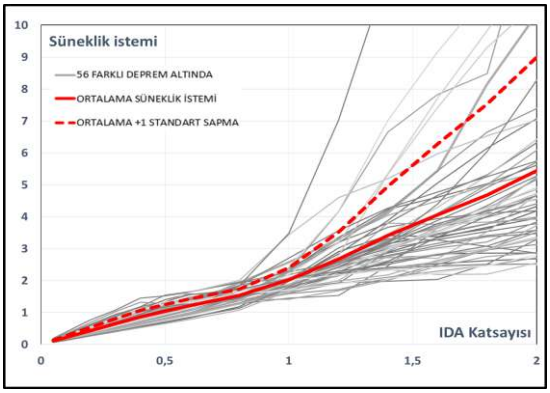
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.11: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



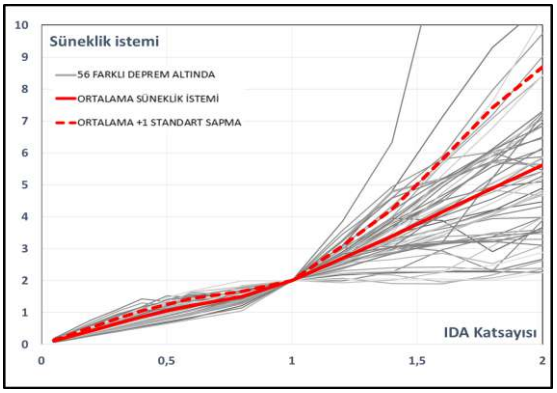
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



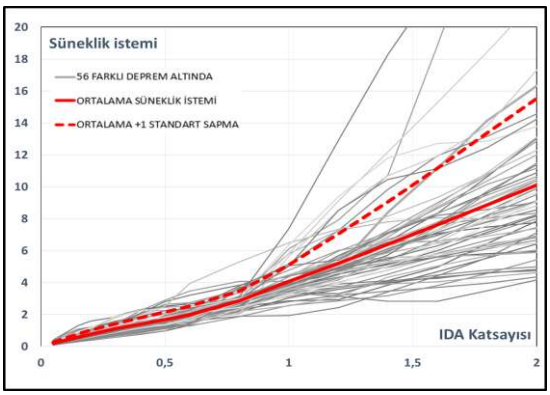
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



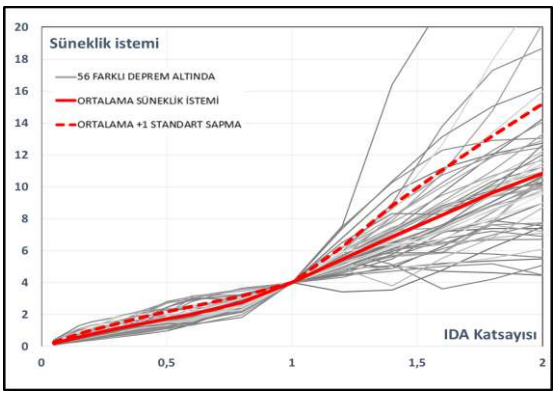
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



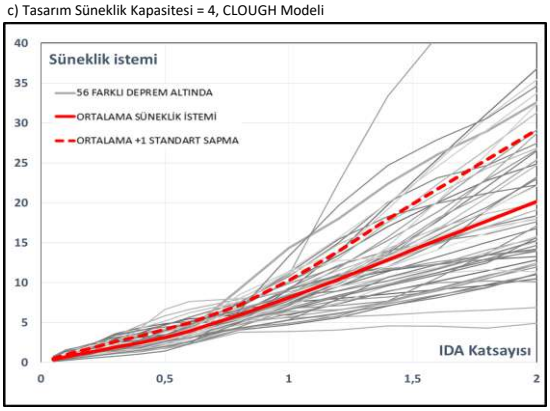
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



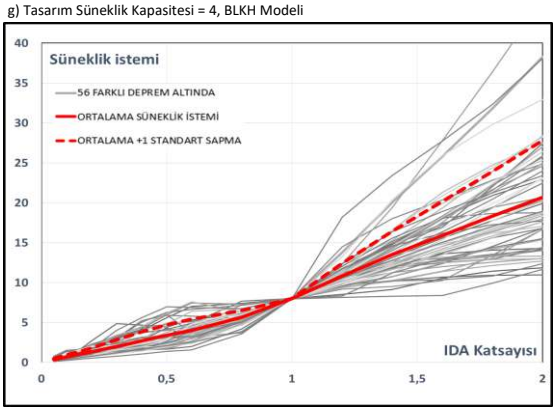
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

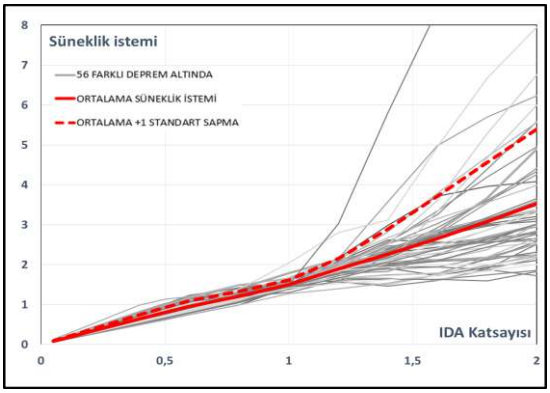


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

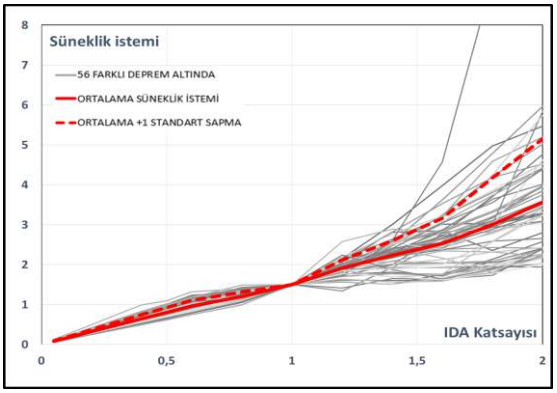


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

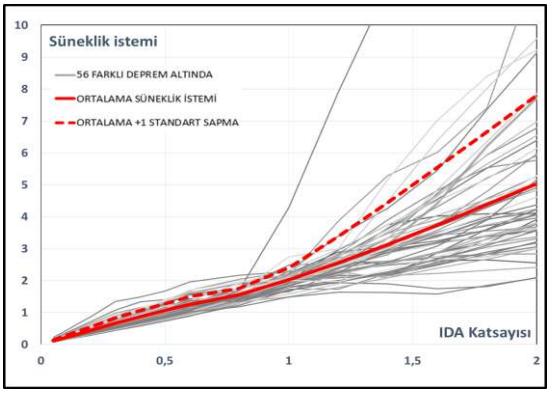
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.12: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



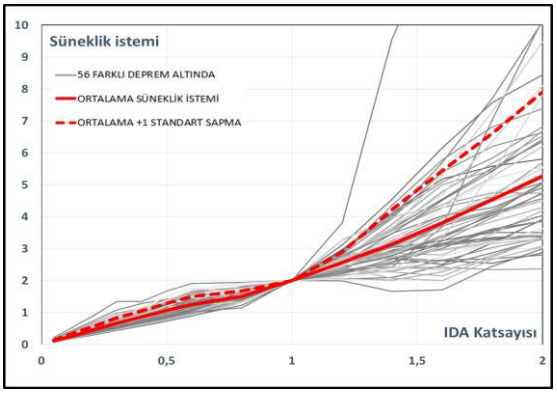
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



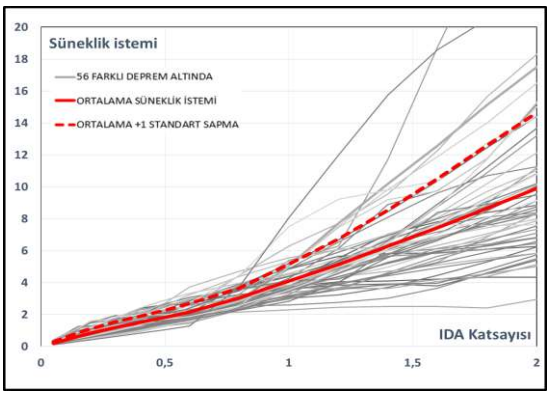
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



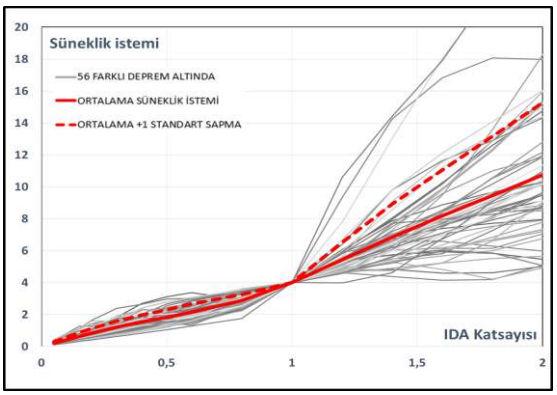
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



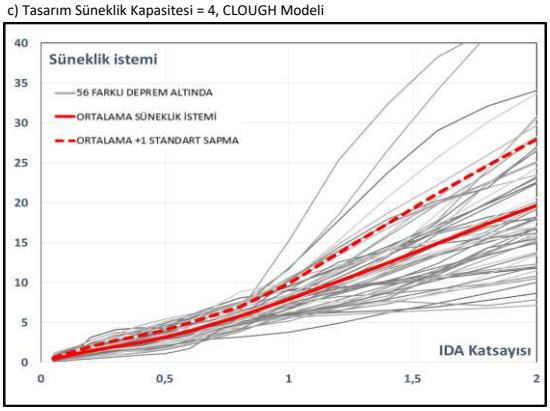
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



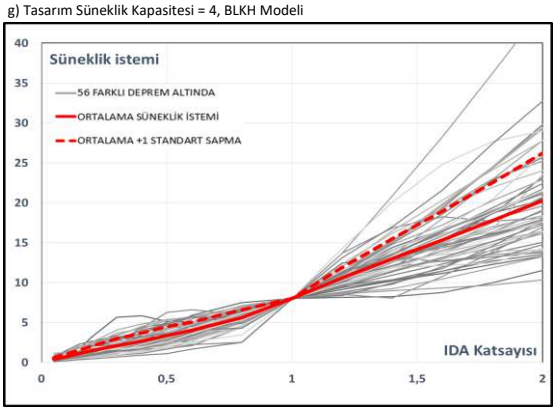
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

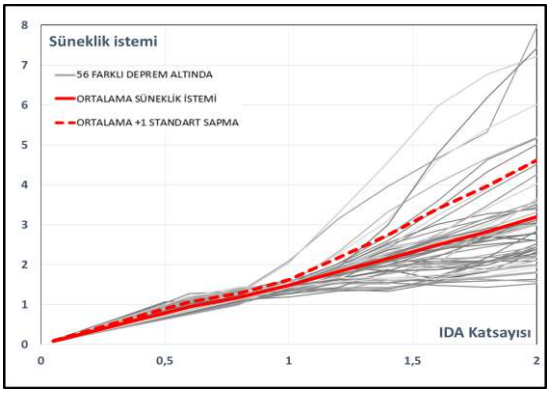


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

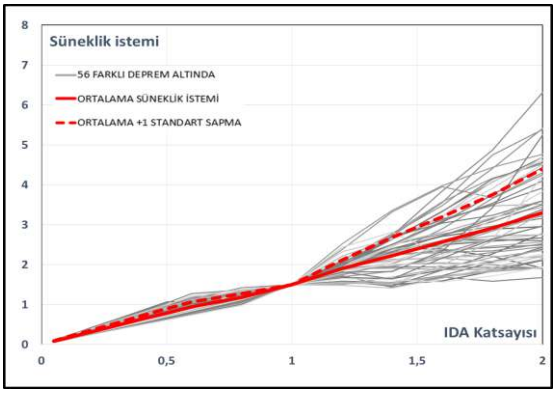


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

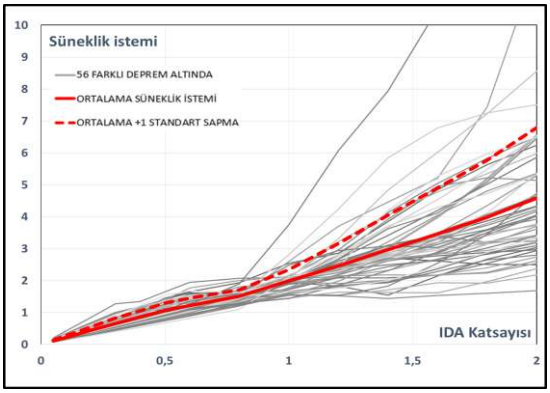
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.13: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



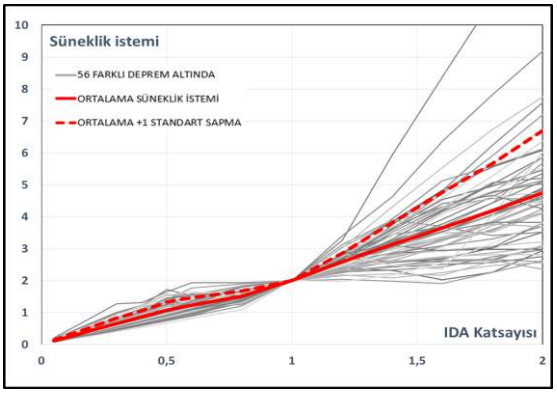
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



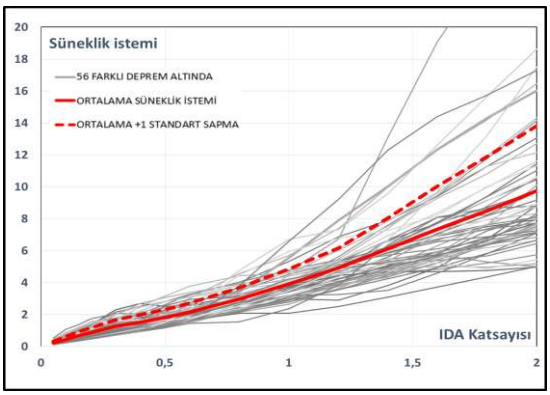
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



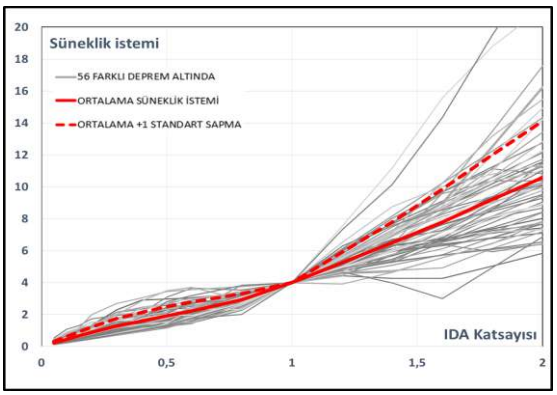
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



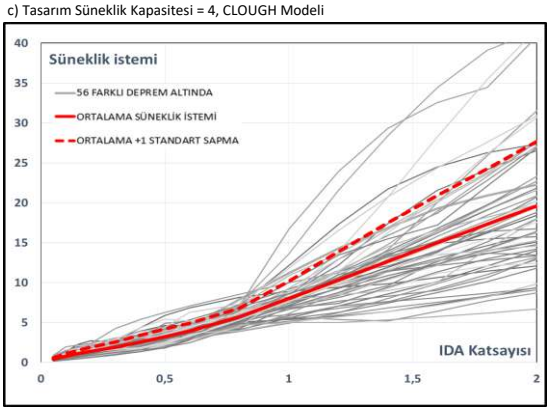
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



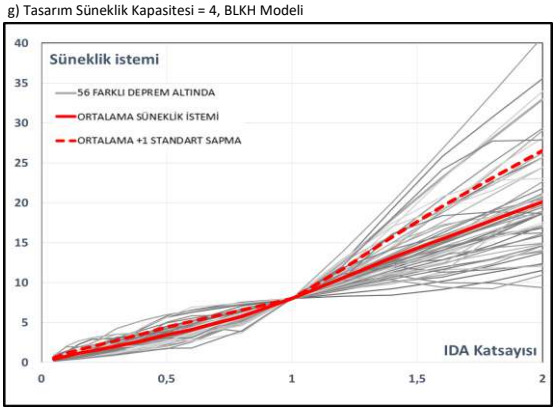
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

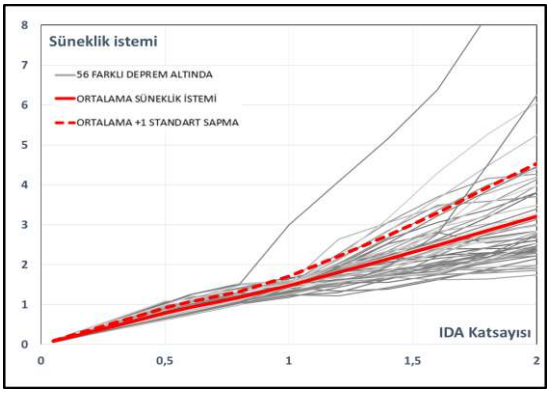


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

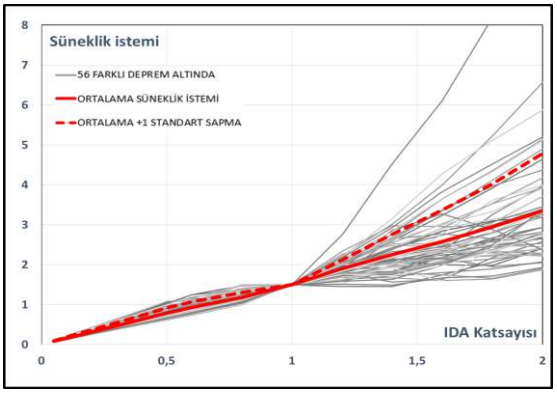


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

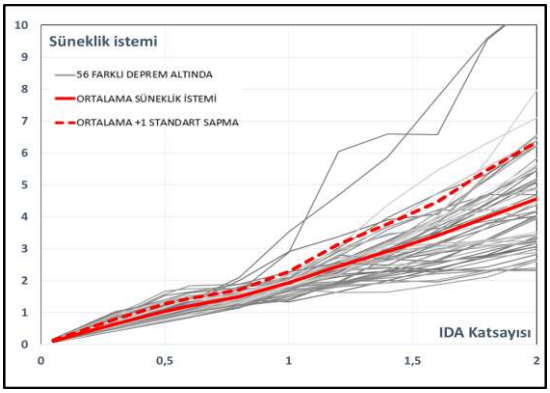
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.14: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



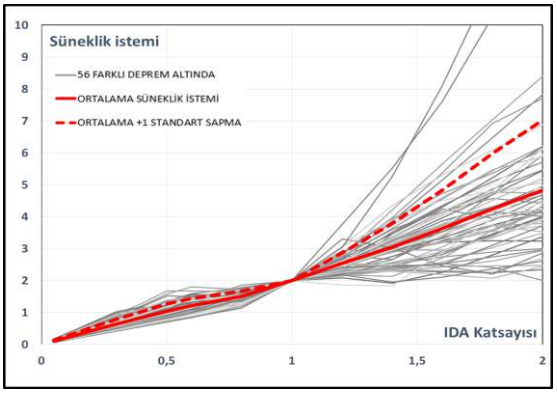
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



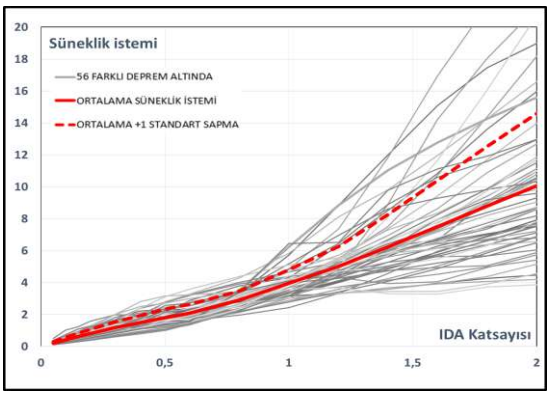
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



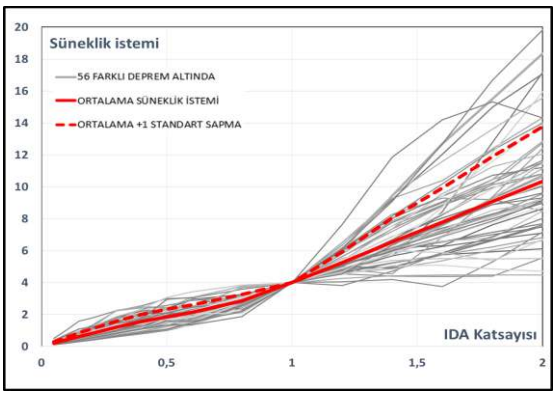
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



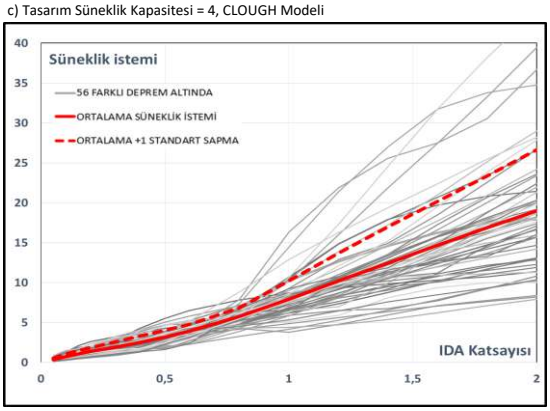
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



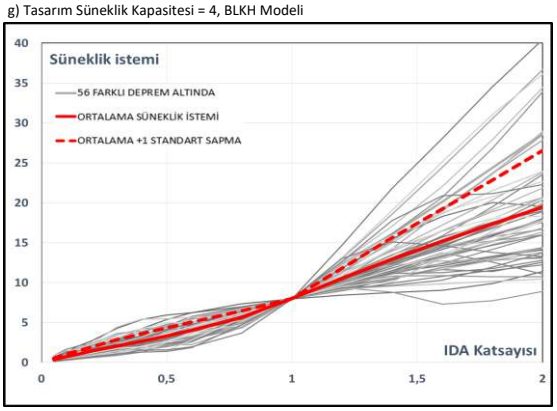
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

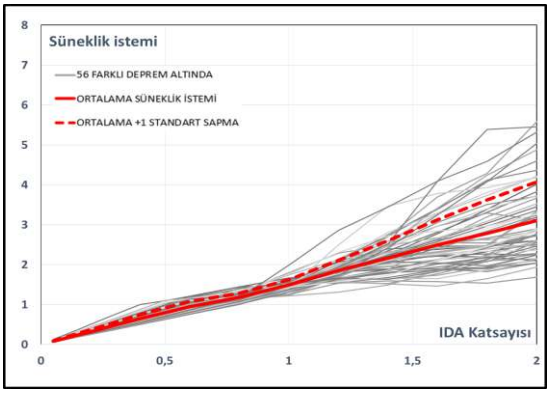


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

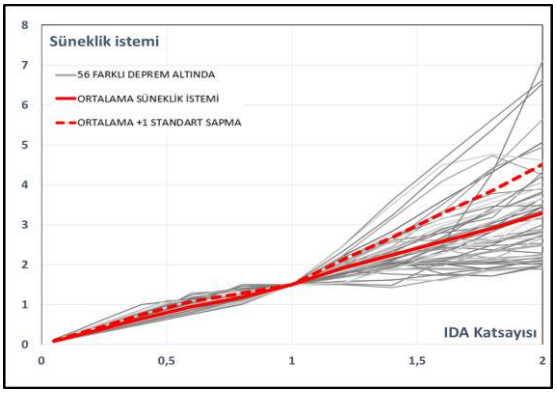


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

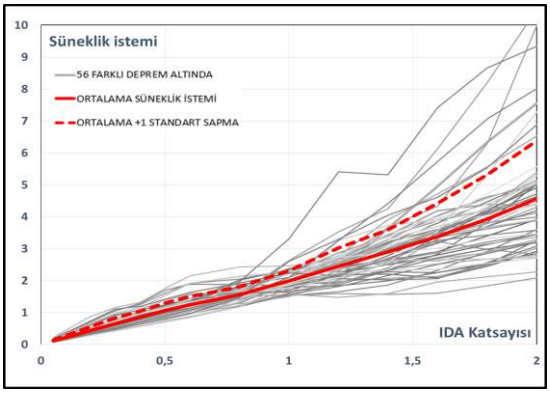
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.15: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



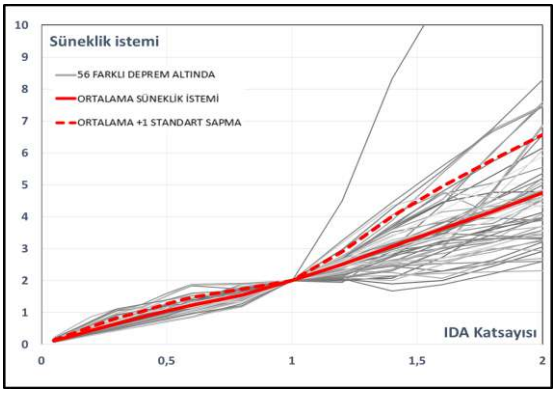
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



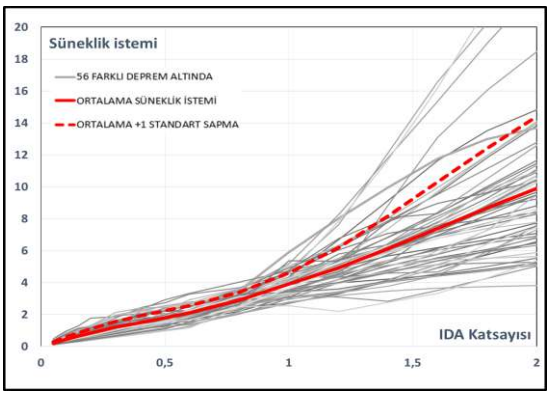
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



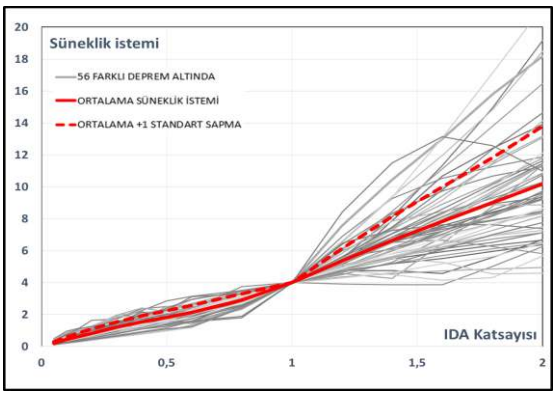
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



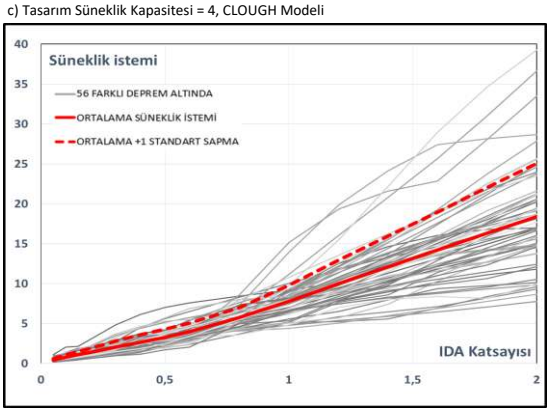
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



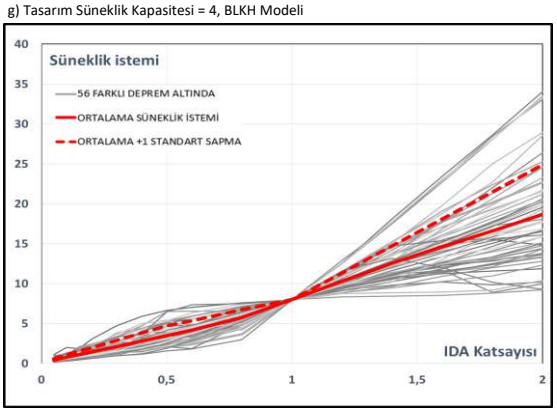
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

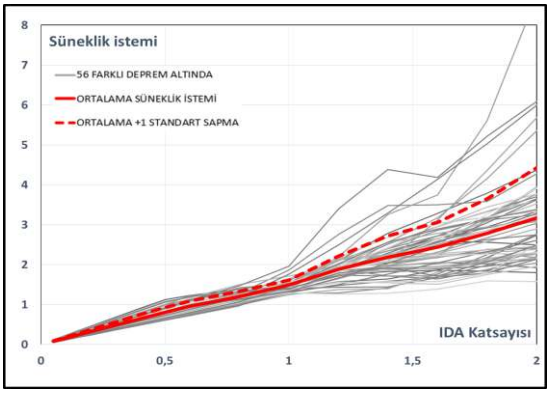


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

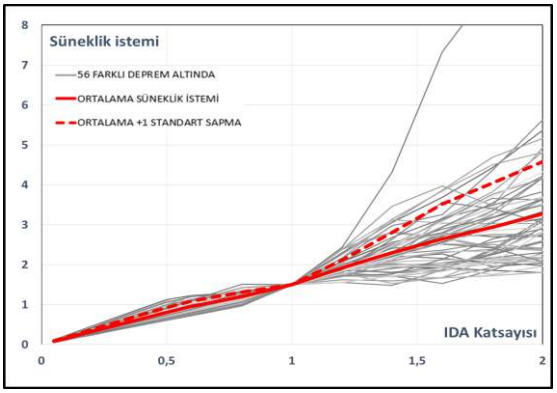


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

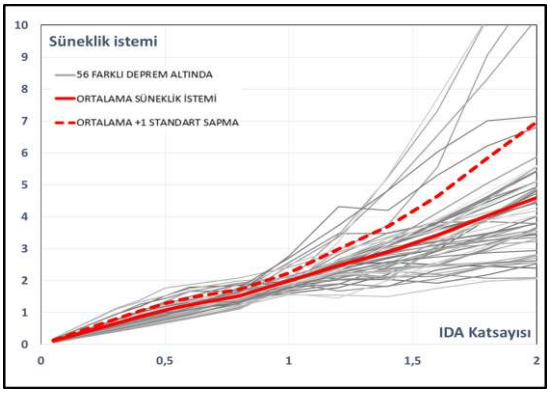
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.16: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



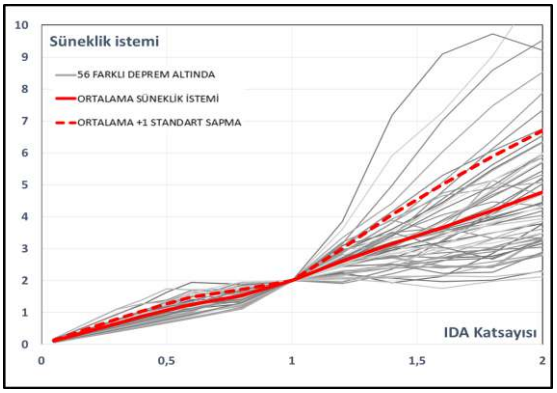
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



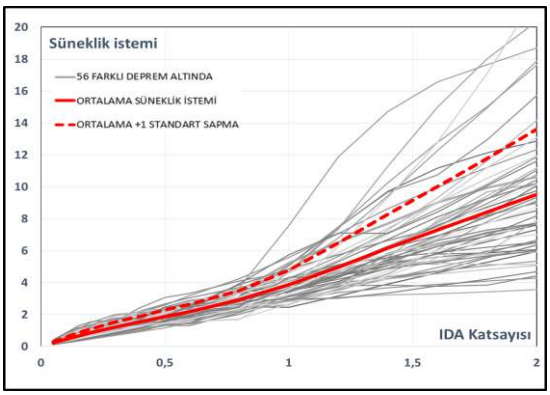
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



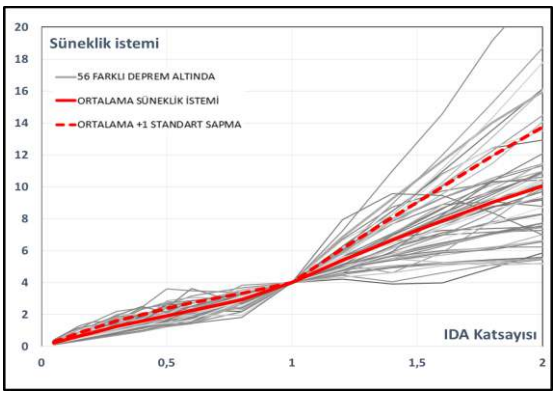
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



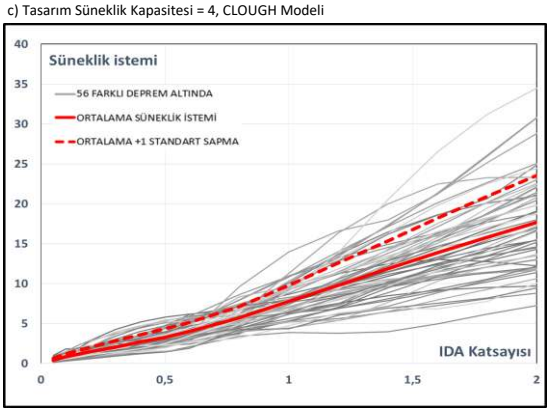
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



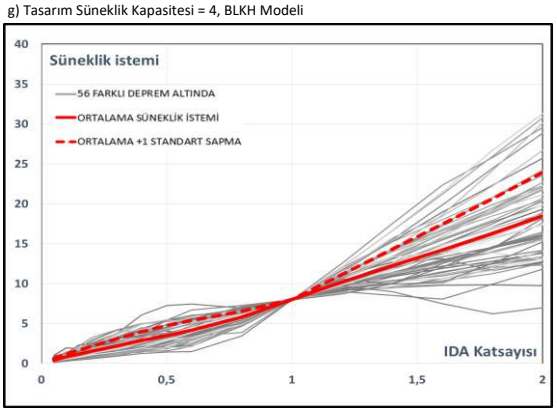
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

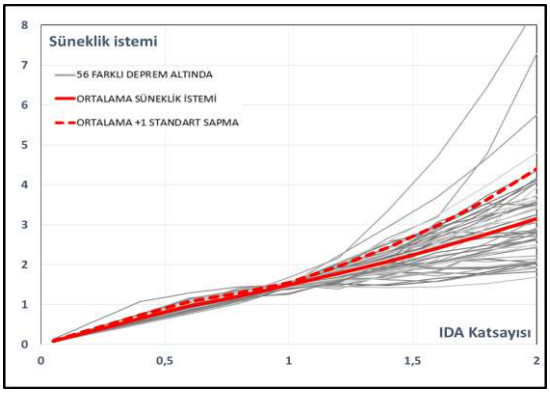


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

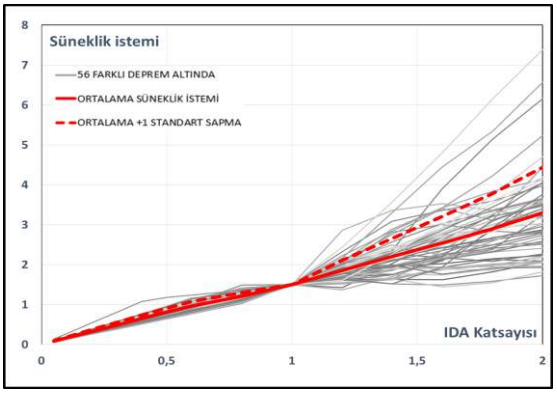


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

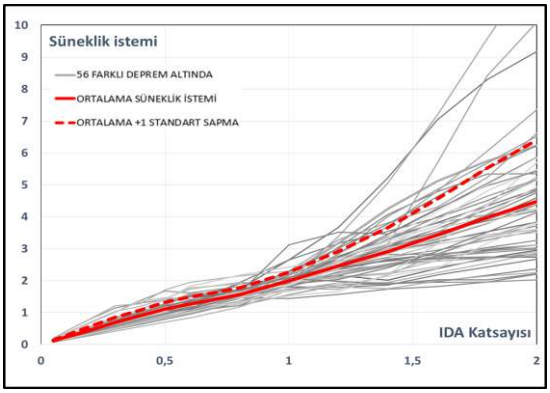
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.17: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



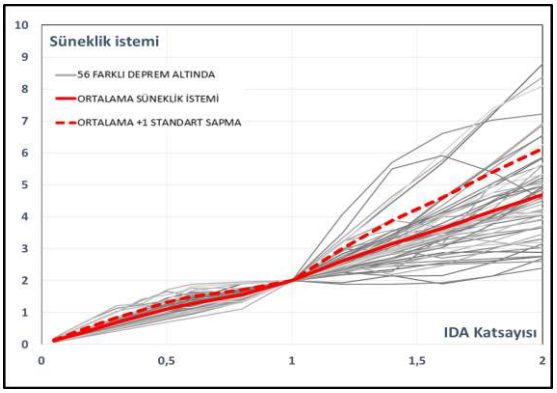
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



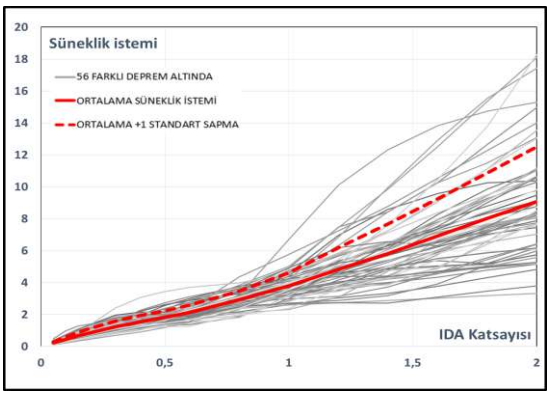
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



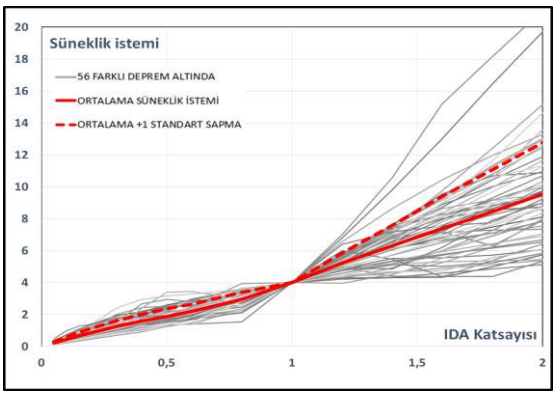
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



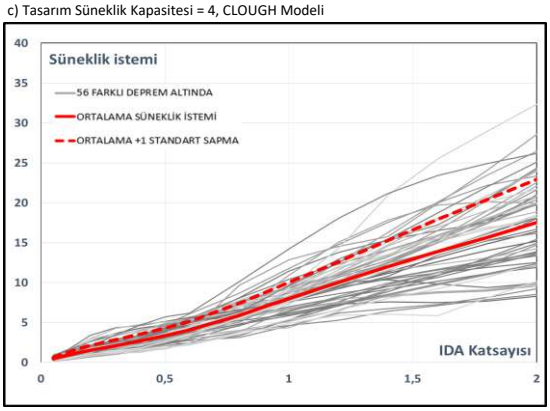
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



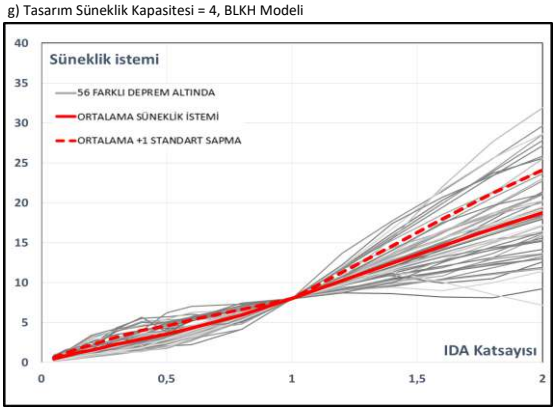
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

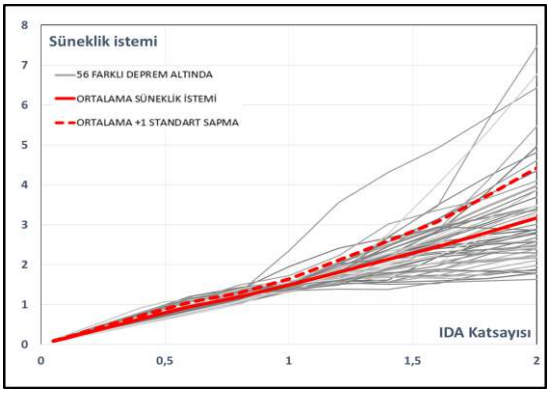


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

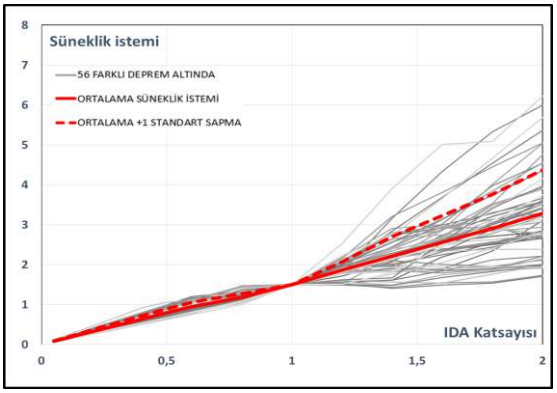


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

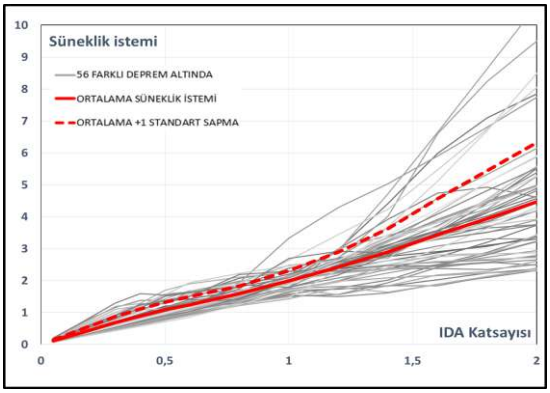
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.18: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



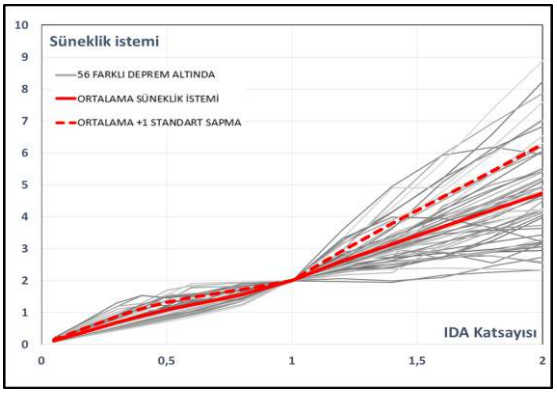
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



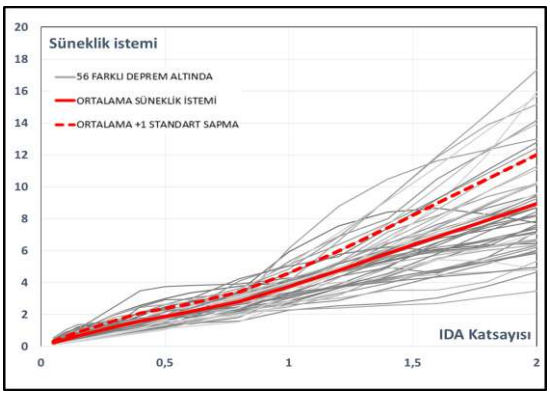
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



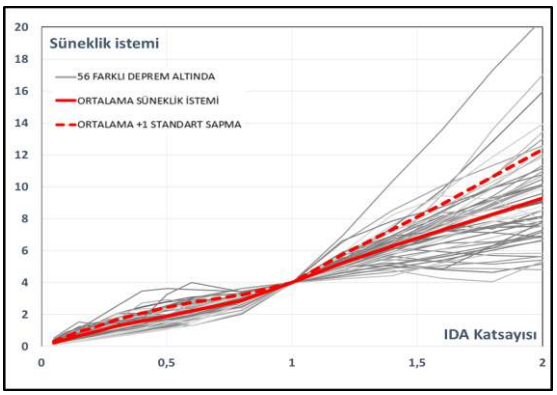
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



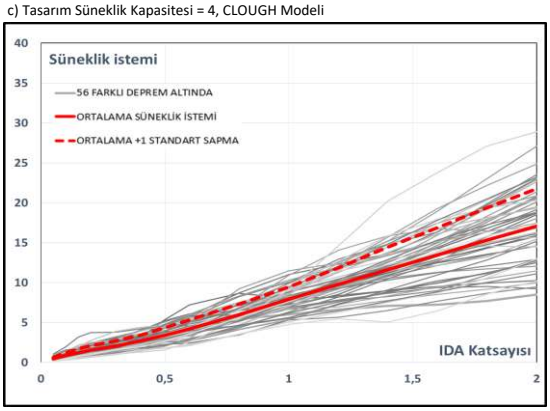
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



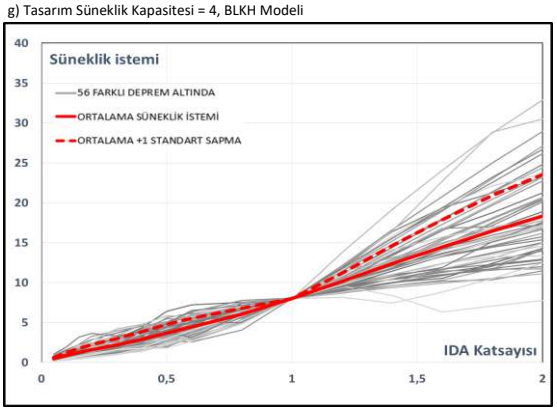
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

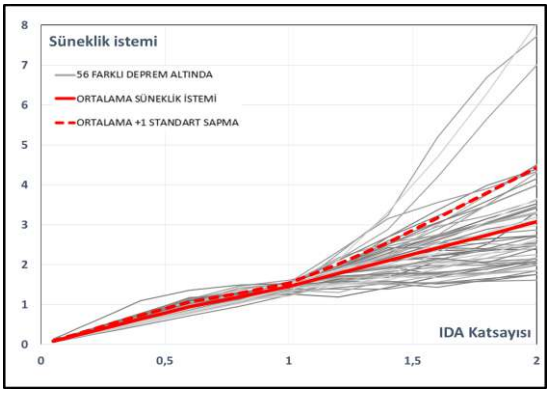


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

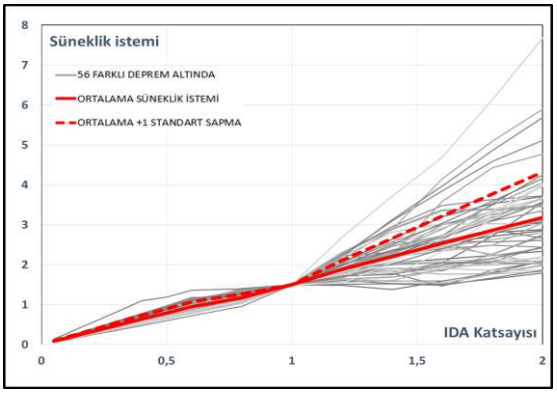


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

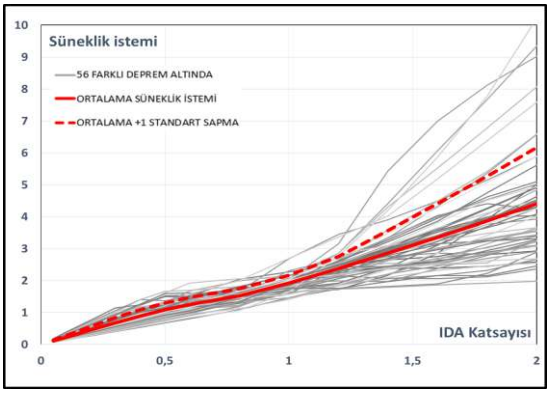
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.19: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



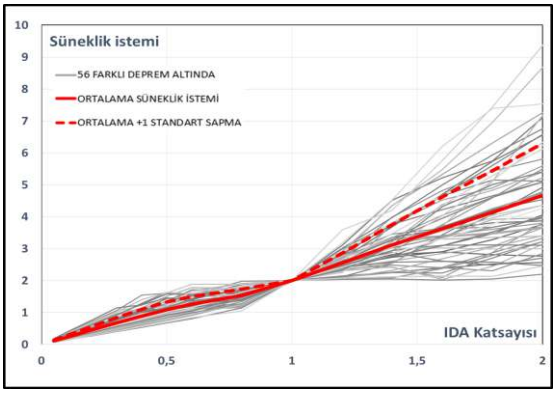
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



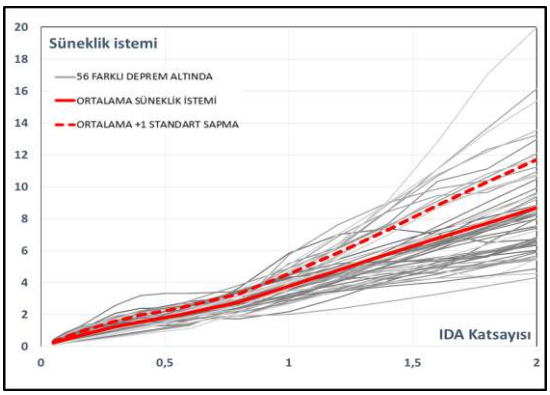
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



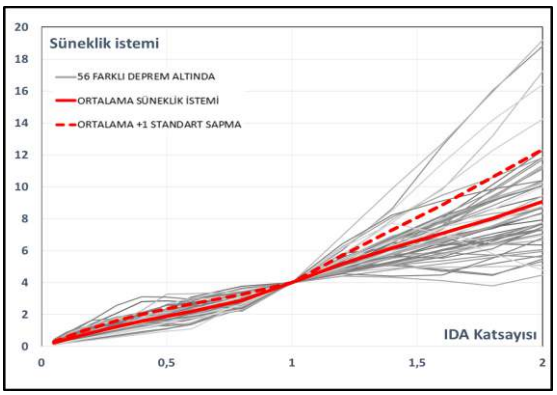
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



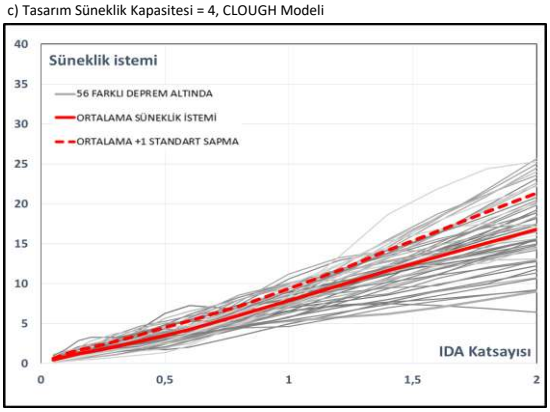
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



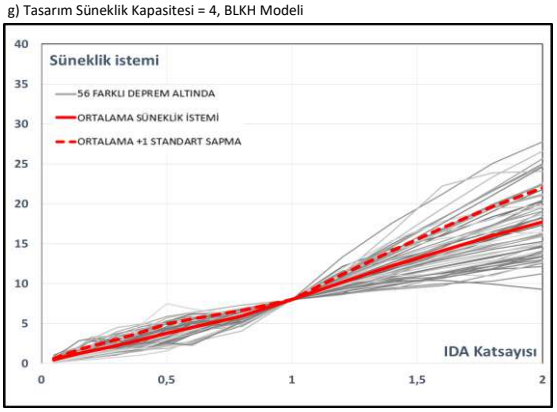
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

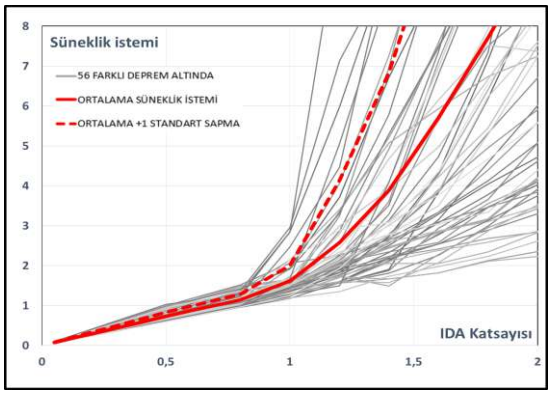


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

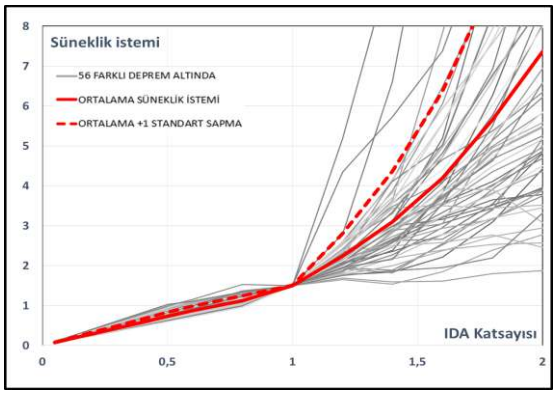


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

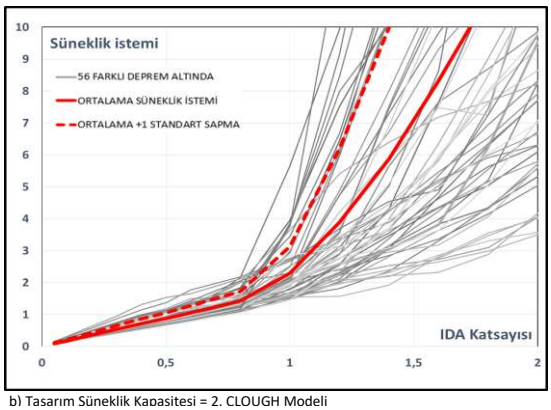
(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.20: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



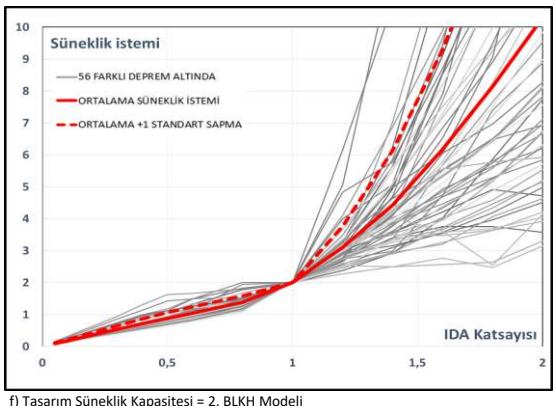
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



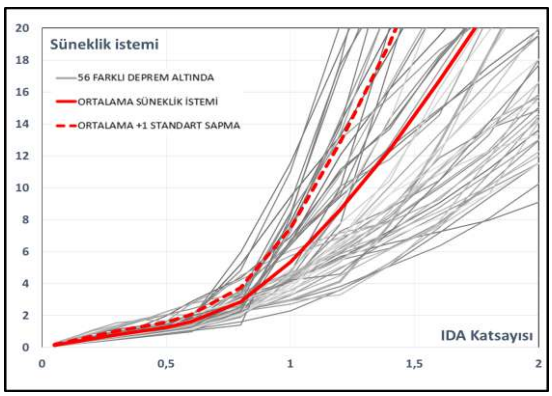
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



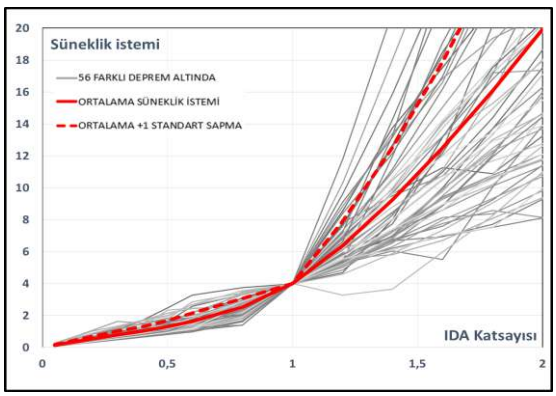
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



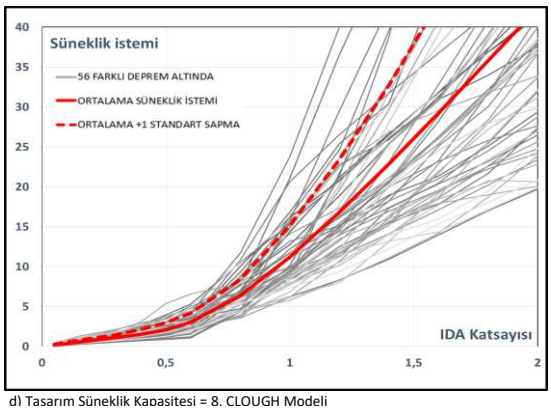
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



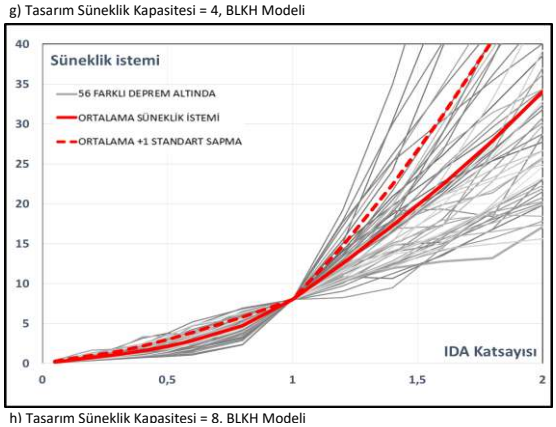
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

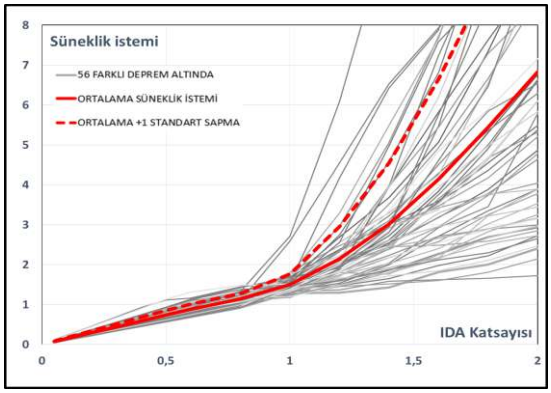


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

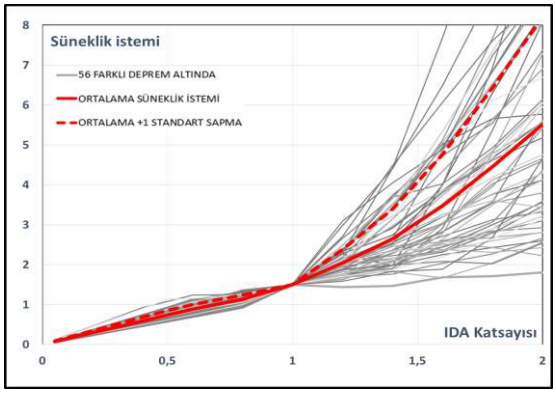


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

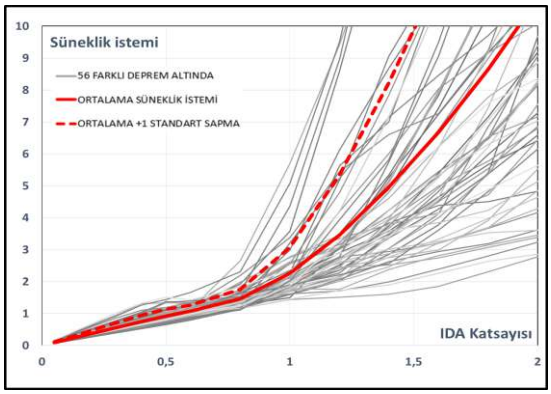
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.21: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



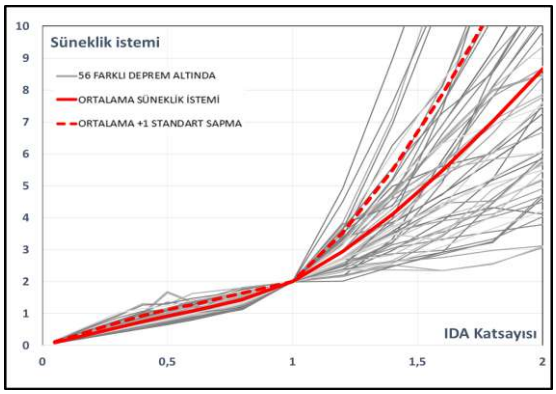
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



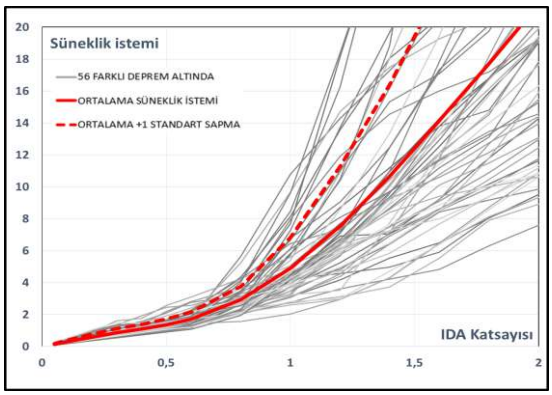
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



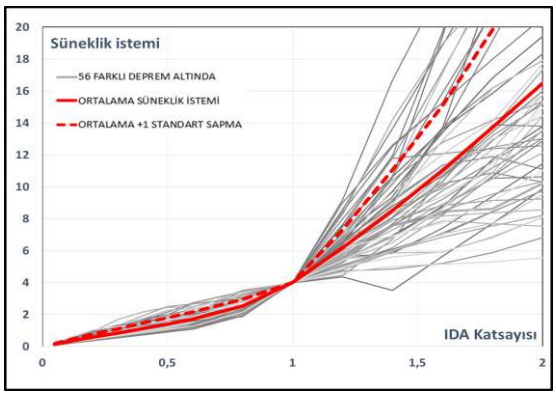
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, CLOUGH Modeli



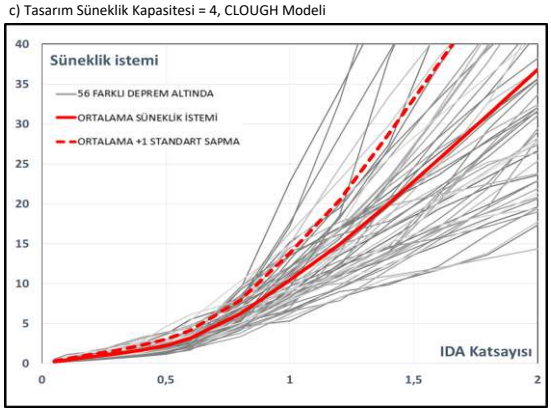
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, BLKH Modeli



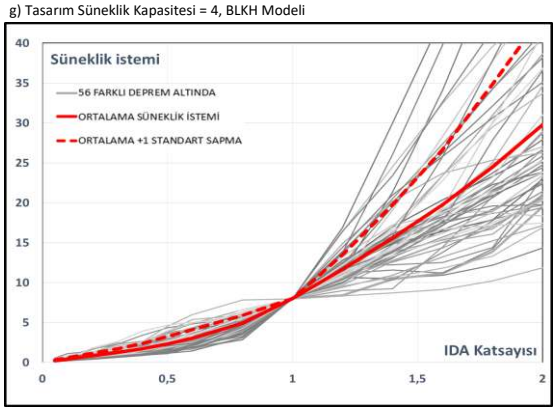
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



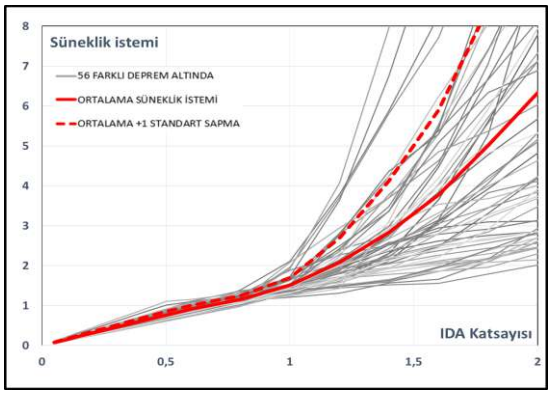
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



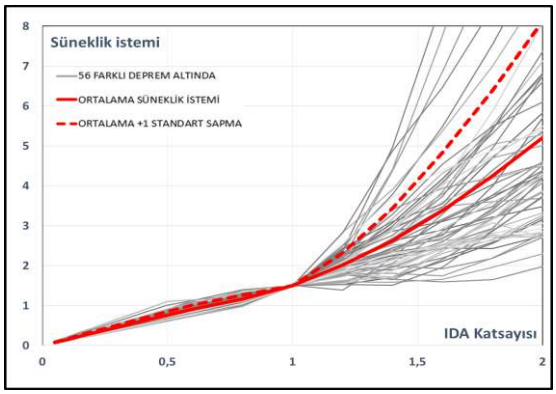
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

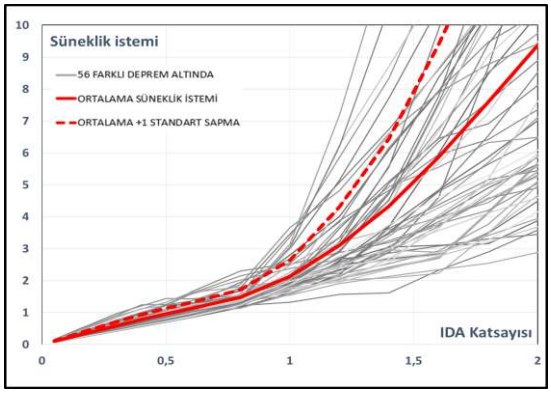
Şekil C.22: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



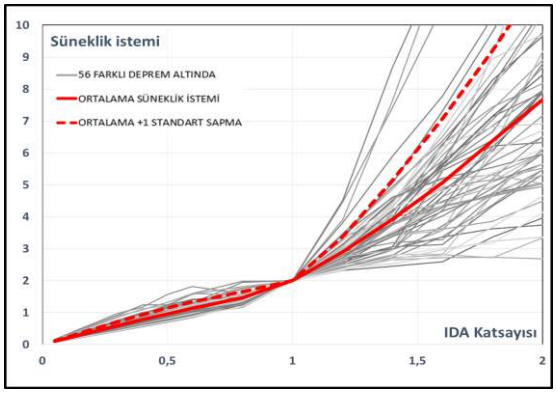
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



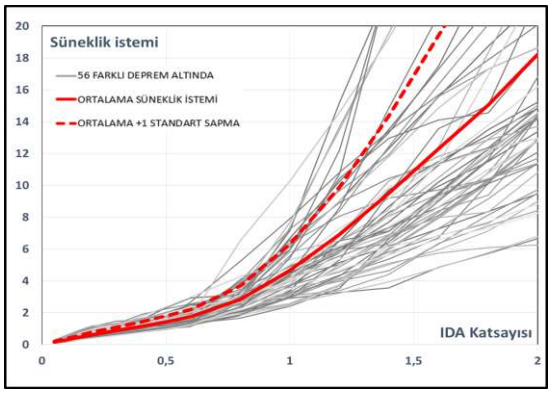
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



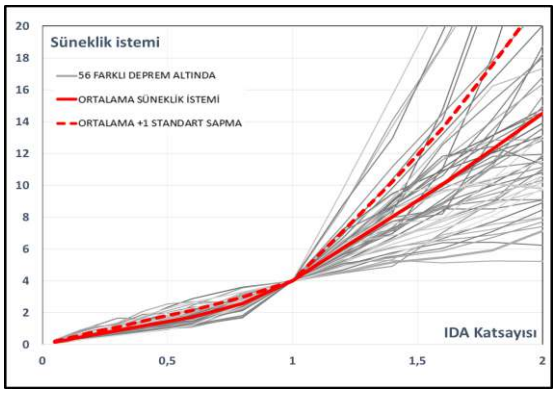
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



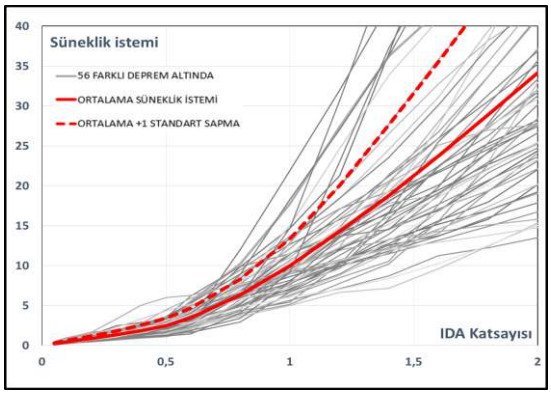
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



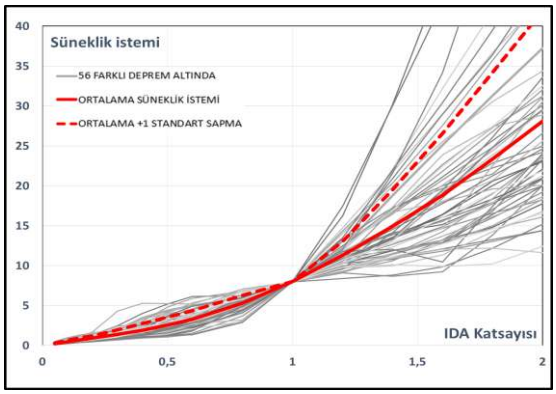
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

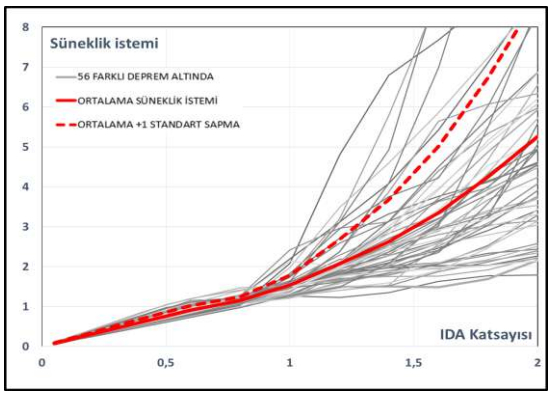


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

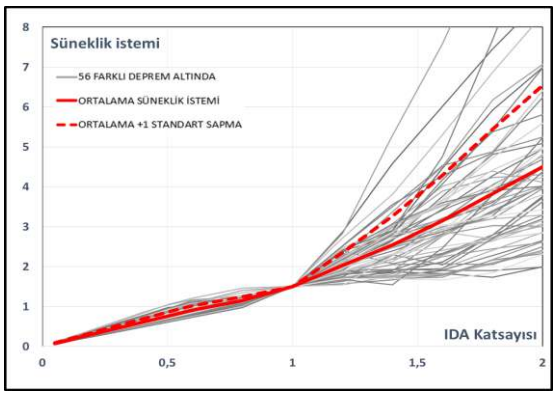


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

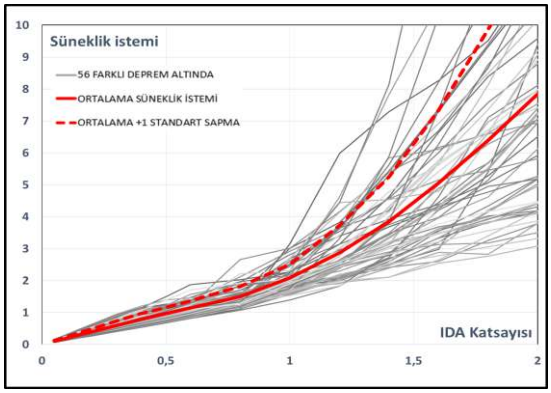
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.23: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



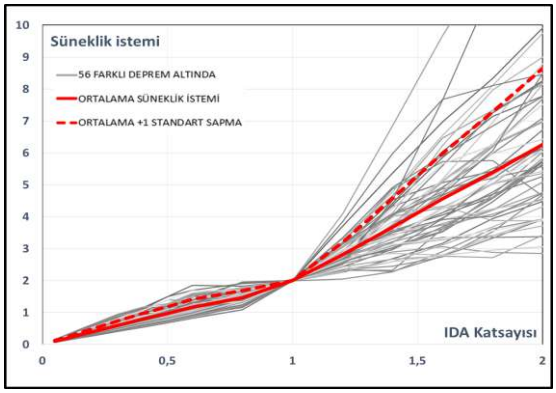
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



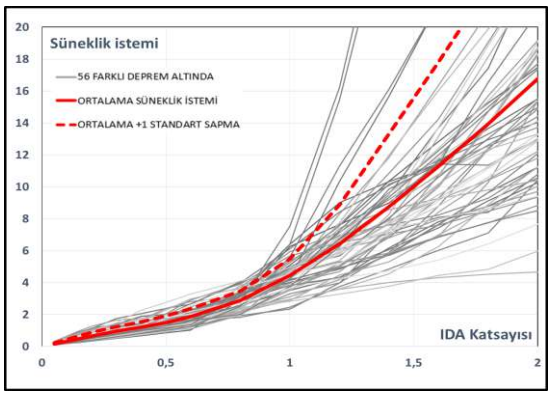
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



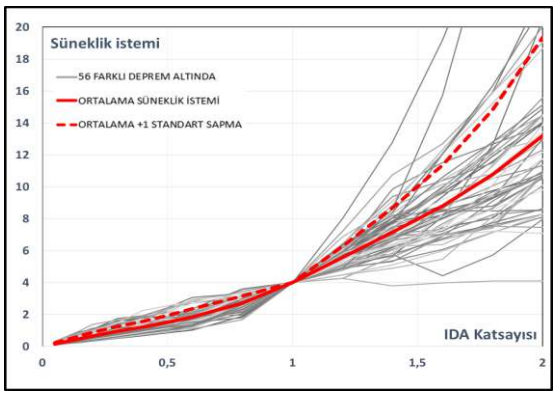
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



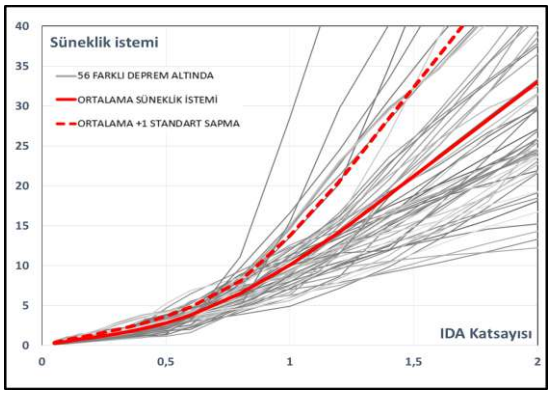
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



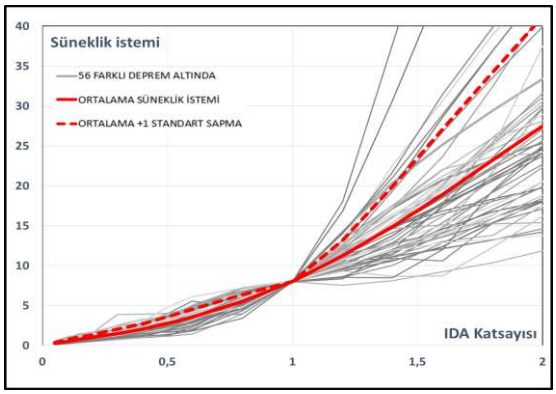
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

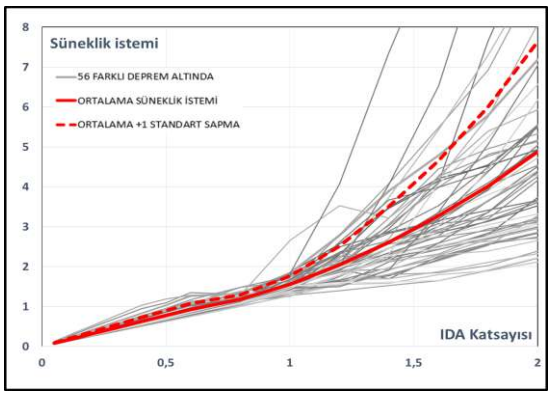


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

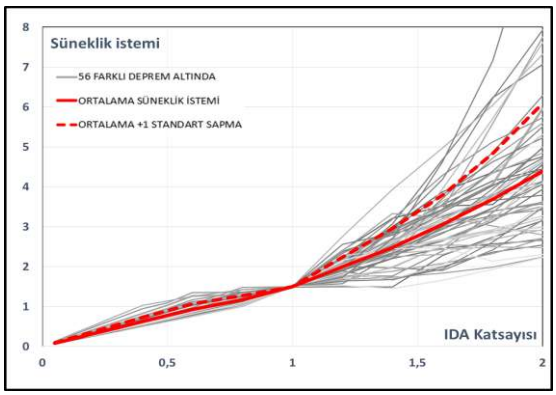


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

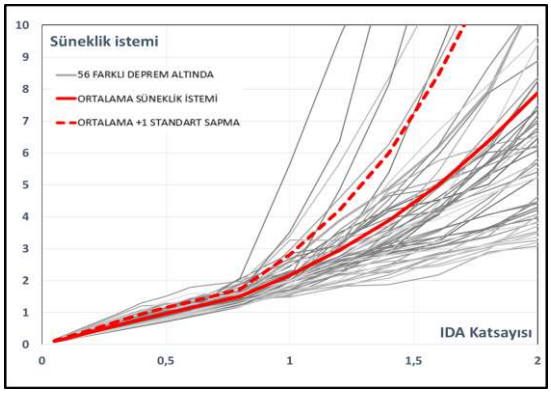
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.24: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



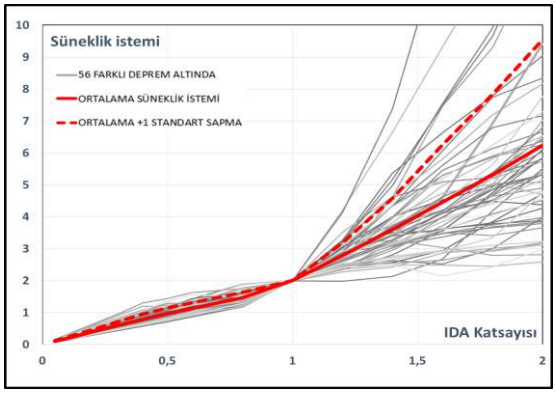
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



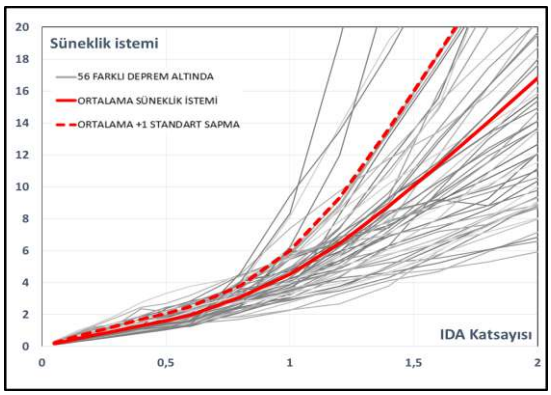
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



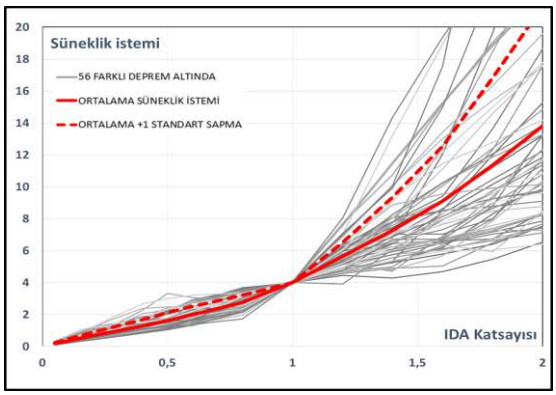
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



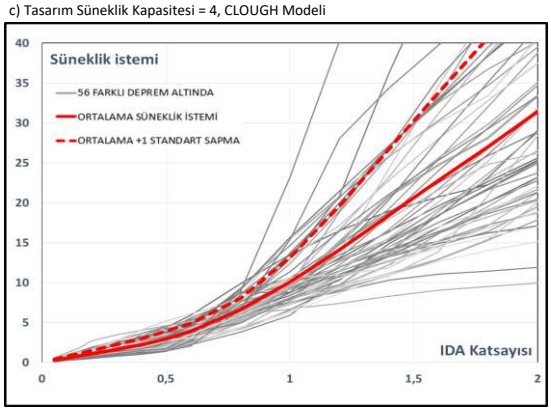
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



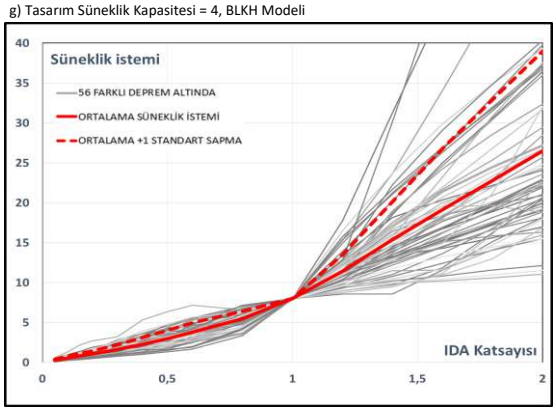
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

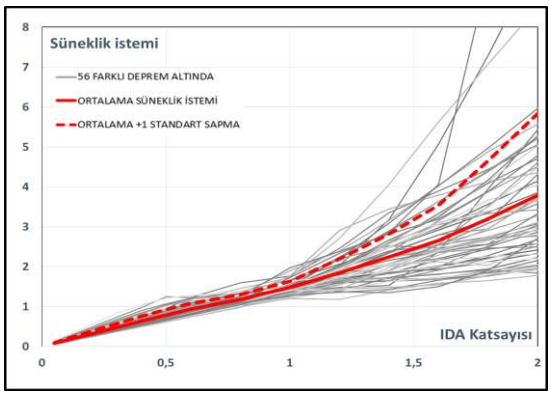


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

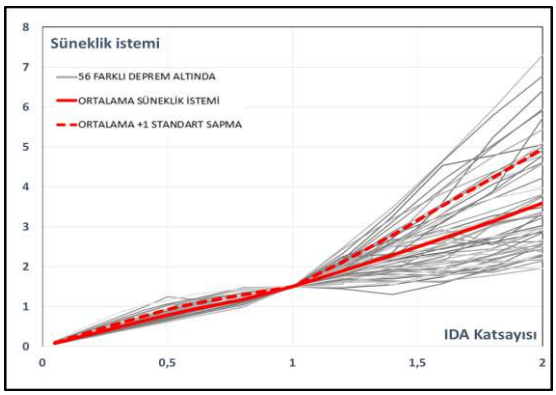


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

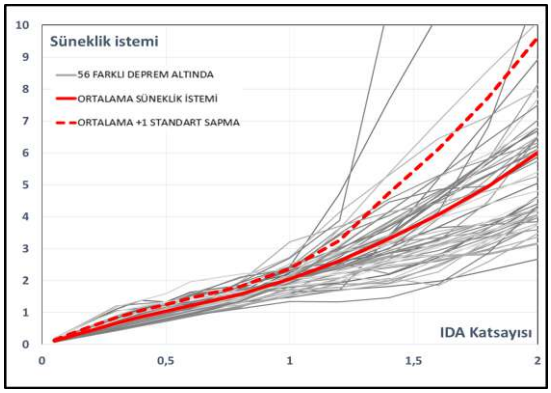
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.25: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



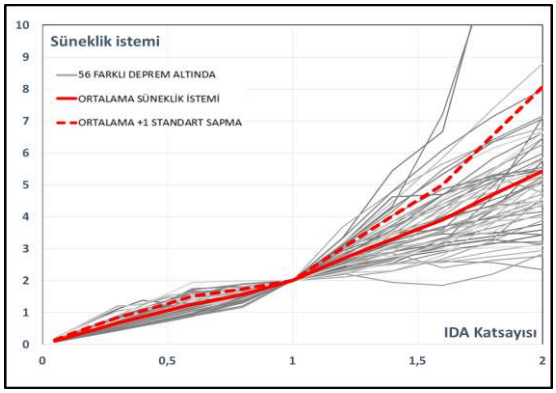
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



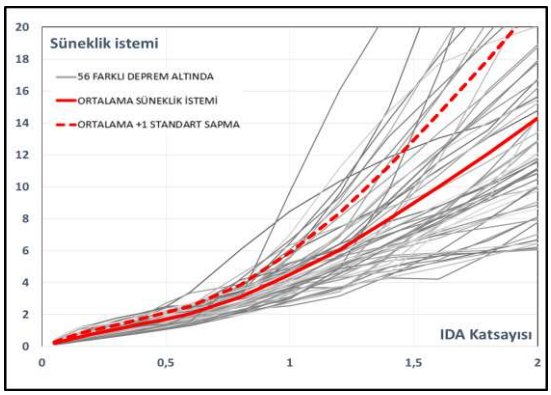
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



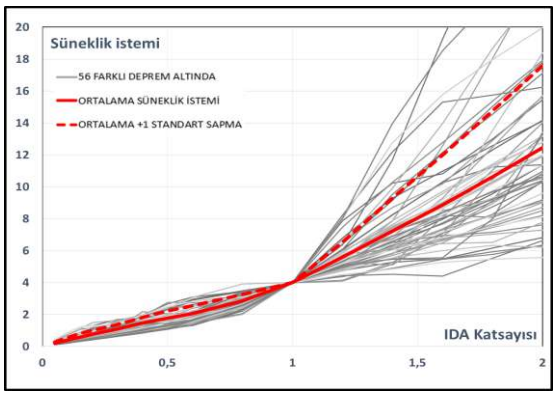
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



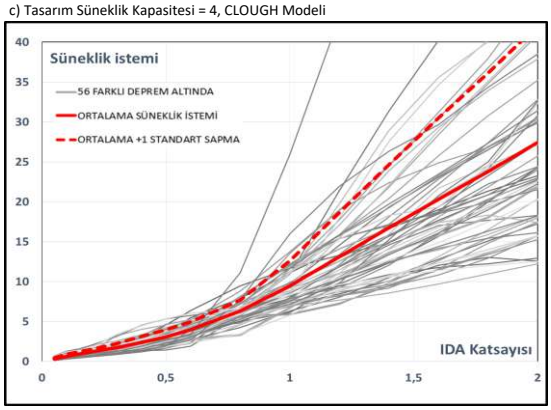
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



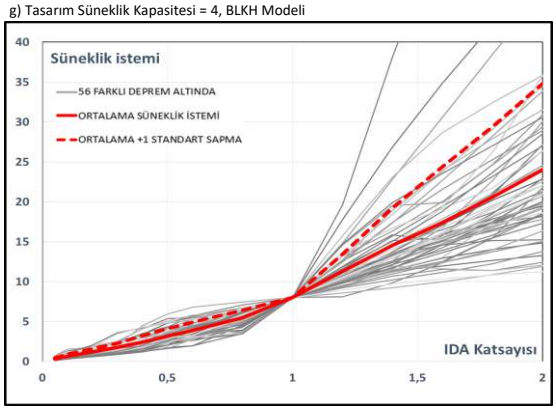
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

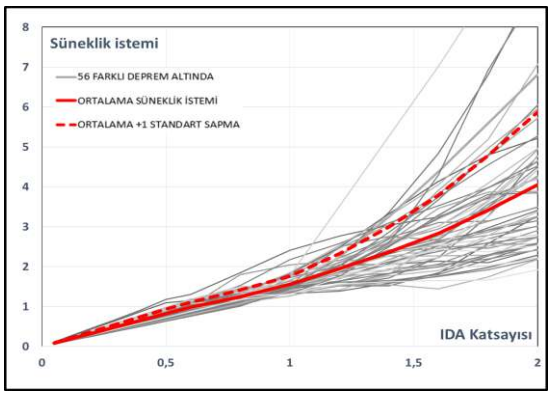


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

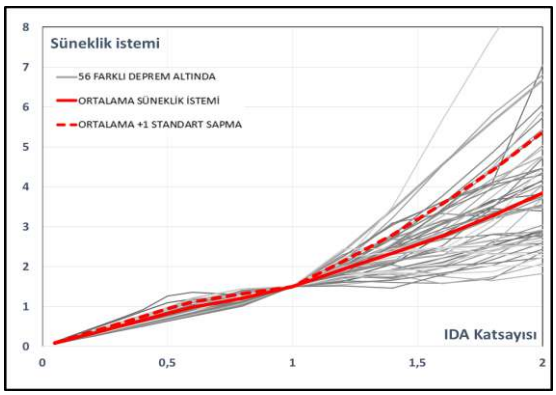


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

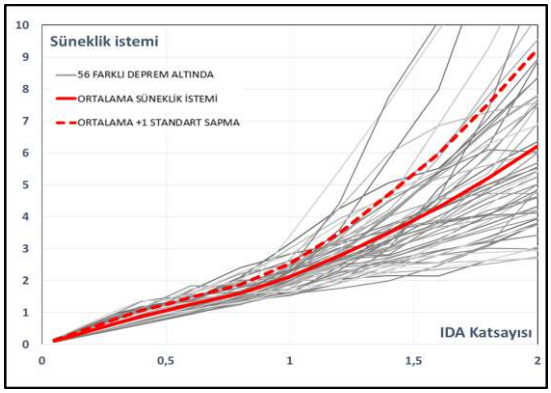
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.26: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



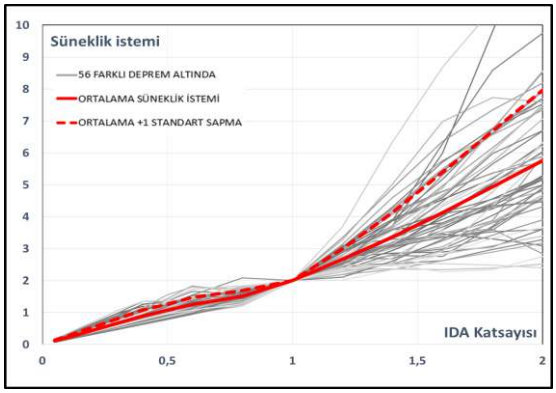
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



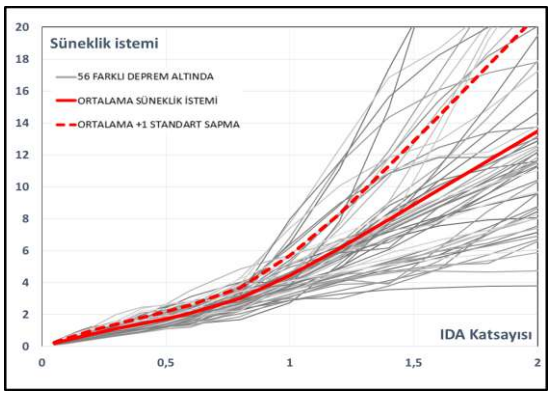
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



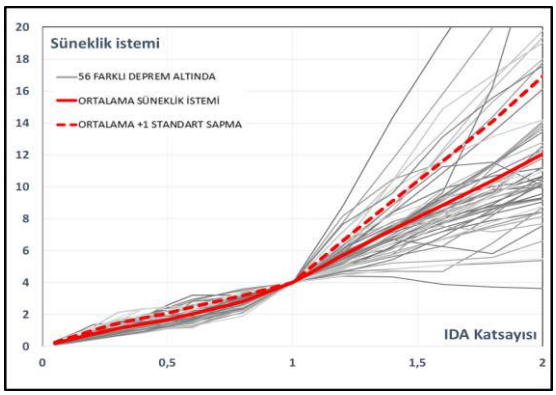
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



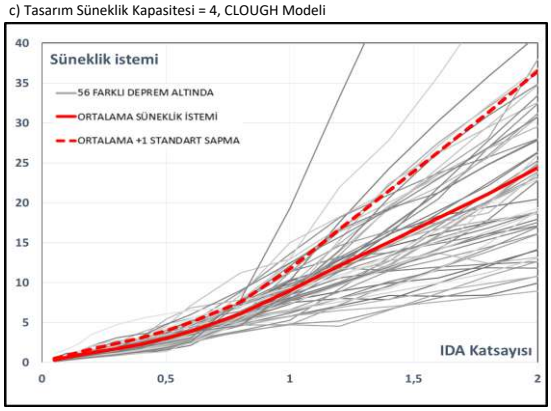
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



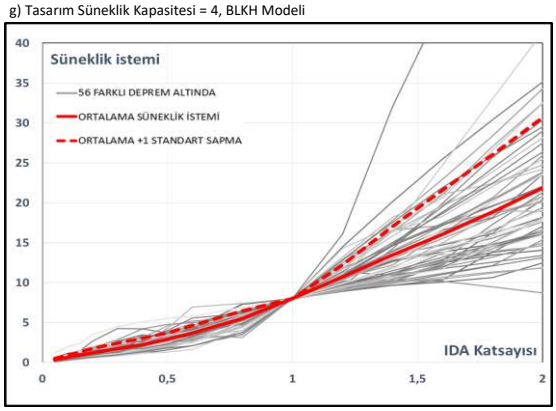
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

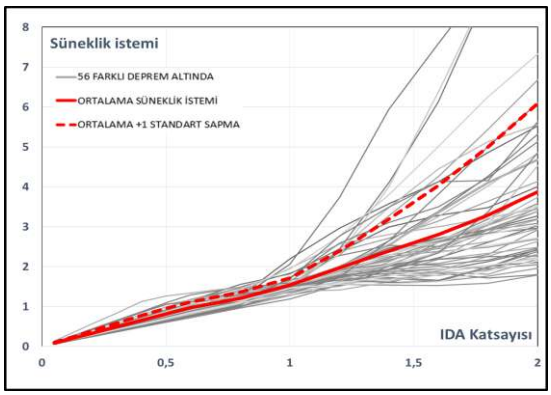


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

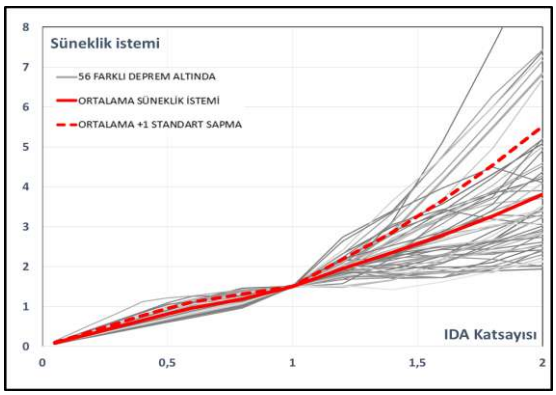


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

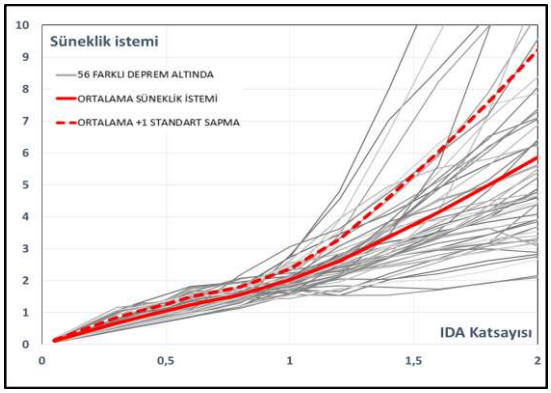
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.27: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



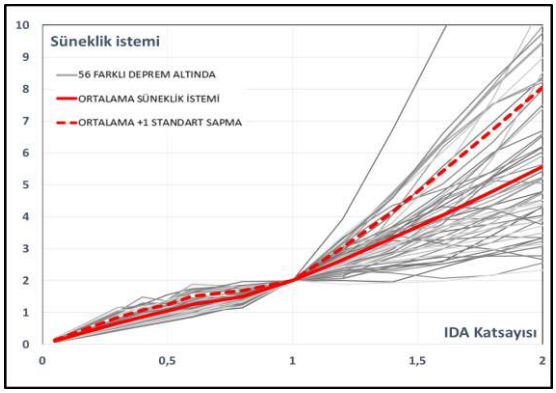
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



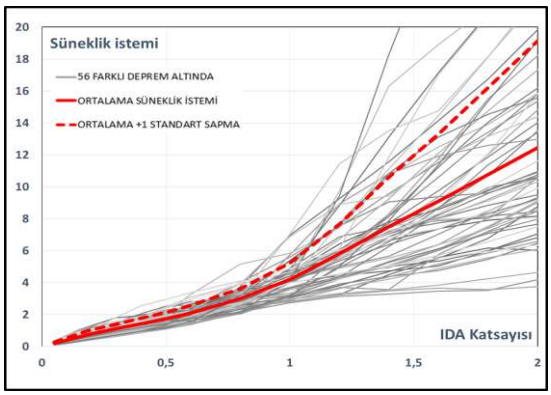
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



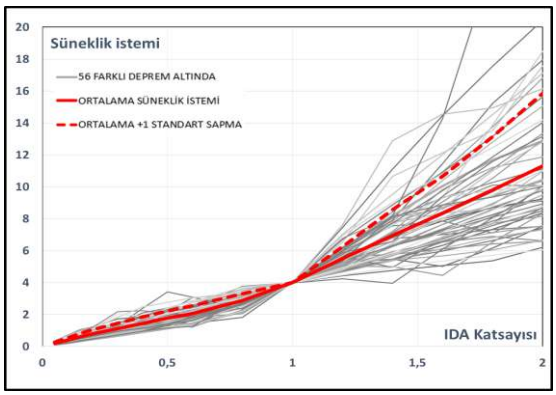
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



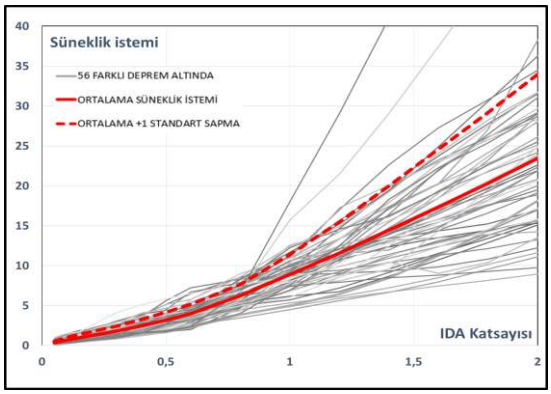
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



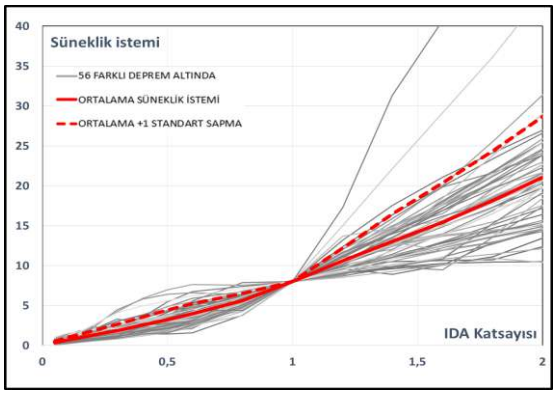
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

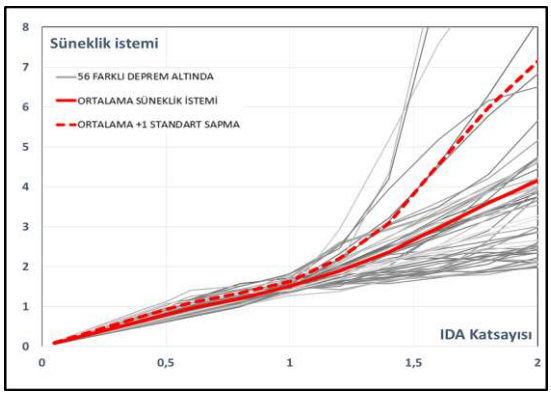


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

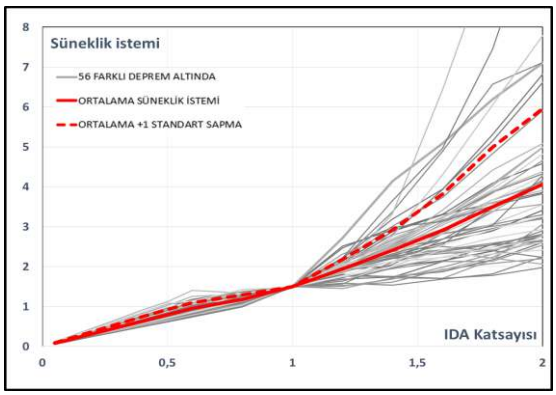


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

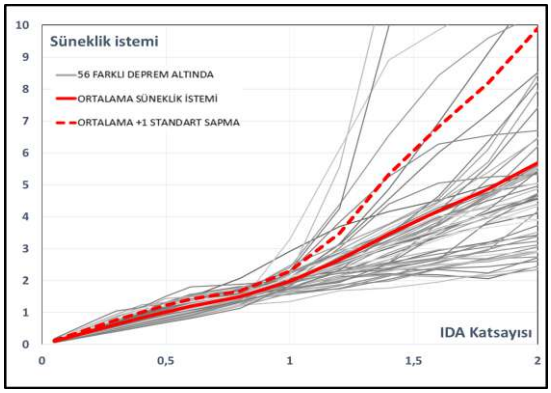
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.28: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



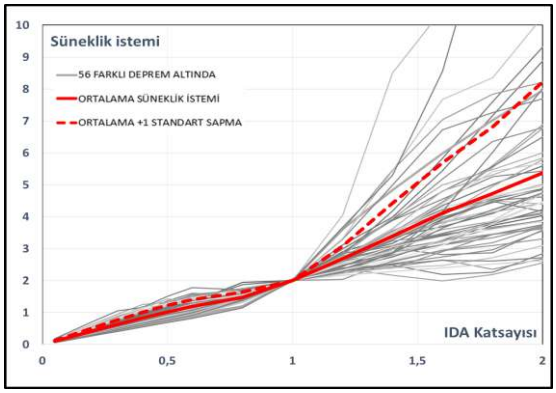
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



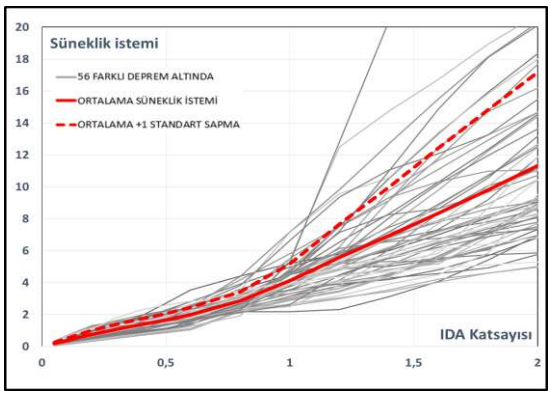
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



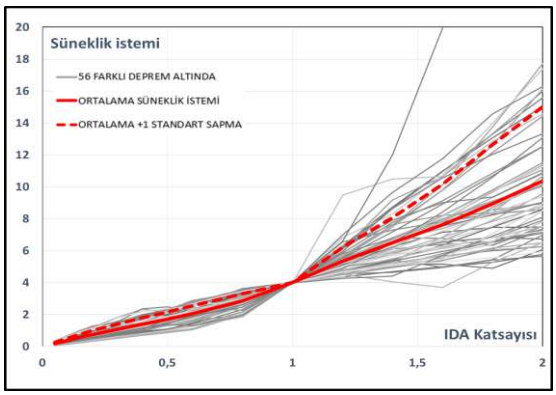
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



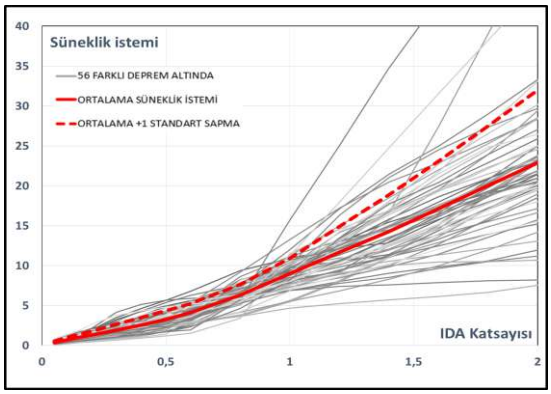
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



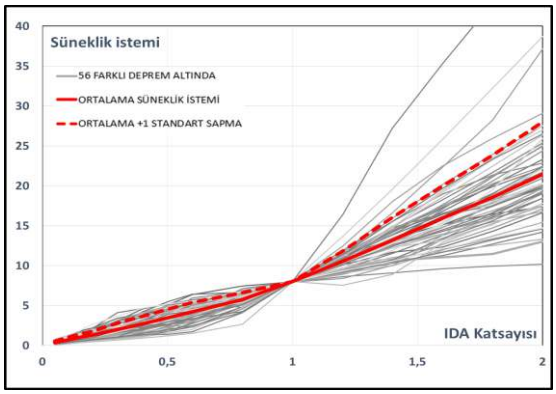
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

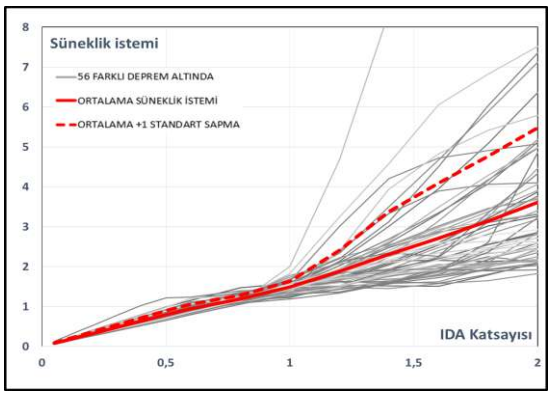


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

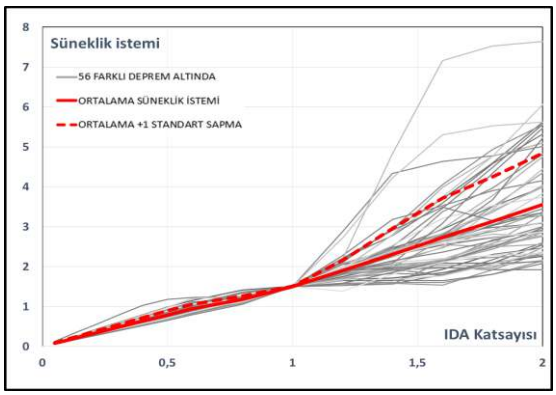


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

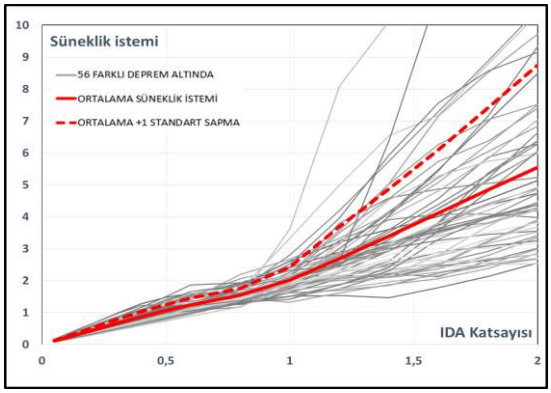
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.29: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



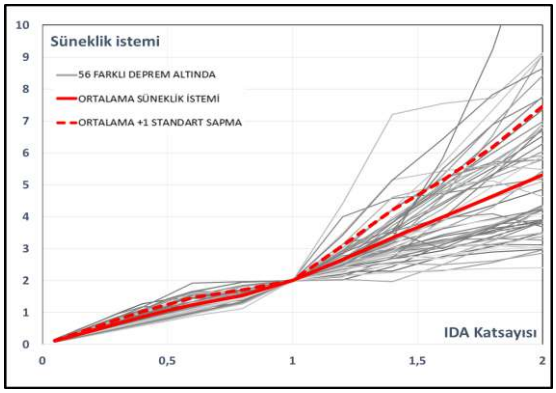
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



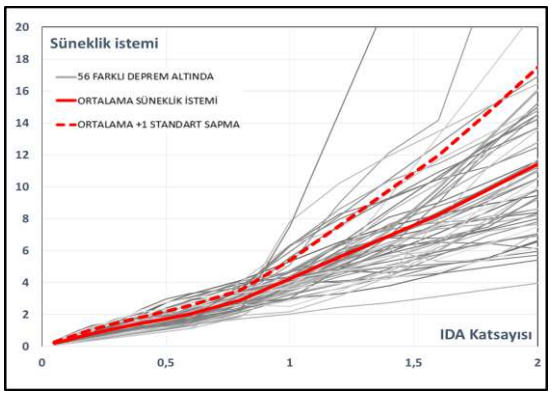
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



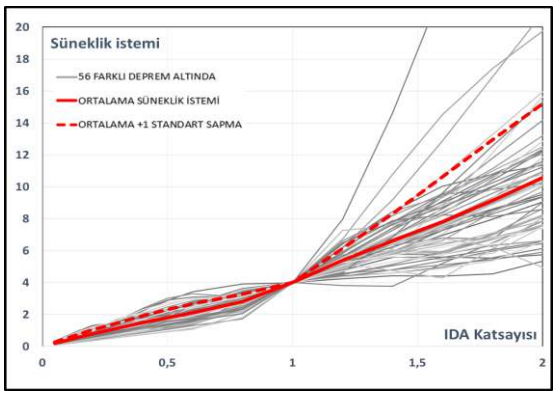
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



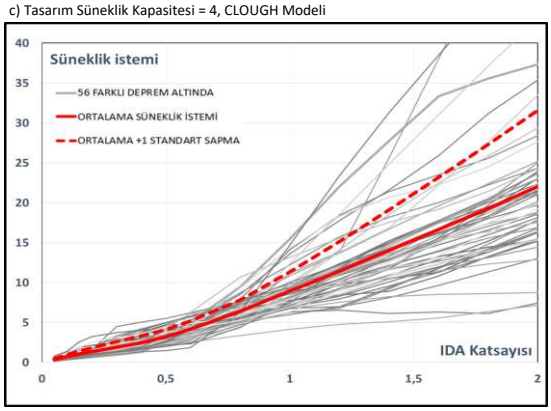
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



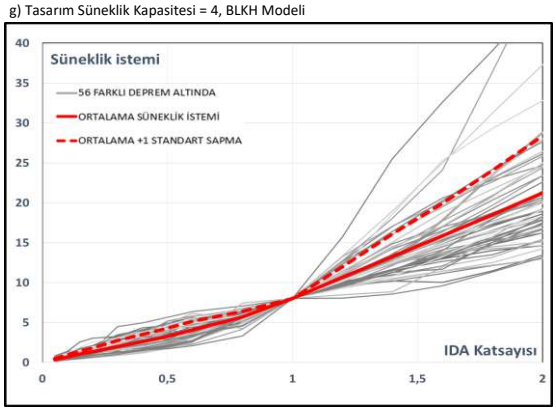
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

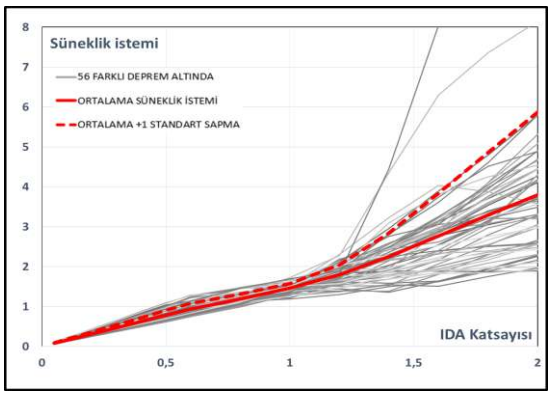


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

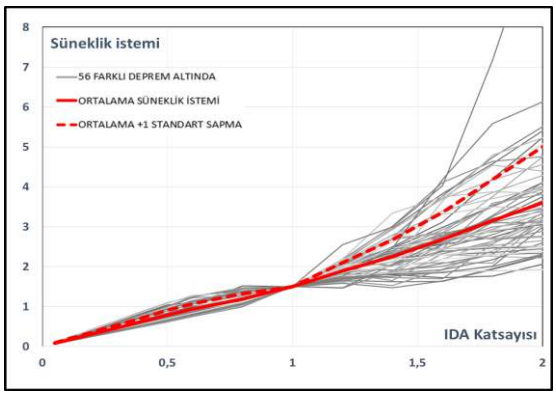


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

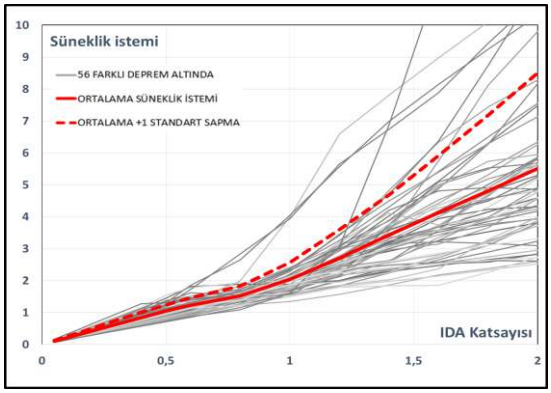
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.30: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



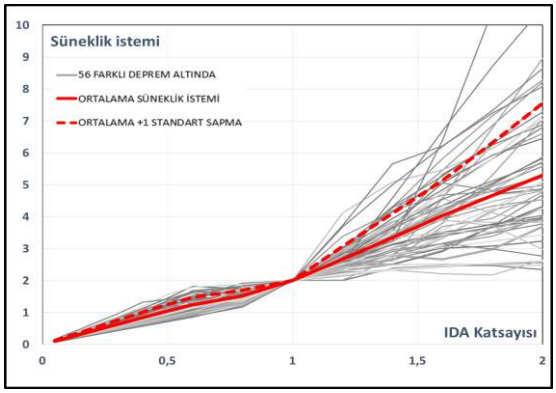
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



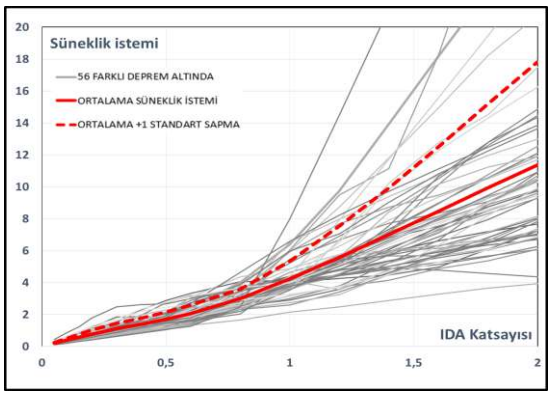
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



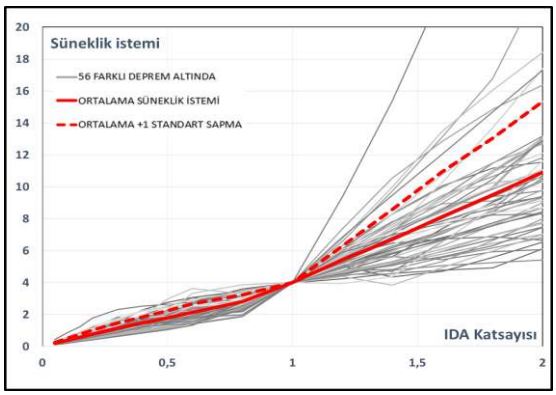
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



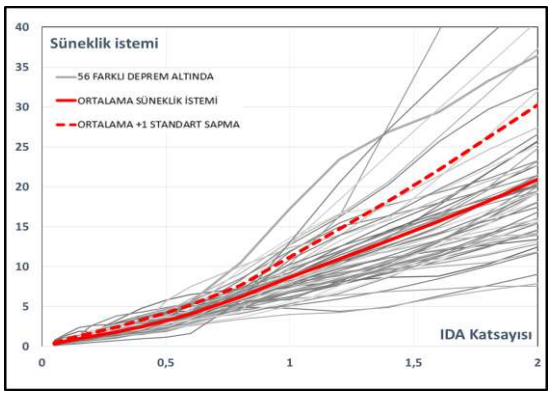
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



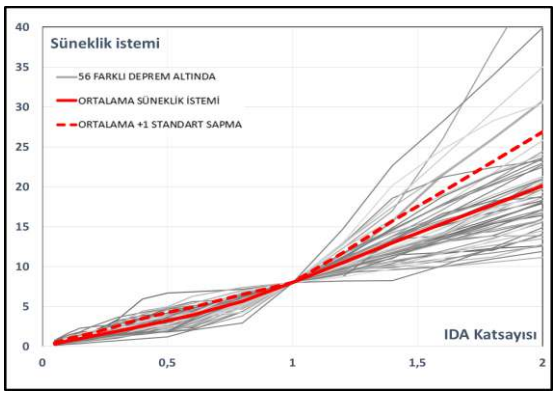
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

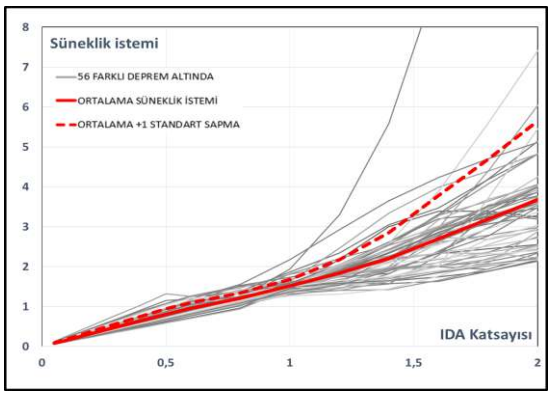


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

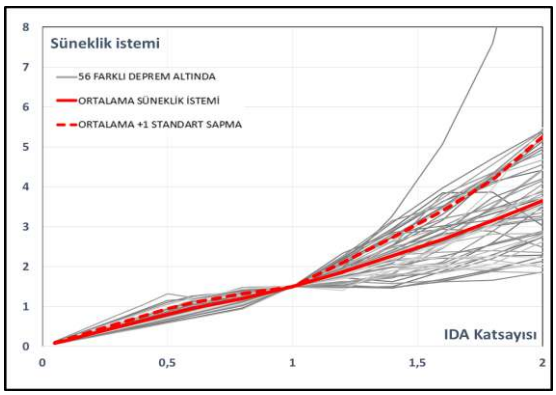


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

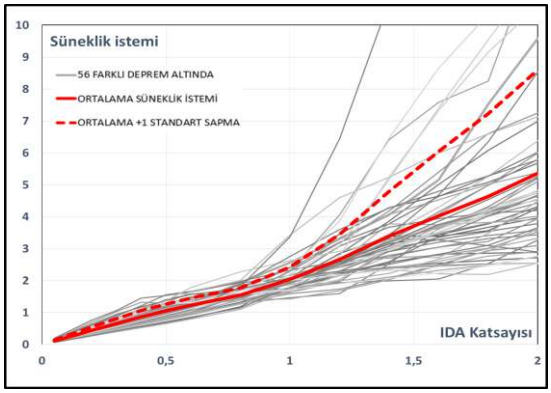
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.31: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



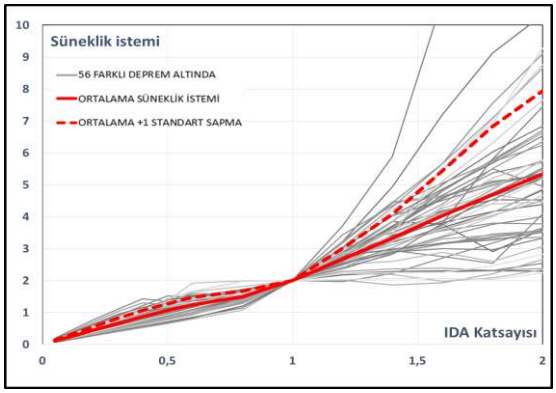
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



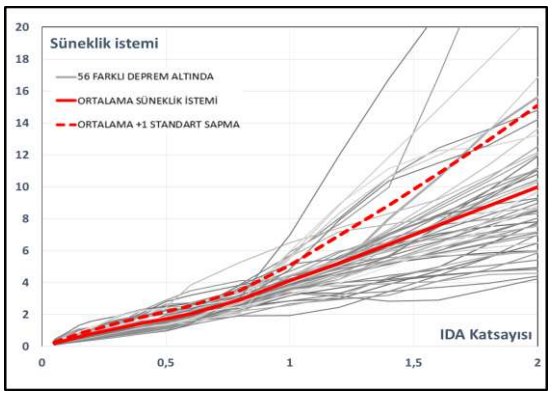
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



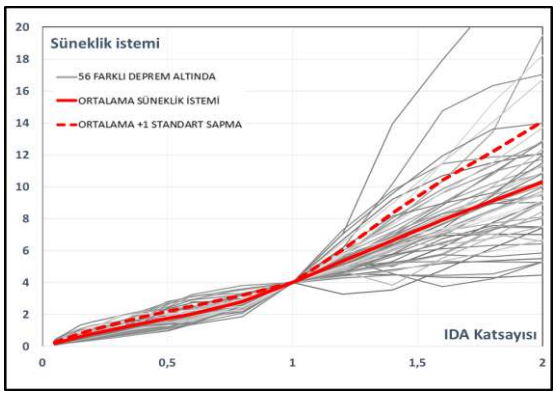
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



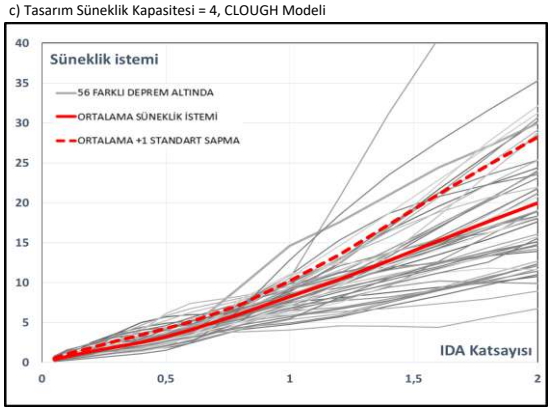
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



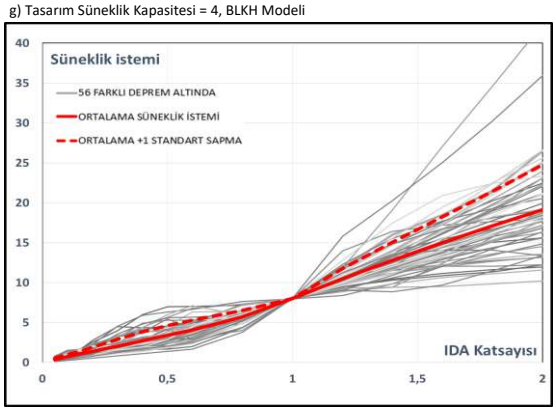
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

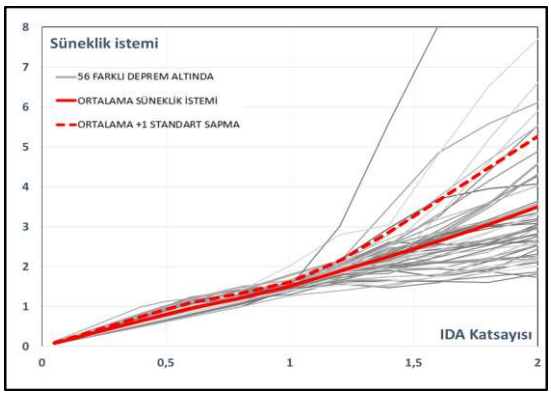


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

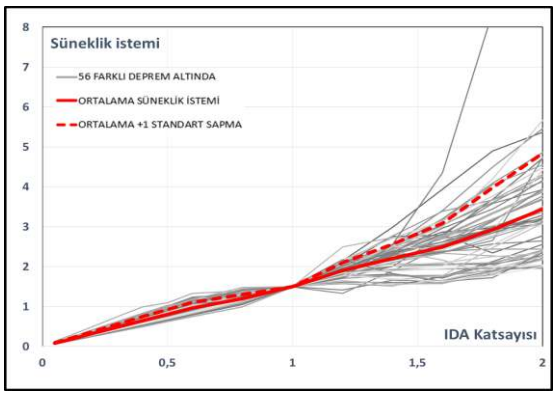


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

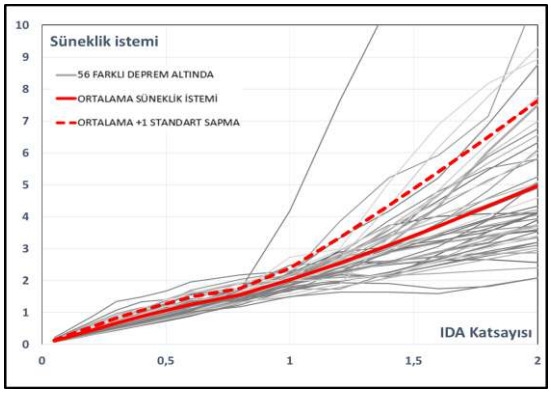
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.32: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



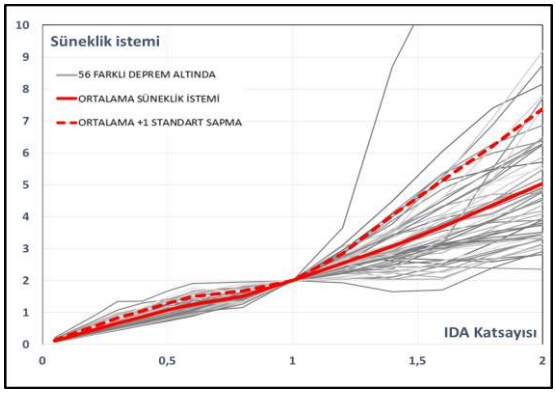
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



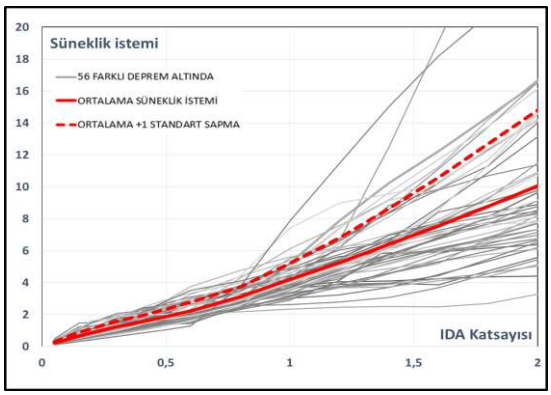
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



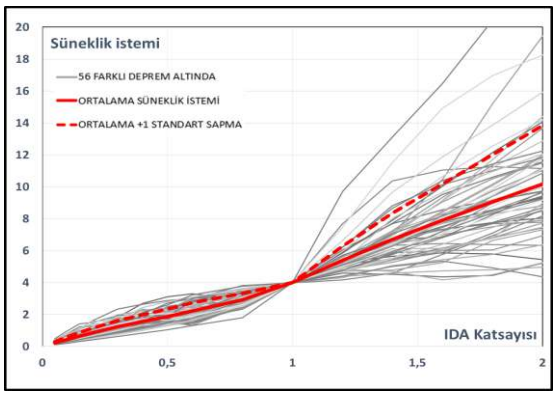
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



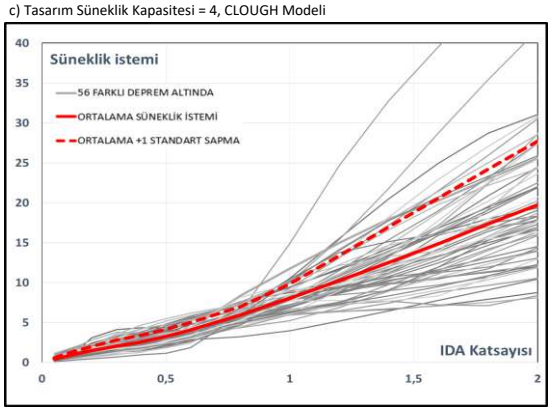
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



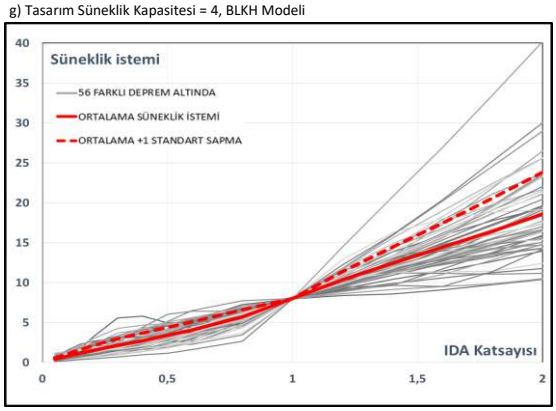
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

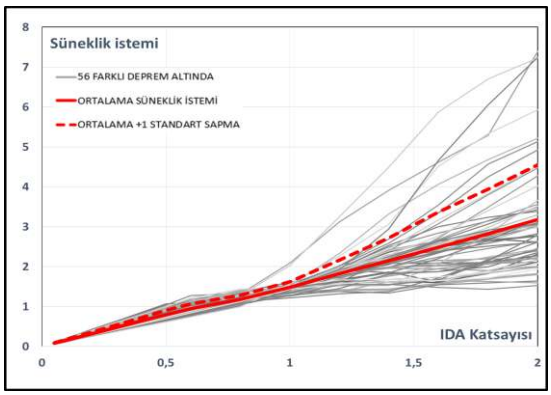


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

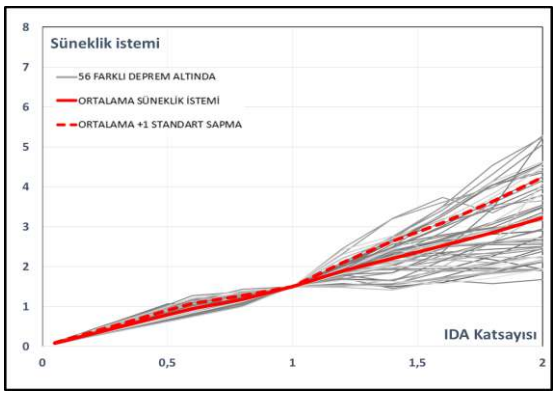


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

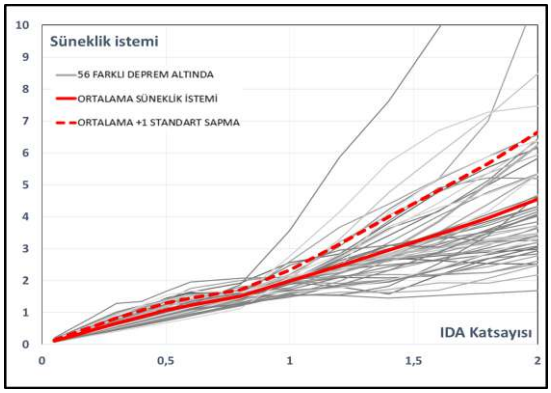
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.33: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



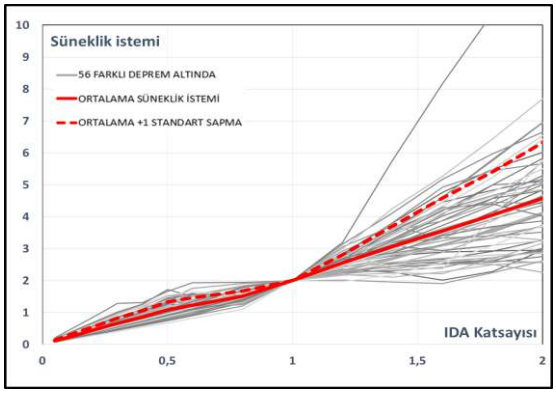
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



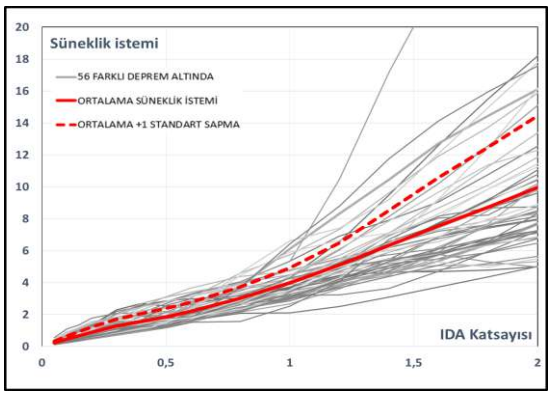
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



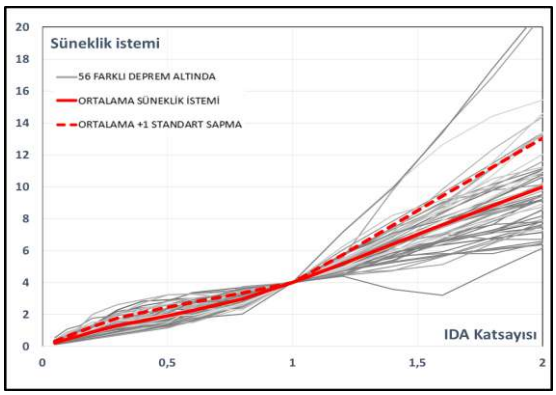
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



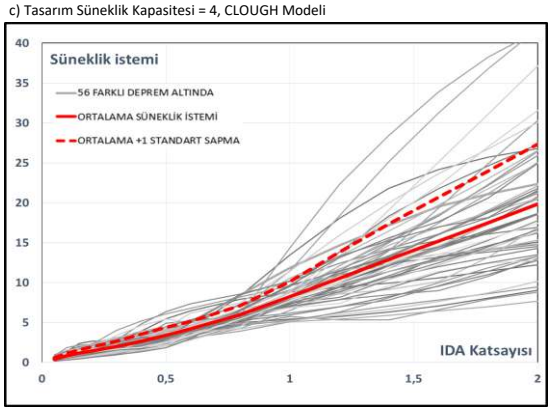
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



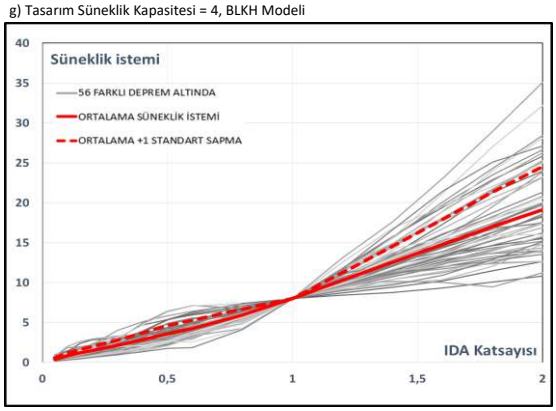
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



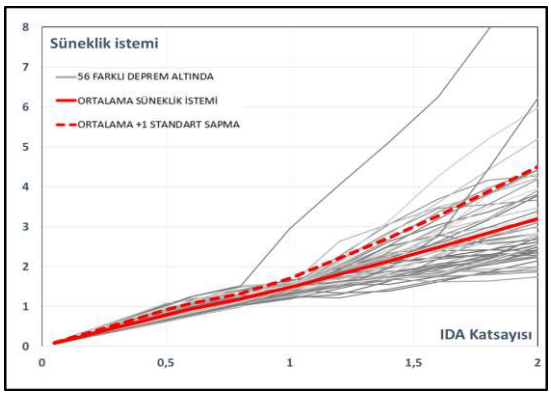
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



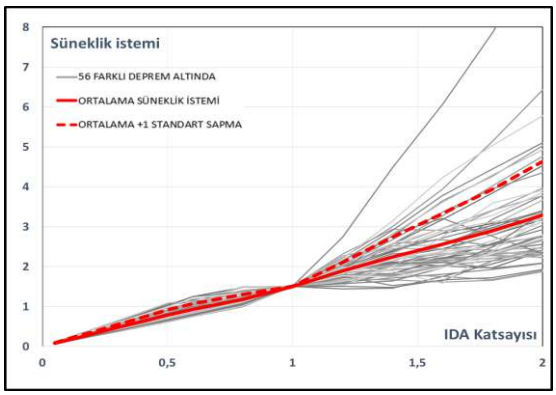
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

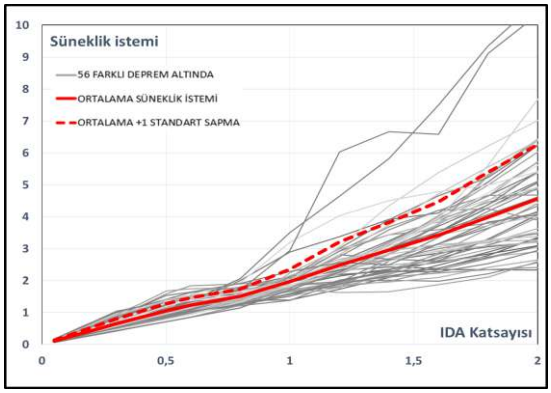
Şekil C.34: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



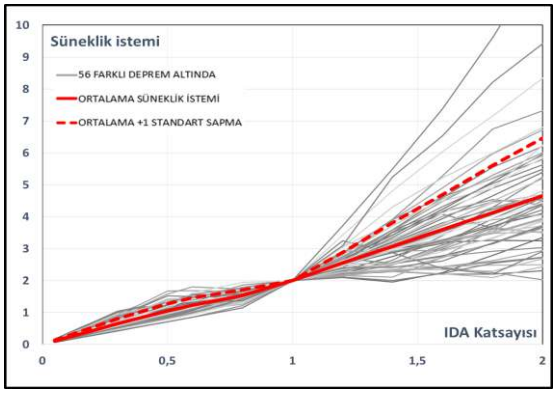
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



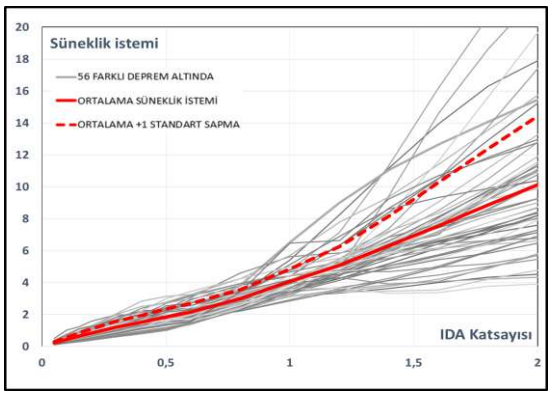
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



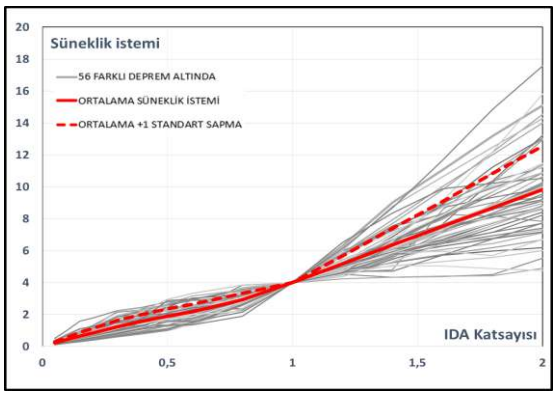
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



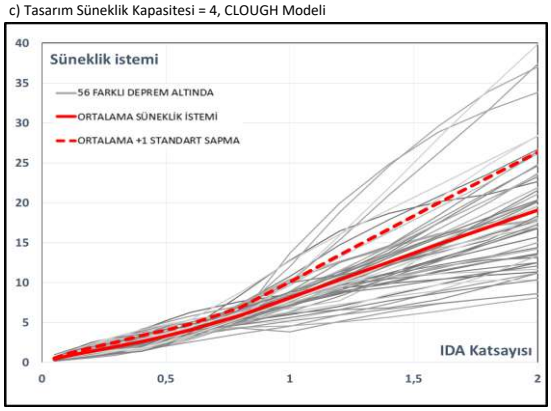
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



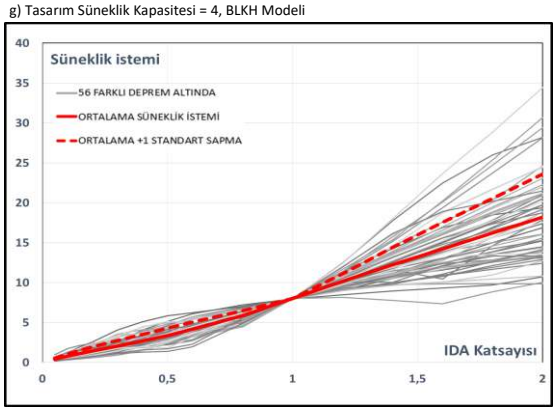
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



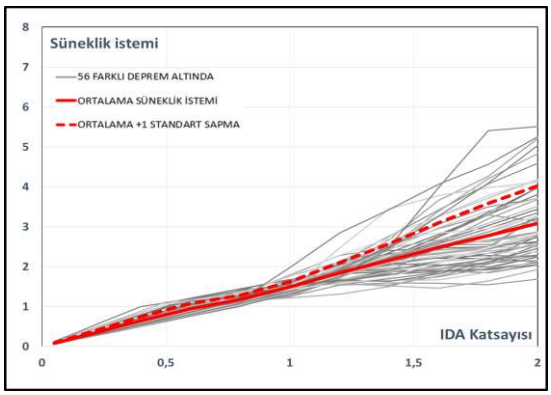
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



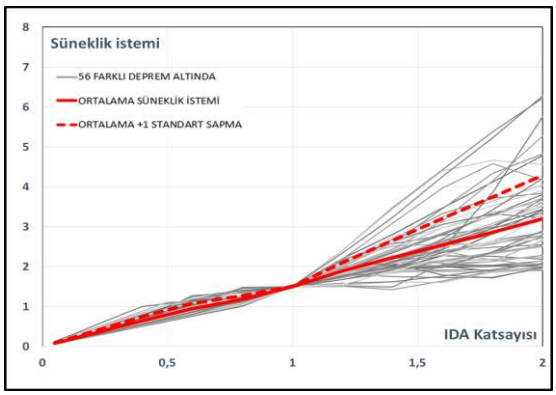
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

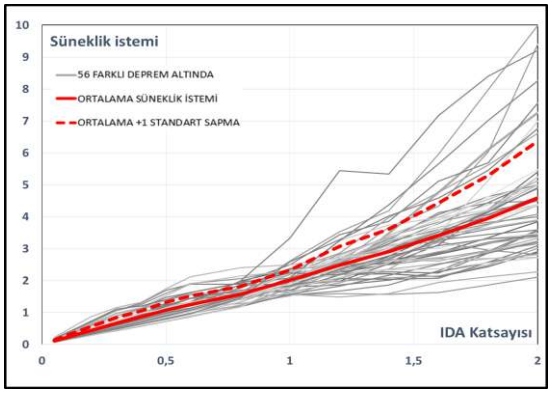
Şekil C.35: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



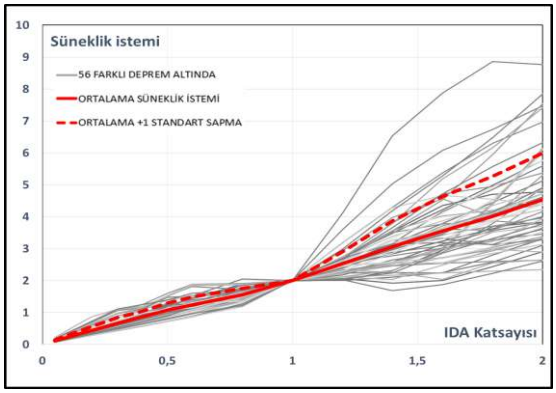
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



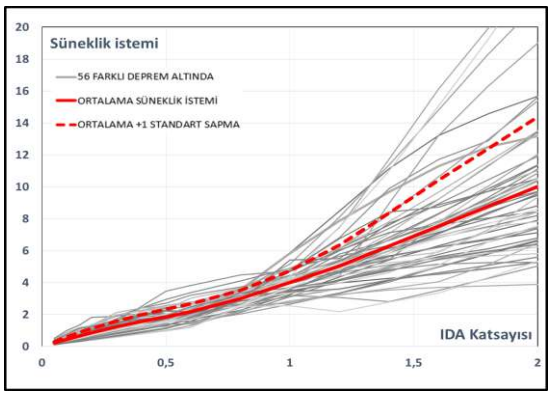
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



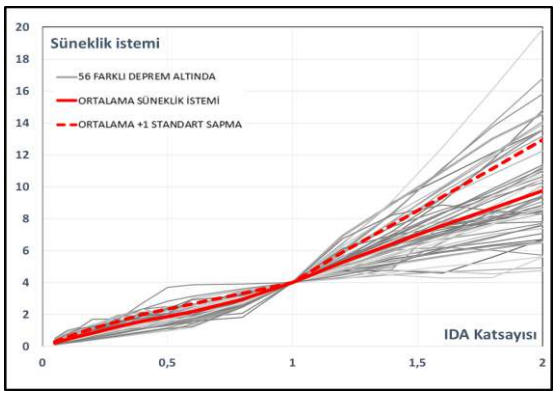
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



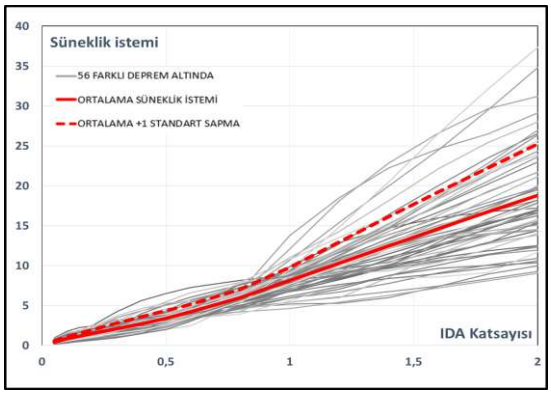
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



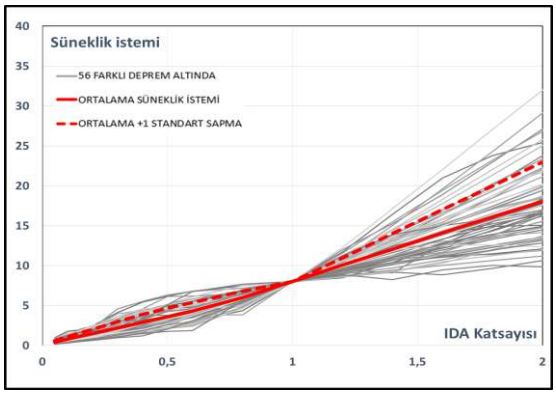
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

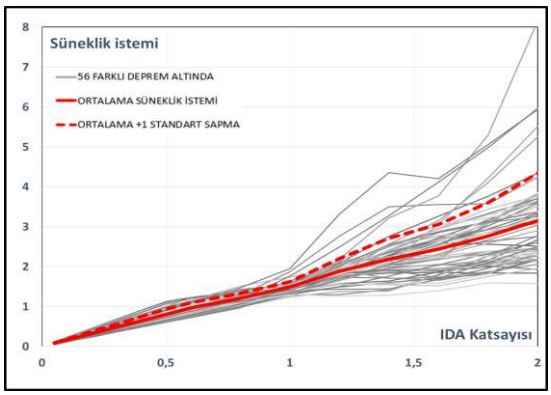


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

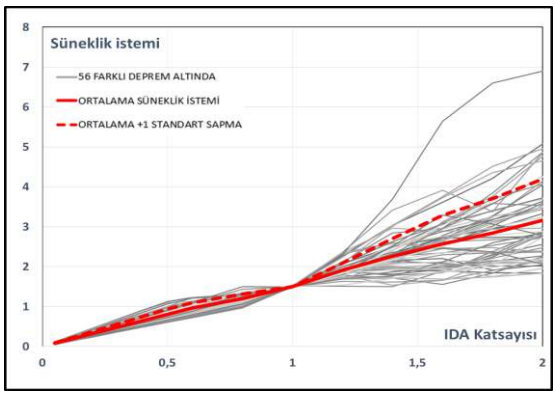


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

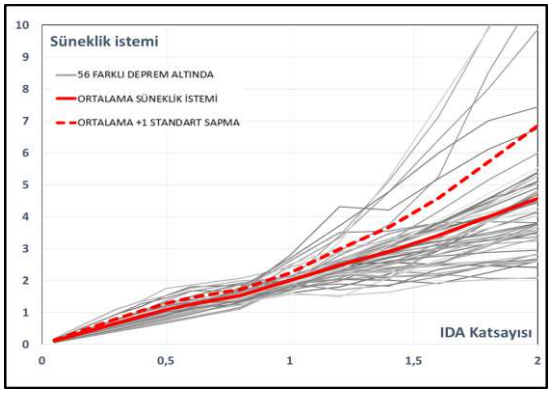
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.36: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



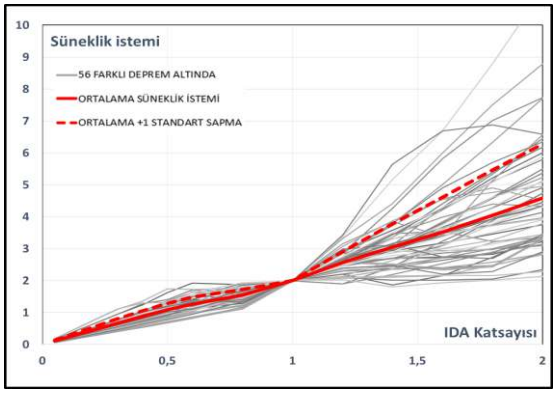
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



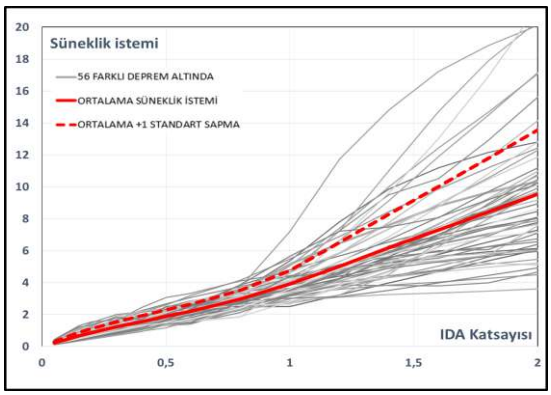
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



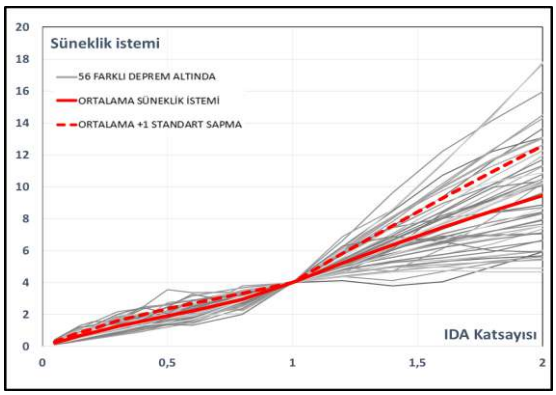
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



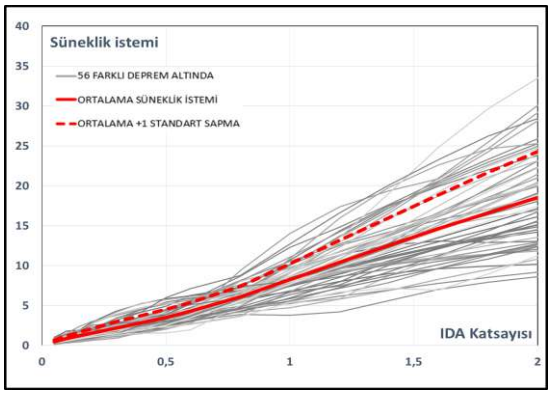
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



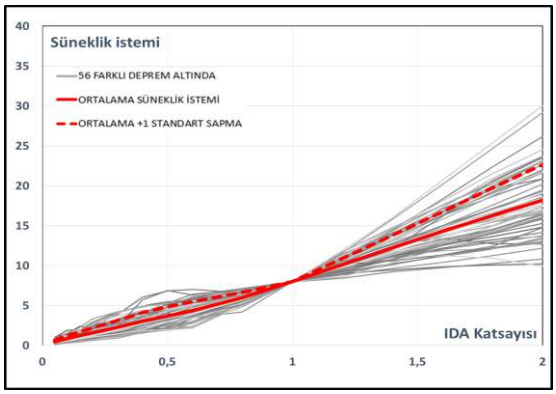
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



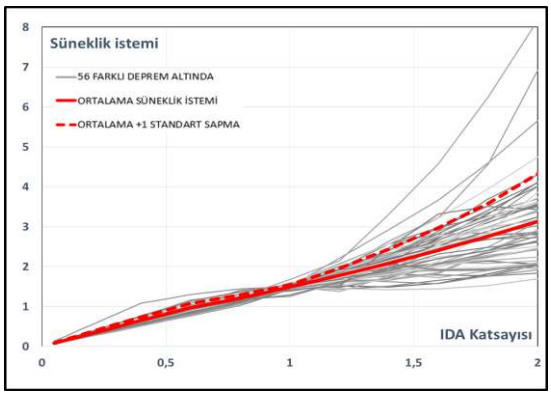
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



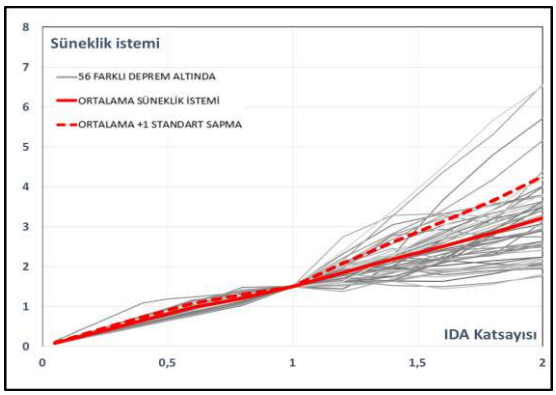
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

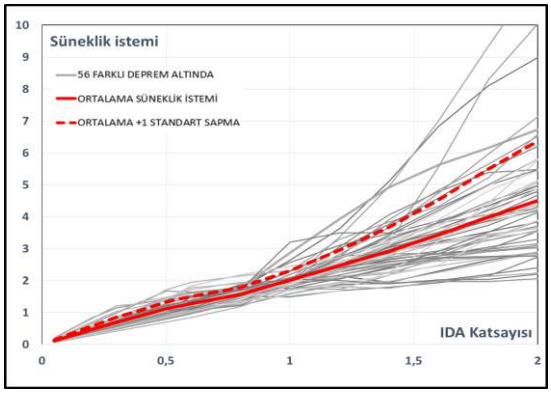
Şekil C.37: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



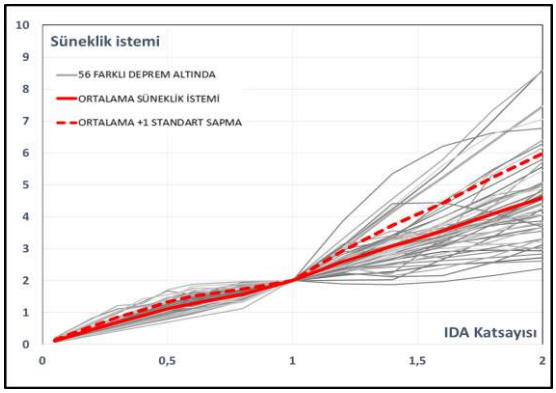
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



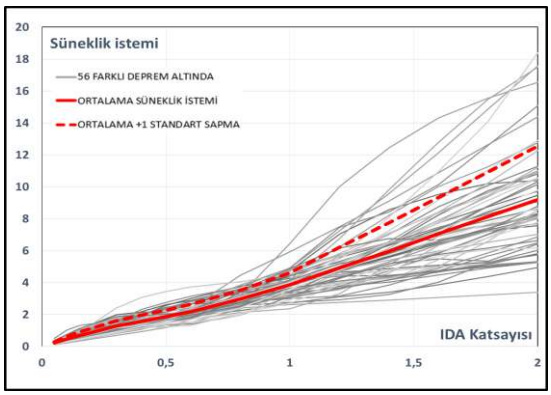
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



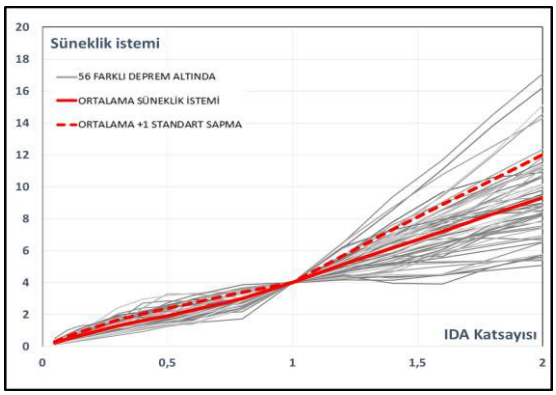
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



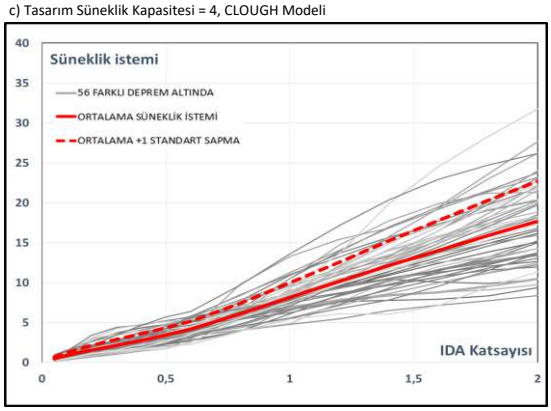
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



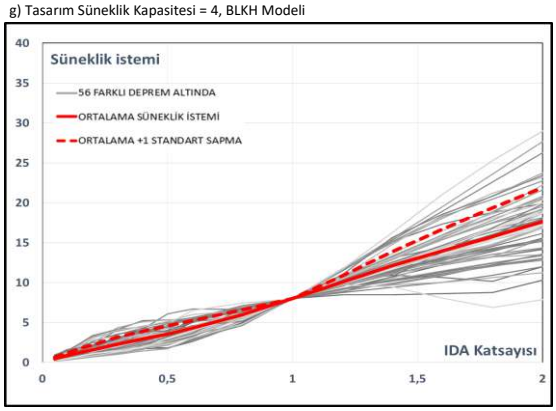
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

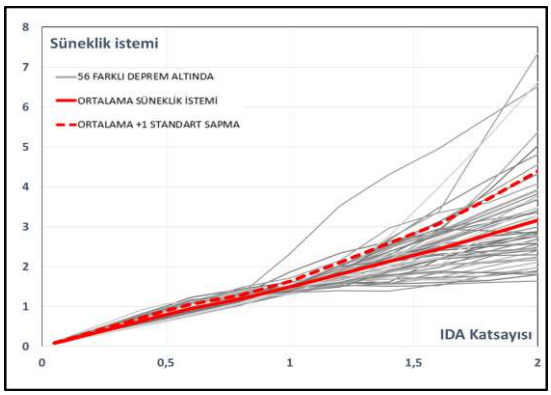


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

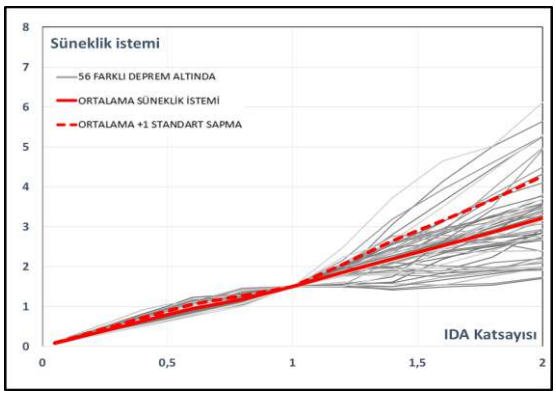


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

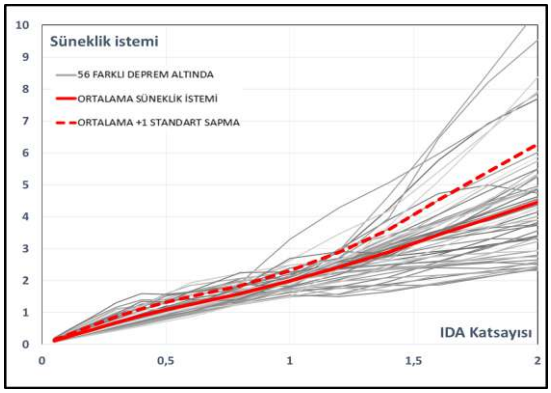
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.38: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



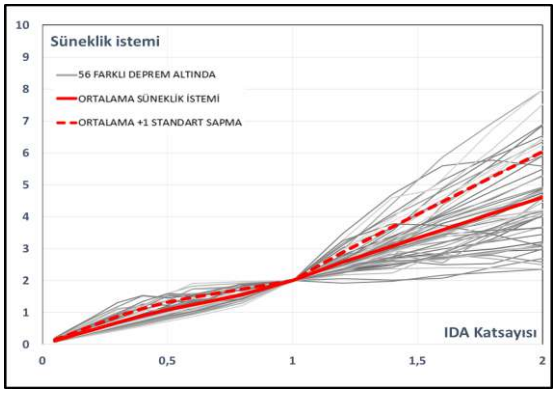
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



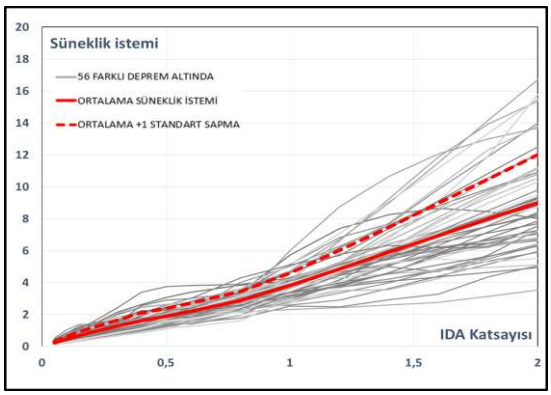
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



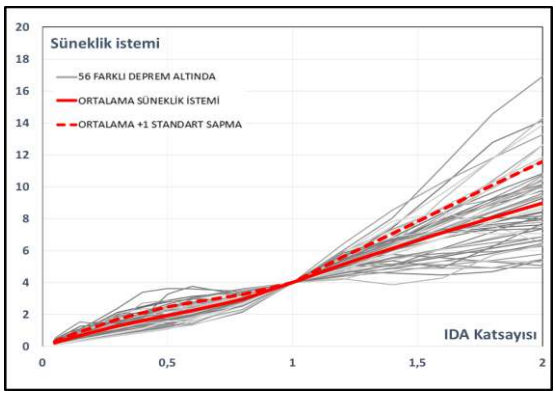
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



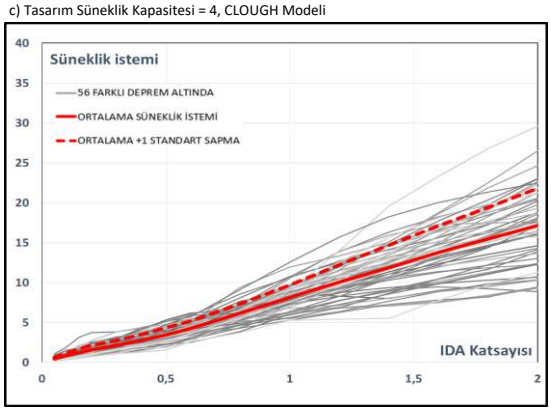
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



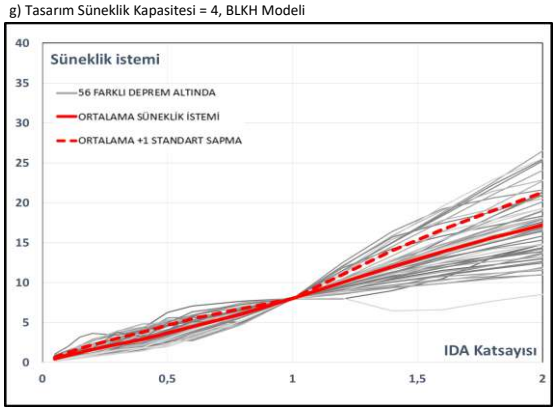
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



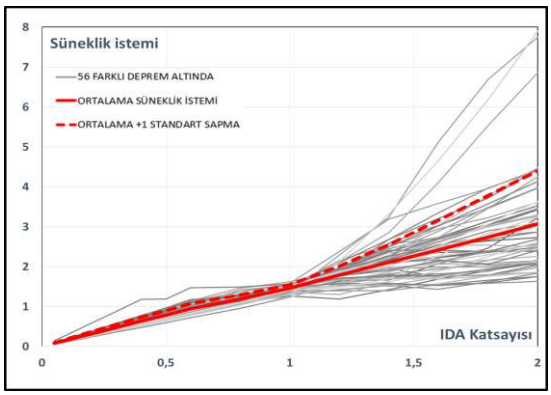
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



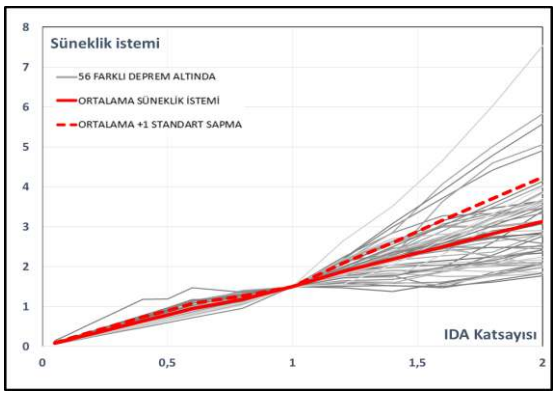
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

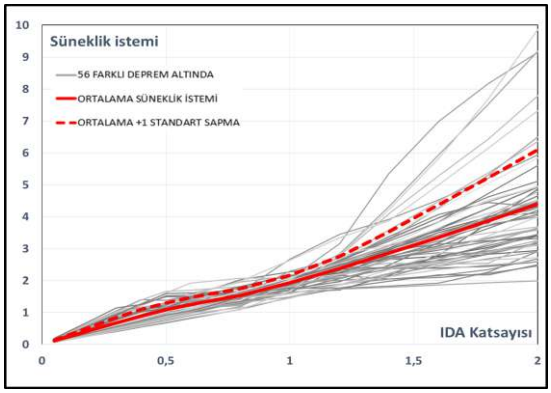
Şekil C.39: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



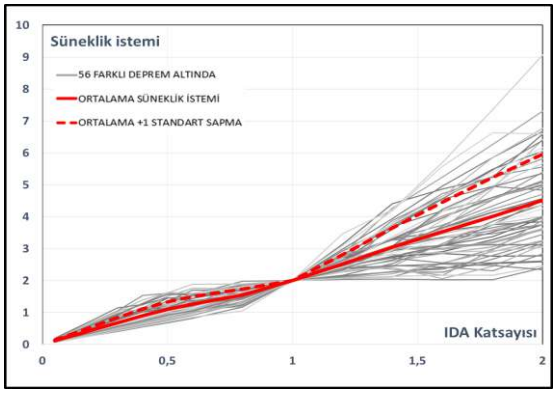
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



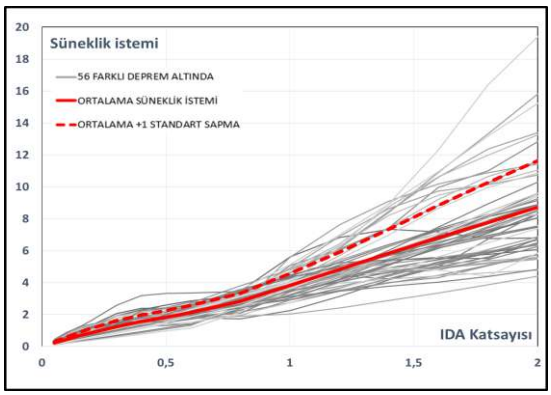
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



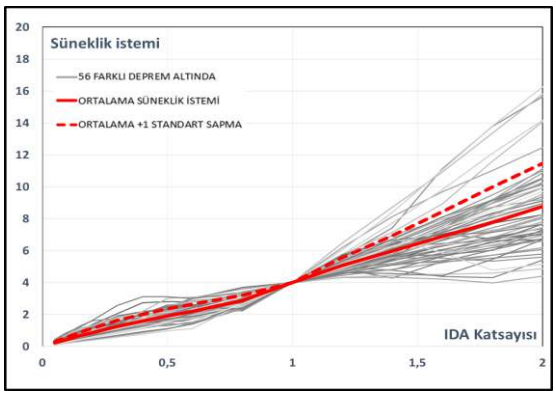
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



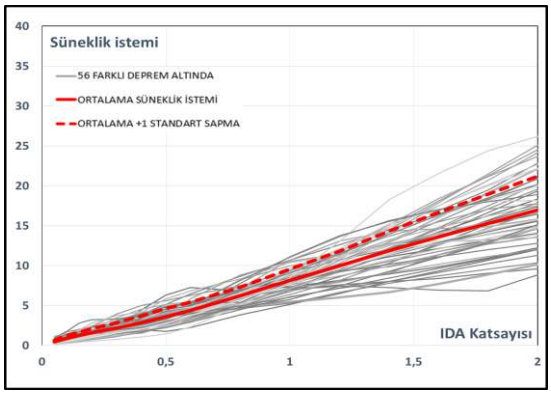
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



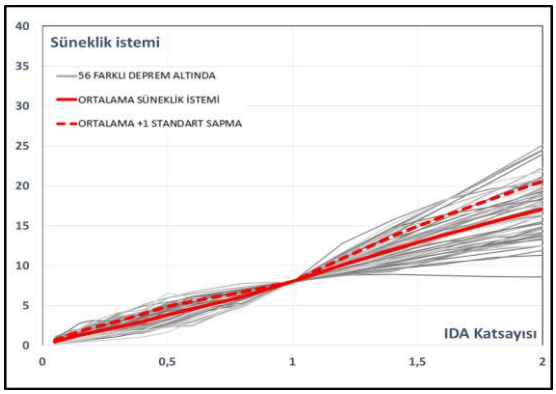
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

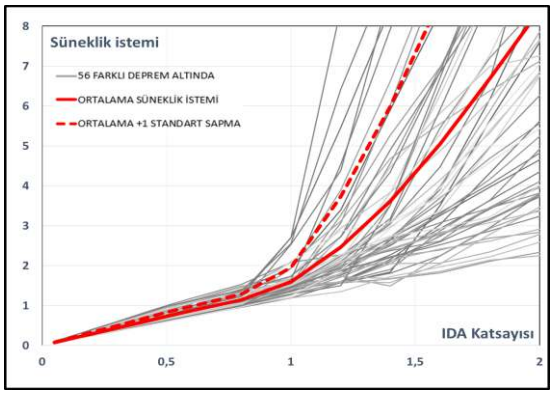


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

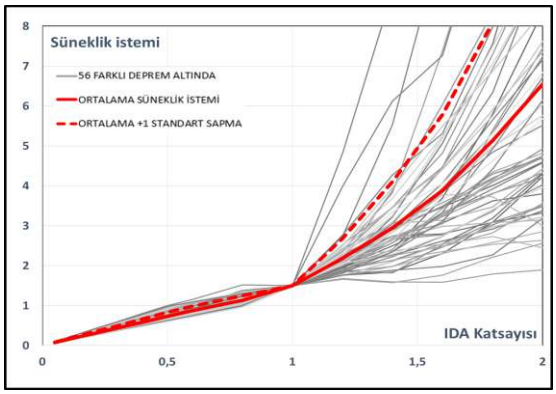


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

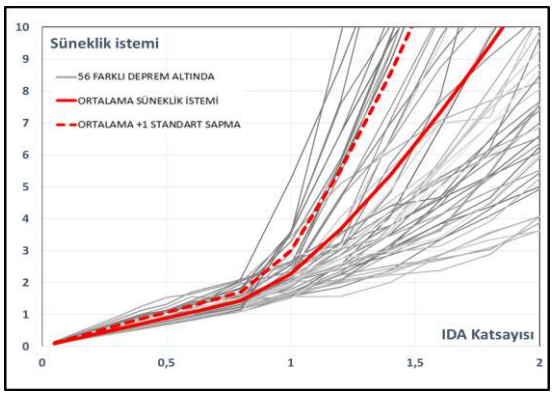
(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.40: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



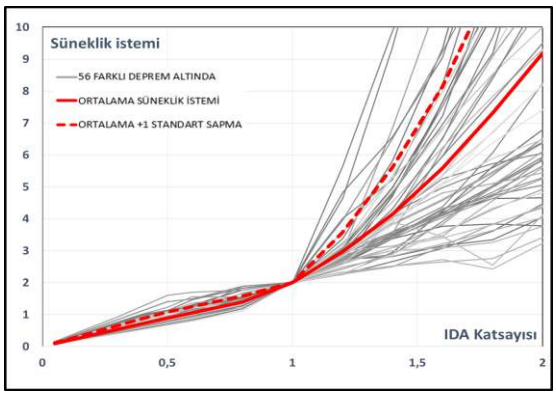
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



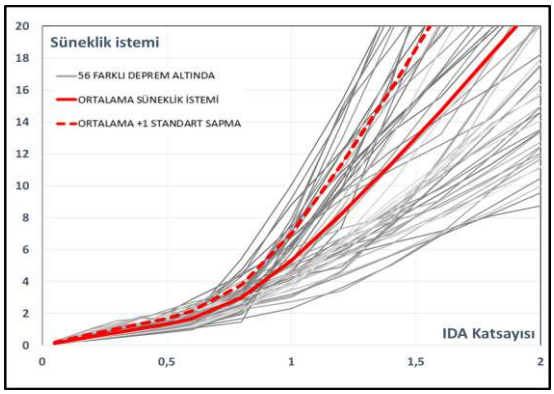
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



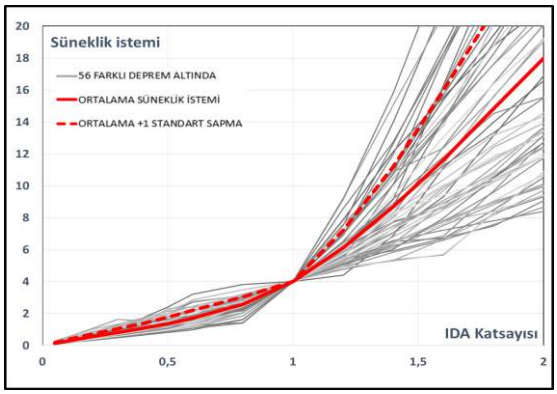
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



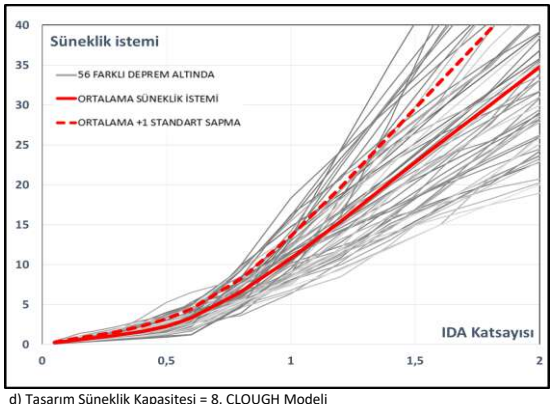
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



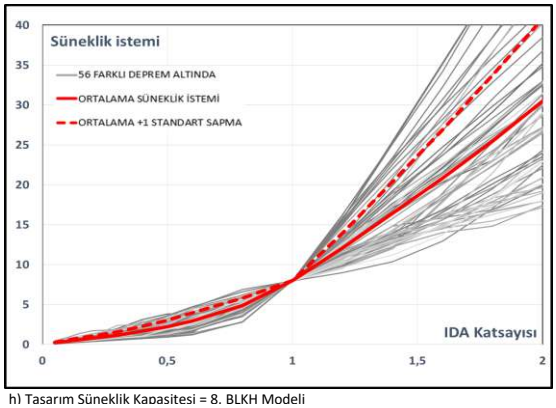
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

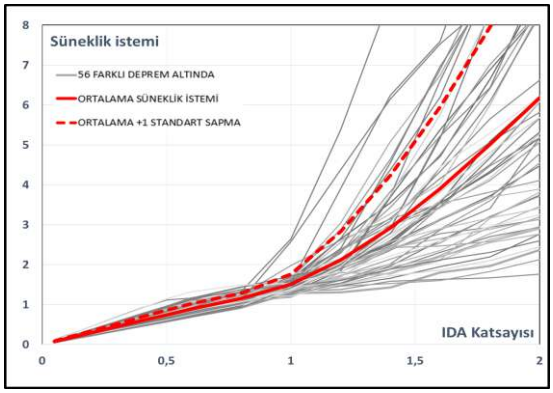


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

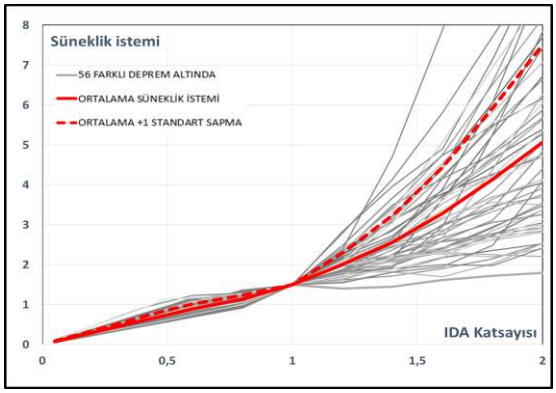


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

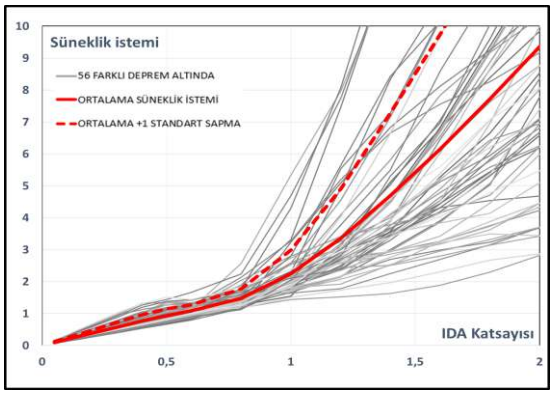
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.41: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



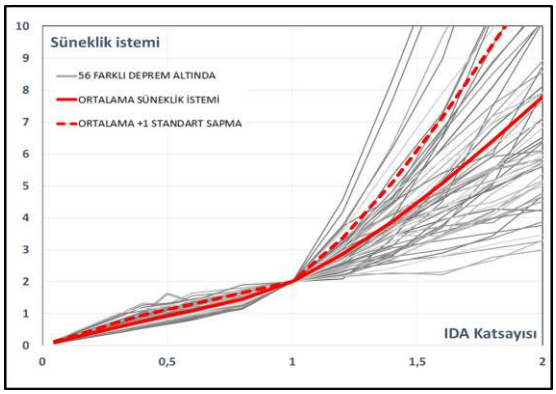
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



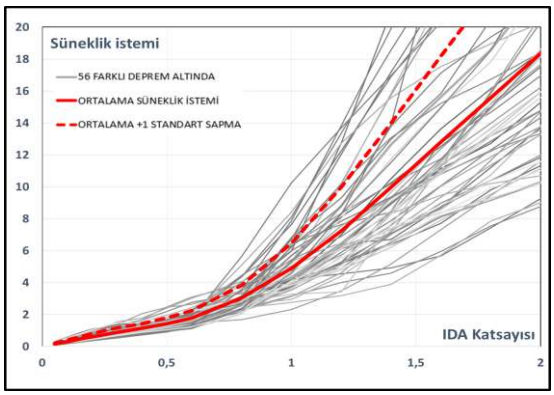
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



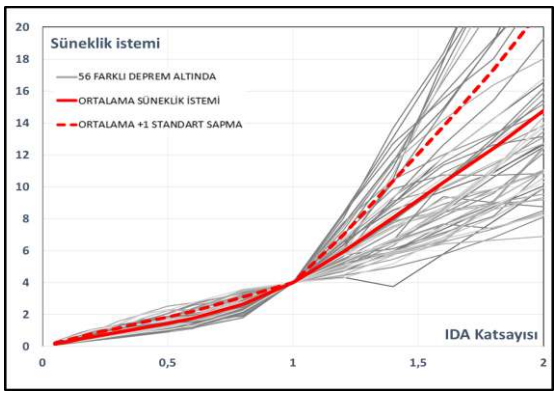
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, CLOUGH Modeli



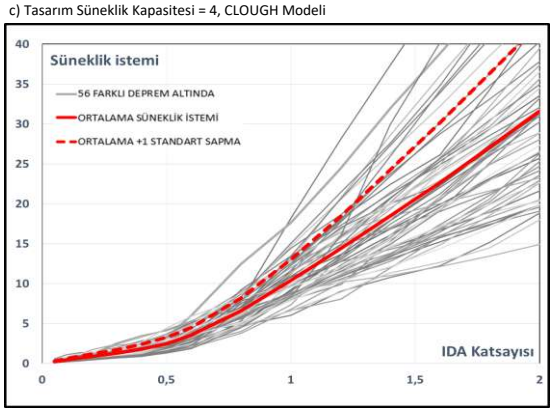
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, BLKH Modeli



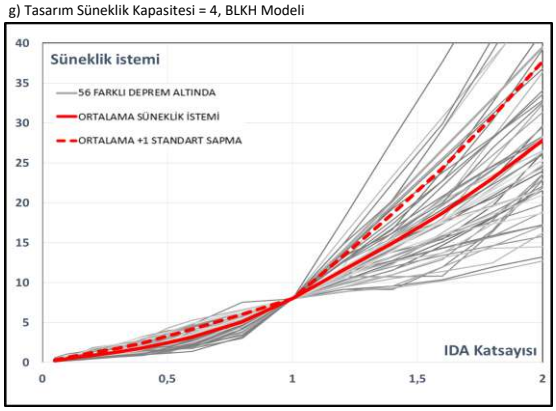
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



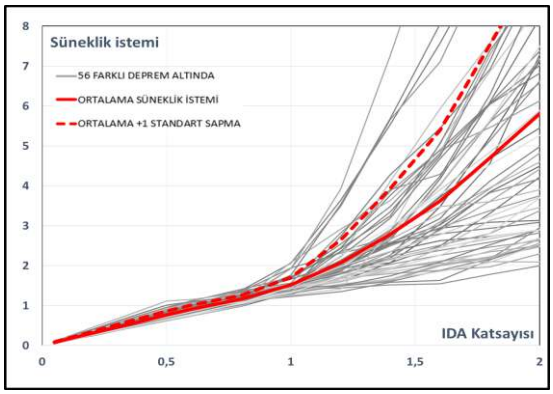
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



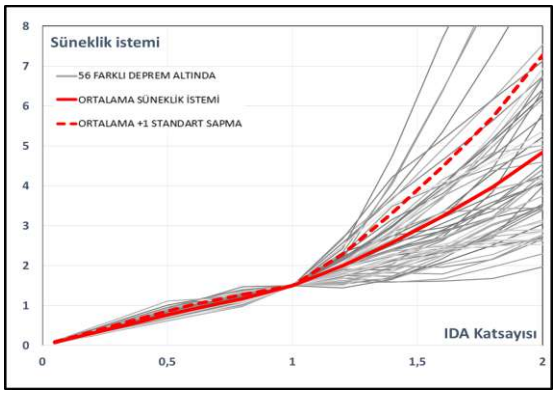
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

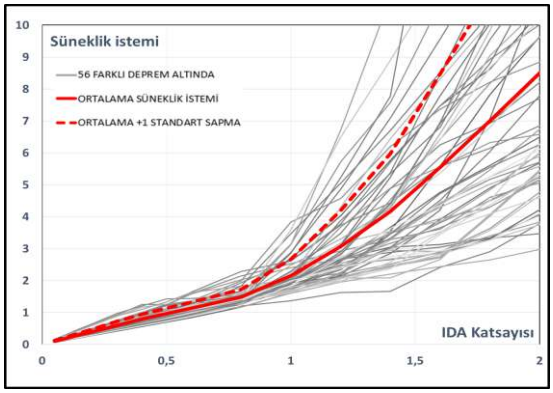
Şekil C.42: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



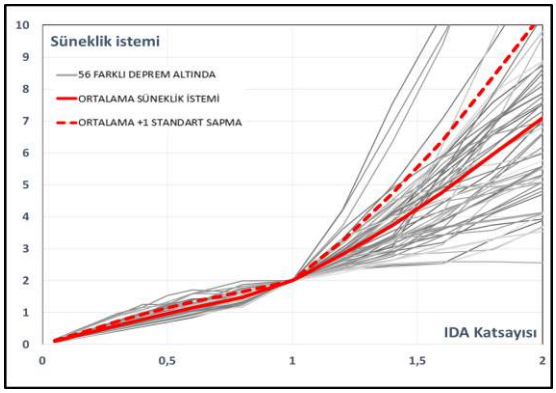
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



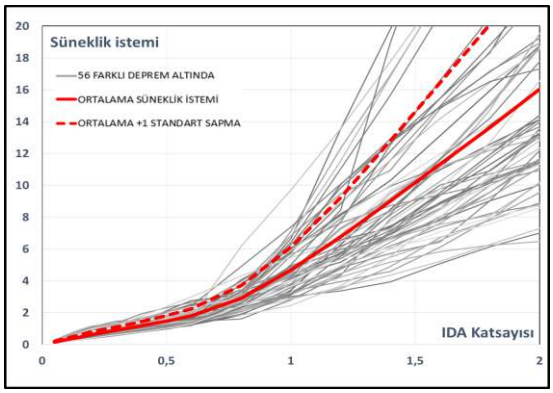
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



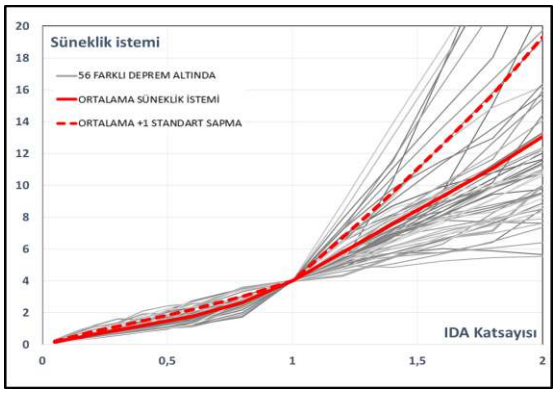
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



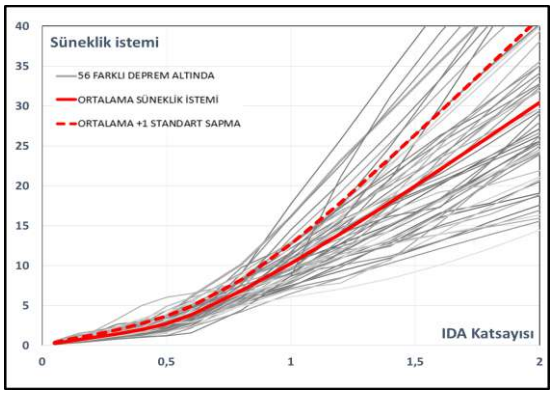
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



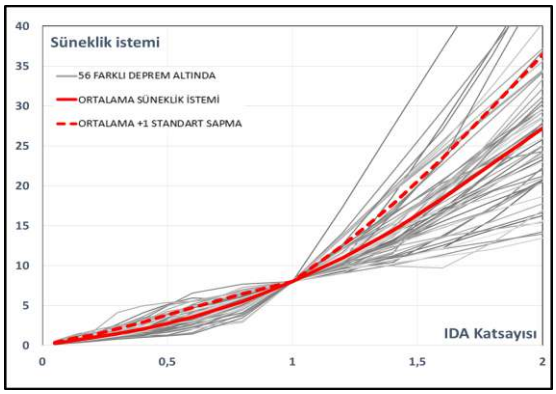
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

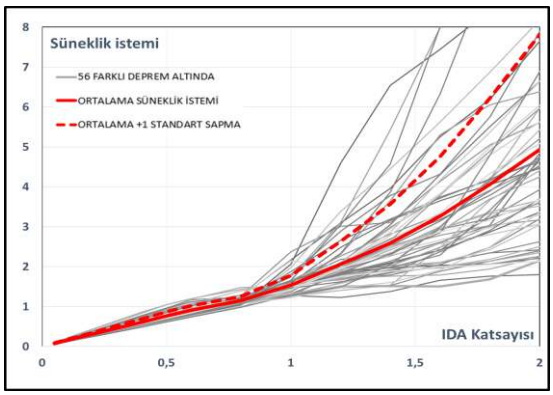


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

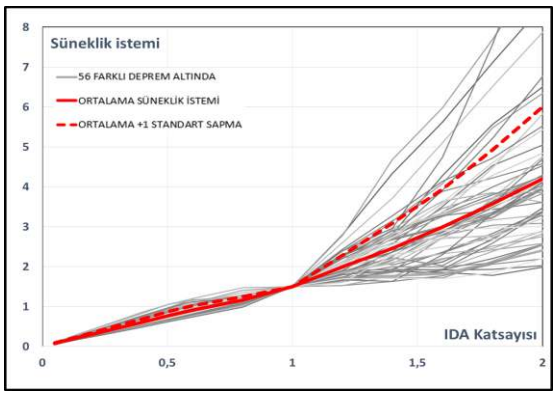


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

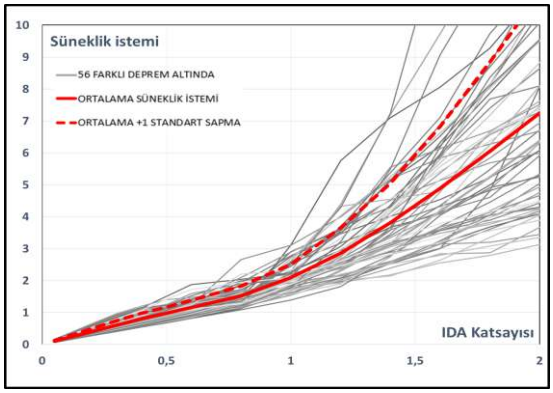
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.43: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



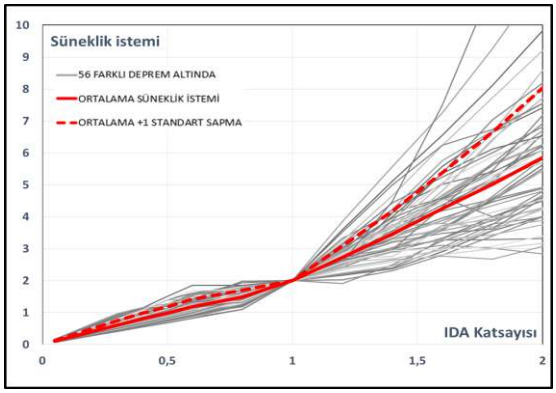
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



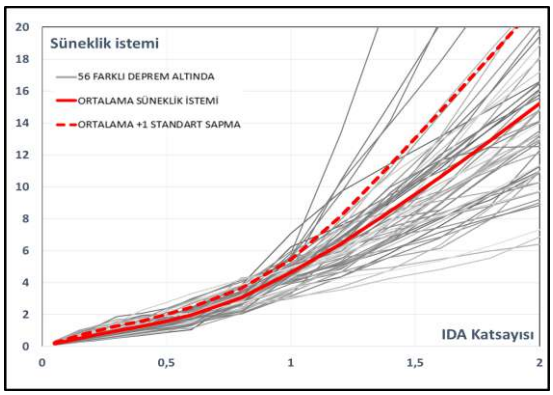
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



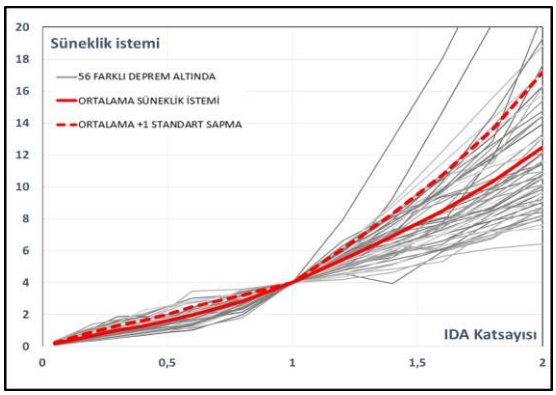
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



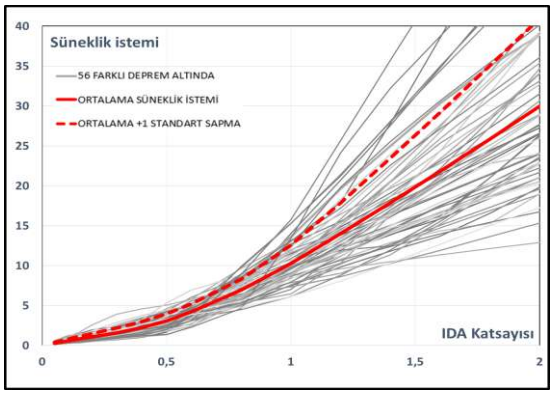
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



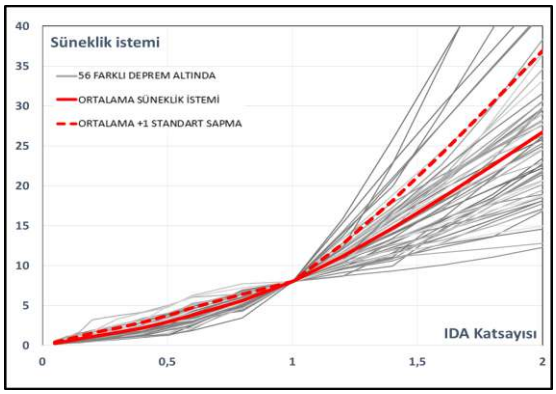
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



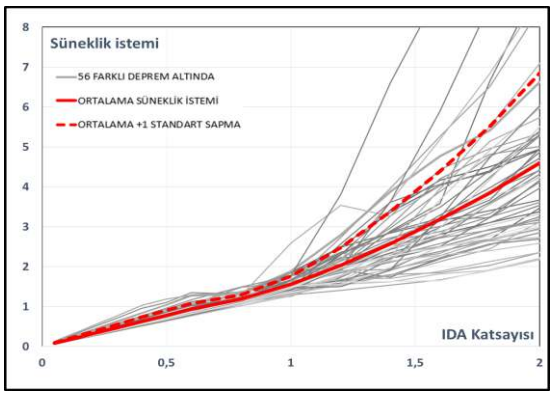
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



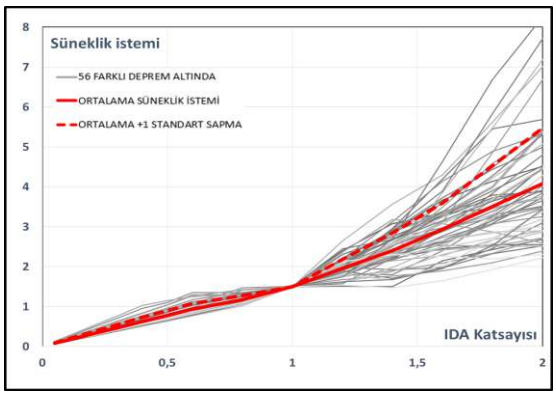
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

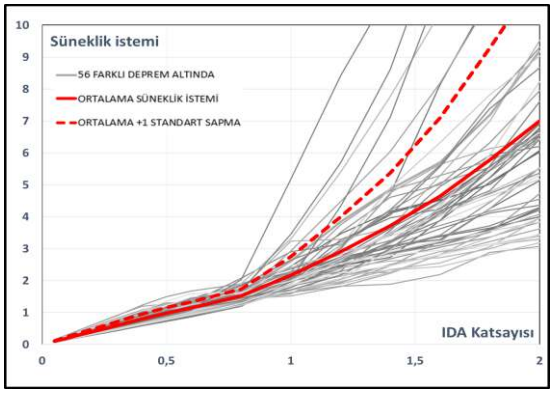
Şekil C.44: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



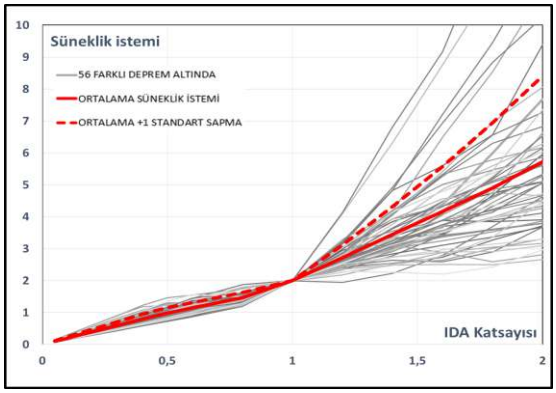
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



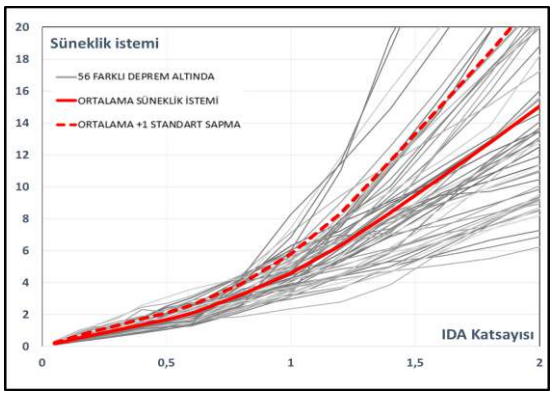
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



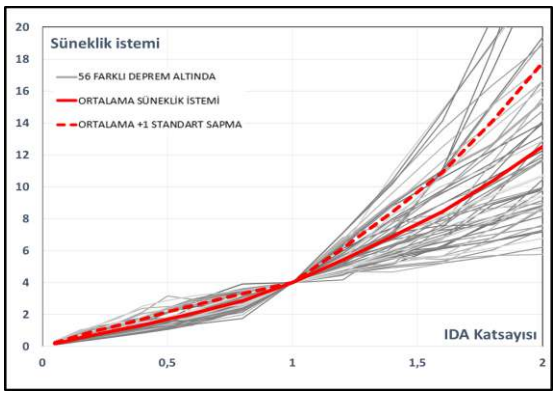
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



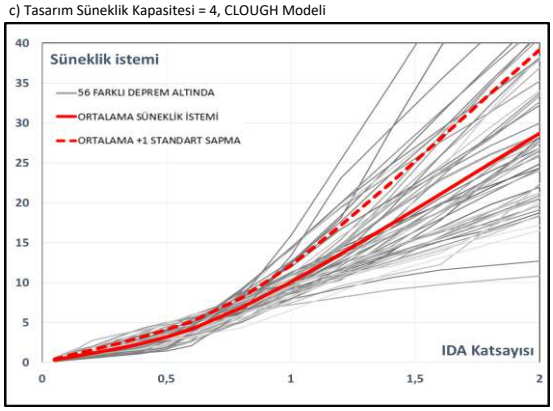
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



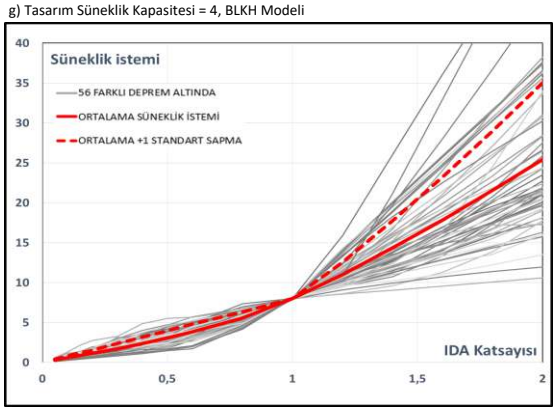
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

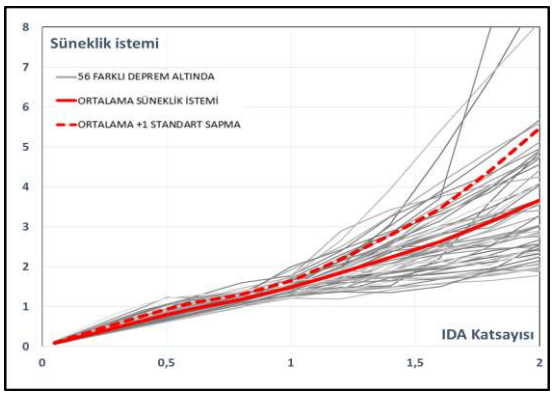


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

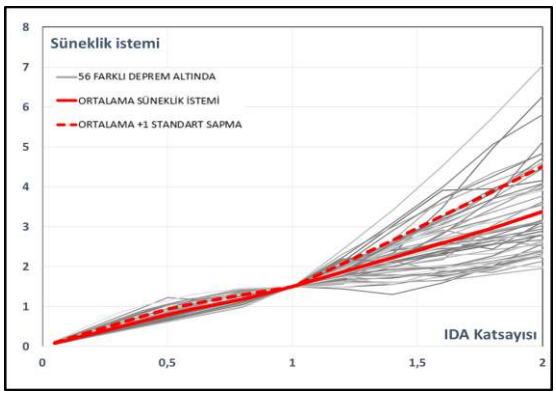


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

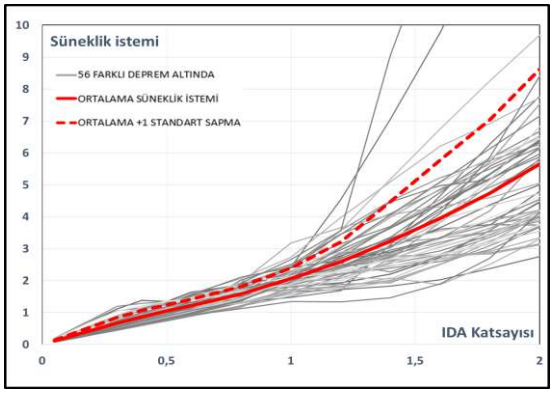
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.45: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



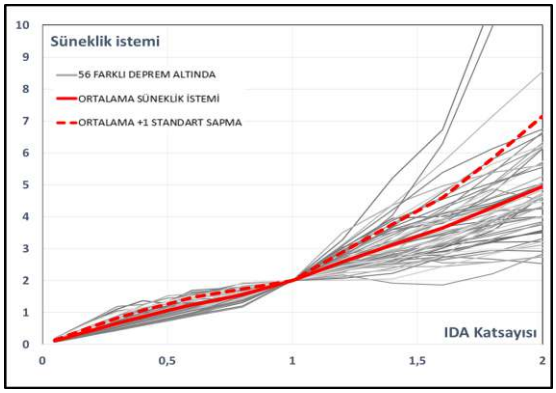
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



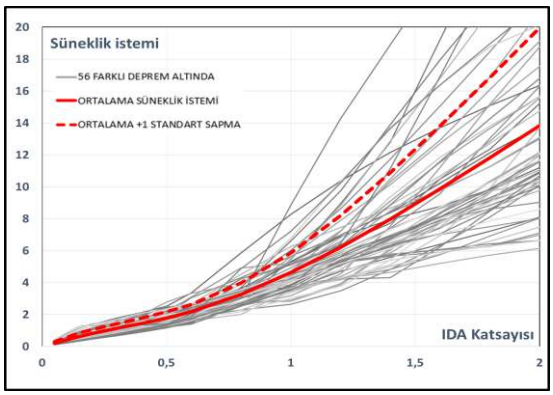
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



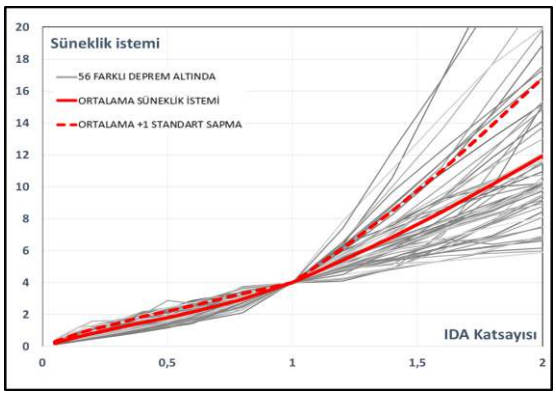
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



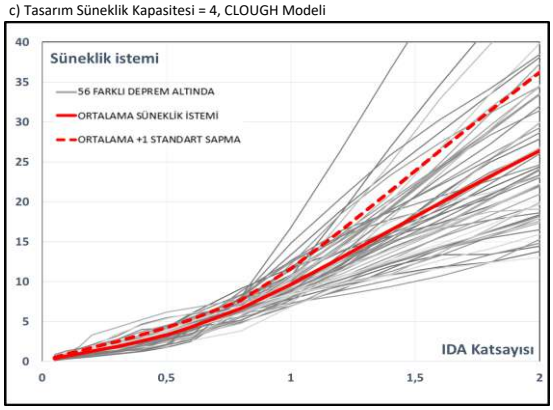
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



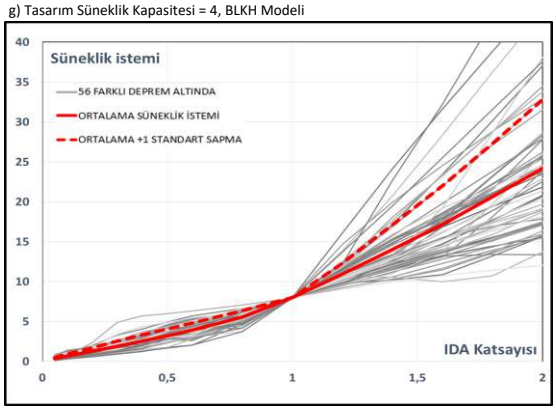
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

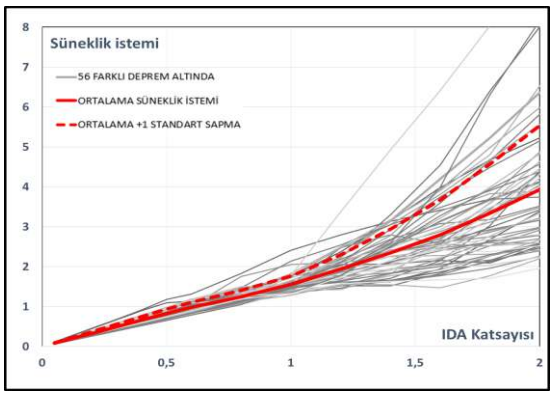


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

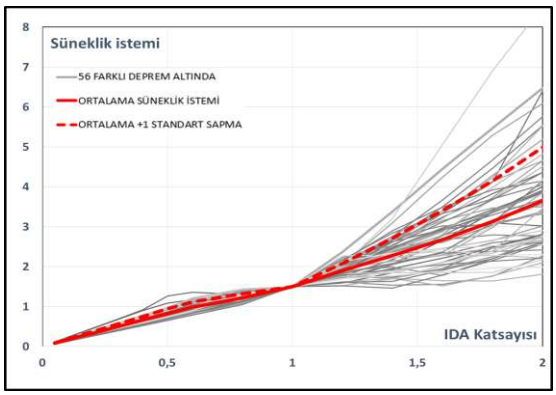


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

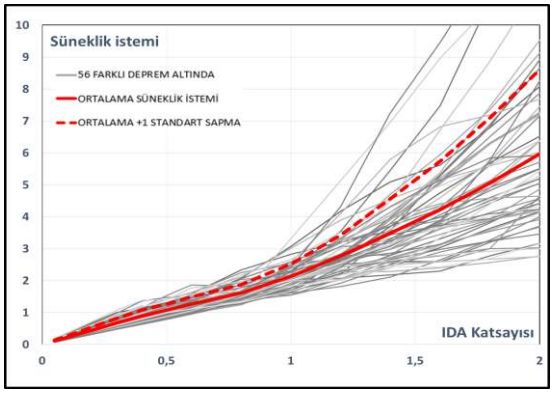
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.46: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



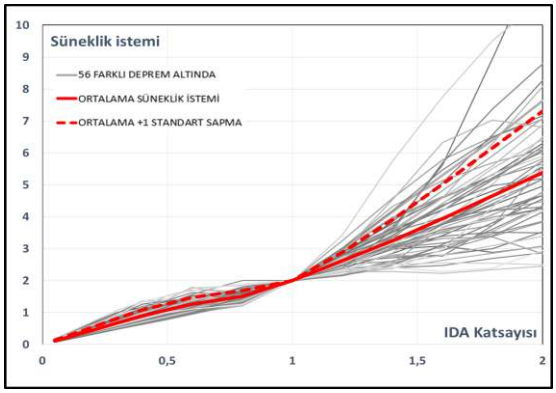
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



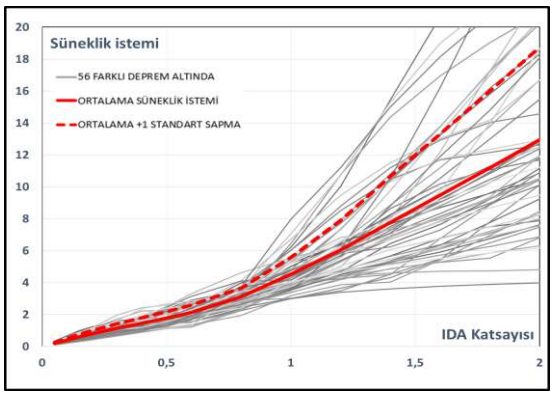
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



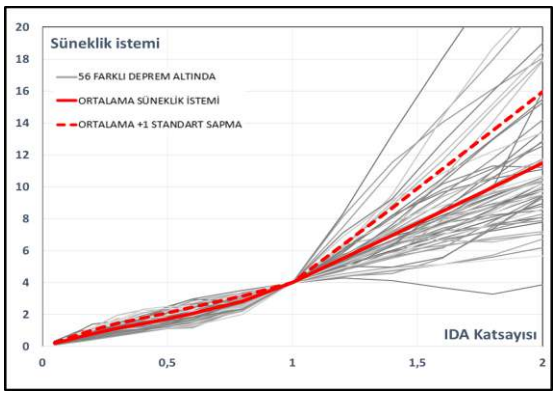
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



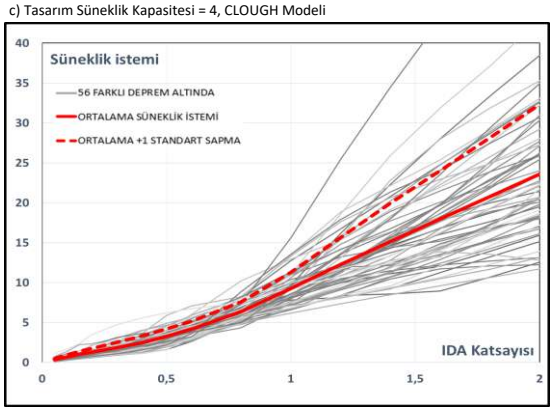
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



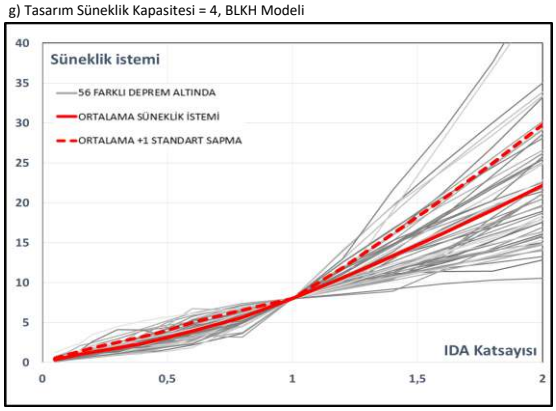
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

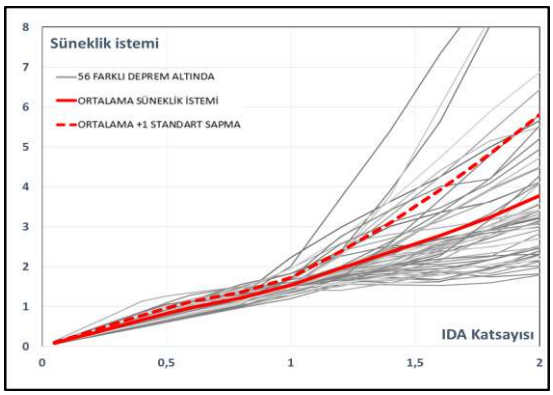


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

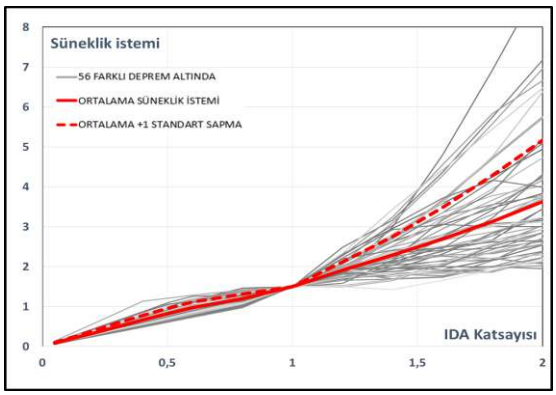


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

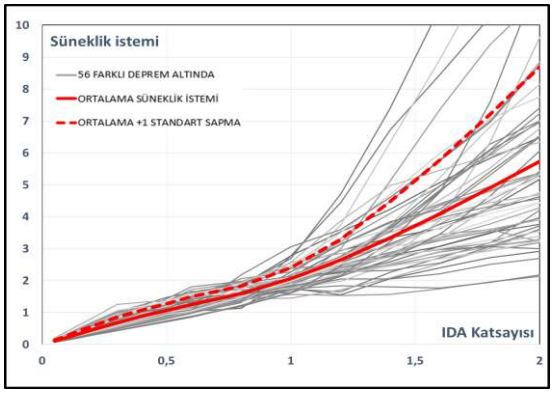
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.47: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



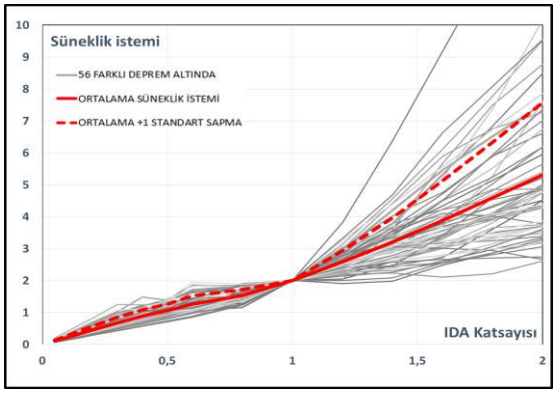
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



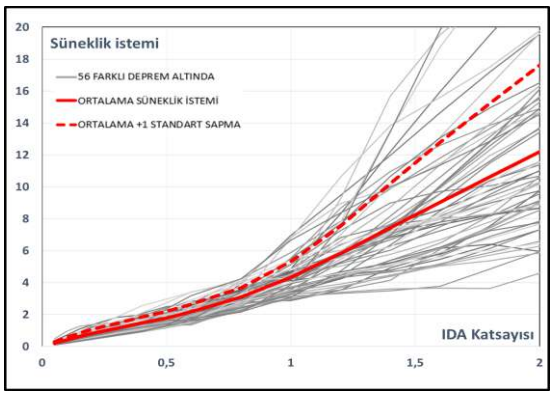
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



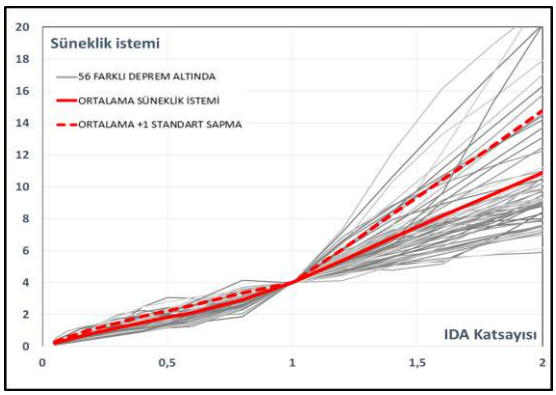
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



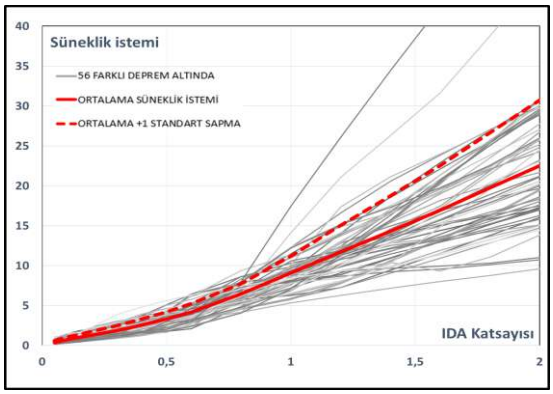
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



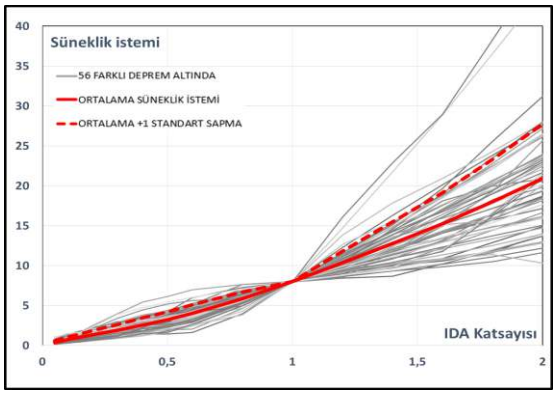
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

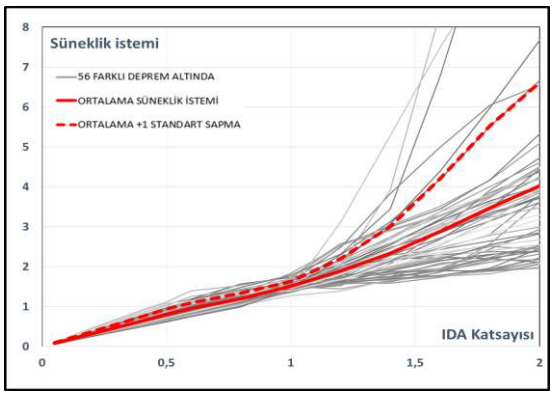


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

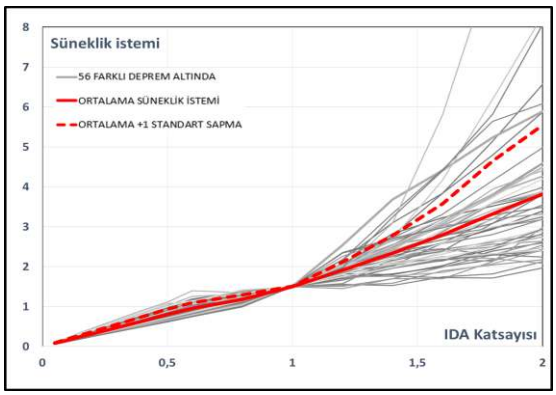


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

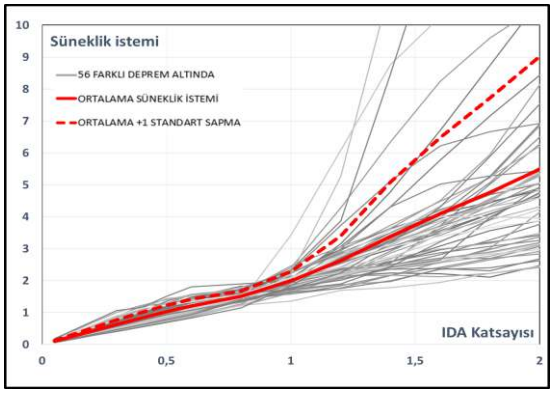
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.48: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



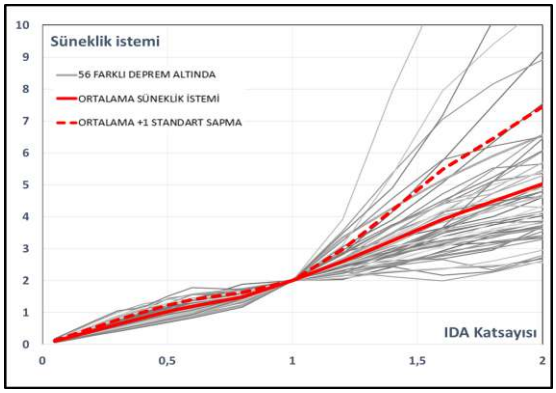
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



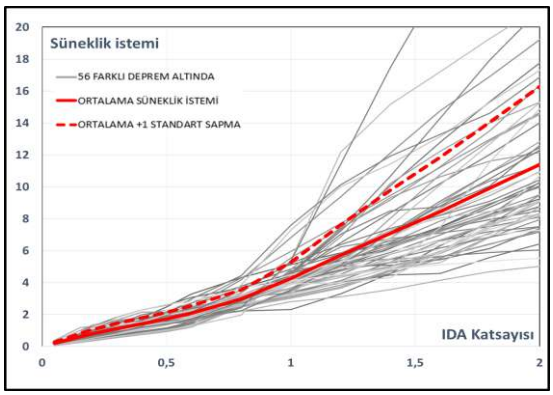
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



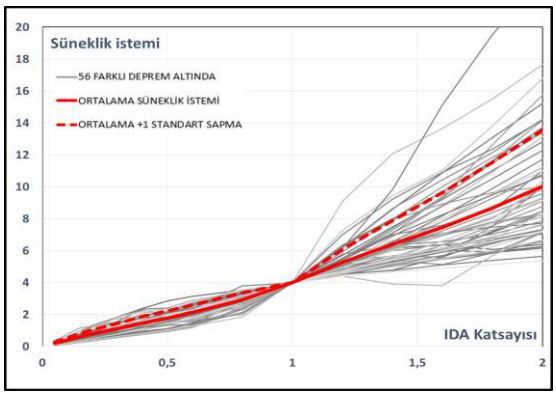
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



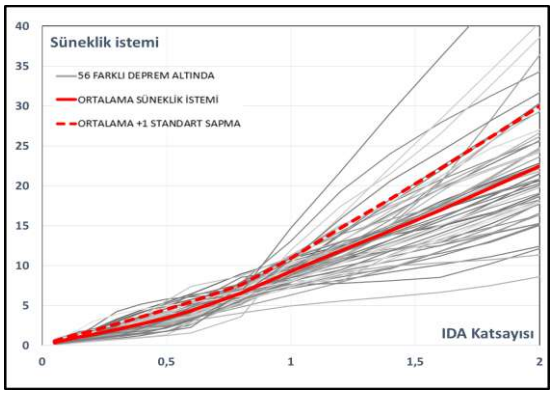
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



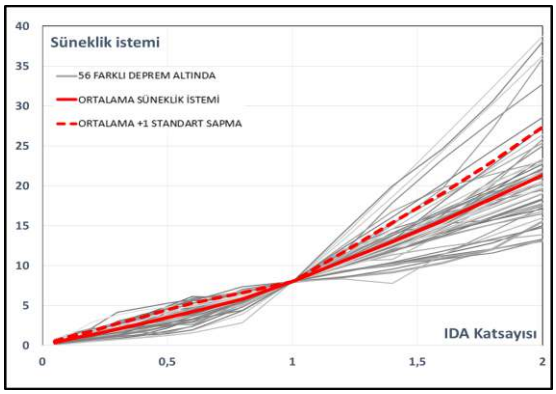
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

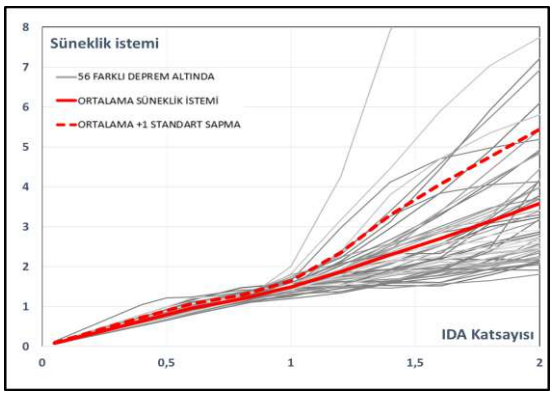


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

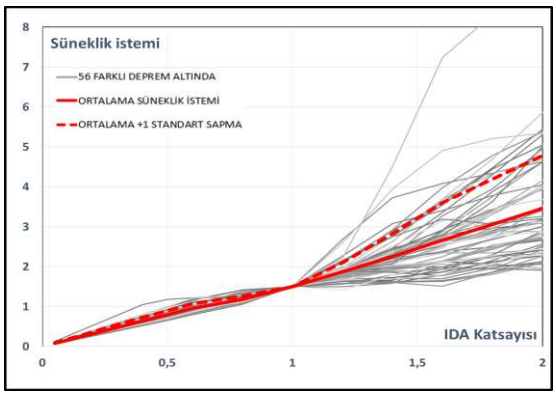


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

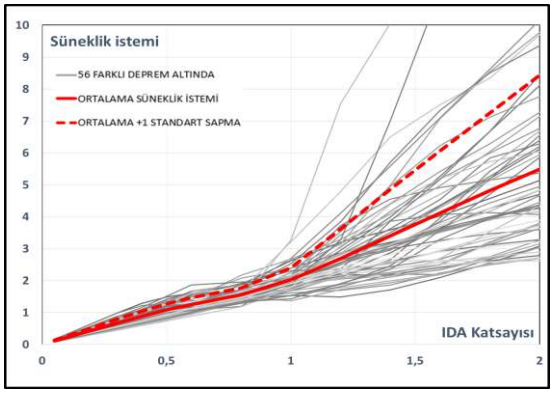
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.49: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



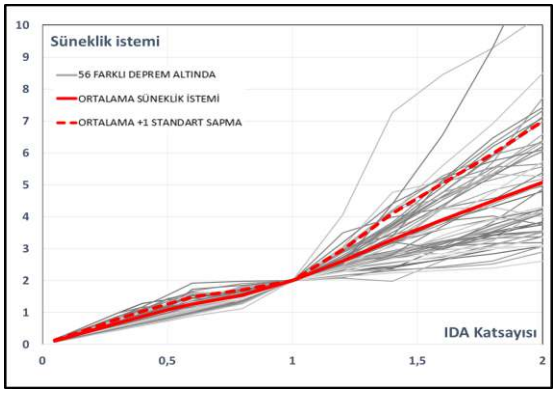
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



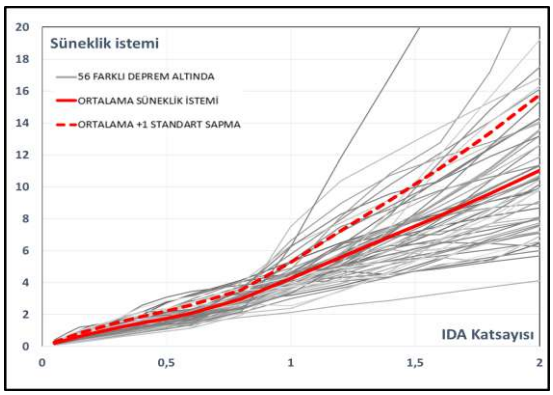
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



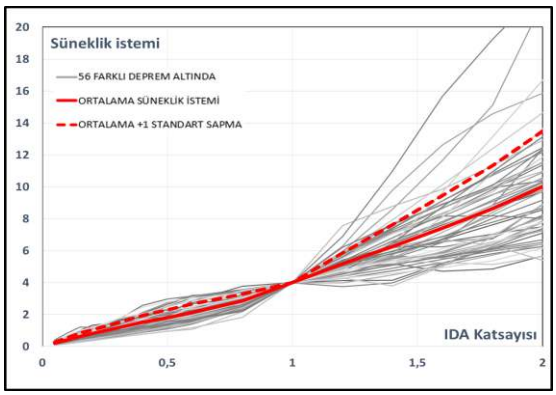
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



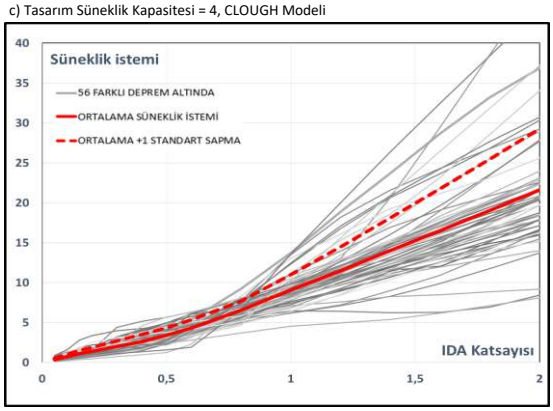
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



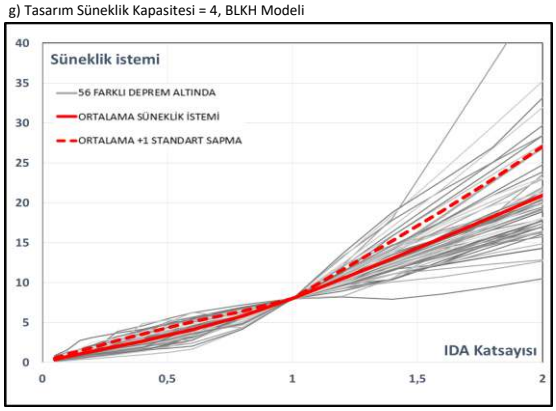
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

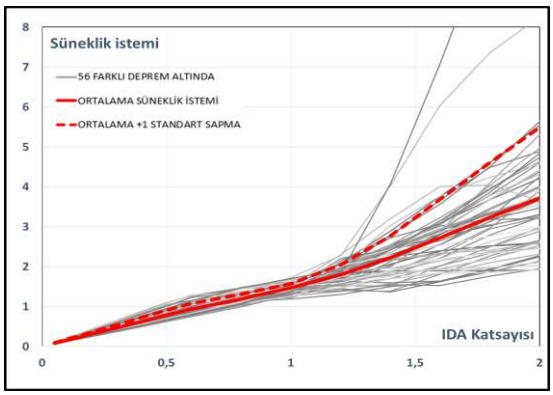


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

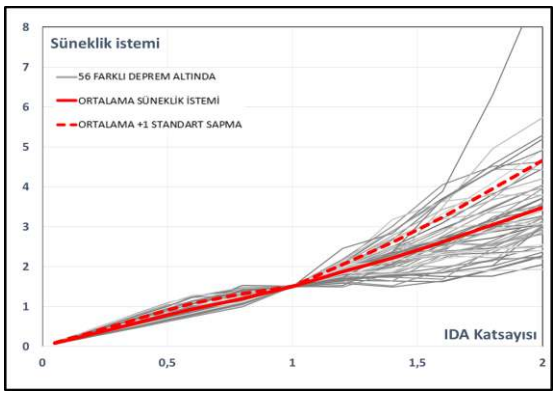


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

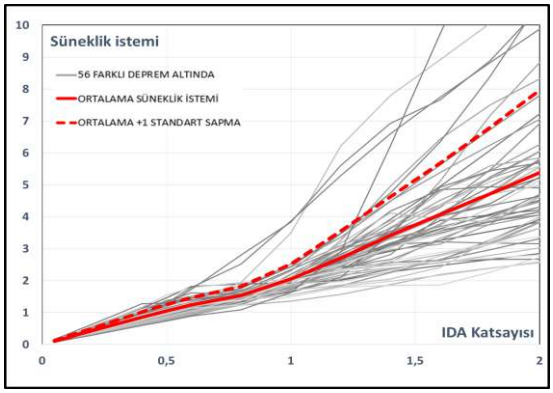
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.50: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



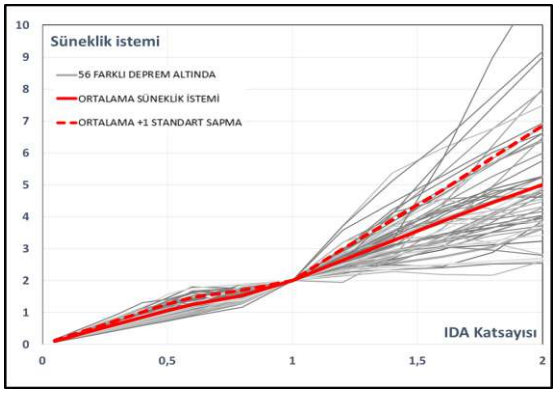
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



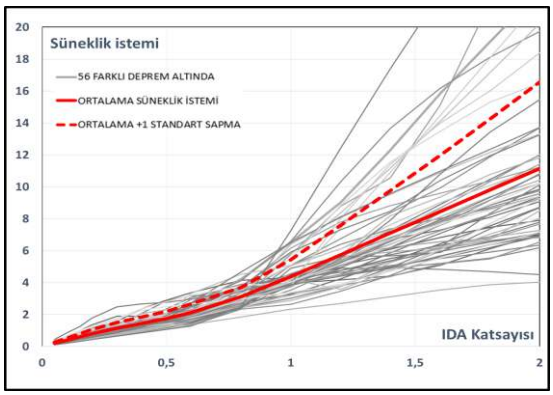
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



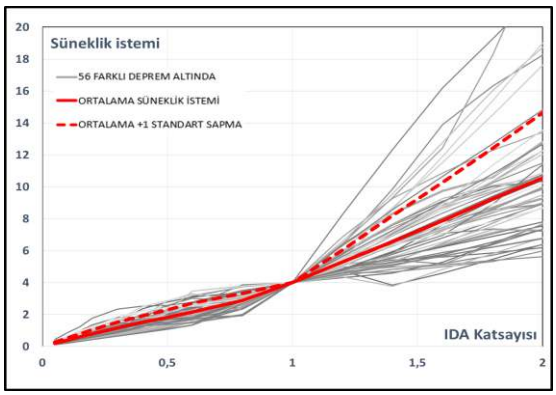
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



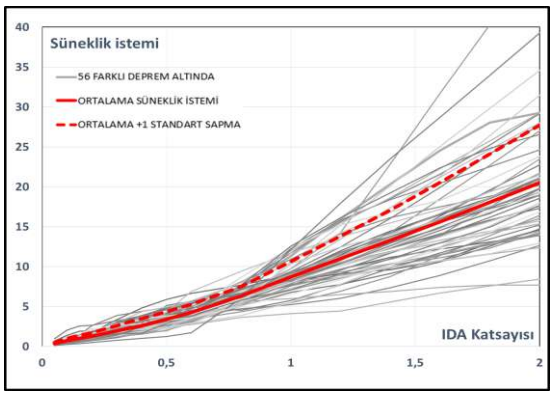
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



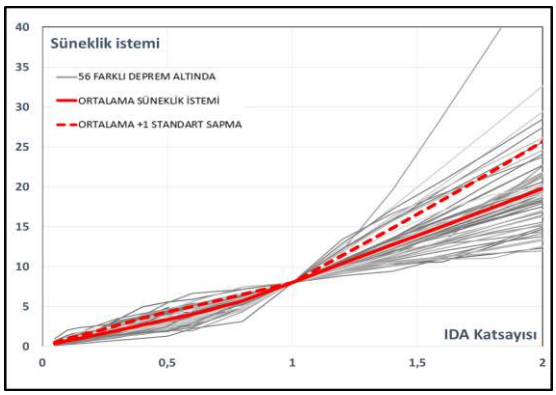
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

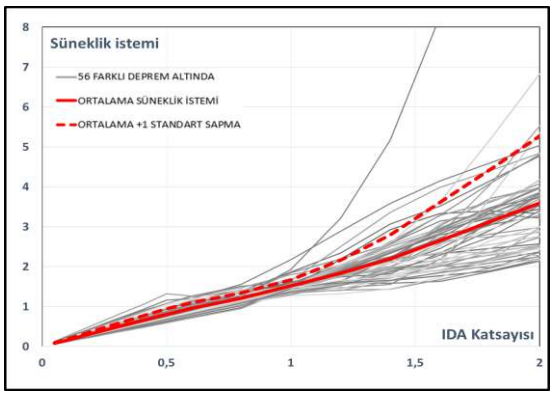


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

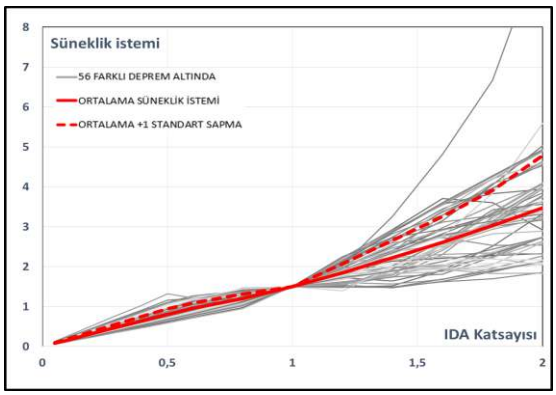


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

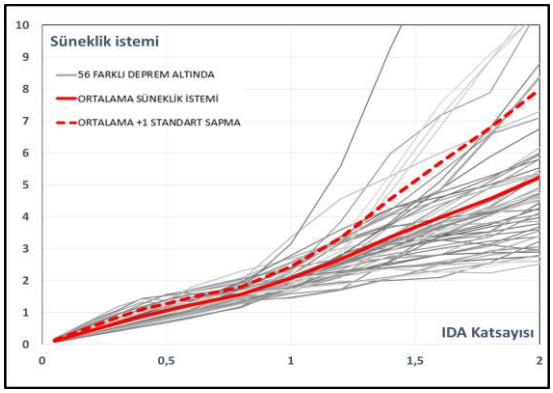
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.51: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



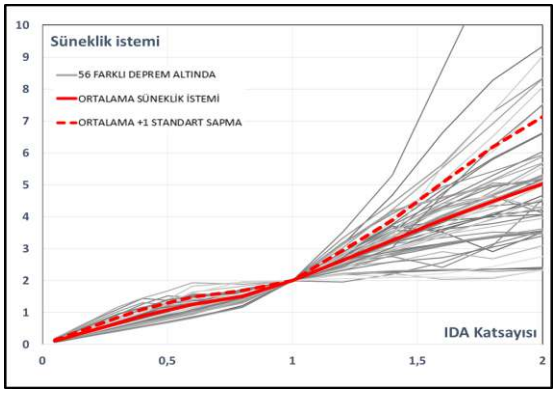
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



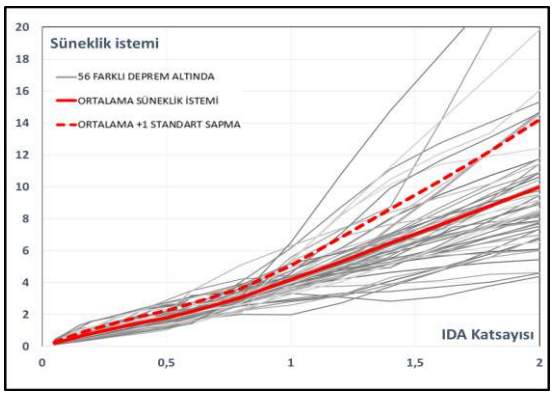
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



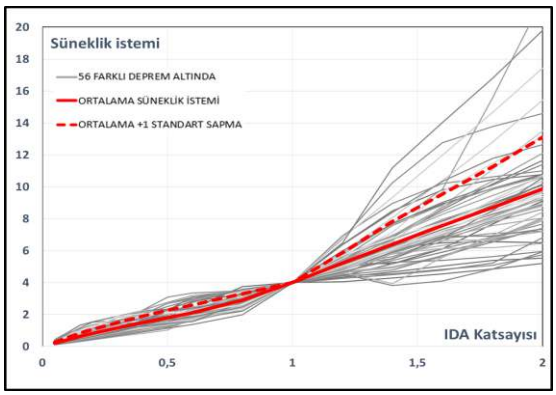
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



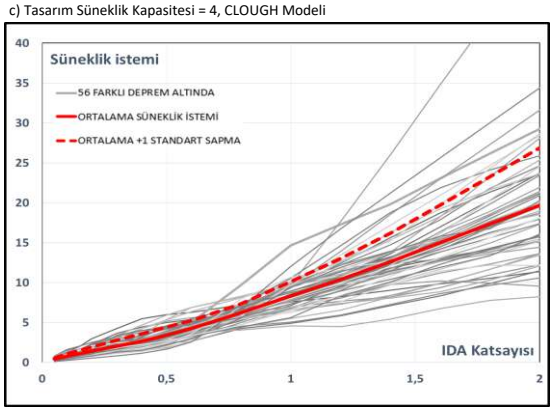
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



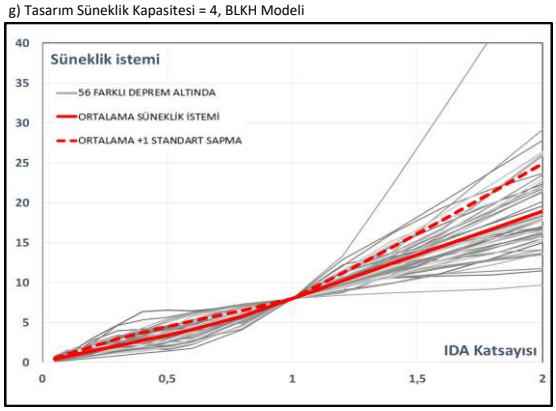
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

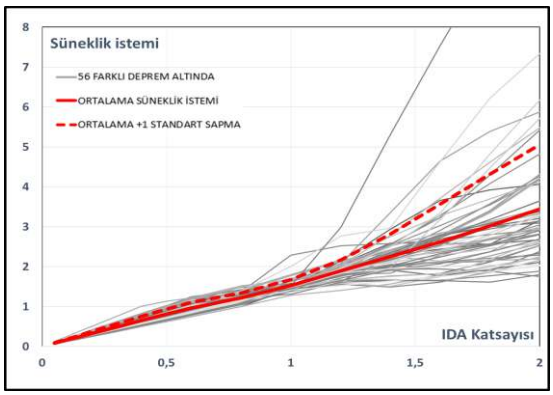


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

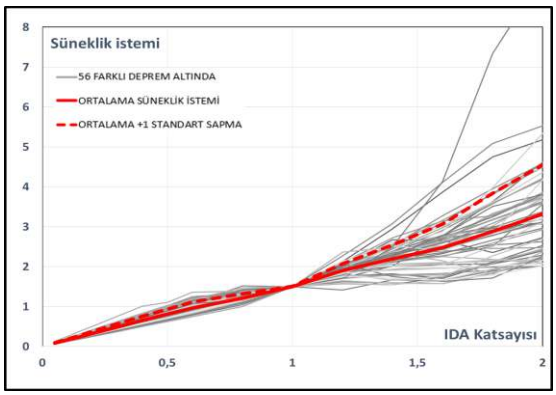


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

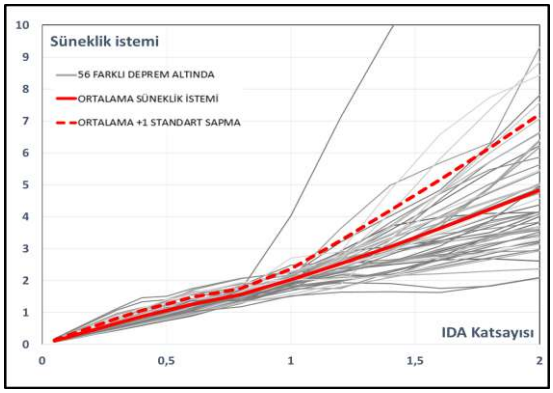
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.52: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



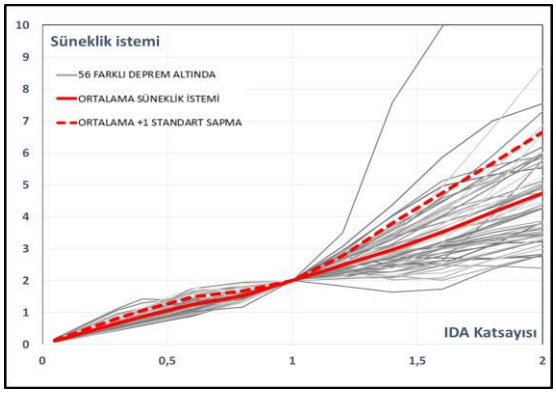
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



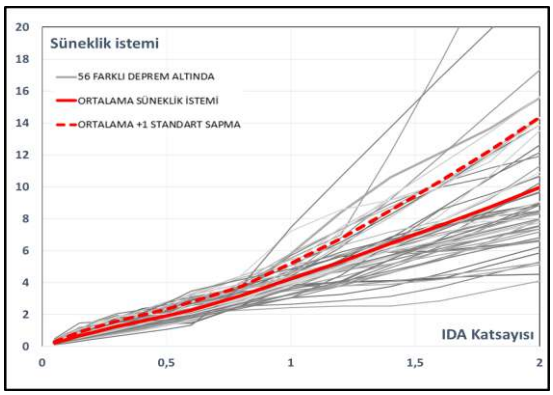
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



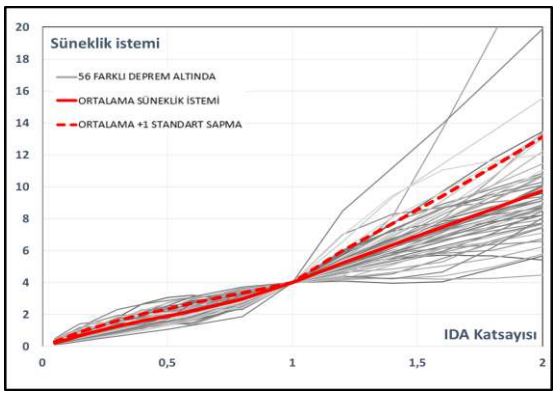
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



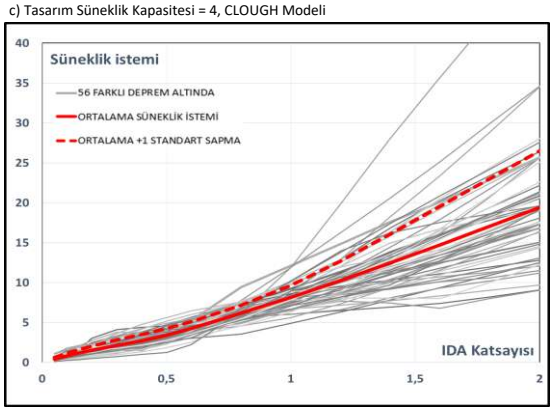
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



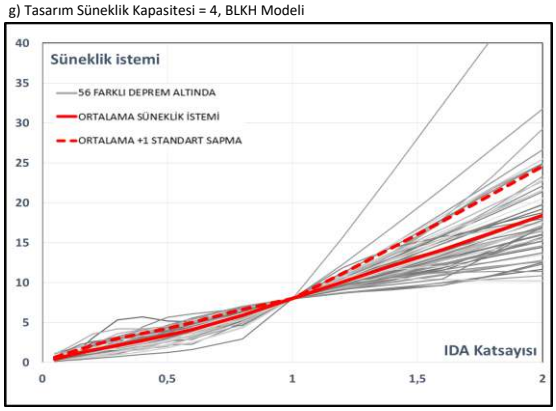
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

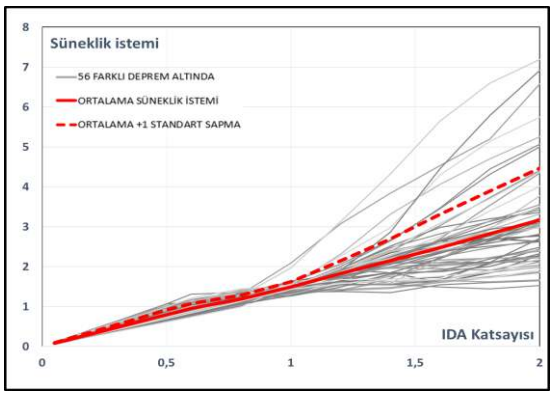


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

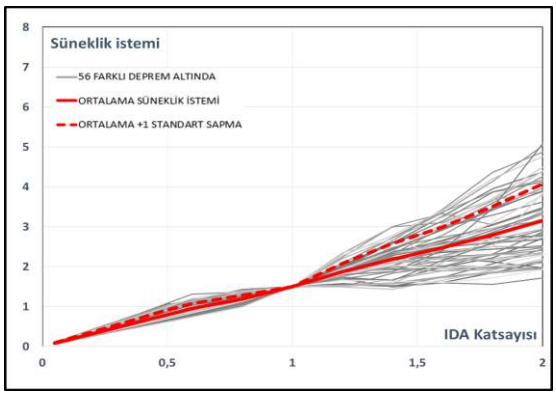


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

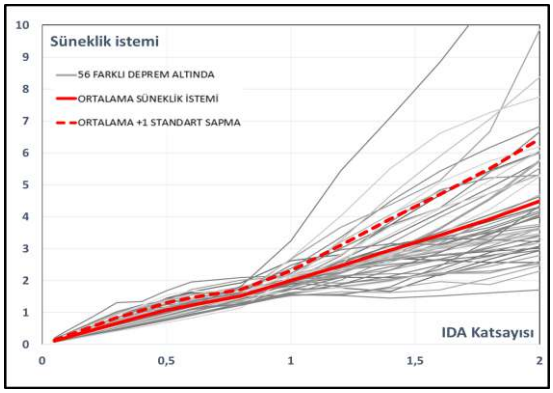
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.53: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



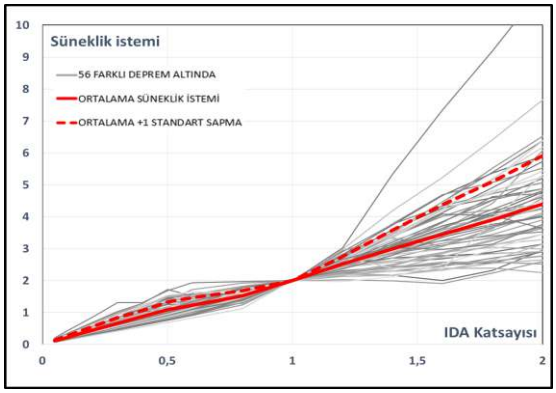
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



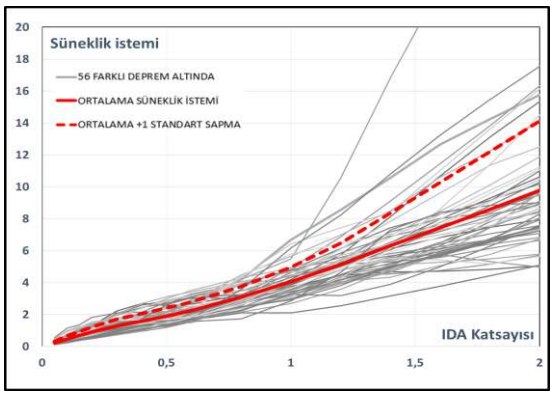
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



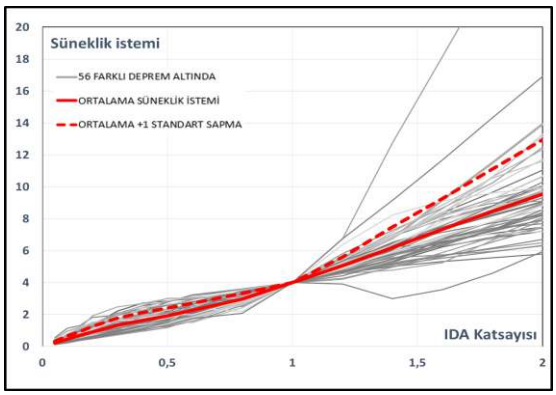
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



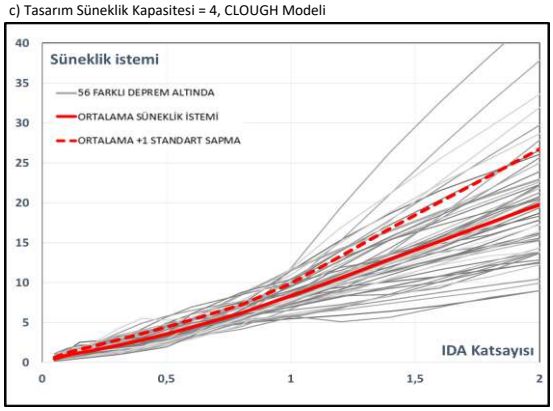
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



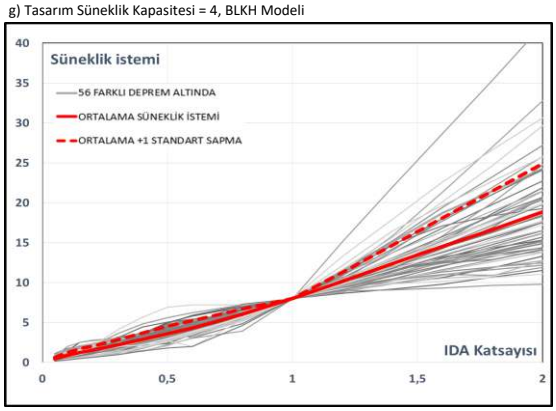
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

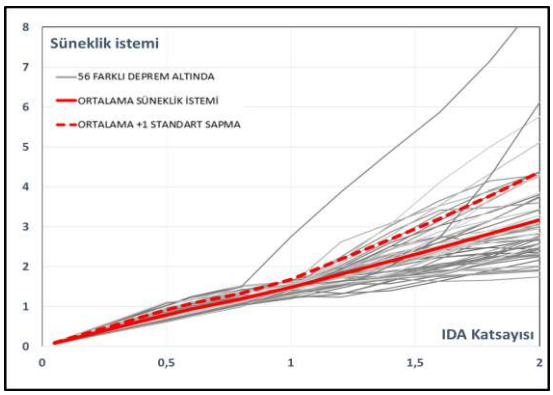


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

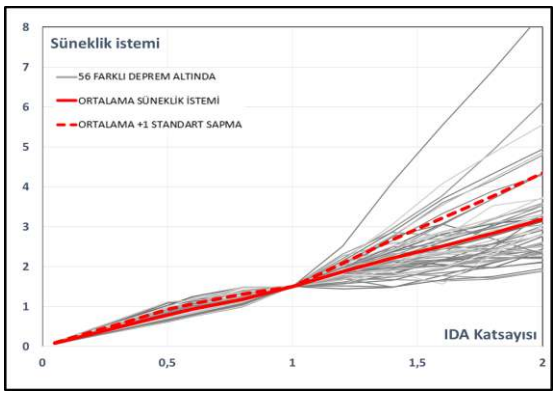


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

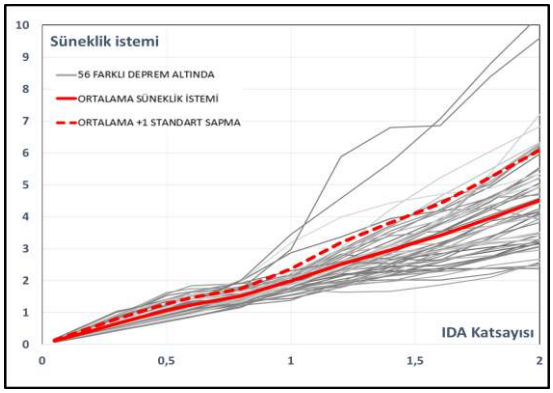
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.54: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



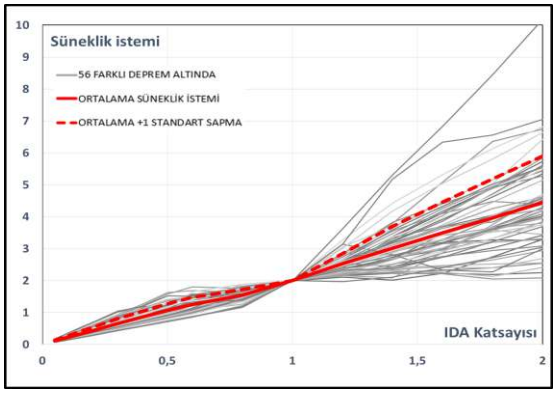
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



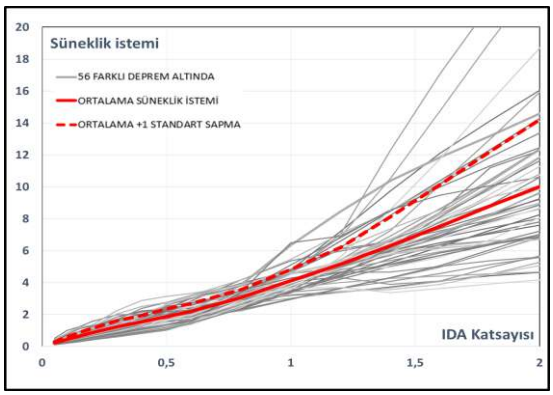
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



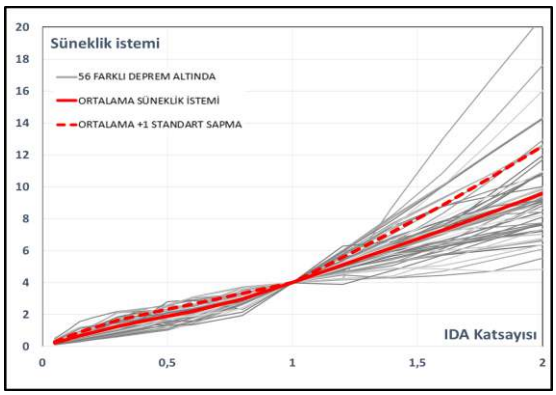
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



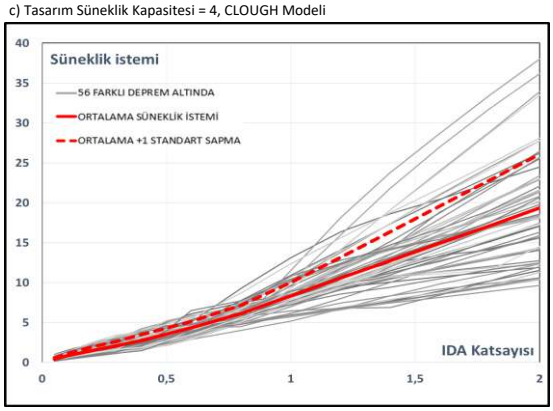
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



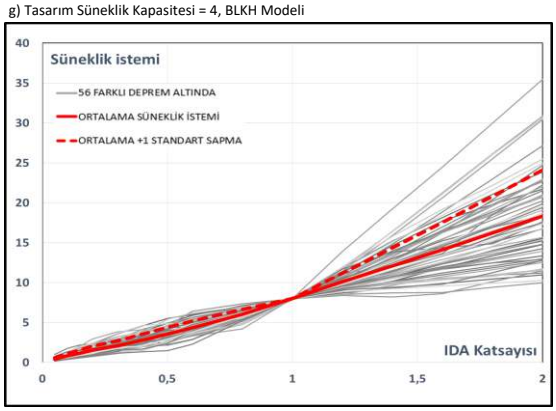
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

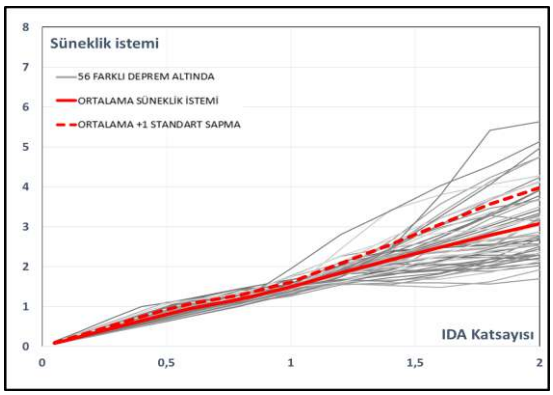


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

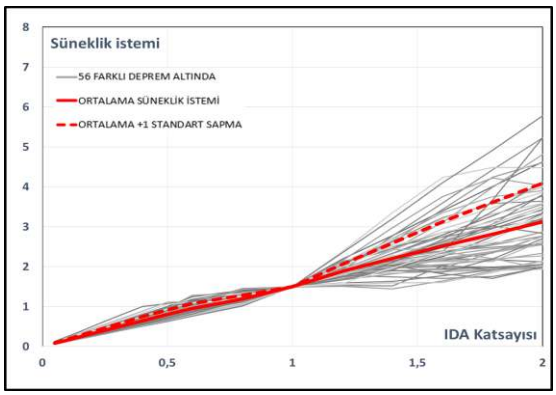


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

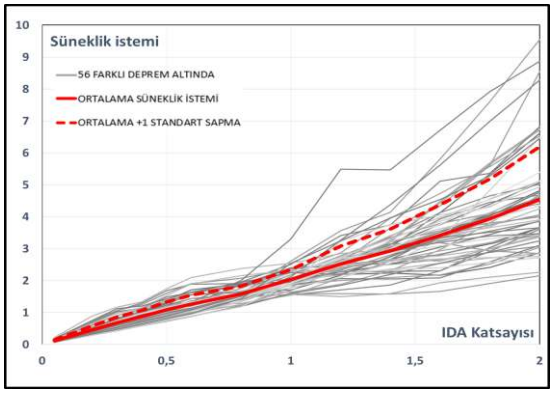
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.55: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



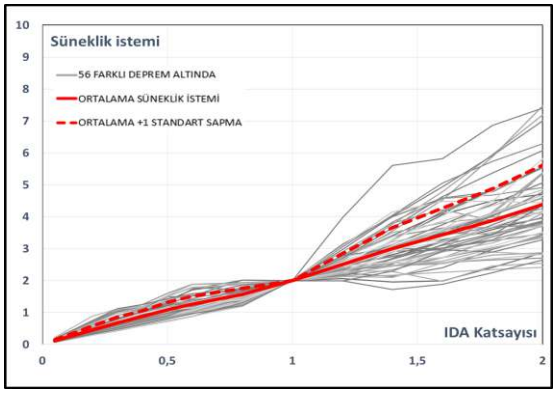
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



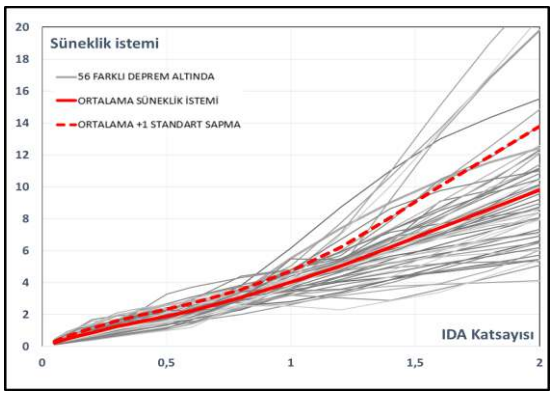
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



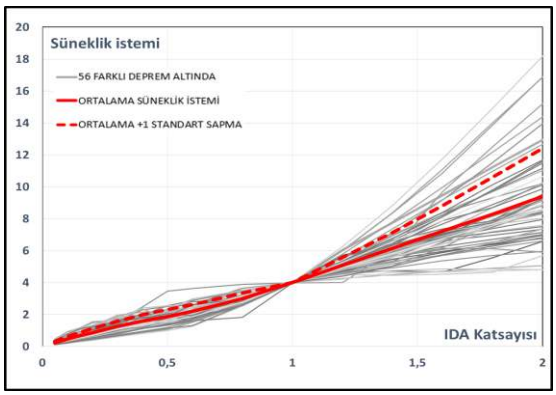
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



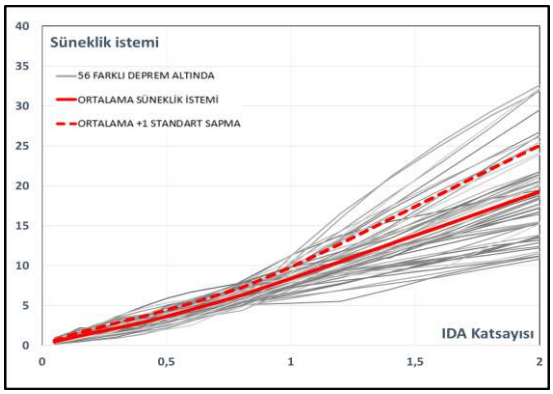
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



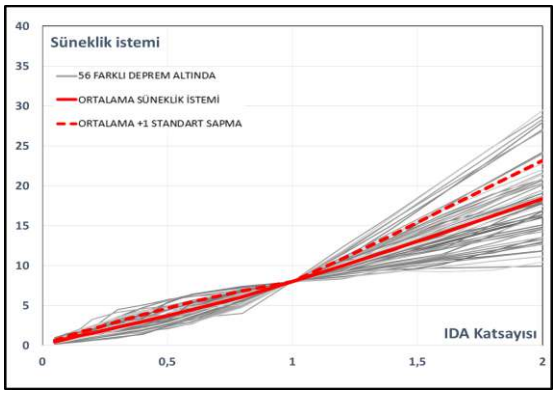
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

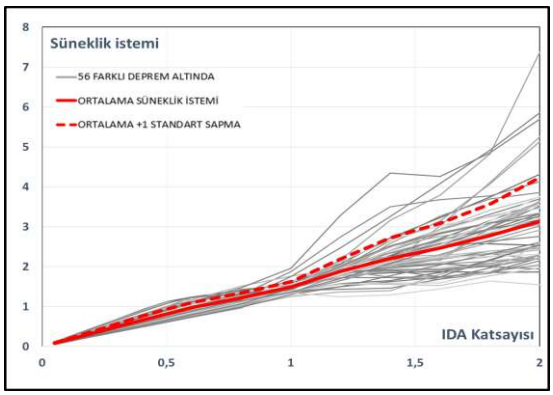


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

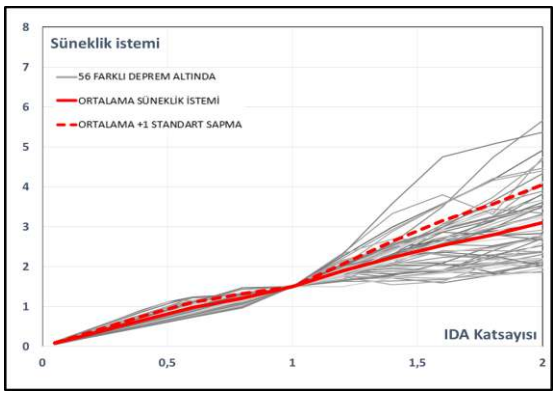


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

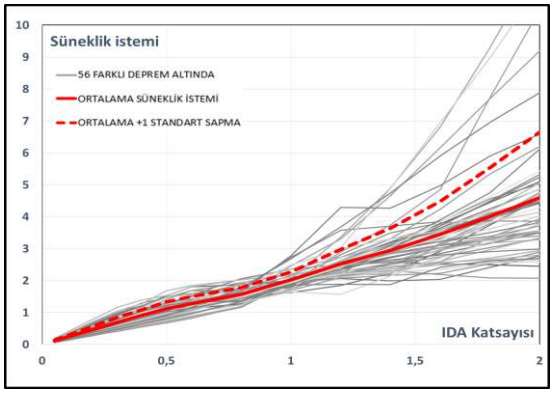
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.56: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



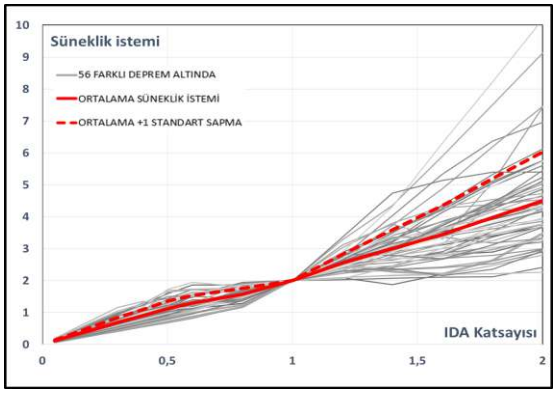
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



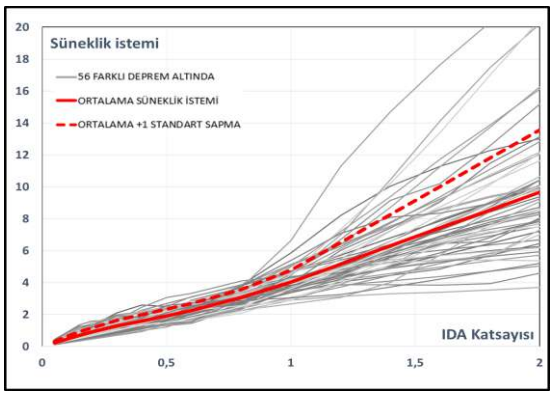
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



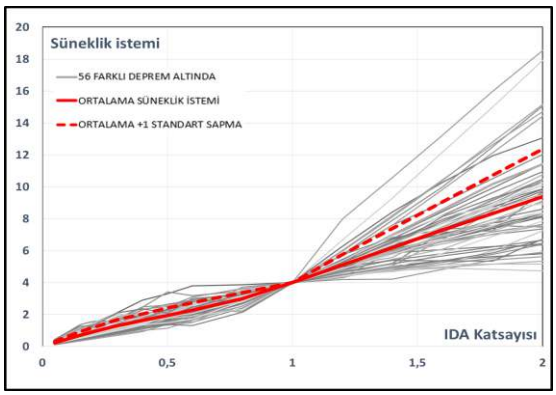
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



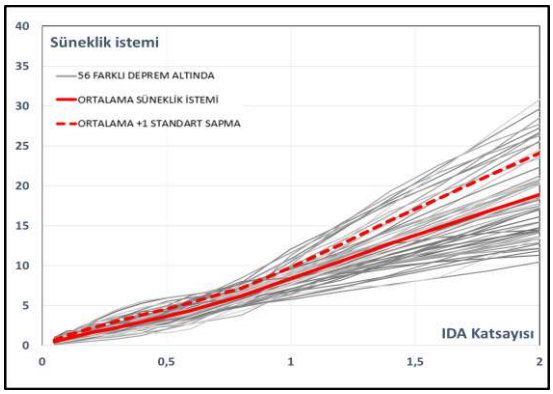
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



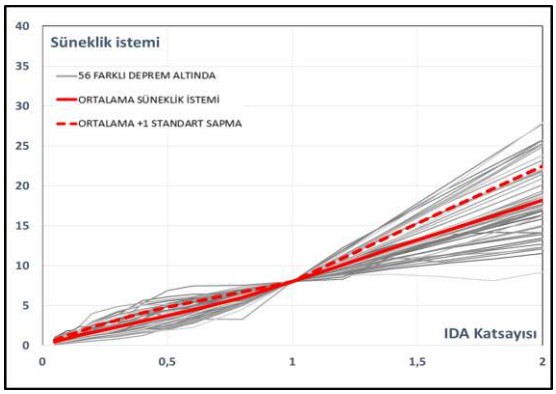
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



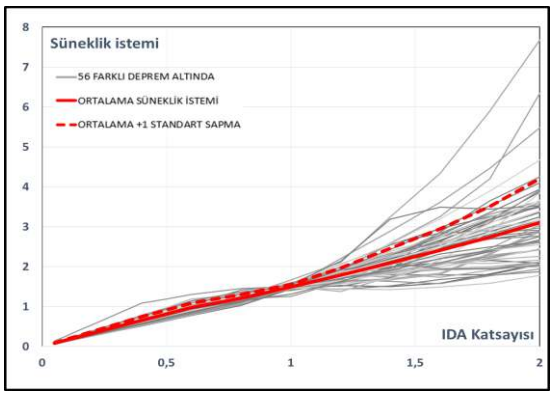
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



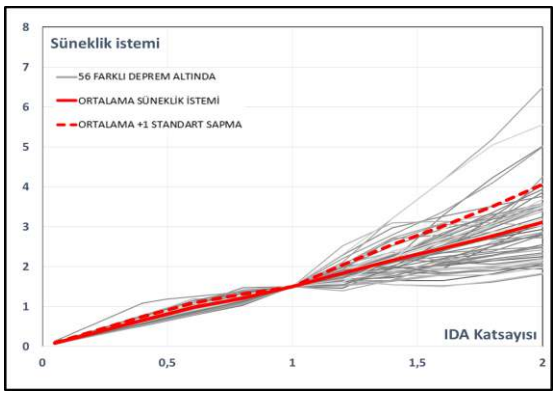
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

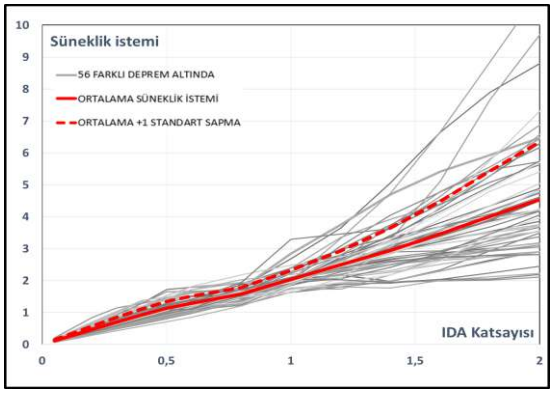
Şekil C.57: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



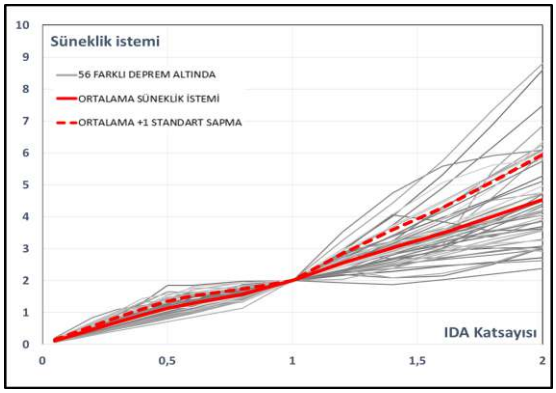
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



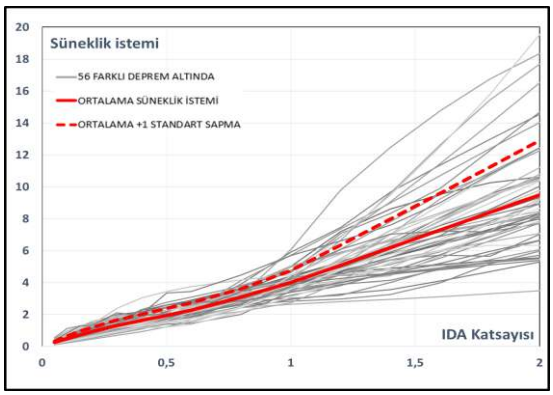
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



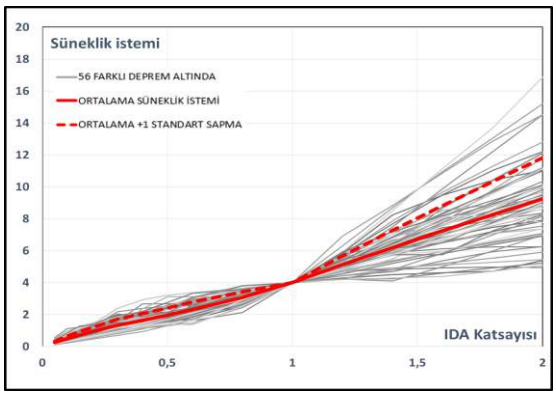
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



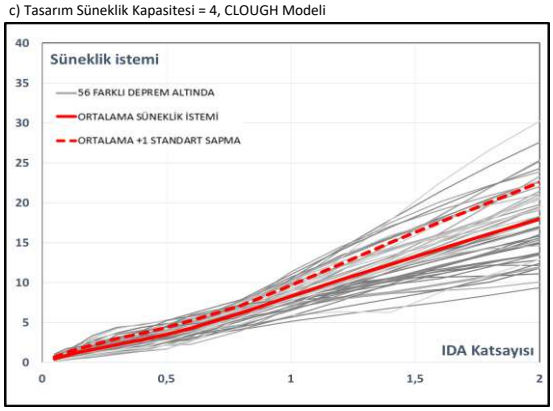
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



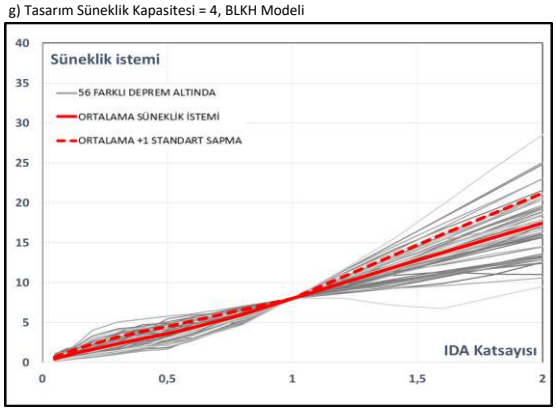
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

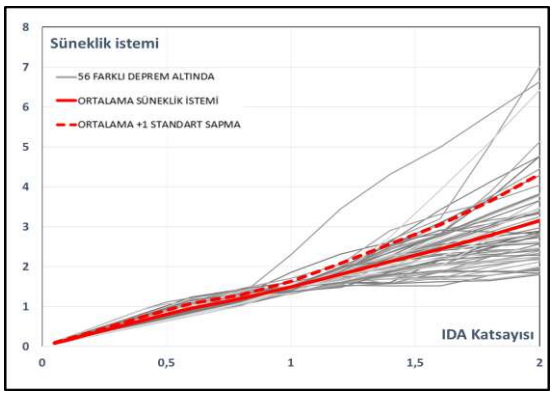


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

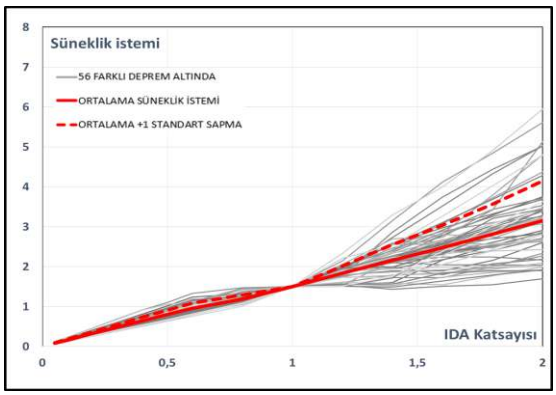


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

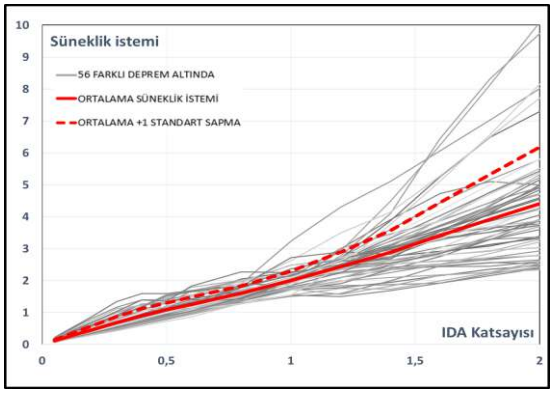
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.58: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



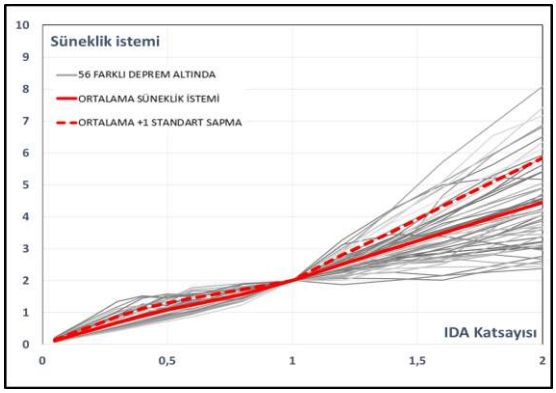
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



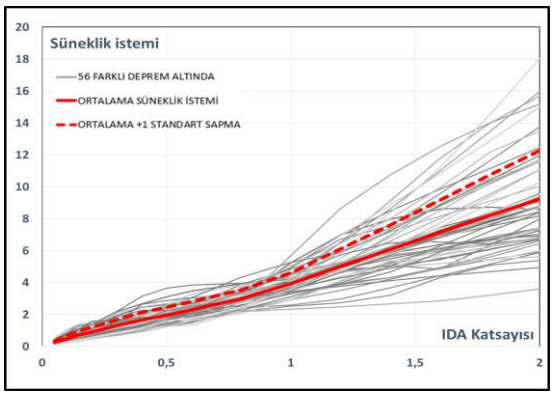
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



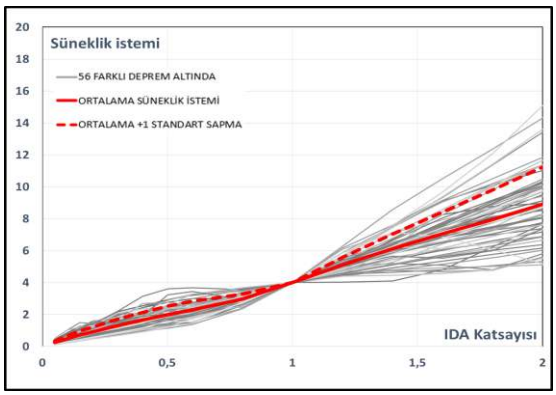
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



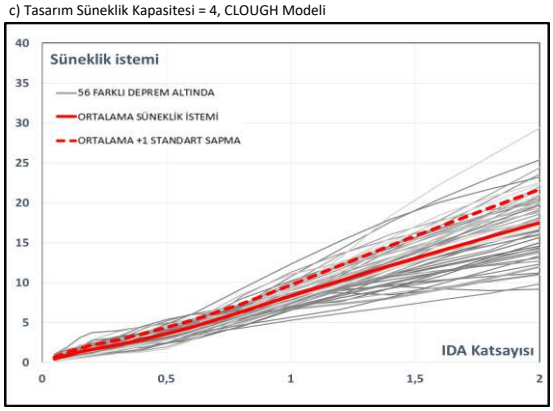
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



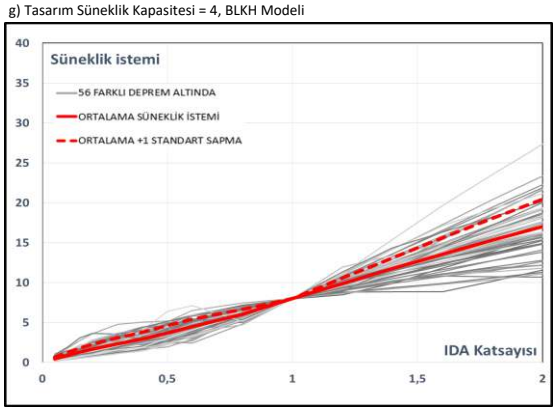
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

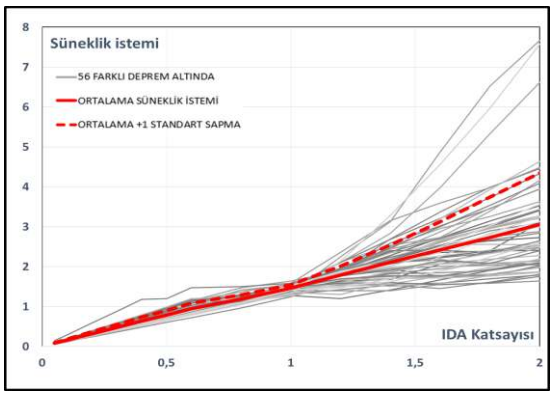


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

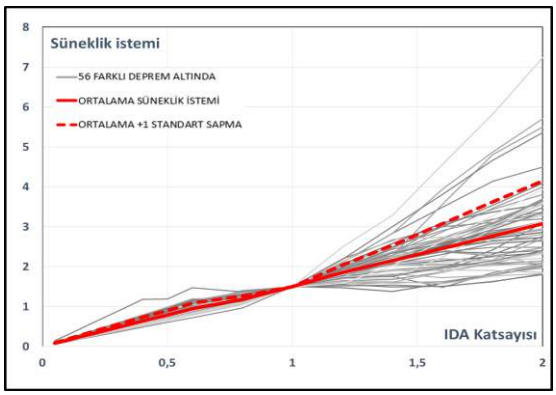


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

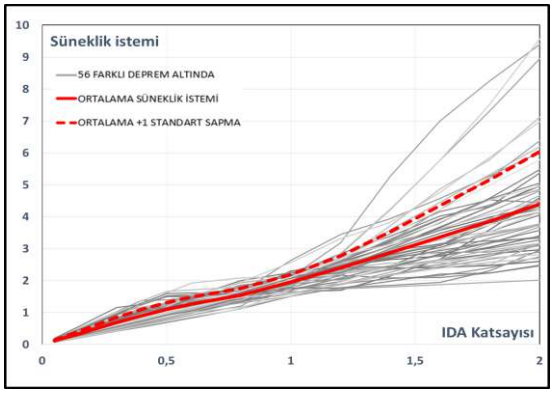
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.59: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



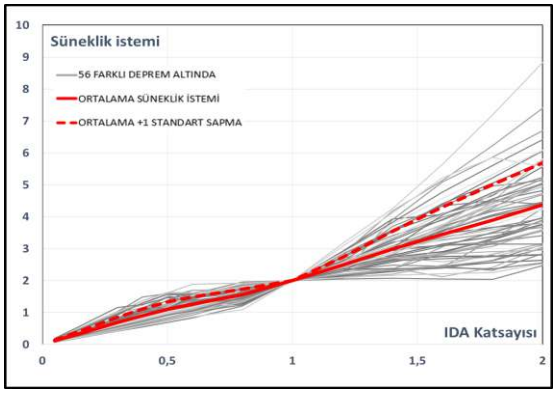
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



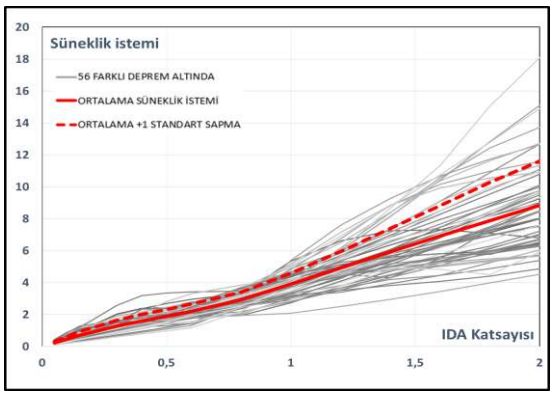
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



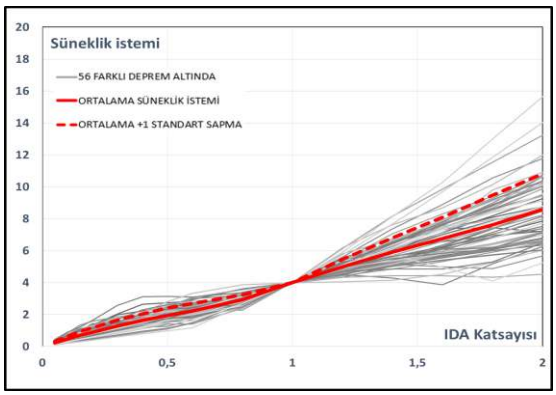
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



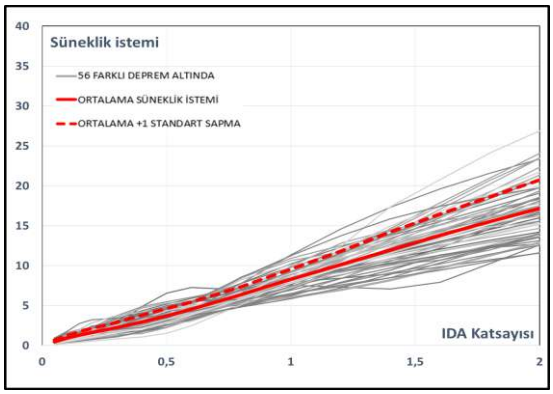
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



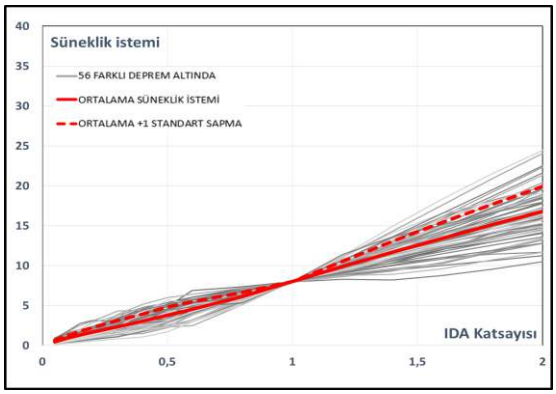
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

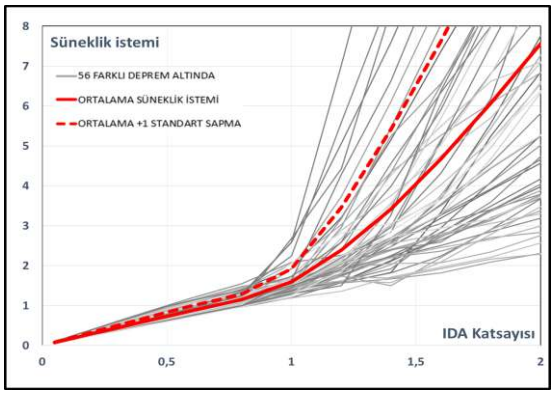


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

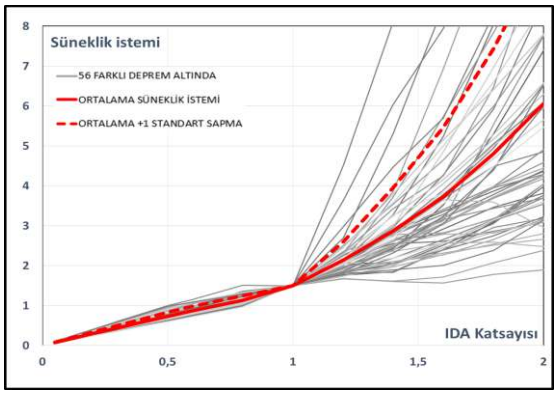


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

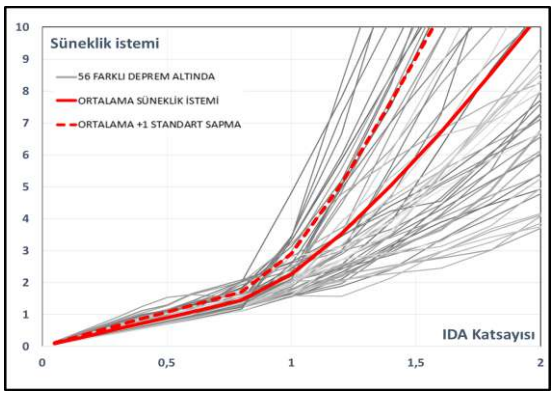
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.60: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



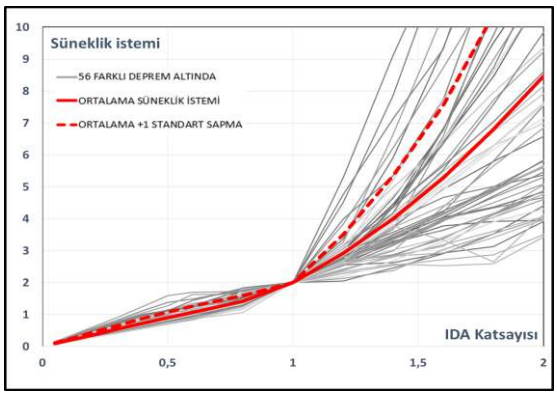
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



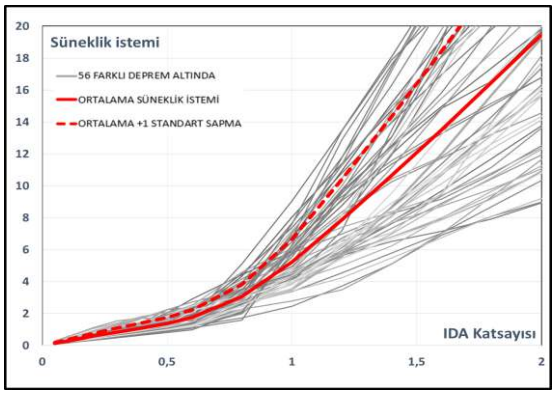
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



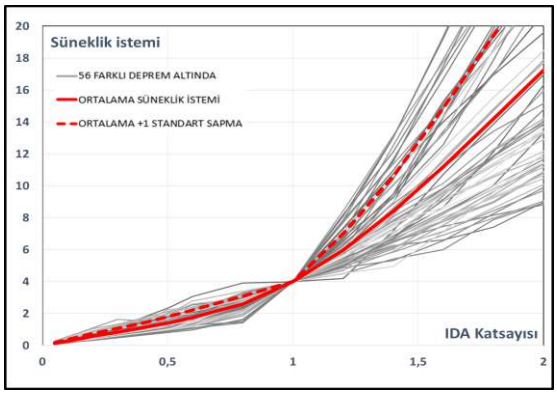
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



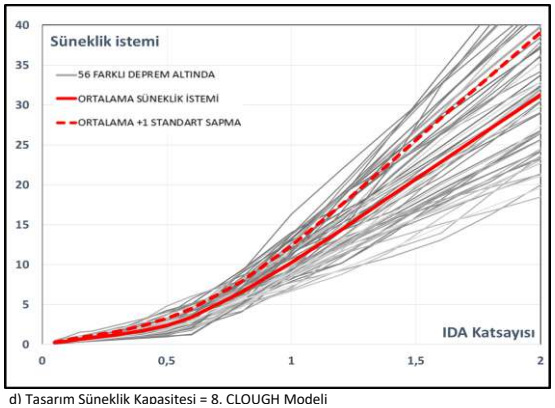
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



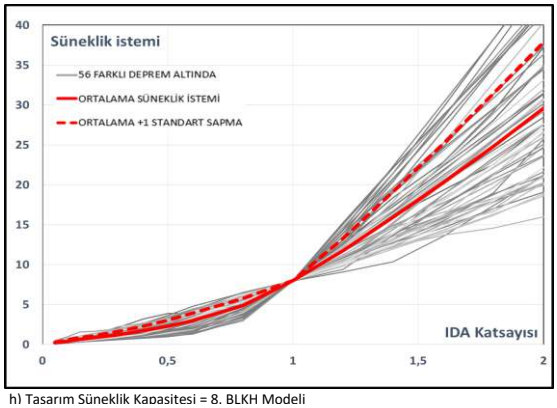
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

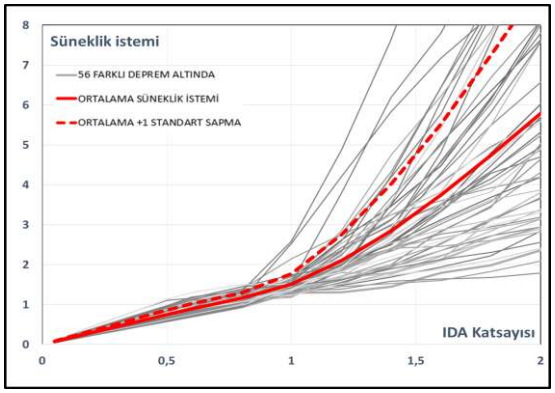


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

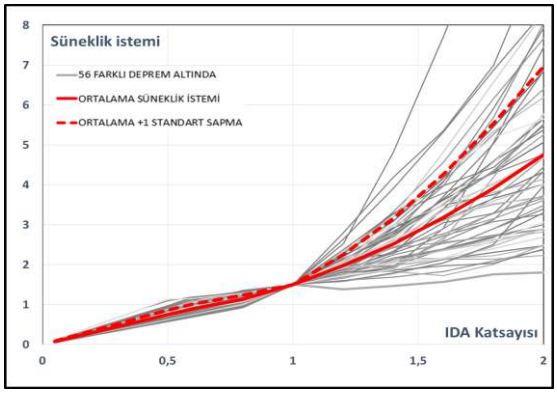


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

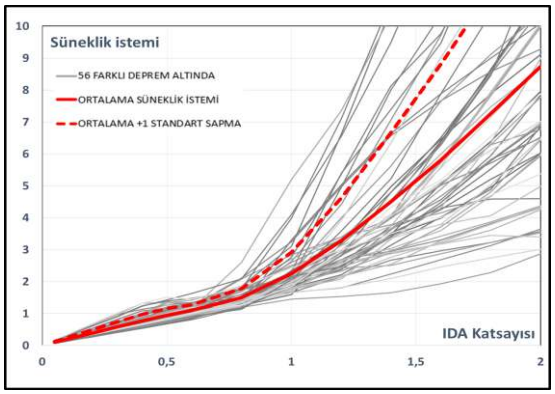
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.61: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



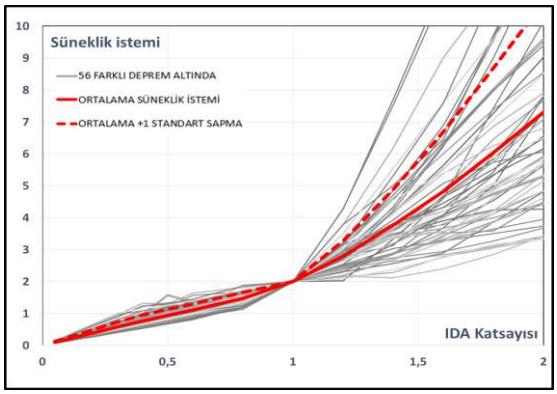
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



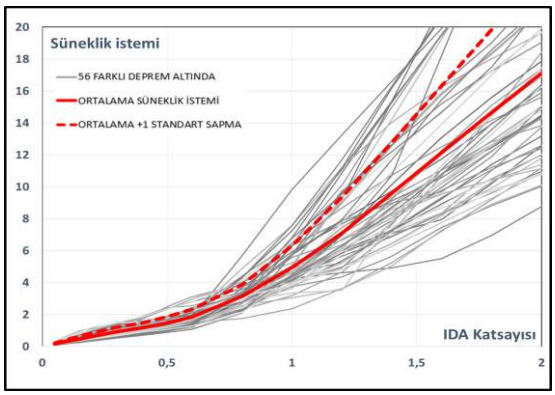
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



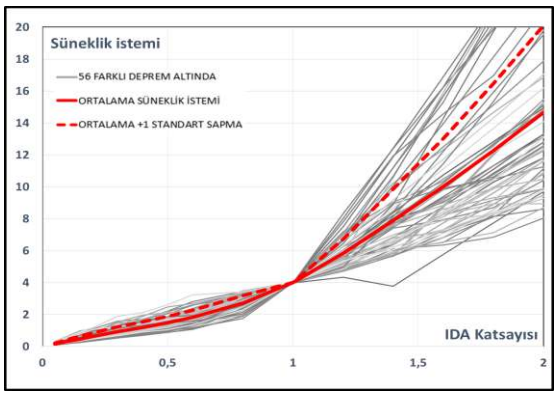
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, CLOUGH Modeli



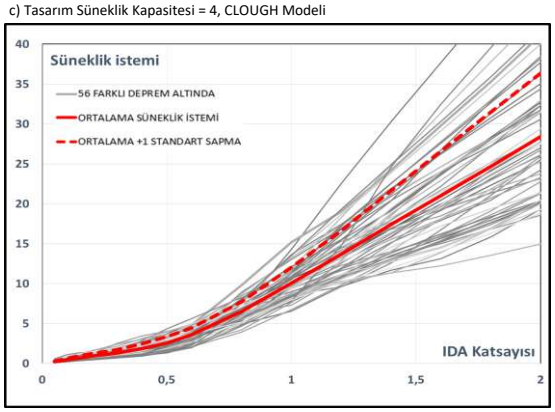
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2, BLKH Modeli



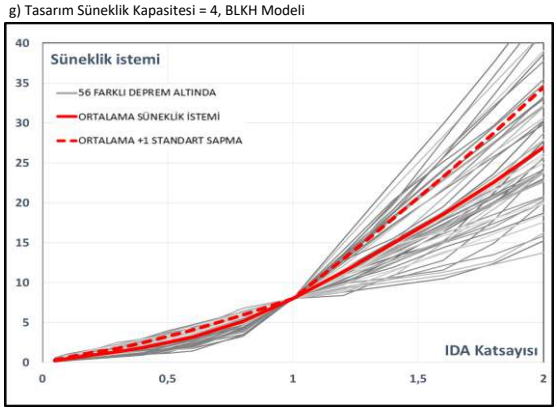
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



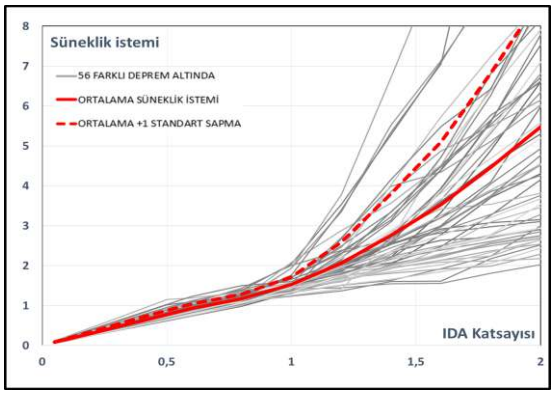
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli



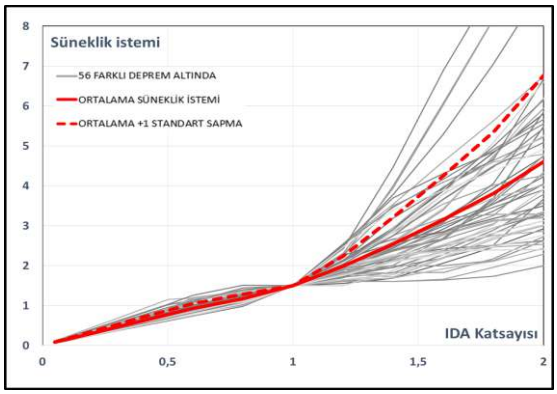
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

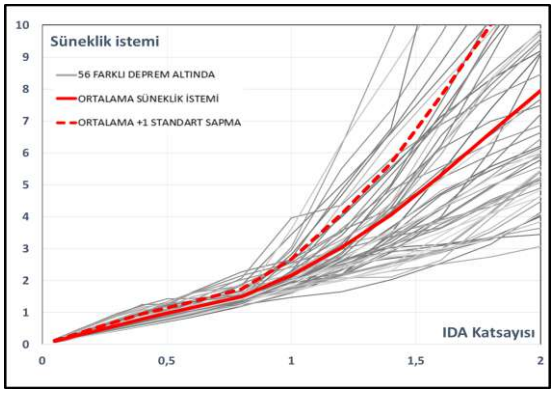
Şekil C.62: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



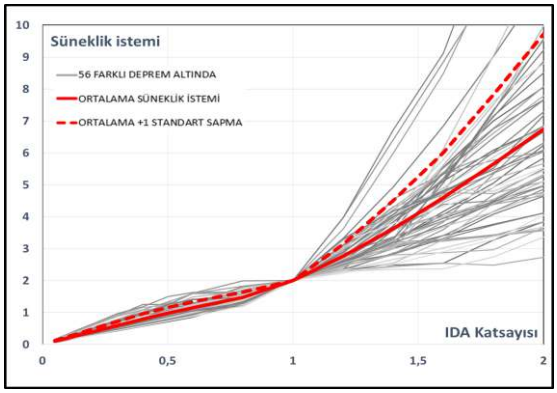
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



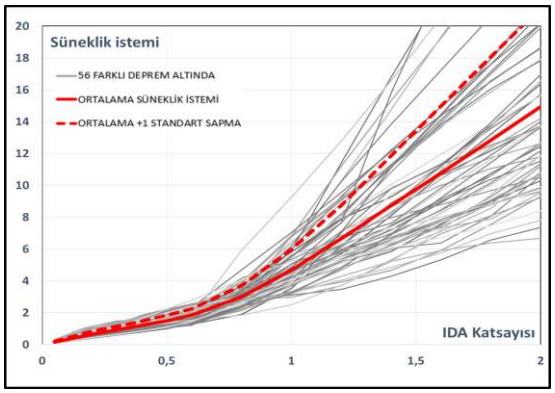
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



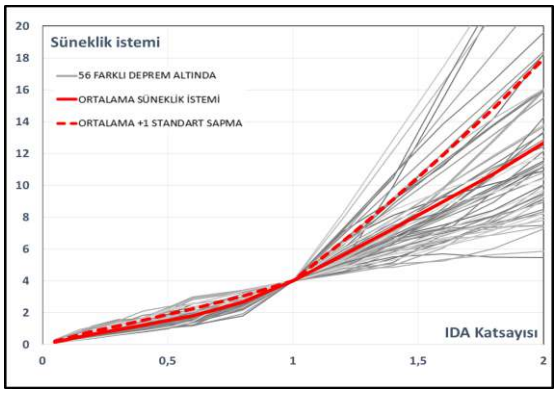
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



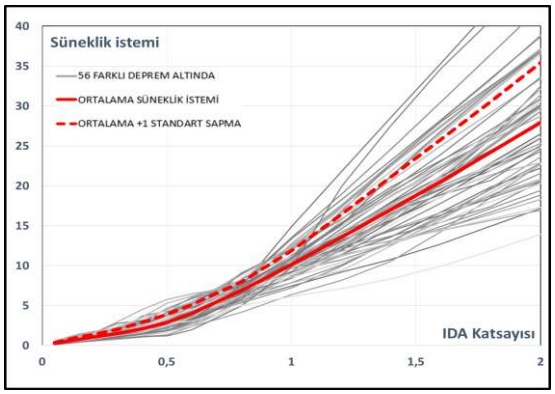
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



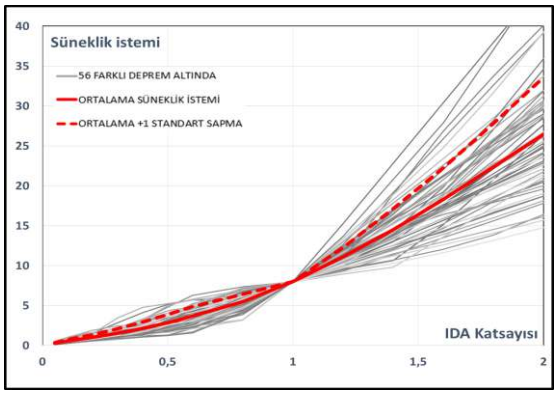
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

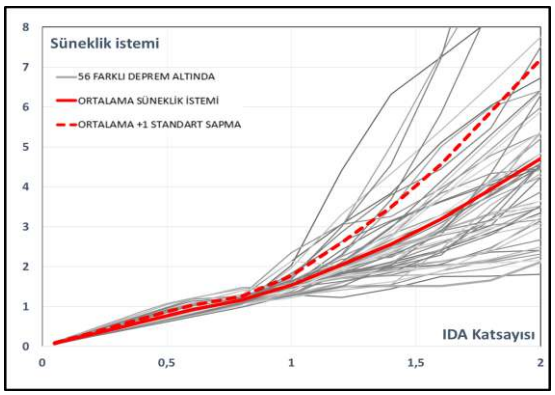


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

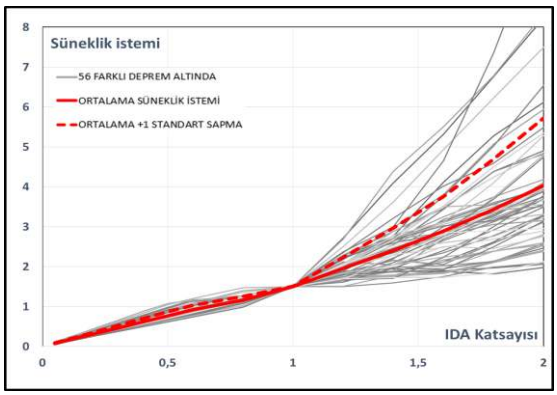


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

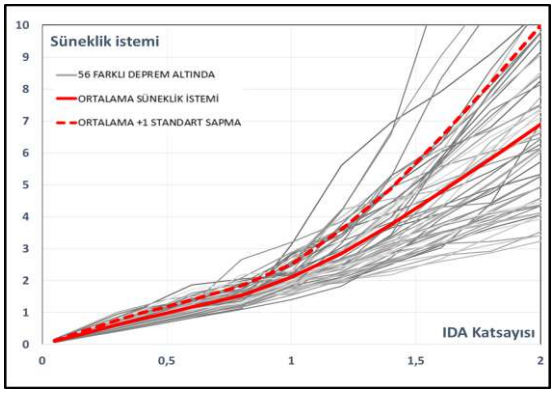
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.63: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



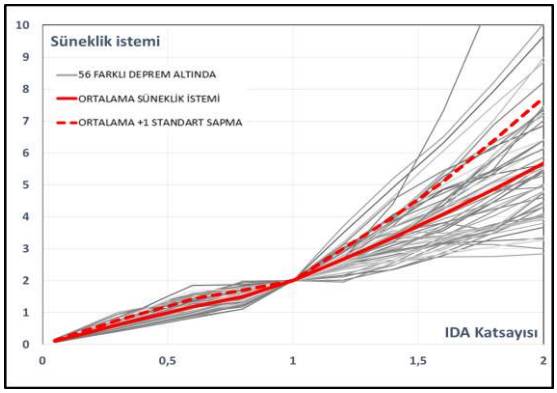
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



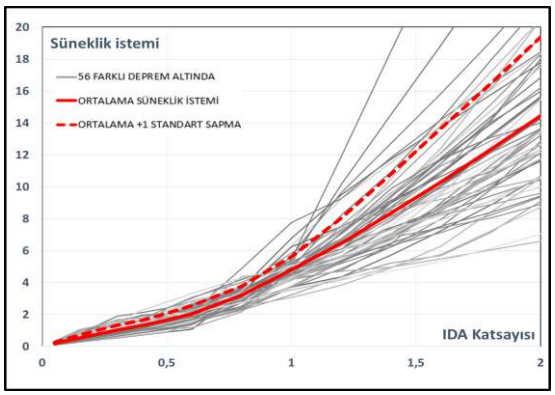
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



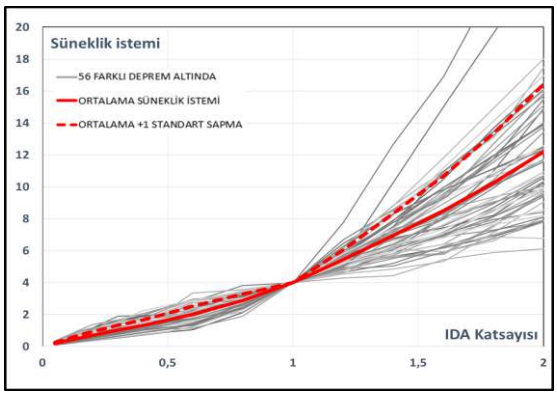
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



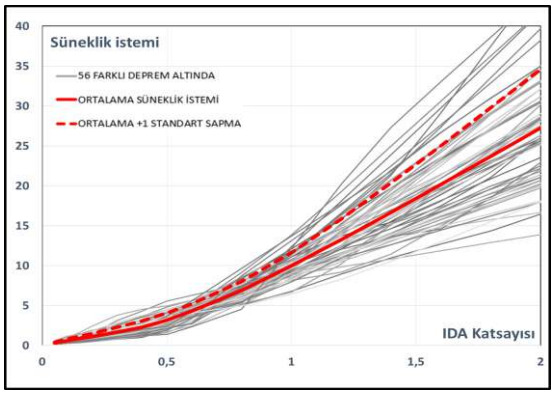
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



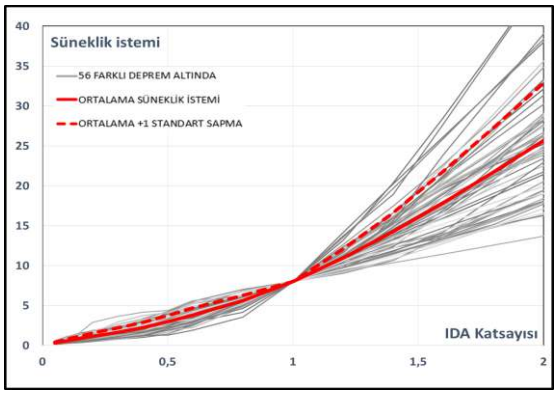
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli



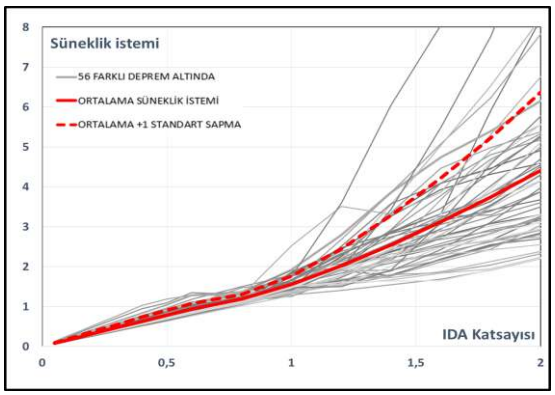
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli



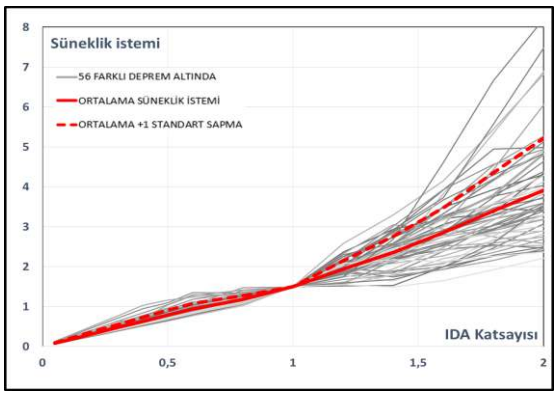
h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)

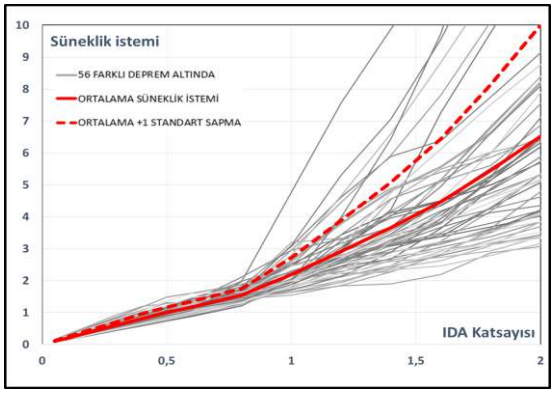
Şekil C.64: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



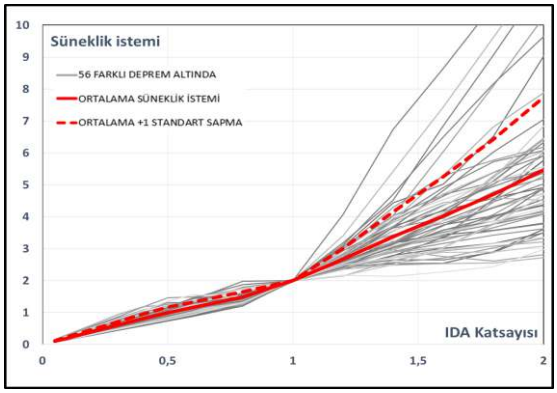
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



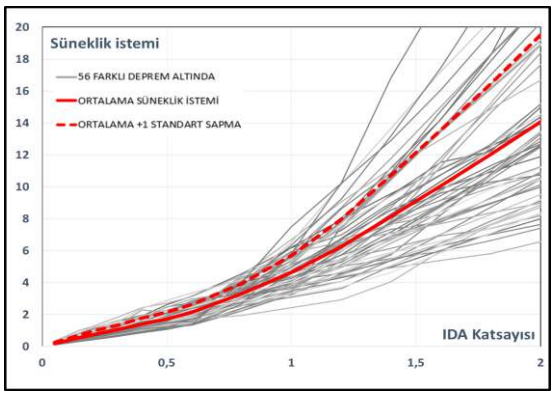
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



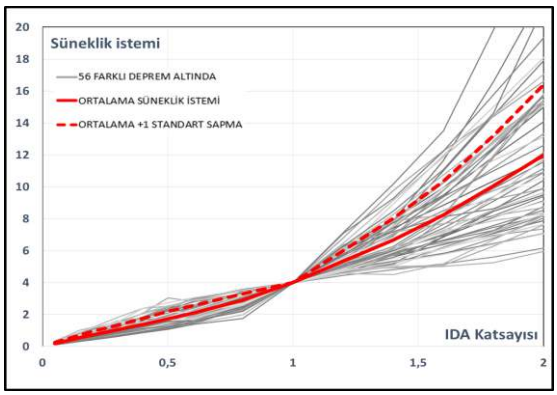
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



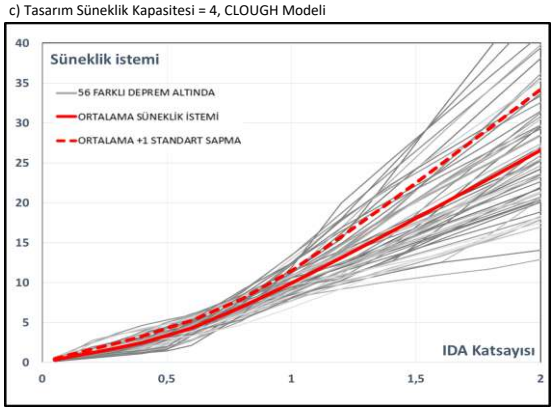
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



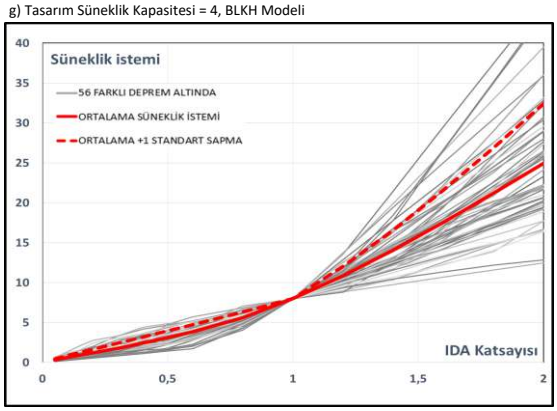
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

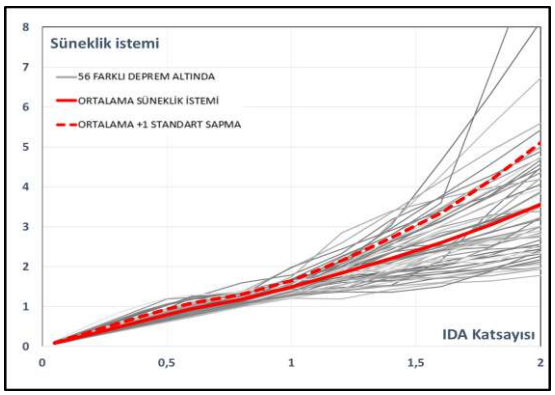


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

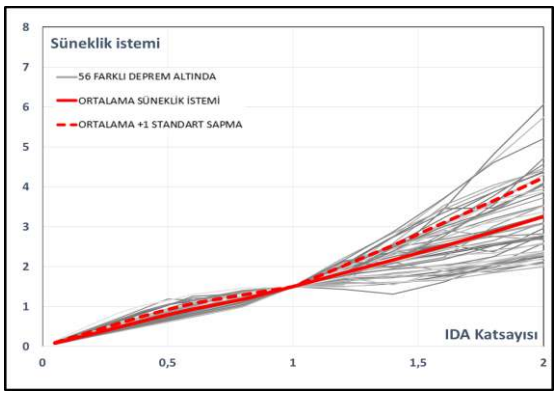


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

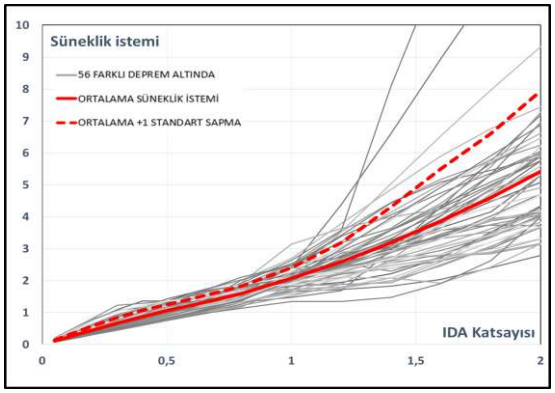
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.65: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



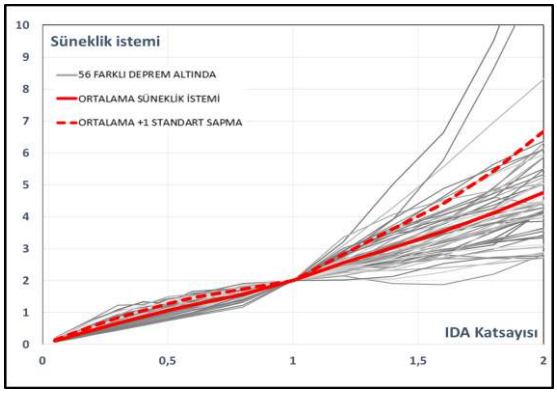
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



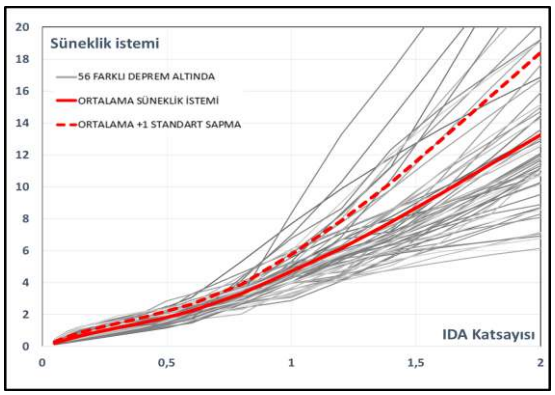
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



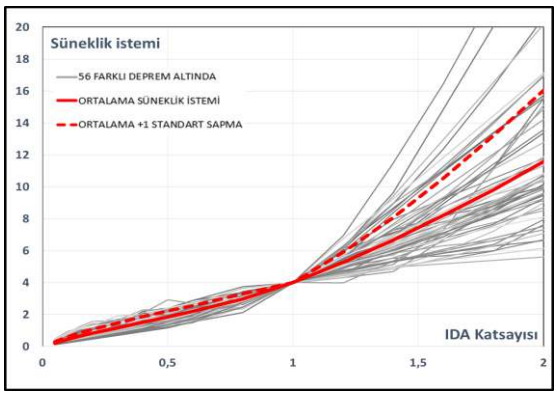
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



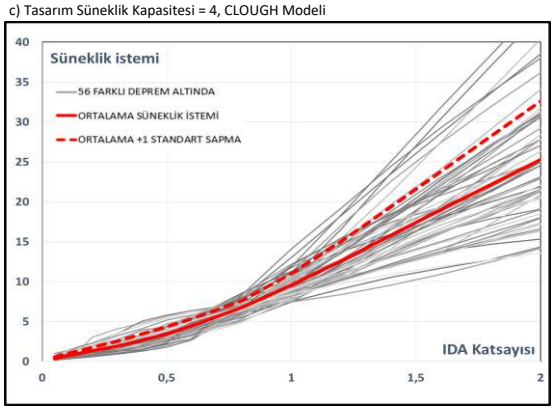
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



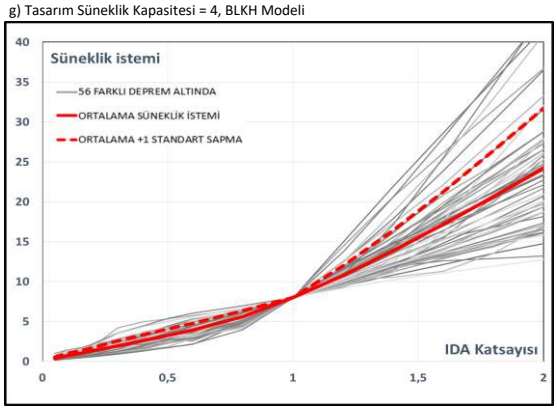
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

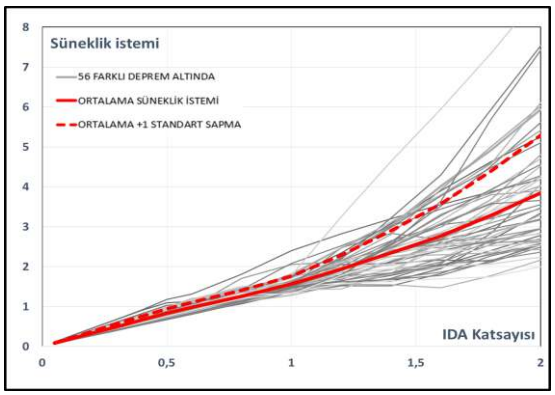


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

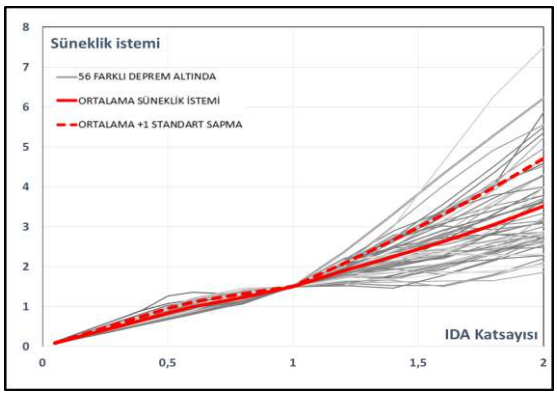


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

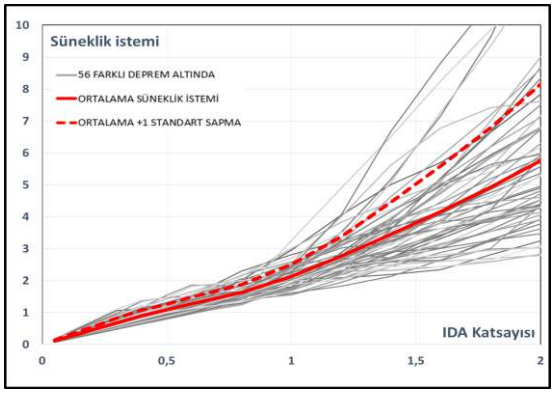
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.66: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



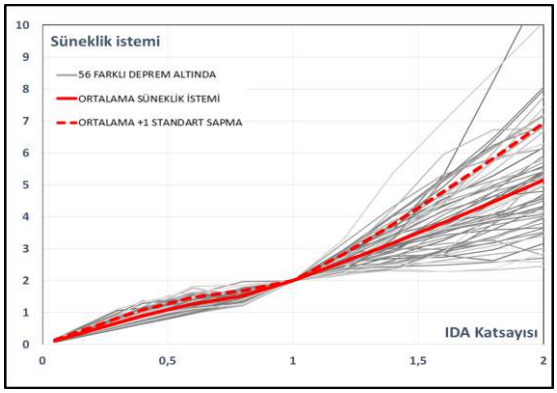
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



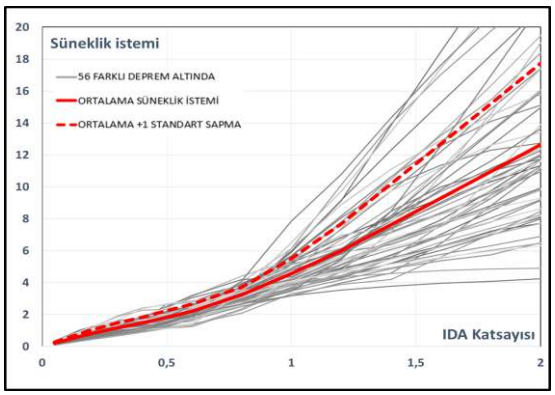
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



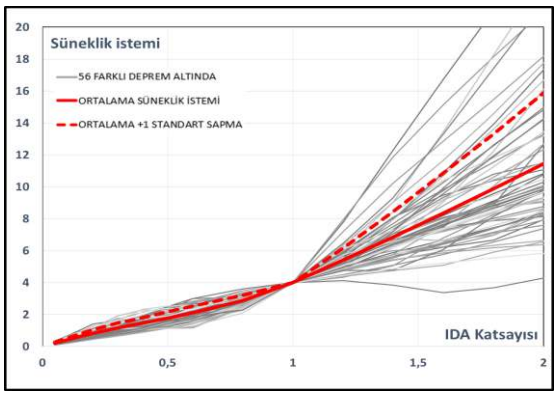
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



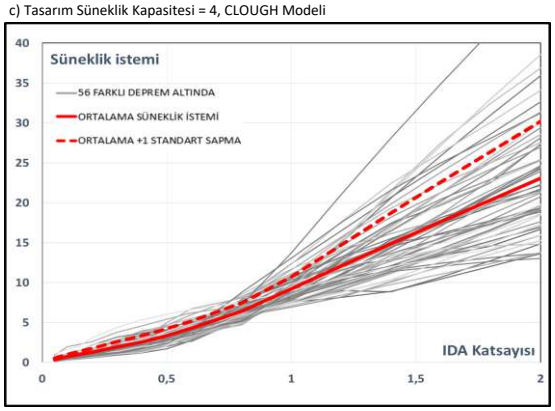
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



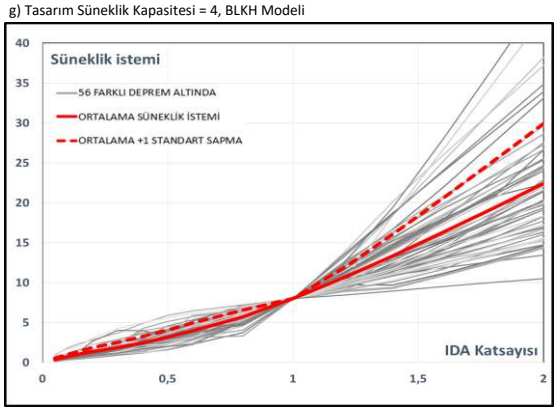
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

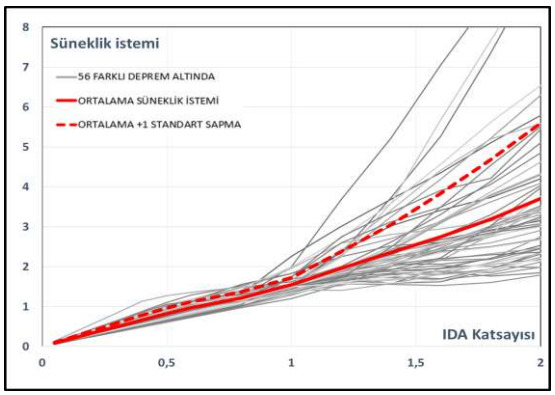


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

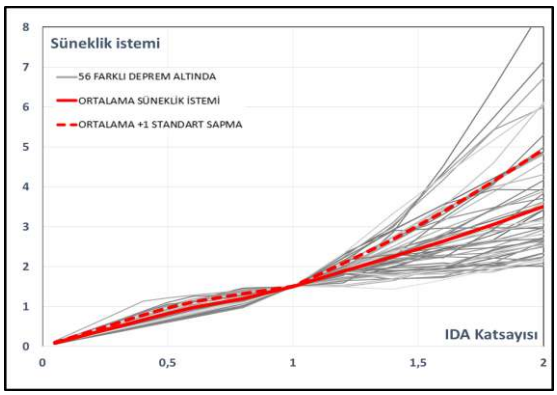


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

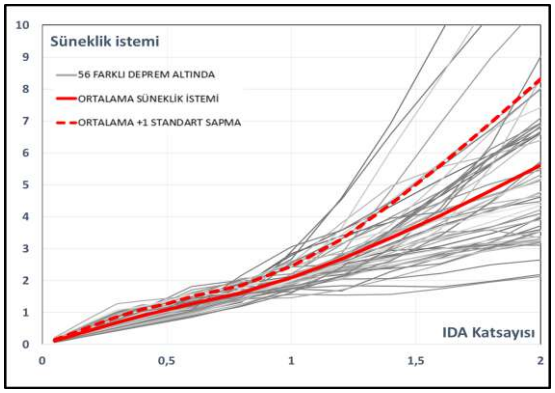
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.67: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



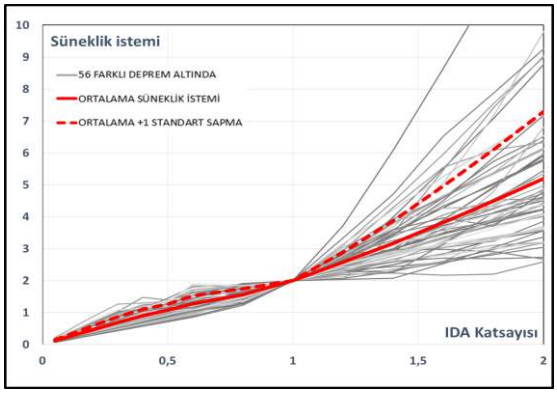
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



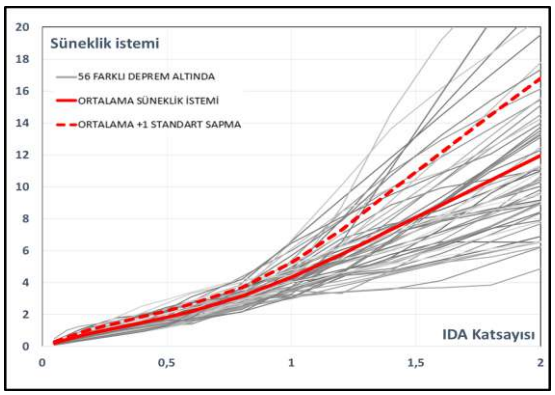
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



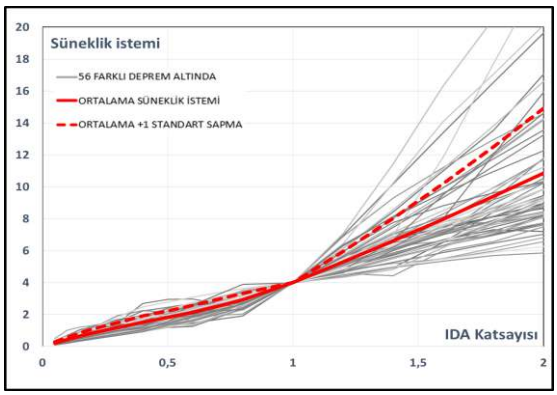
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



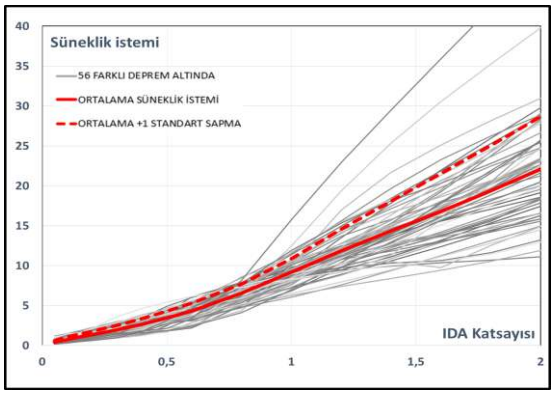
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



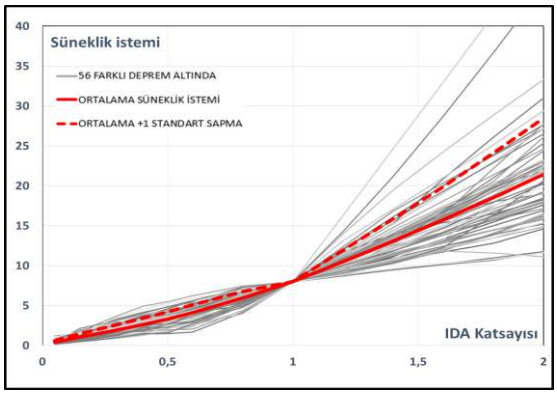
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

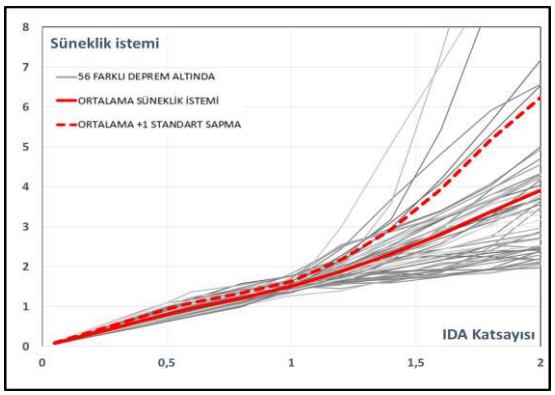


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

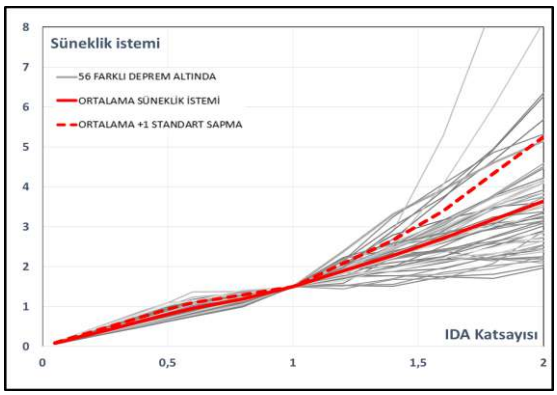


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

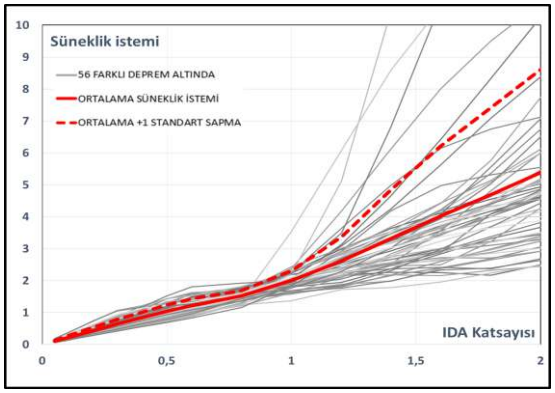
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.68: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



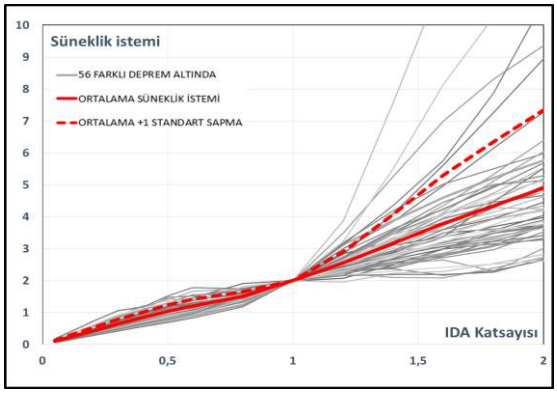
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



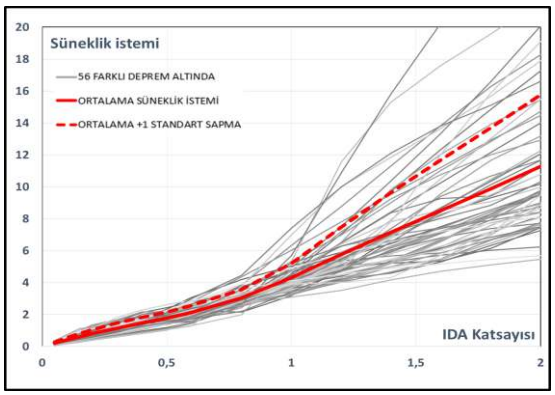
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



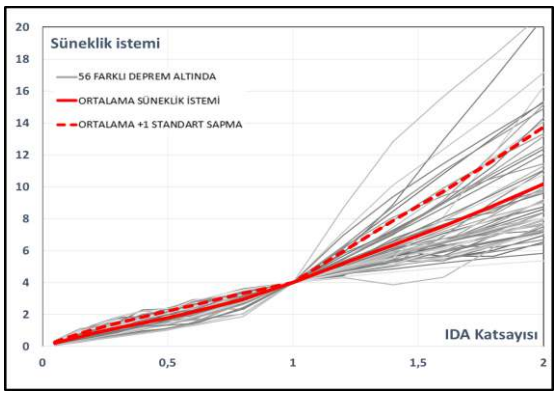
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



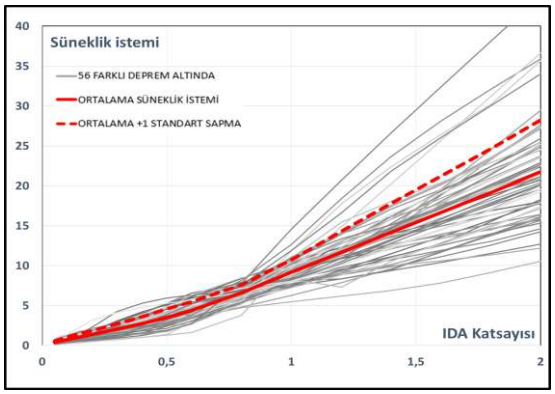
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



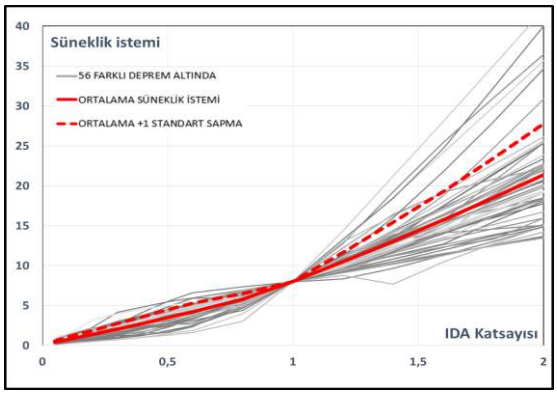
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

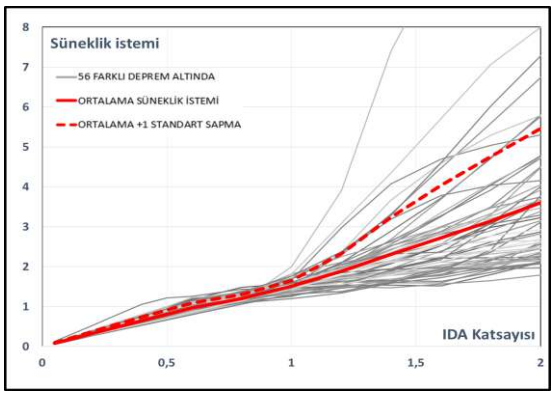


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

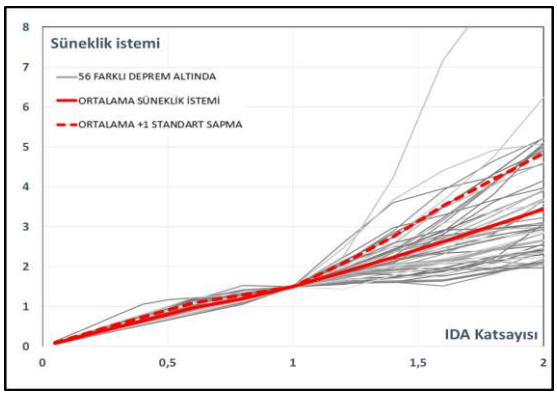


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

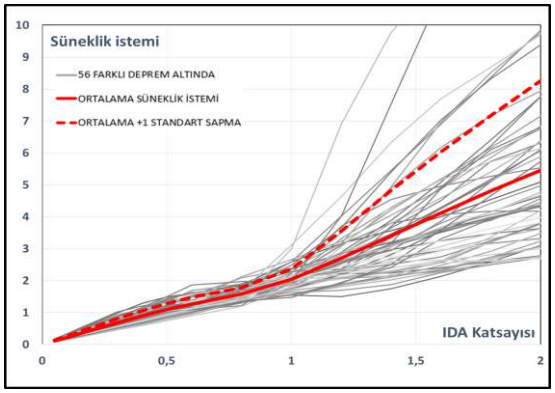
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.69: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



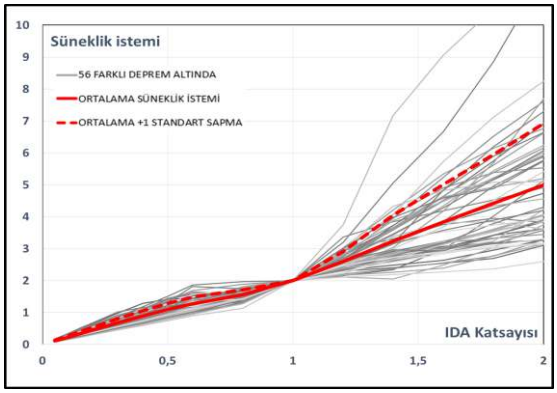
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



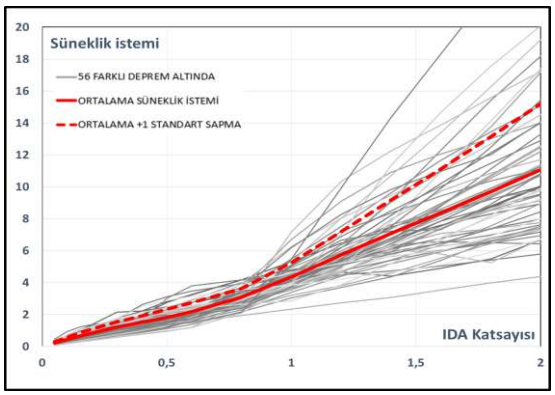
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



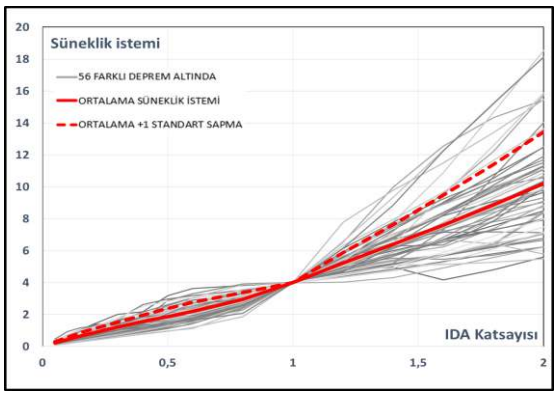
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



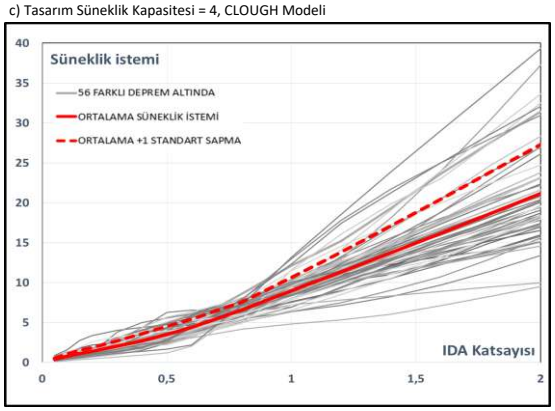
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



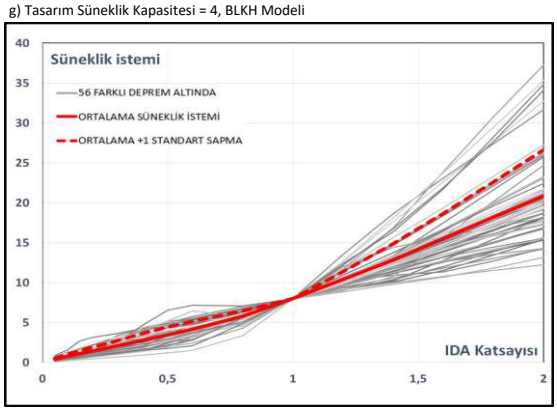
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

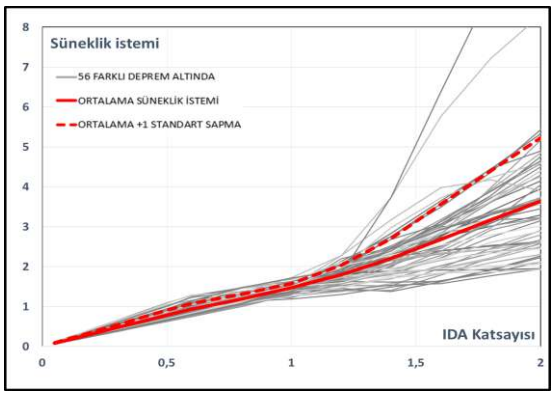


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

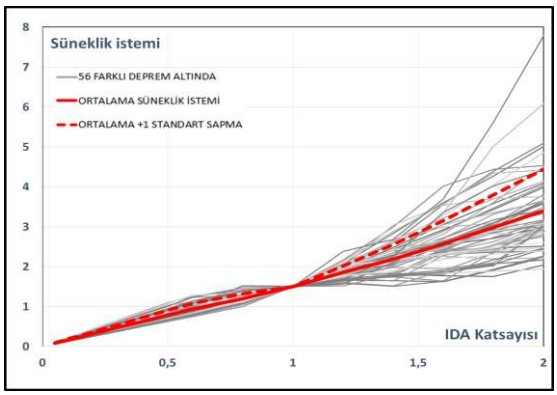


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

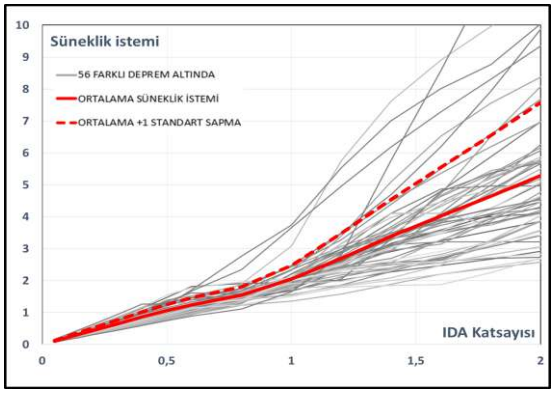
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.70: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



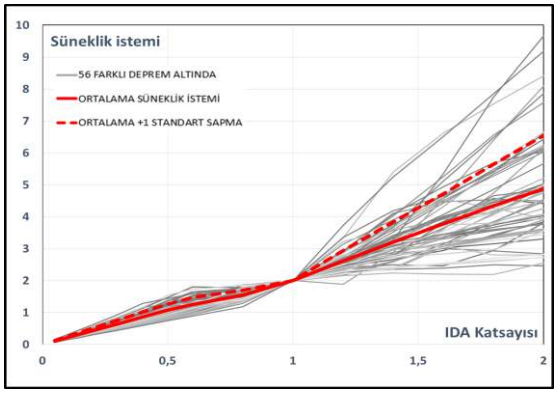
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



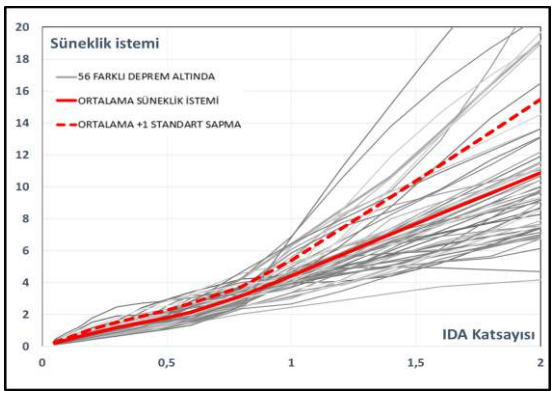
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



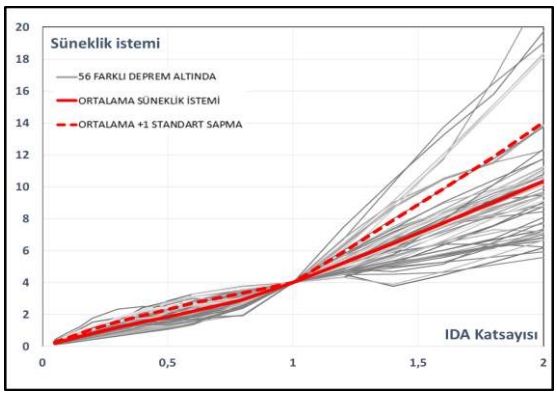
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



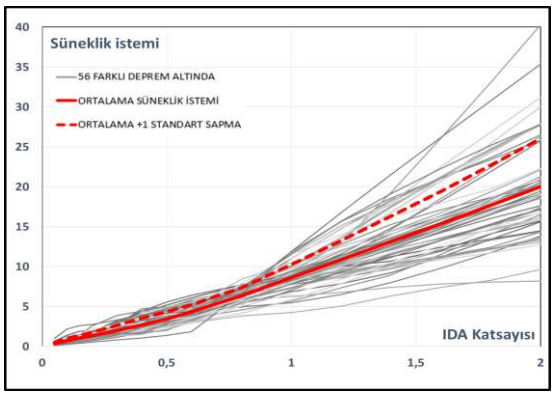
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



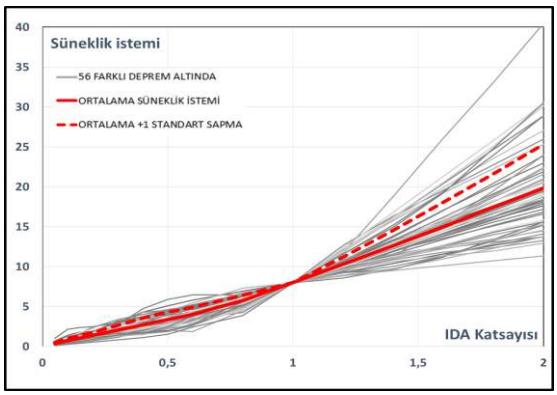
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

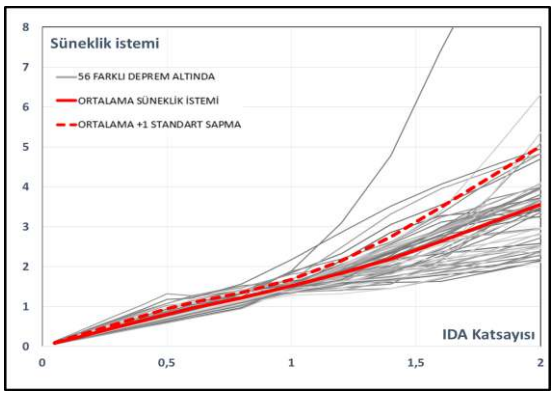


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

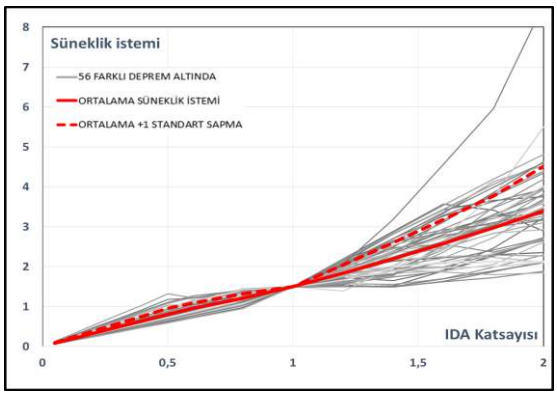


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

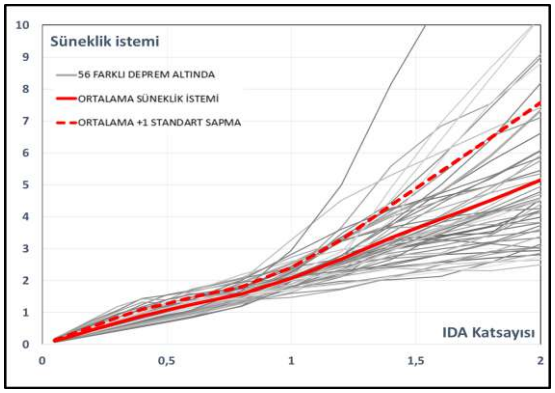
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.71: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



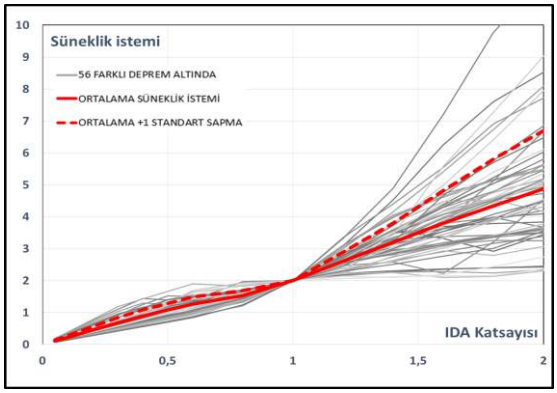
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



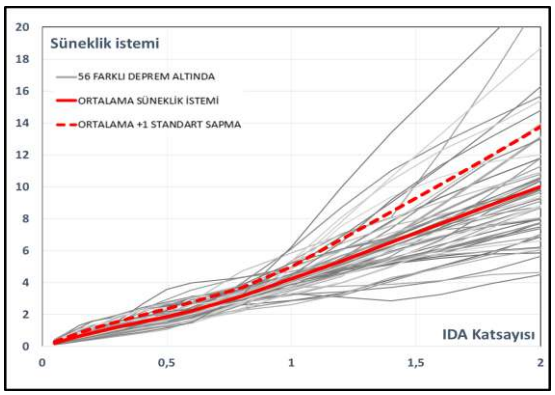
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



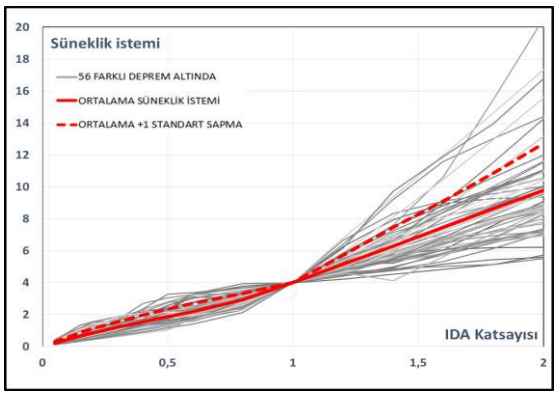
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



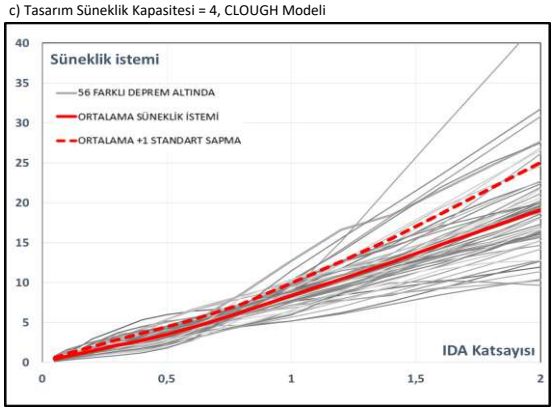
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



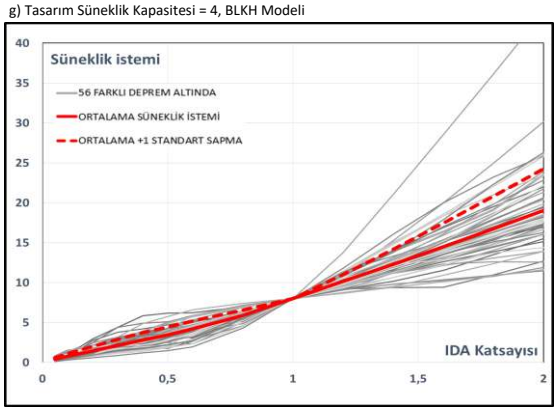
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

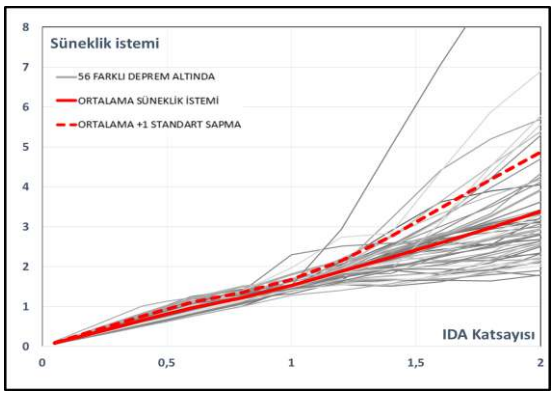


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

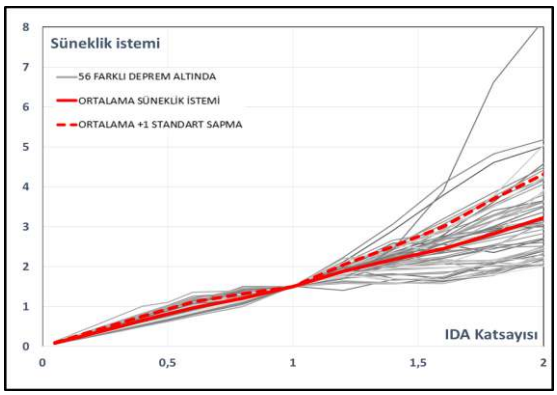


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

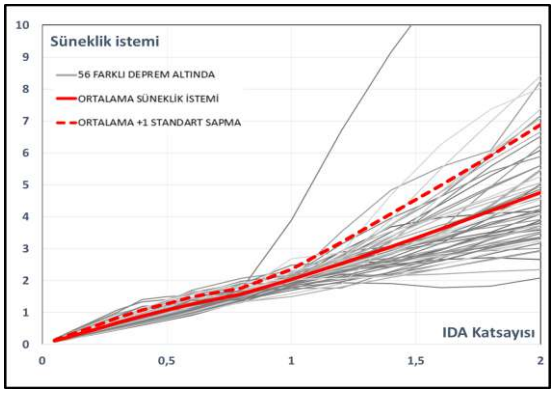
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.72: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



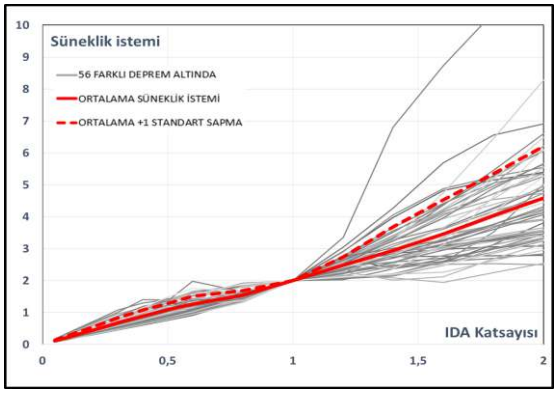
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



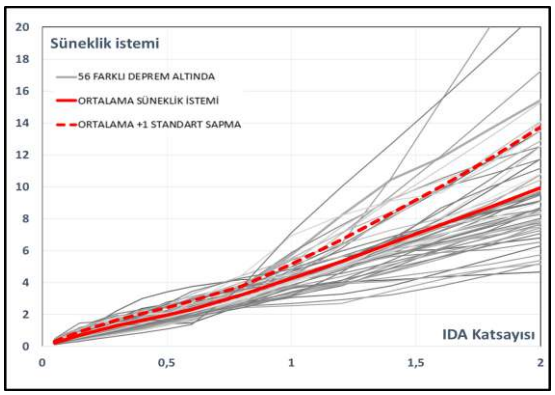
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



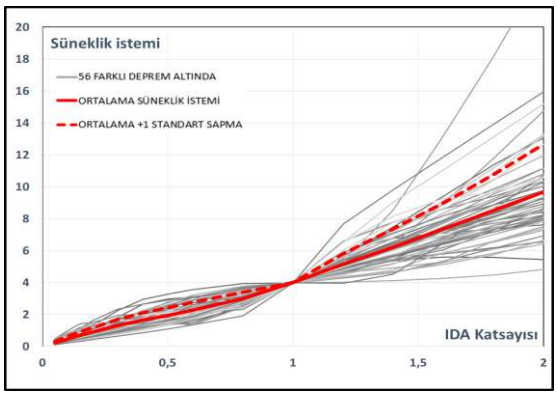
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



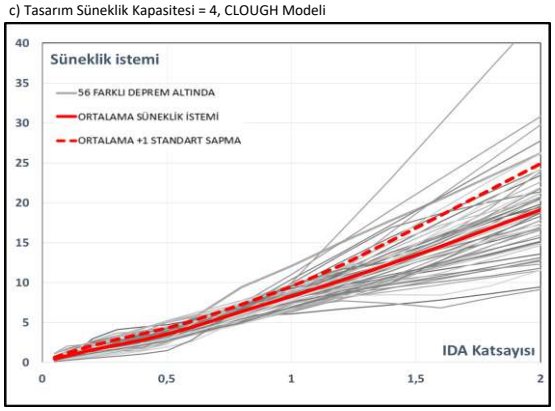
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



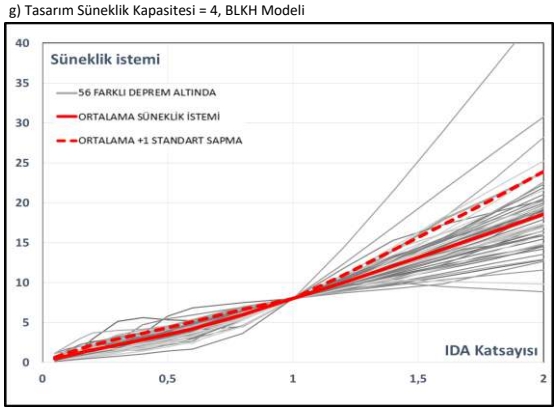
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

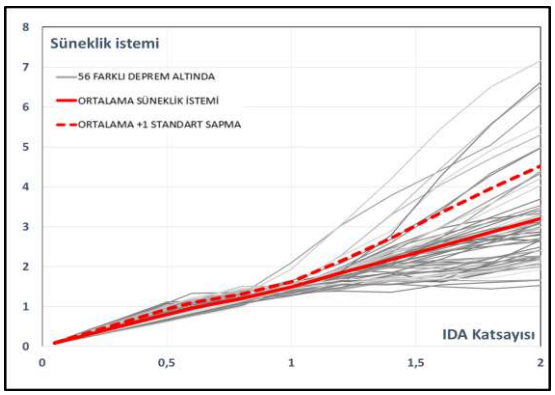


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

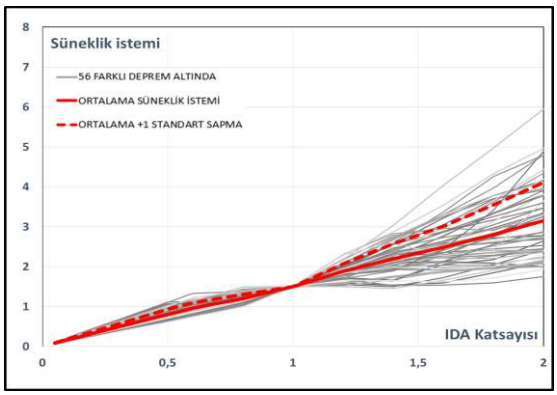


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

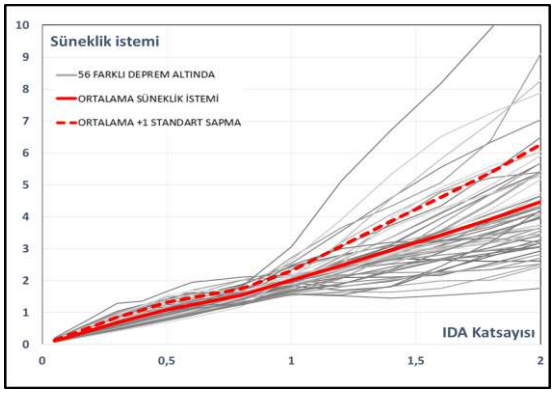
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.73: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



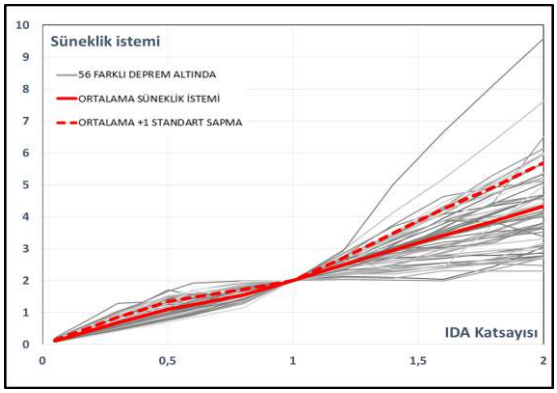
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



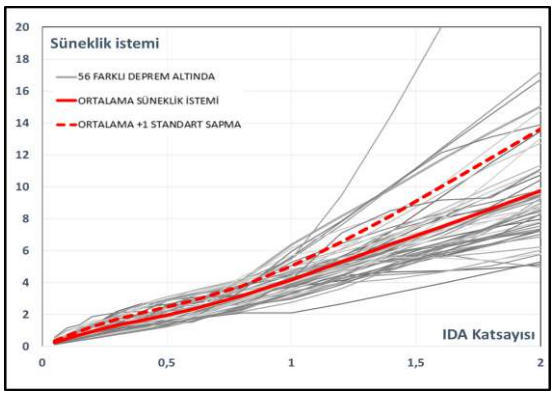
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



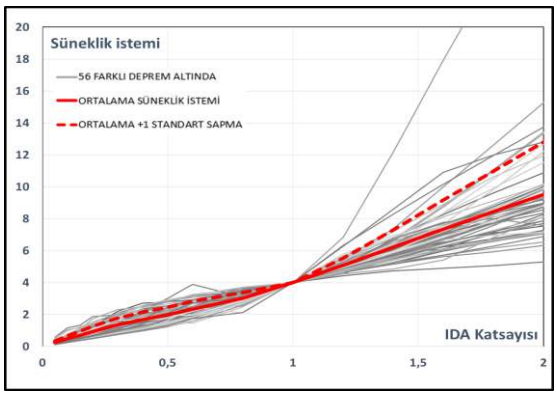
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



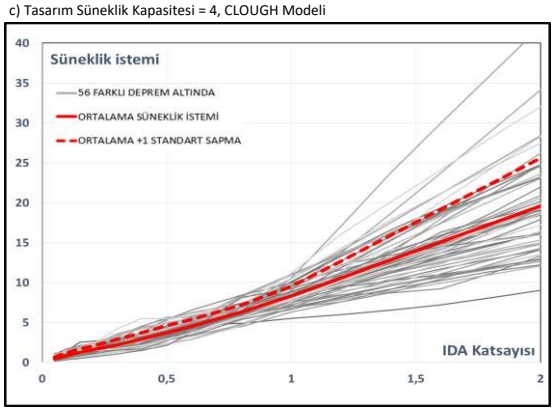
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



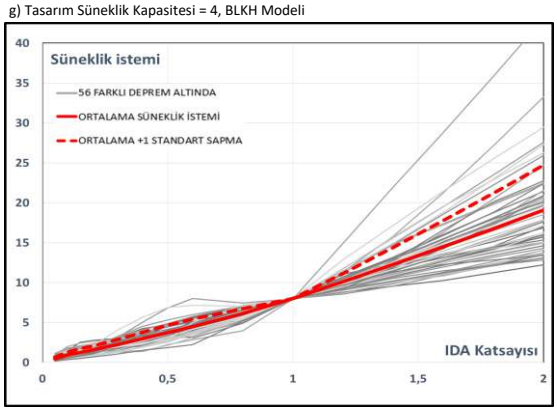
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

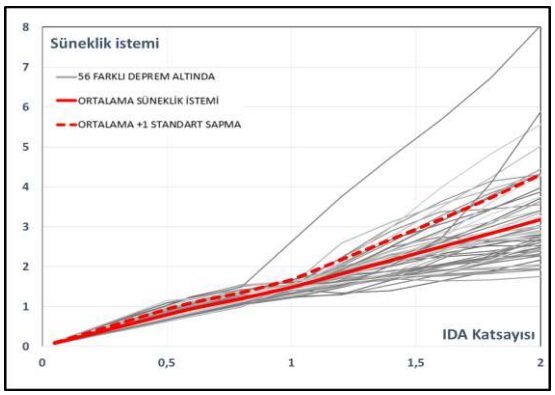


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

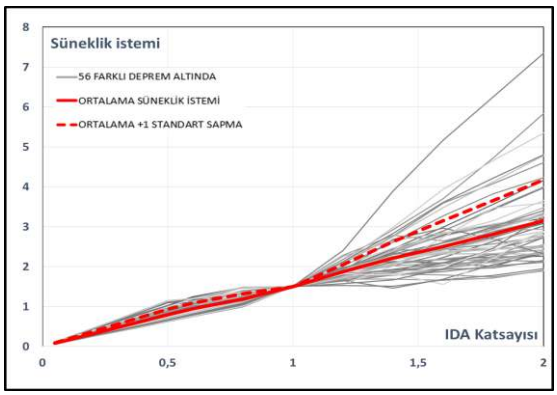


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

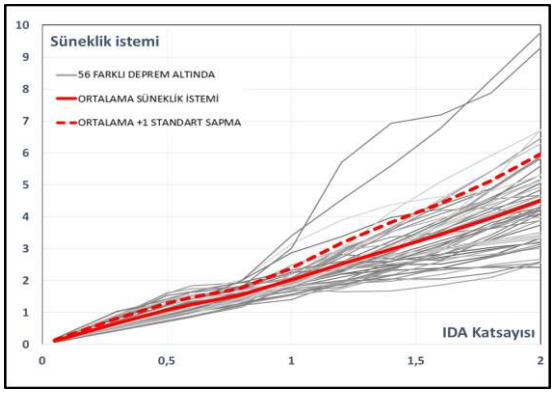
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.74: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



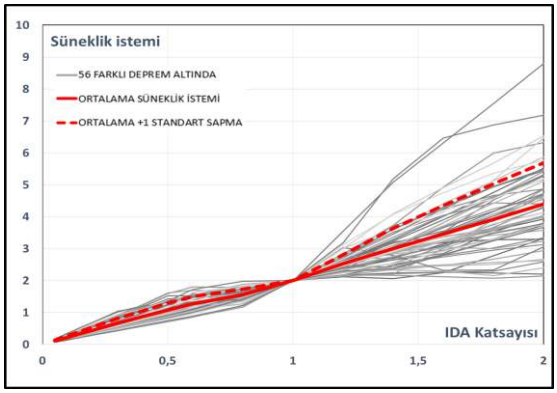
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



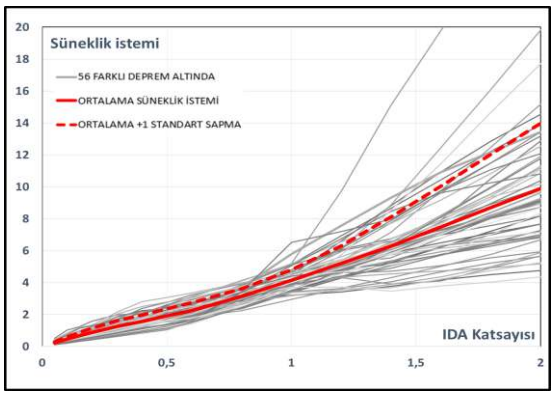
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



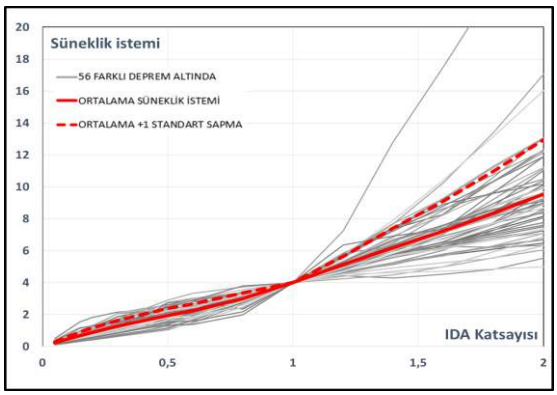
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



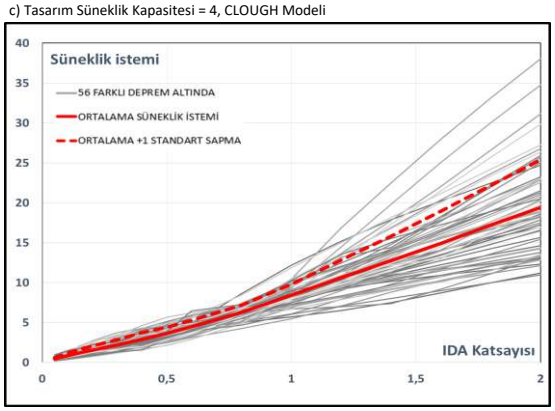
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



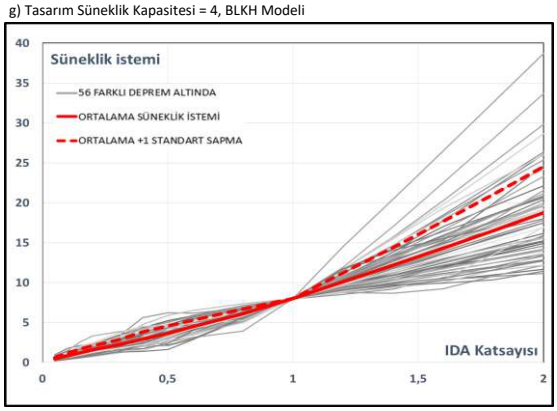
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

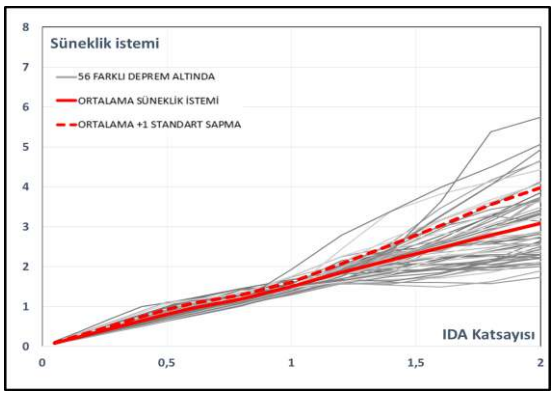


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

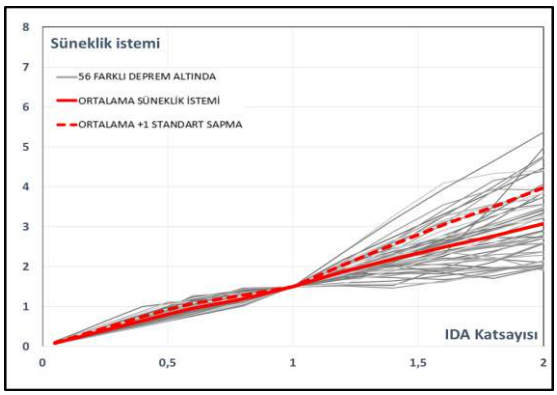


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

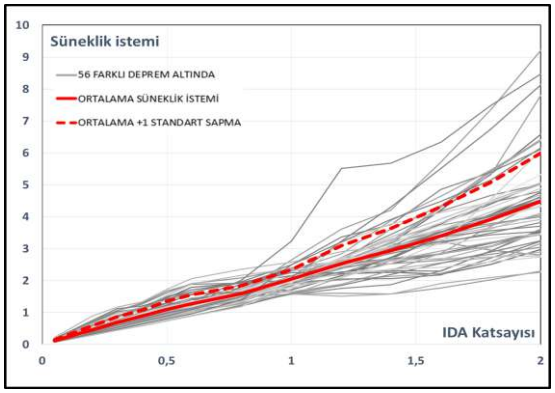
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.75: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



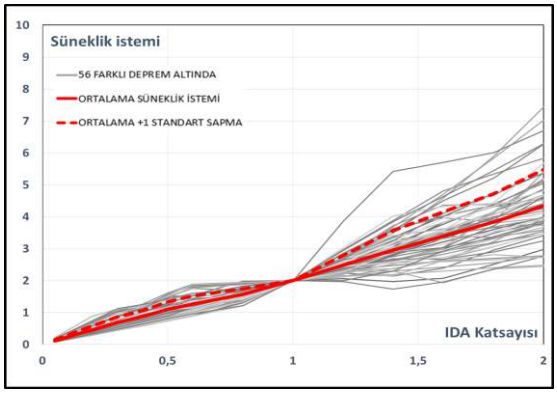
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



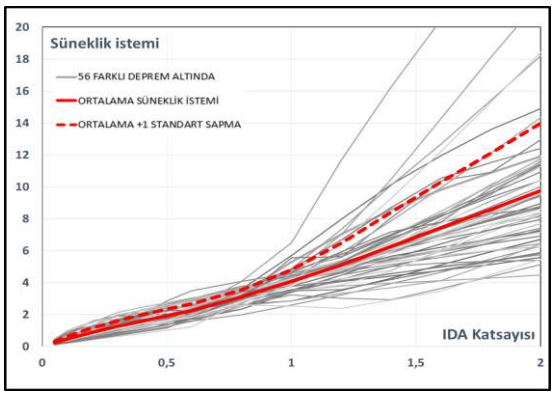
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



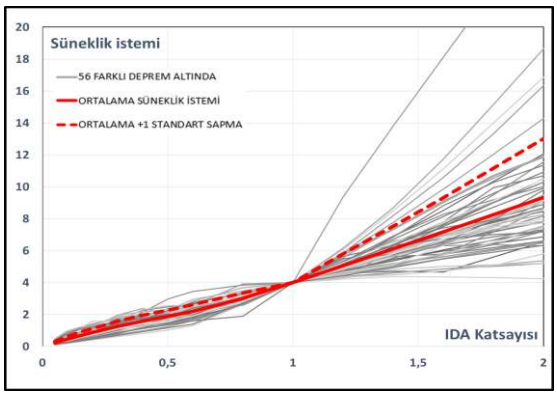
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



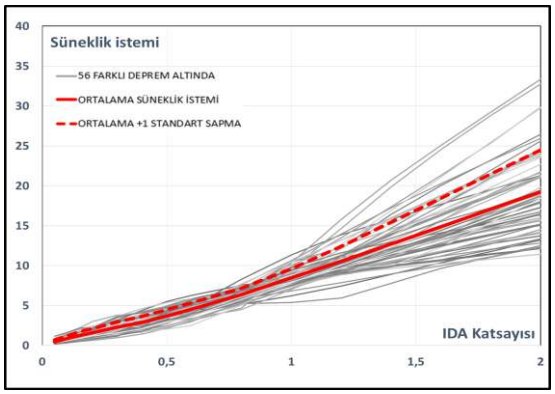
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



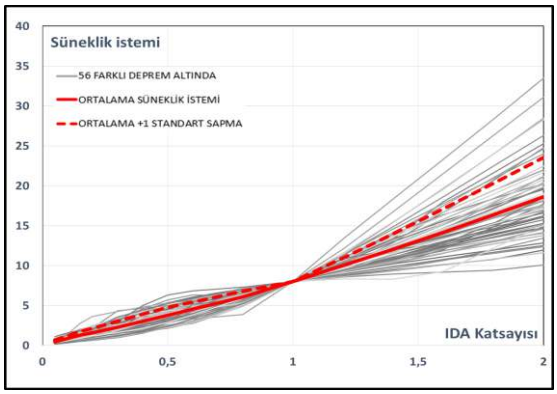
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

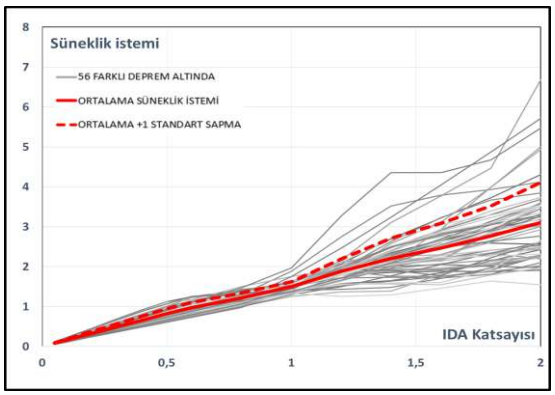


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

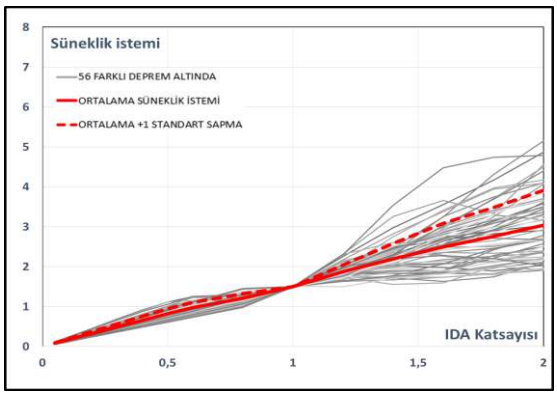


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

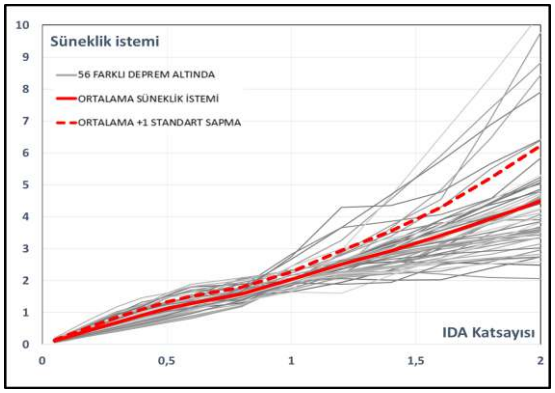
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.76: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



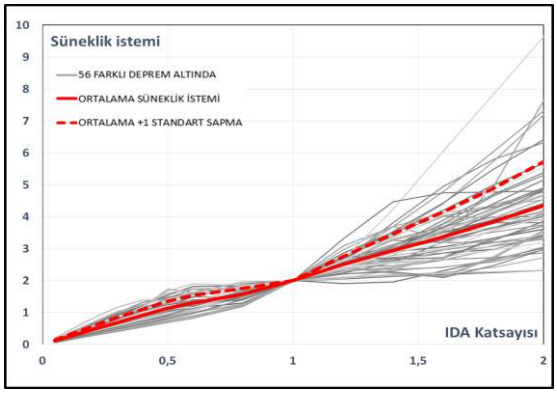
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



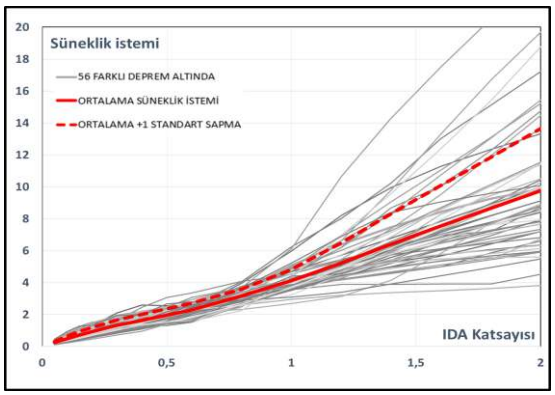
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



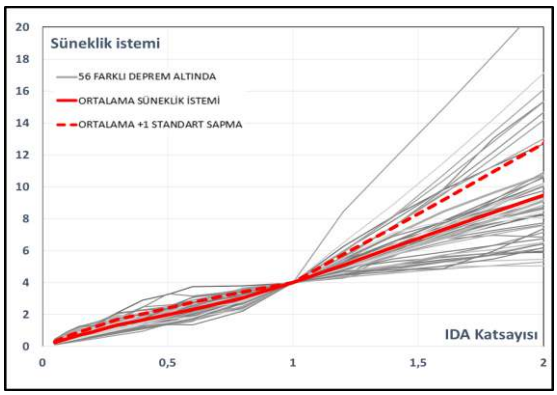
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



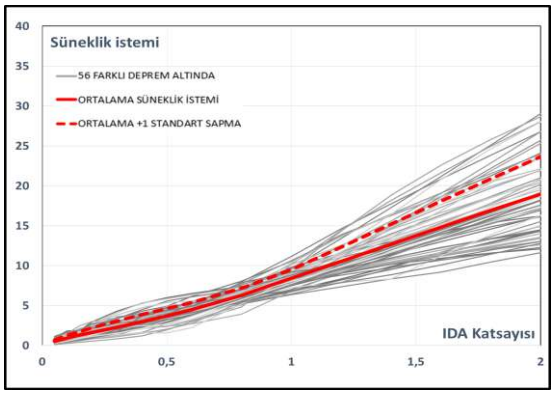
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



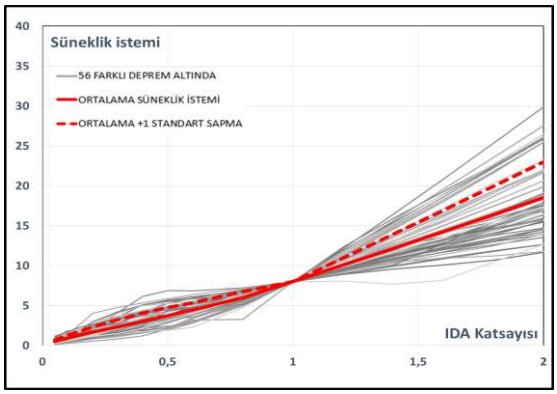
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

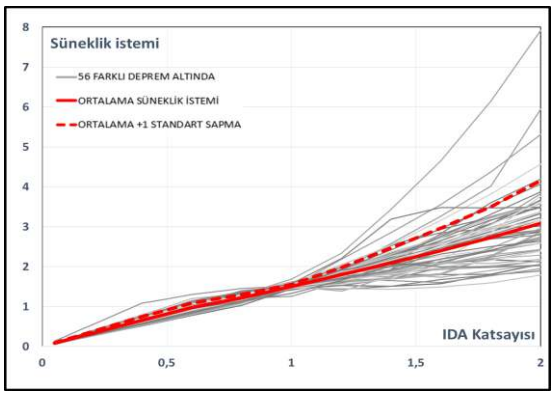


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

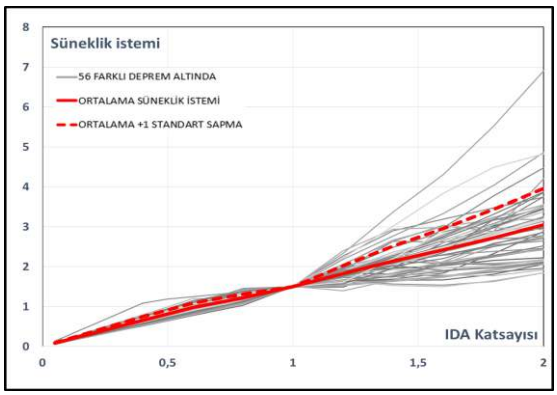


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

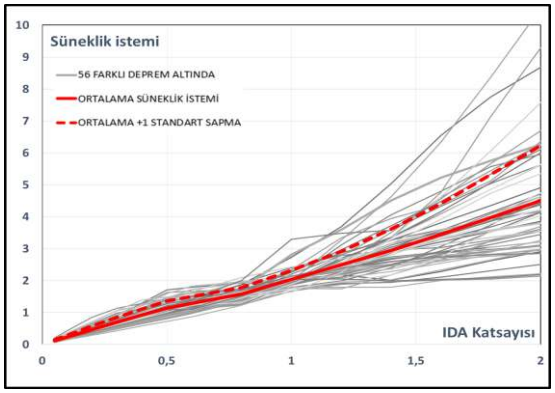
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.77: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



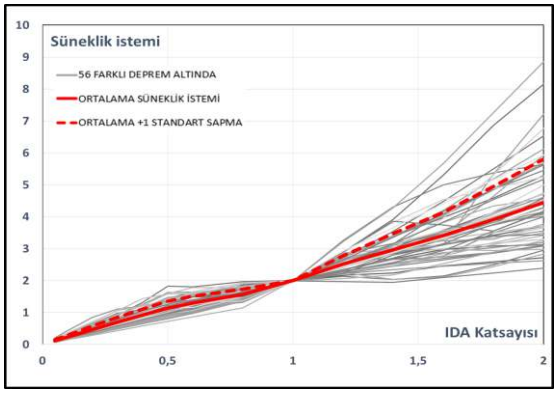
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



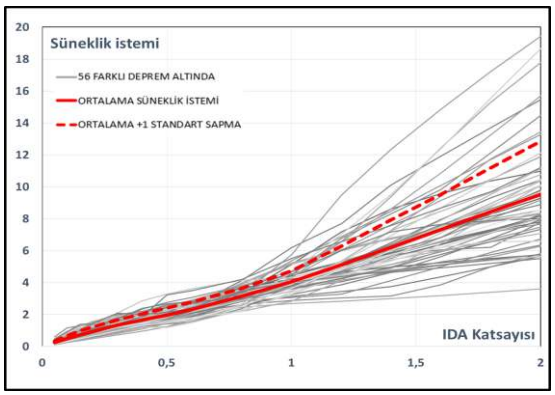
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



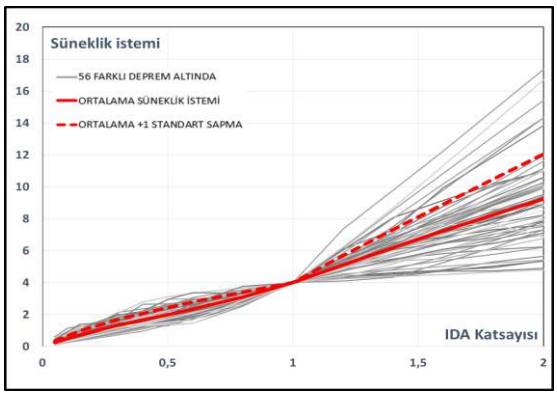
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



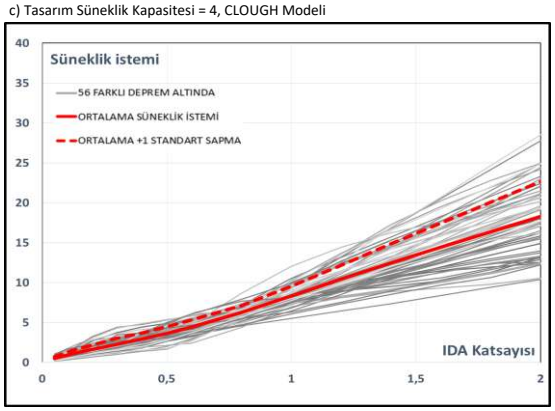
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



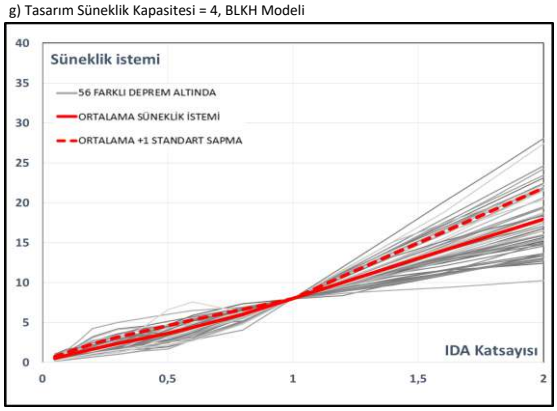
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

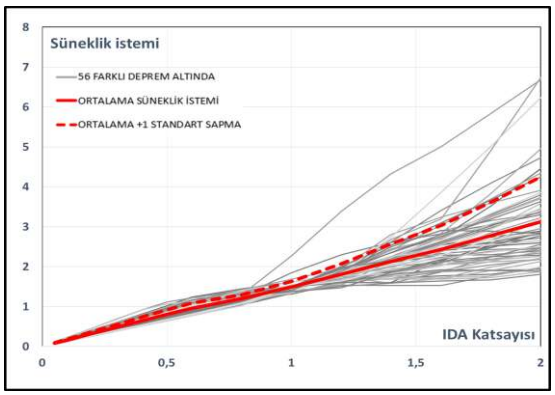


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

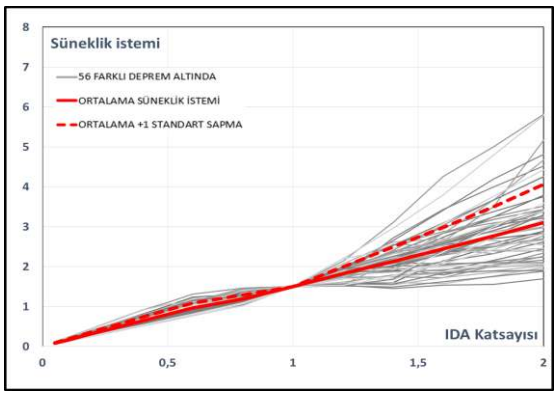


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

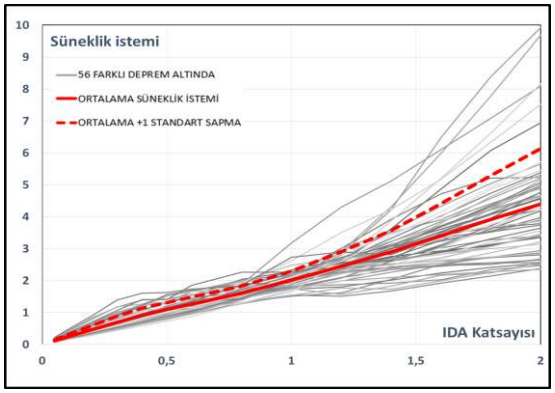
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.78: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



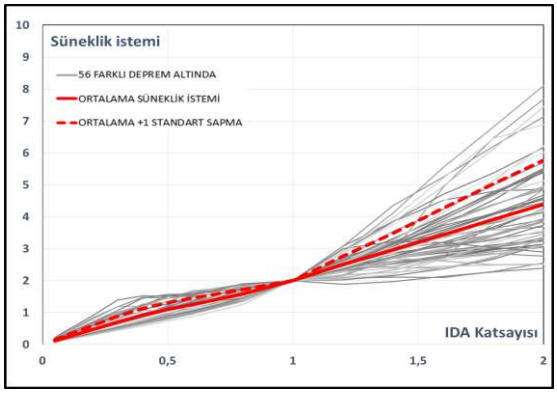
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



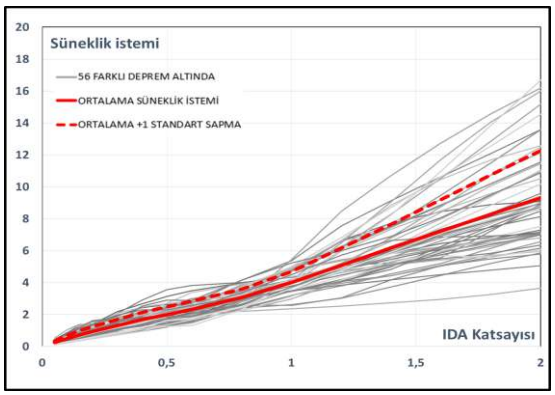
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



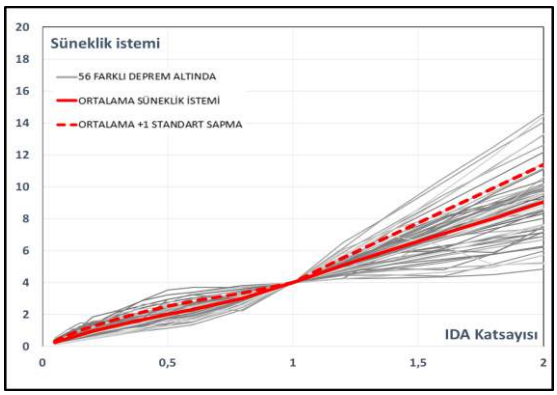
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



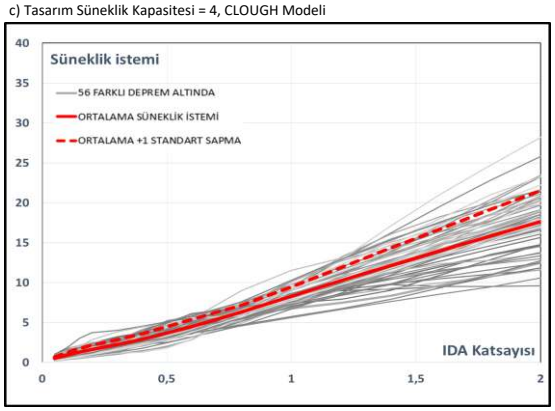
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



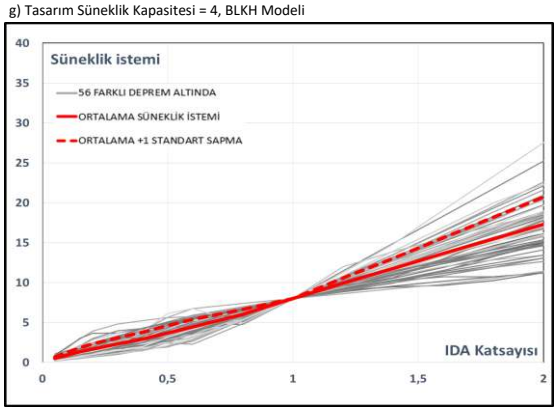
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

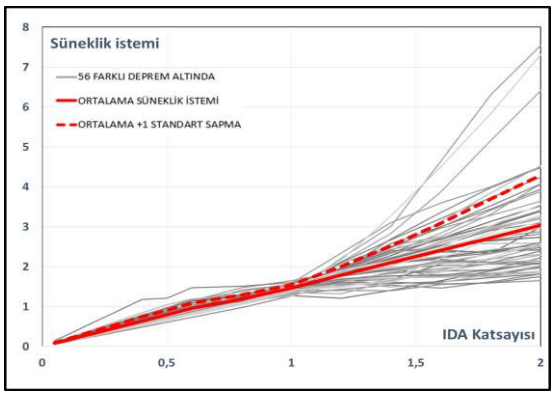


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, CLOUGH Modeli

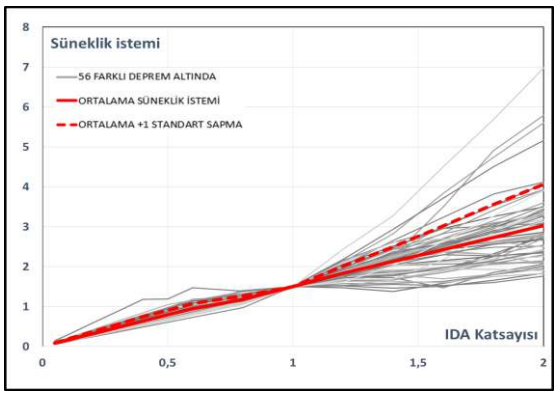


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8, BLKH Modeli

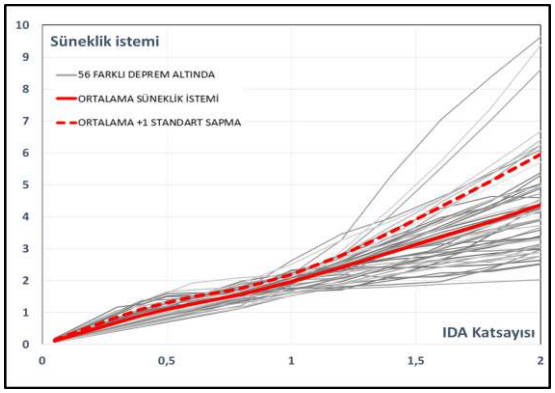
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.79: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



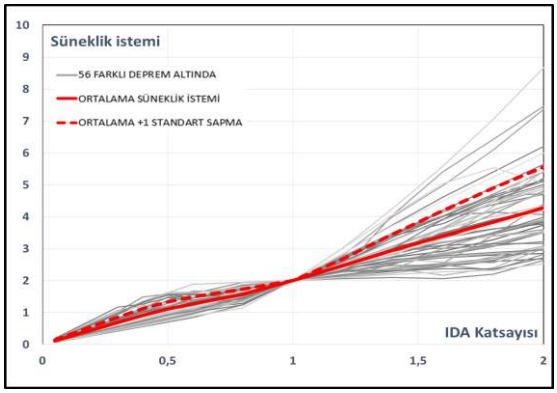
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. CLOUGH Modeli



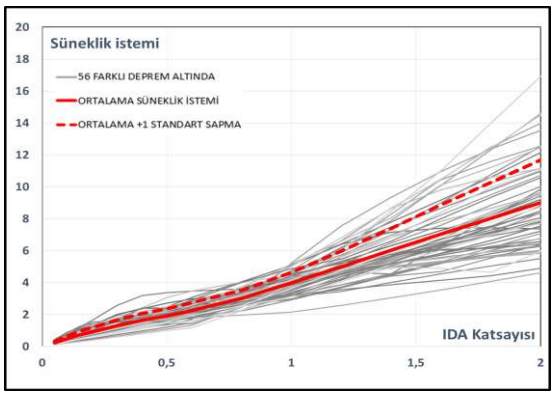
e) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5. BLKH Modeli



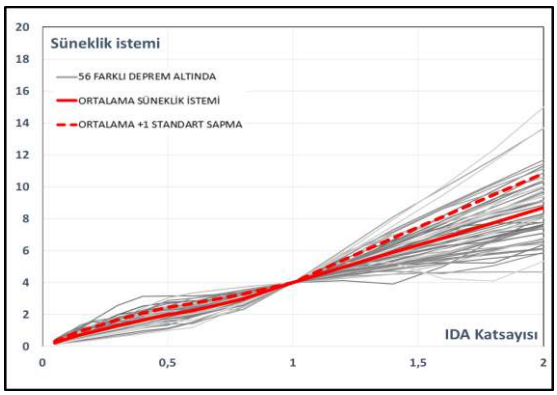
b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. CLOUGH Modeli



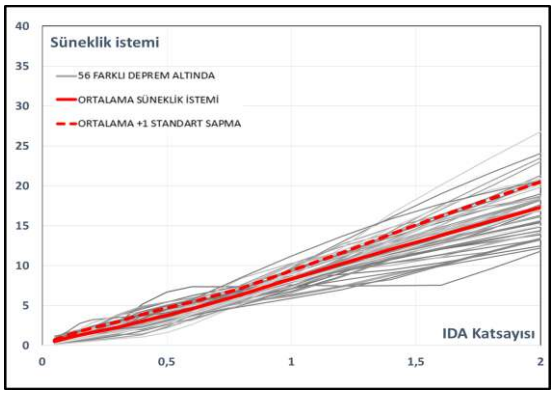
f) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2. BLKH Modeli



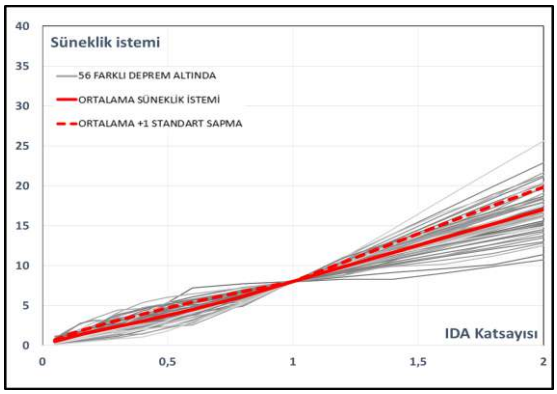
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, CLOUGH Modeli



g) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4, BLKH Modeli

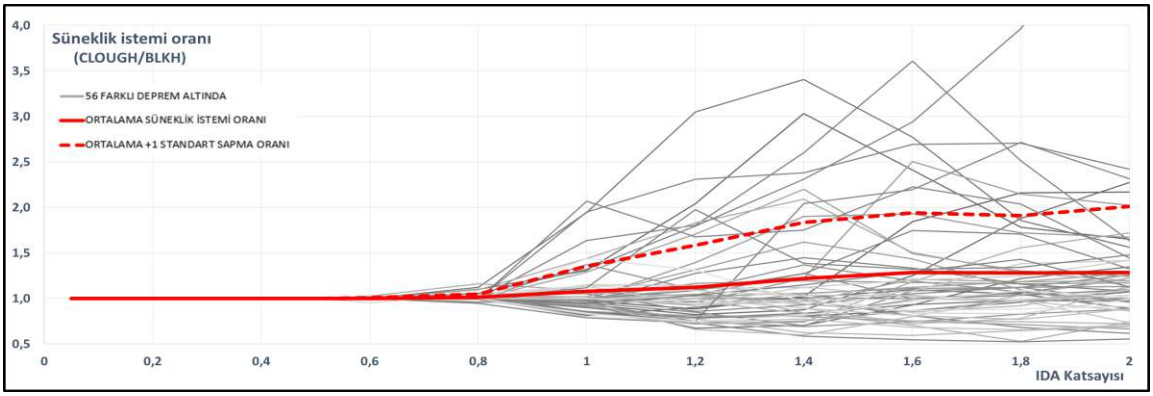


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. CLOUGH Modeli

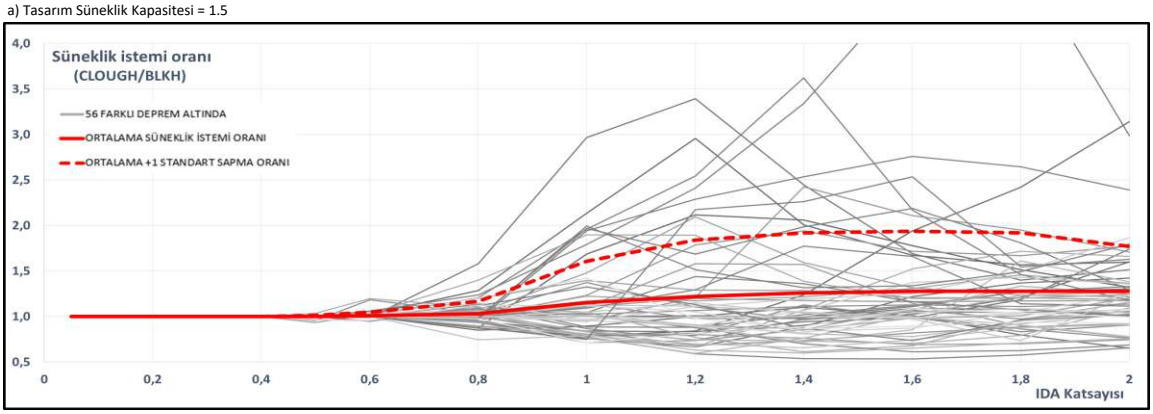


h) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8. BLKH Modeli

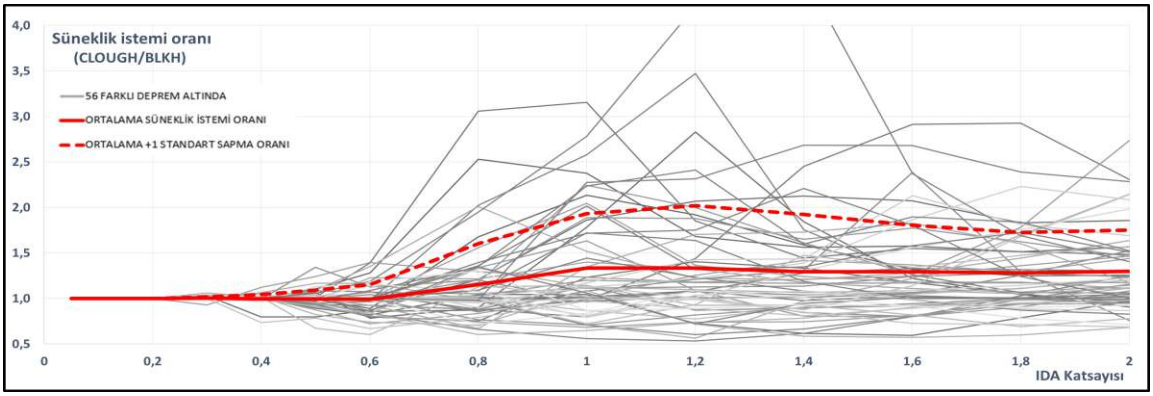
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
iki farklı elastik ötesi davranış modeli ile 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.80: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemleri



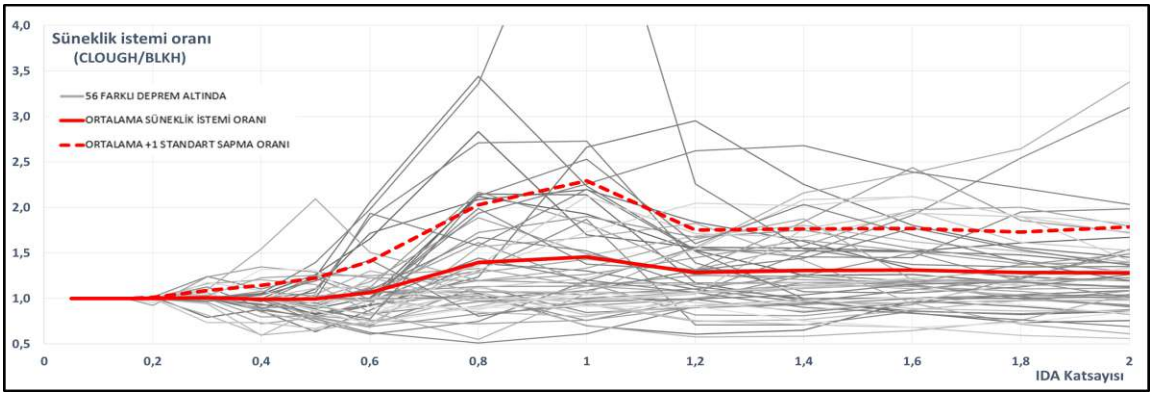
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



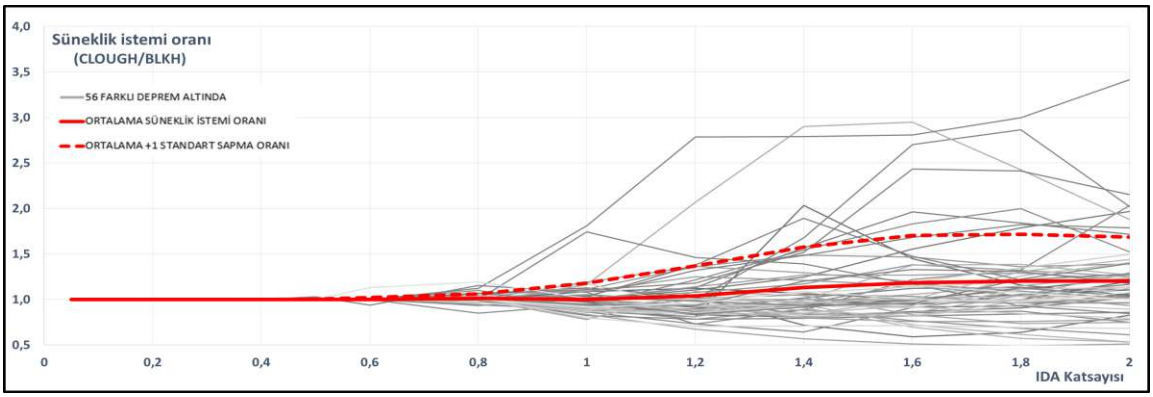
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



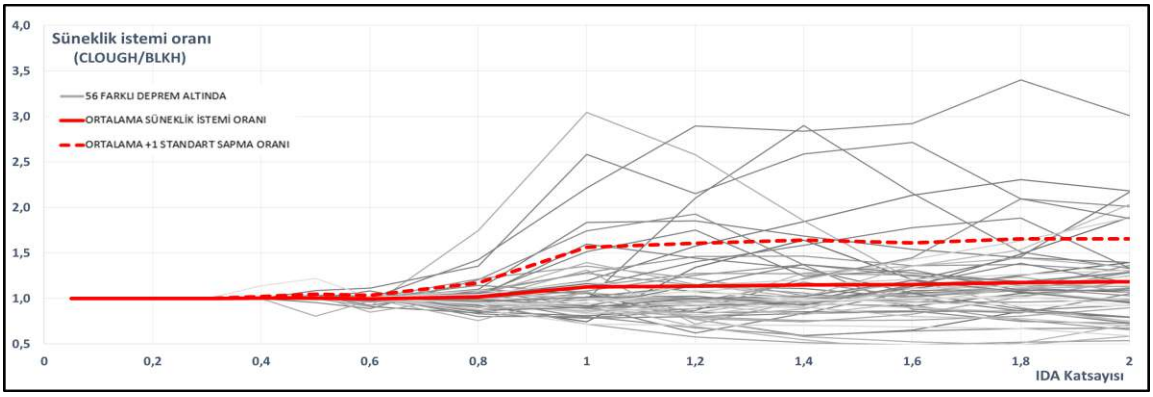
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

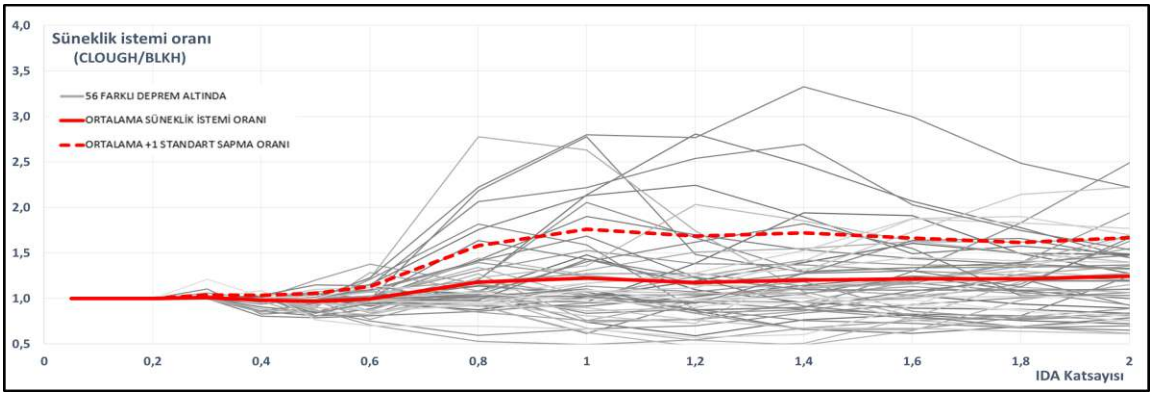
Şekil C.81: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



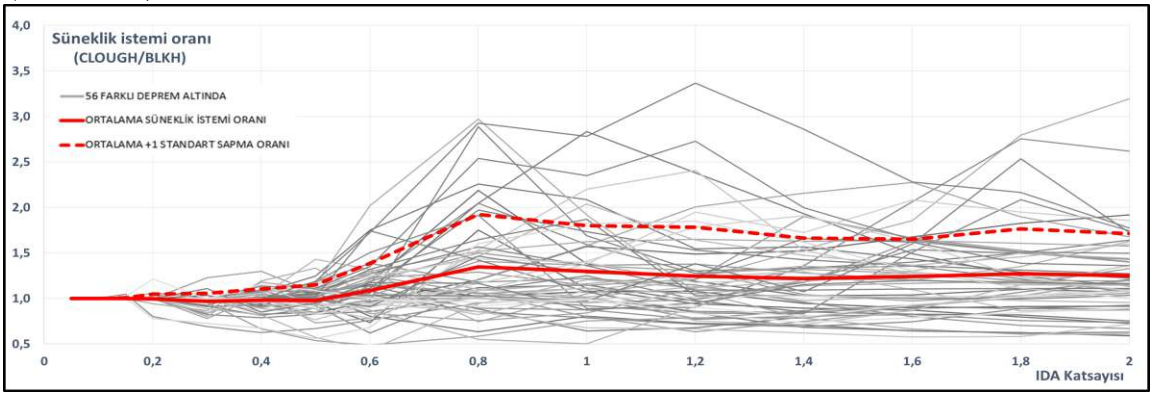
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



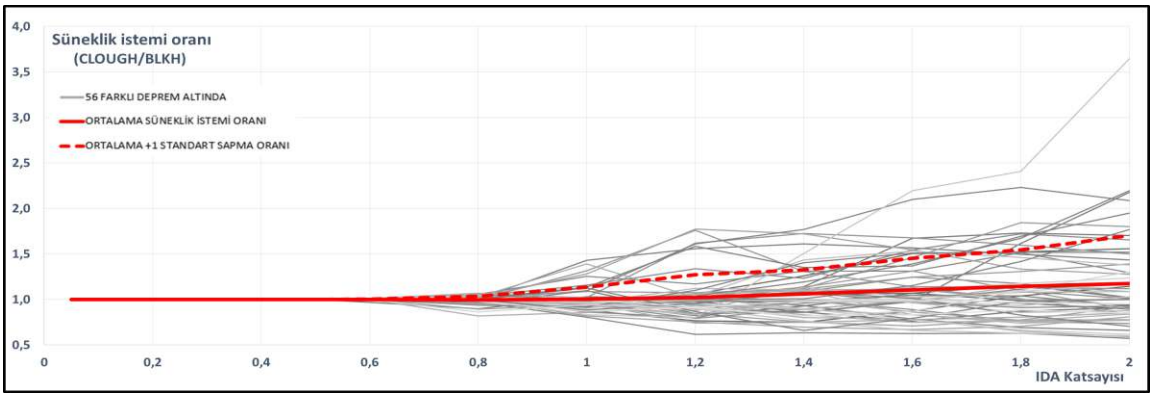
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



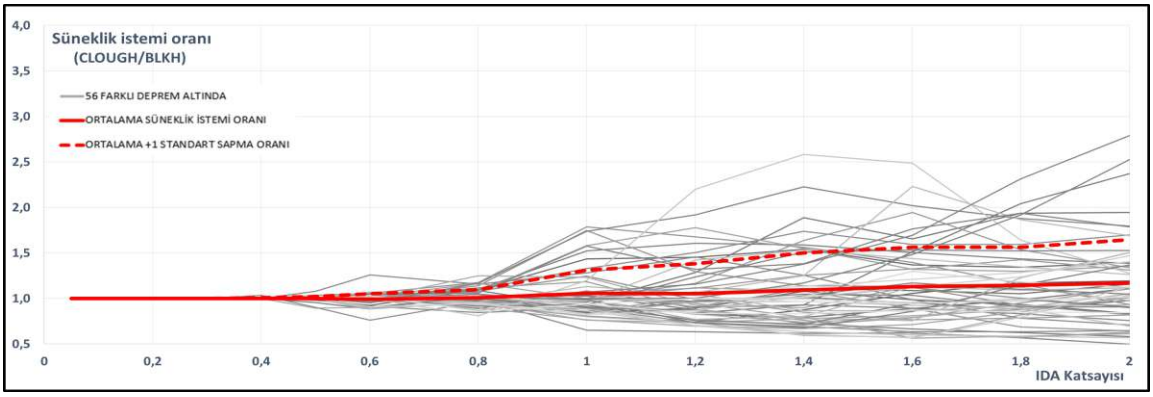
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

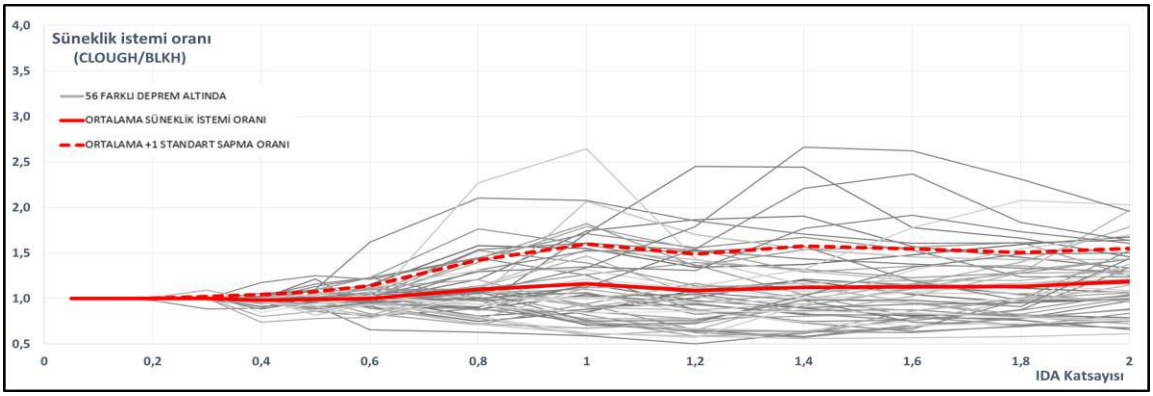
Şekil C.82: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



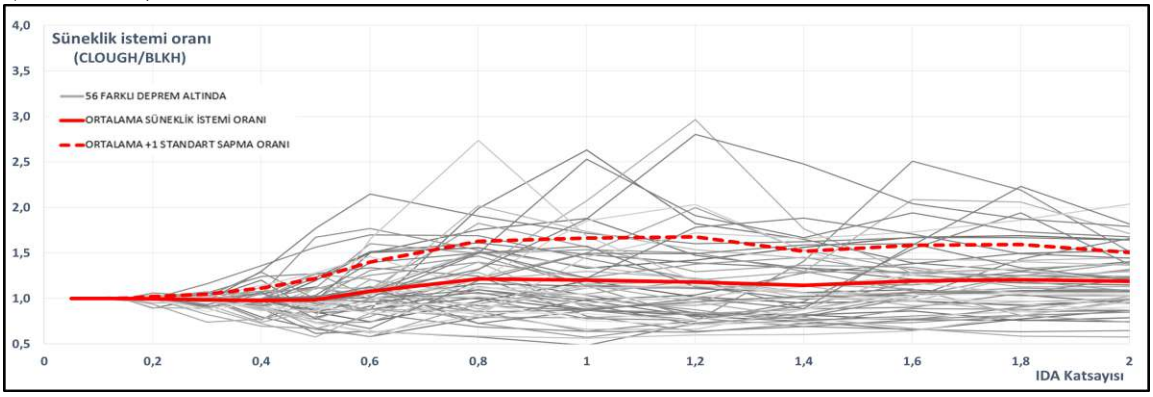
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



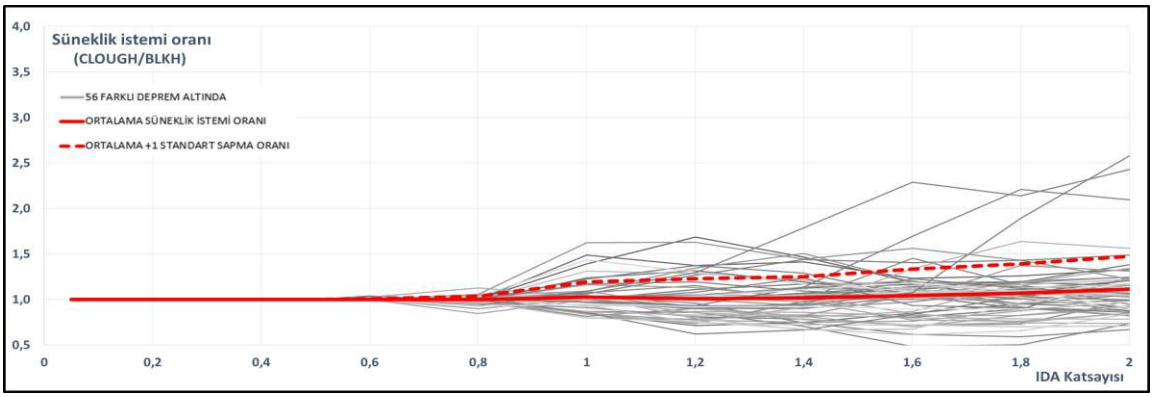
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



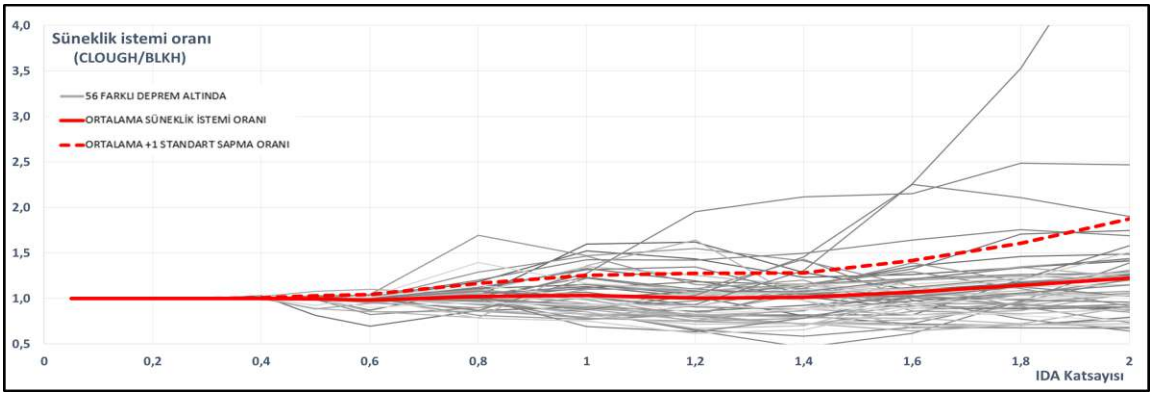
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

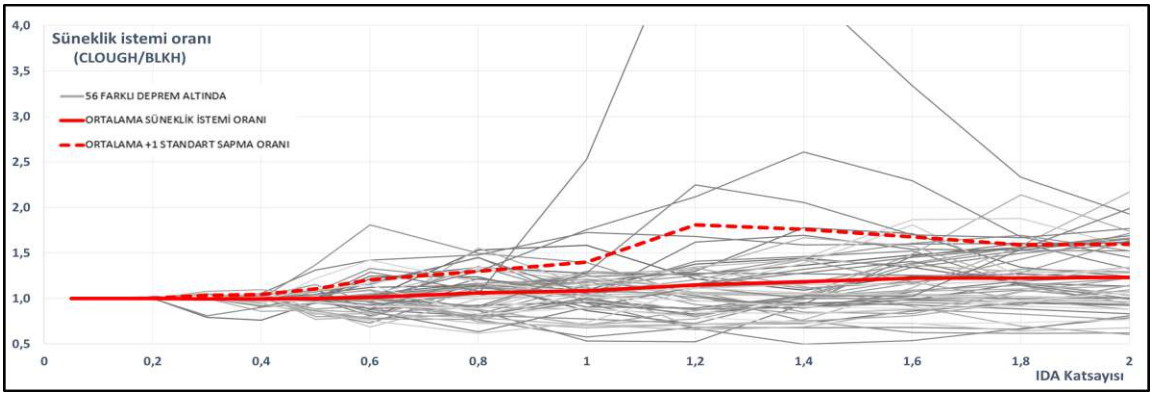
Şekil C.83: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



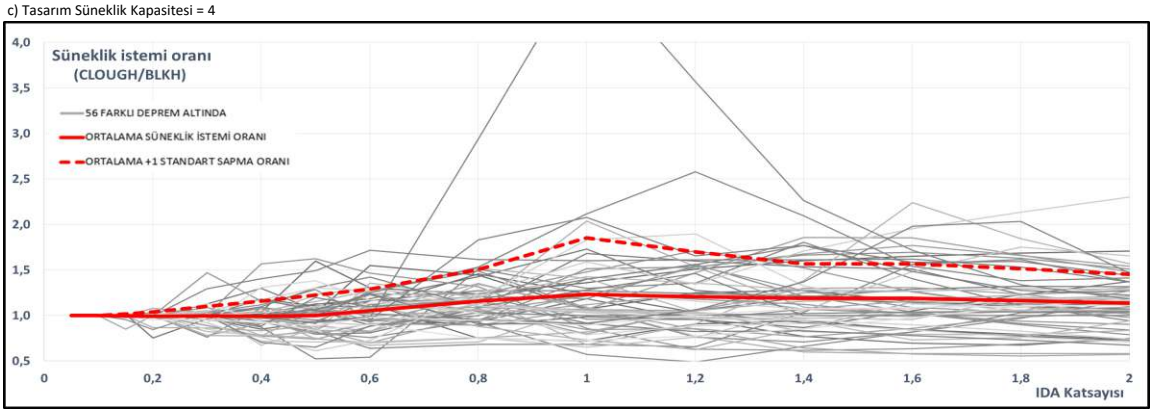
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



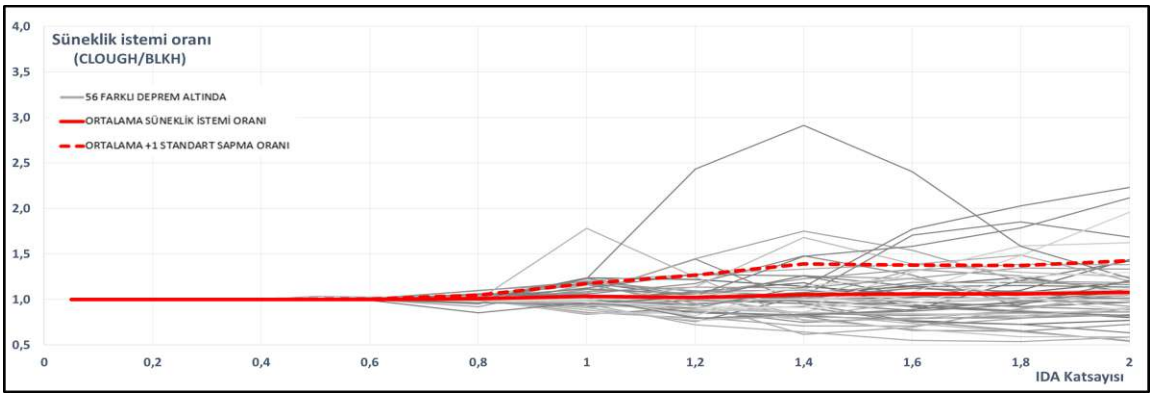
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



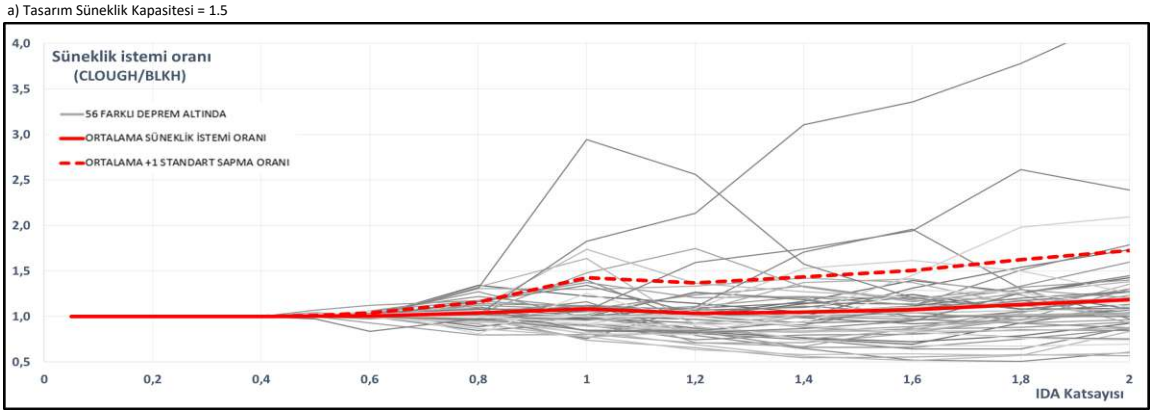
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

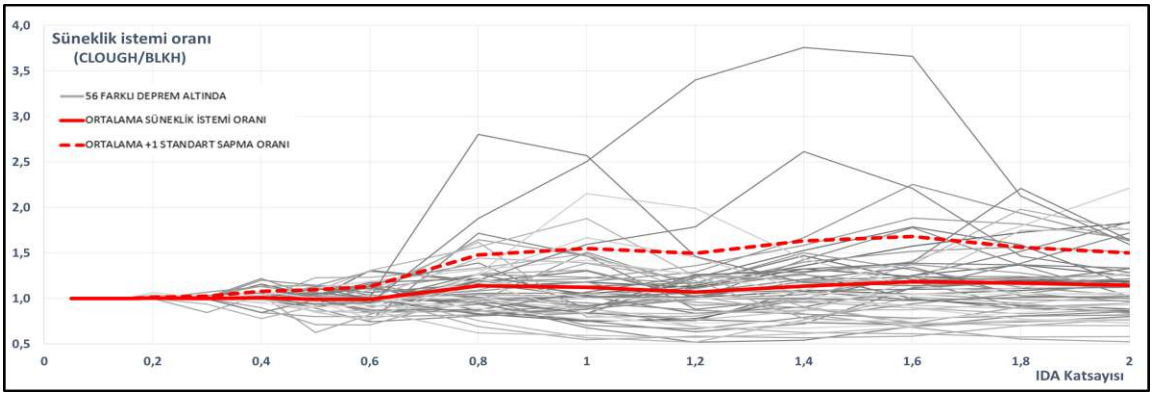
Şekil C.84: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



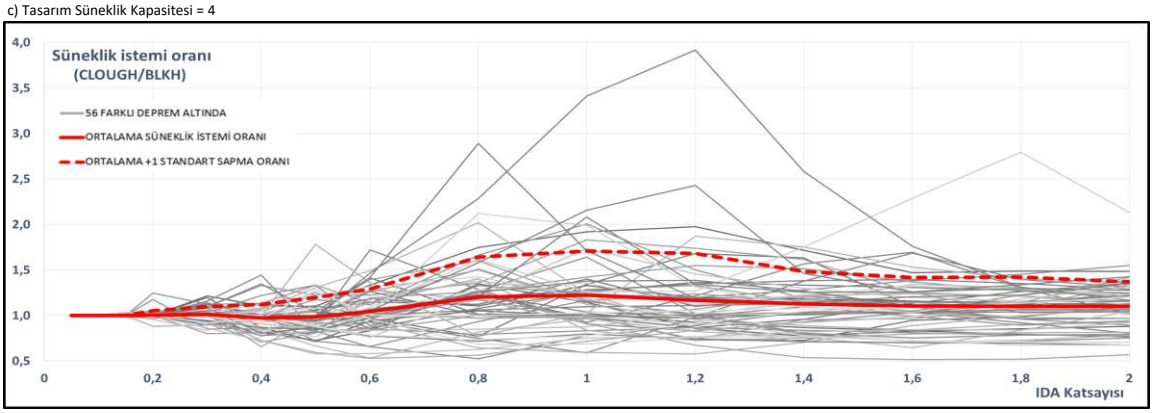
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



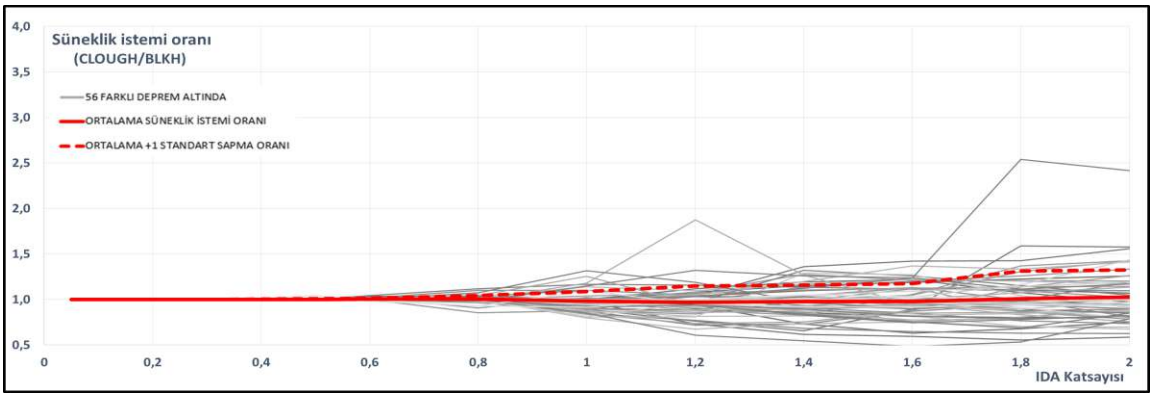
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



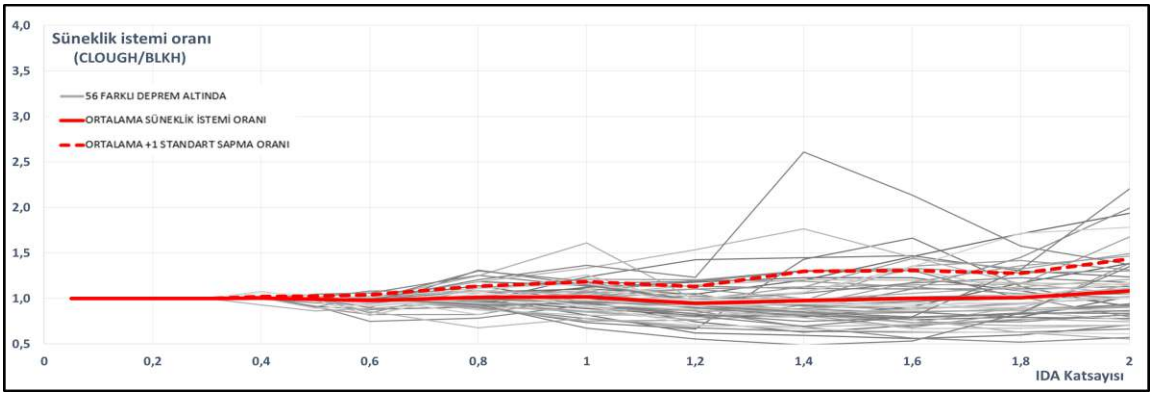
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

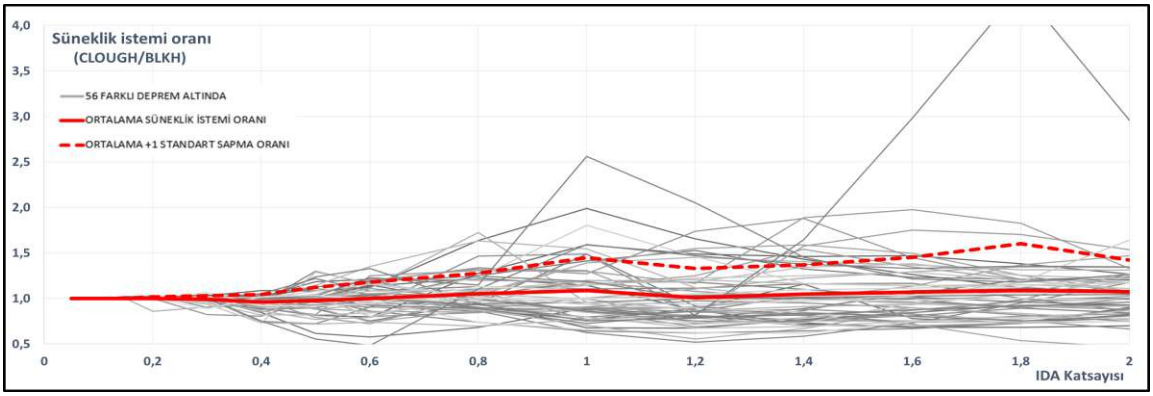
Şekil C.85: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



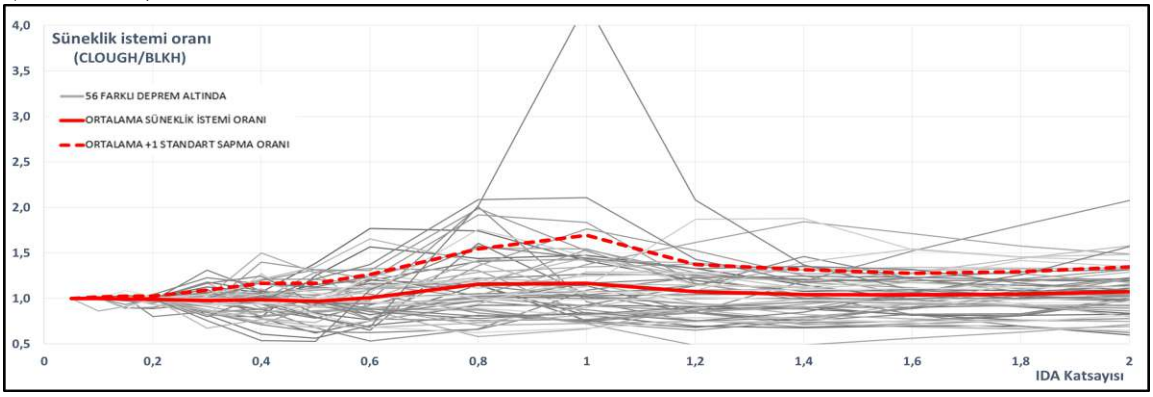
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



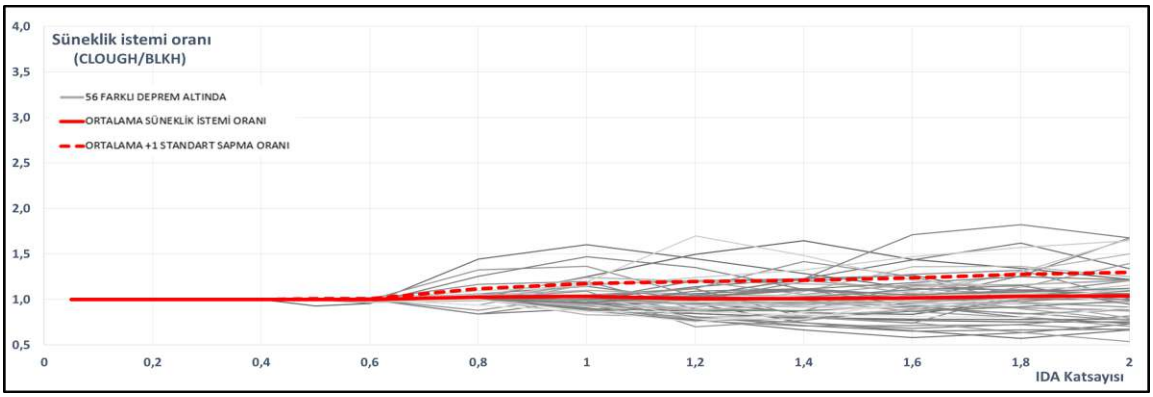
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



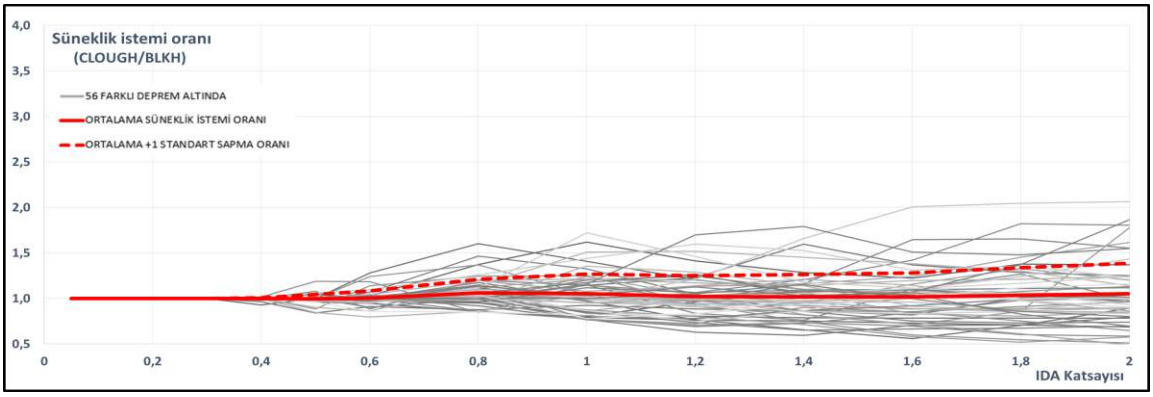
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

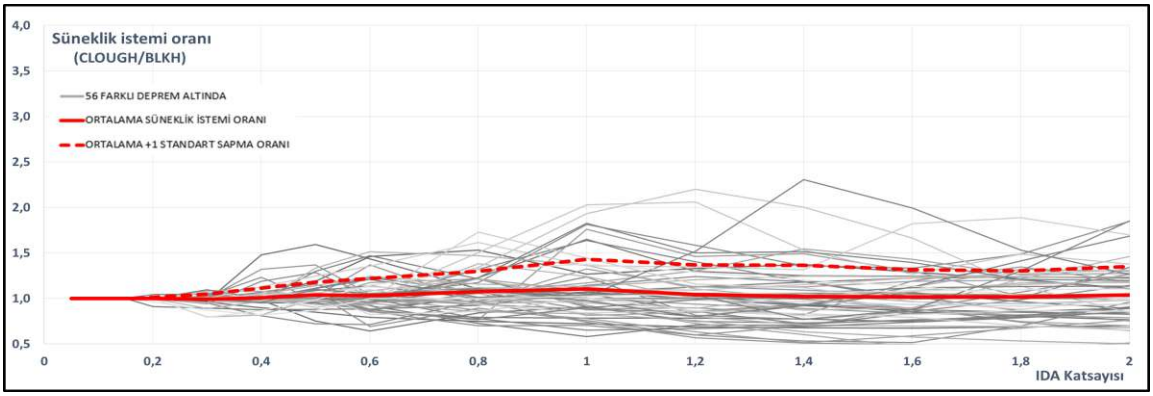
Şekil C.86: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



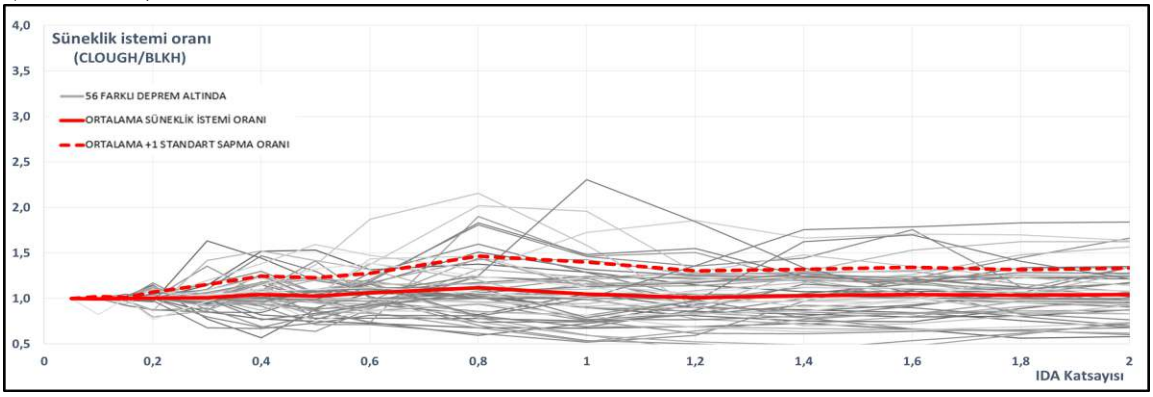
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



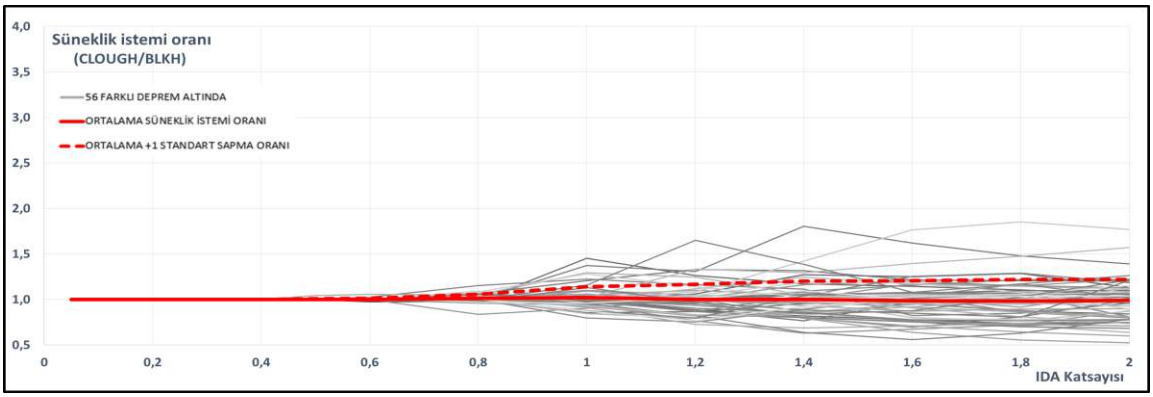
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



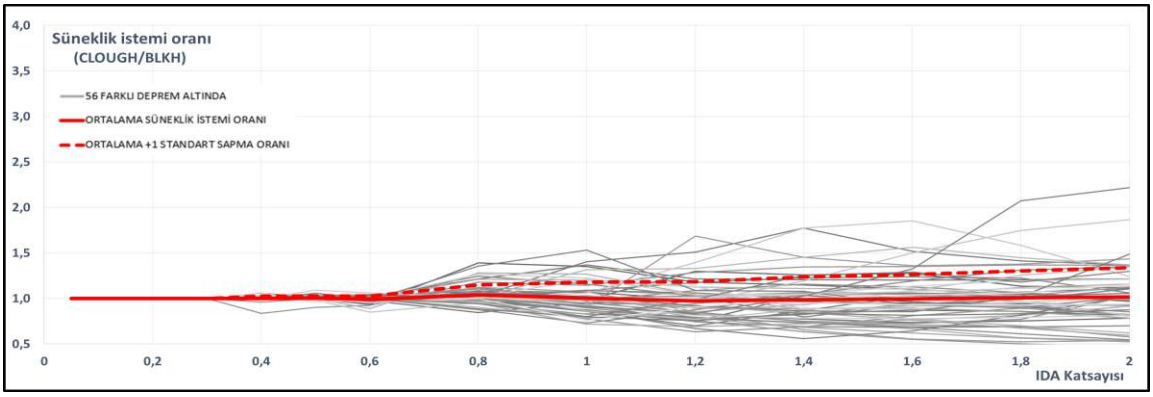
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

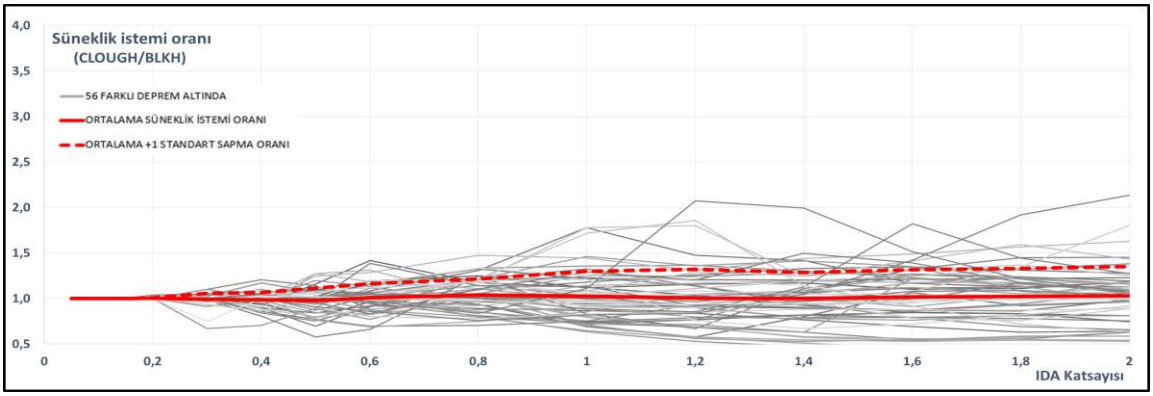
Şekil C.87: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



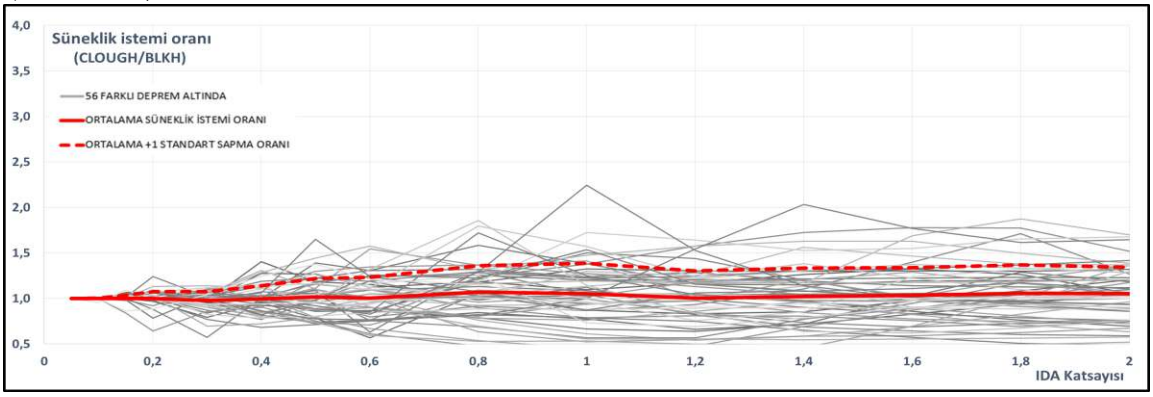
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



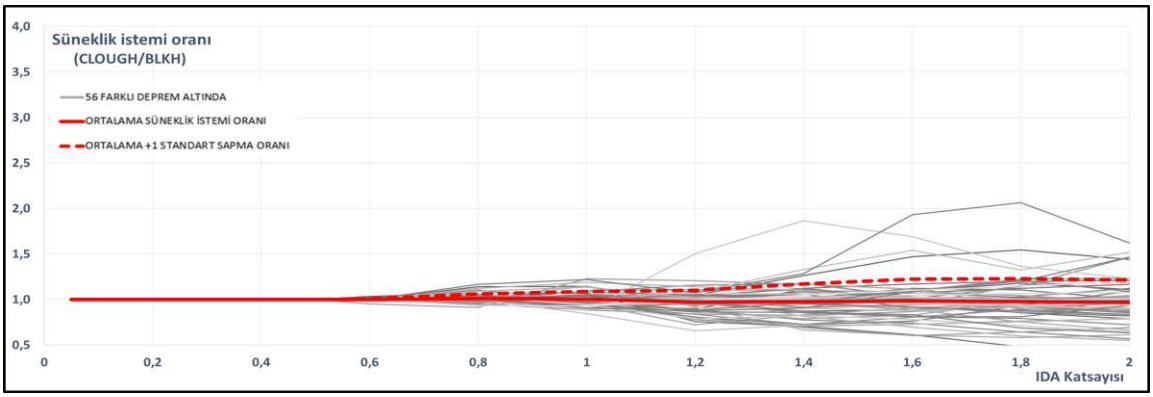
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



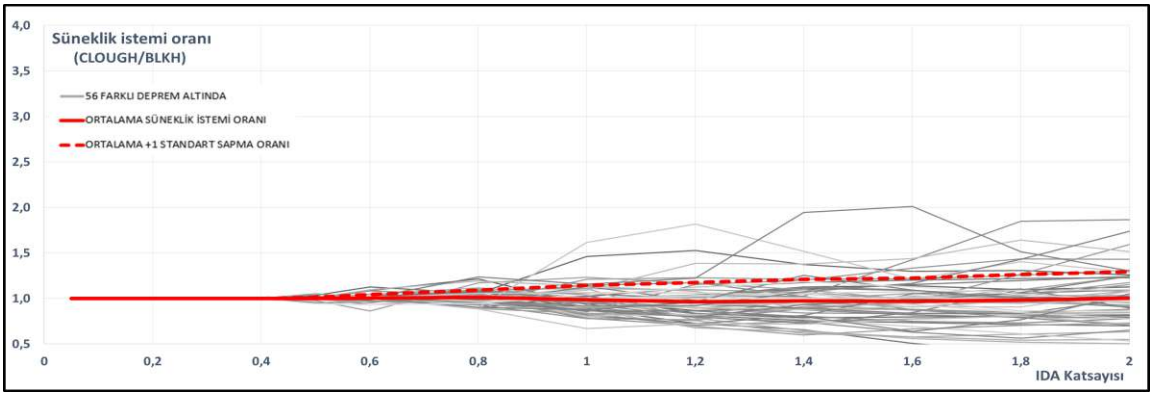
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

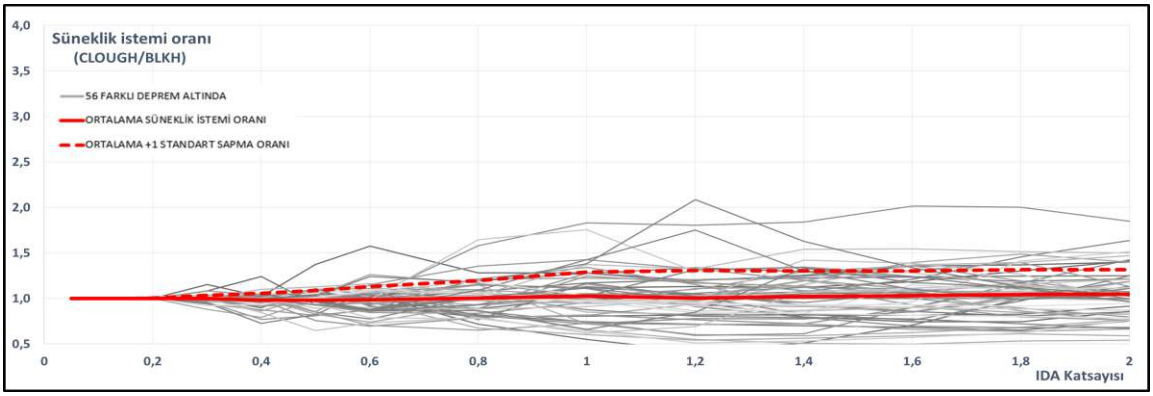
Şekil C.88: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



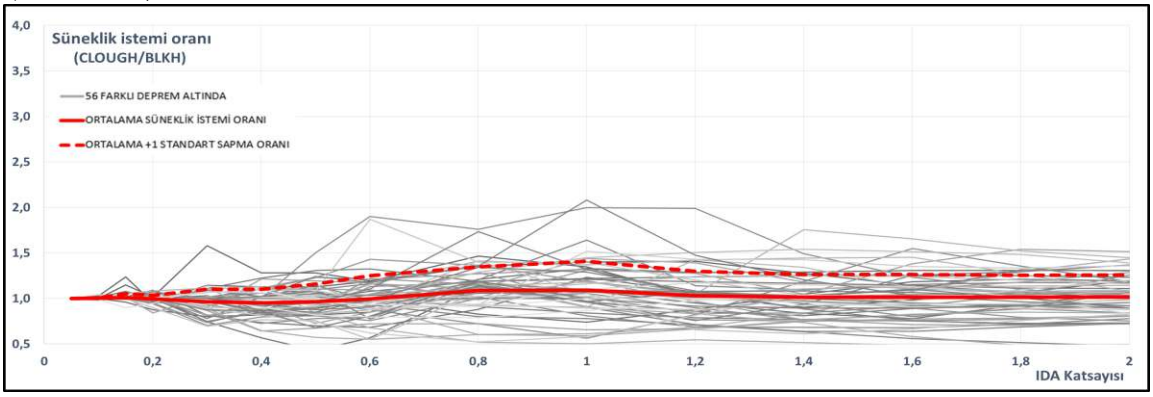
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



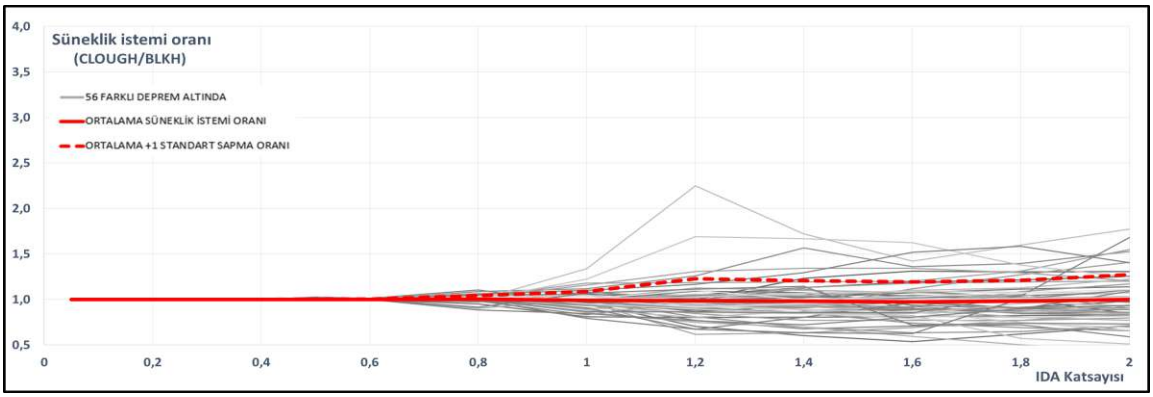
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



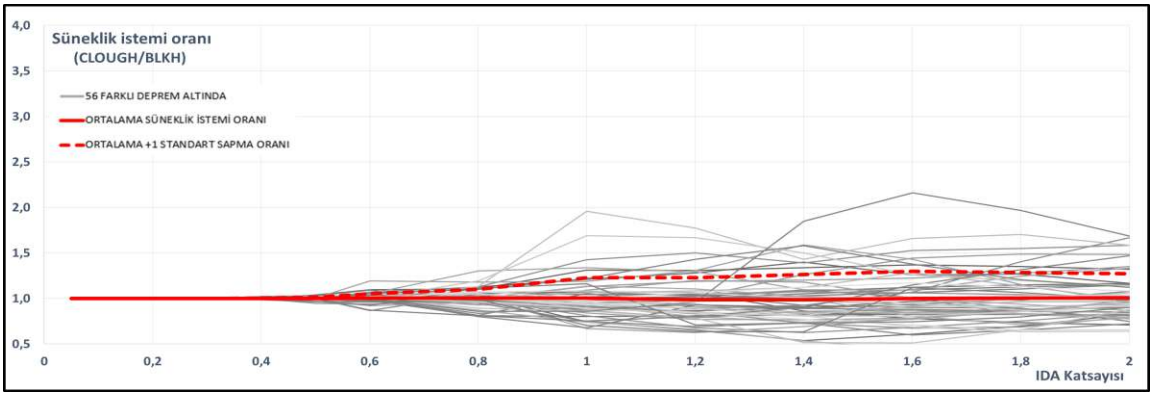
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

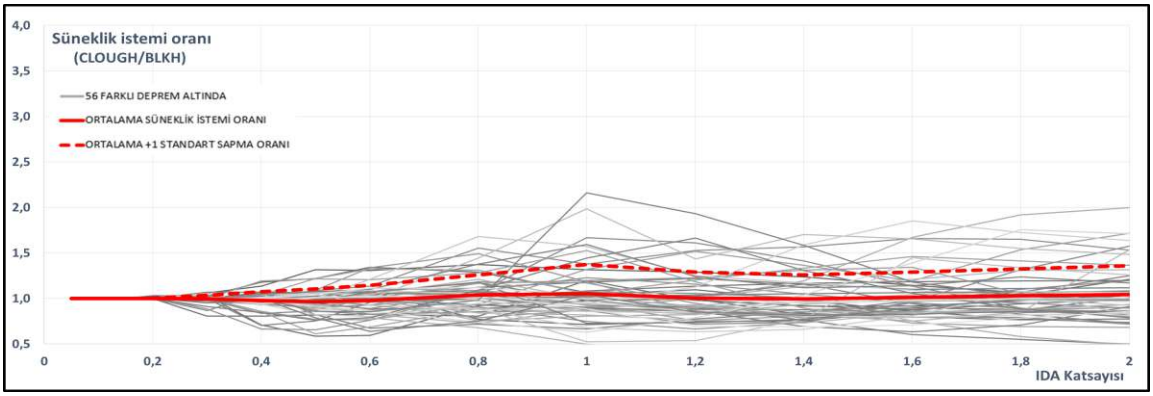
Şekil C.89: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



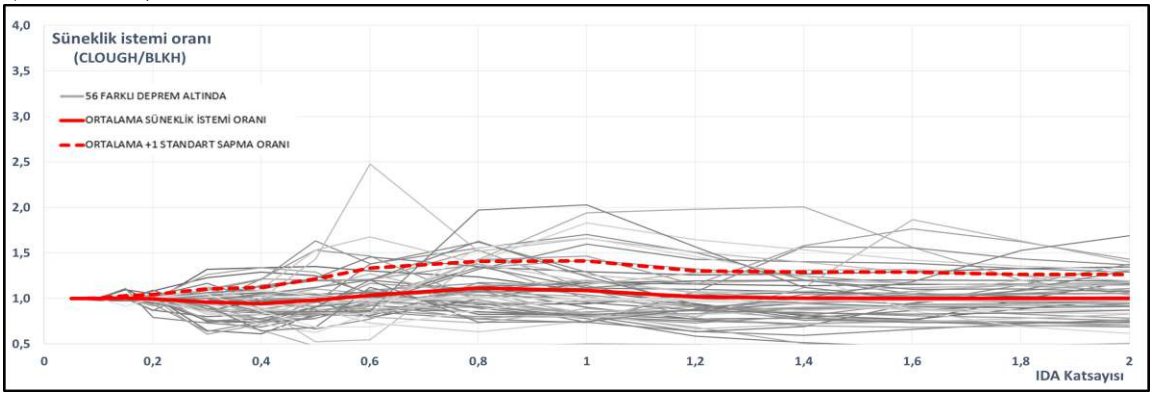
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



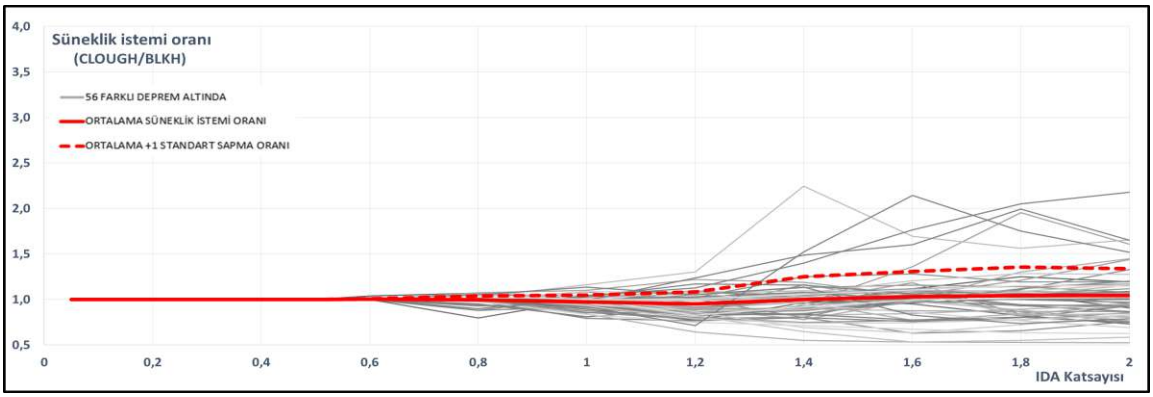
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



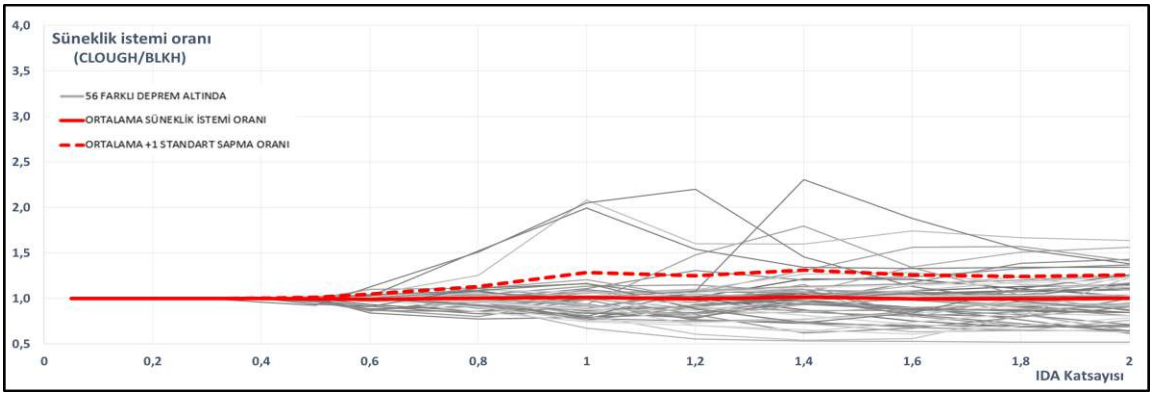
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

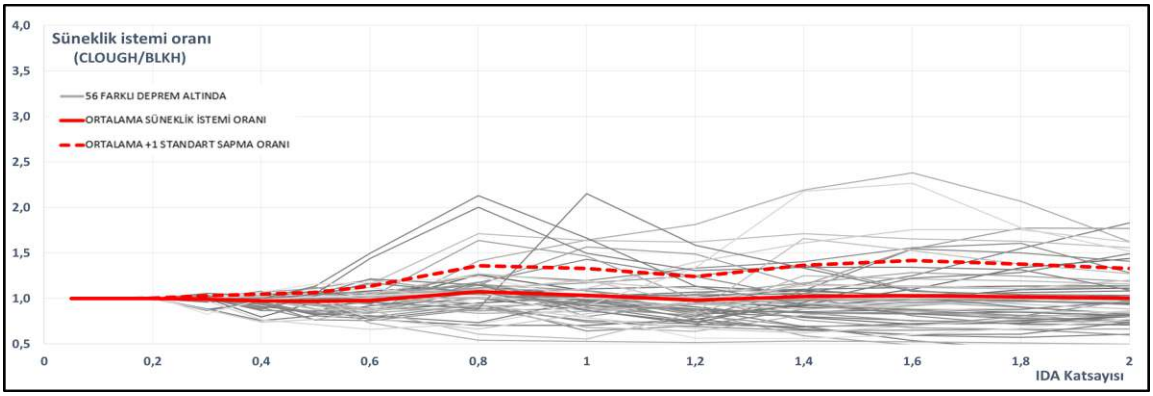
Şekil C.90: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



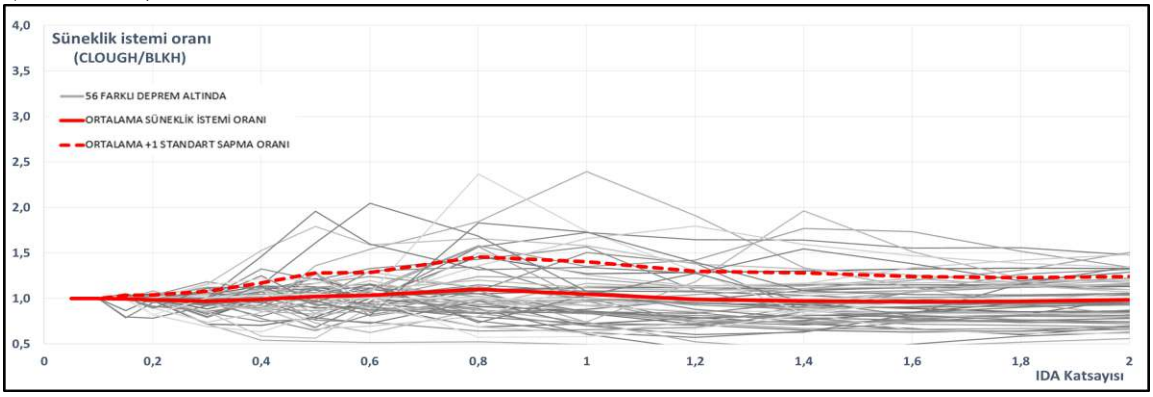
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



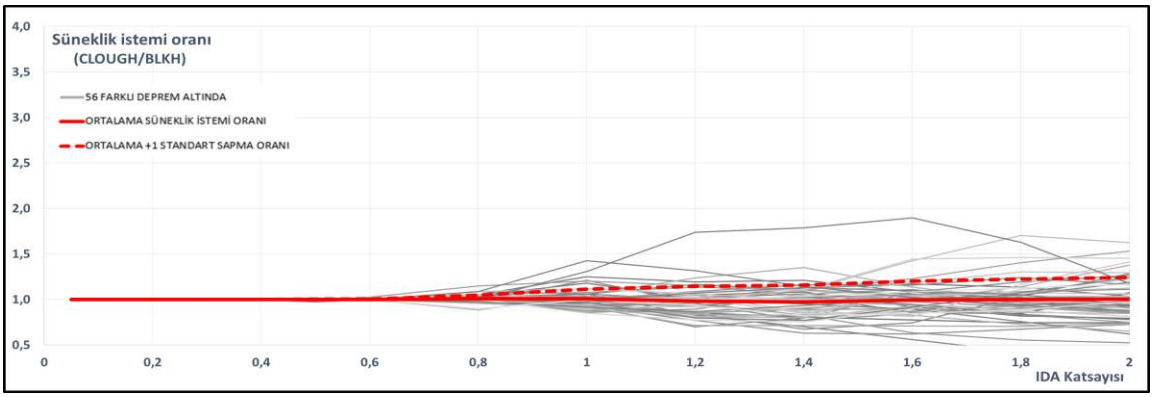
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



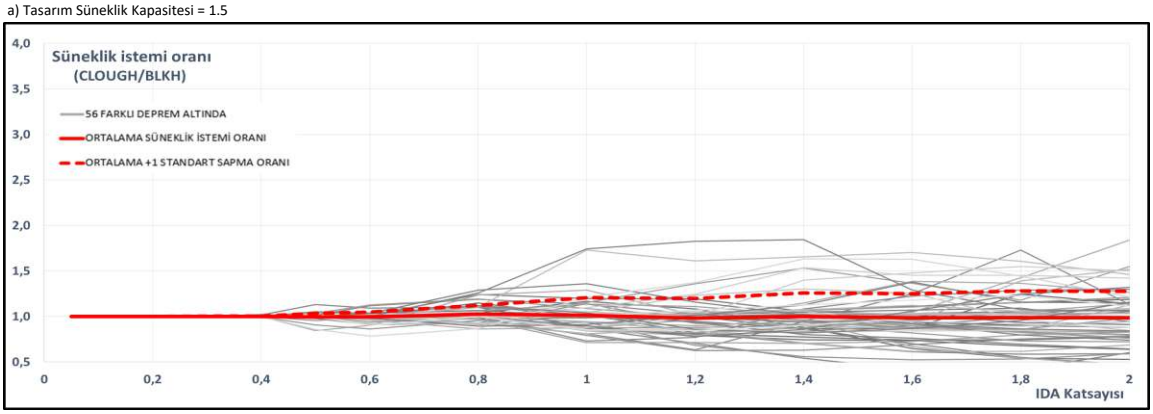
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

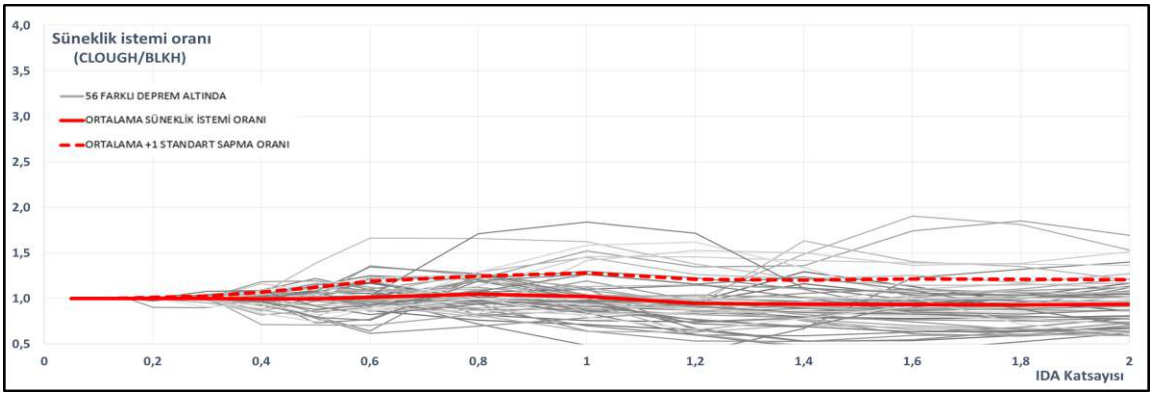
Şekil C.91: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



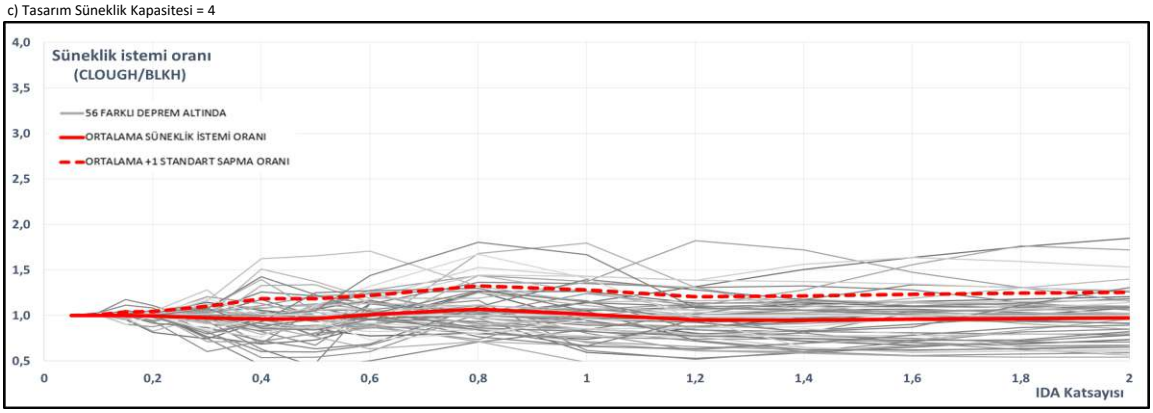
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



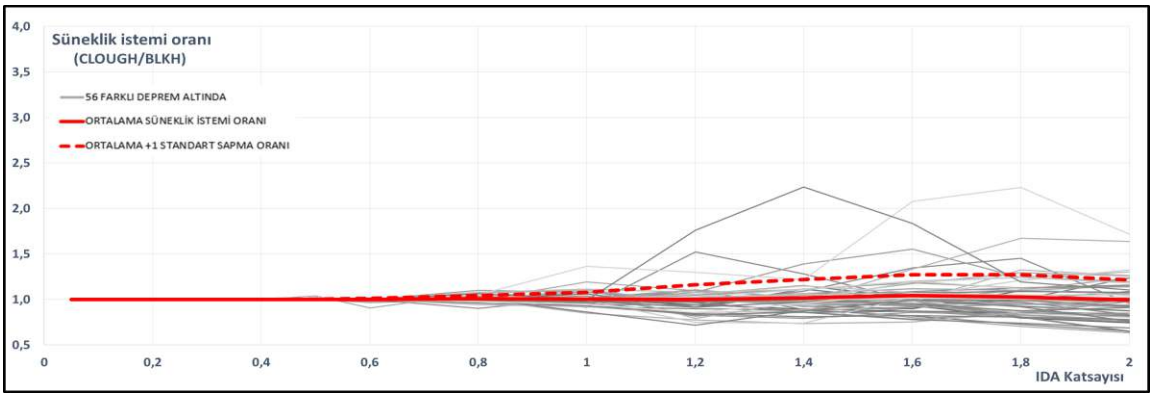
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



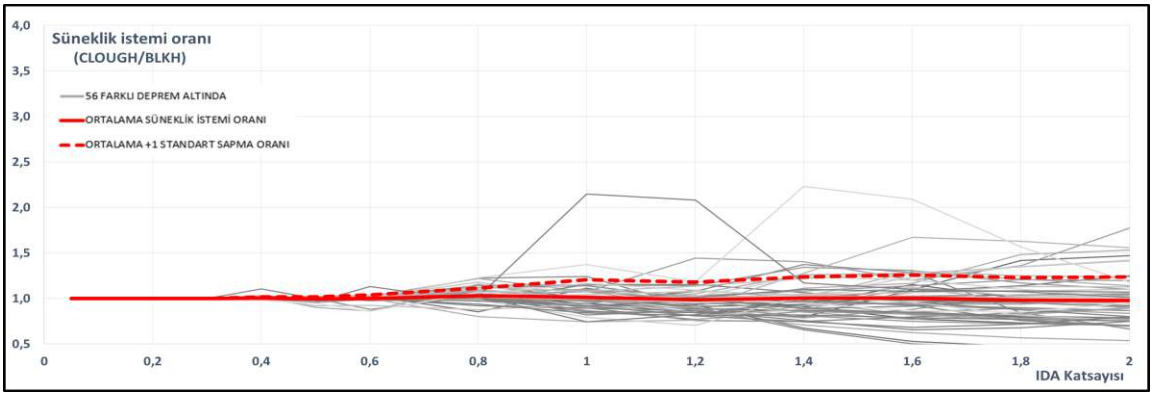
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

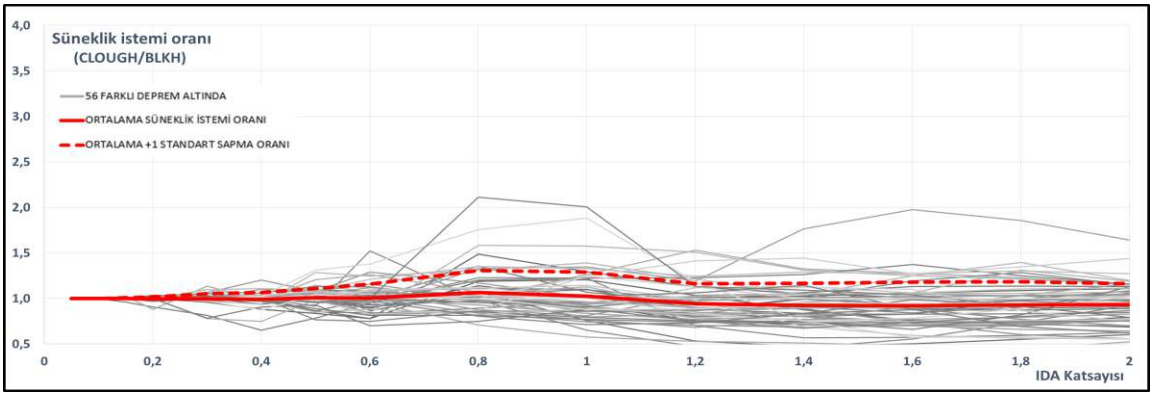
Şekil C.92: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



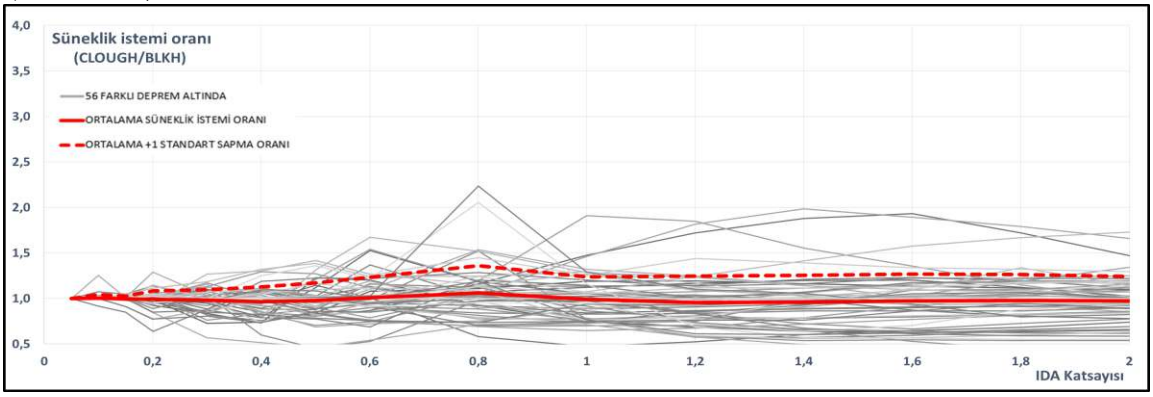
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



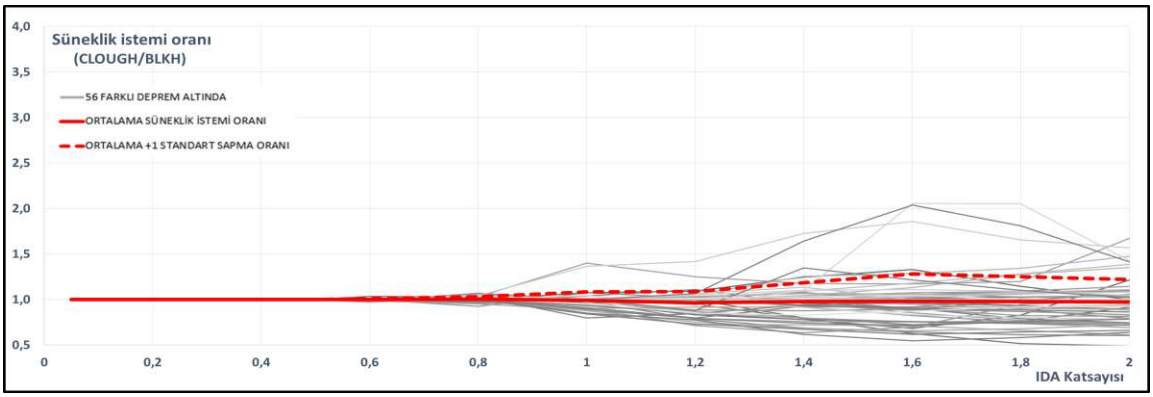
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



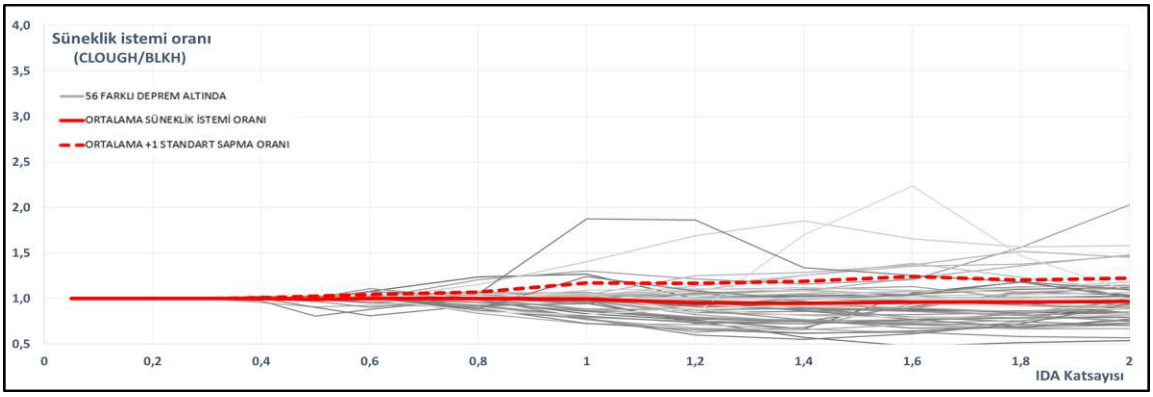
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

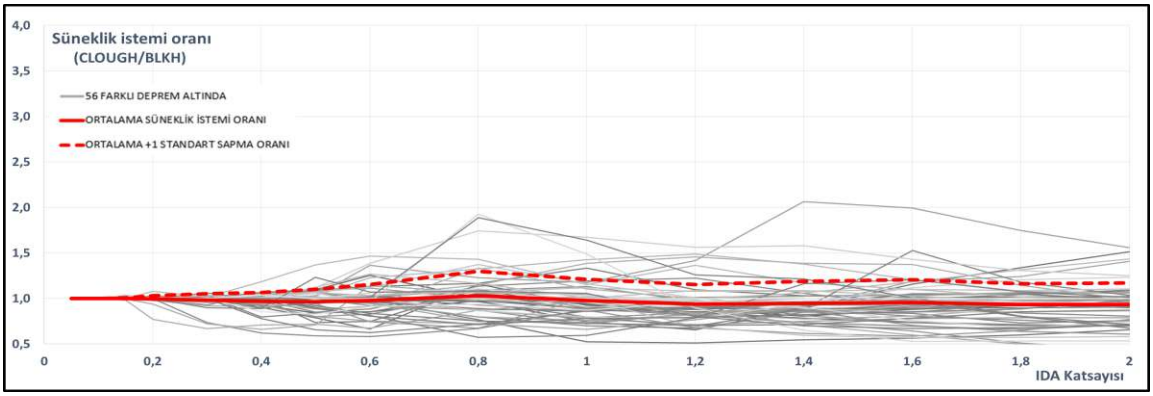
Şekil C.93: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



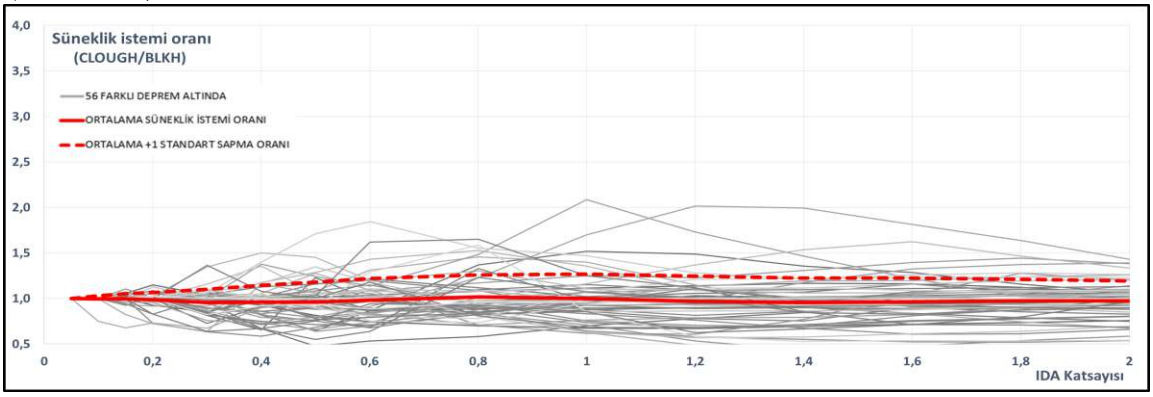
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



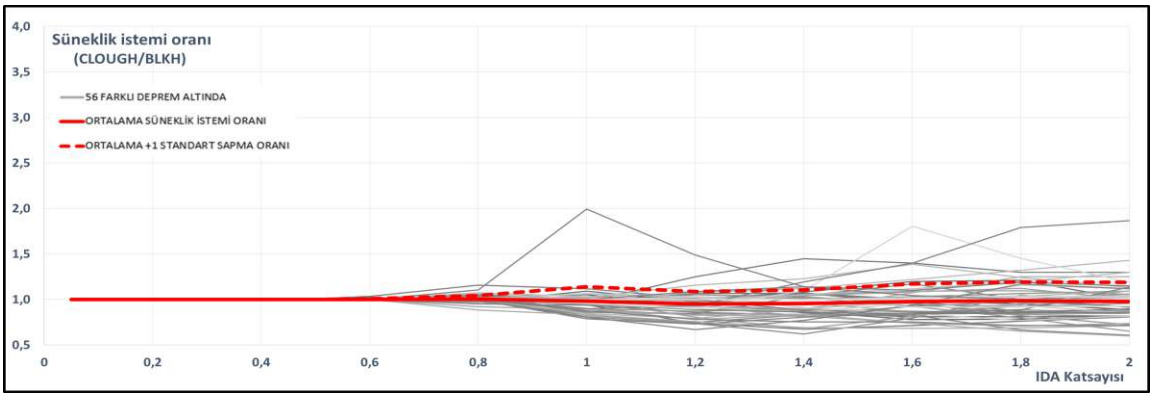
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



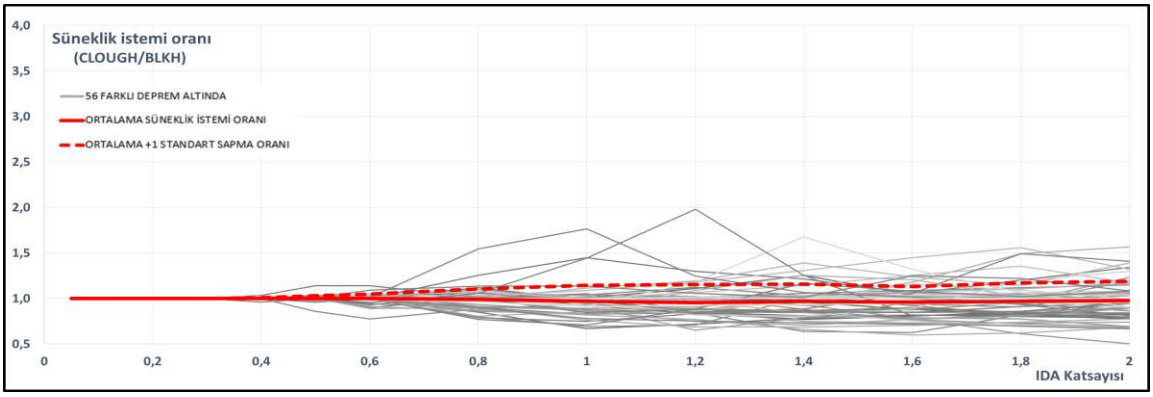
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

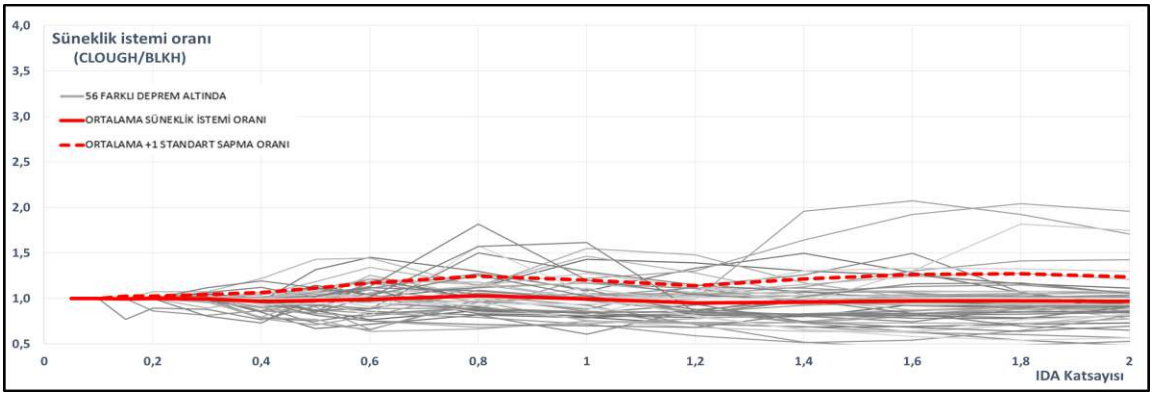
Şekil C.94: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



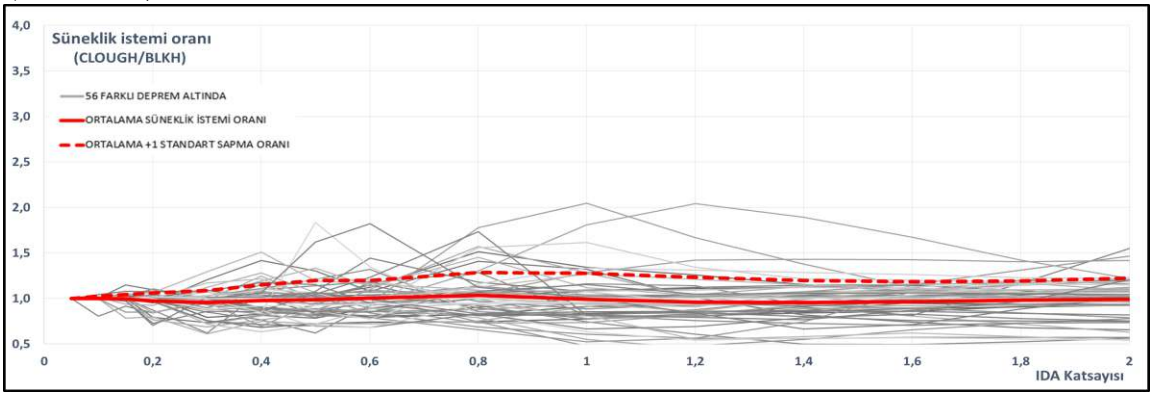
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



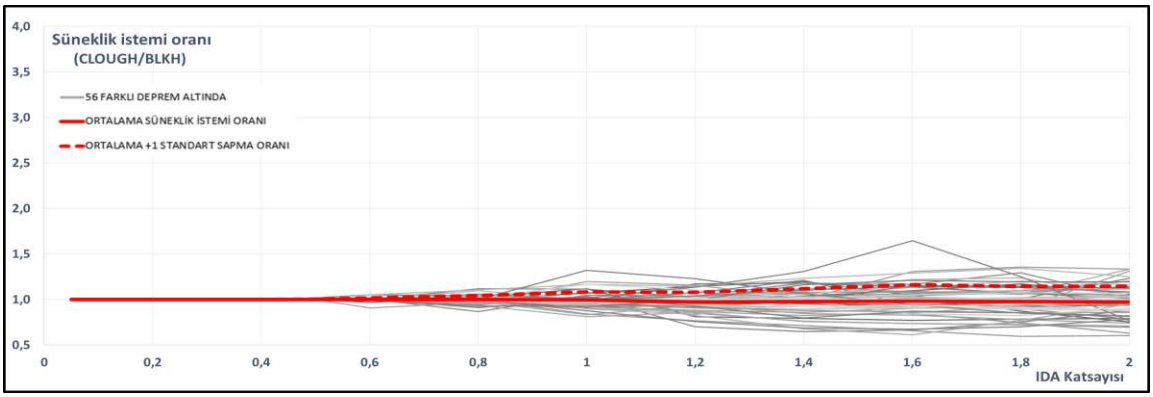
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



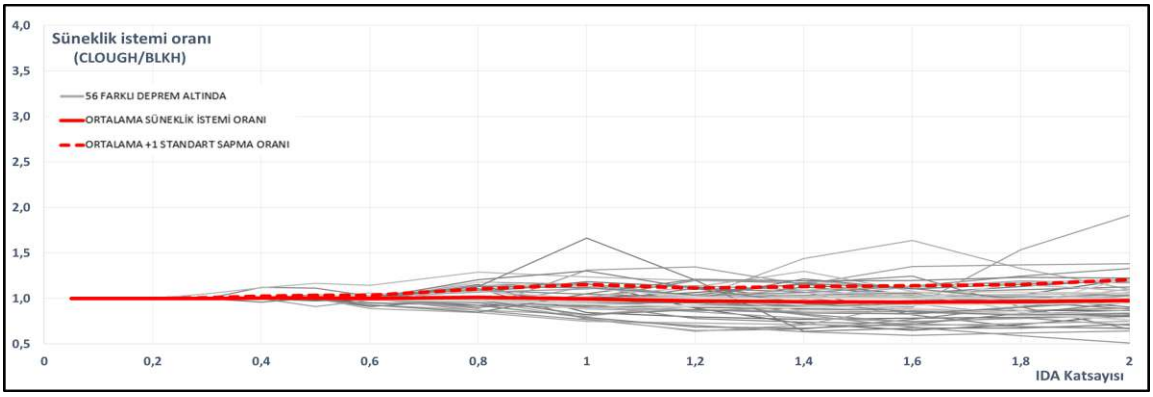
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

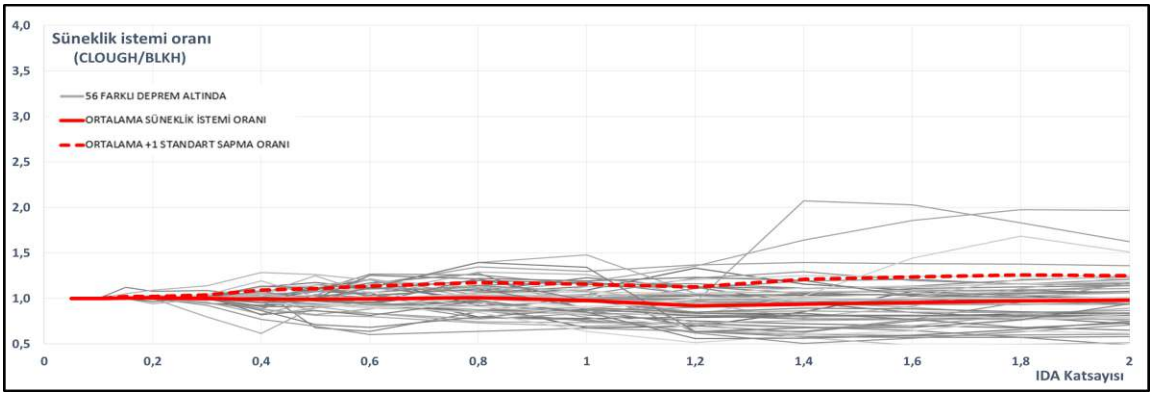
Şekil C.95: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



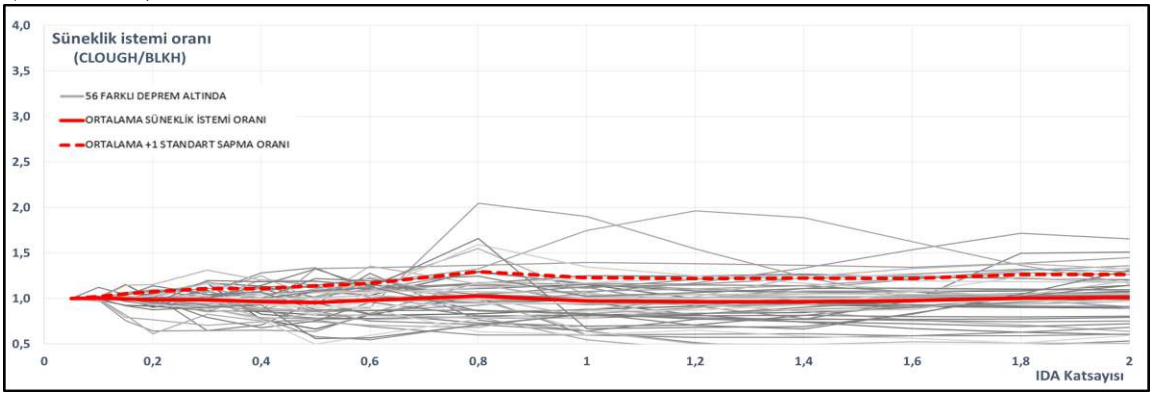
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



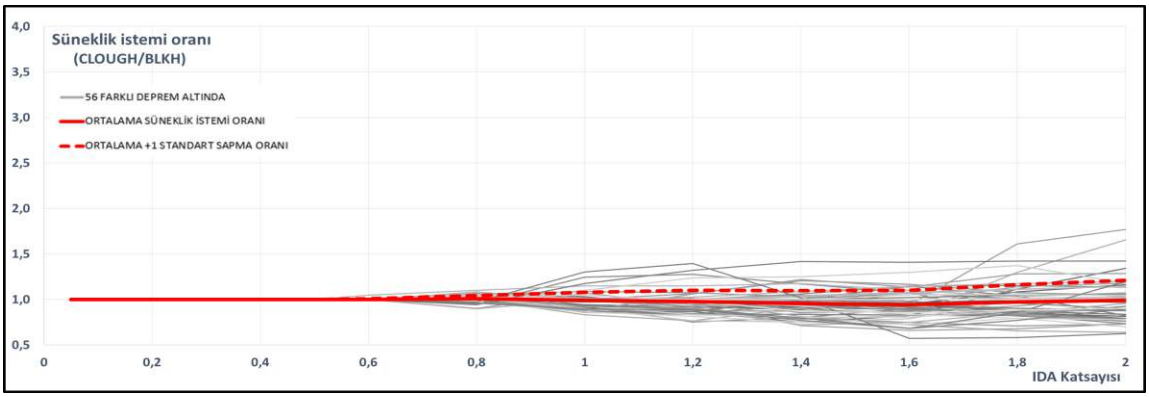
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



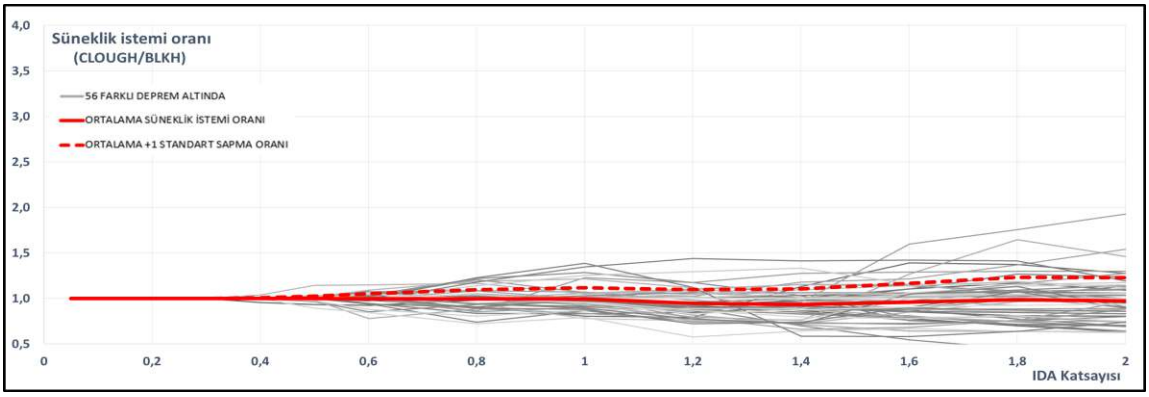
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

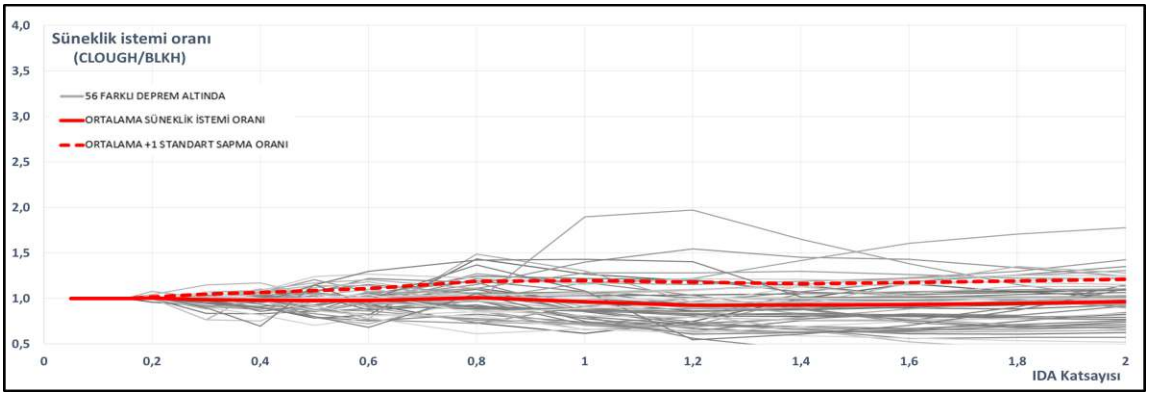
Şekil C.96: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



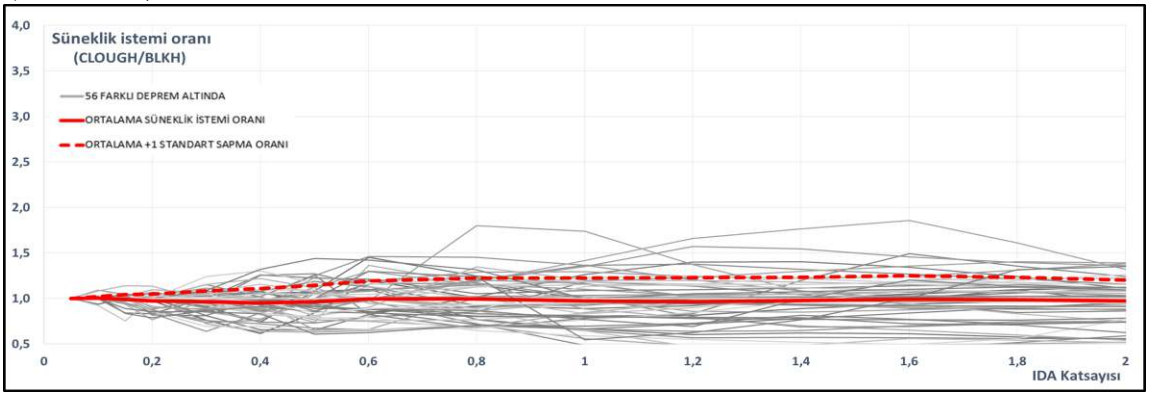
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



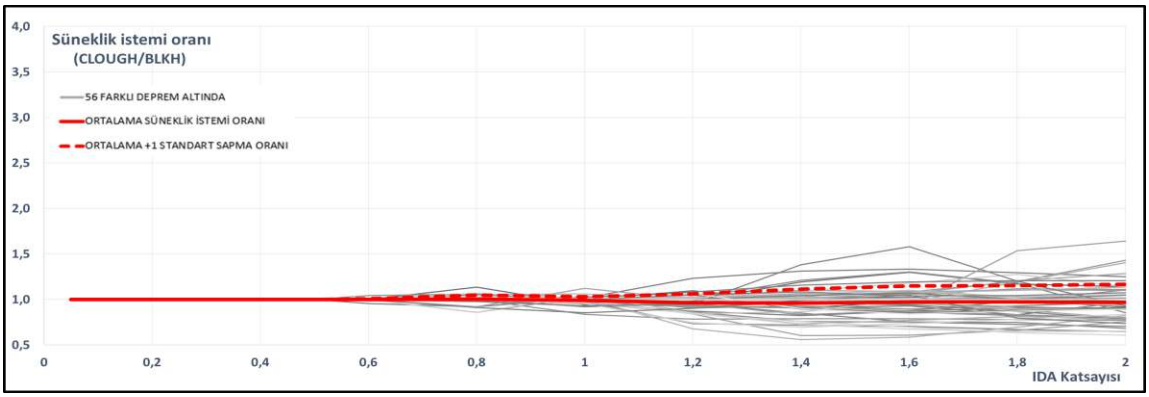
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



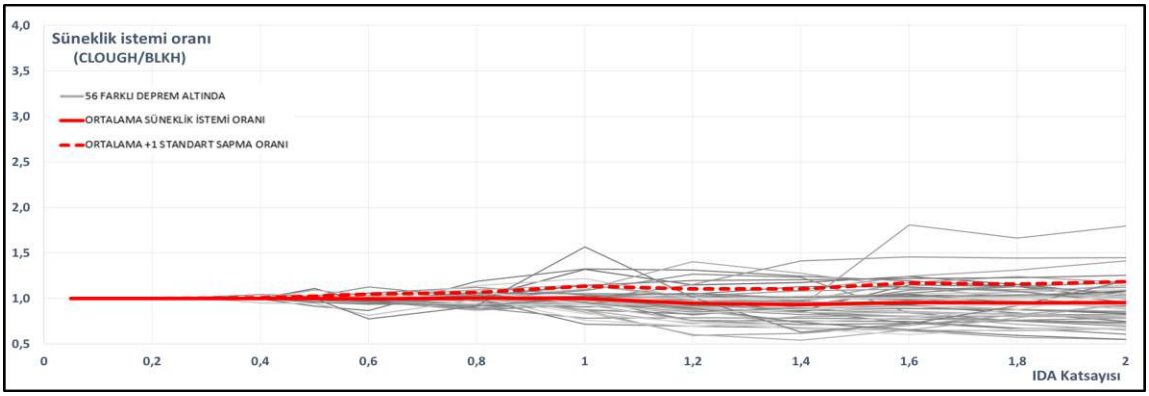
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

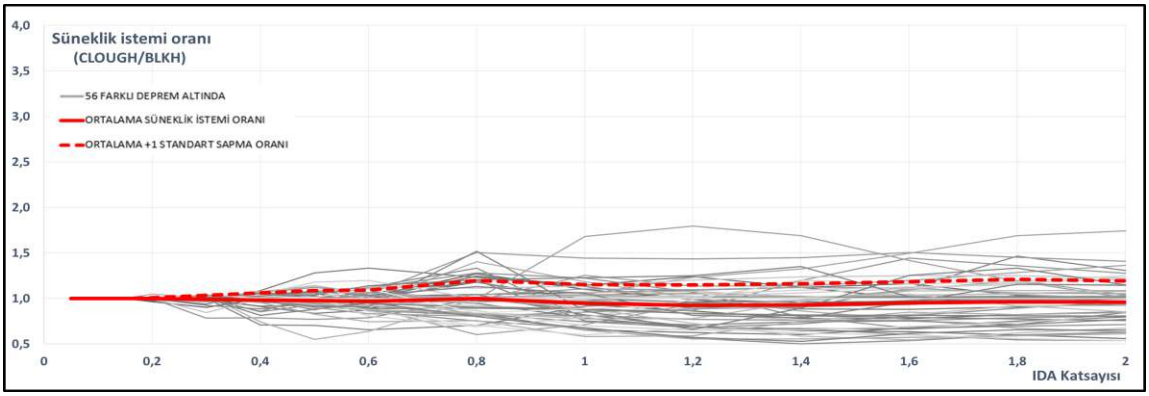
Şekil C.97: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



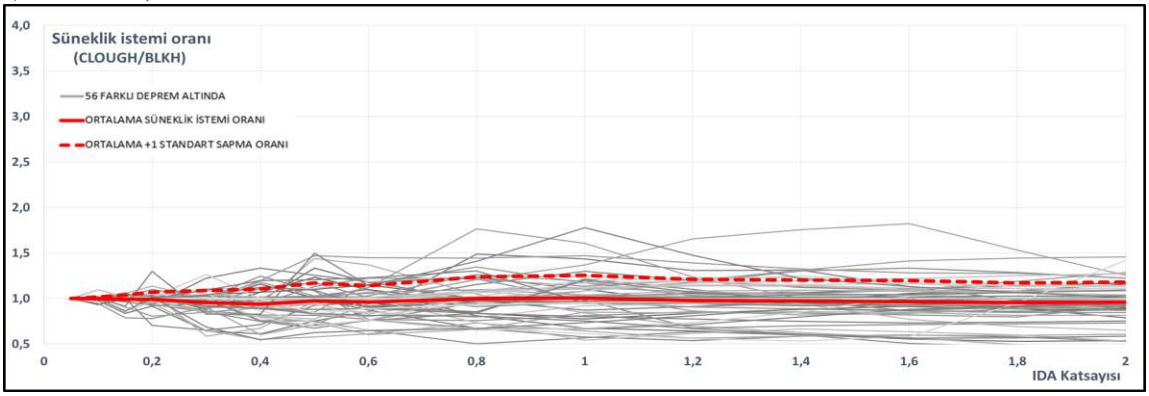
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



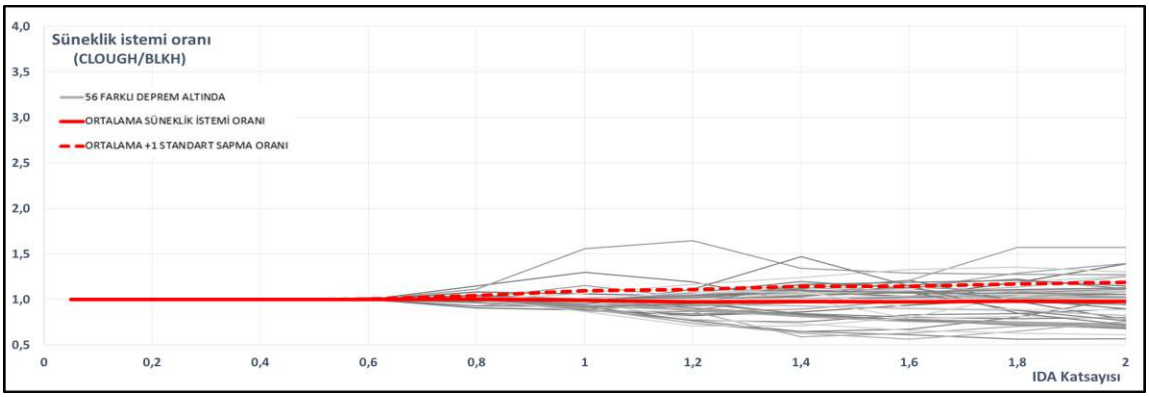
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



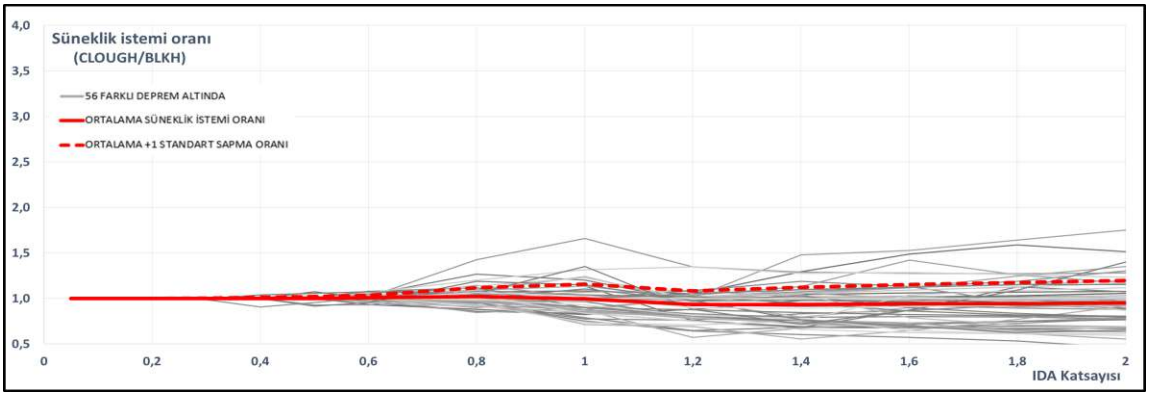
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

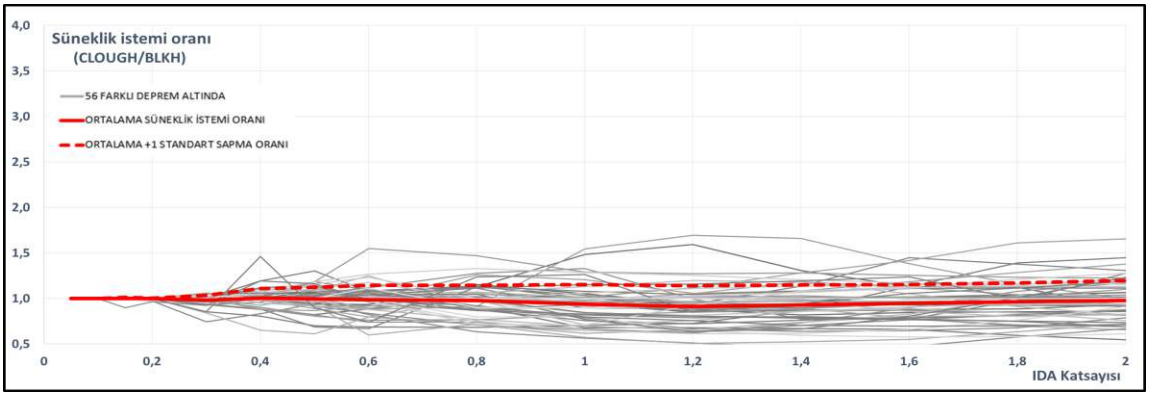
Şekil C.98: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



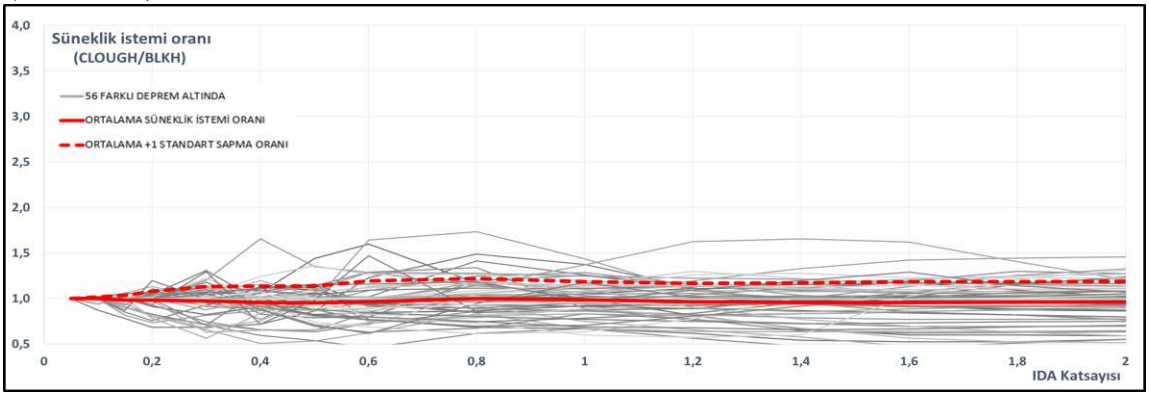
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



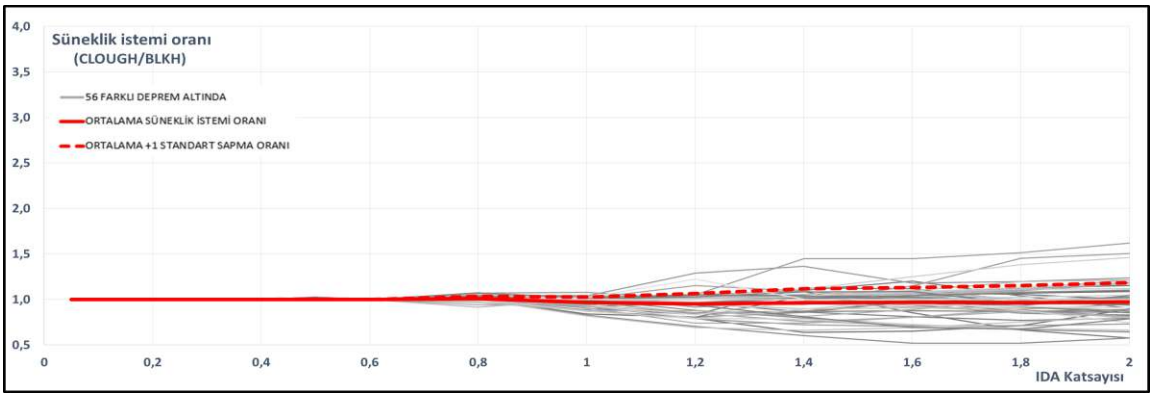
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



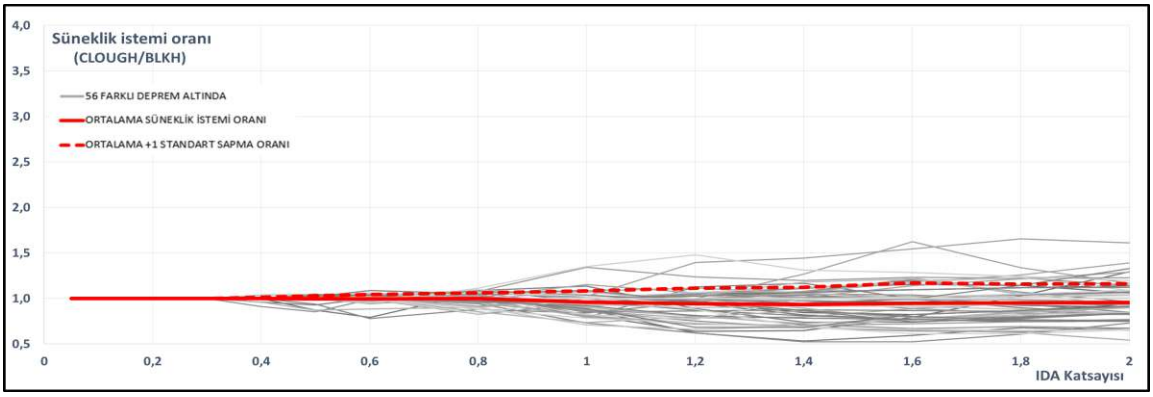
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

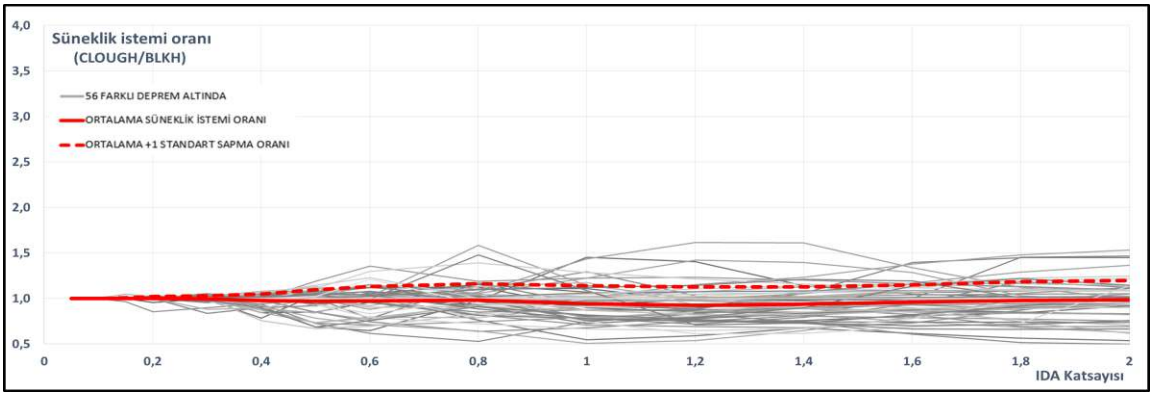
Şekil C.99: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



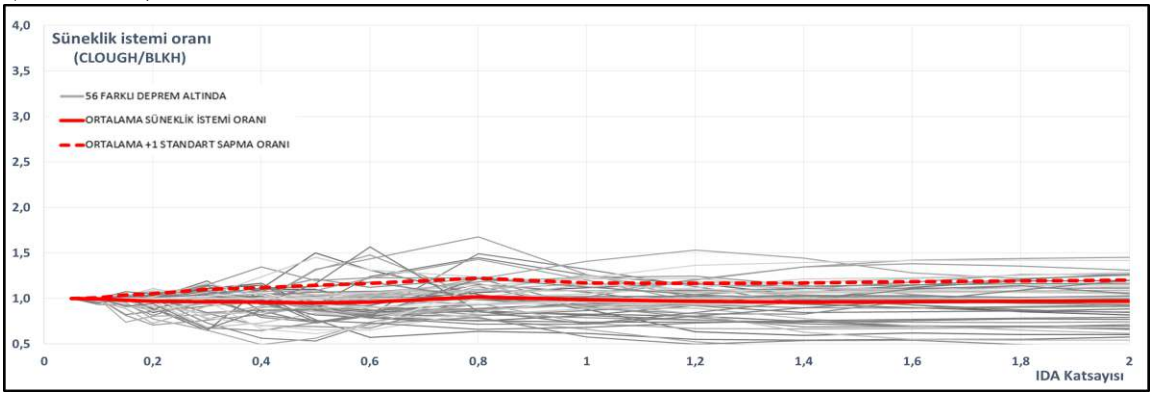
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



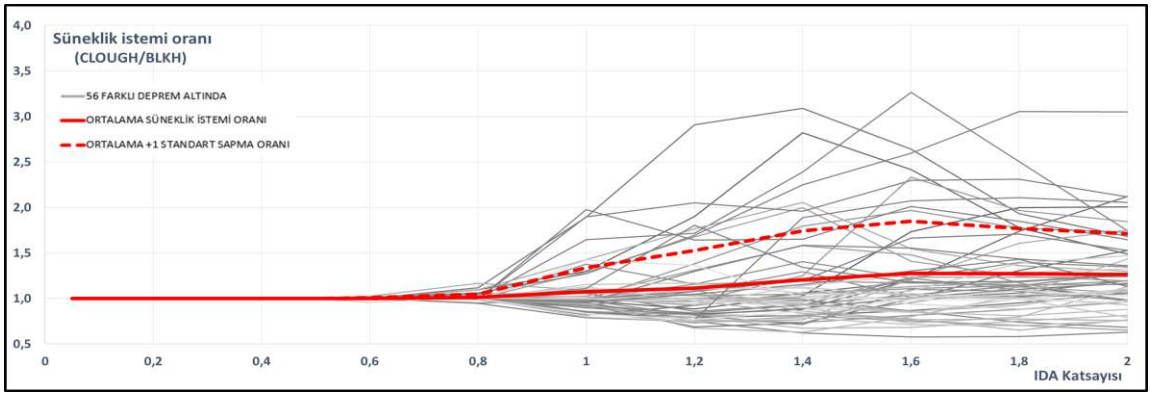
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



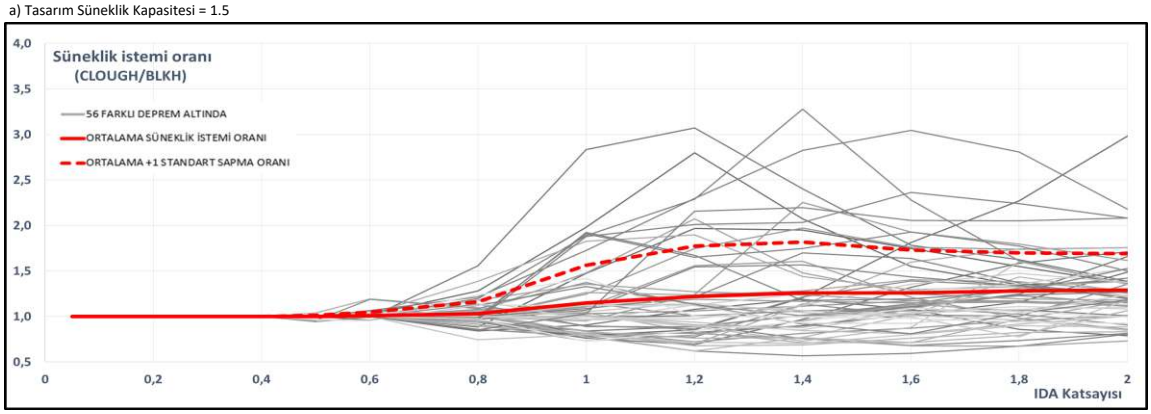
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

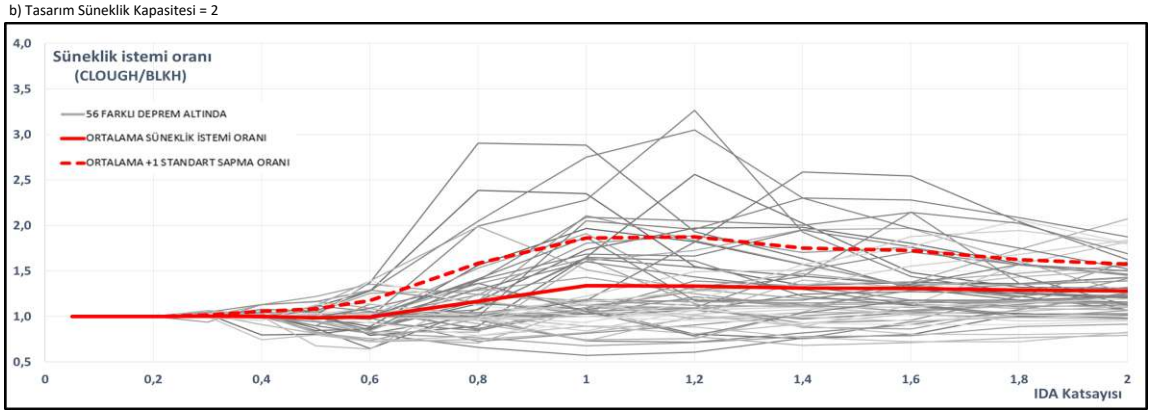
Şekil C.100: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



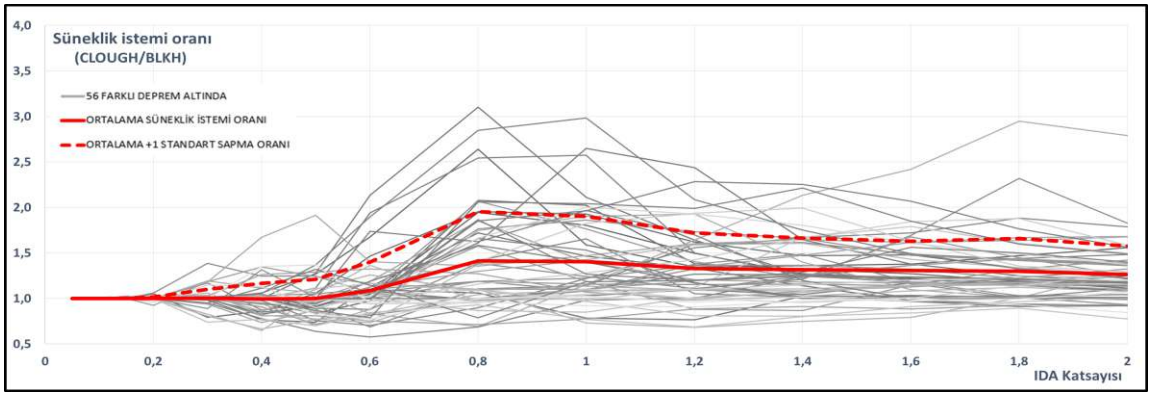
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



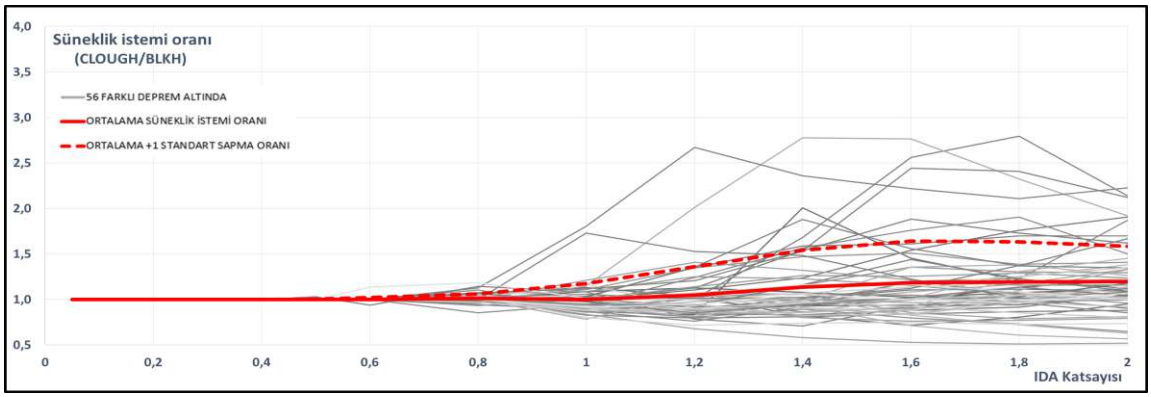
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



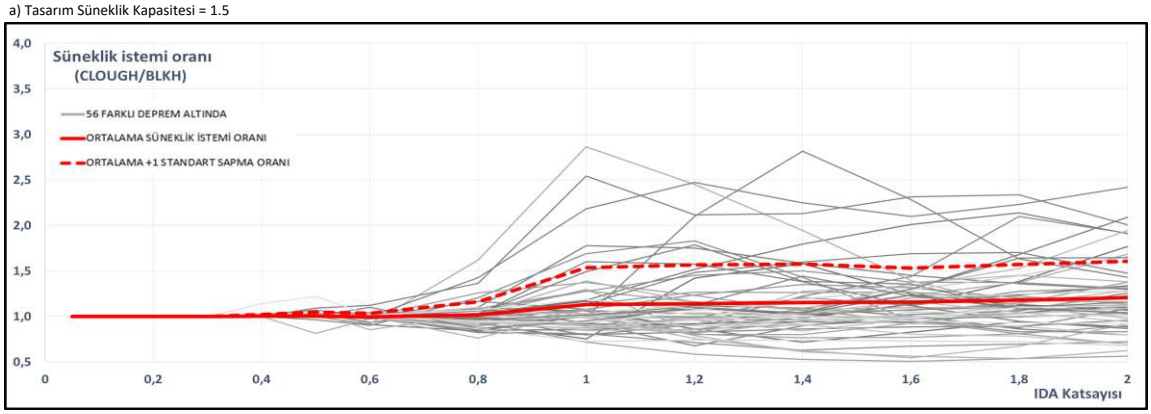
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

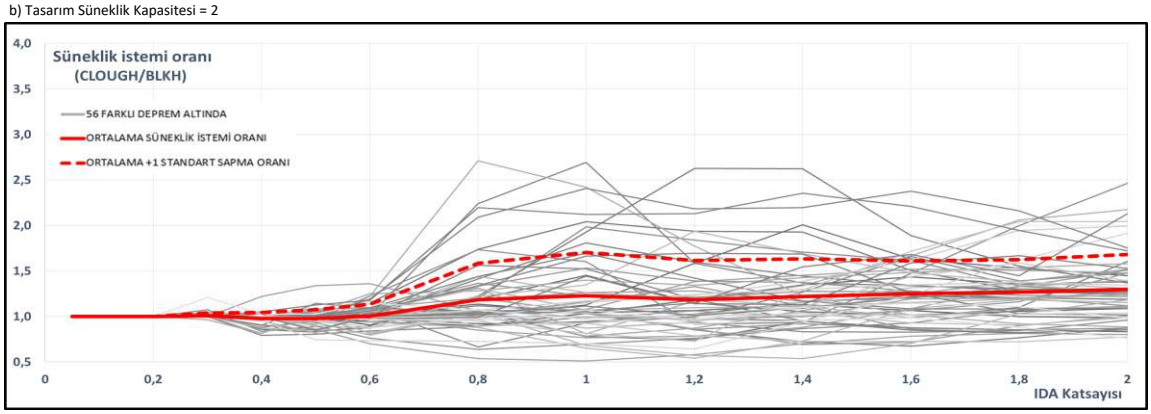
Şekil C.101: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



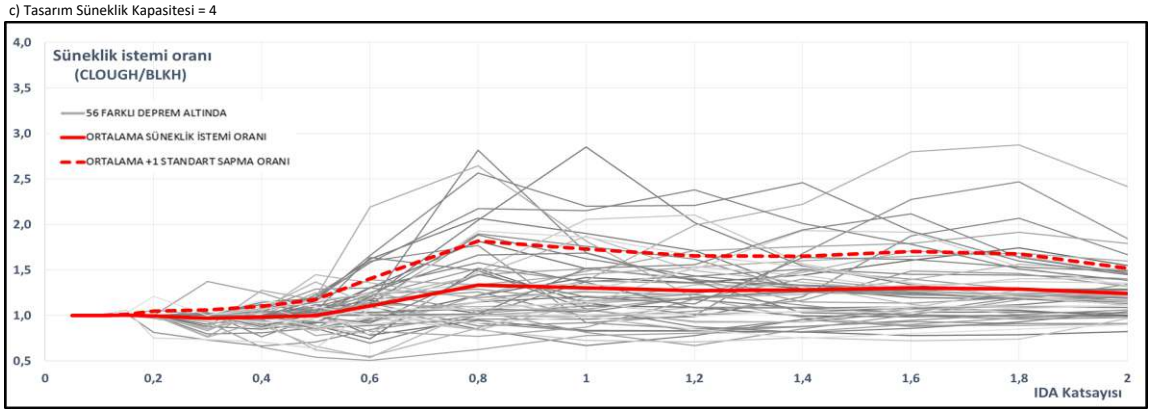
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



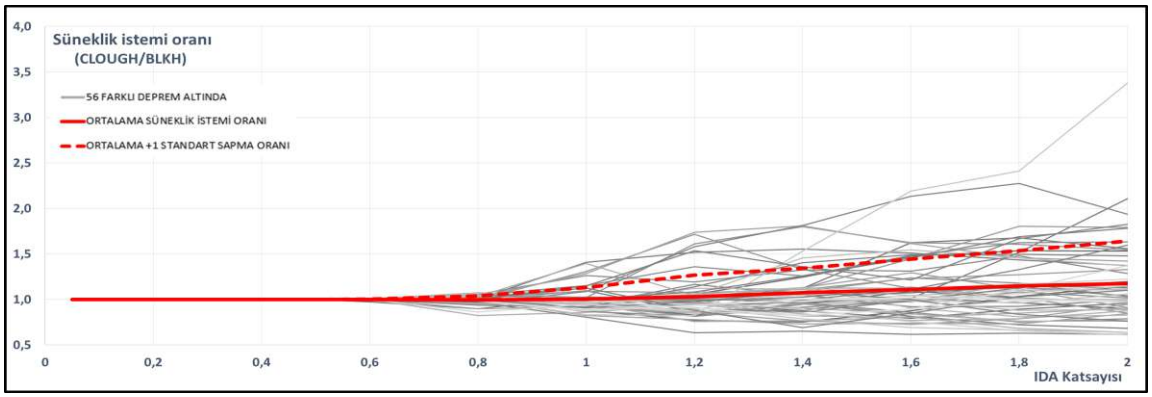
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



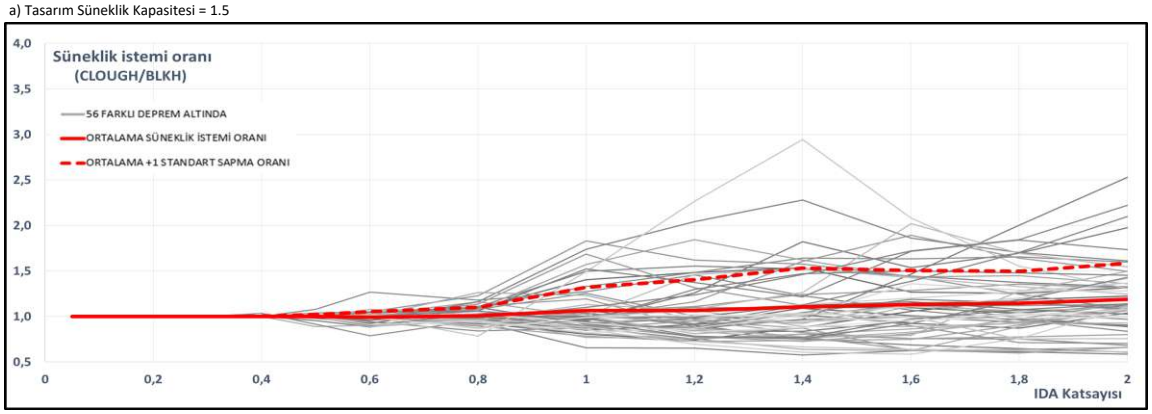
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

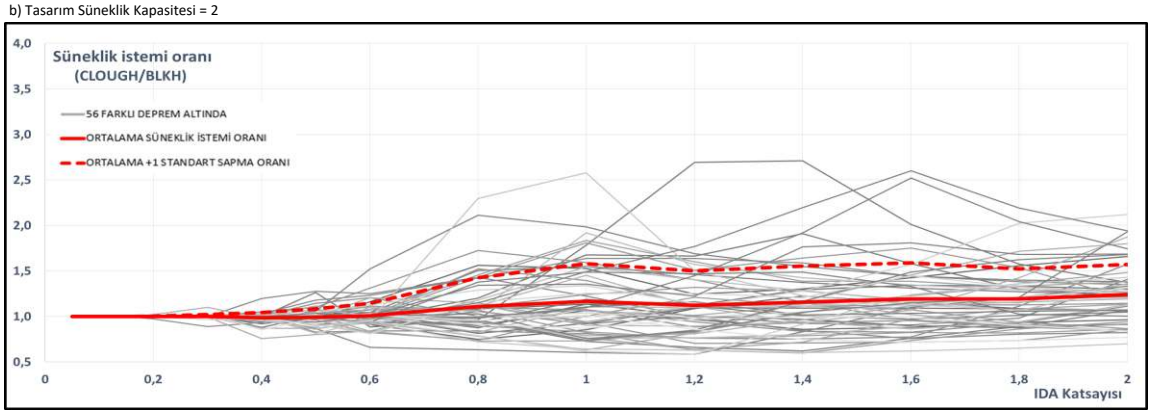
Şekil C.102: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



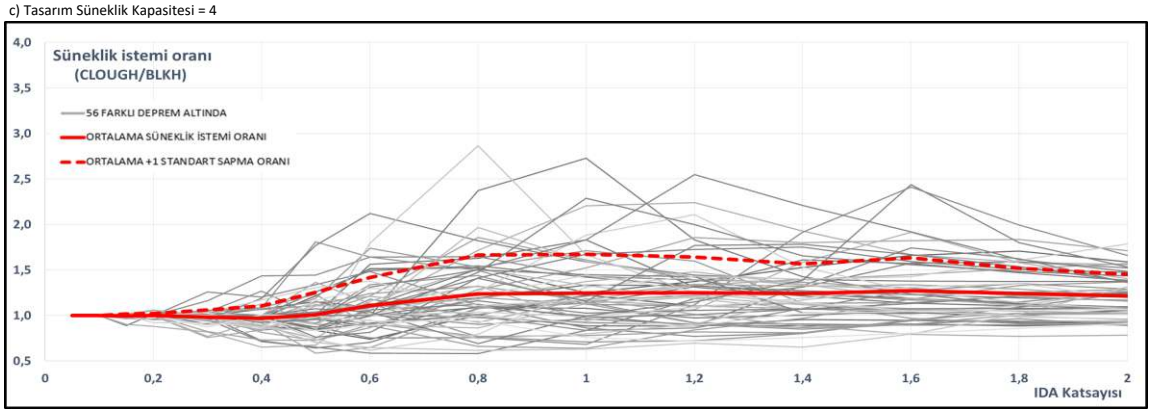
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



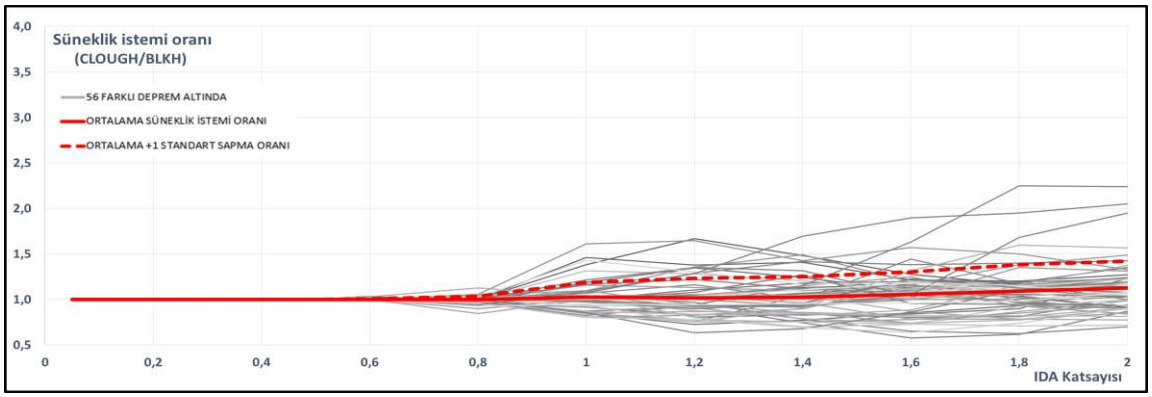
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



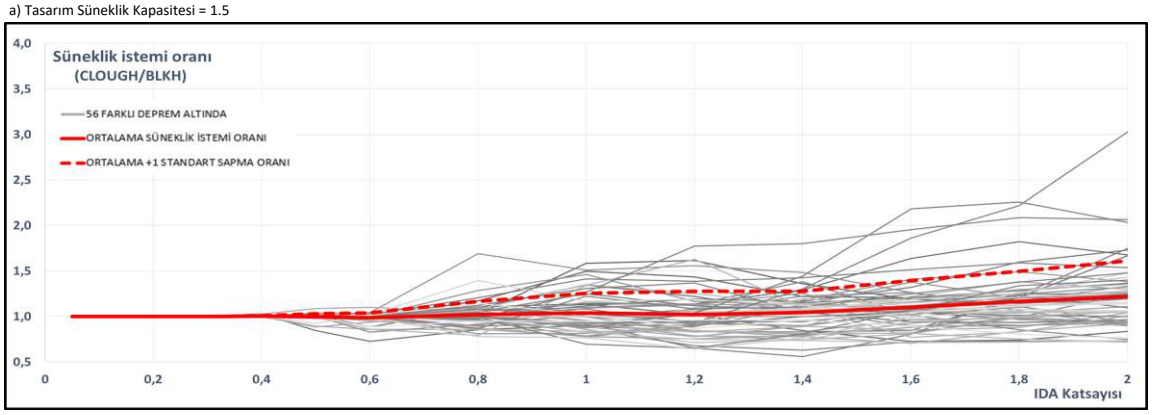
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

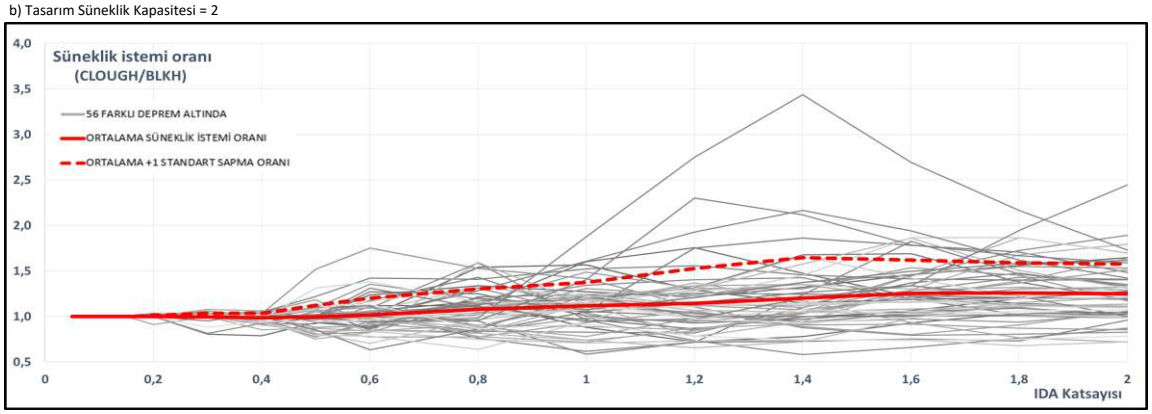
Şekil C.103: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



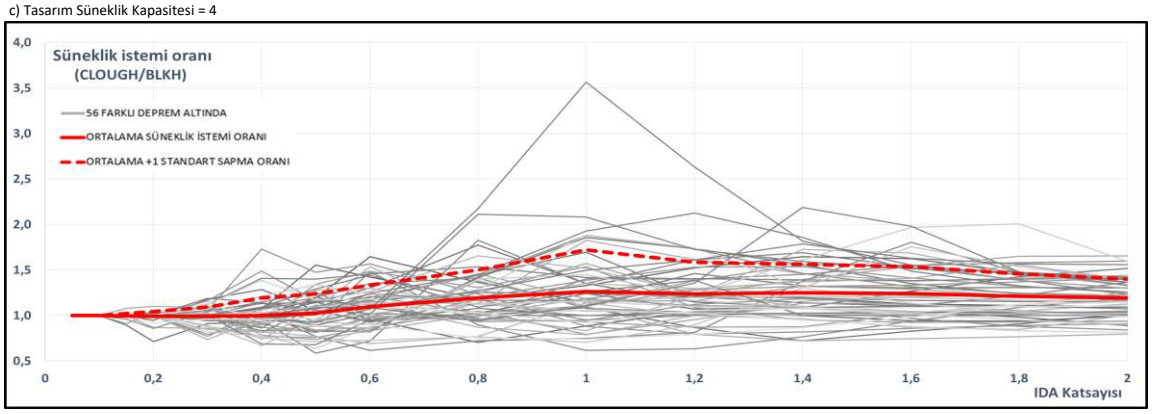
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



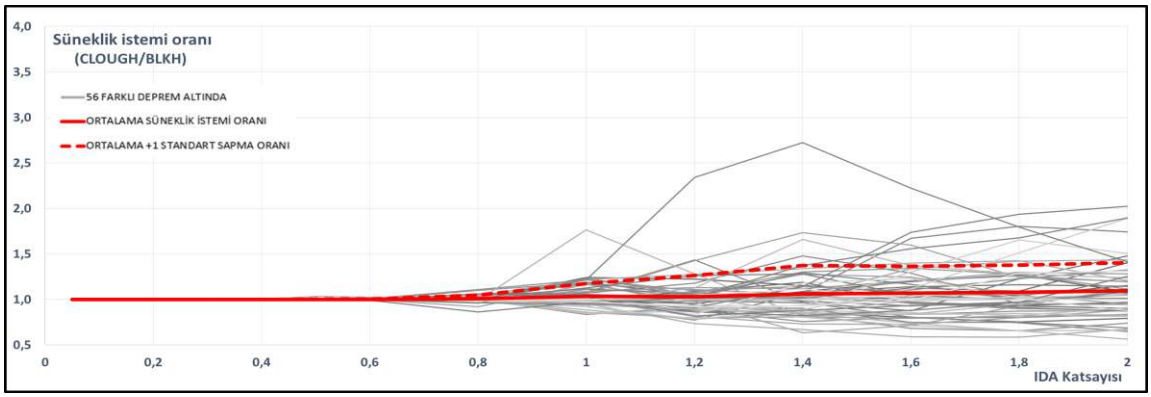
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



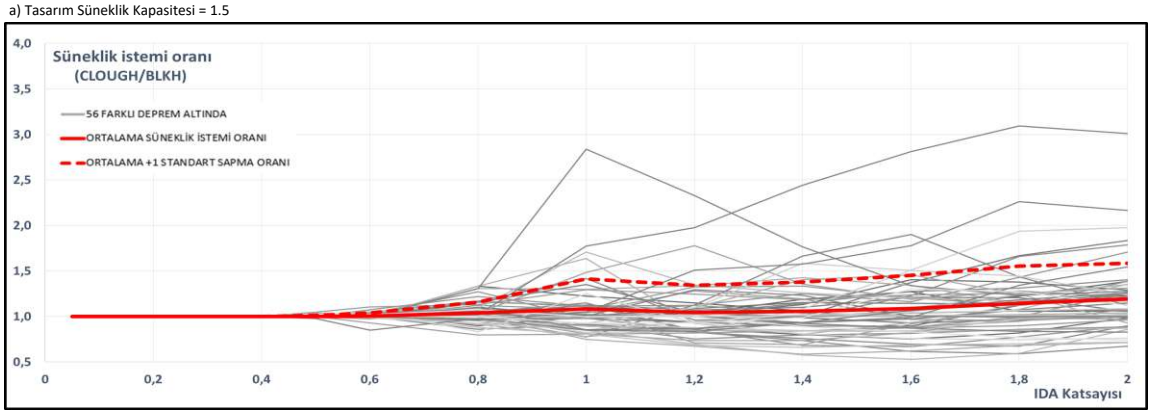
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

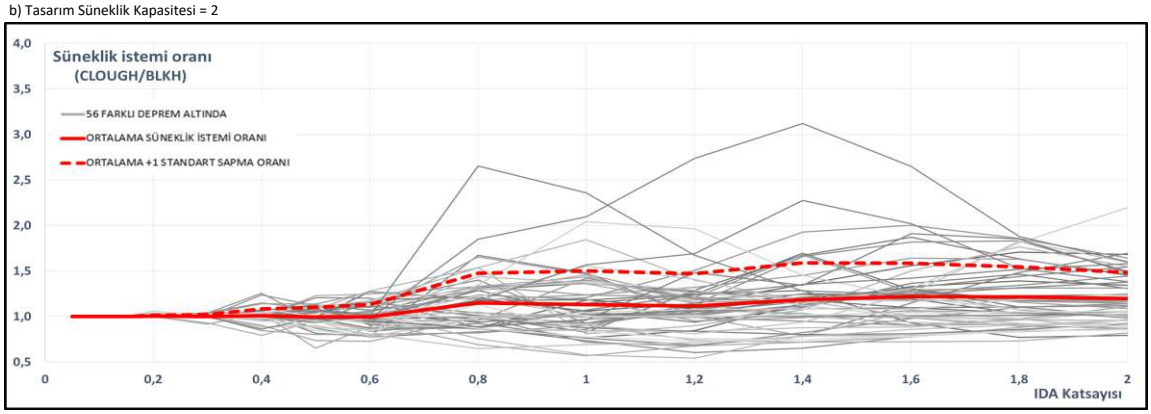
Şekil C.104: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



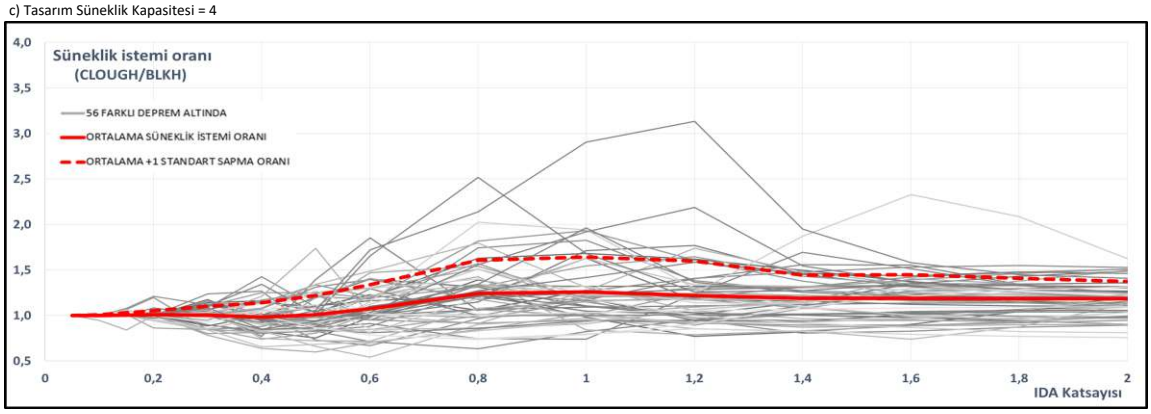
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



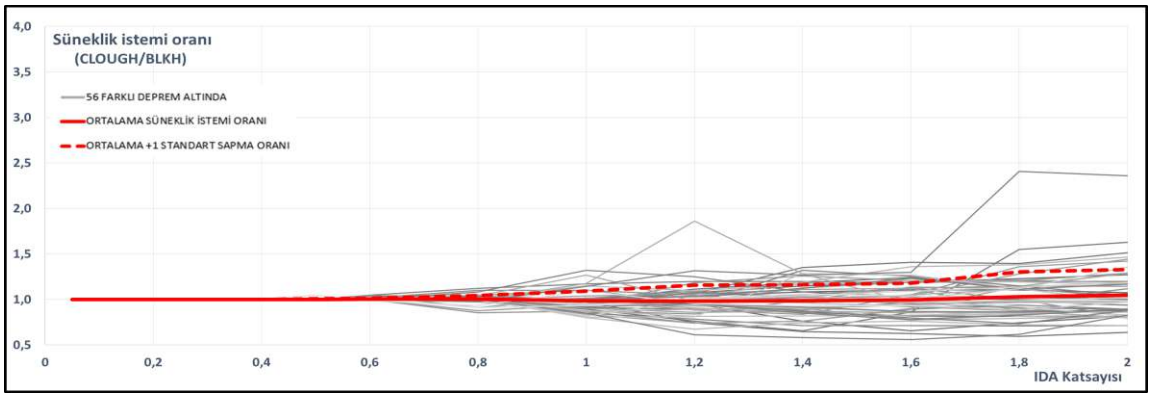
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



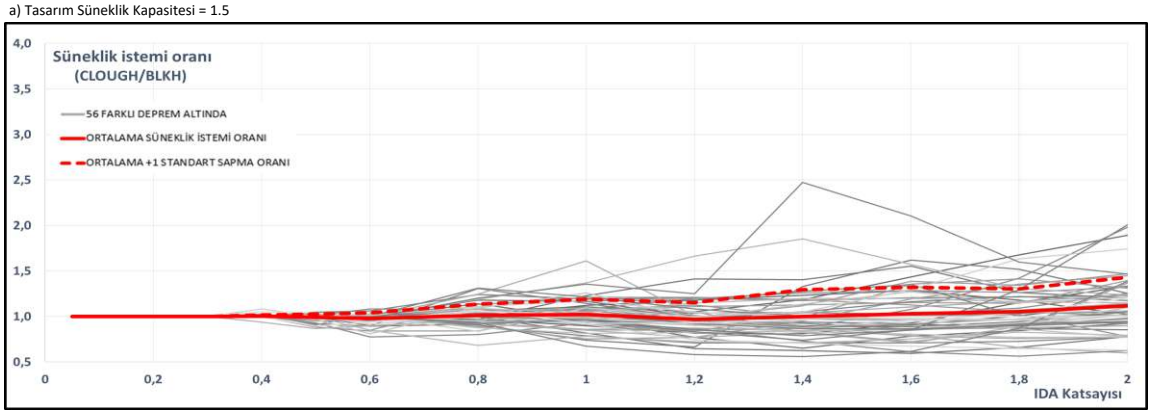
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

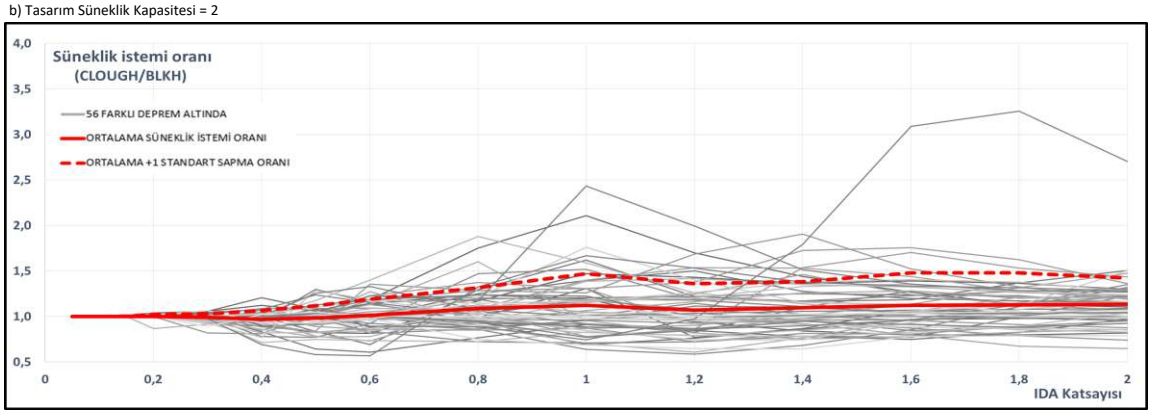
Şekil C.105: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



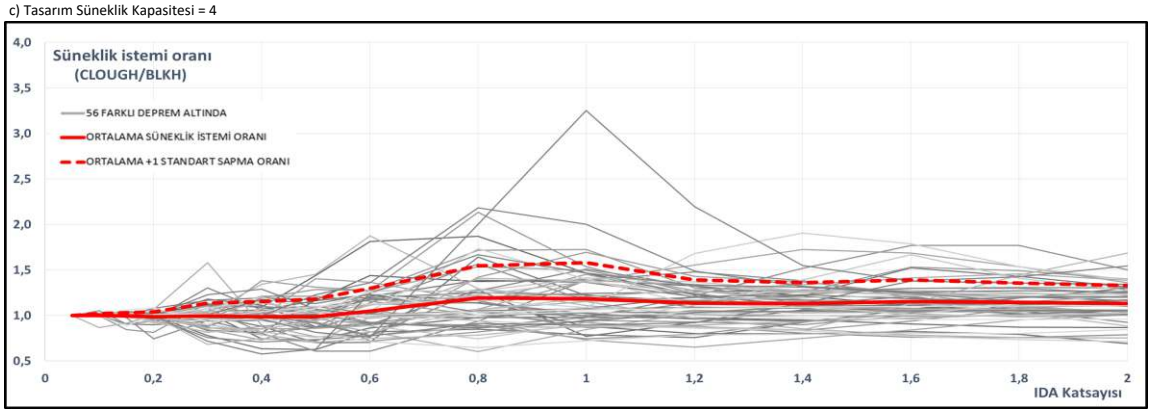
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



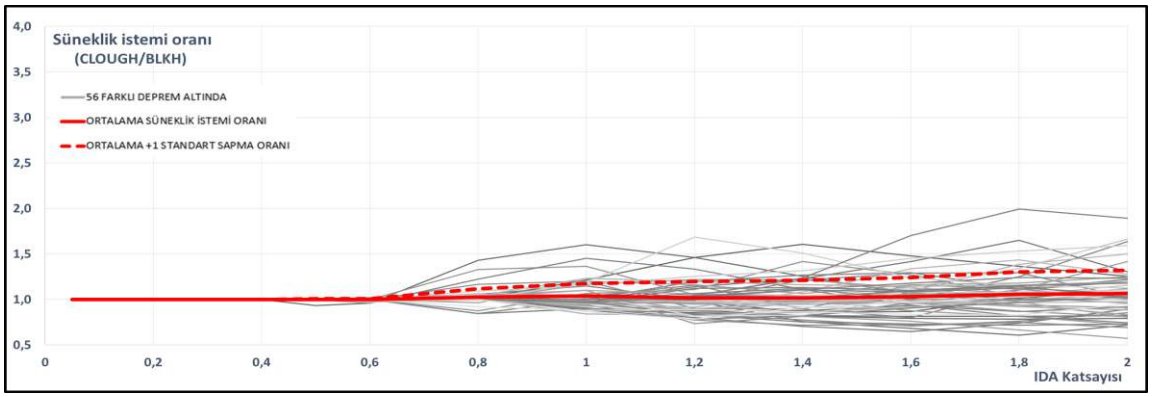
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



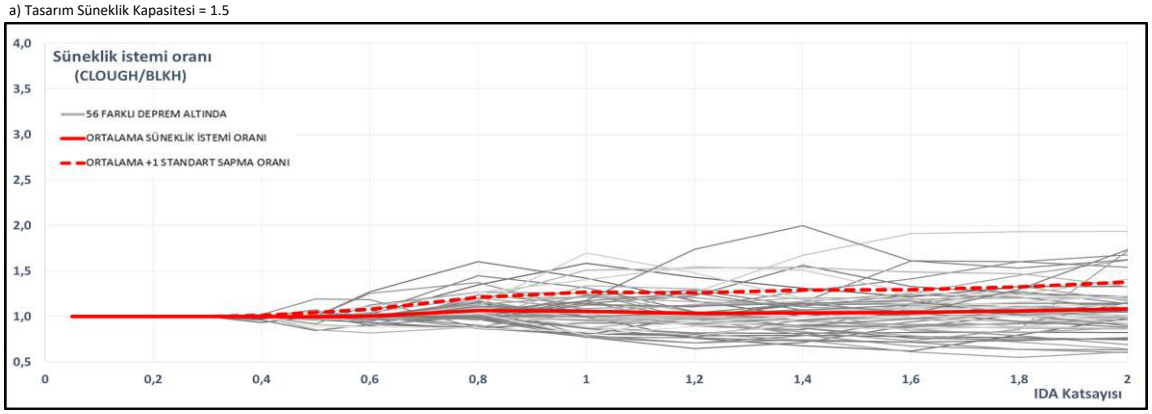
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

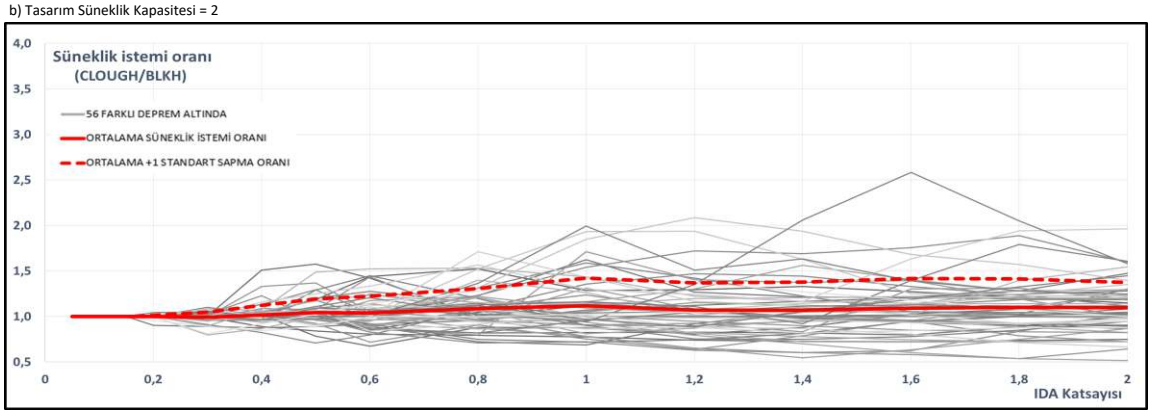
Şekil C.106: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



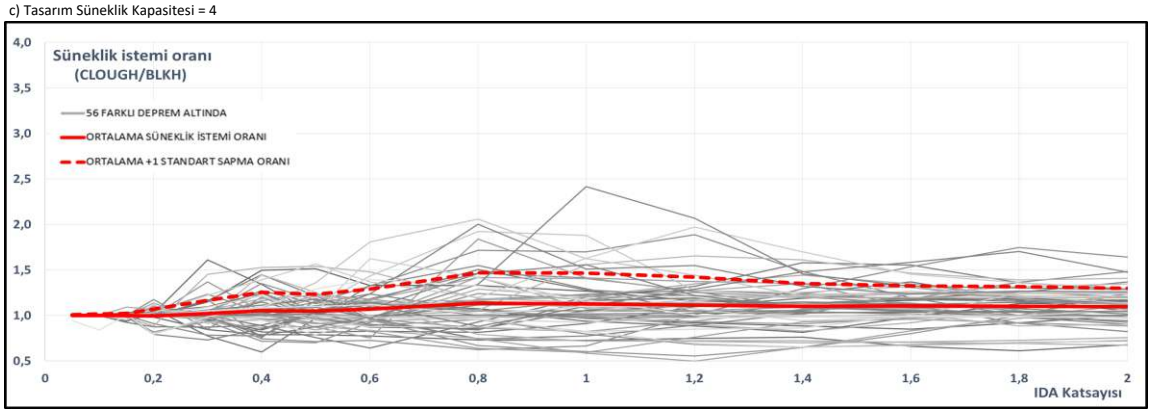
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



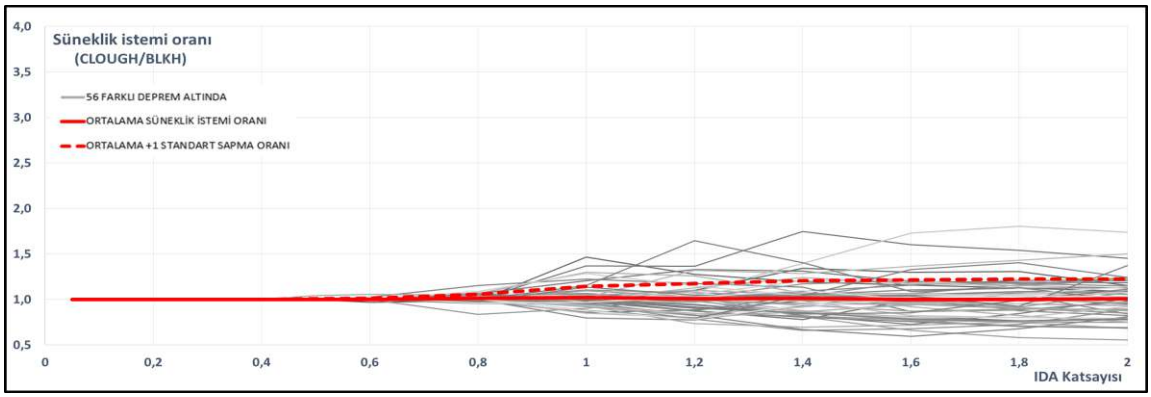
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



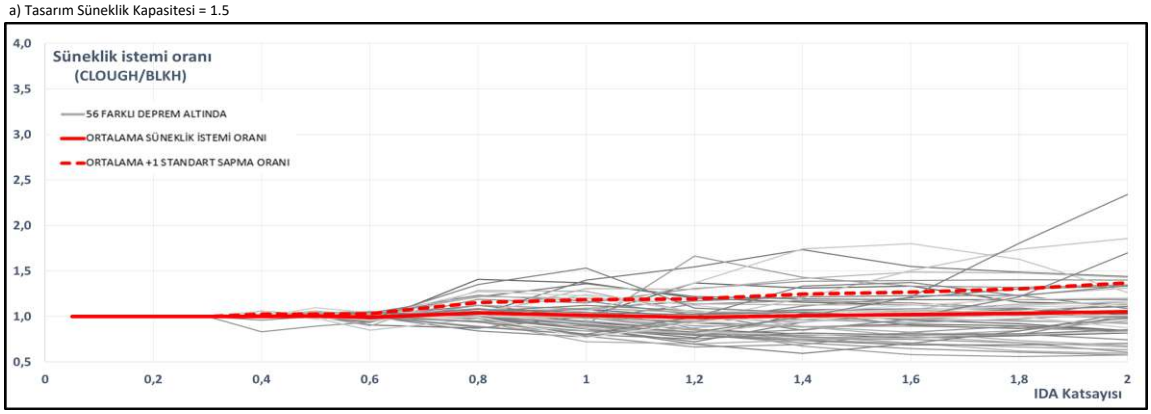
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

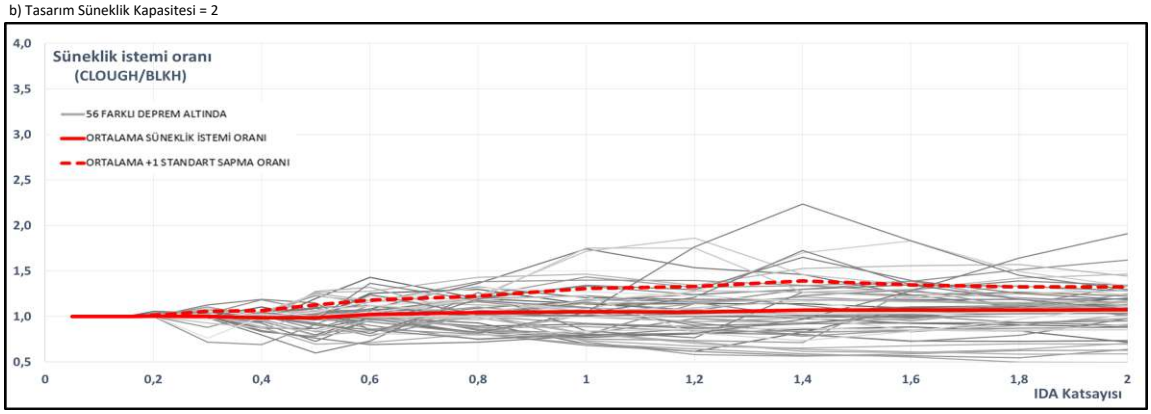
Şekil C.107: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



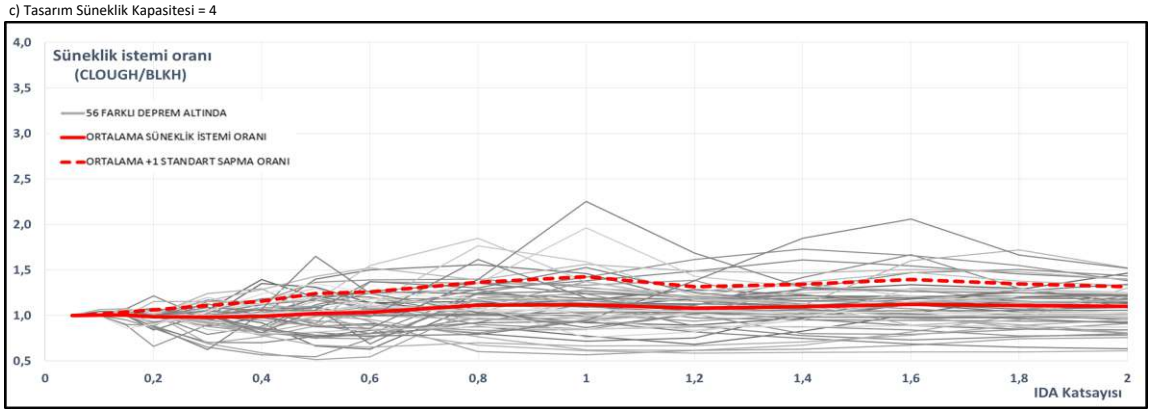
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



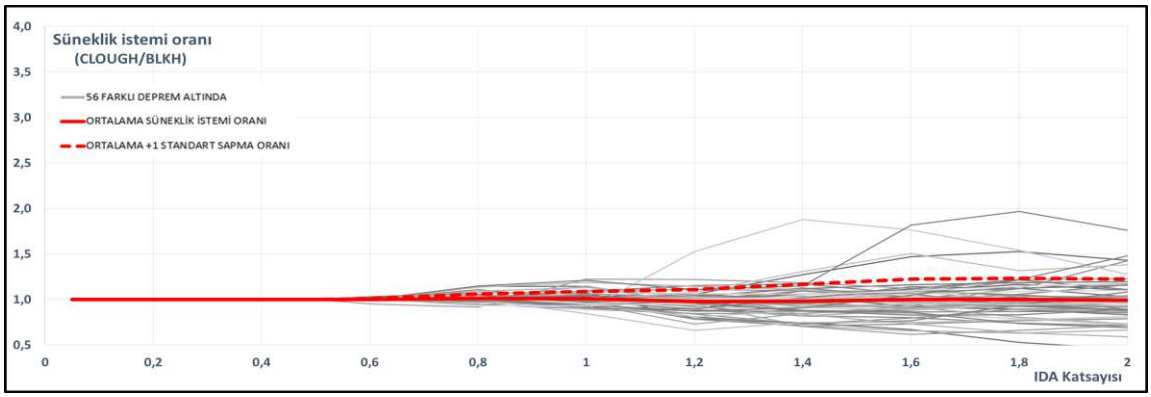
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



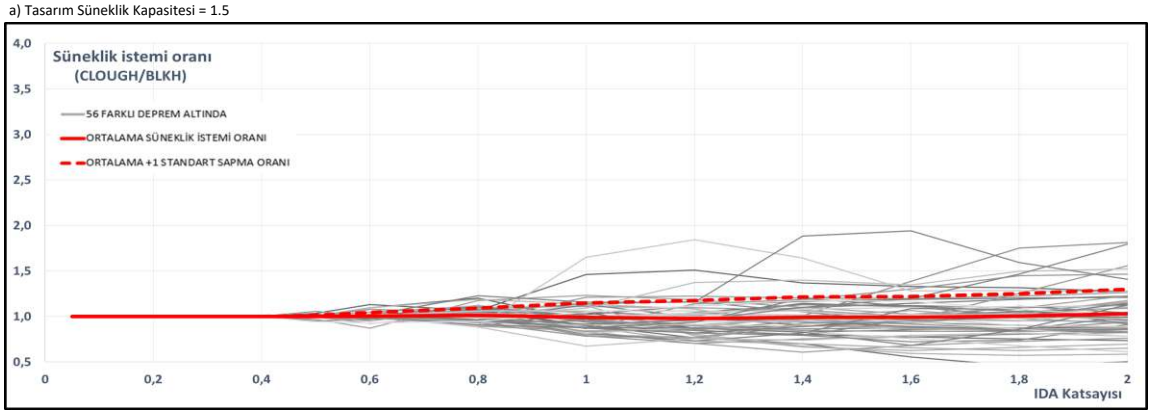
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

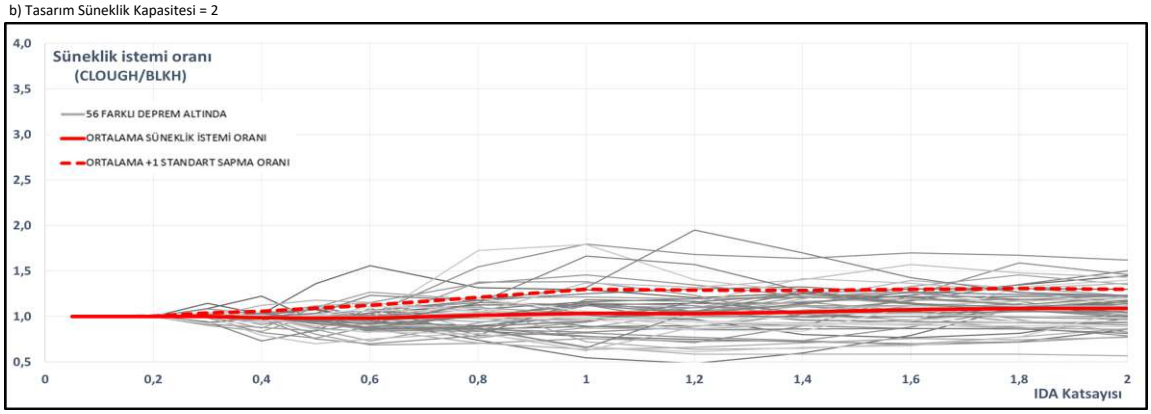
Şekil C.108: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



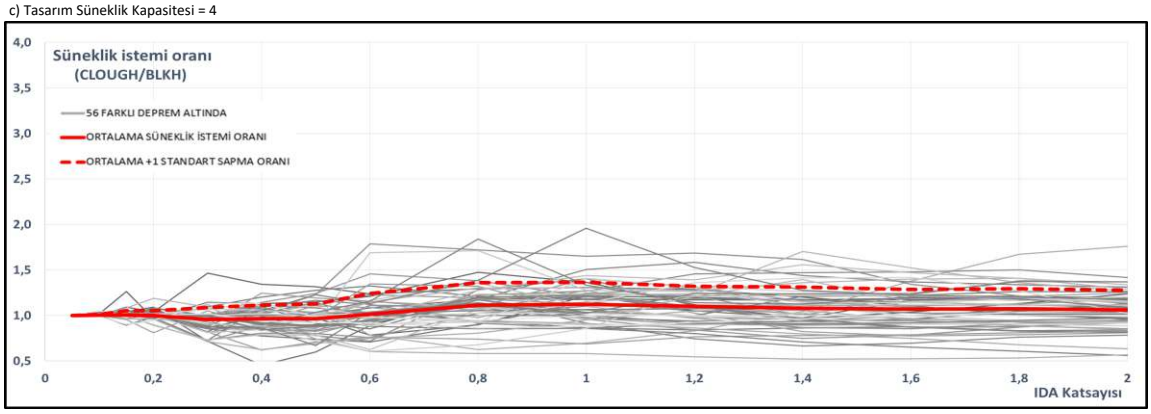
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



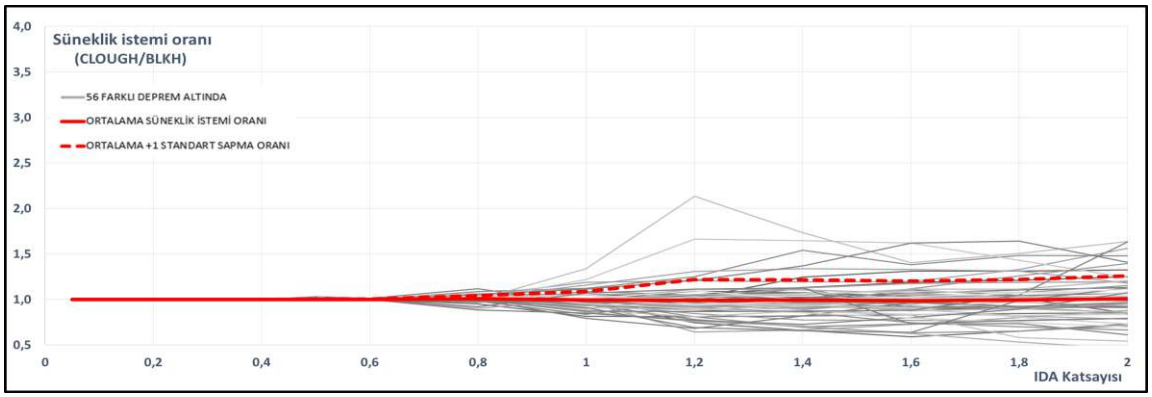
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



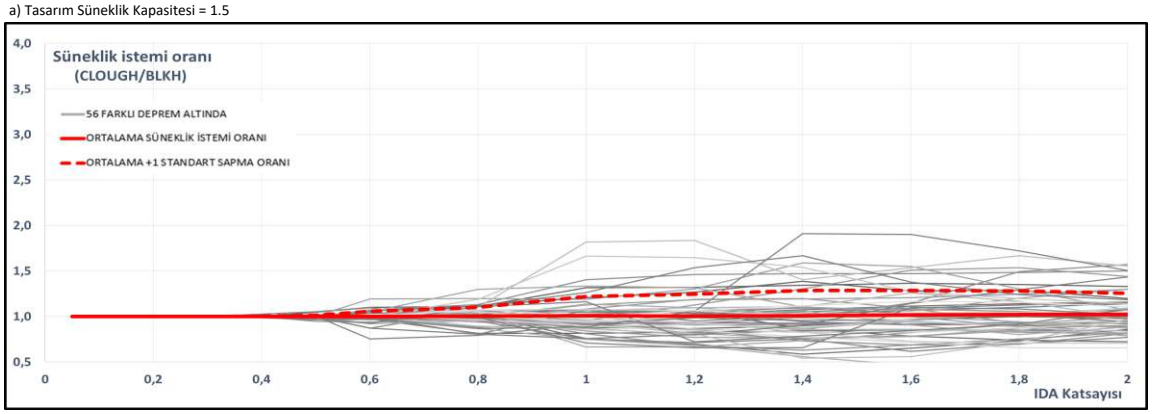
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

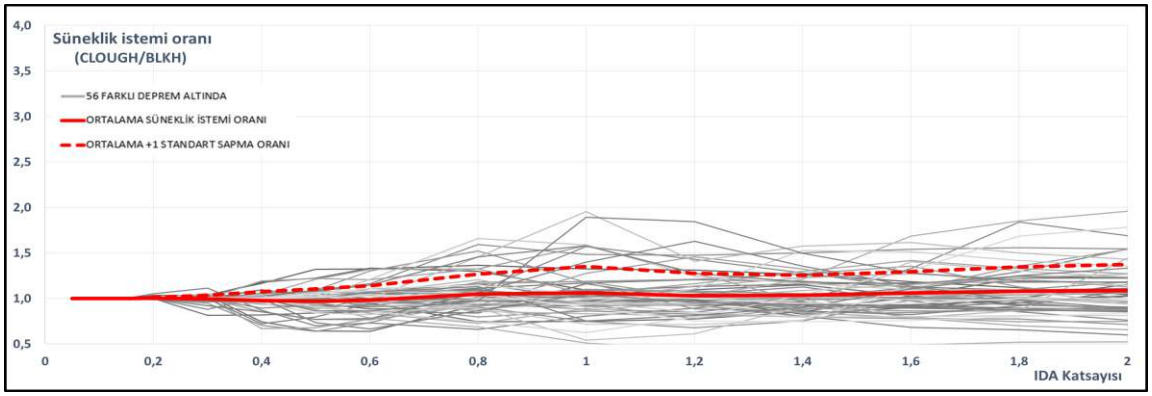
Şekil C.109: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



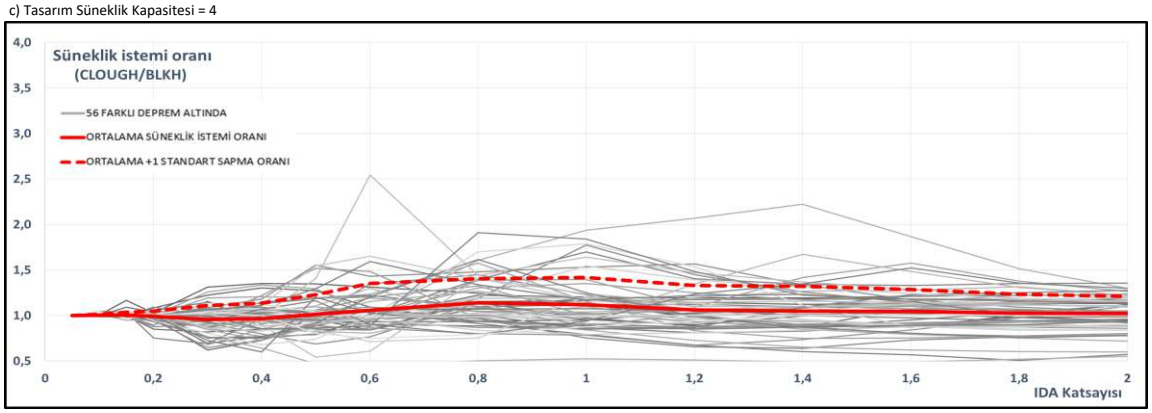
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



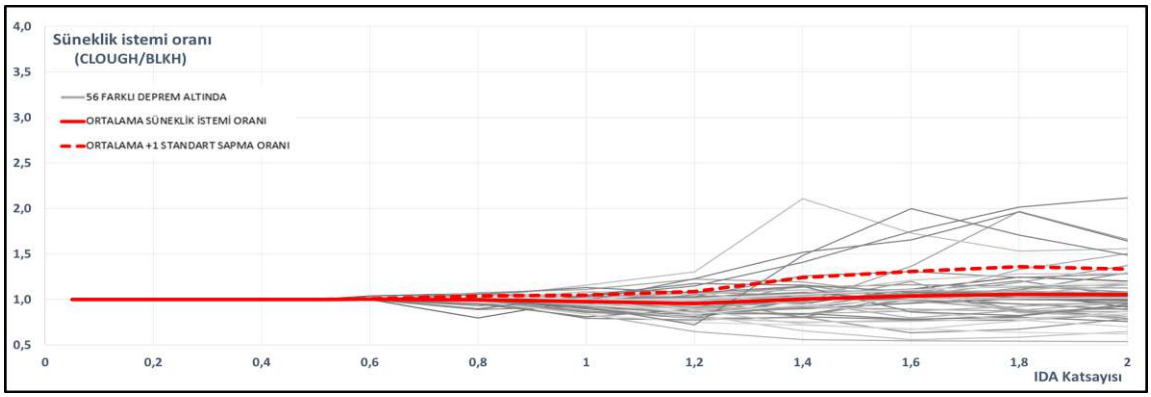
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



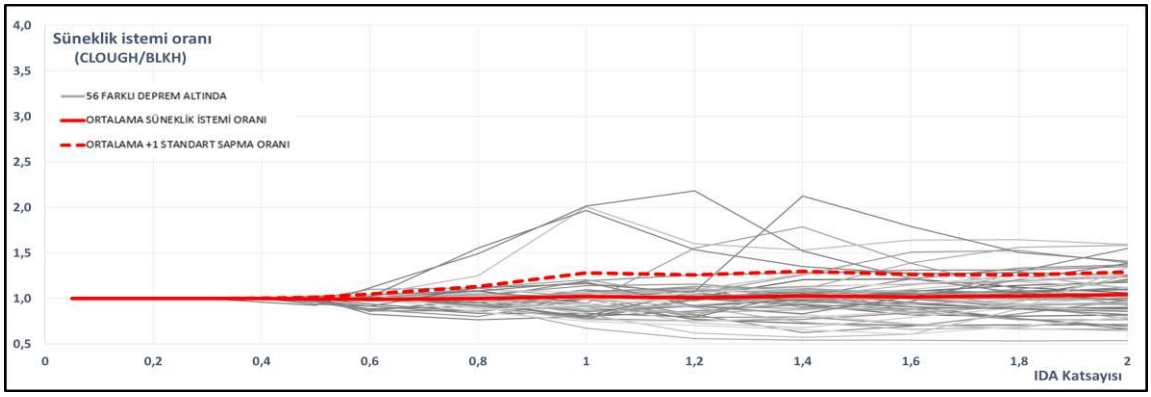
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

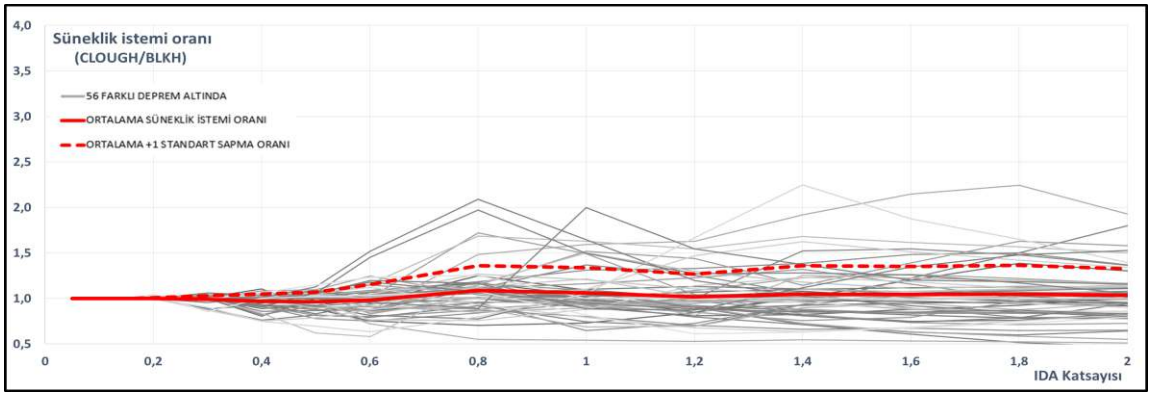
Şekil C.110: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



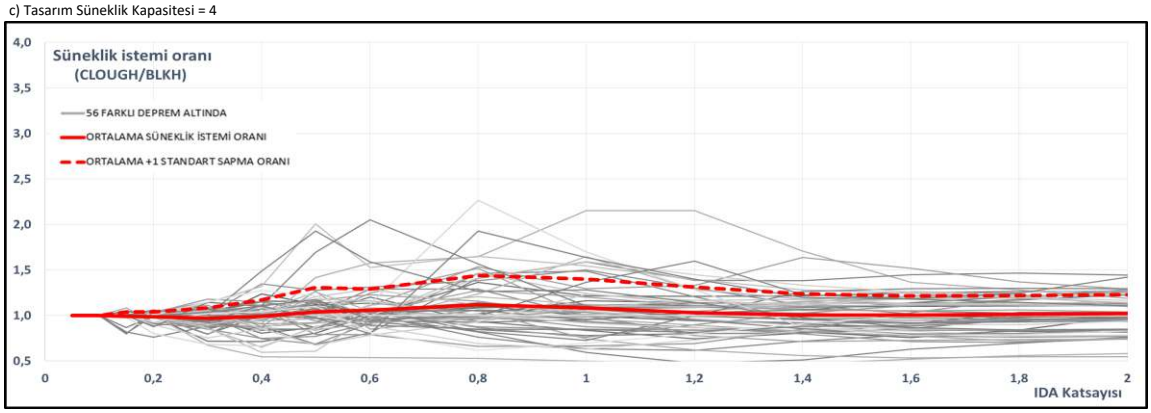
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



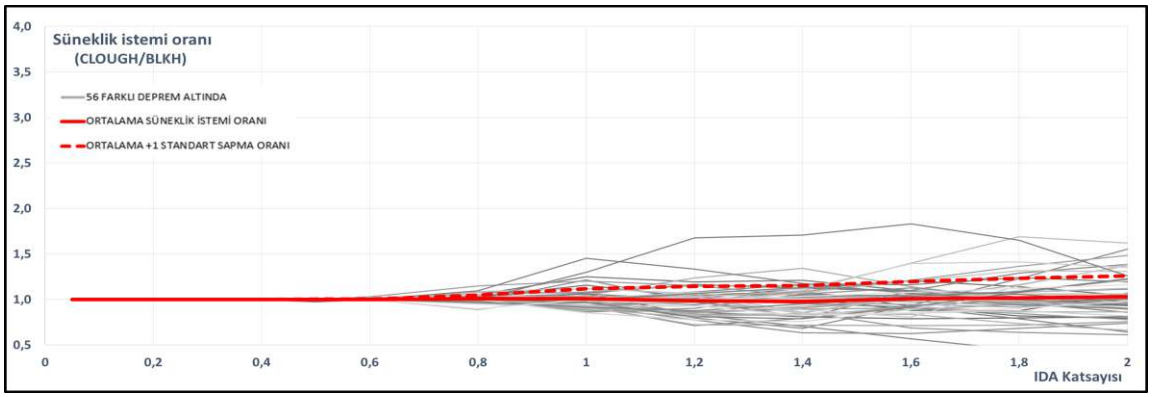
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



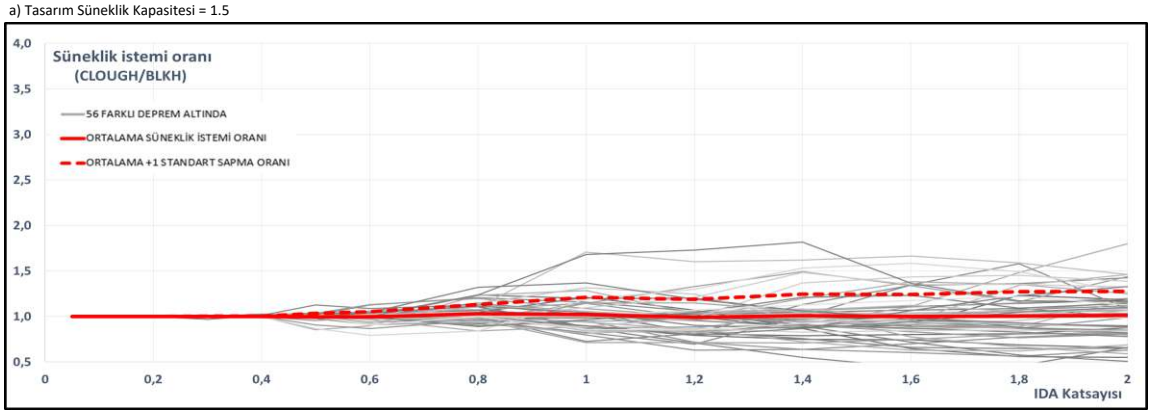
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

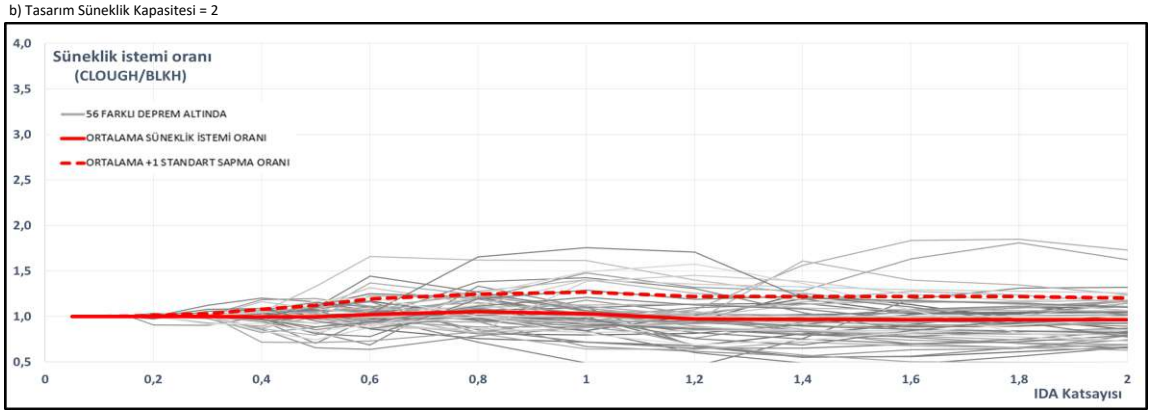
Şekil C.111: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



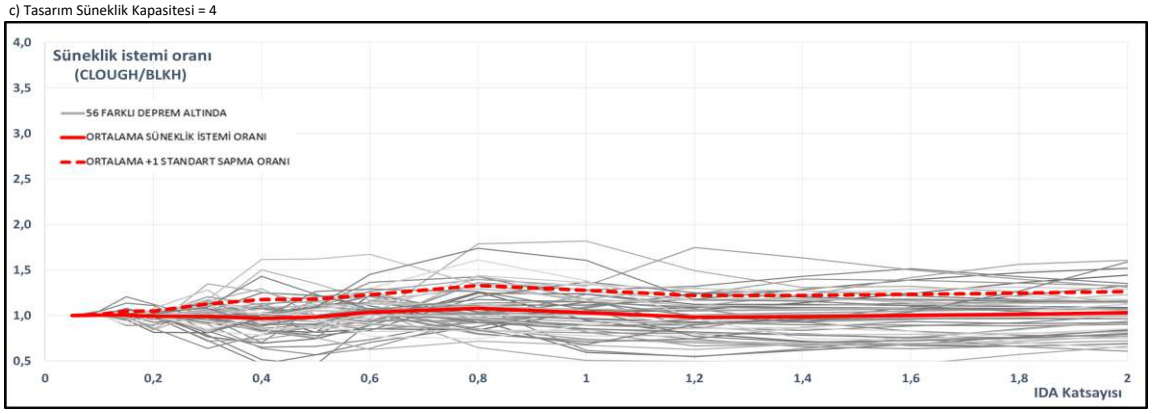
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



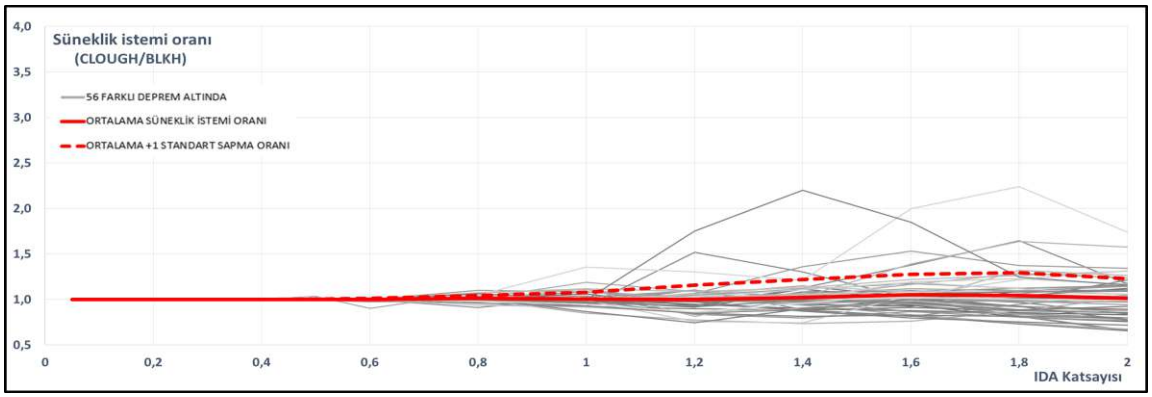
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



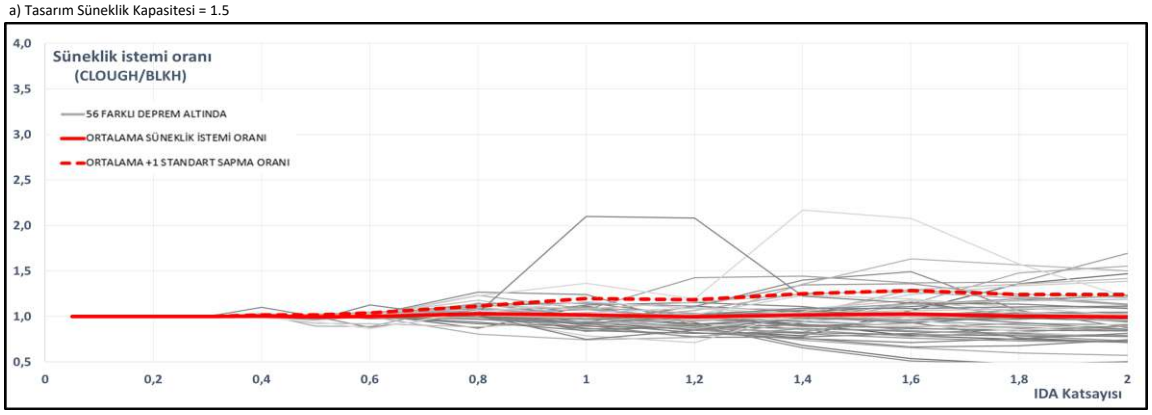
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

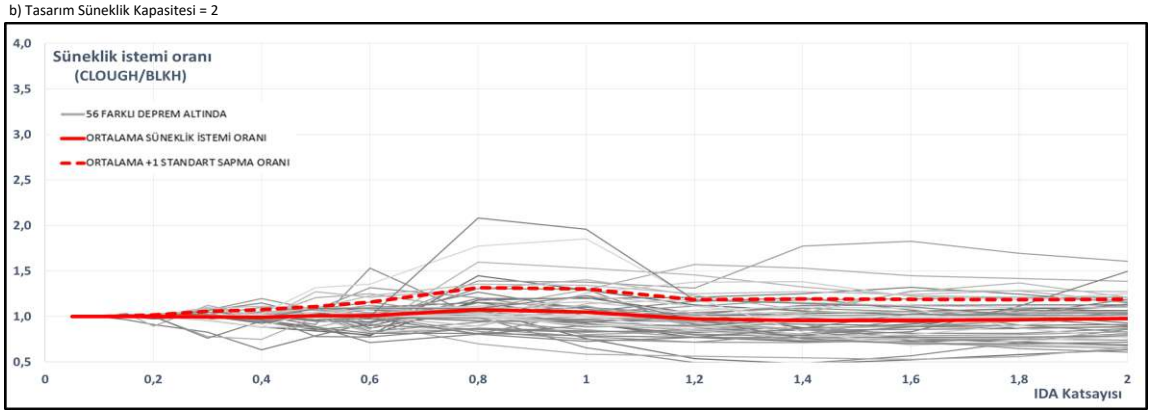
Şekil C.112: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



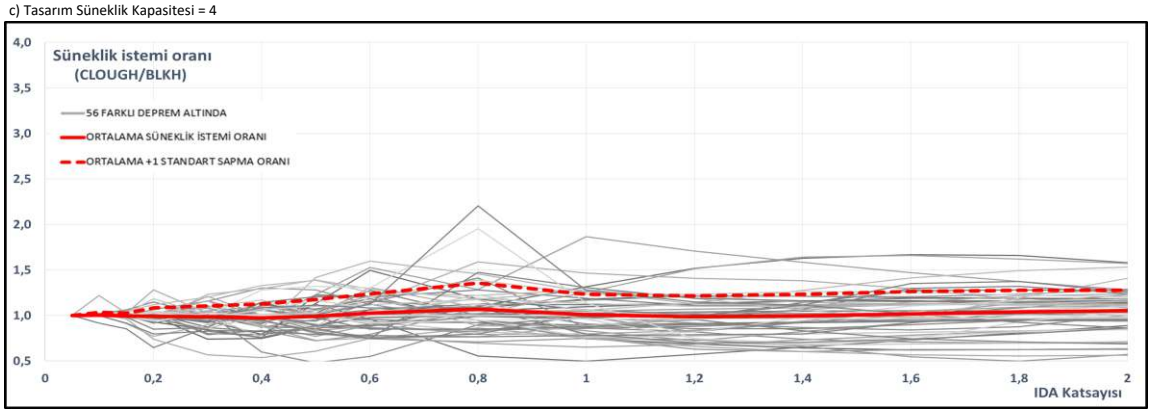
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



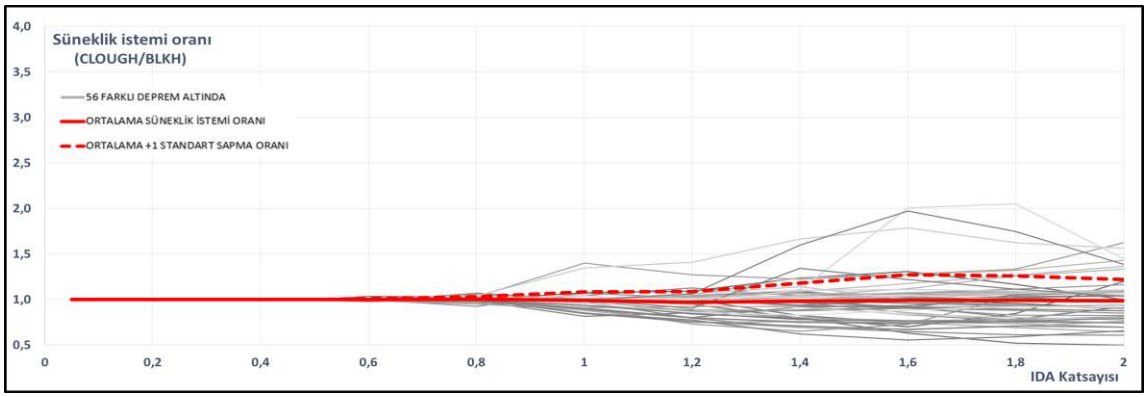
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



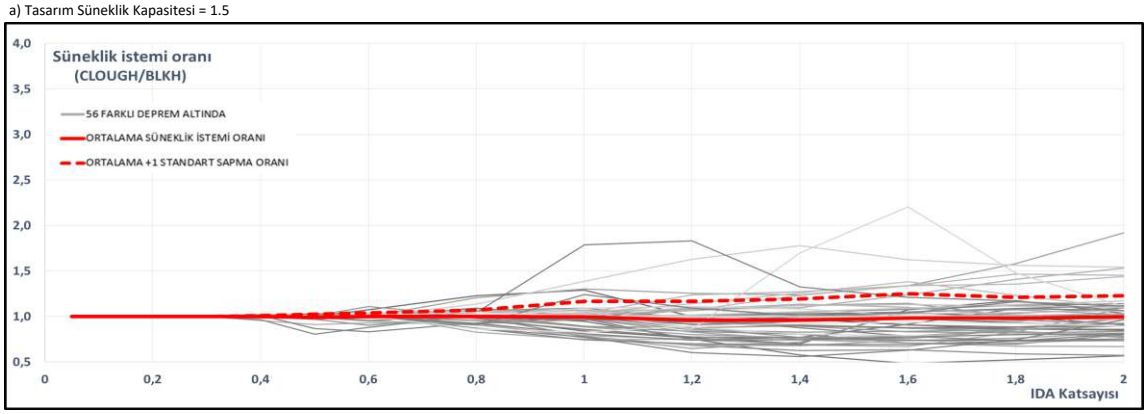
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

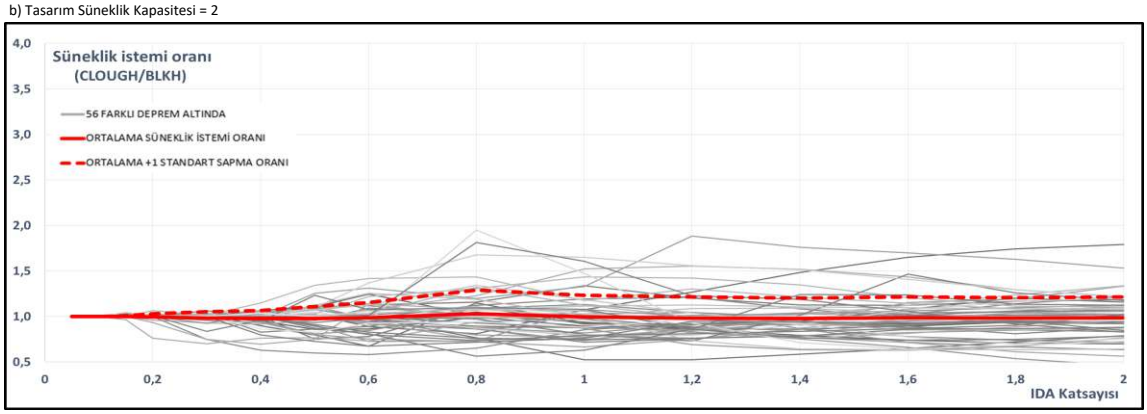
Şekil C.113: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



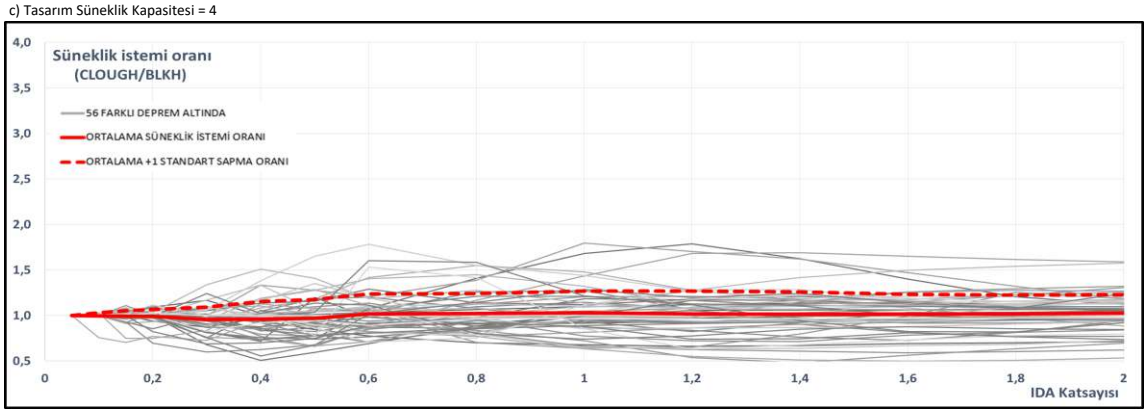
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



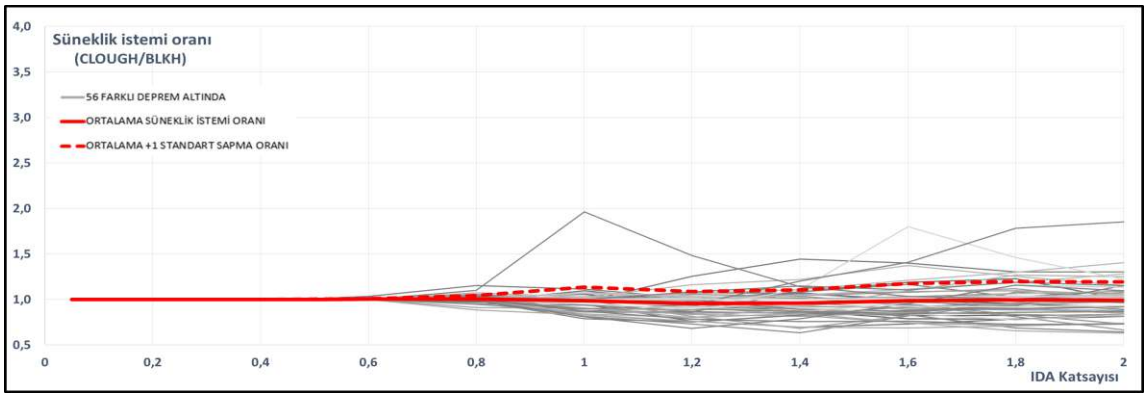
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



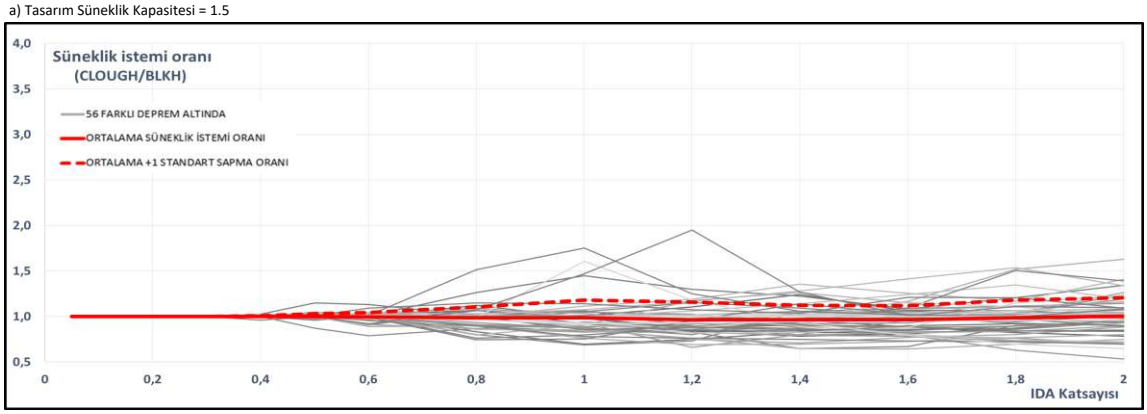
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

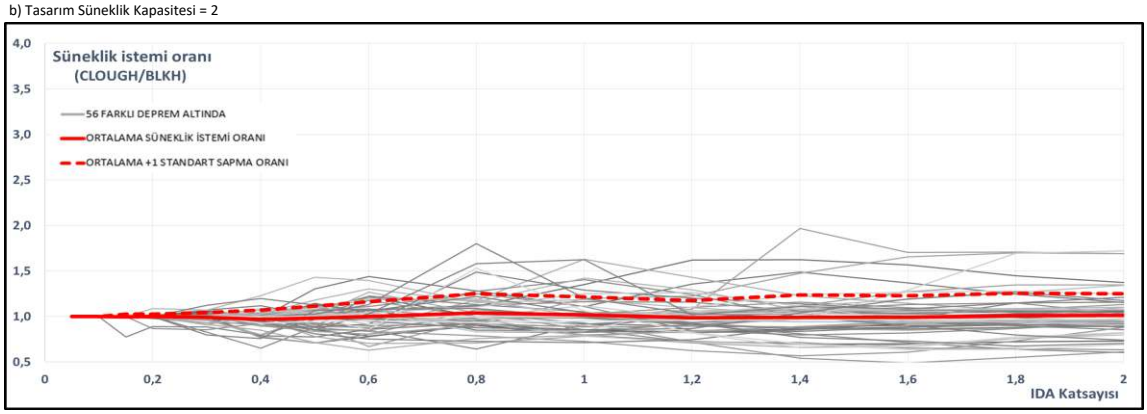
Şekil C.114: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



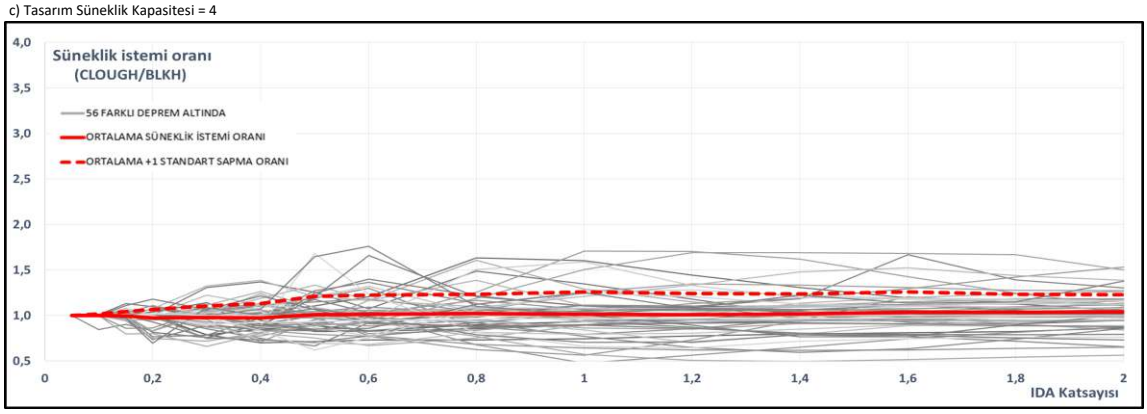
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



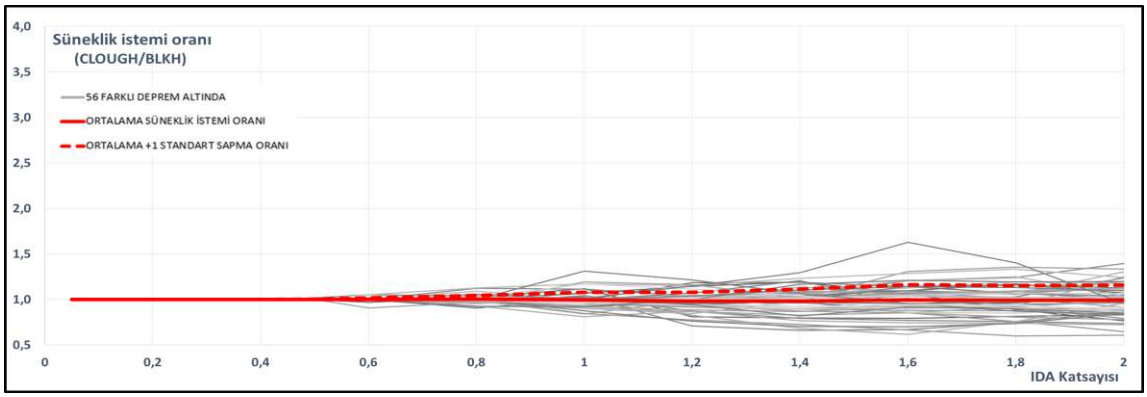
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



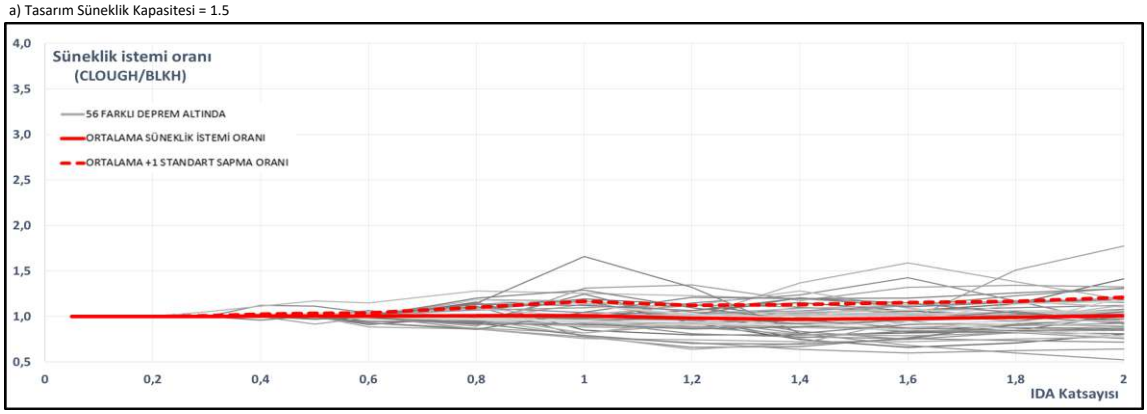
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

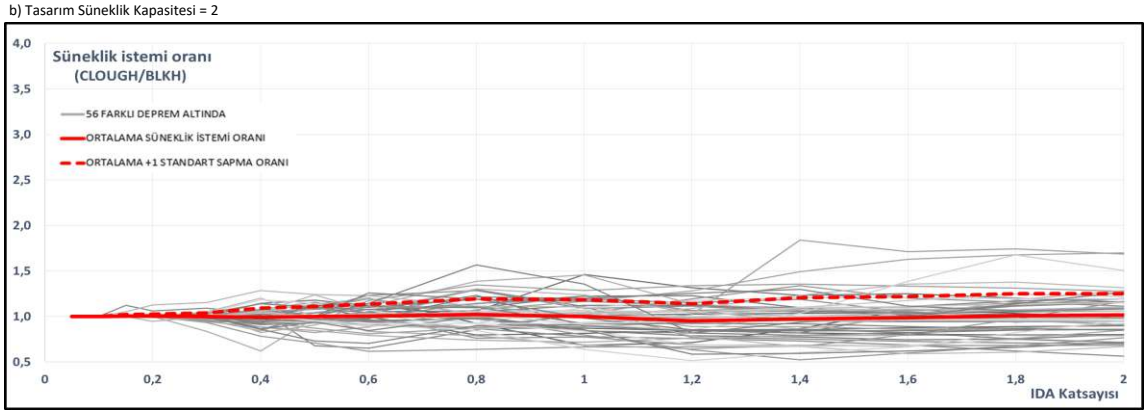
Şekil C.115: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



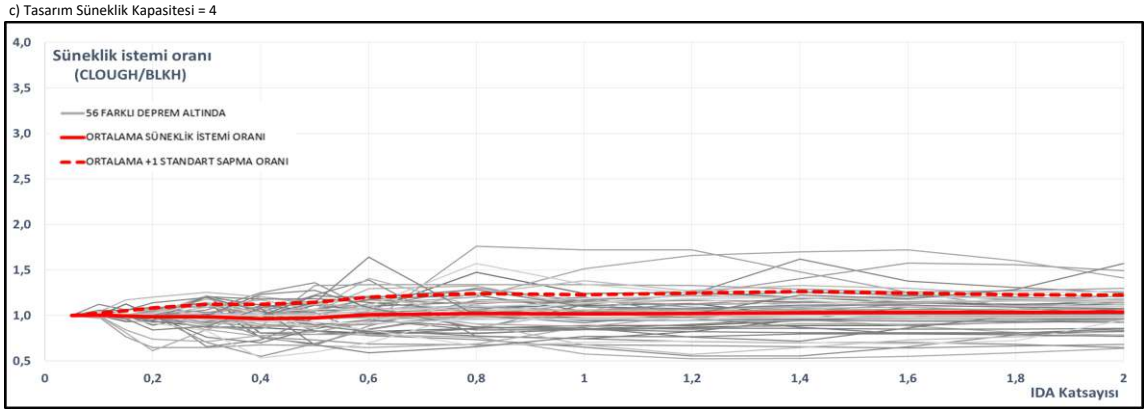
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



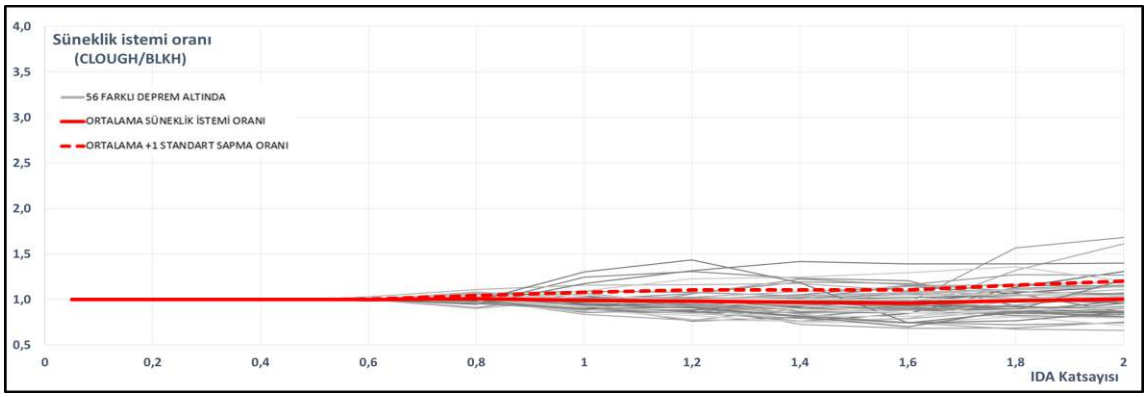
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



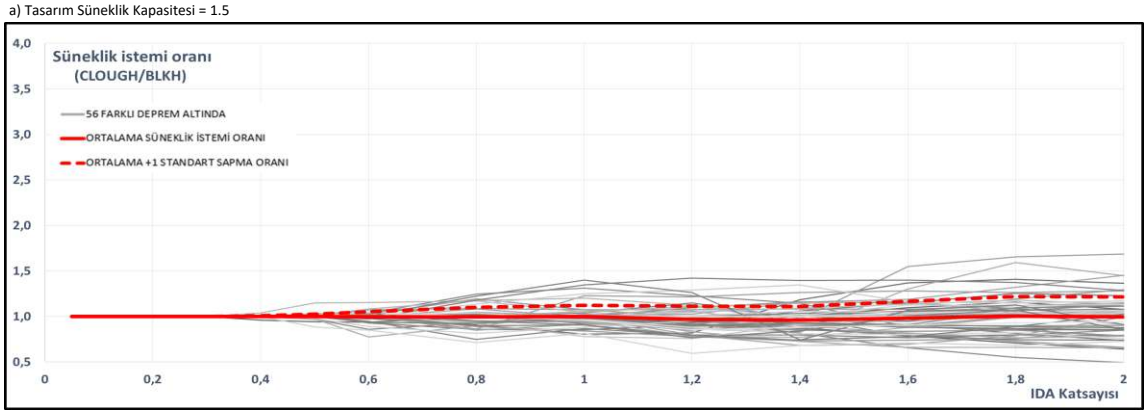
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

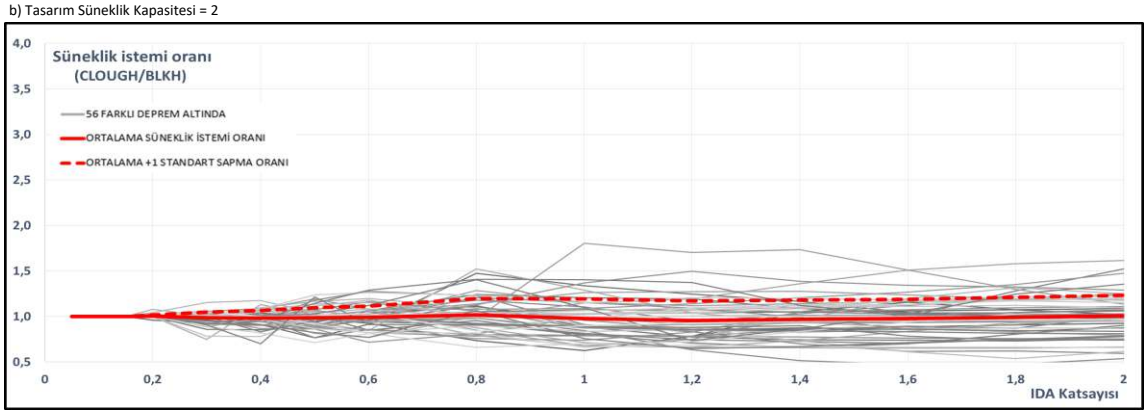
Şekil C.116: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



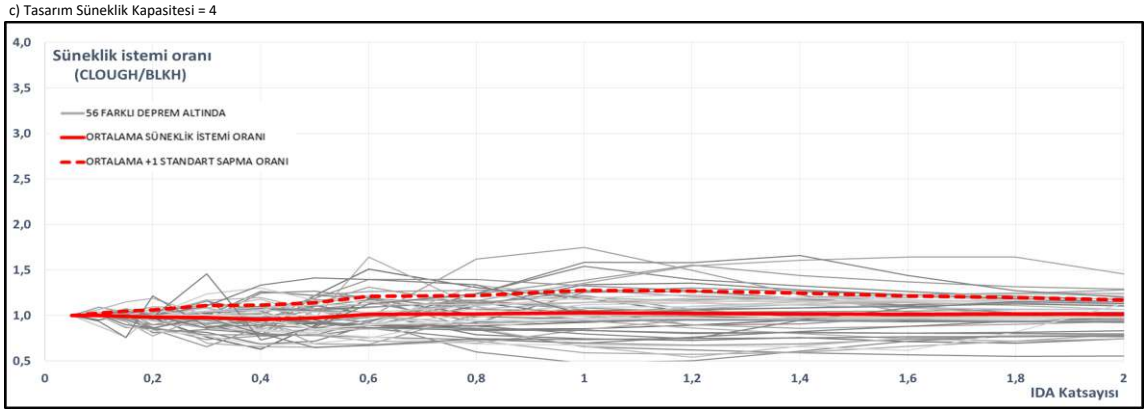
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



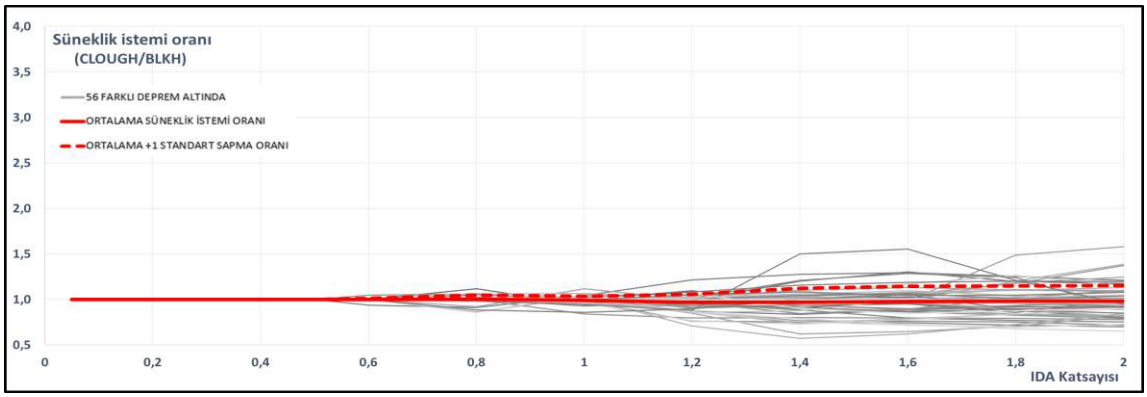
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



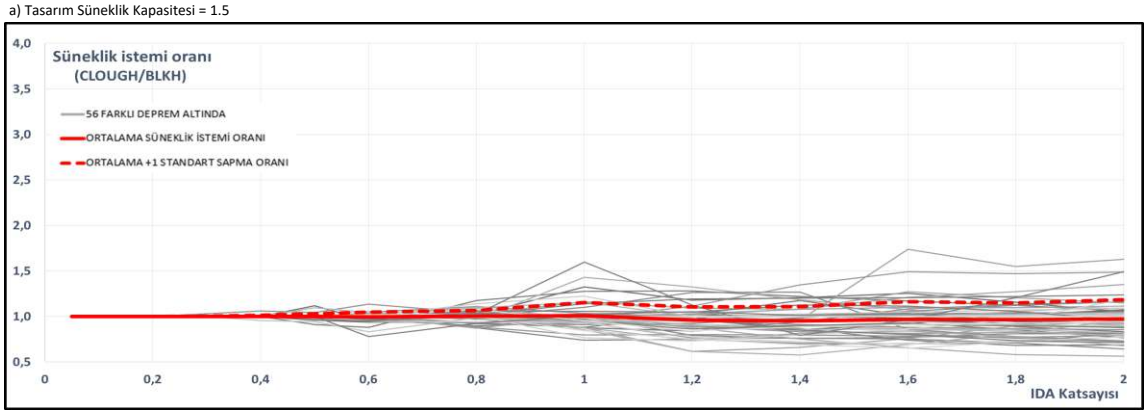
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

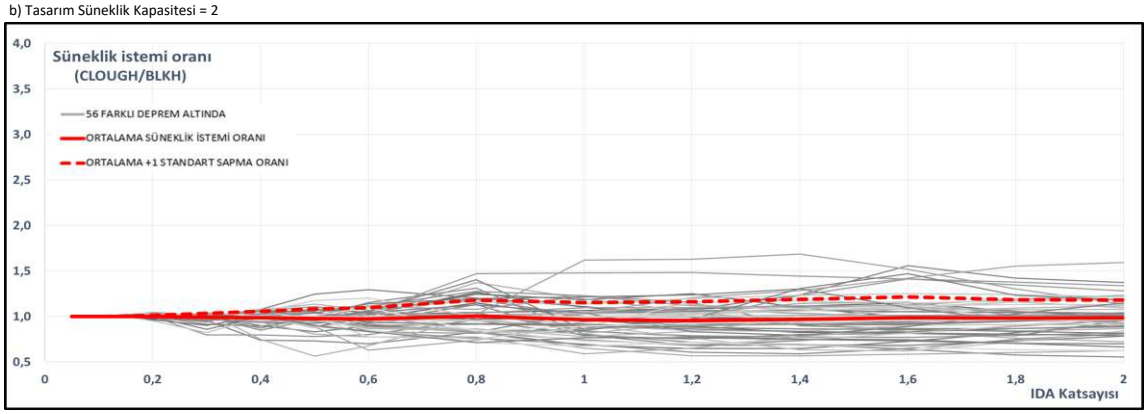
Şekil C.117: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



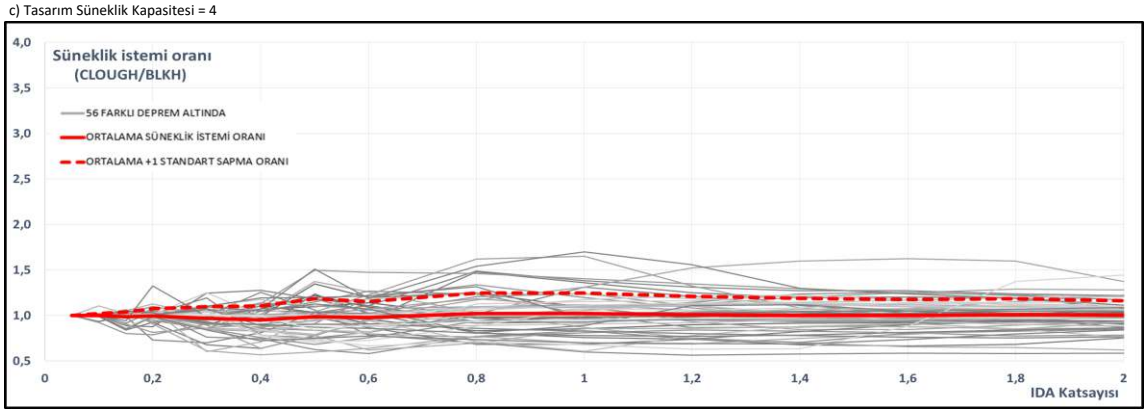
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



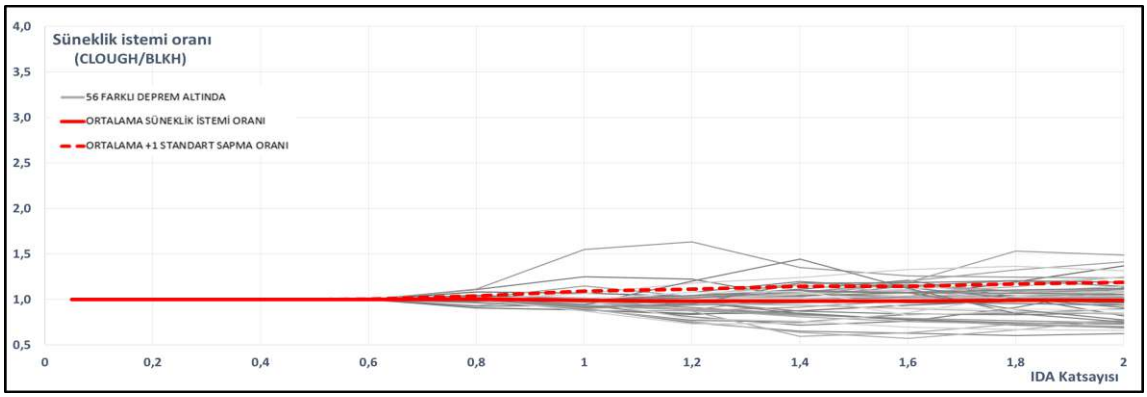
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



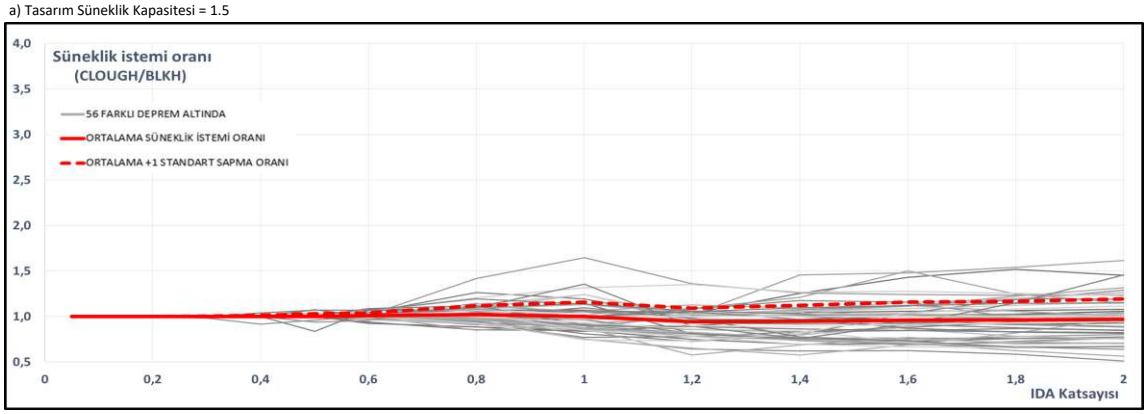
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

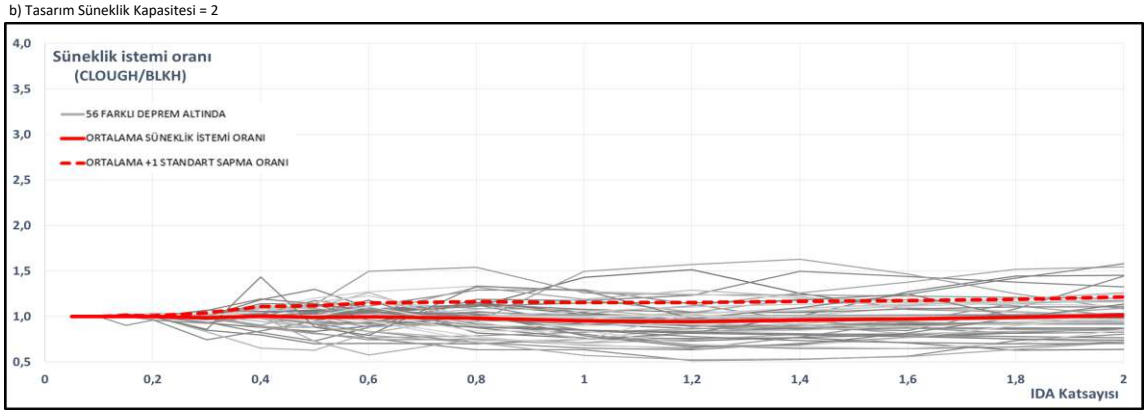
Şekil C.118: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



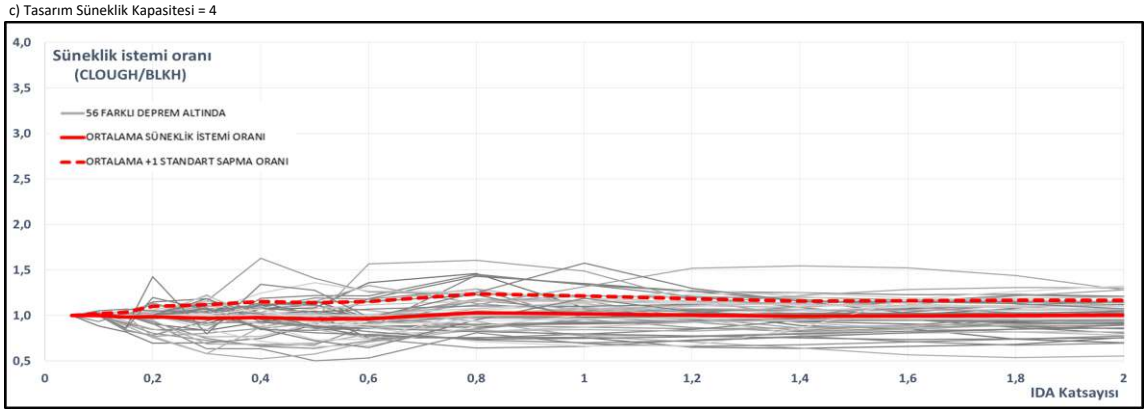
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



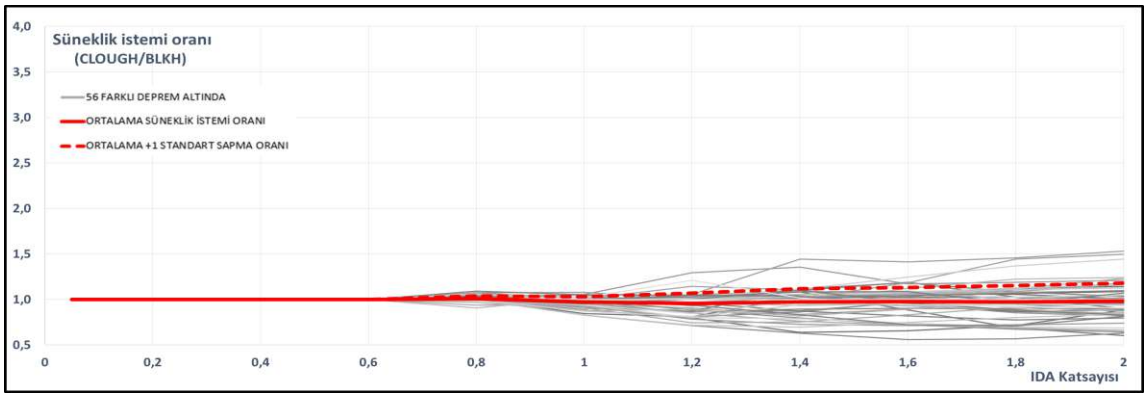
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



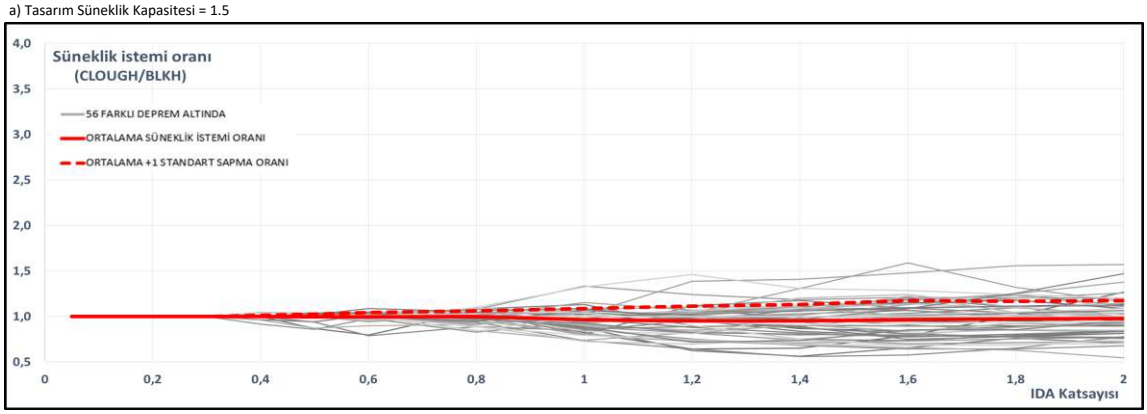
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

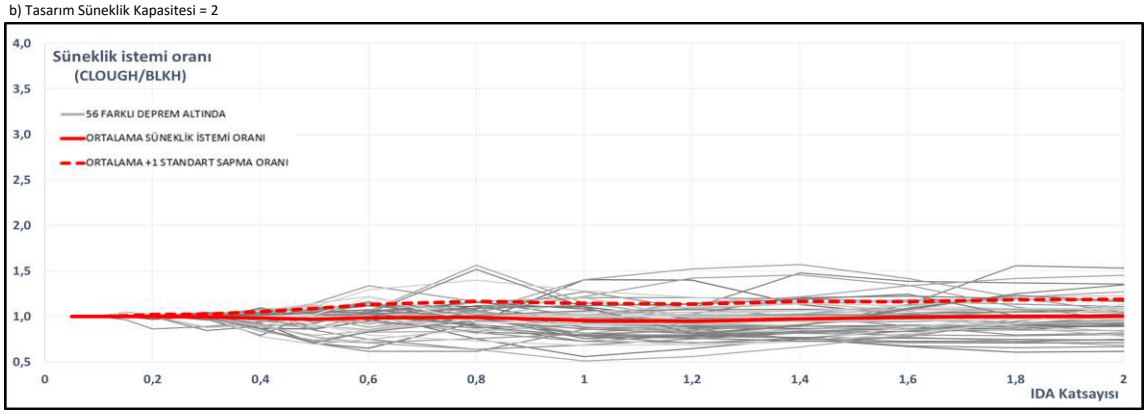
Şekil C.119: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



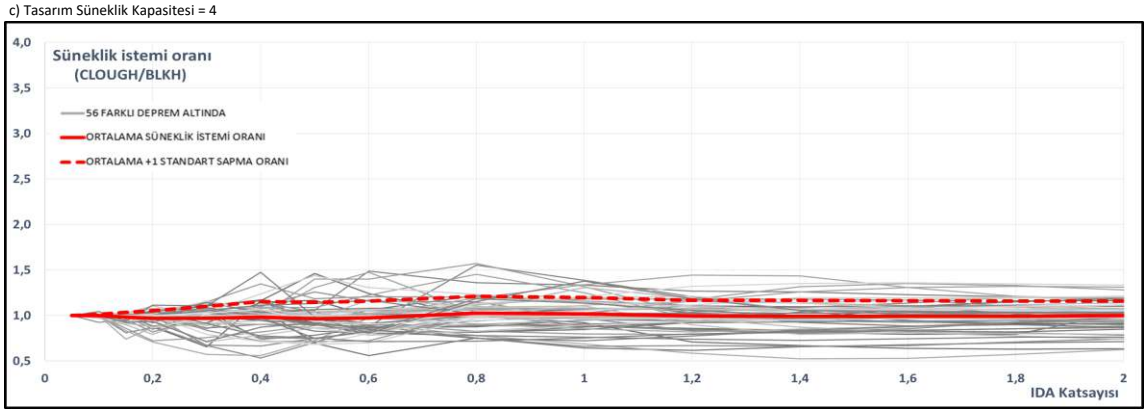
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



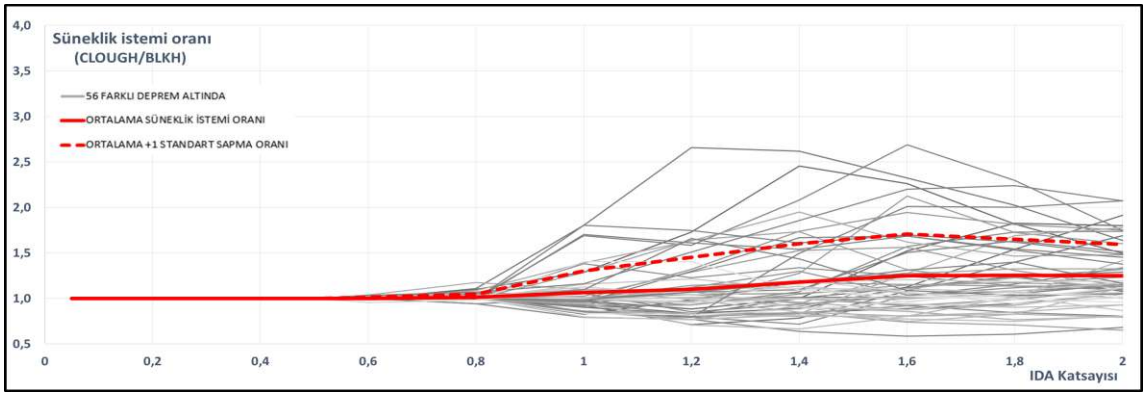
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



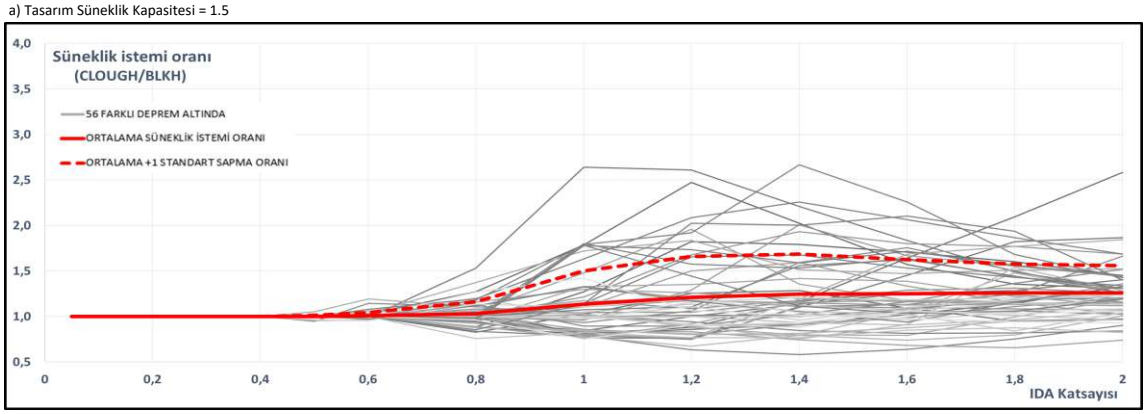
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

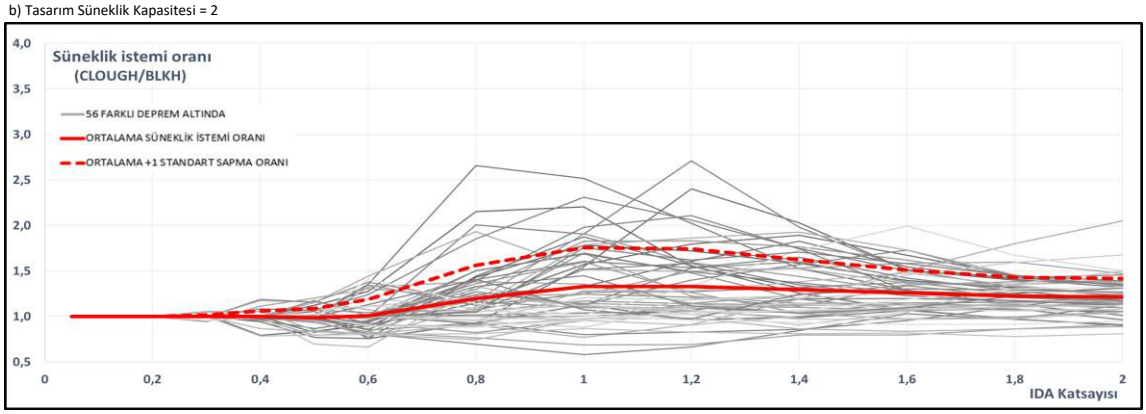
Şekil C.120: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



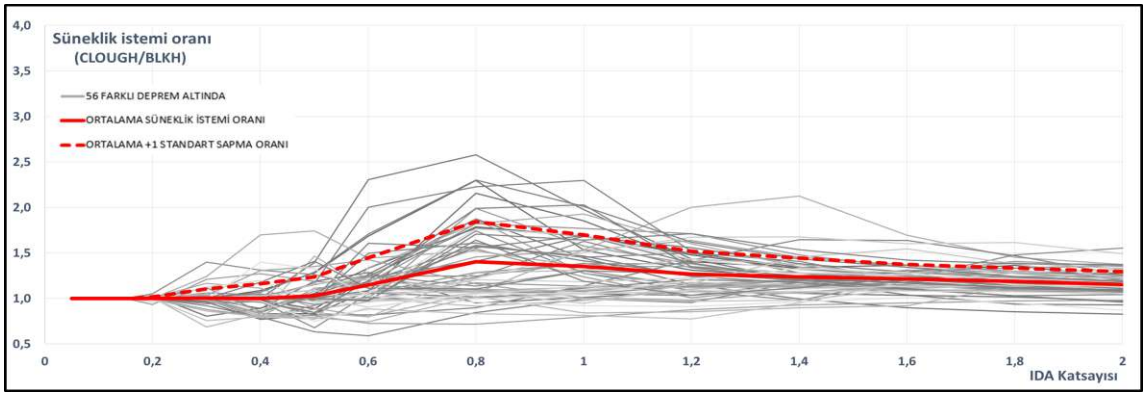
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



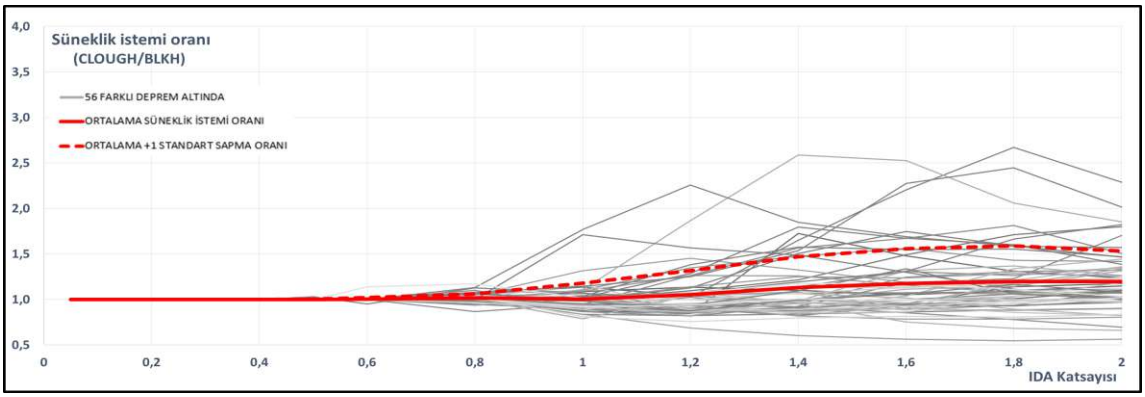
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



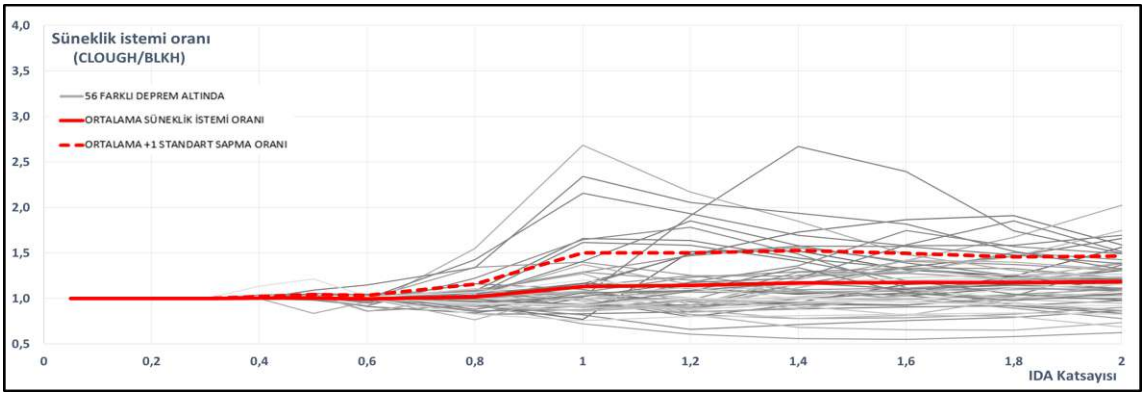
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

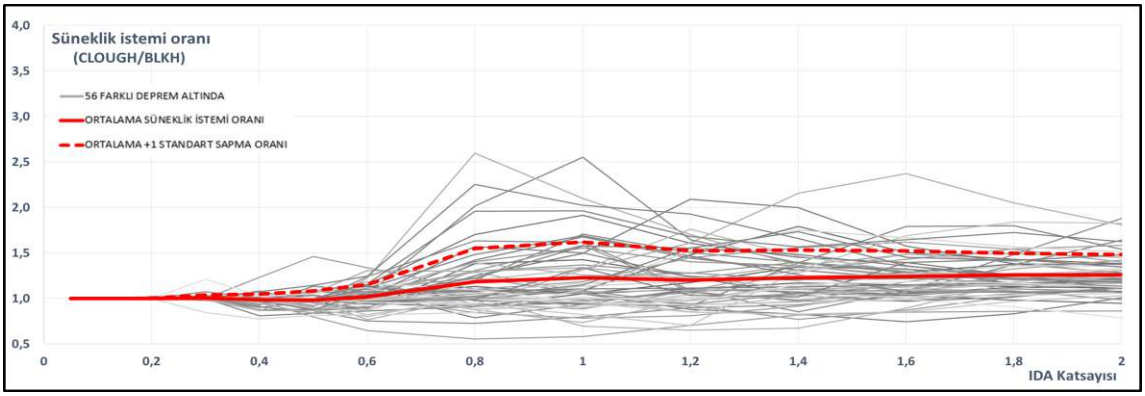
Şekil C.121: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



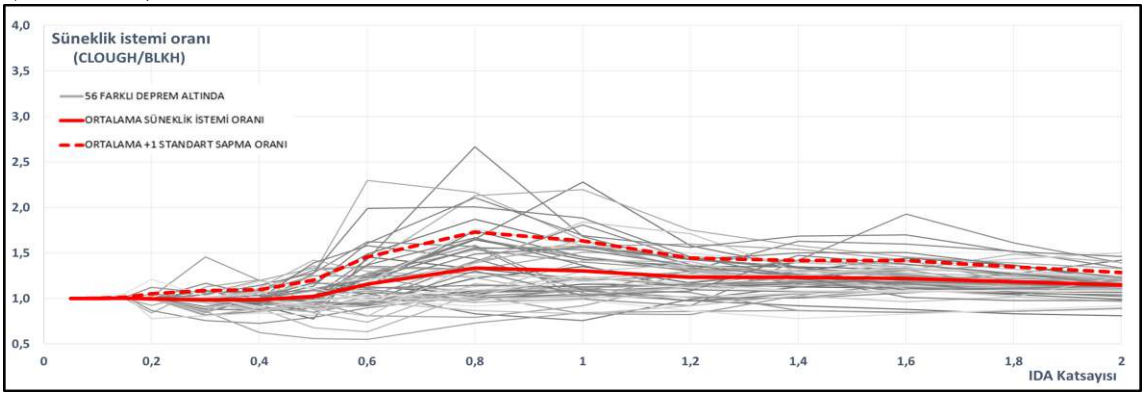
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

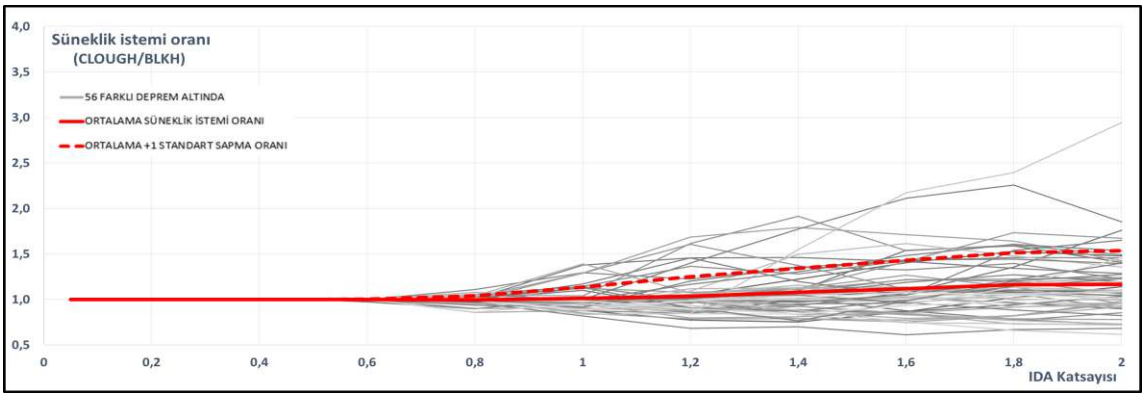


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

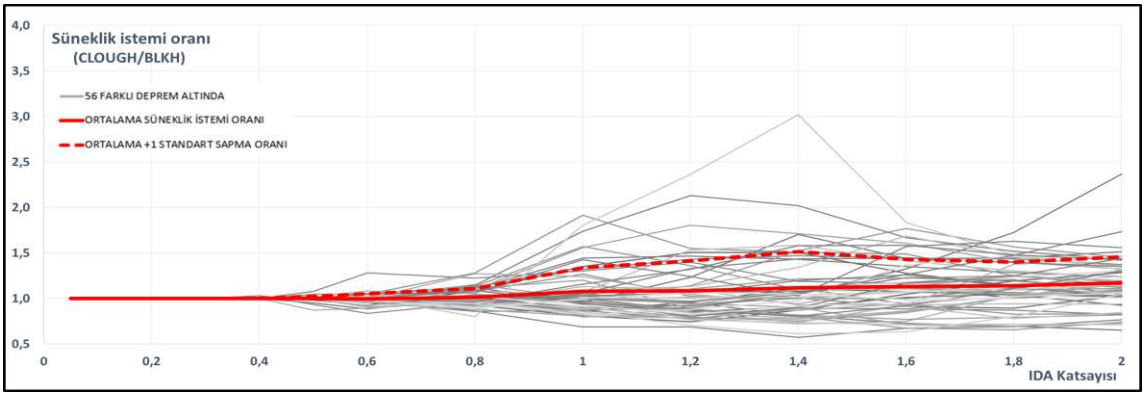


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

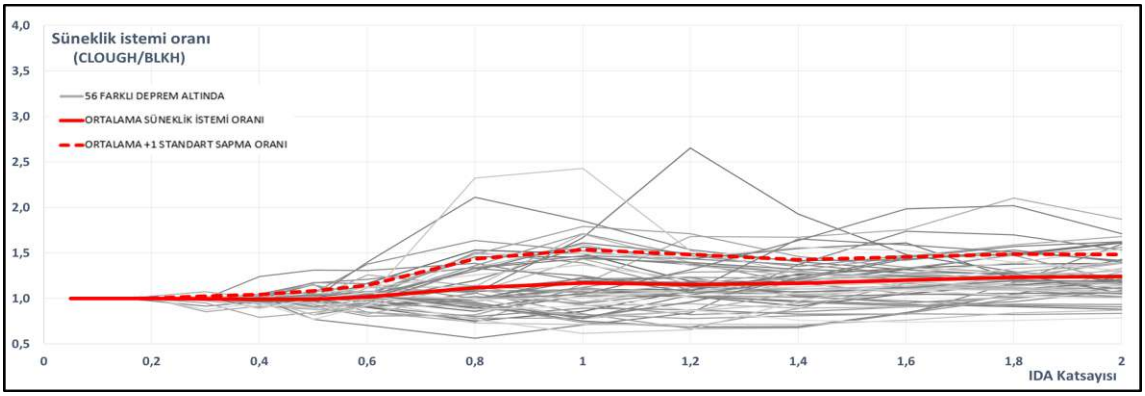
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.122: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



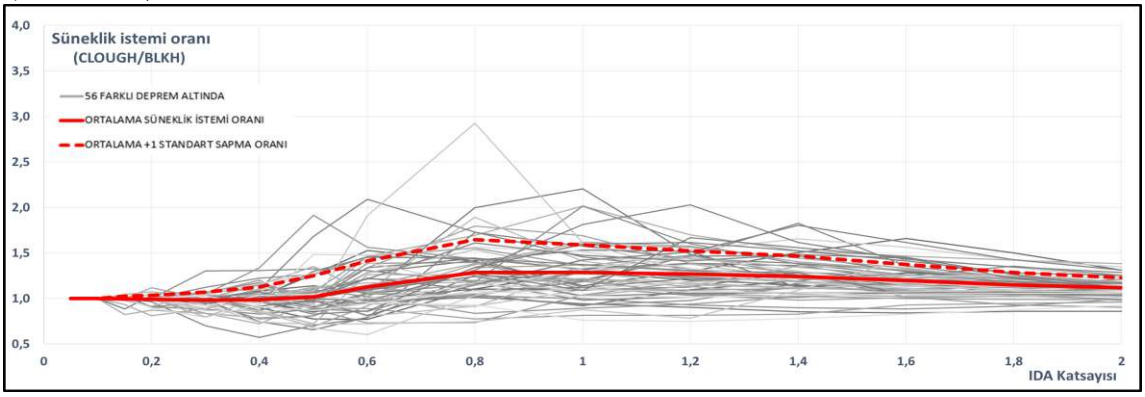
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



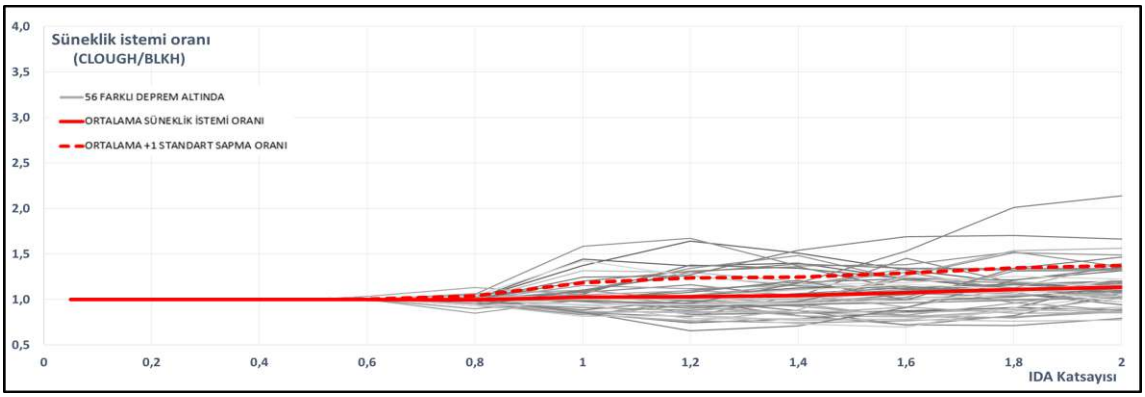
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



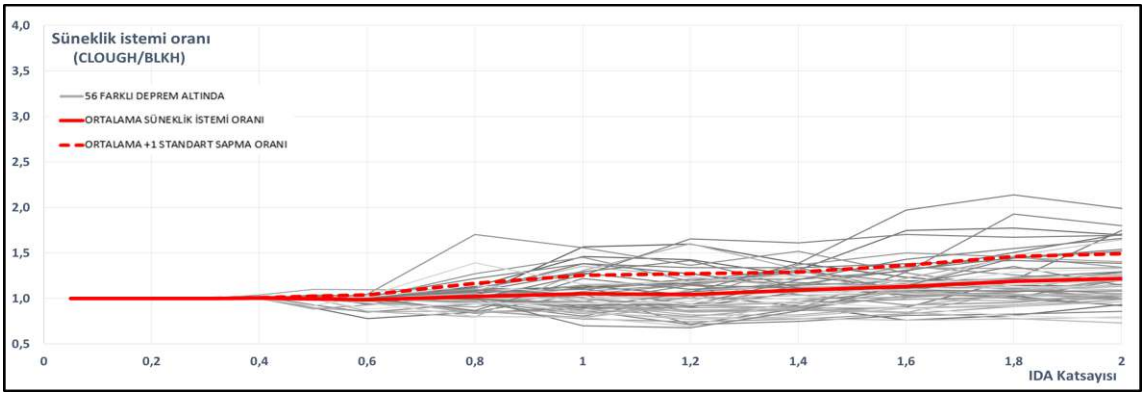
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

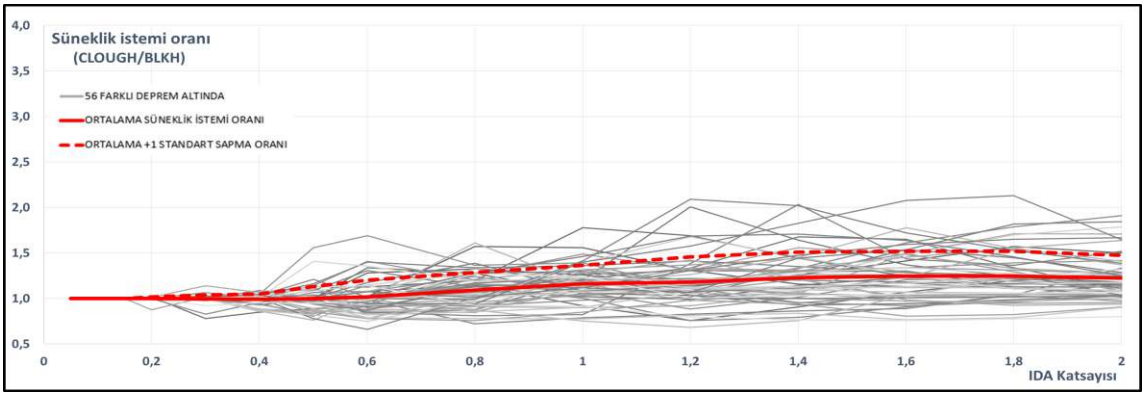
Şekil C.123: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



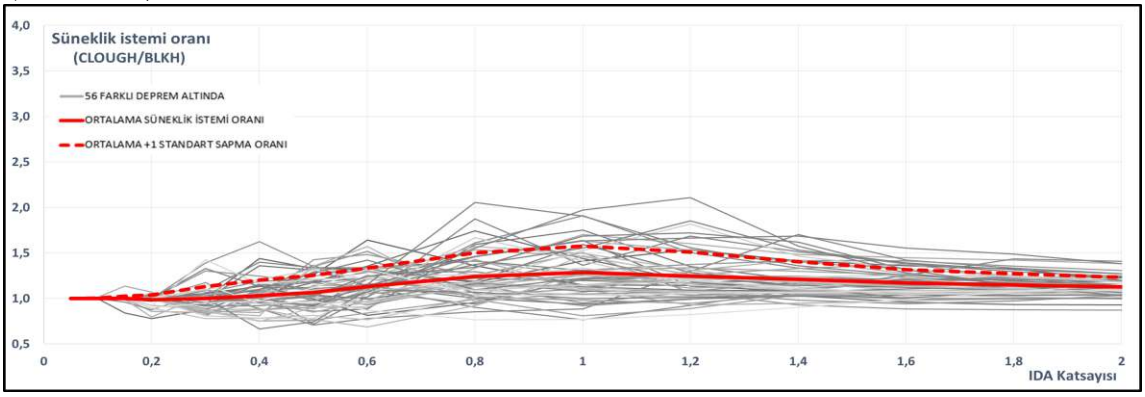
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

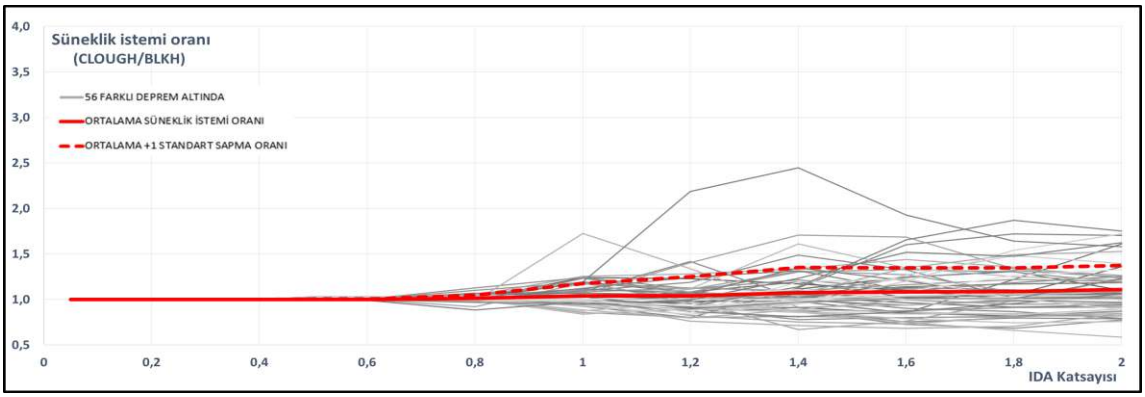


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

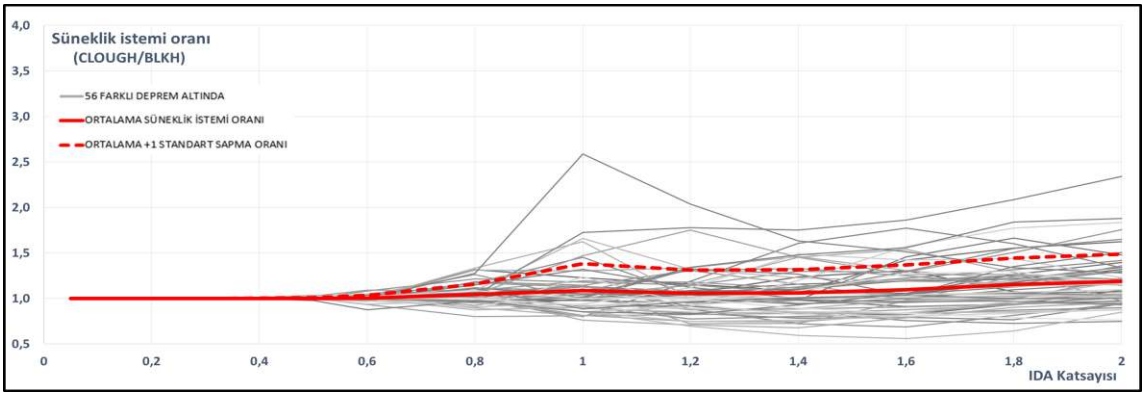


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

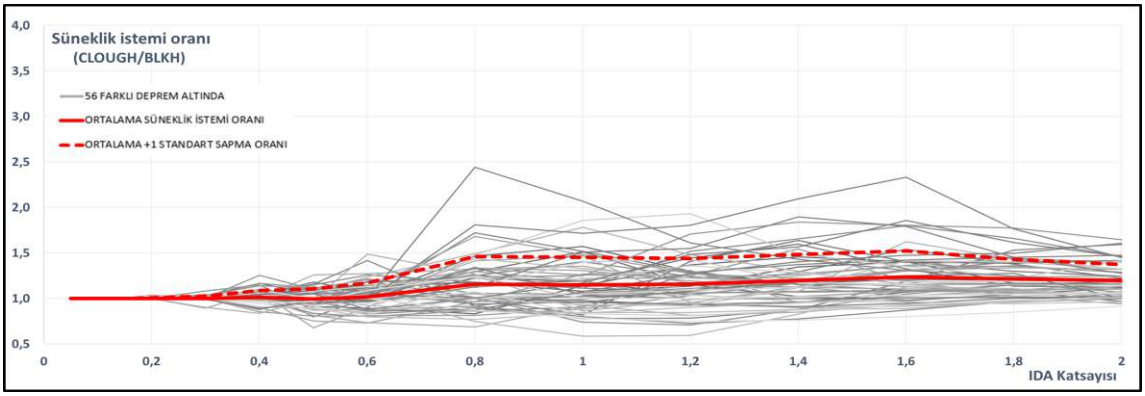
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.124: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



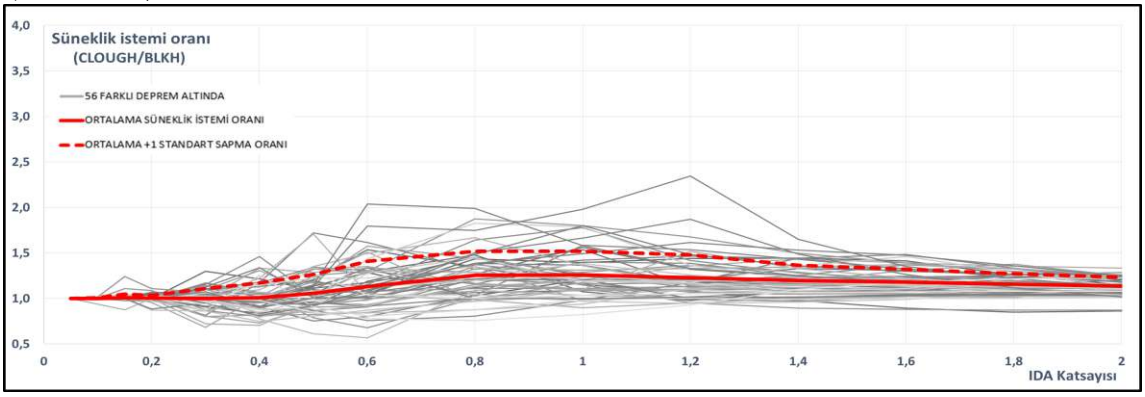
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



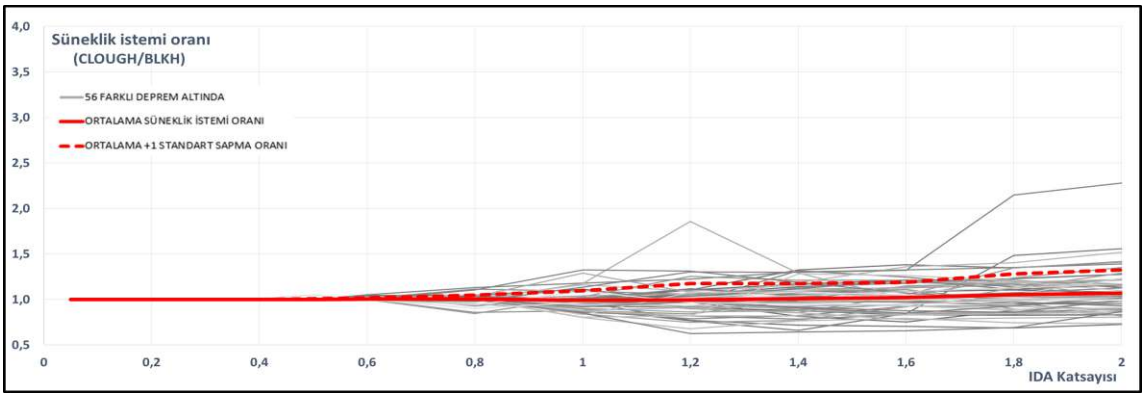
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



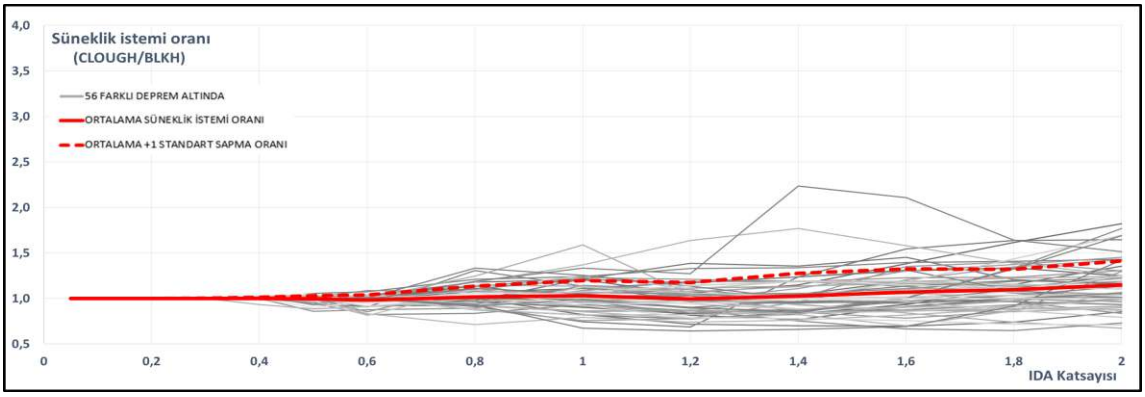
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

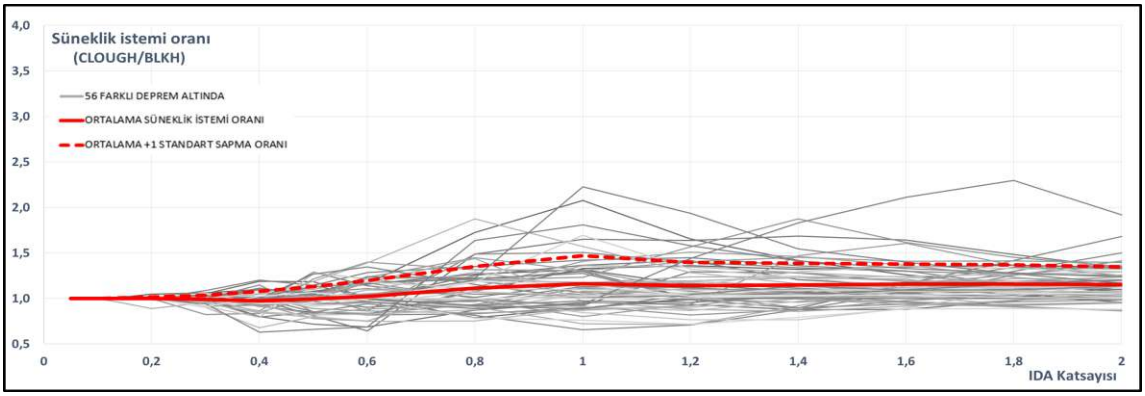
Şekil C.125: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



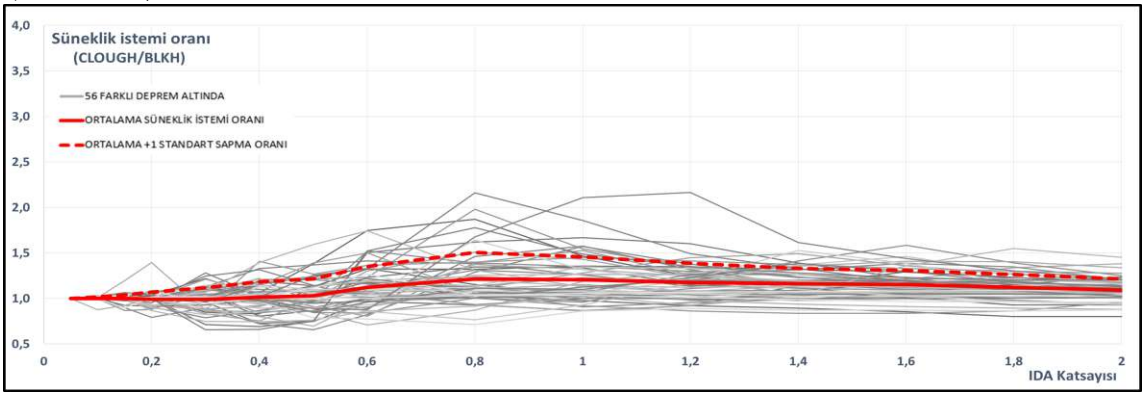
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



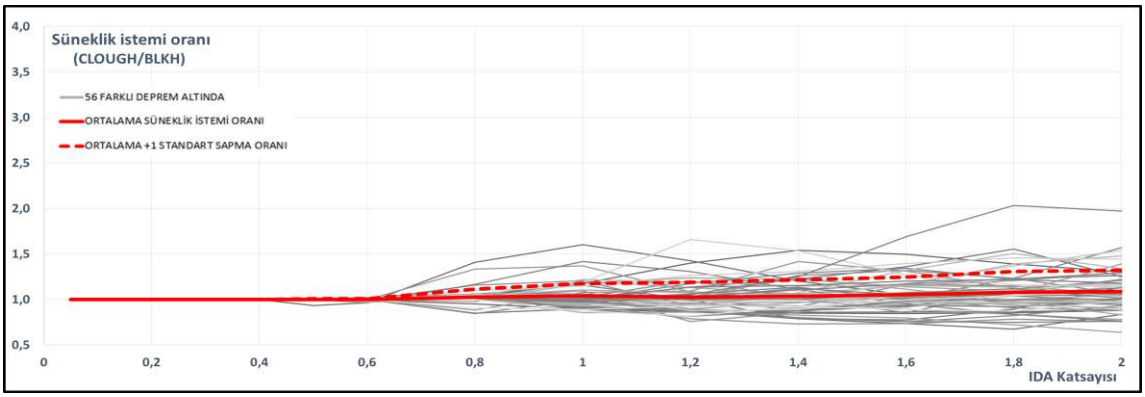
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



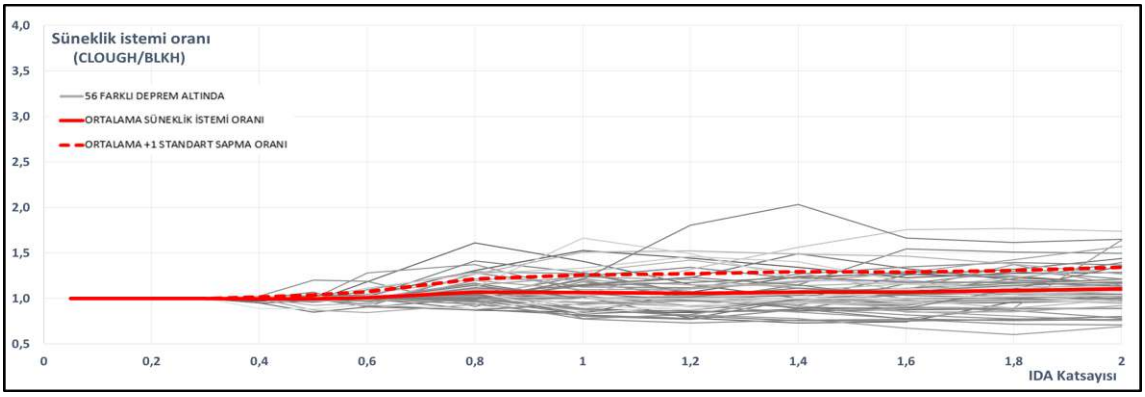
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

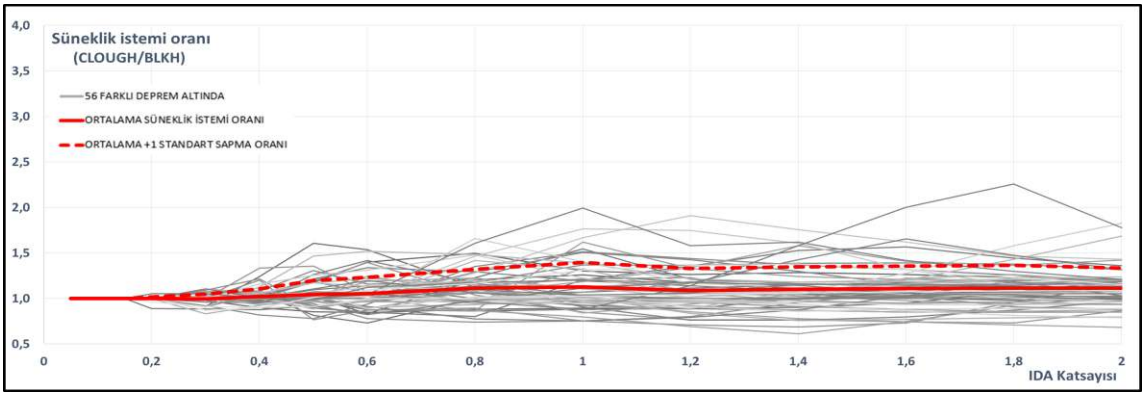
Şekil C.126: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



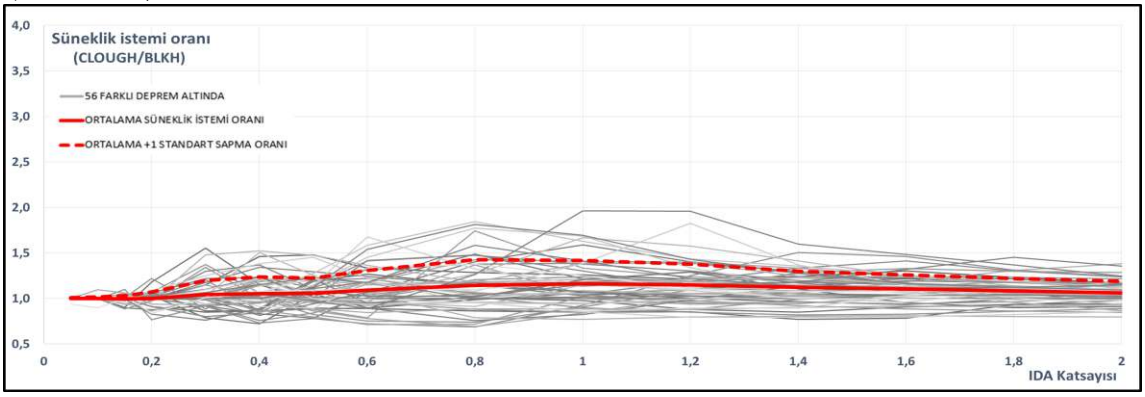
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



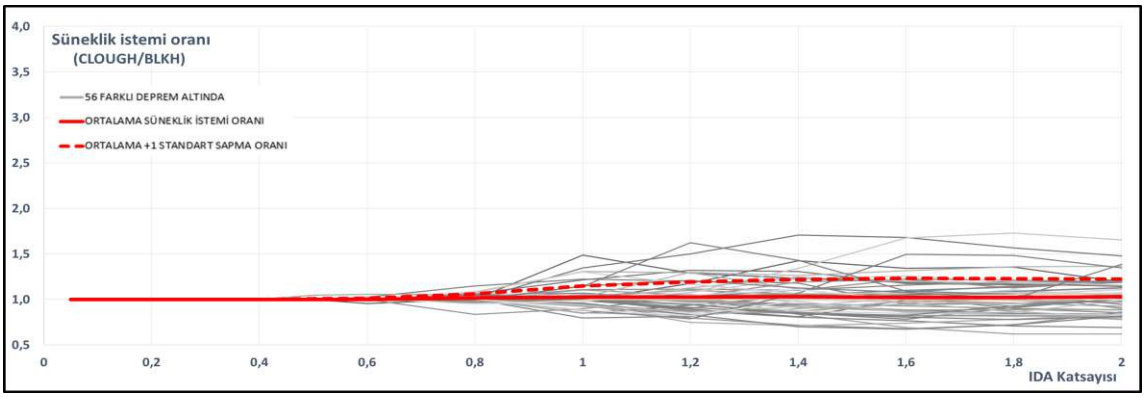
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



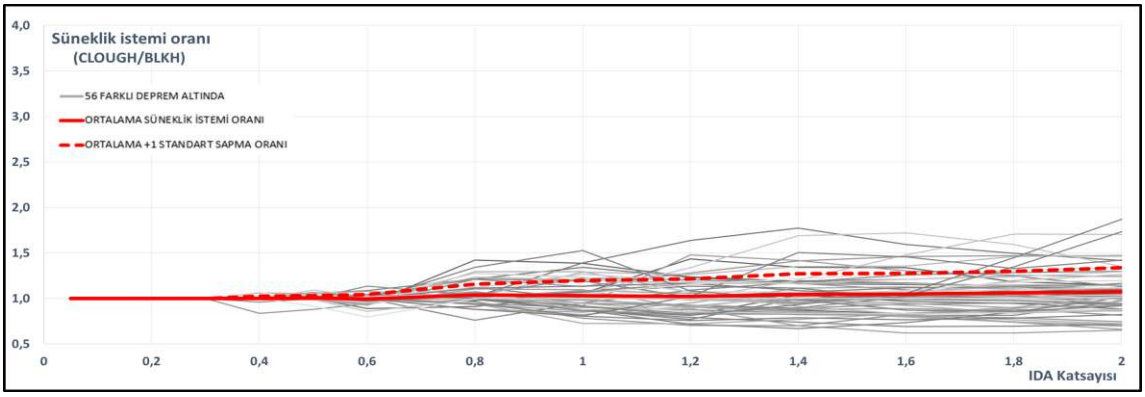
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

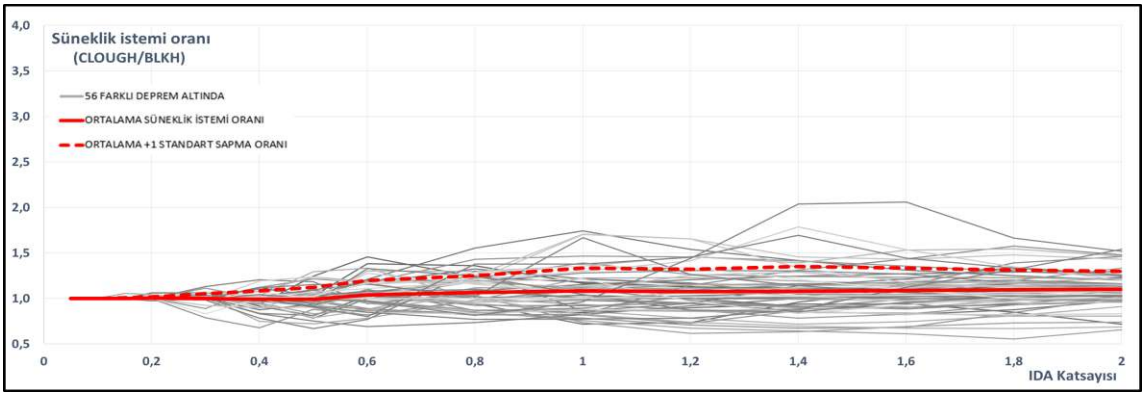
Şekil C.127: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



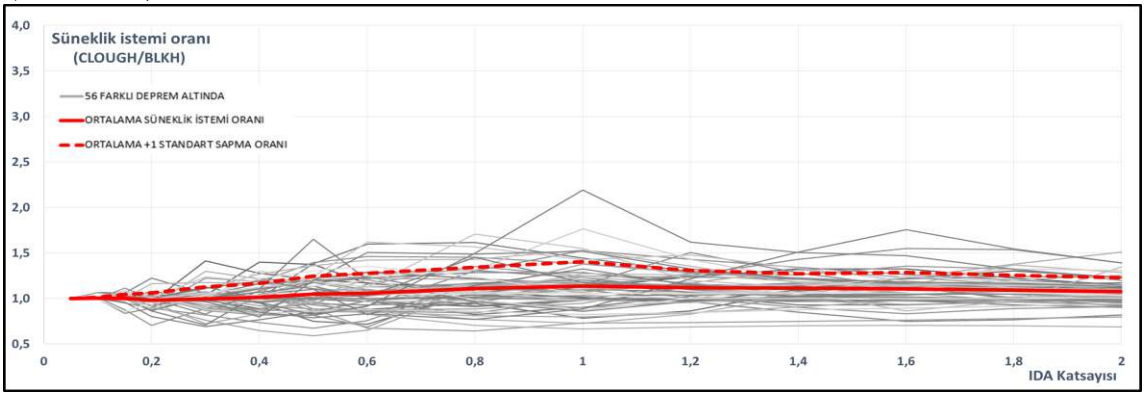
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



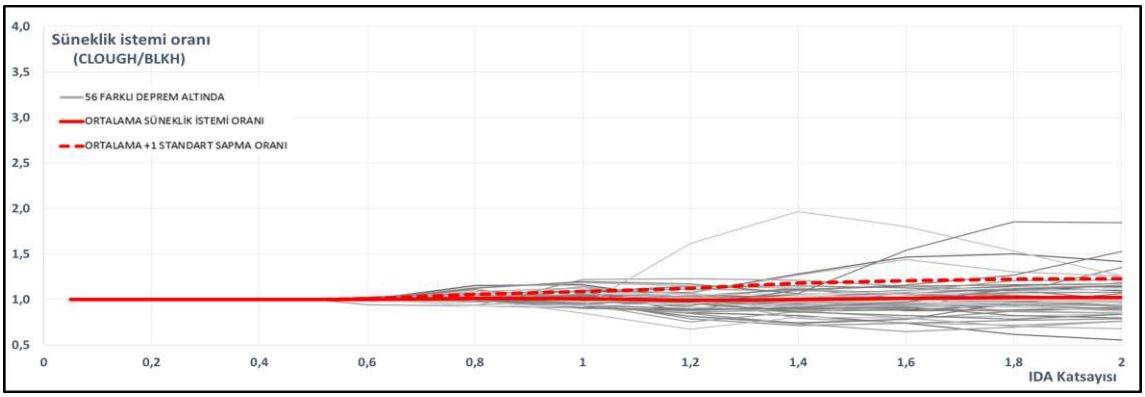
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



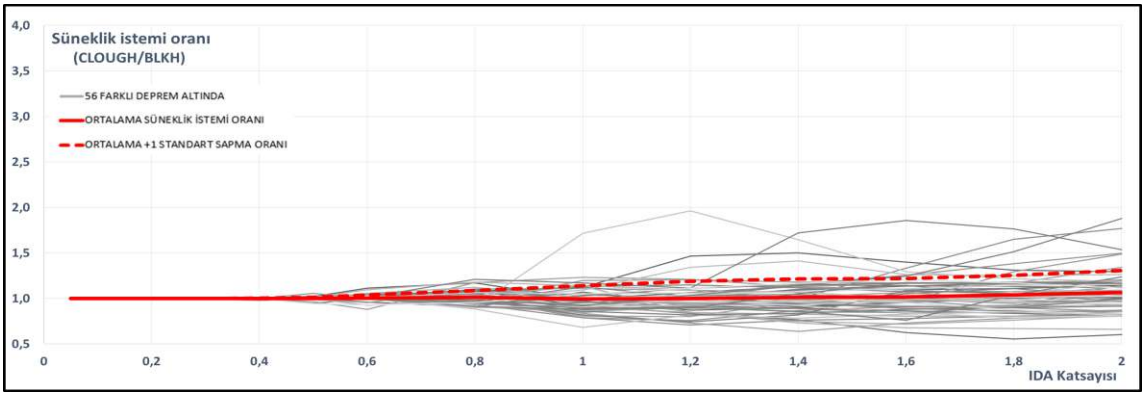
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

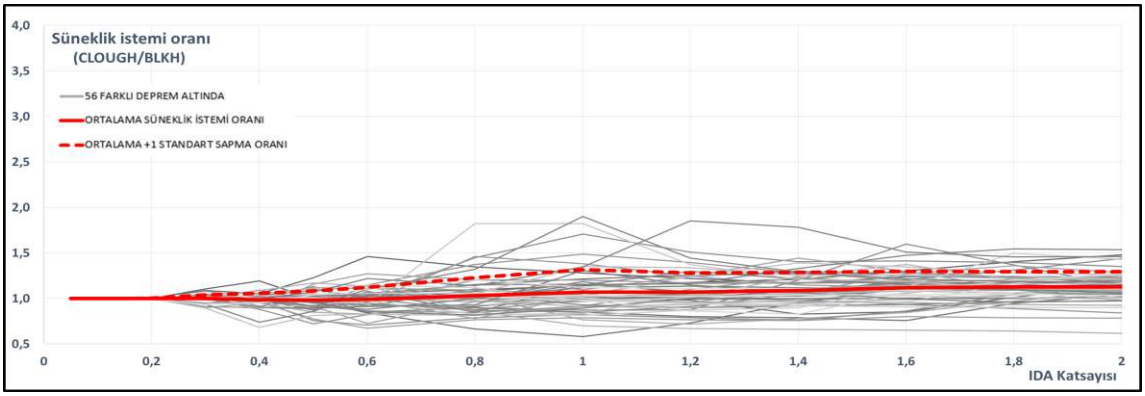
Şekil C.128: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



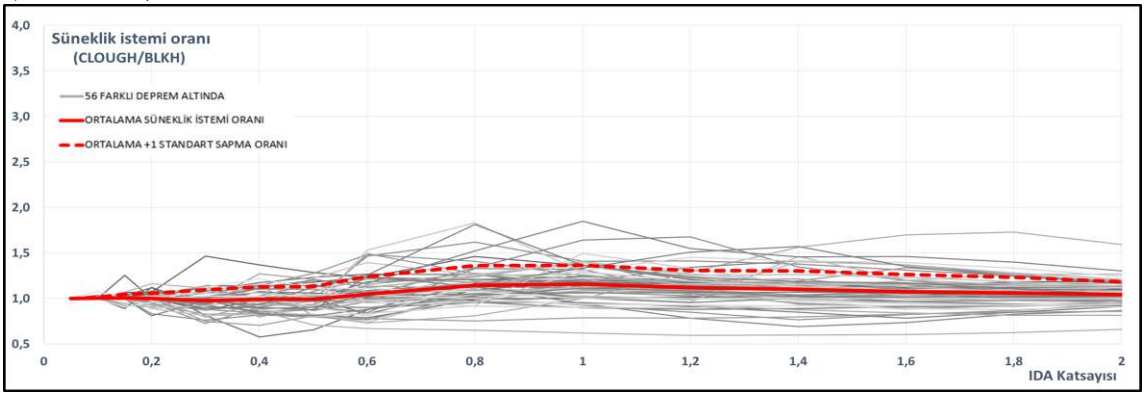
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



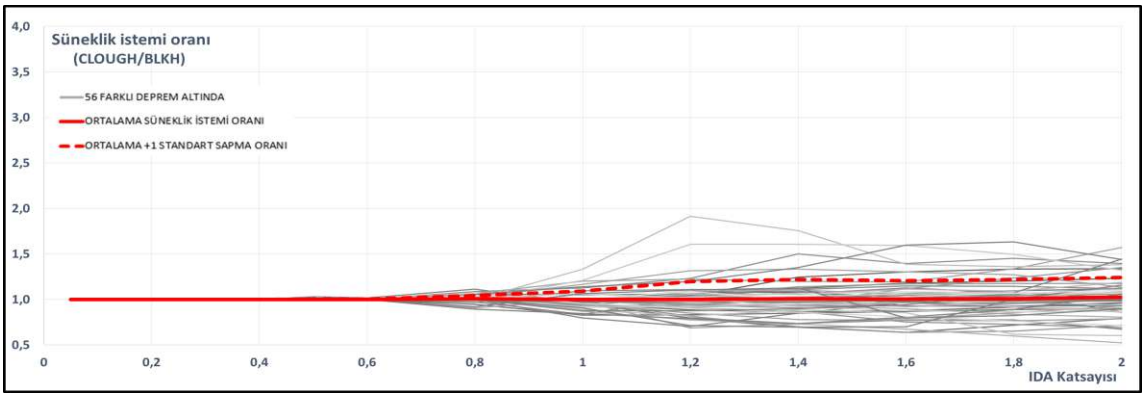
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



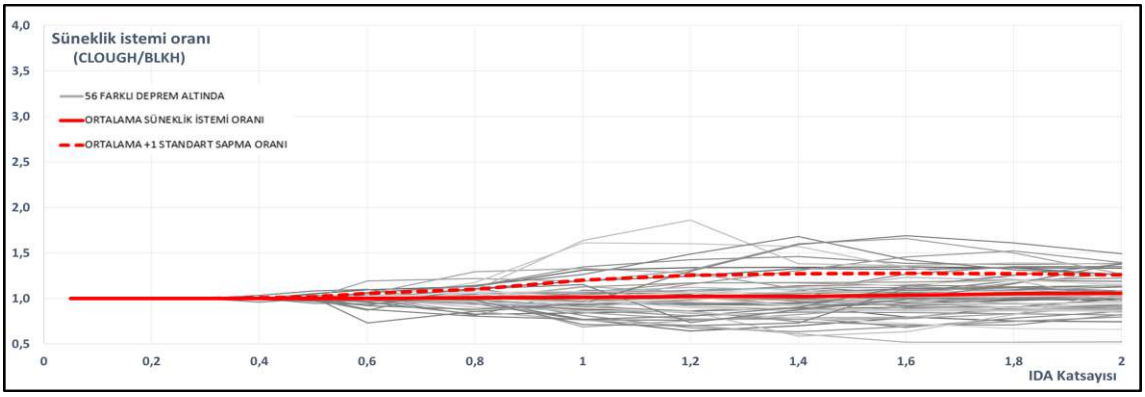
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

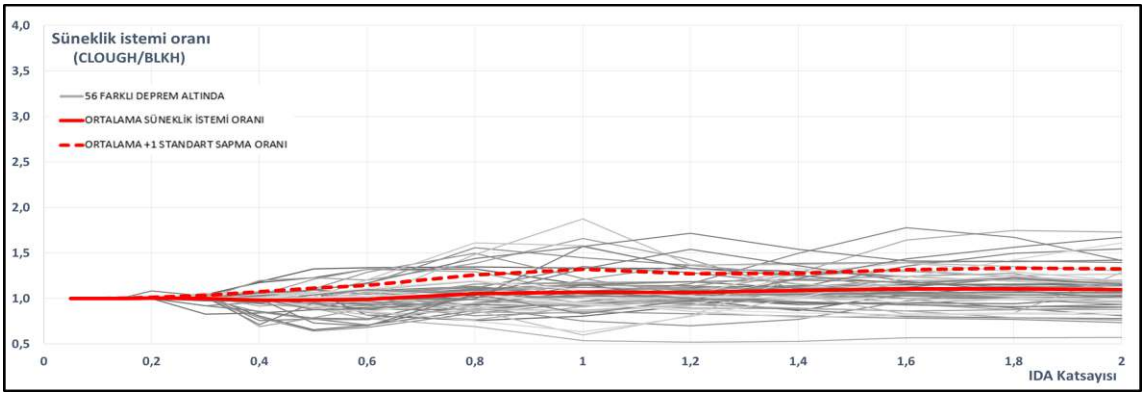
Şekil C.129: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



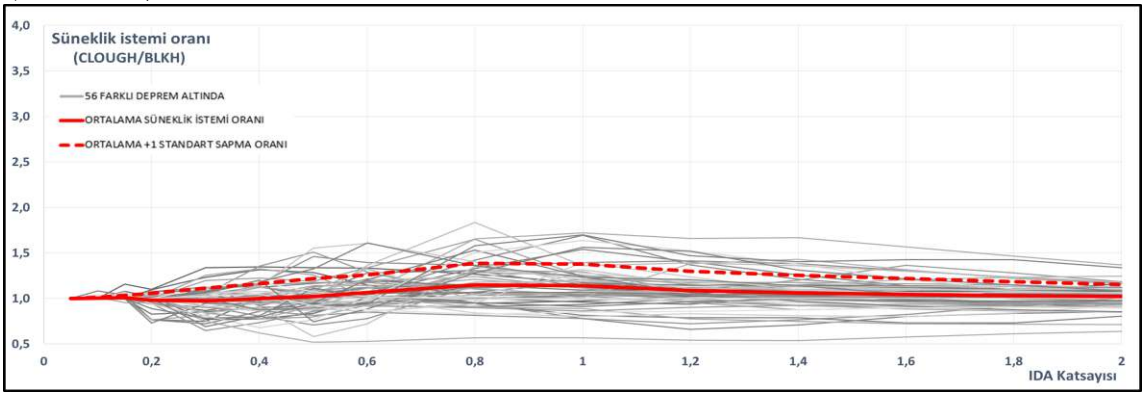
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



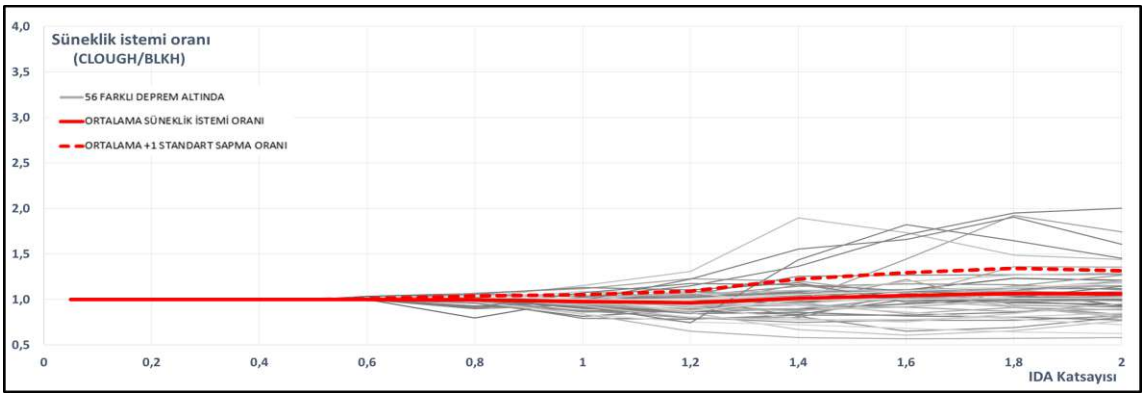
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



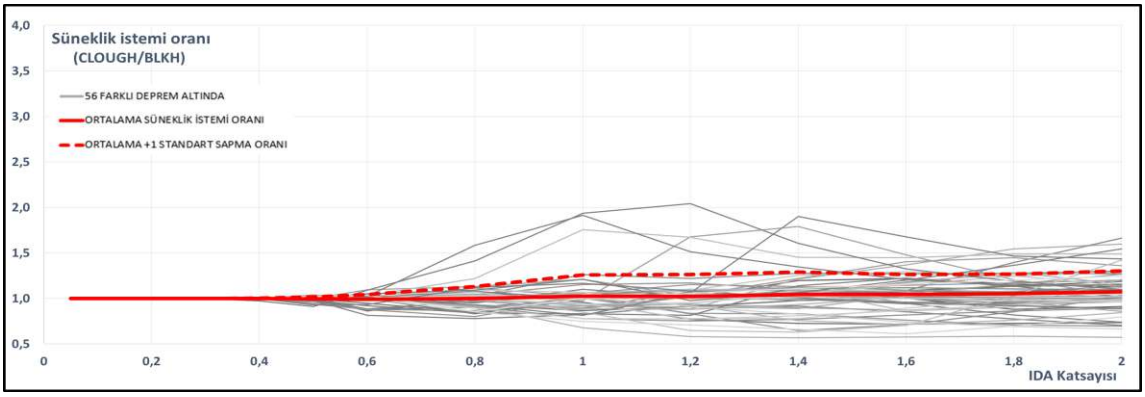
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

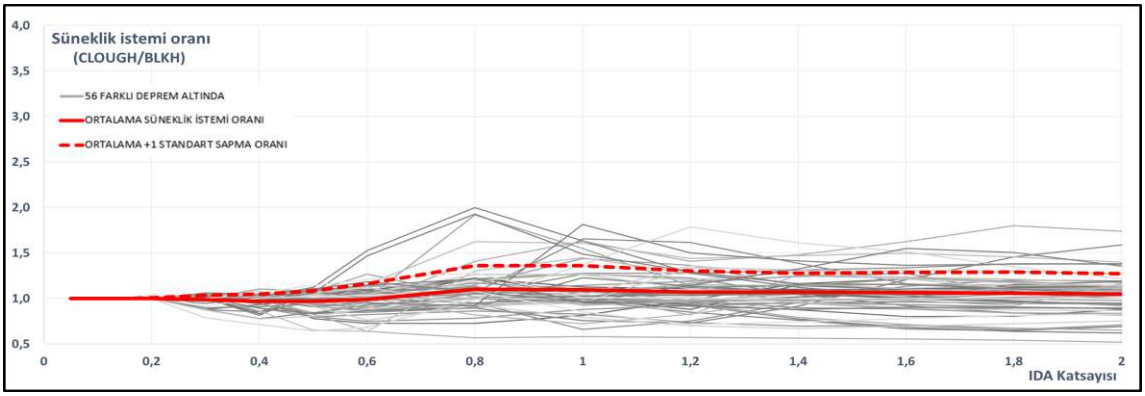
Şekil C.130: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



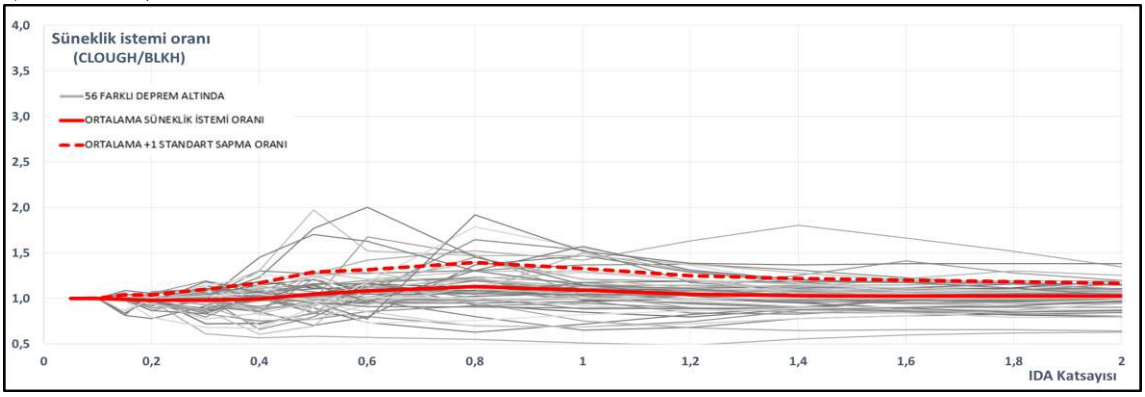
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



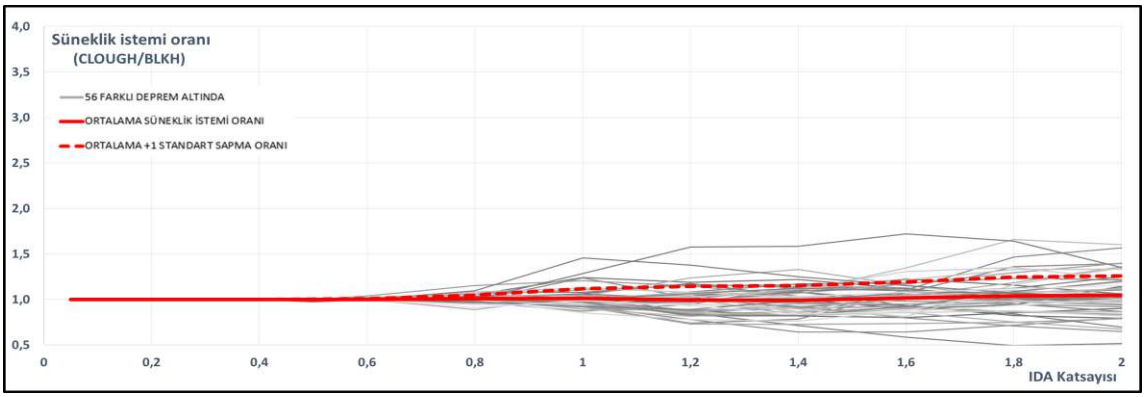
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



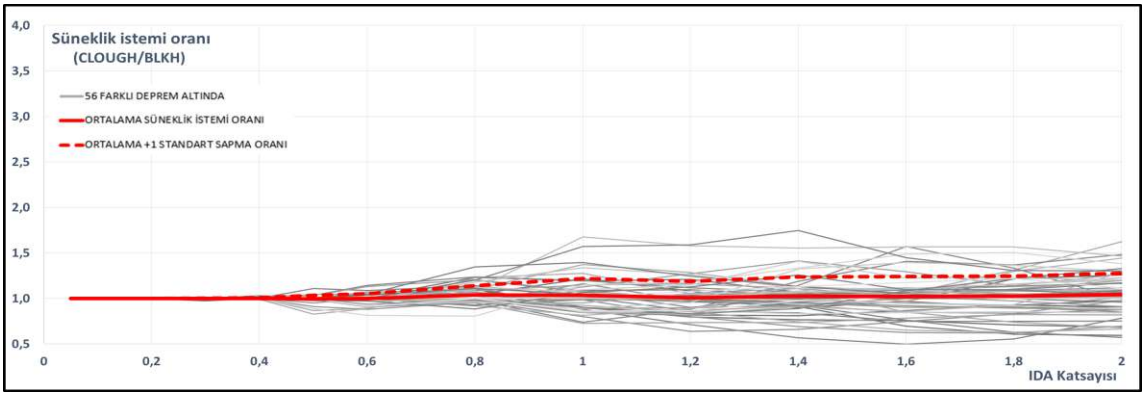
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

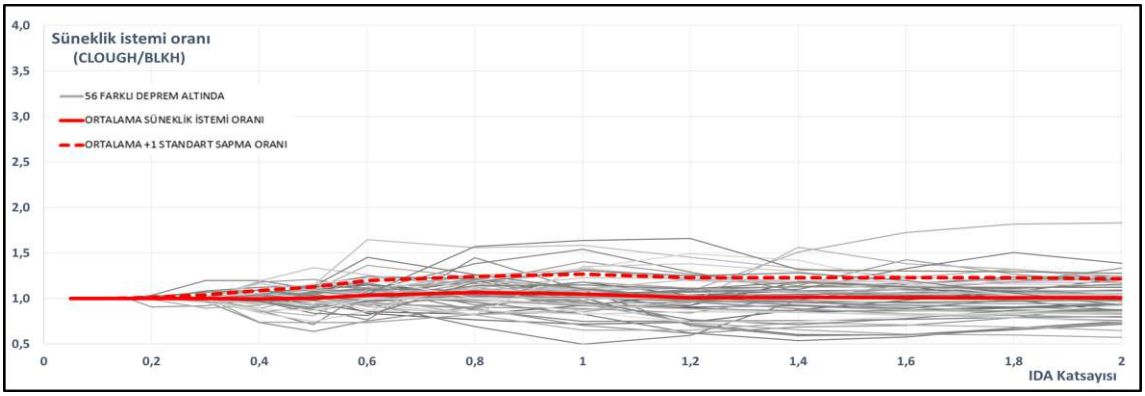
Şekil C.131: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



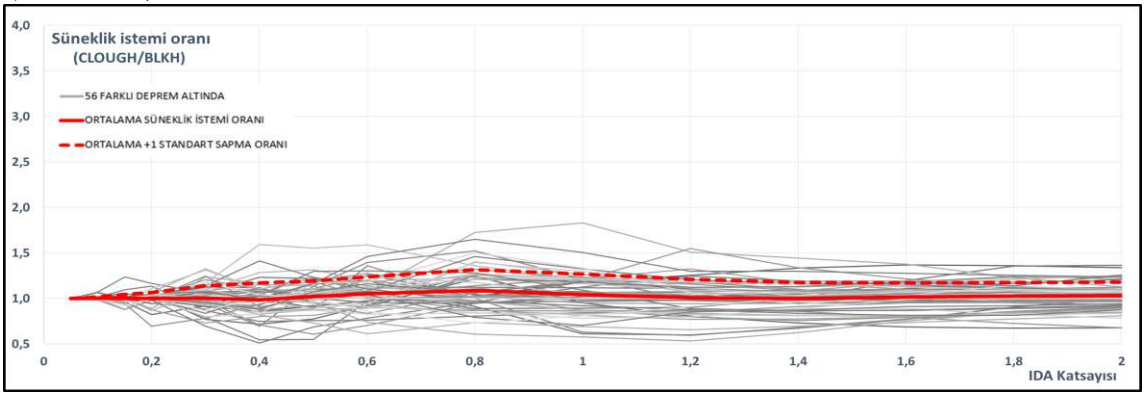
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



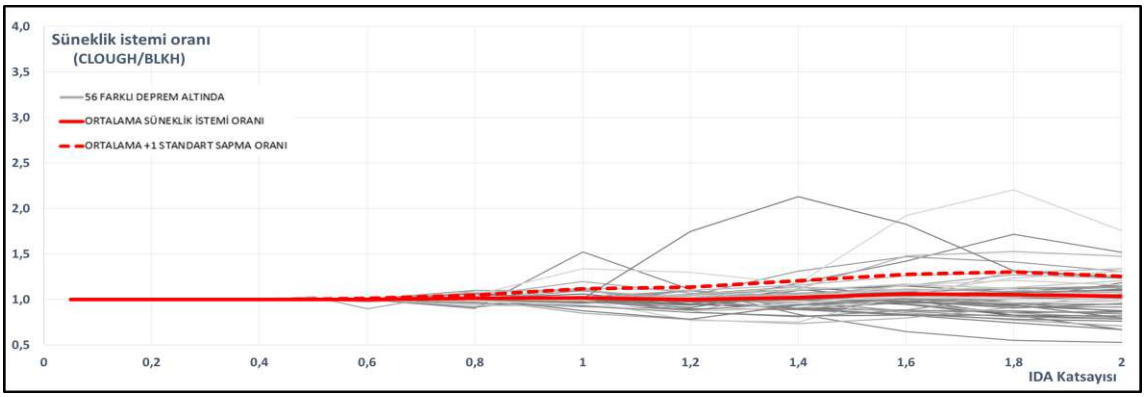
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



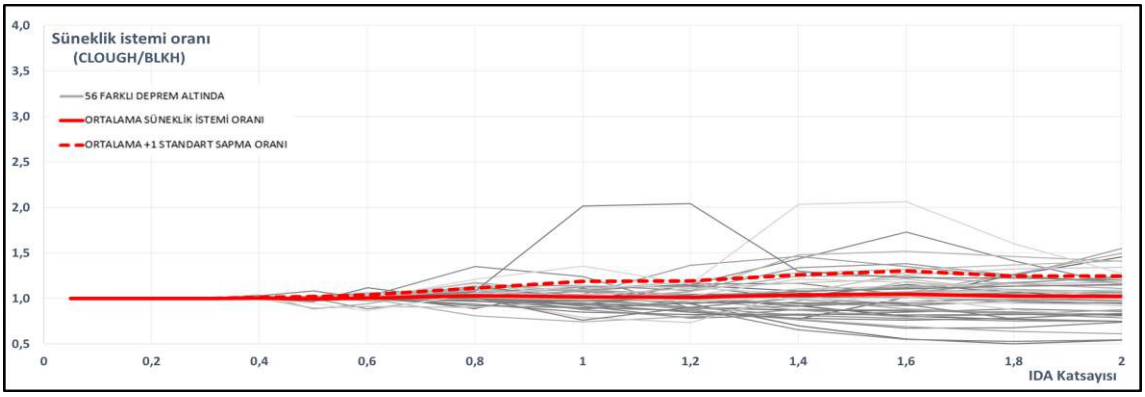
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

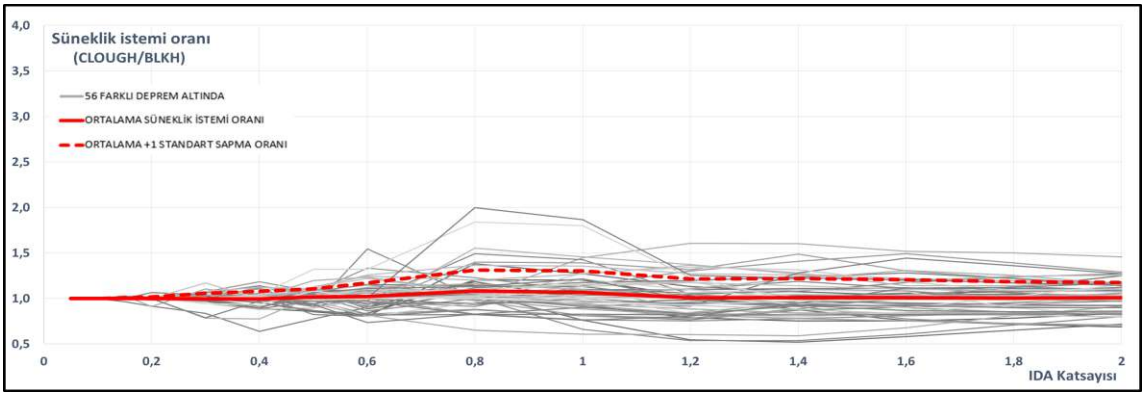
Şekil C.132: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



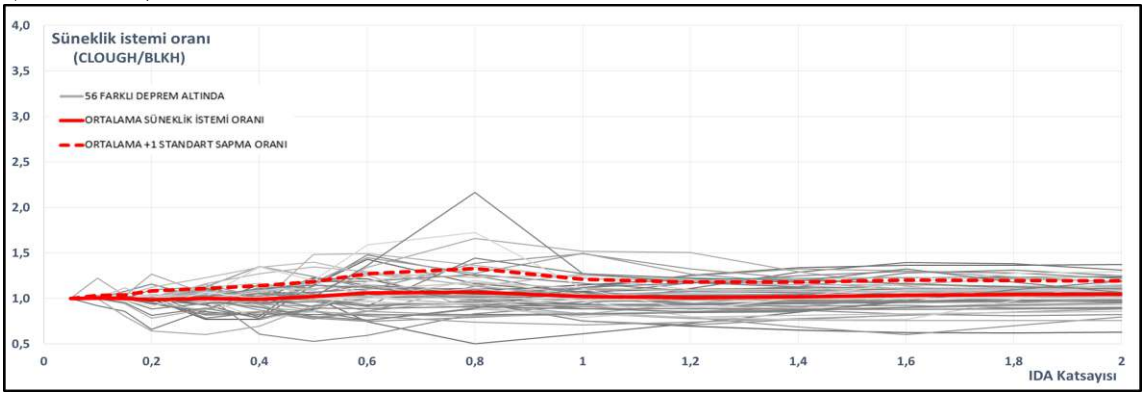
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



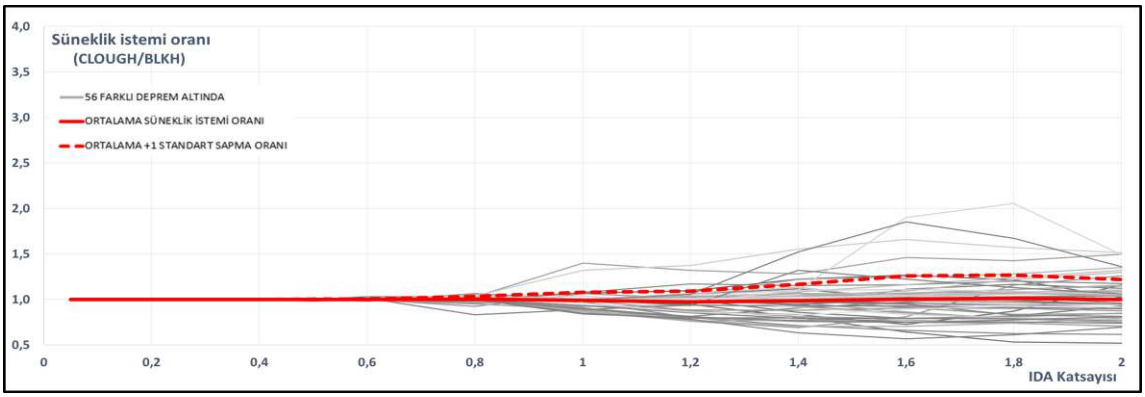
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



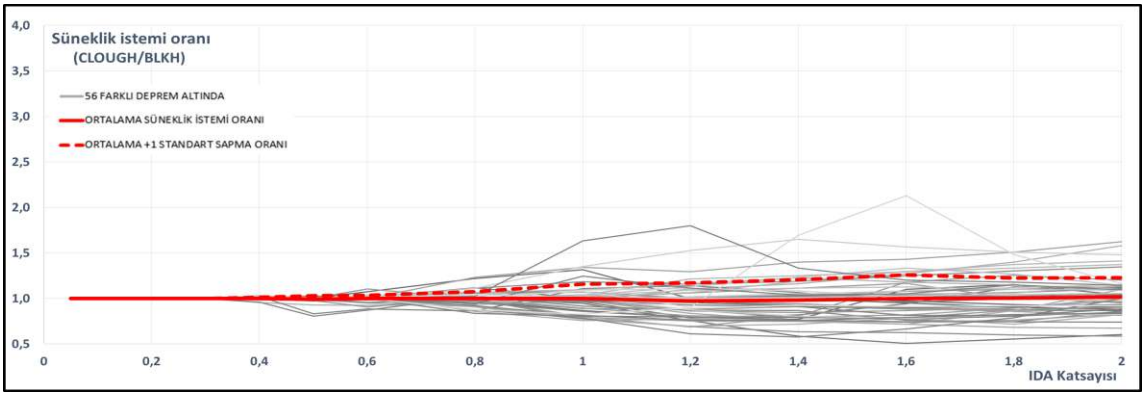
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

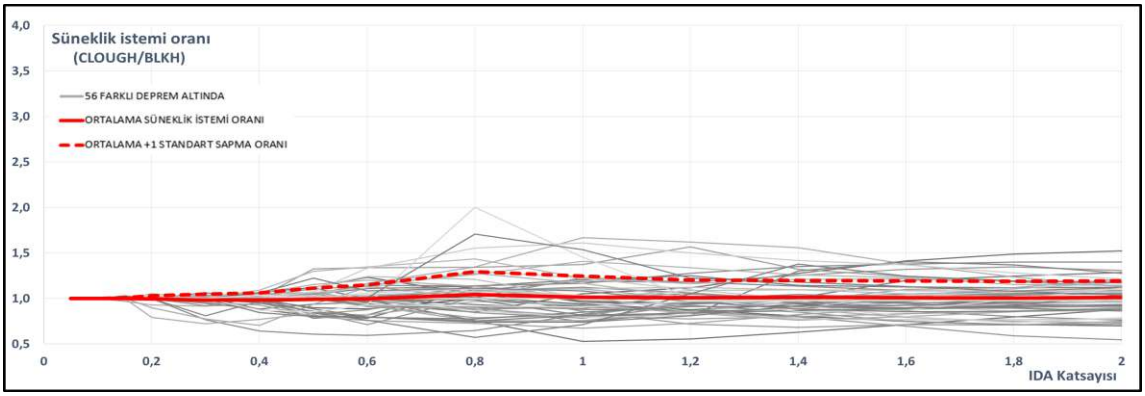
Şekil C.133: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



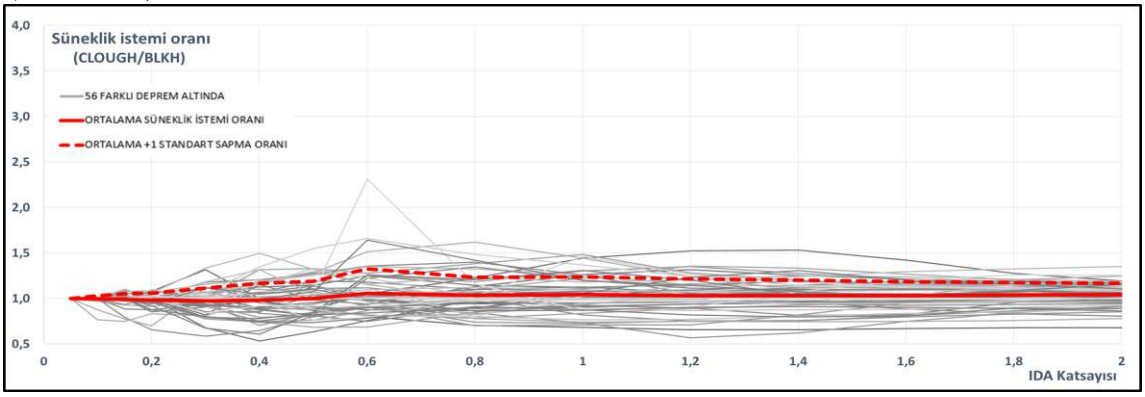
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



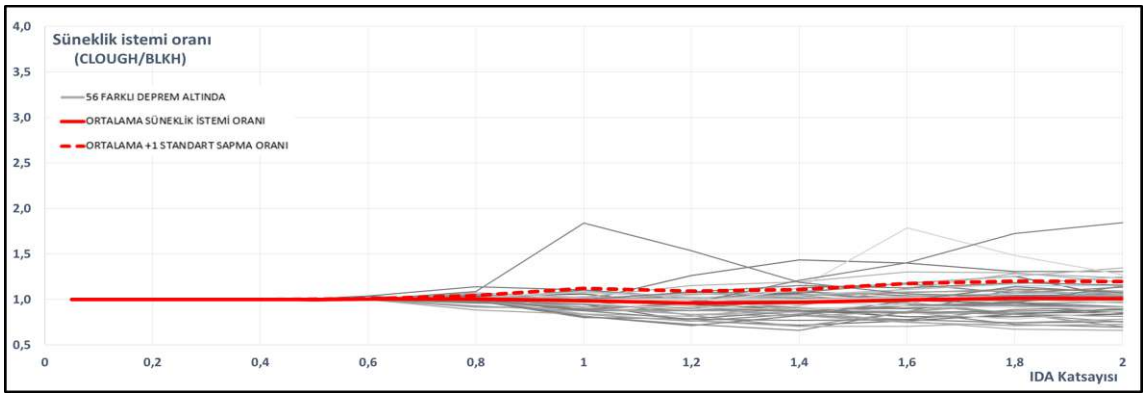
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



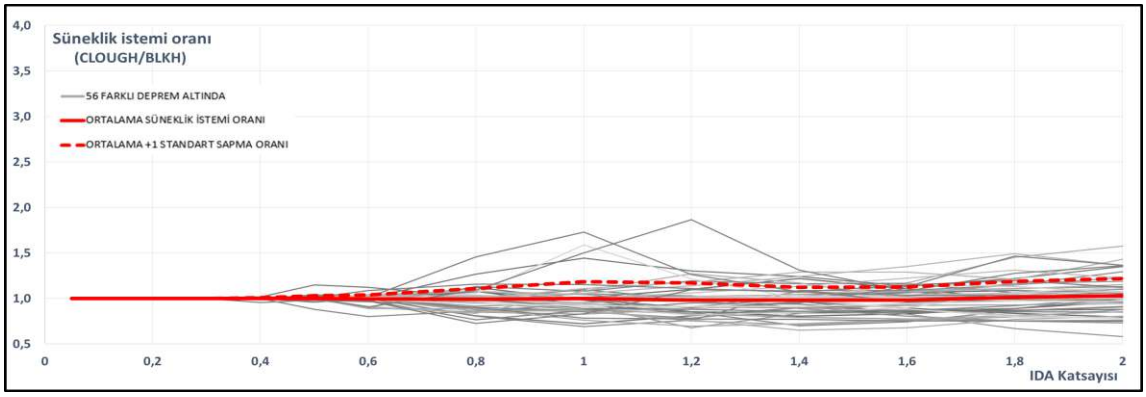
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

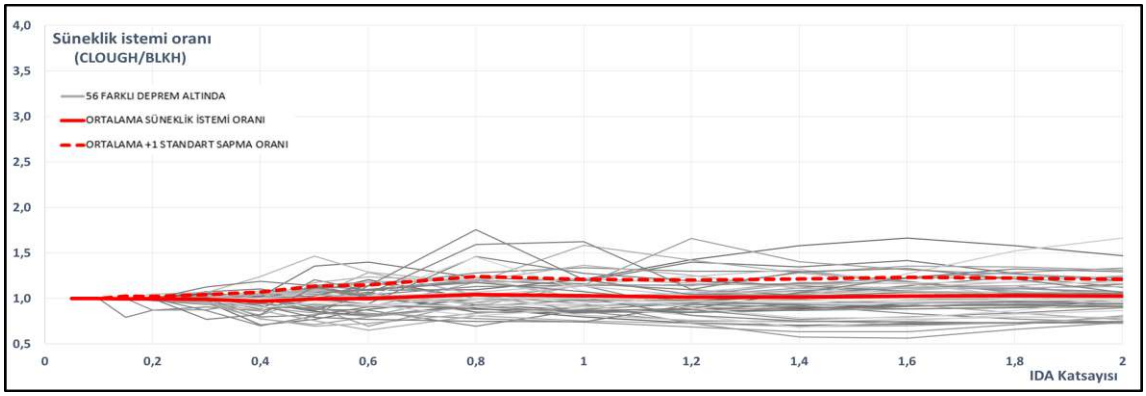
Şekil C.134: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



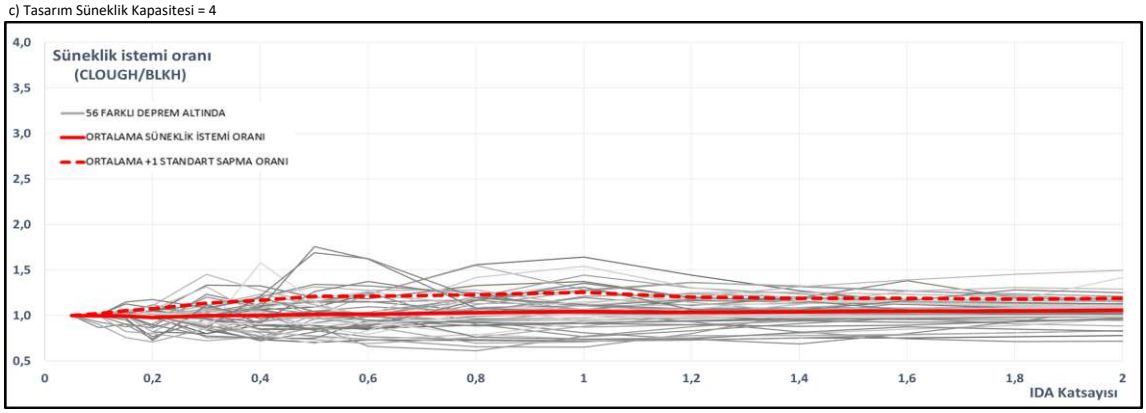
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



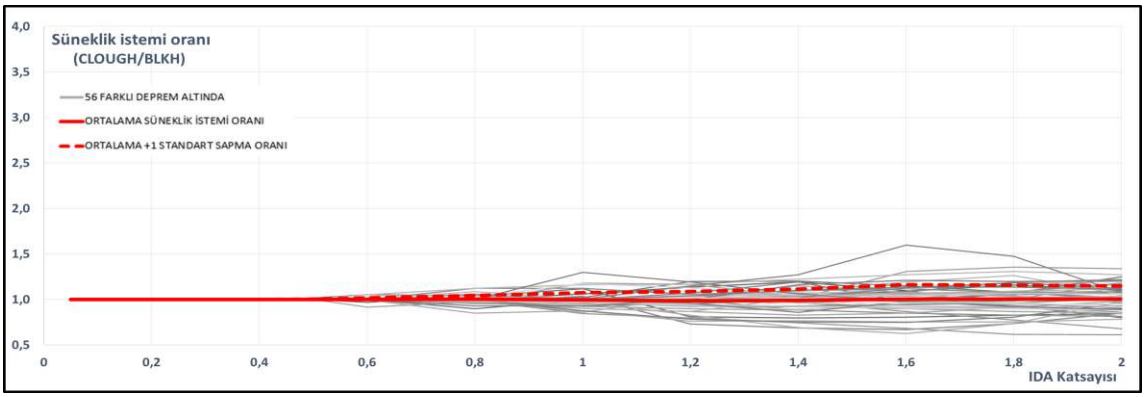
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



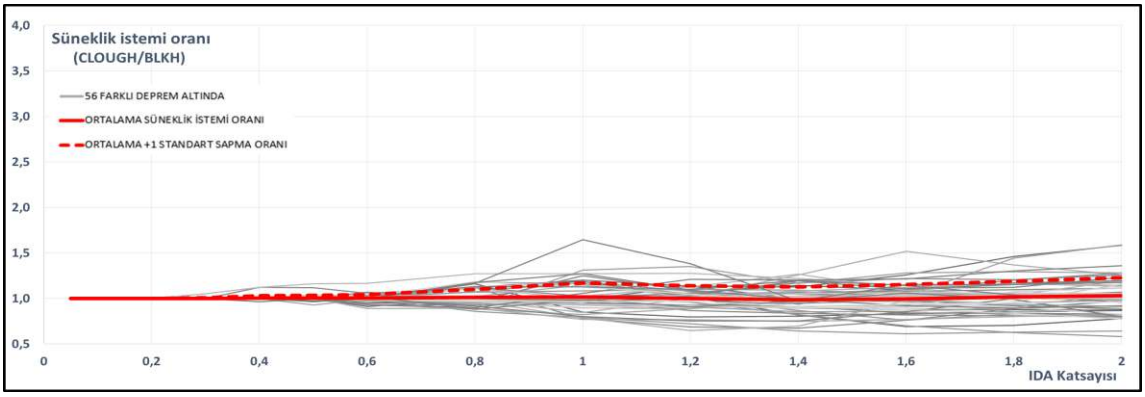
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

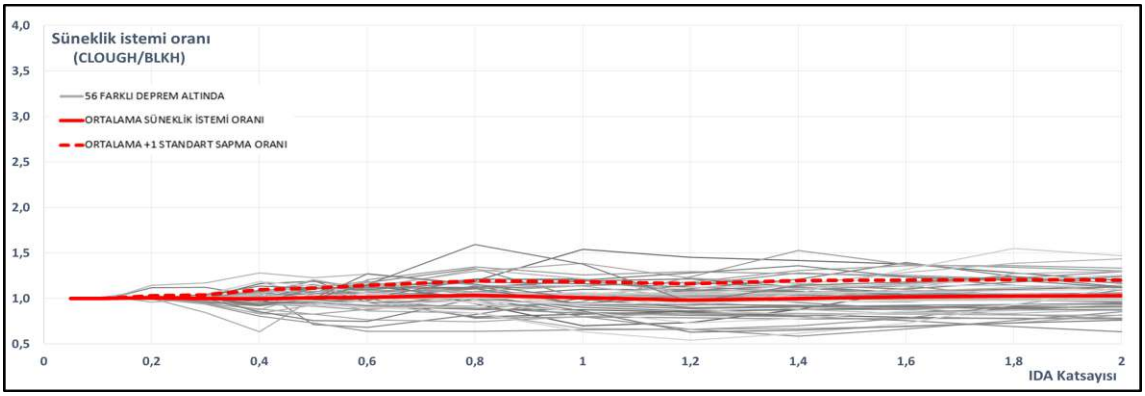
Şekil C.135: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



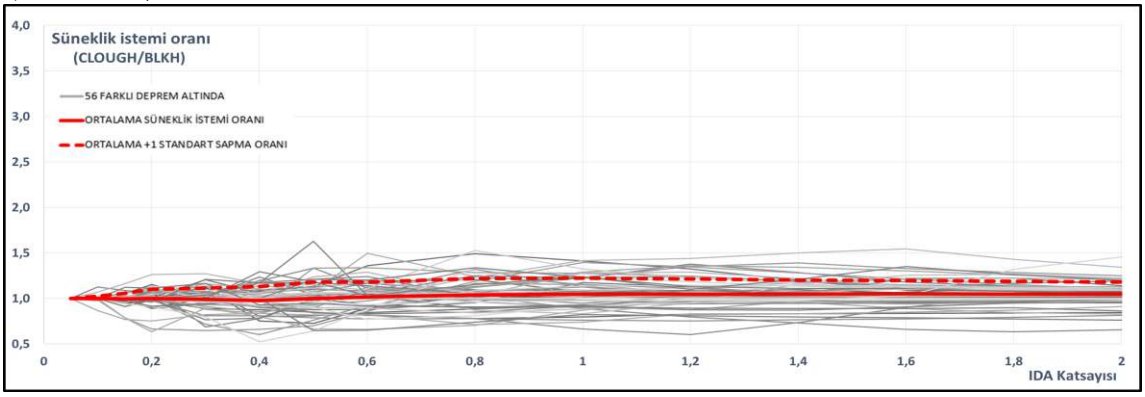
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

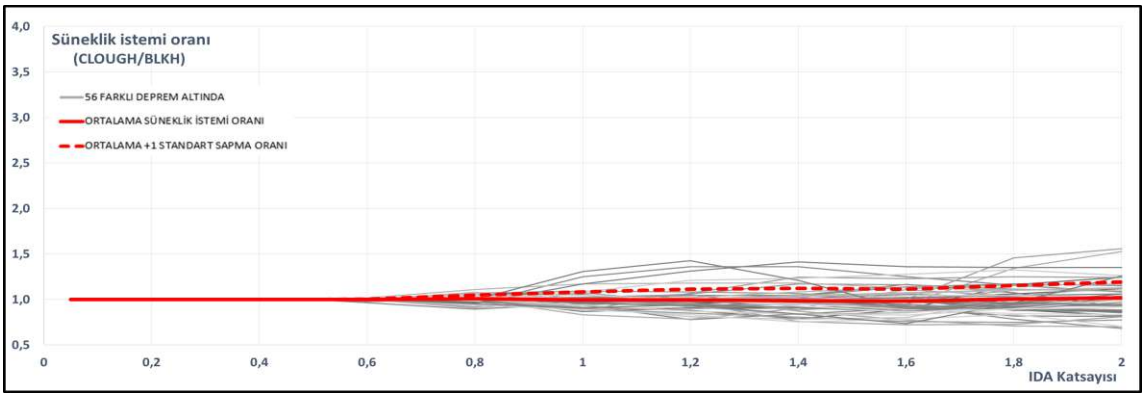


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

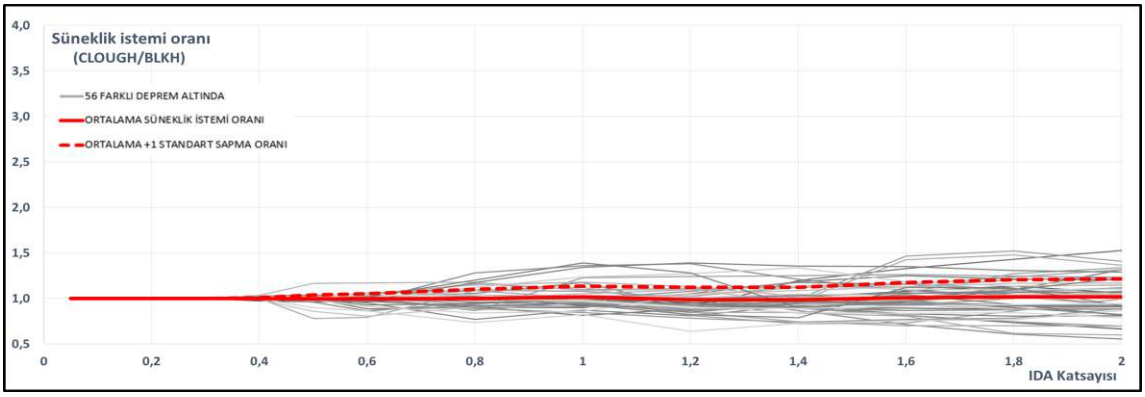


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

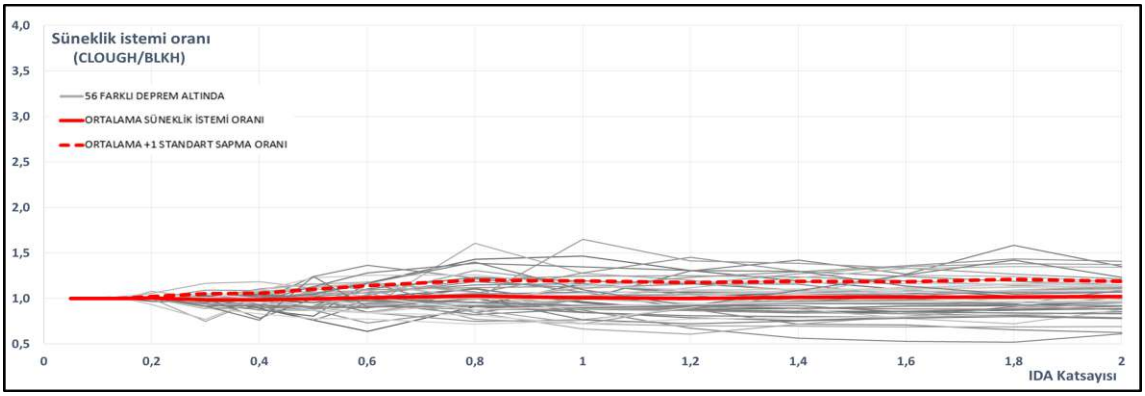
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.136: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



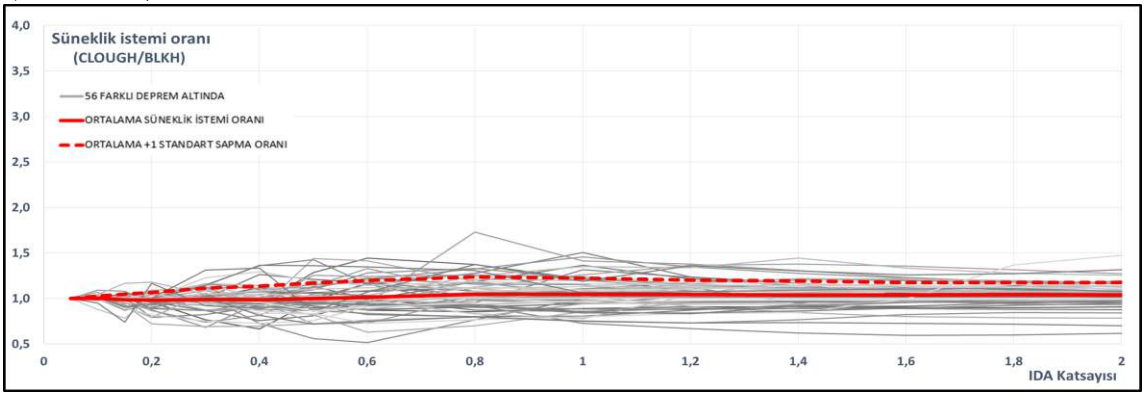
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



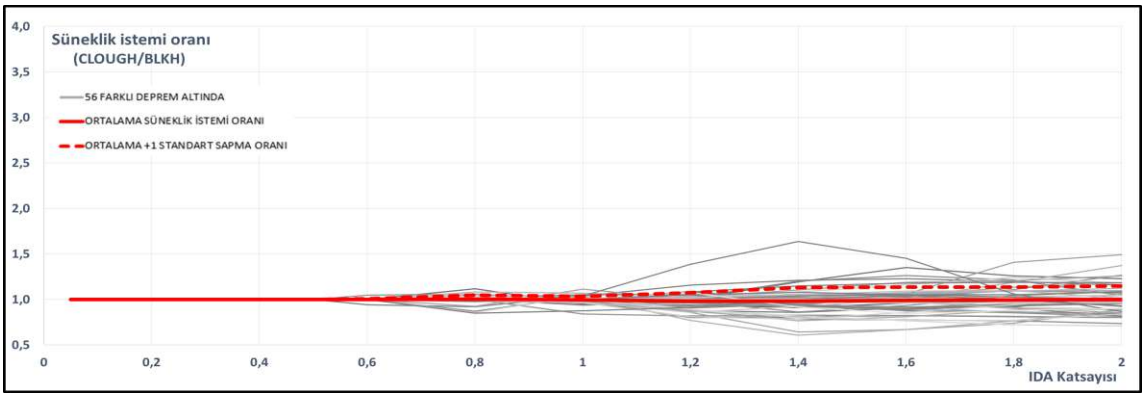
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



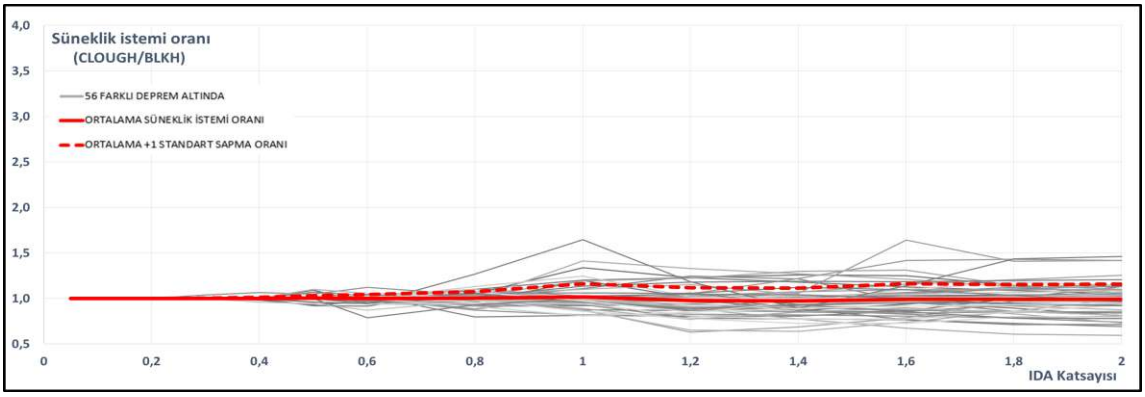
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

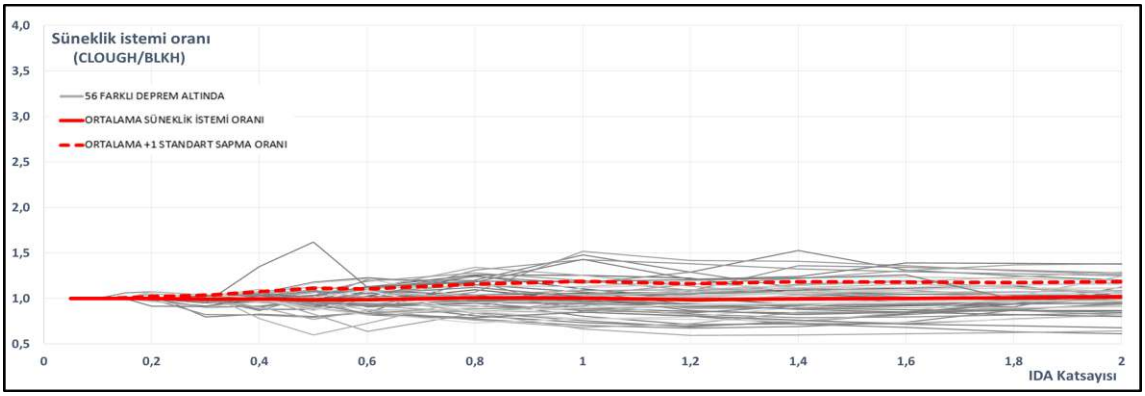
Şekil C.137: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



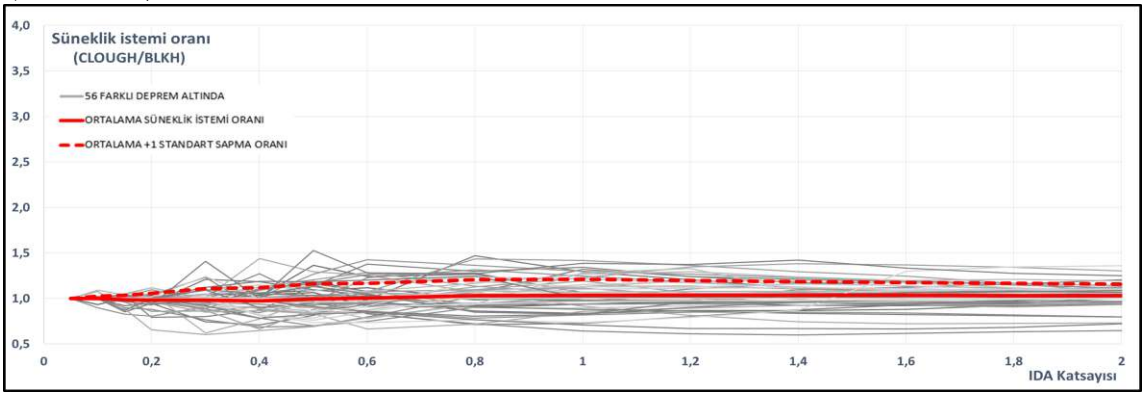
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



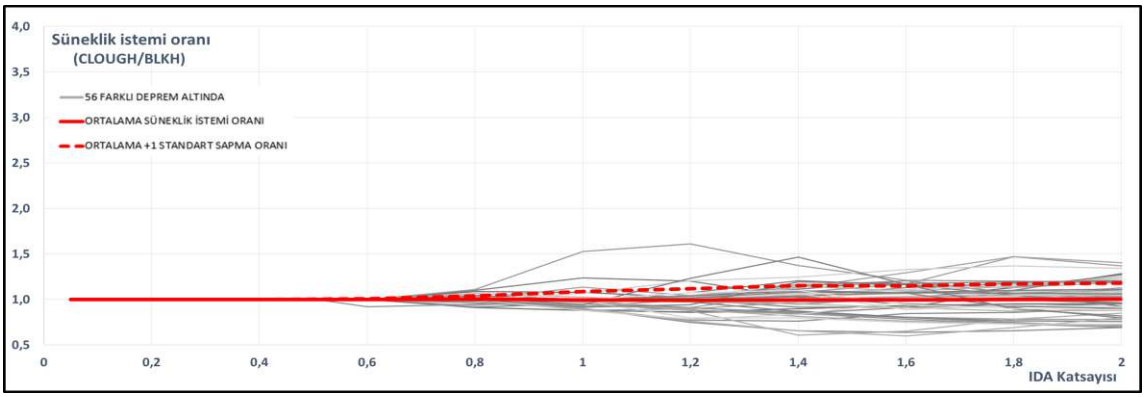
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



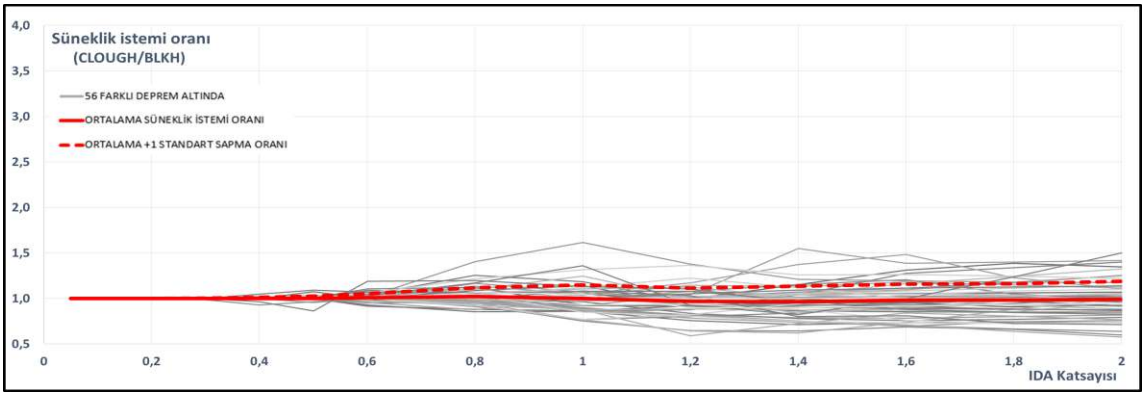
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

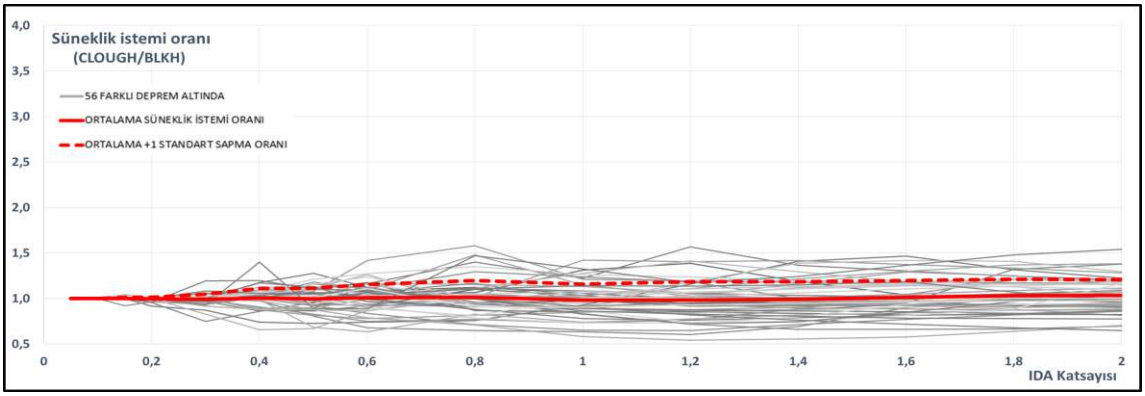
Şekil C.138: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



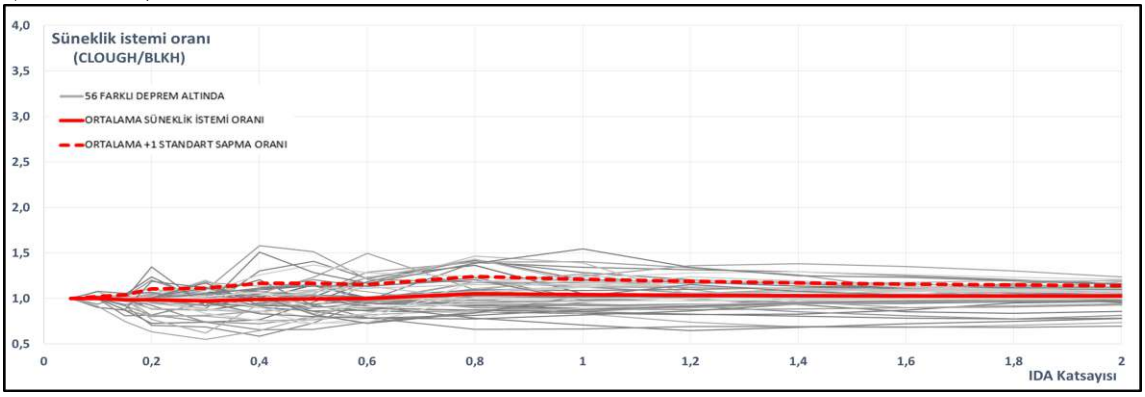
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



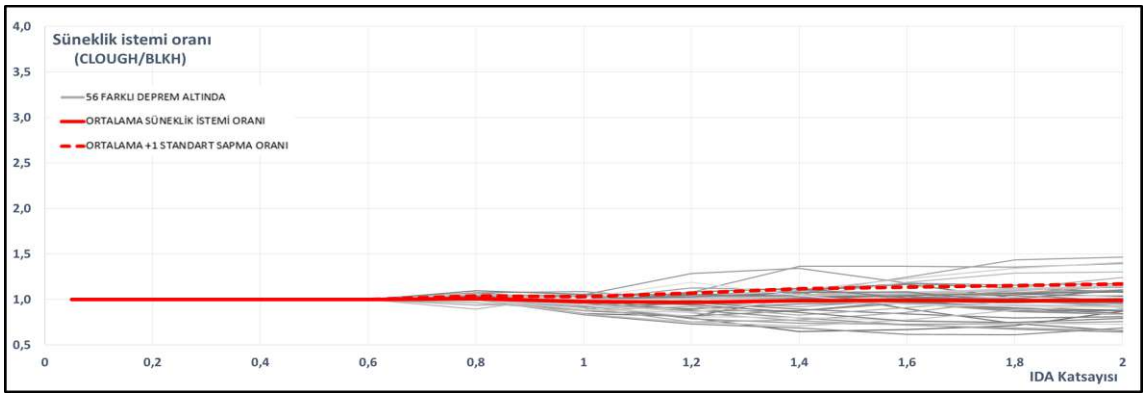
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



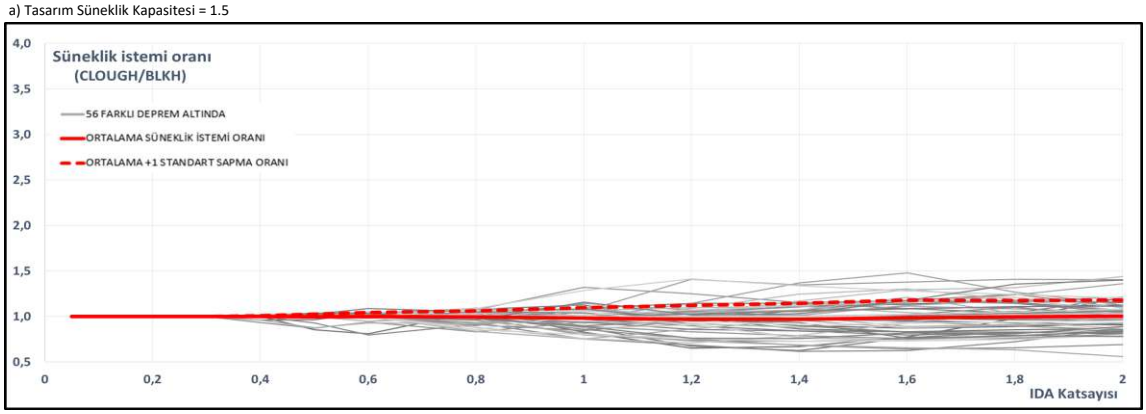
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

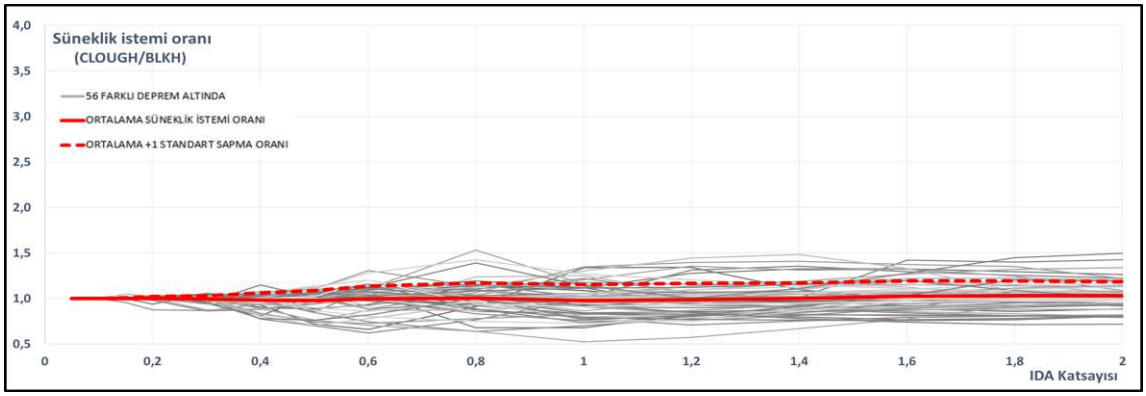
Şekil C.139: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



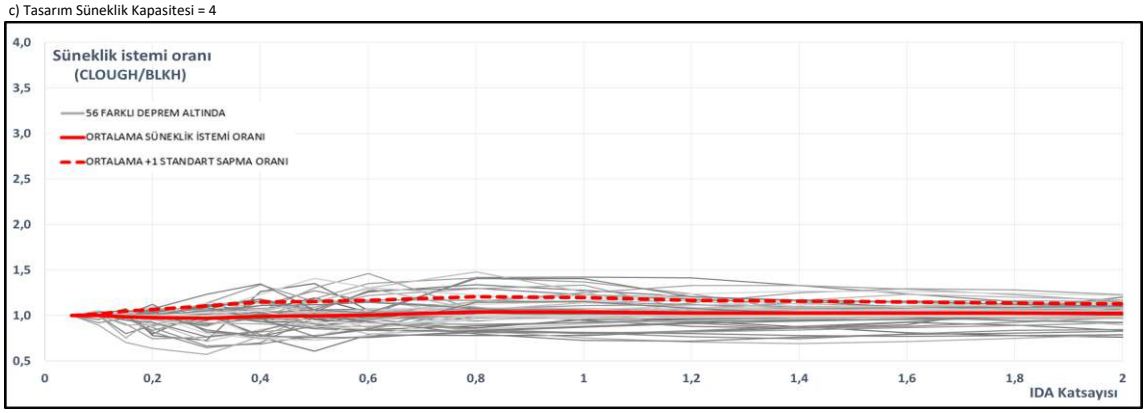
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

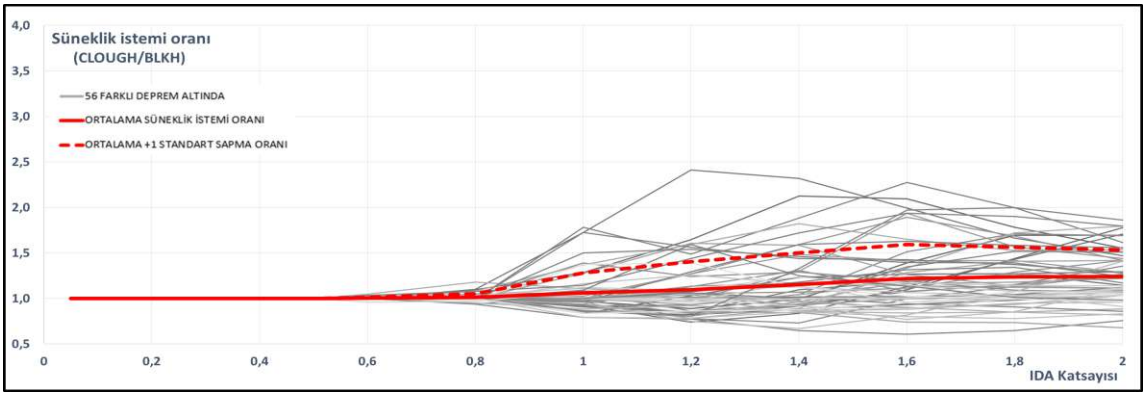


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

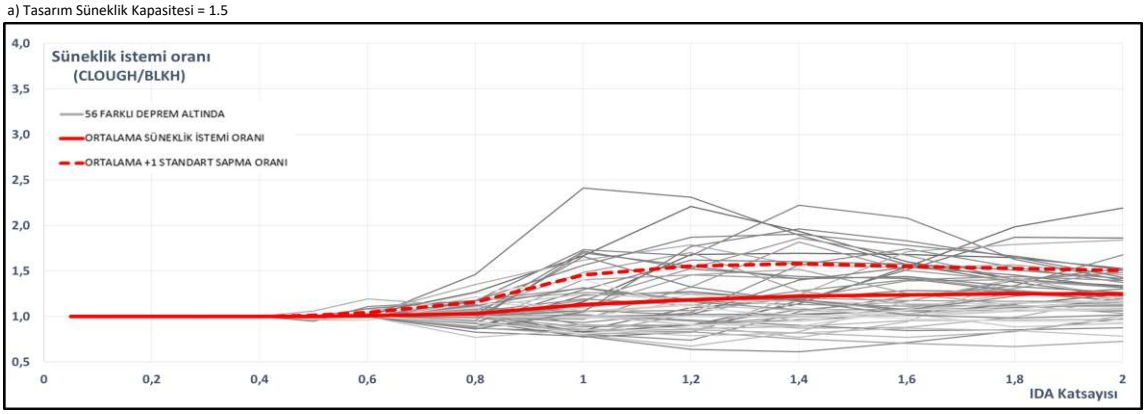


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

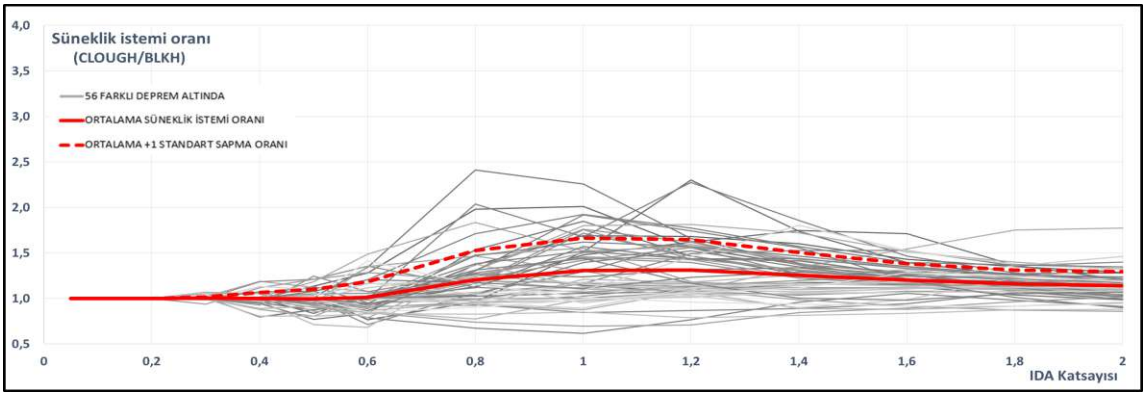
(Pekleşme oranı %3, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.140: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



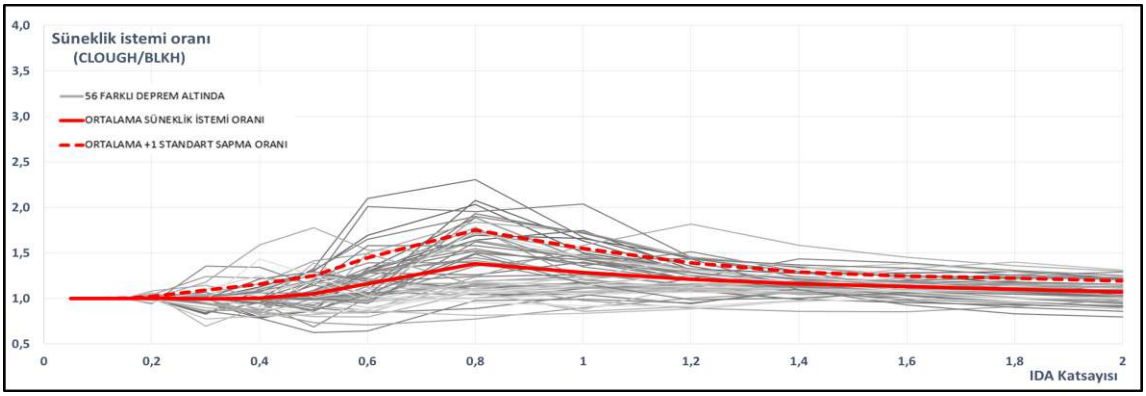
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



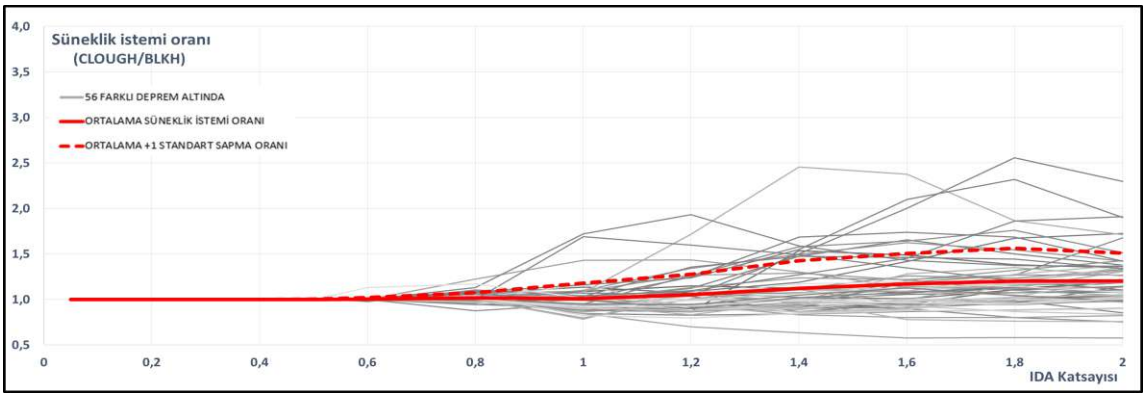
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



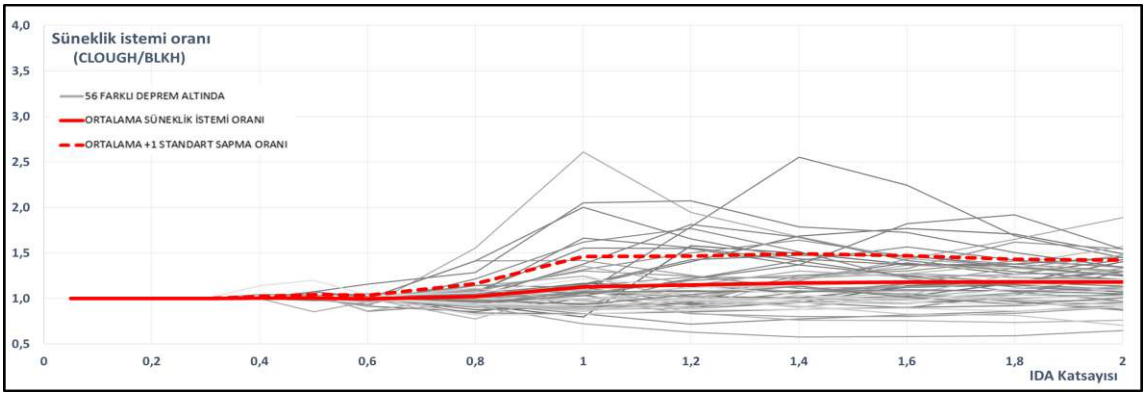
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

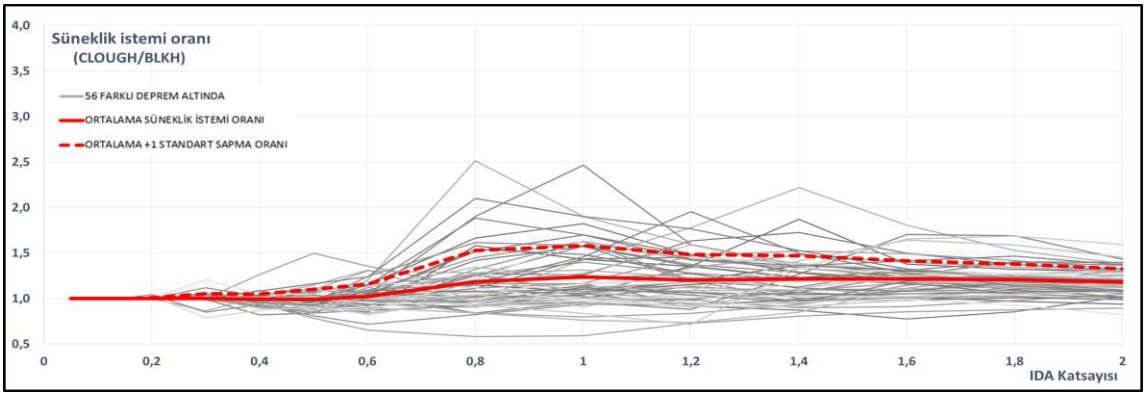
Şekil C.141: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



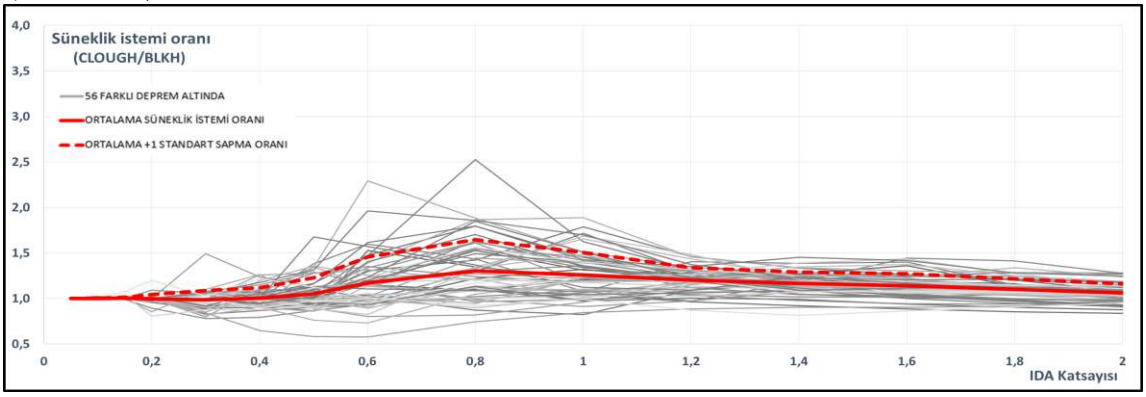
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



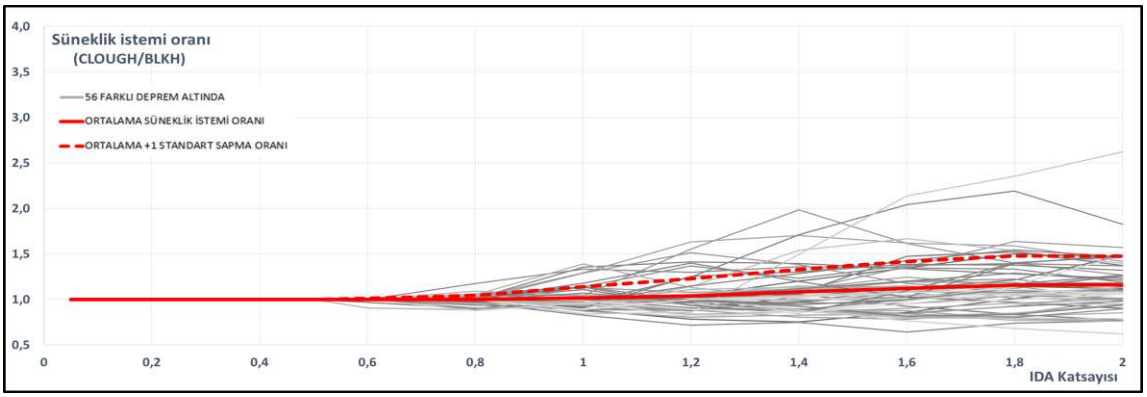
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



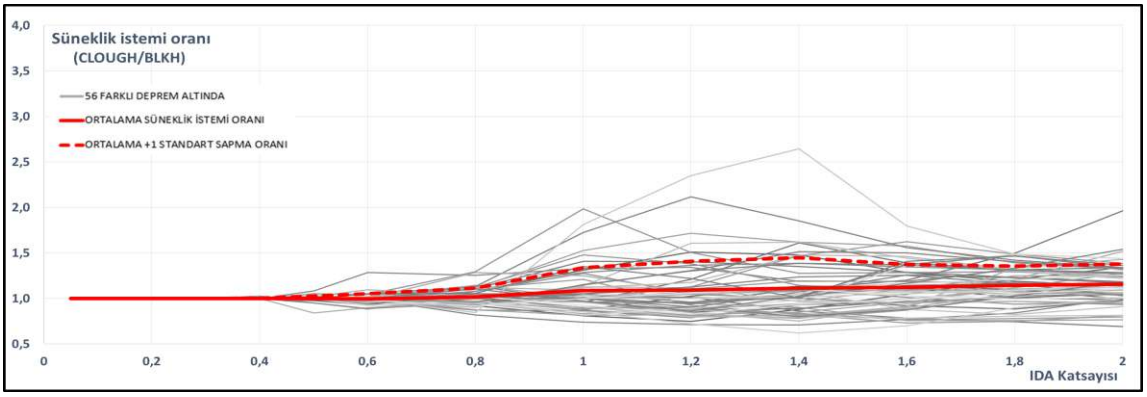
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

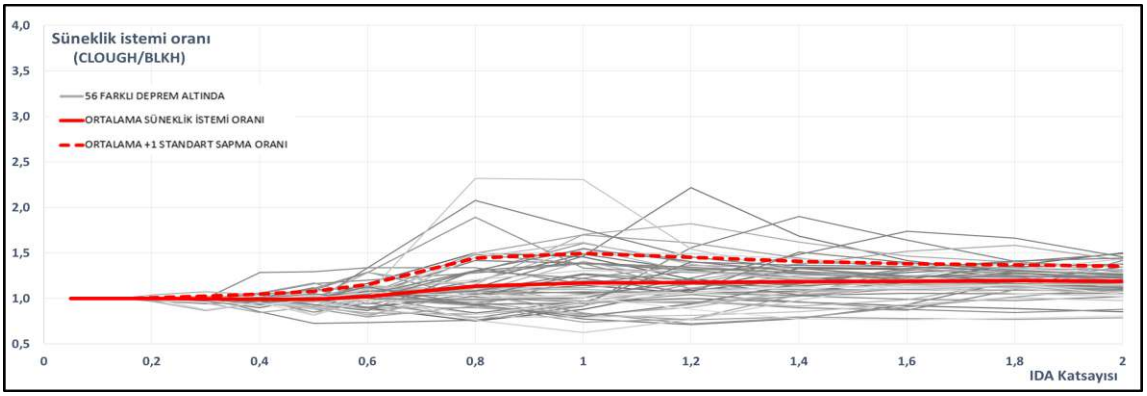
Şekil C.142: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



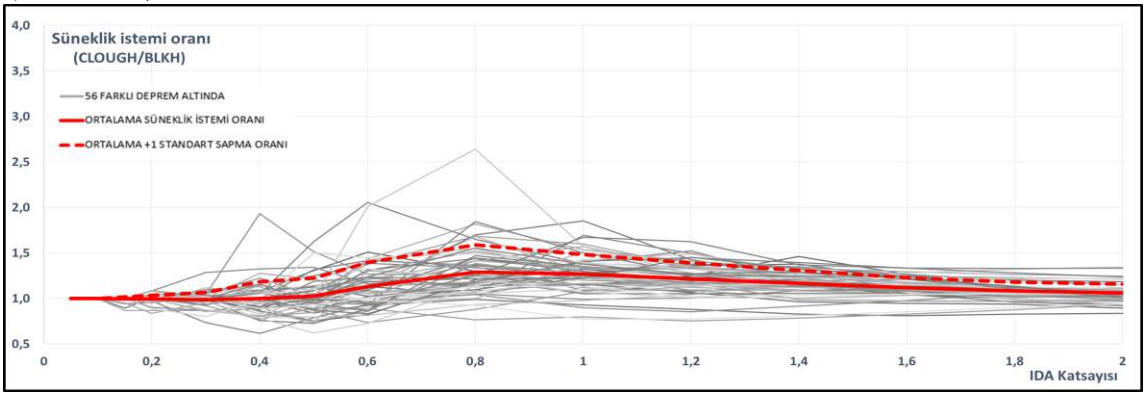
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



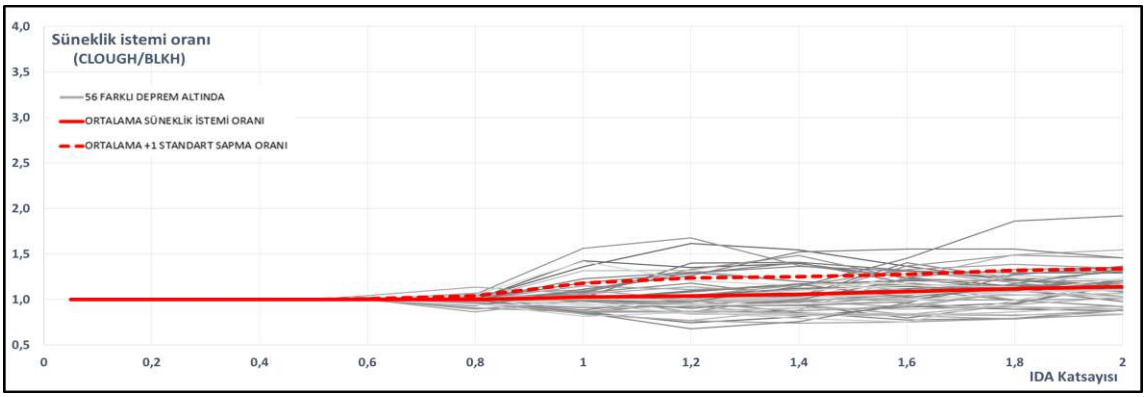
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



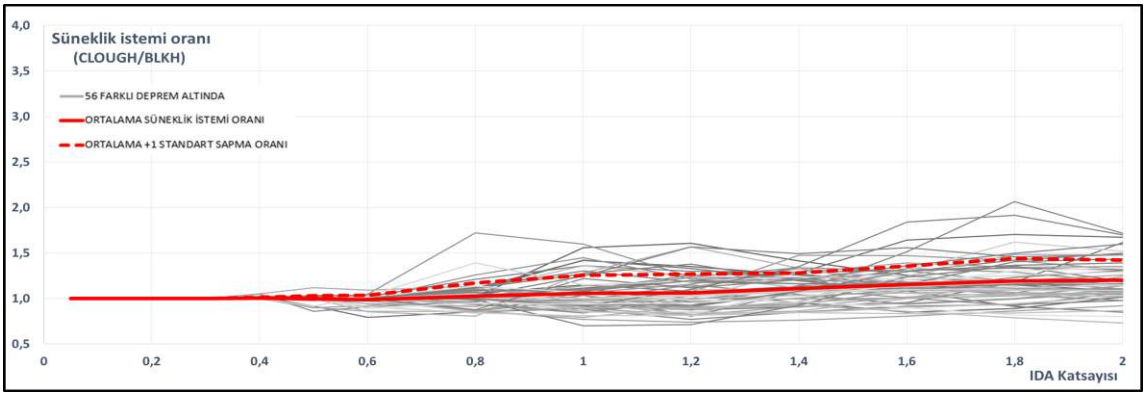
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,3s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

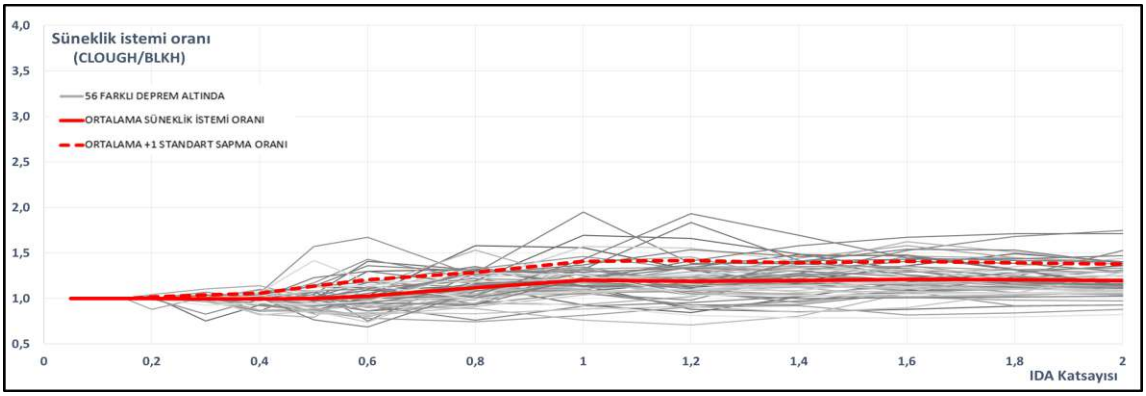
Şekil C.143: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



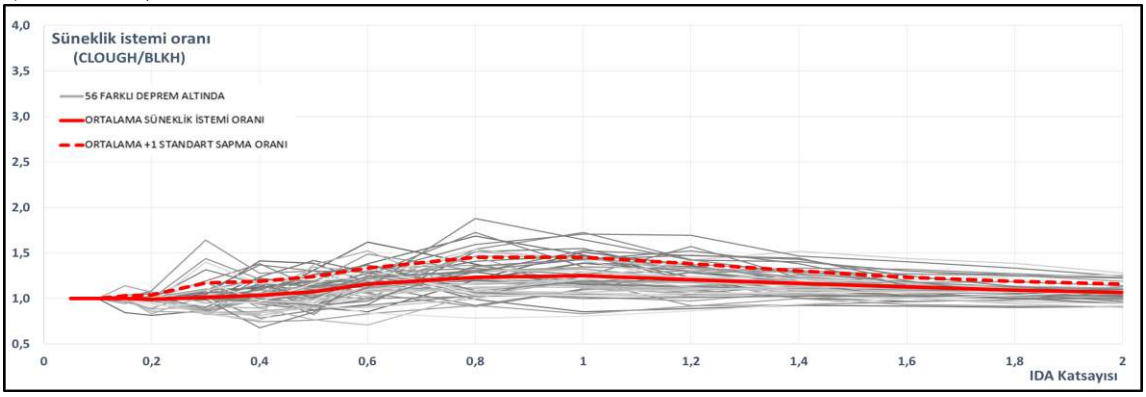
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



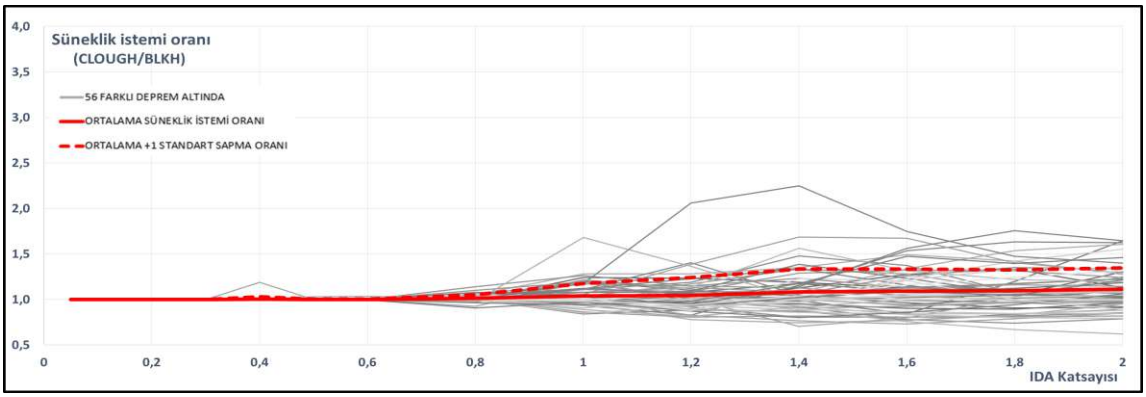
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



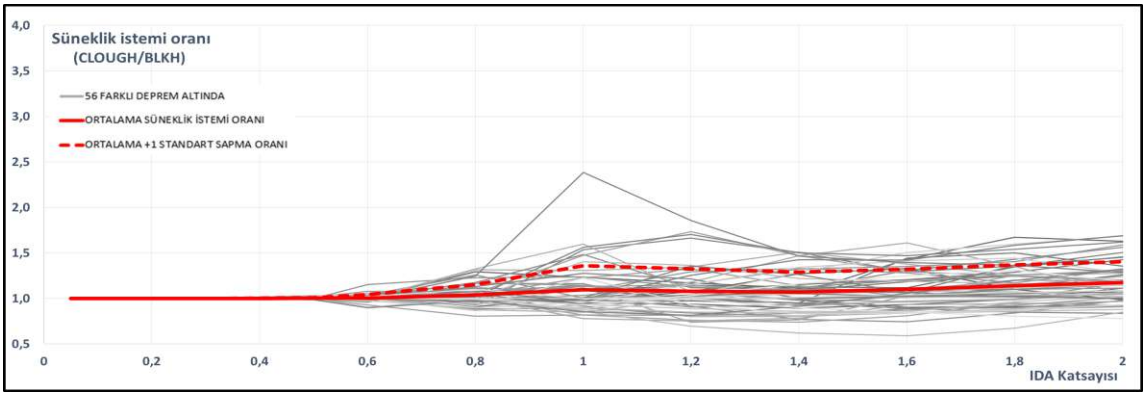
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,35s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

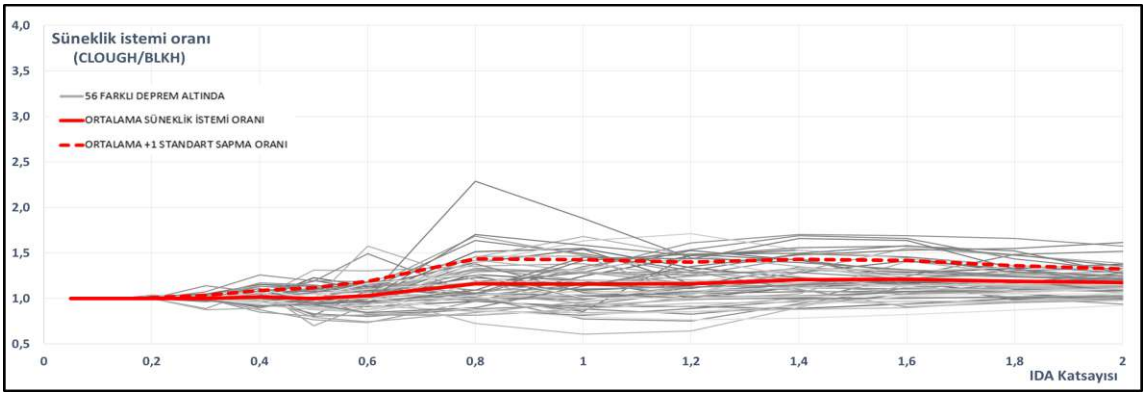
Şekil C.144: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



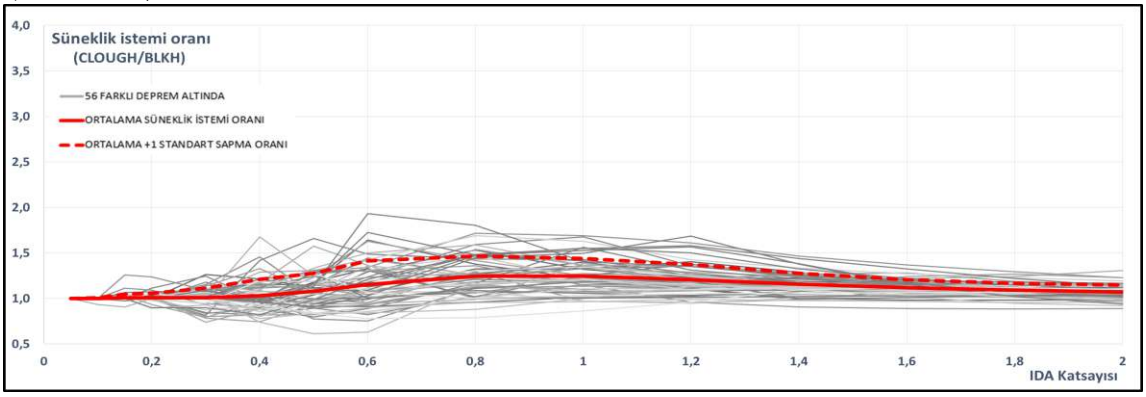
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



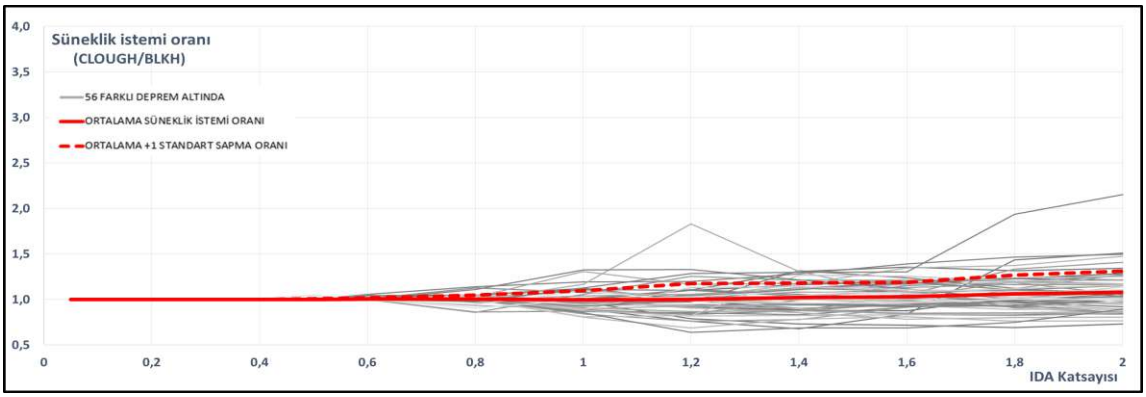
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



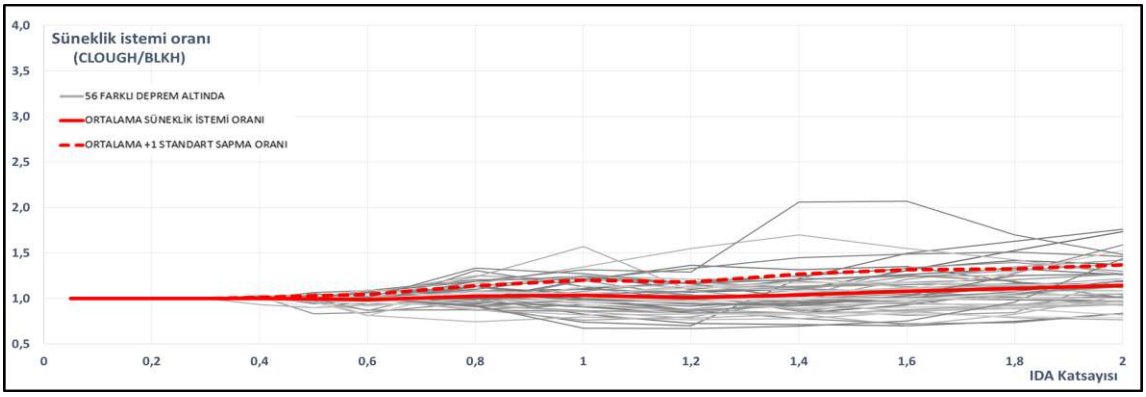
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

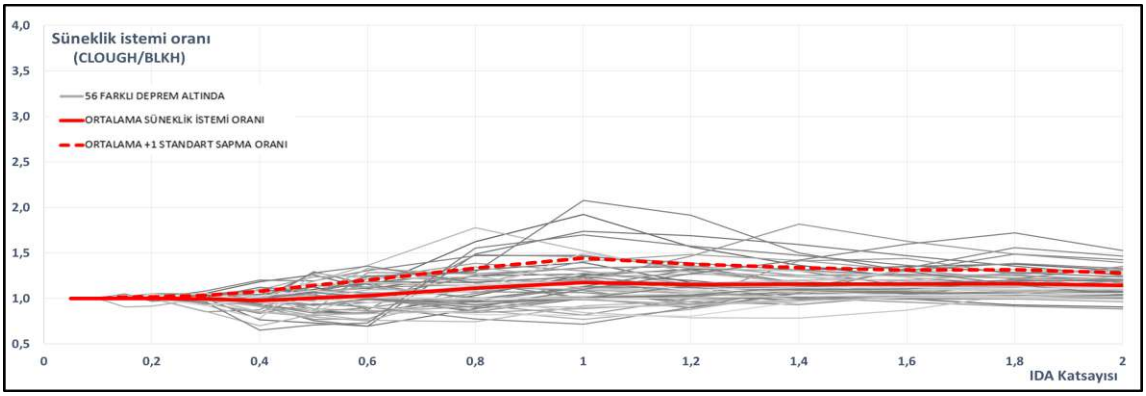
Şekil C.145: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



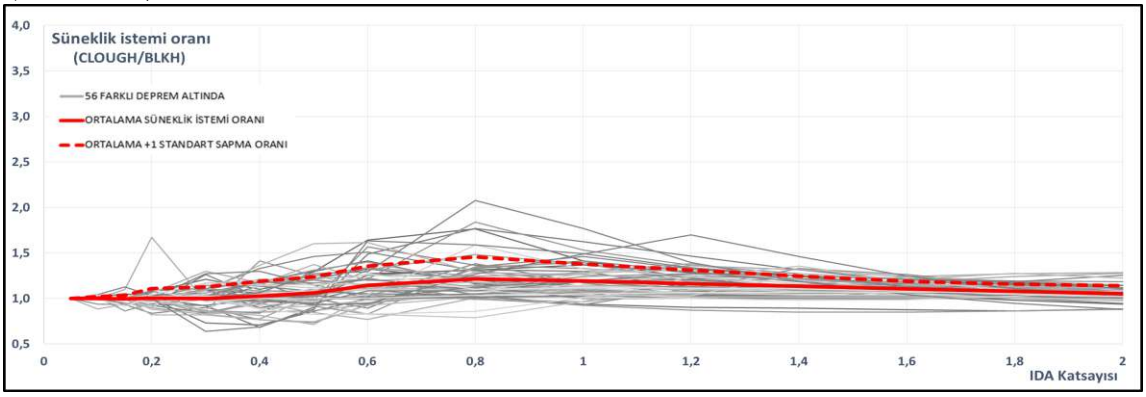
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



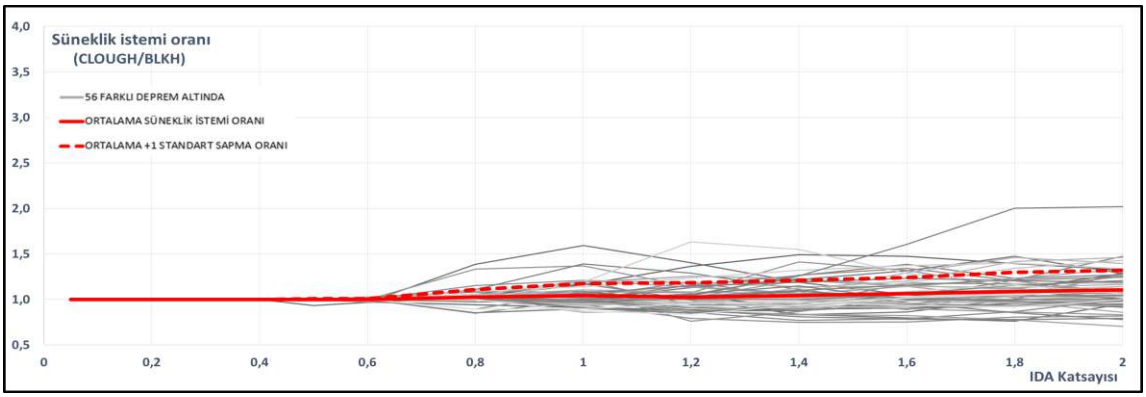
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



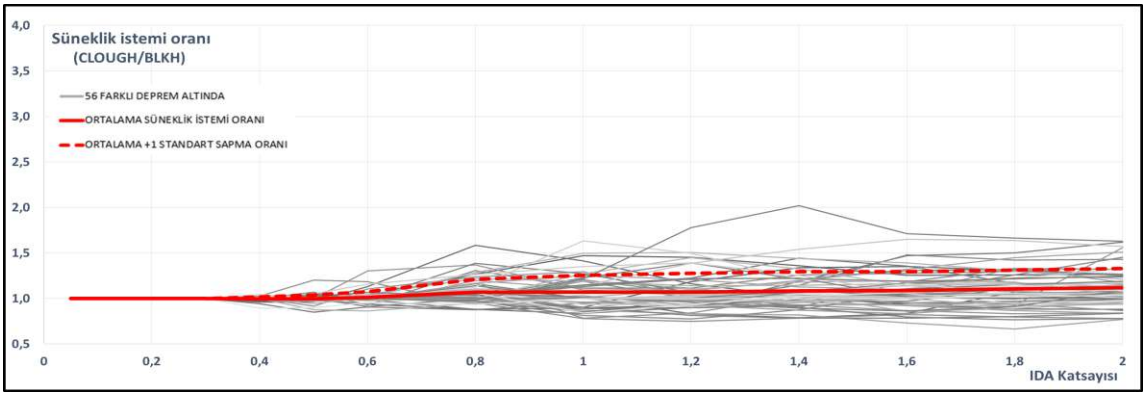
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

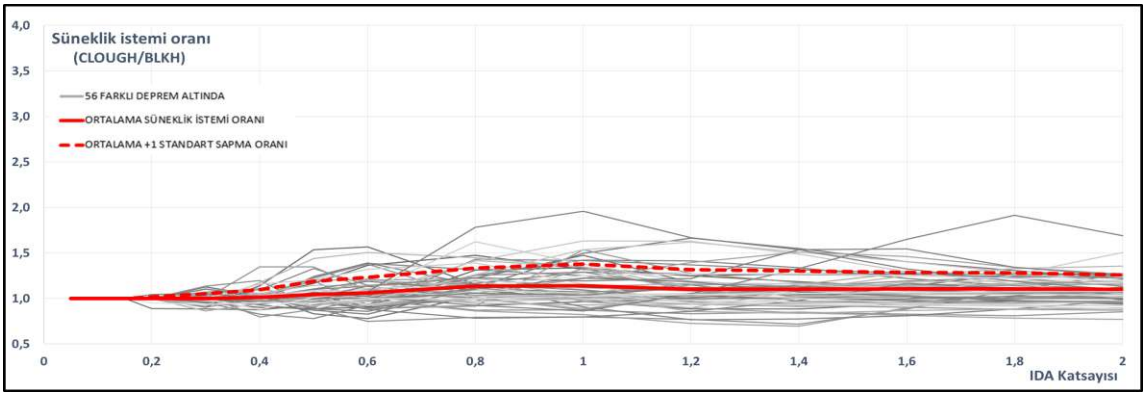
Şekil C.146: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



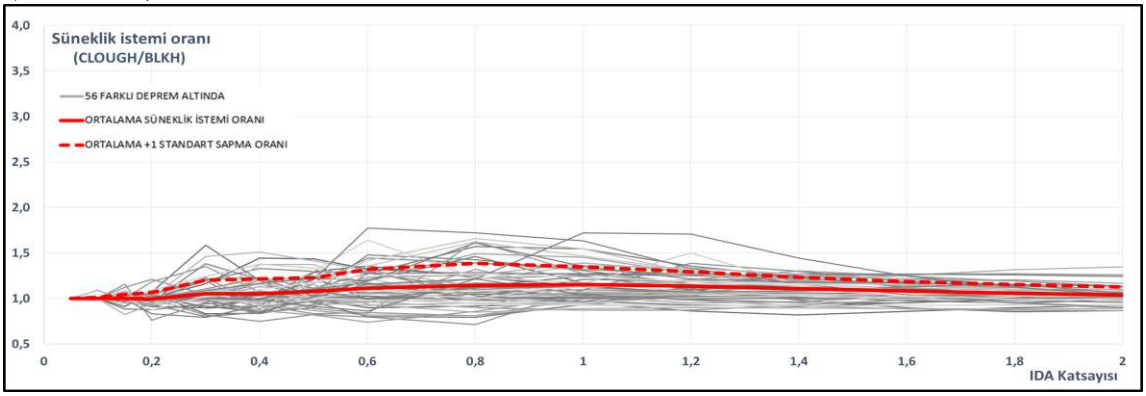
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



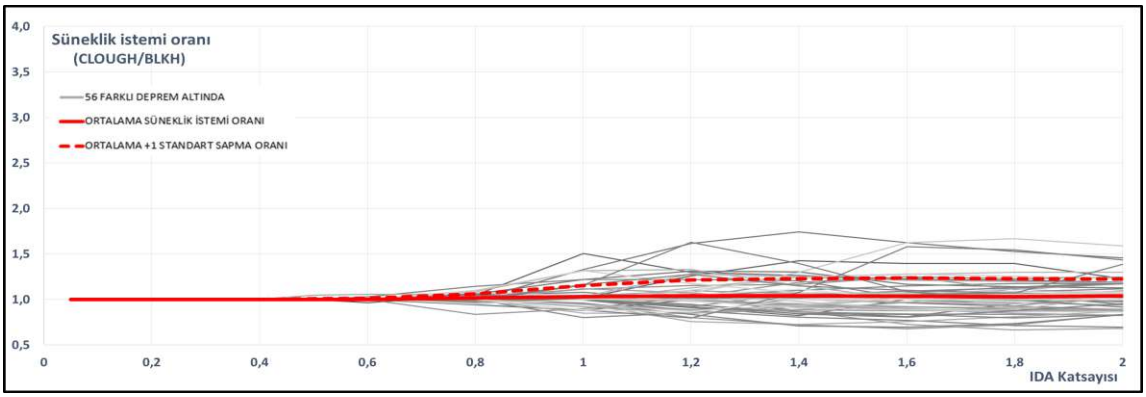
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



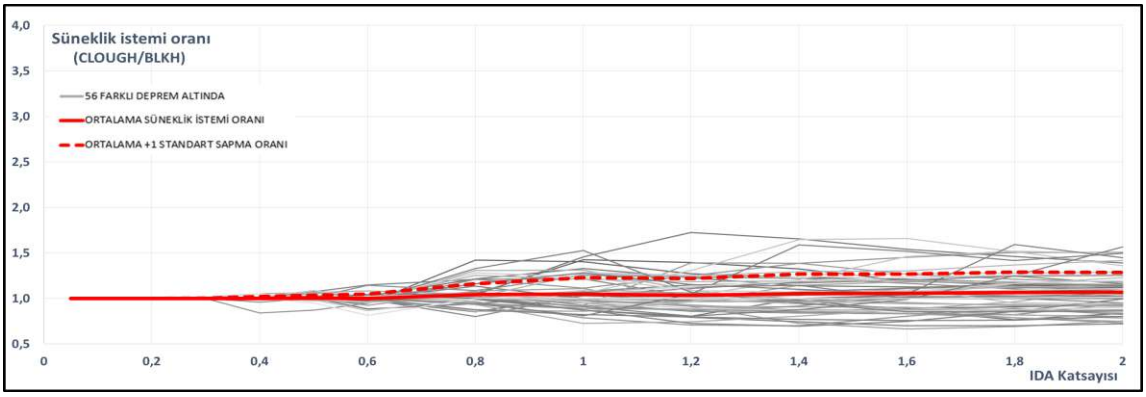
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

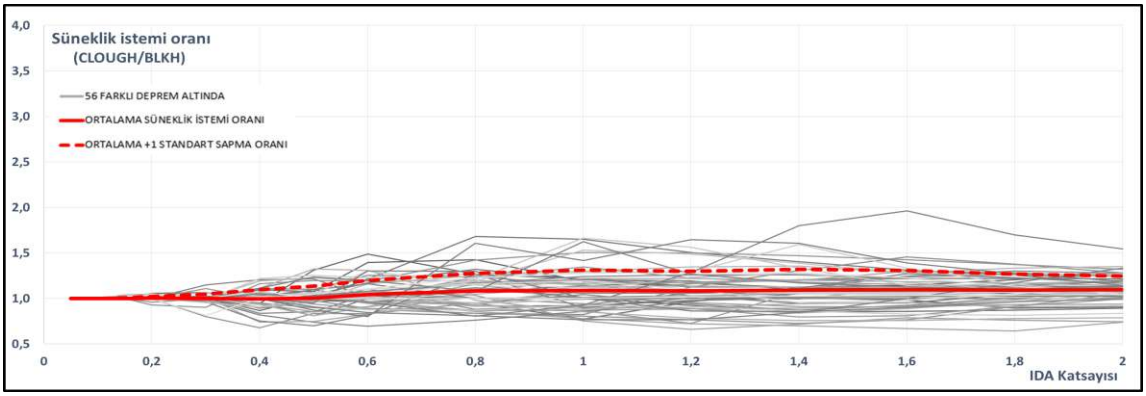
Şekil C.147: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



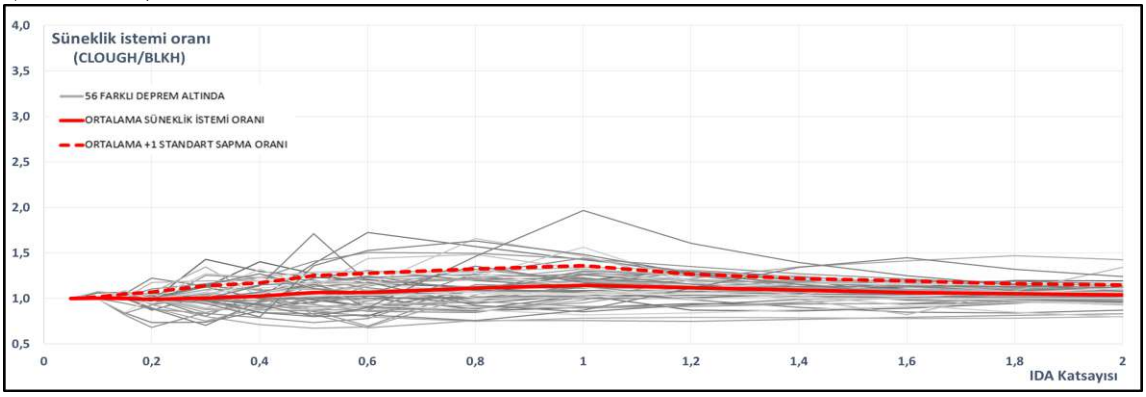
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

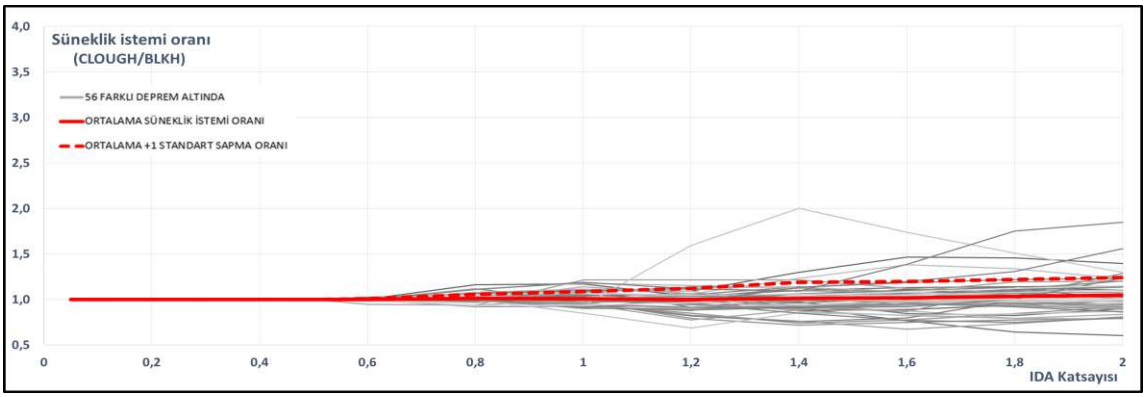


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

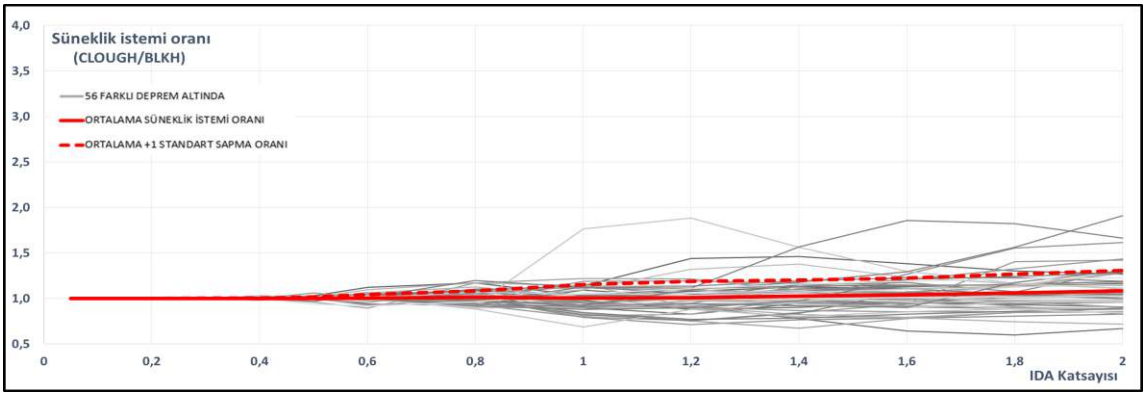


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

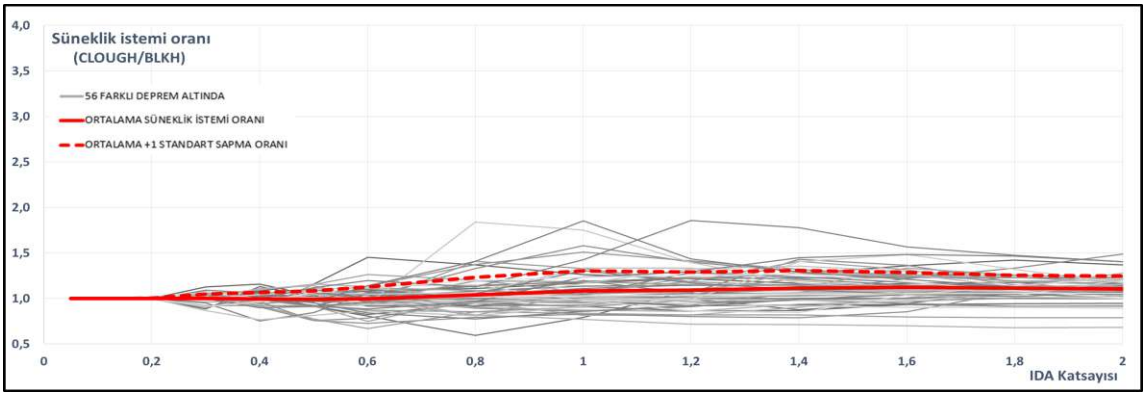
(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,7s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.148: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



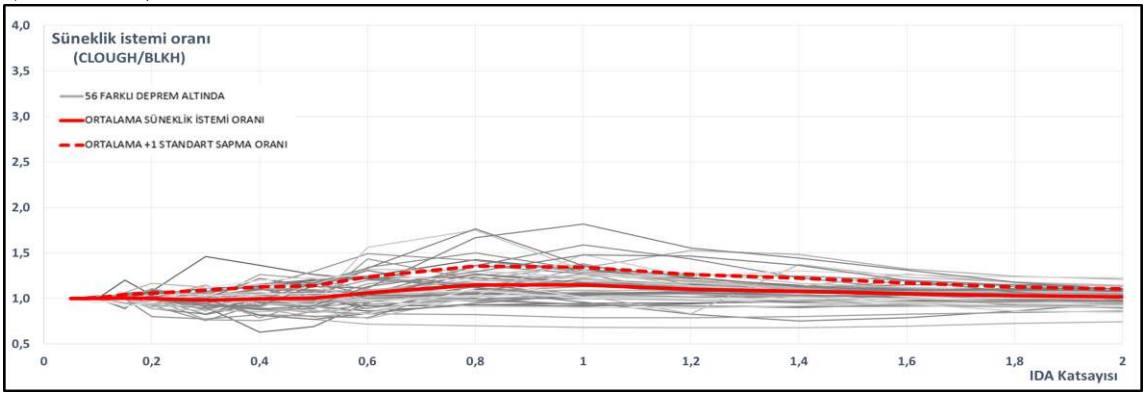
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



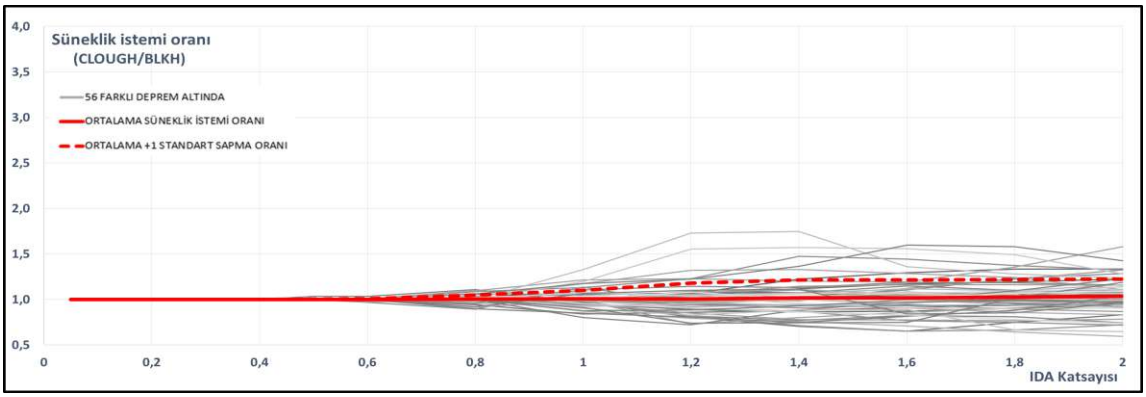
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



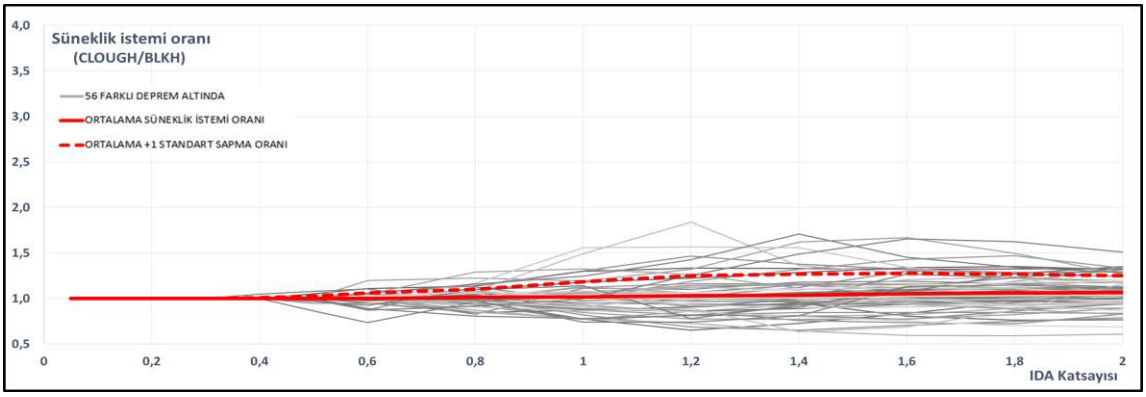
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

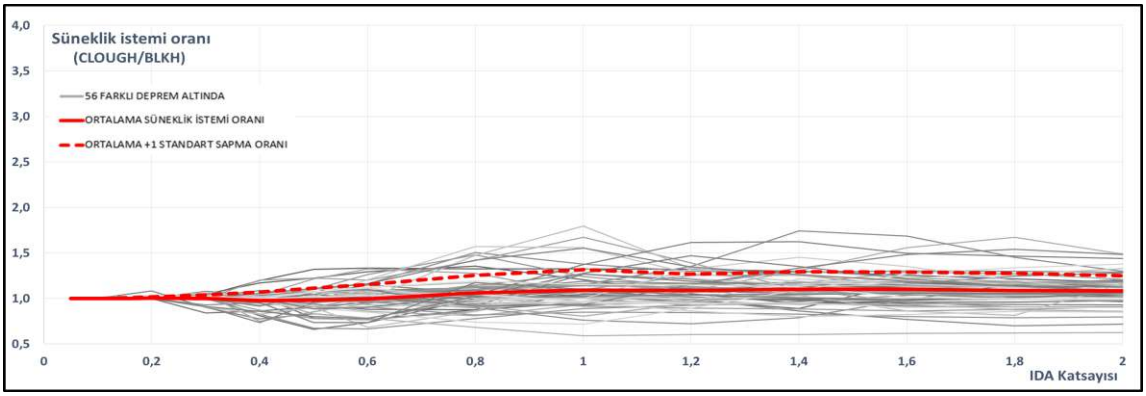
Şekil C.149: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



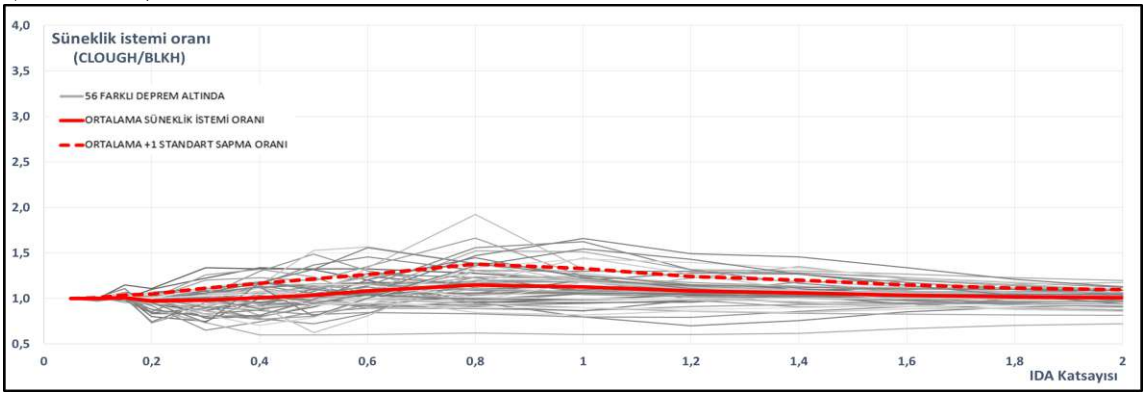
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



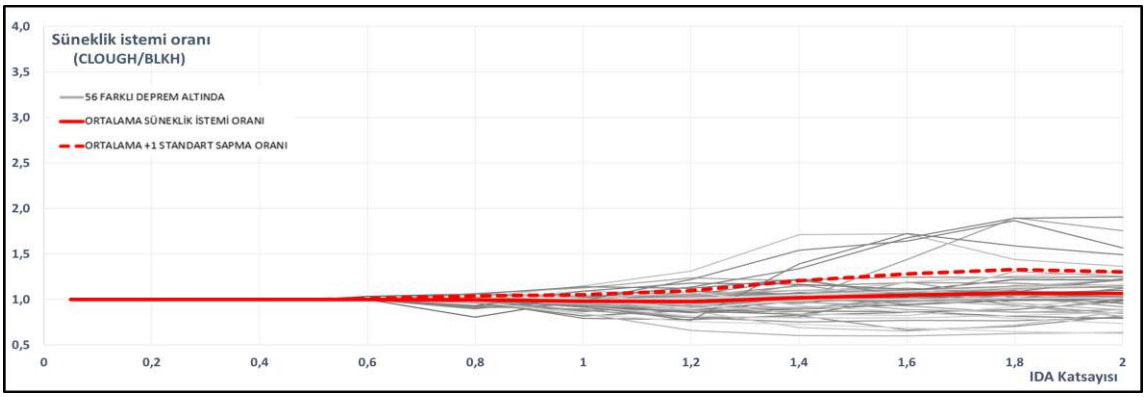
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



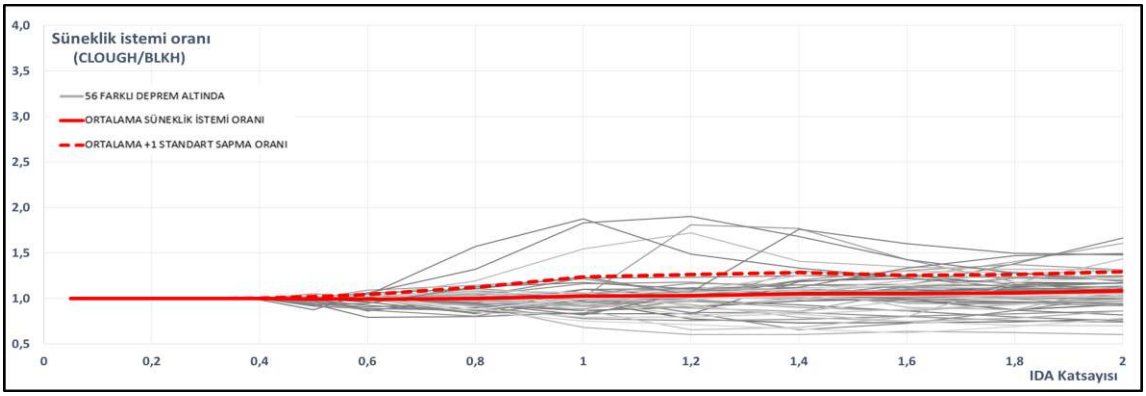
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 0,9s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

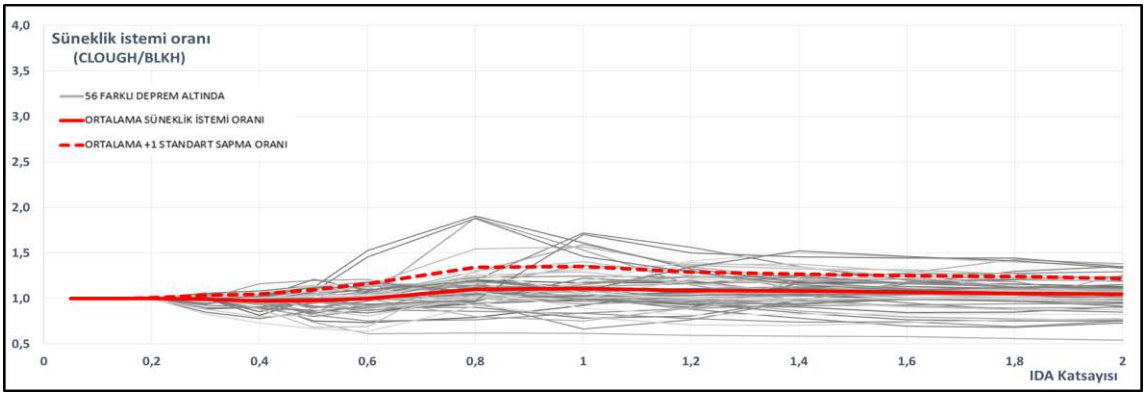
Şekil C.150: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



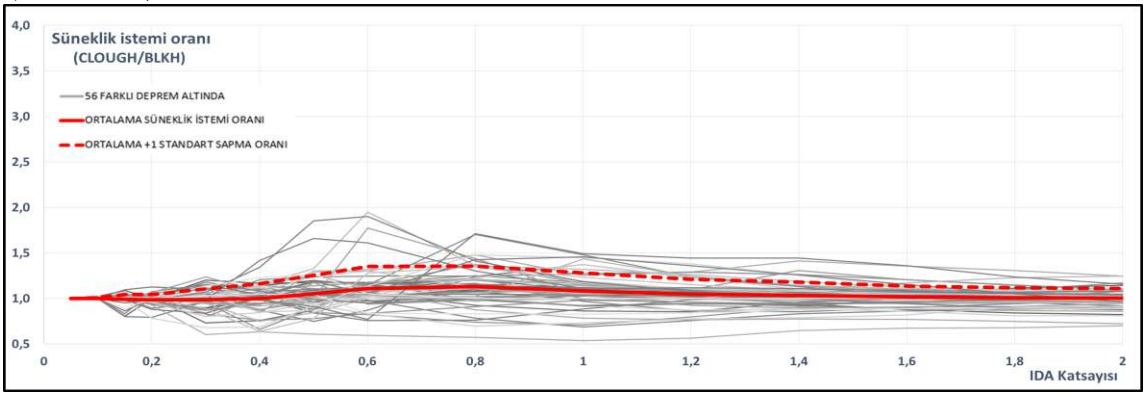
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



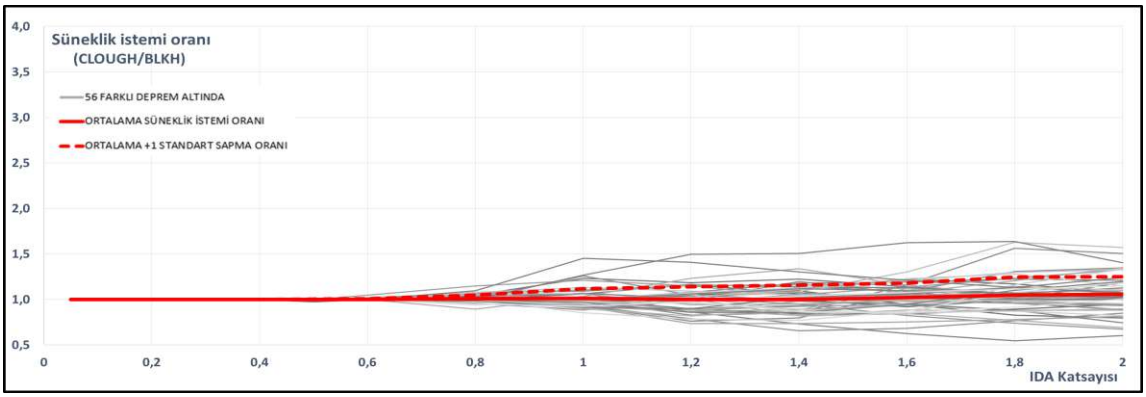
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



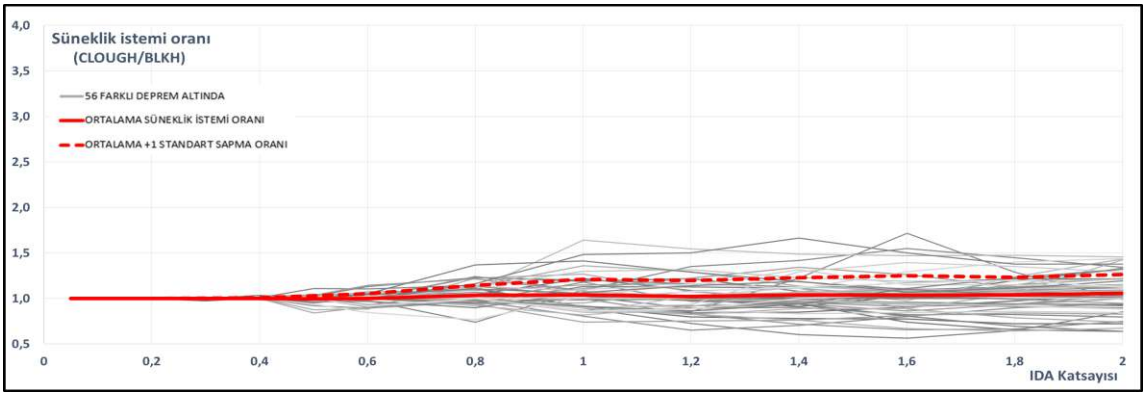
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

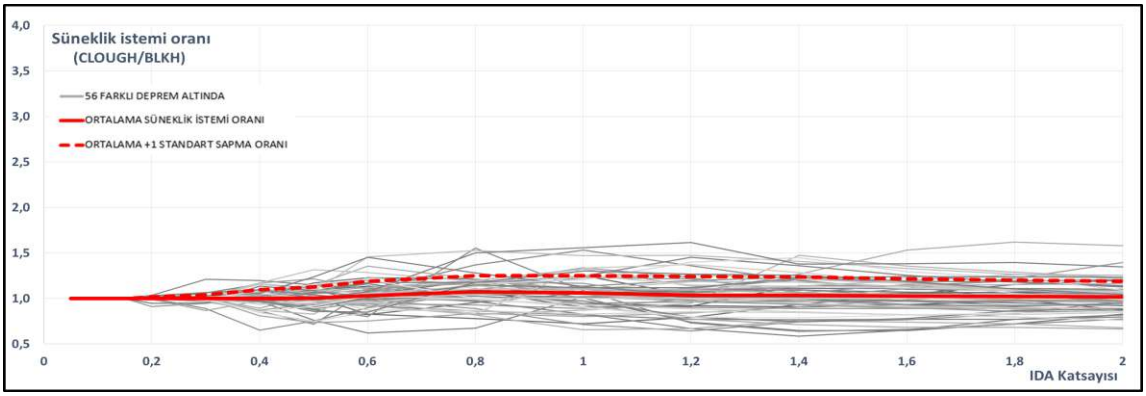
Şekil C.151: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



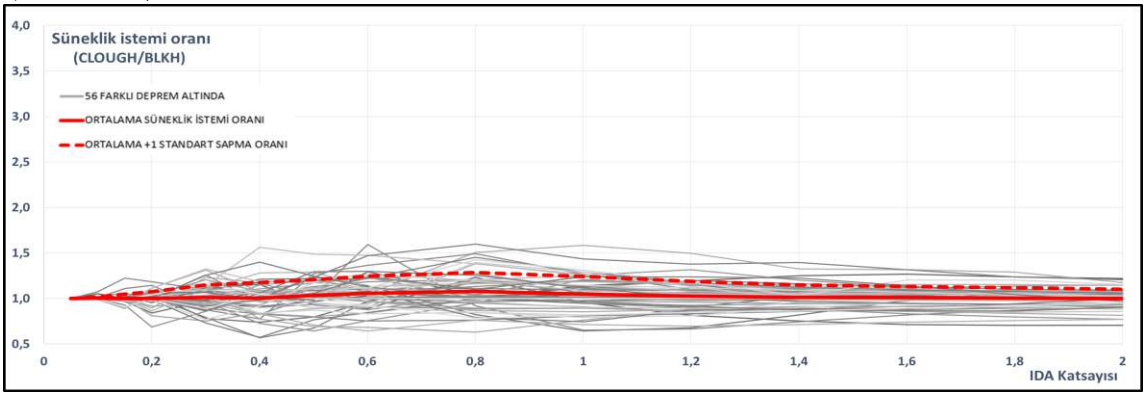
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



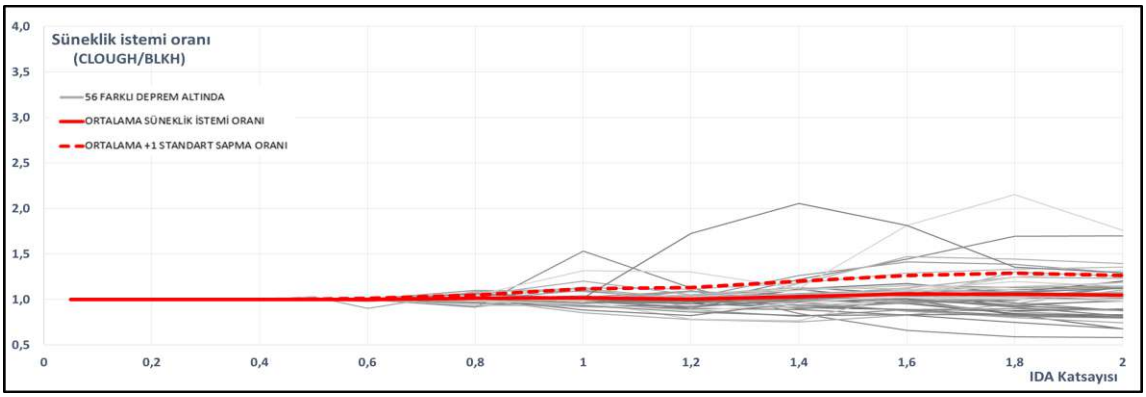
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



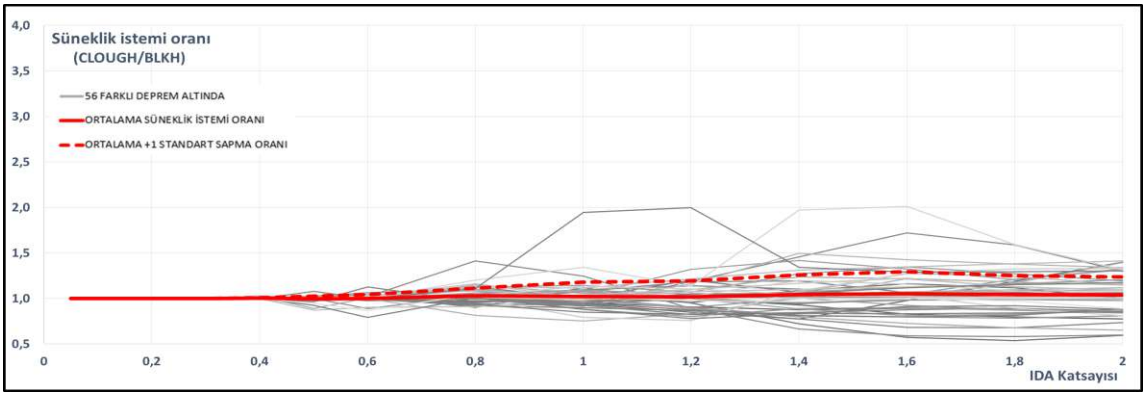
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,2s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

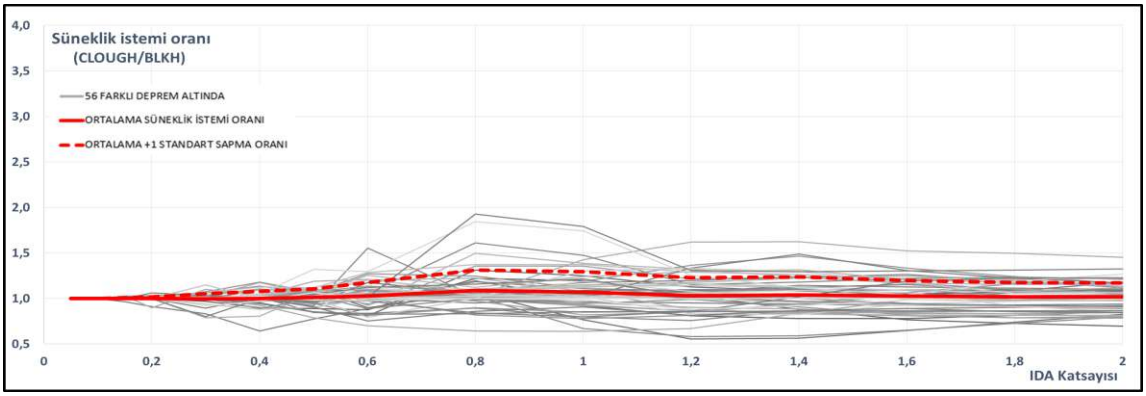
Şekil C.152: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



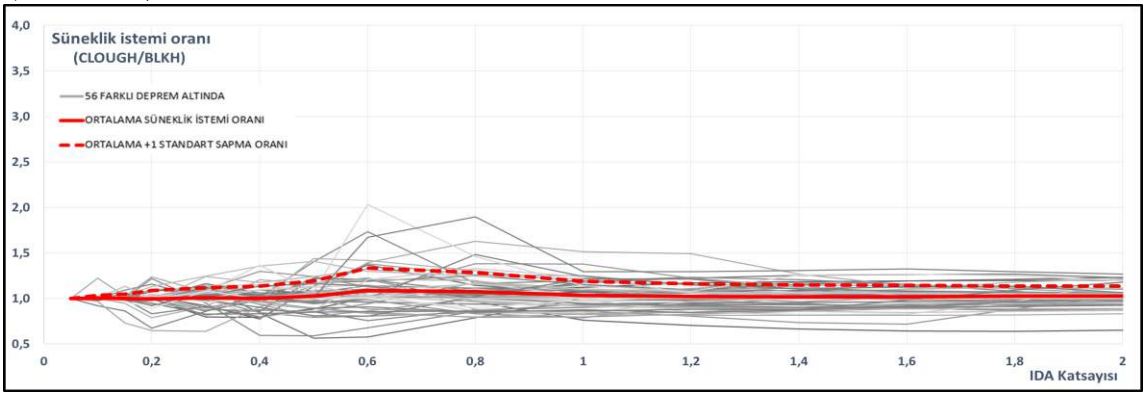
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



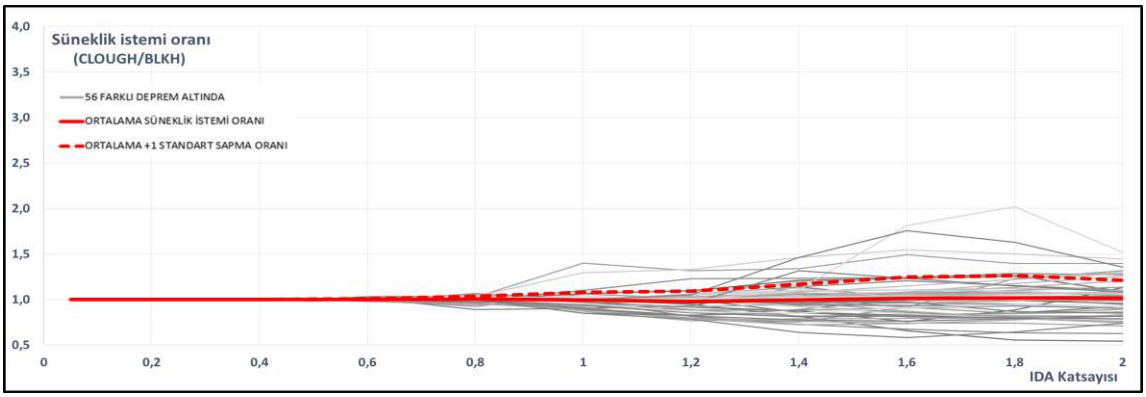
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



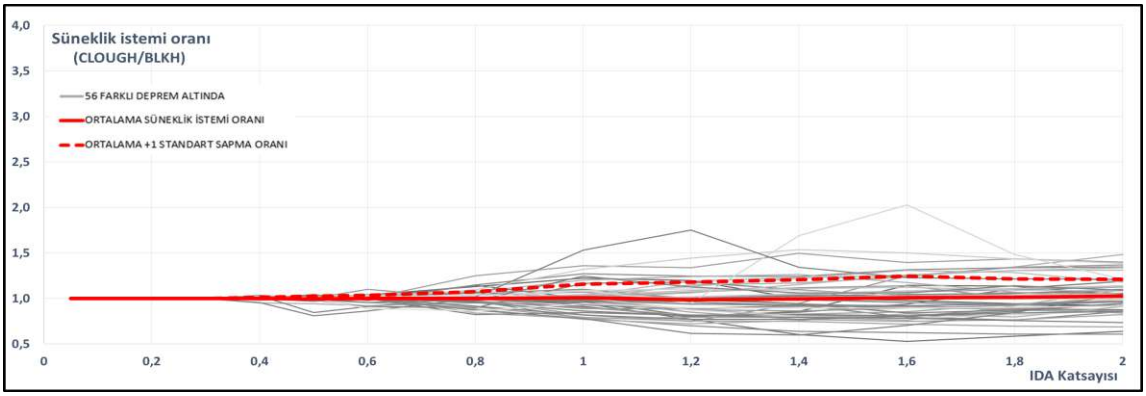
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,4s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

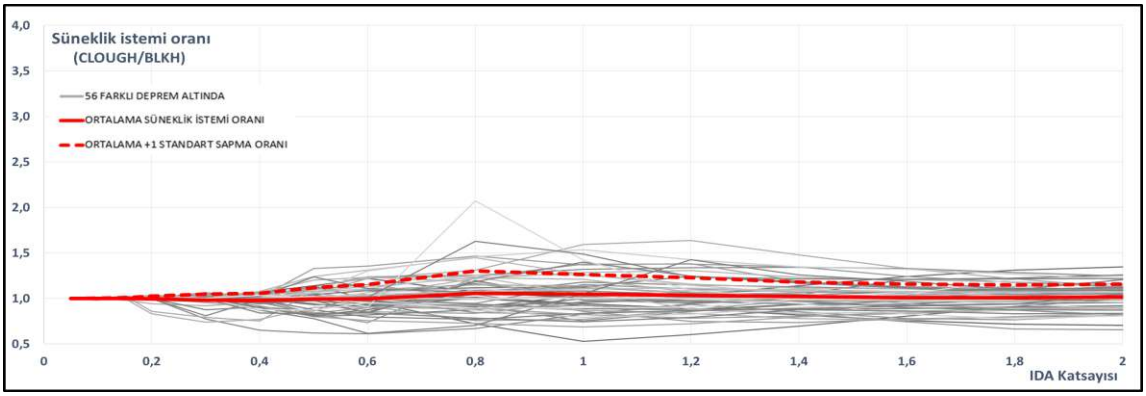
Şekil C.153: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



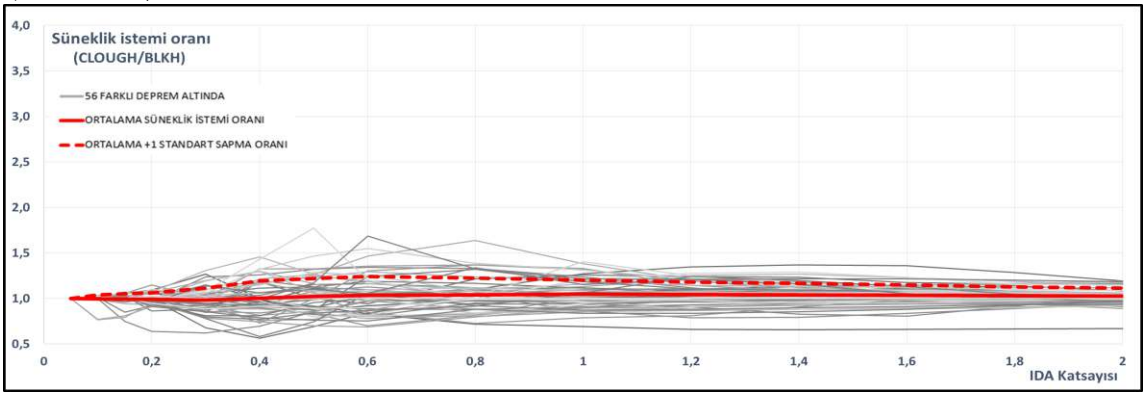
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



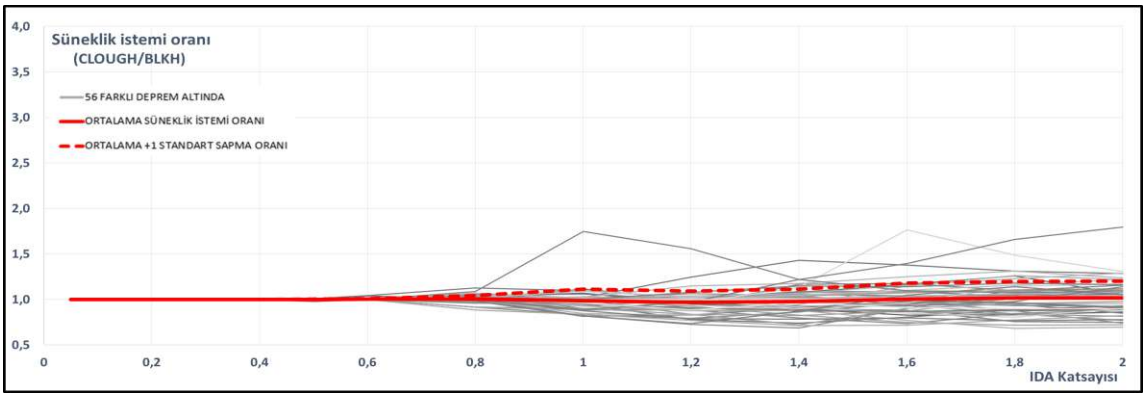
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



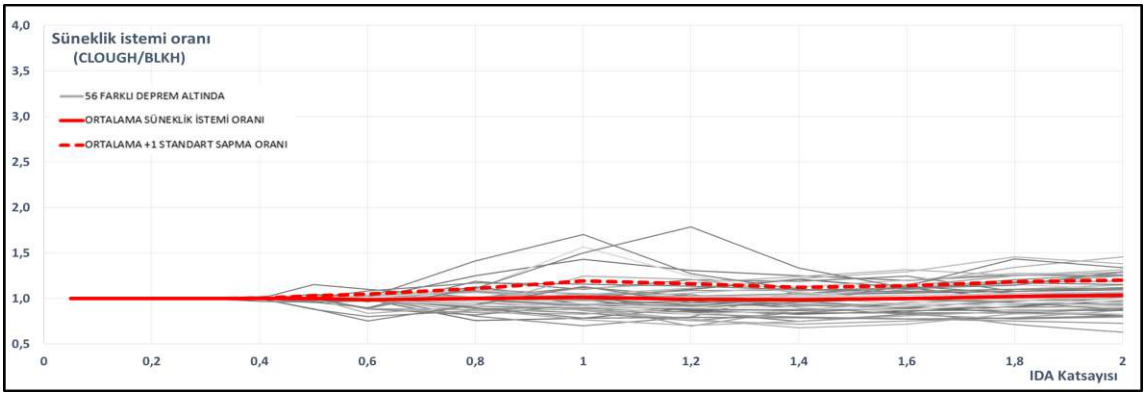
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,6s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

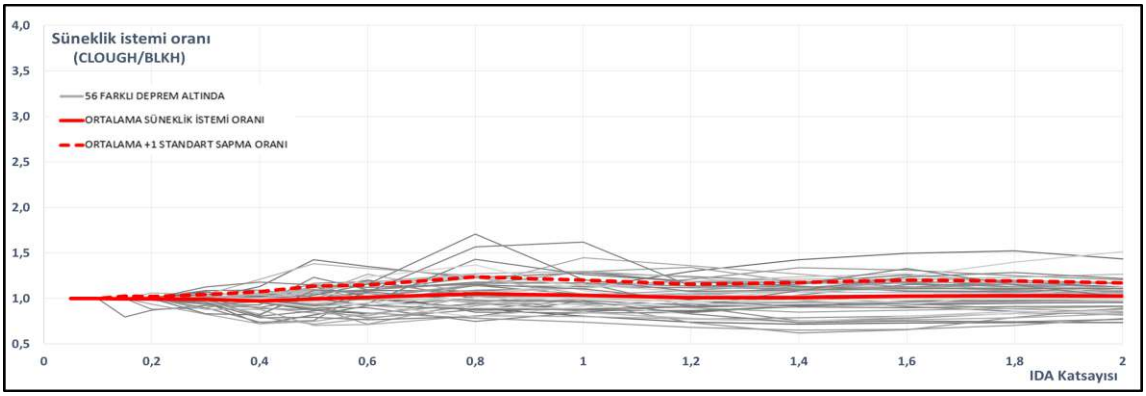
Şekil C.154: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



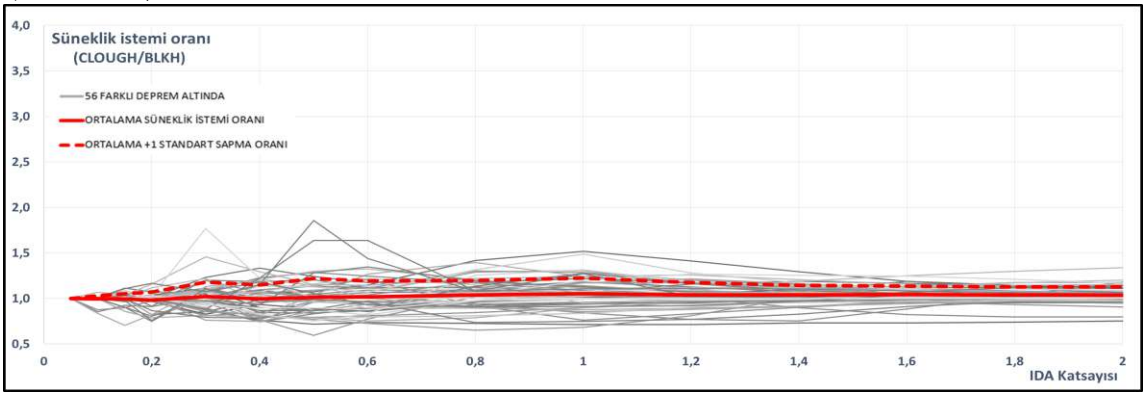
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



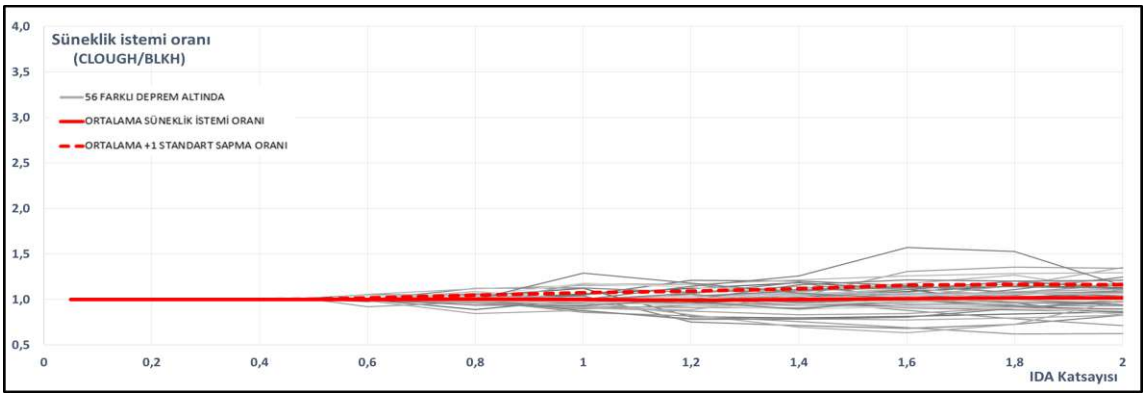
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



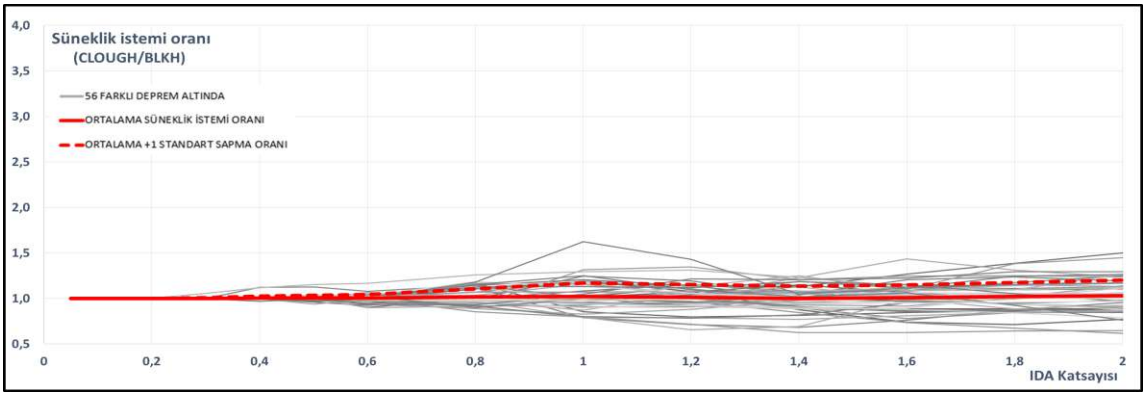
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 1,8s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

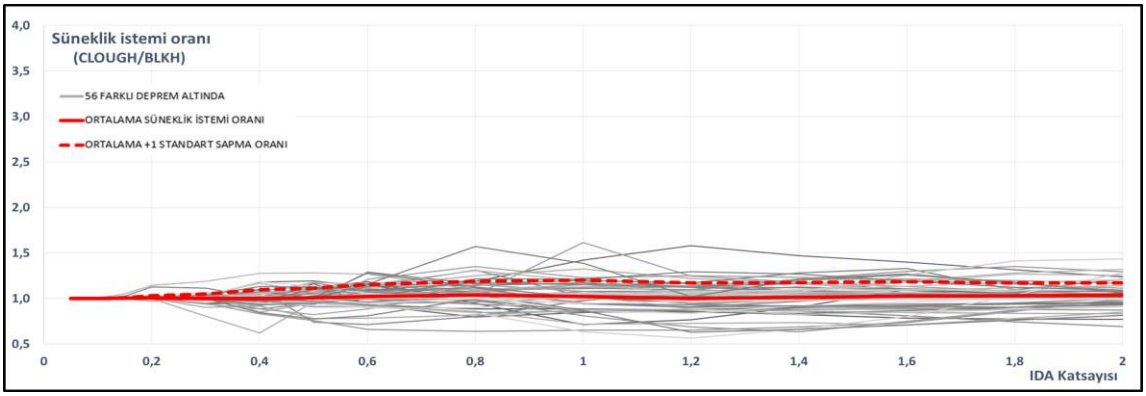
Şekil C.155: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



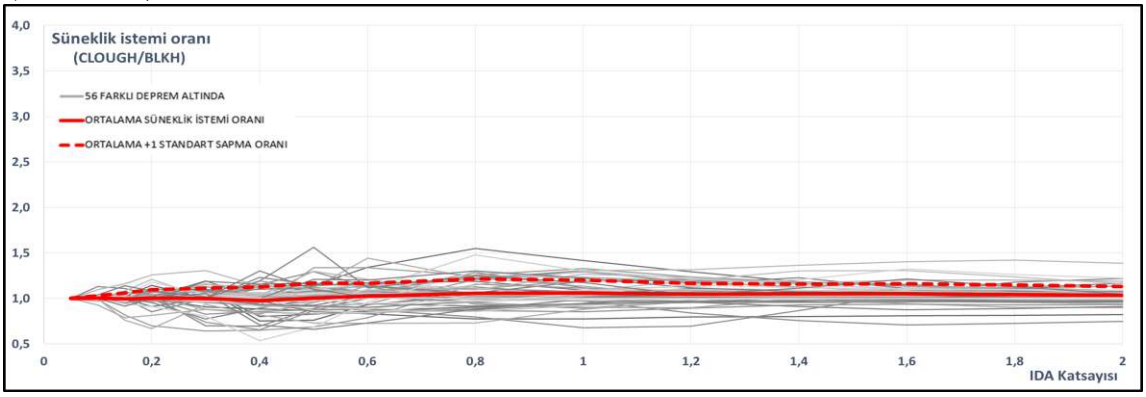
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



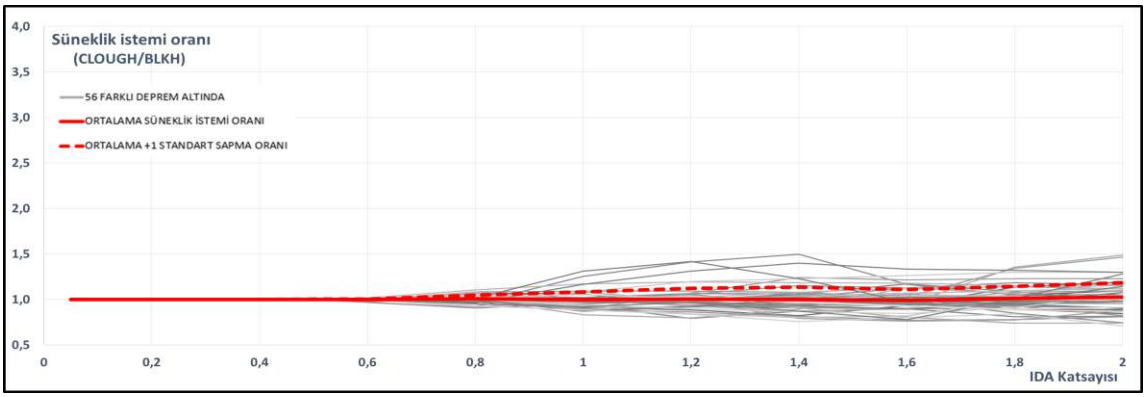
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



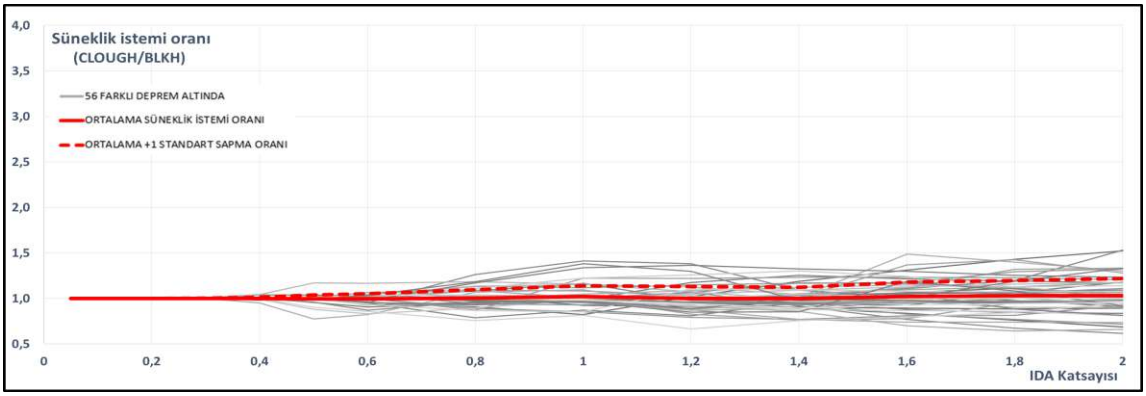
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

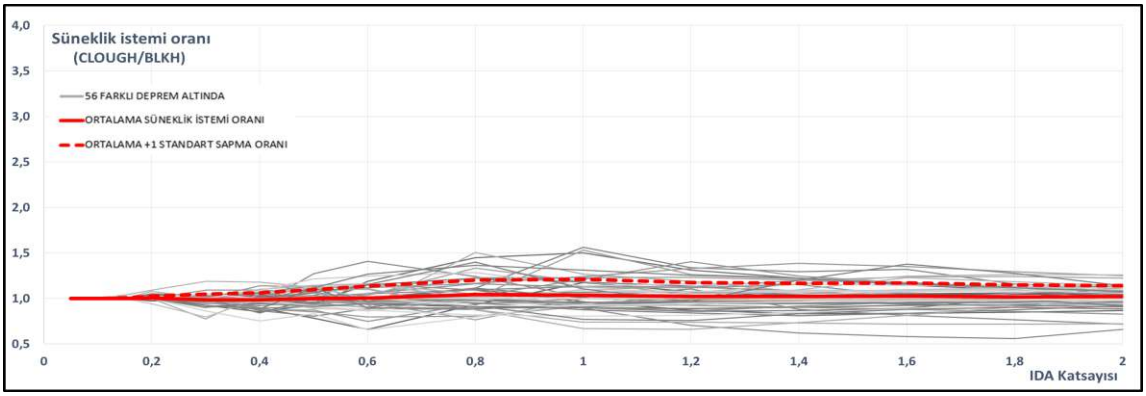
Şekil C.156: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



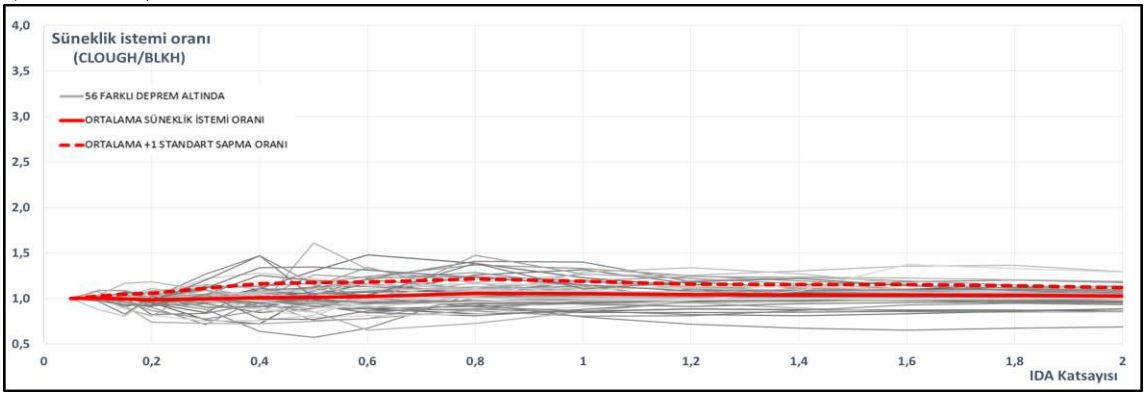
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



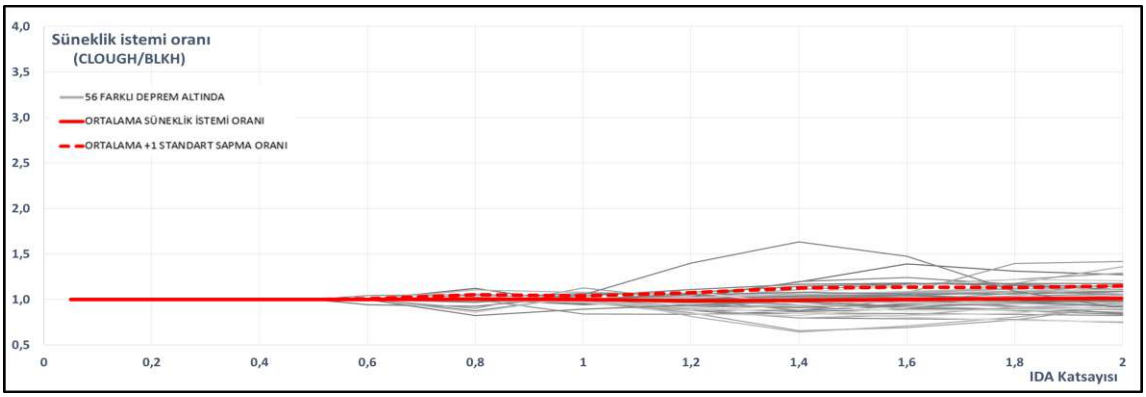
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



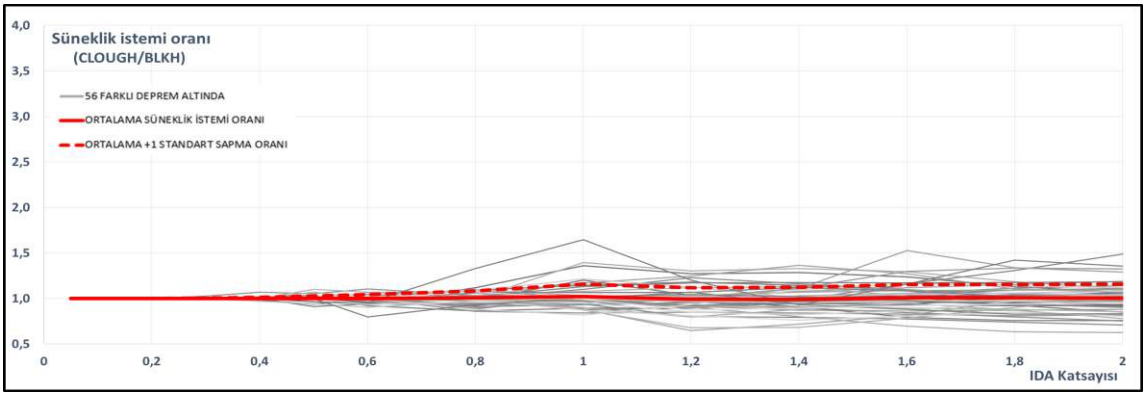
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,25s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

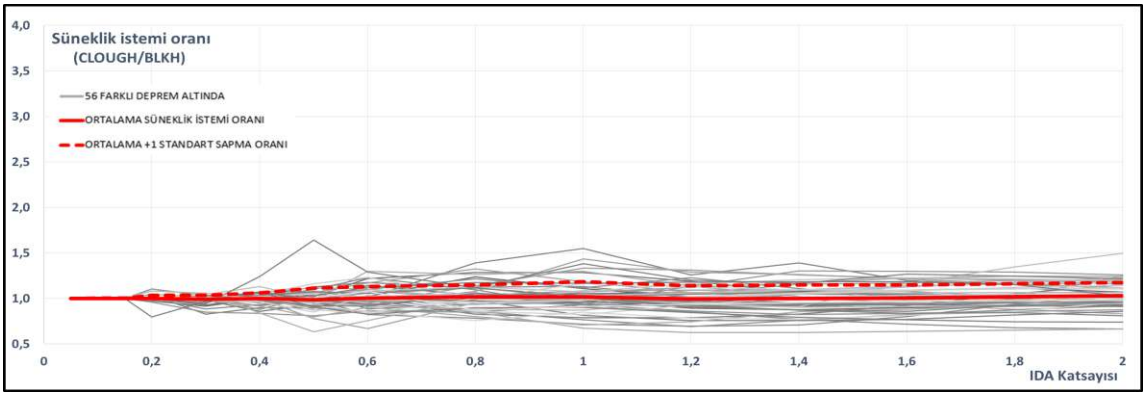
Şekil C.157: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



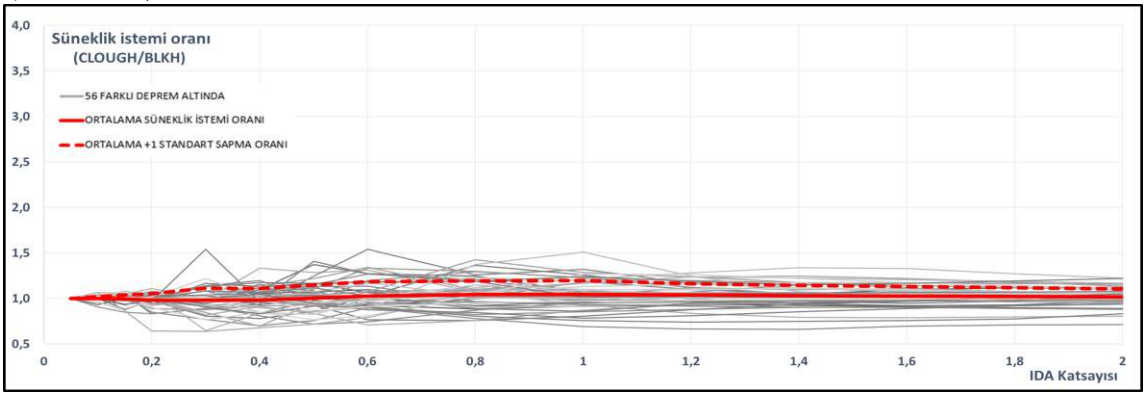
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



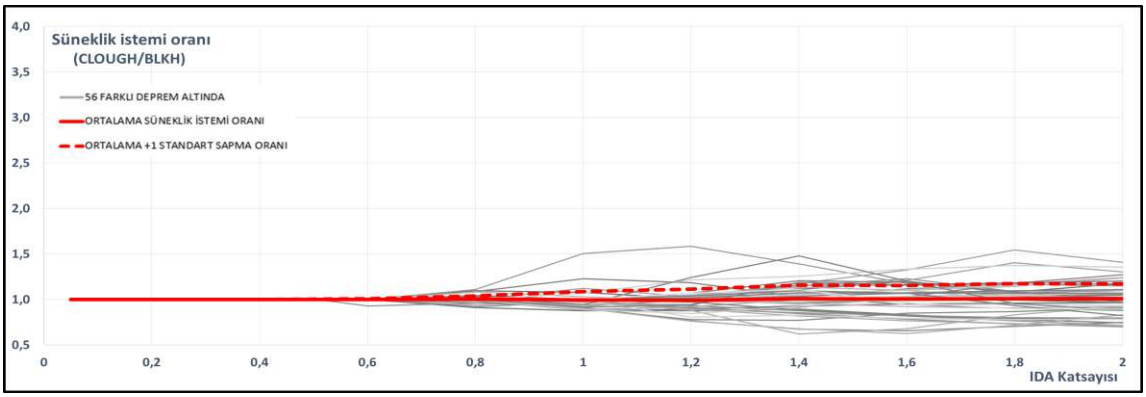
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



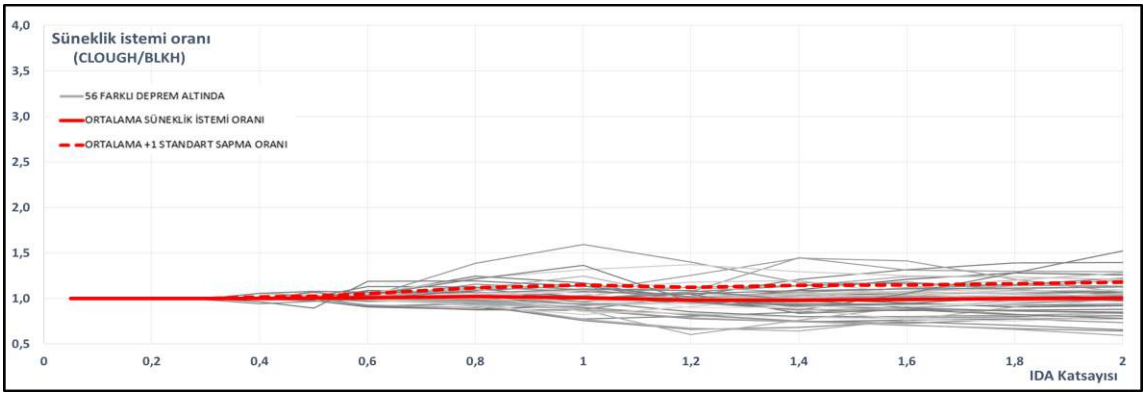
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,5s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

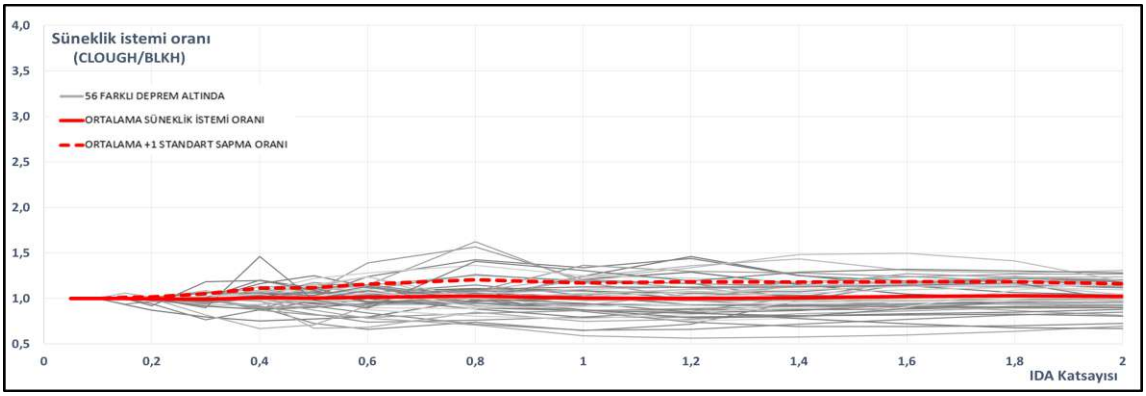
Şekil C.158: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



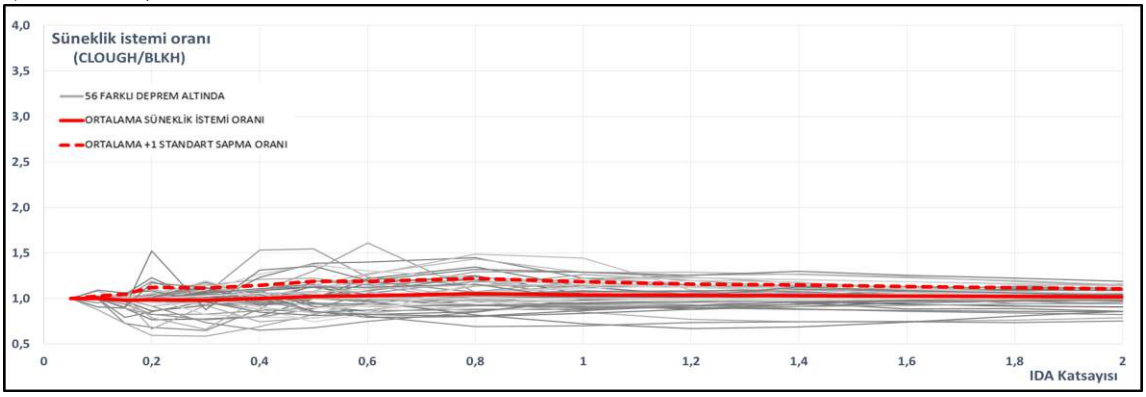
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



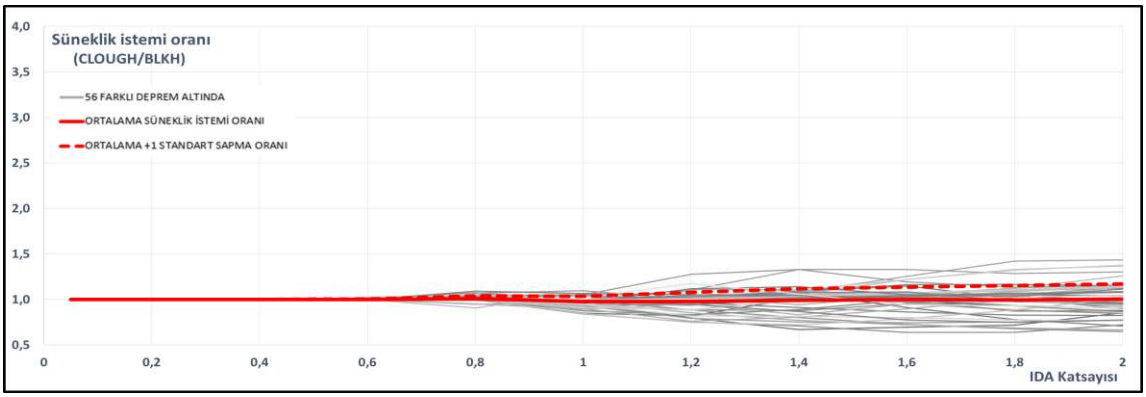
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



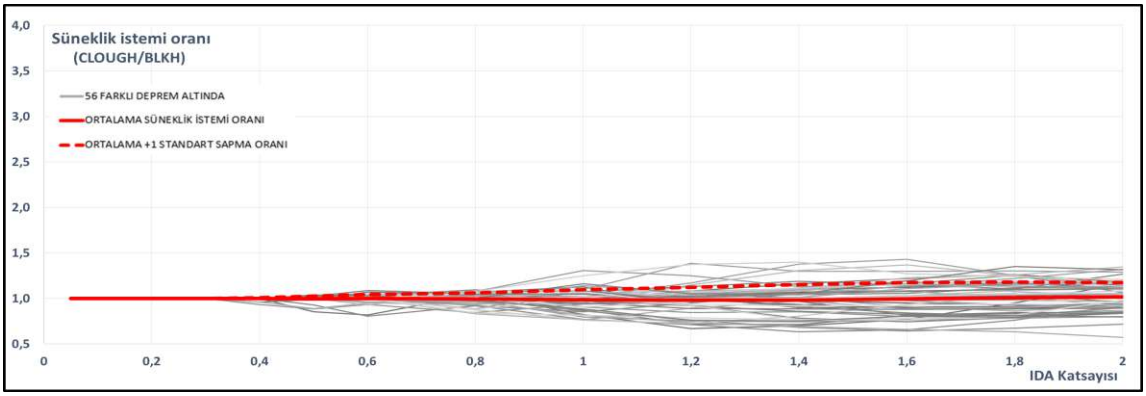
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 2,75s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

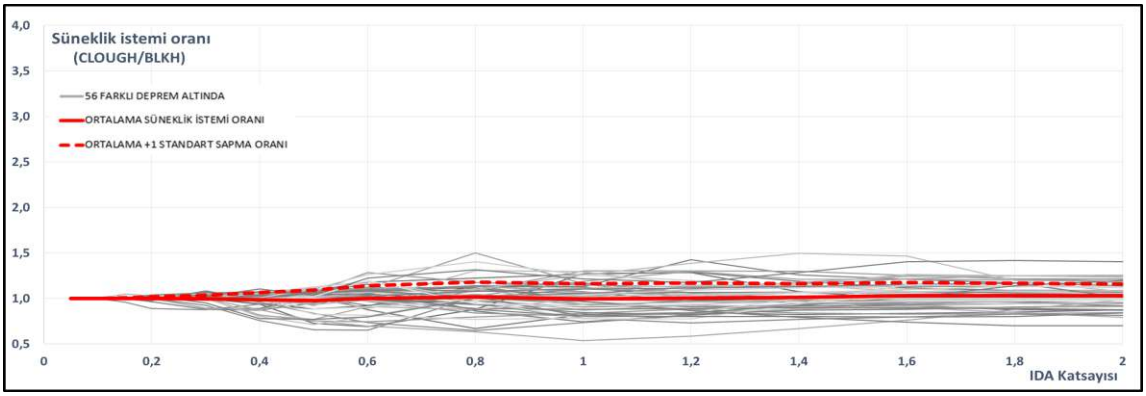
Şekil C.159: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



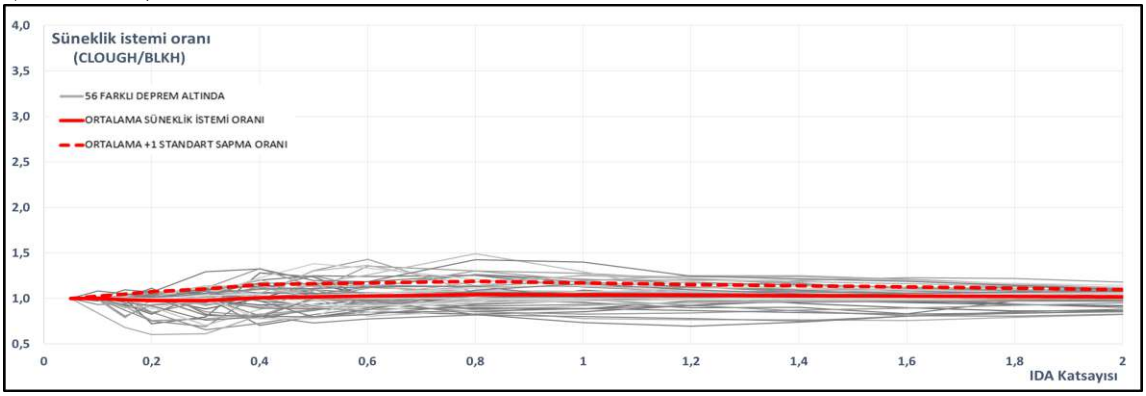
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



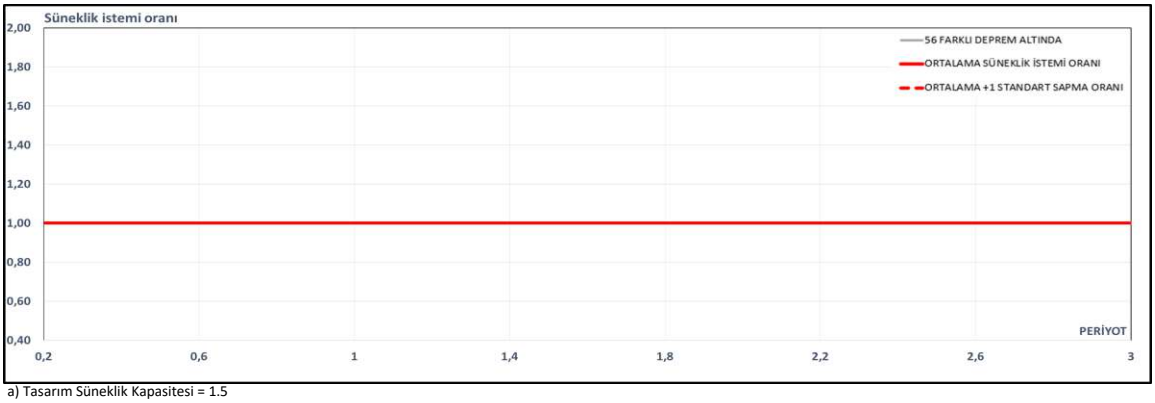
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



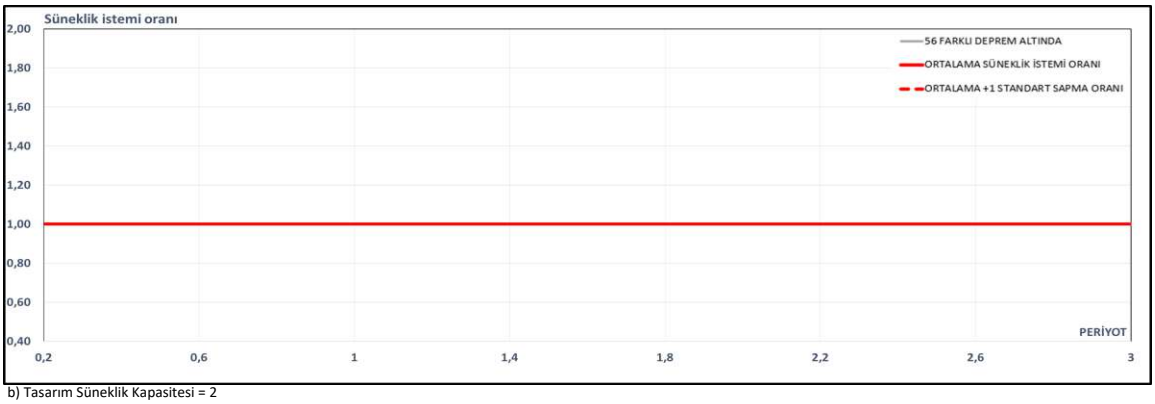
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, doğal titreşim periyodu Tn = 3,0s olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin,
56 farklı deprem kaydı altında)

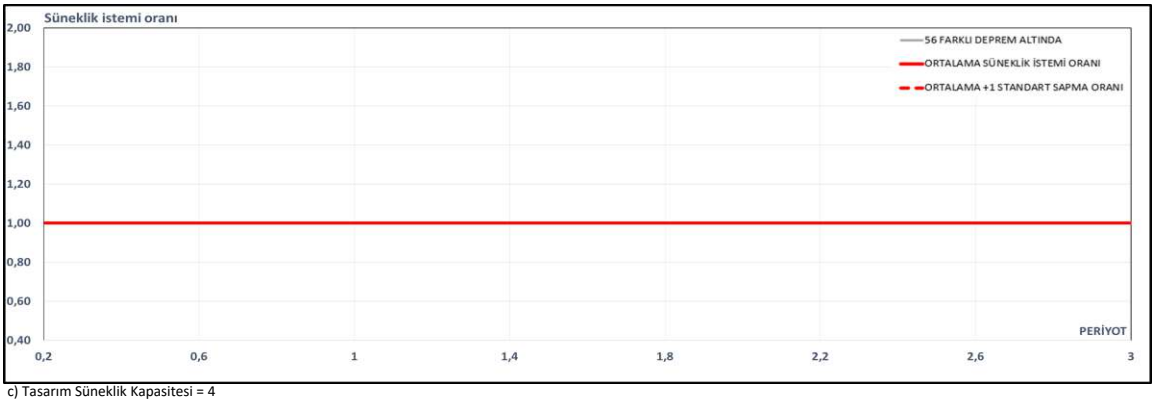
Şekil C.160: Artımsal dinamik analiz sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



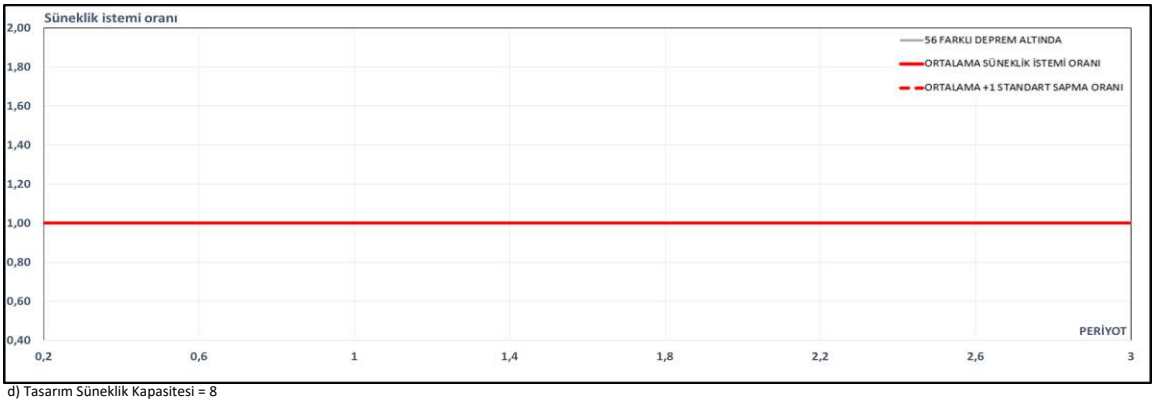
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

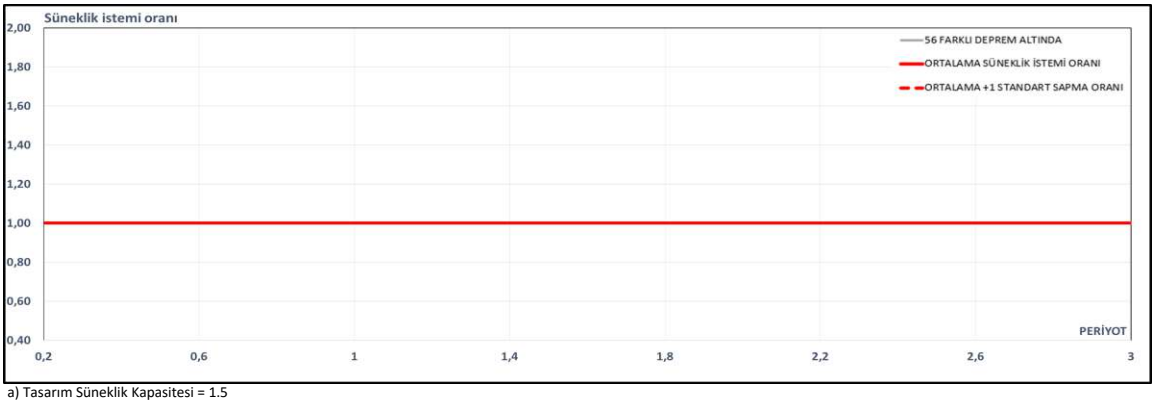


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

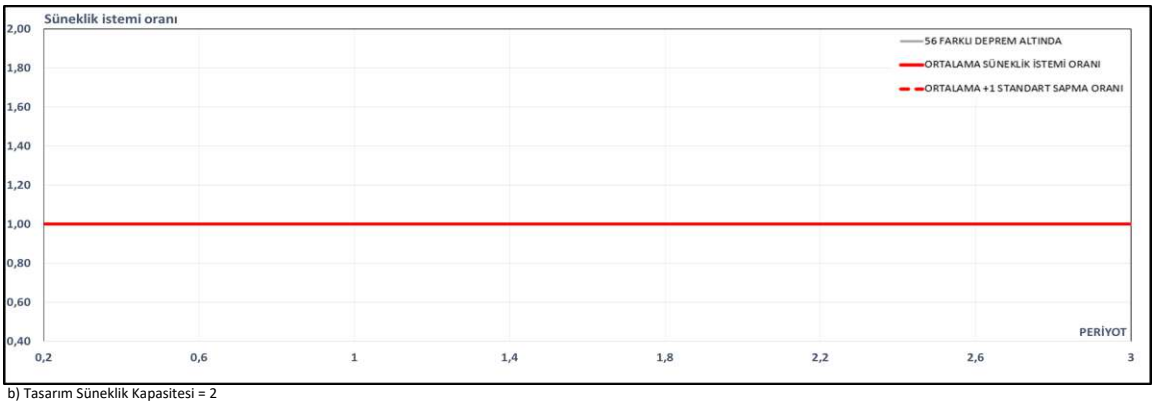


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

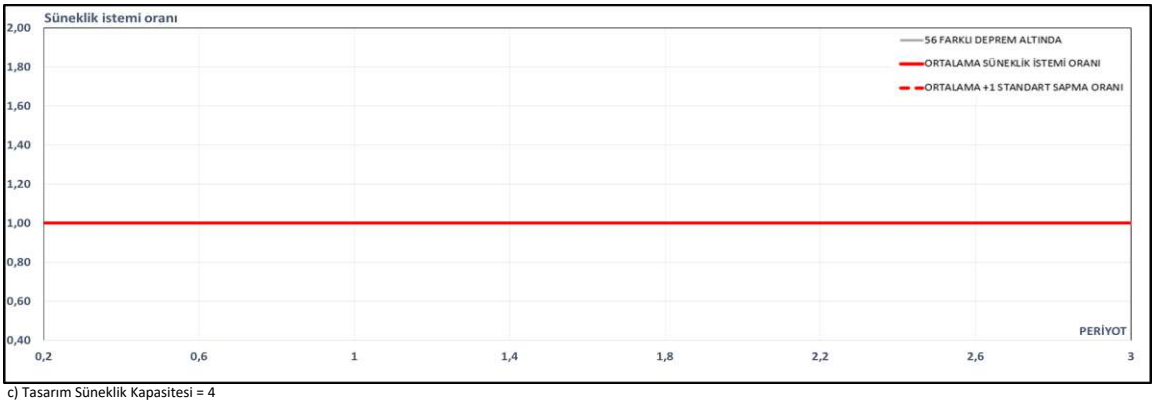
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,05 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.161: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



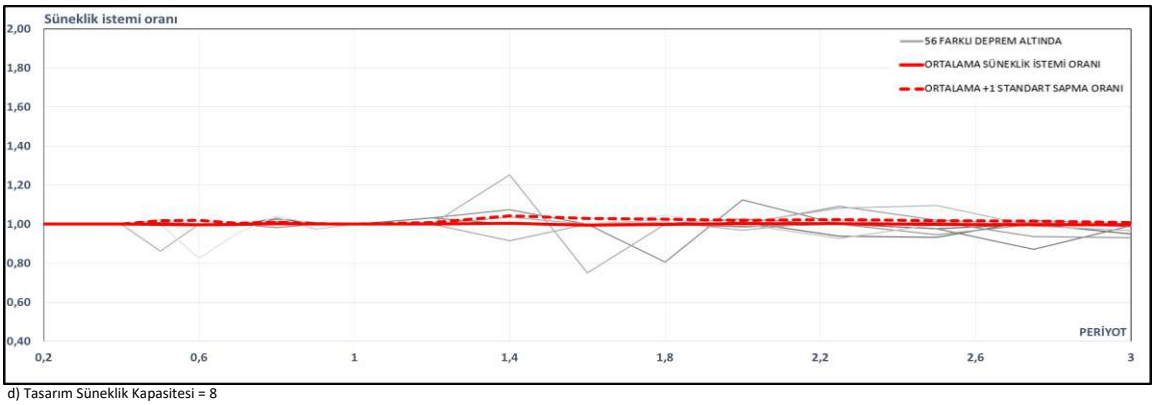
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

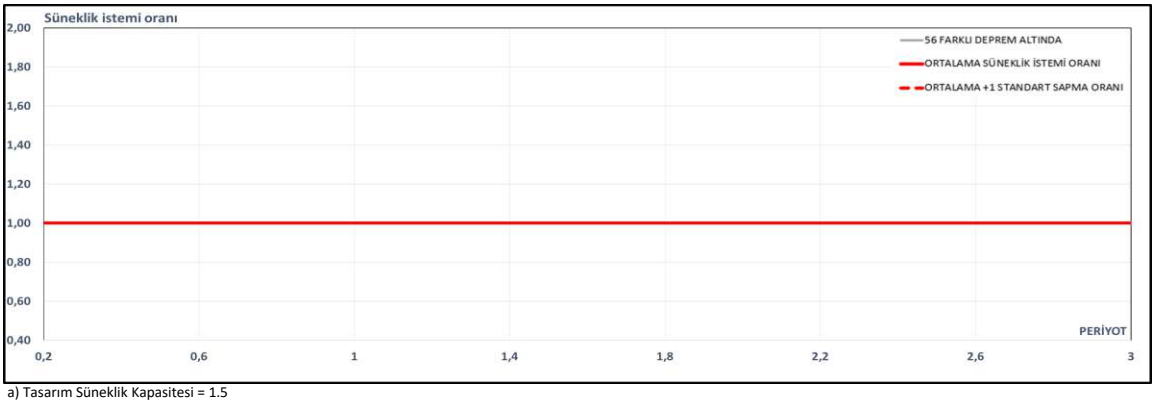


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

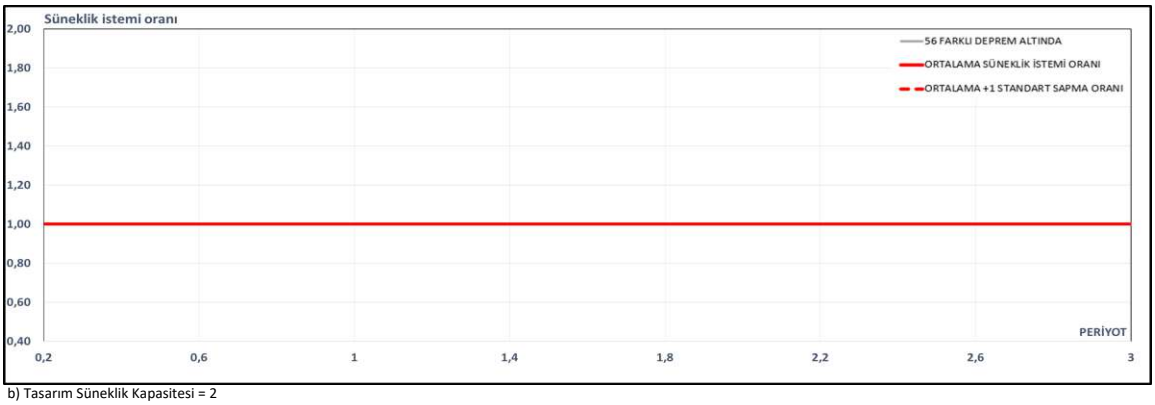


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

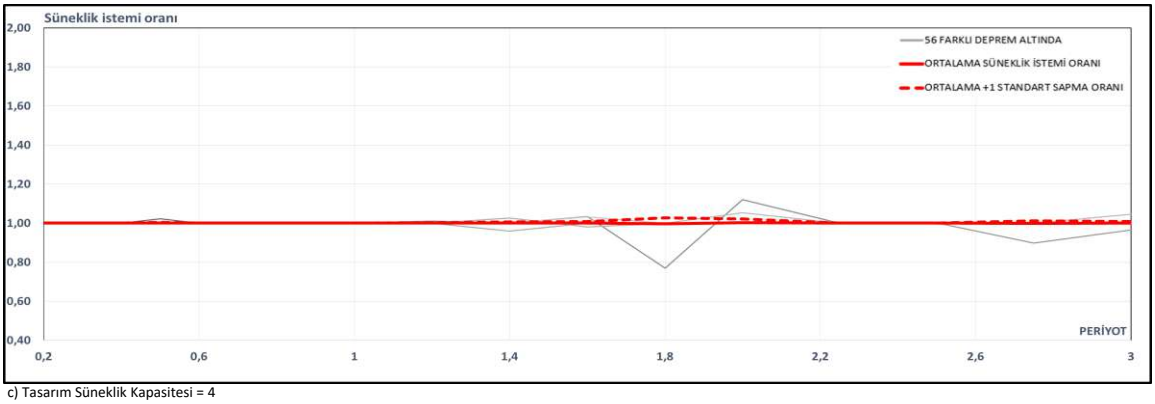
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.162: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



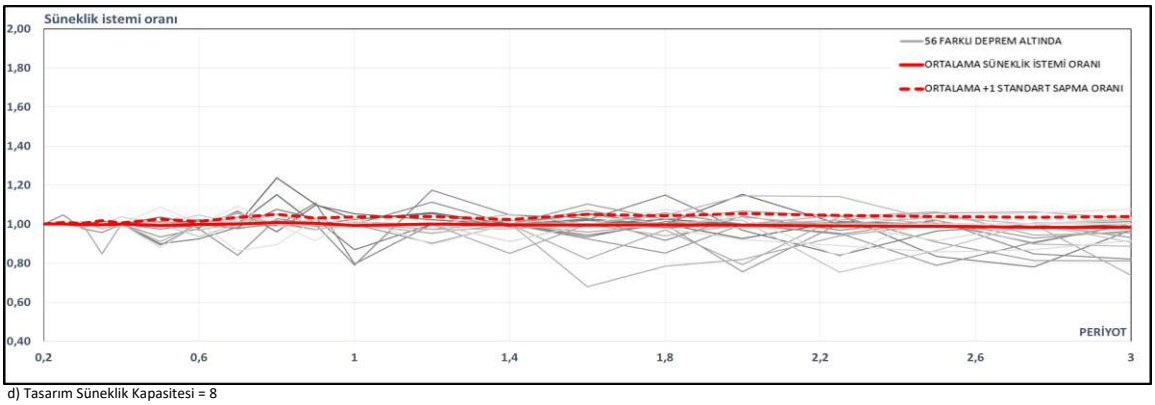
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

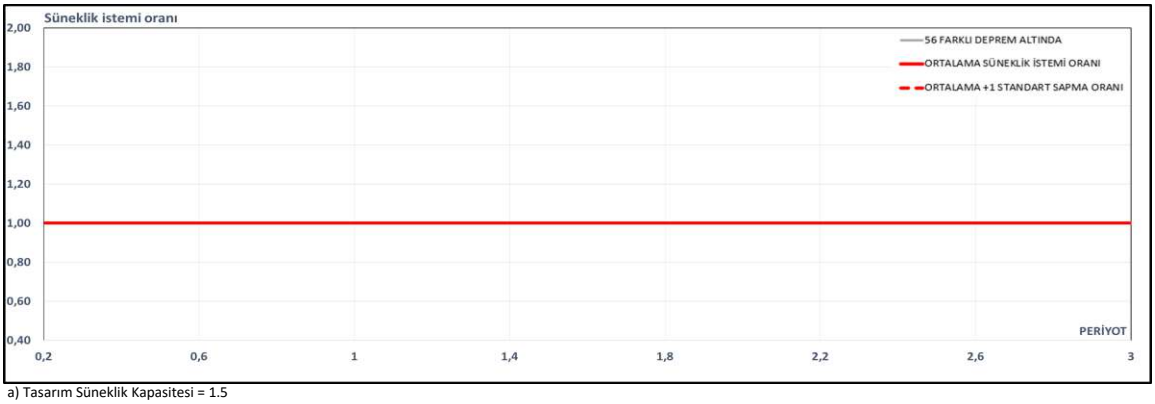


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

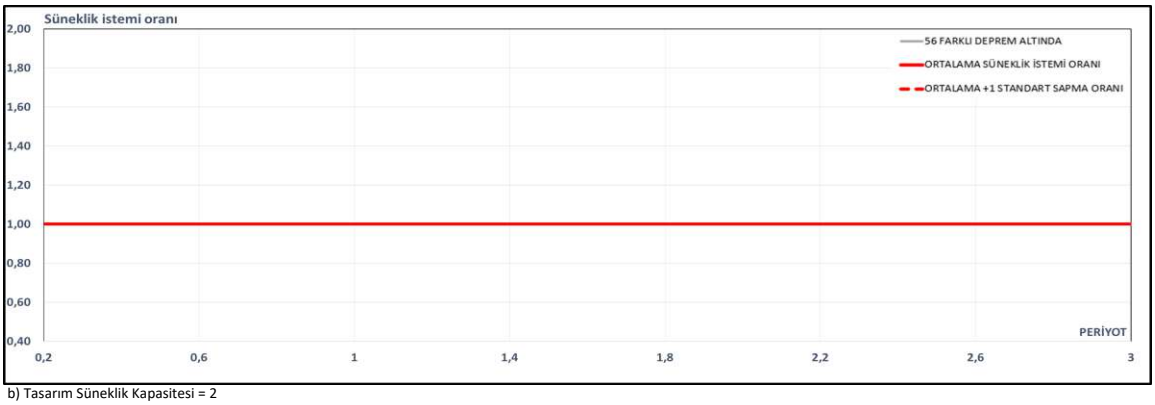


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

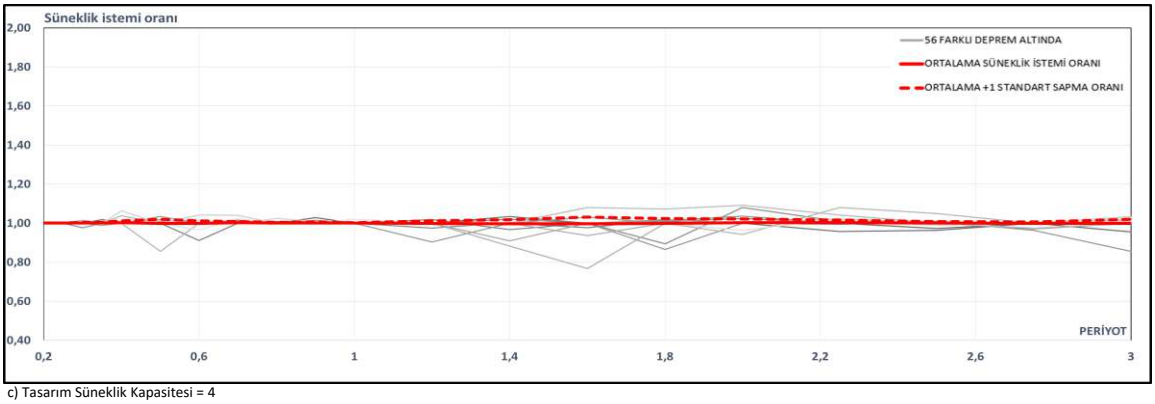
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,15 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.163: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



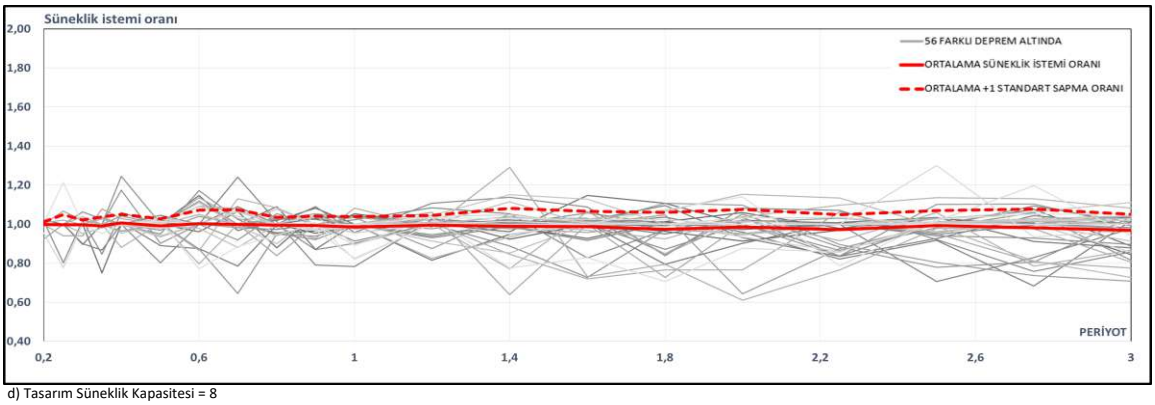
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

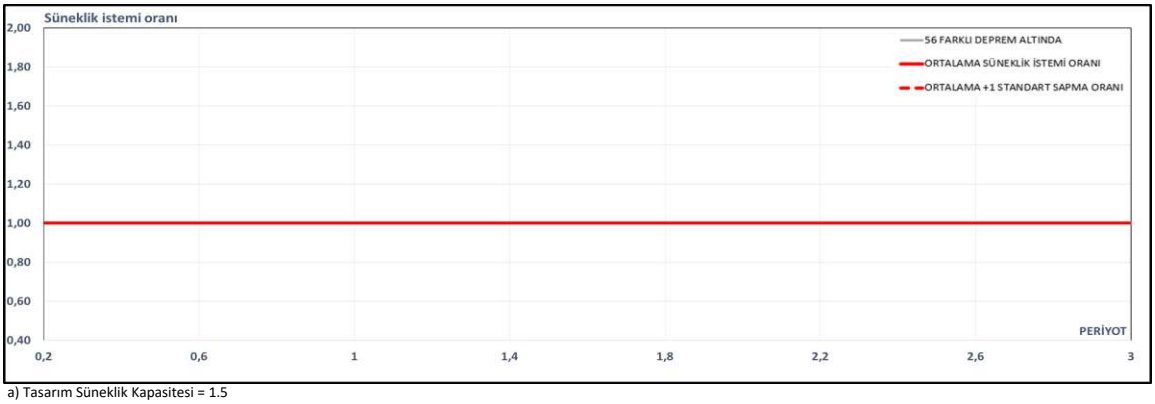


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

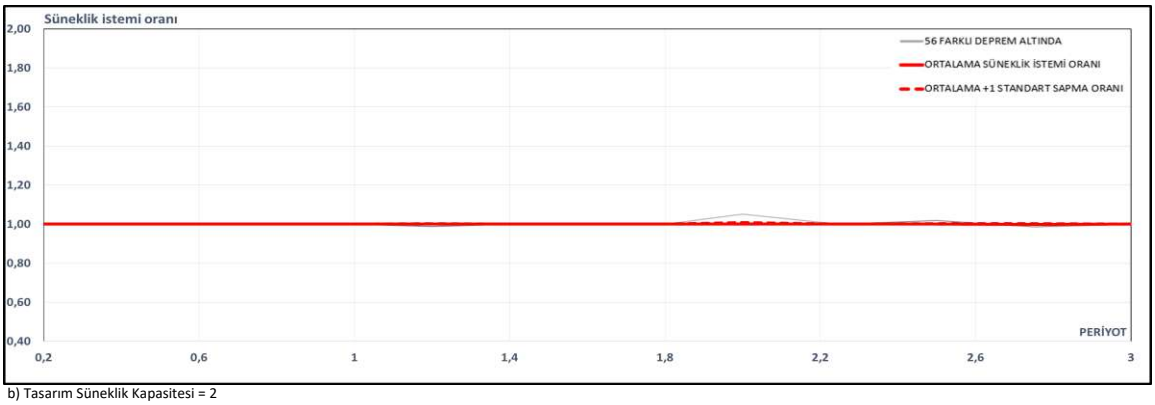


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

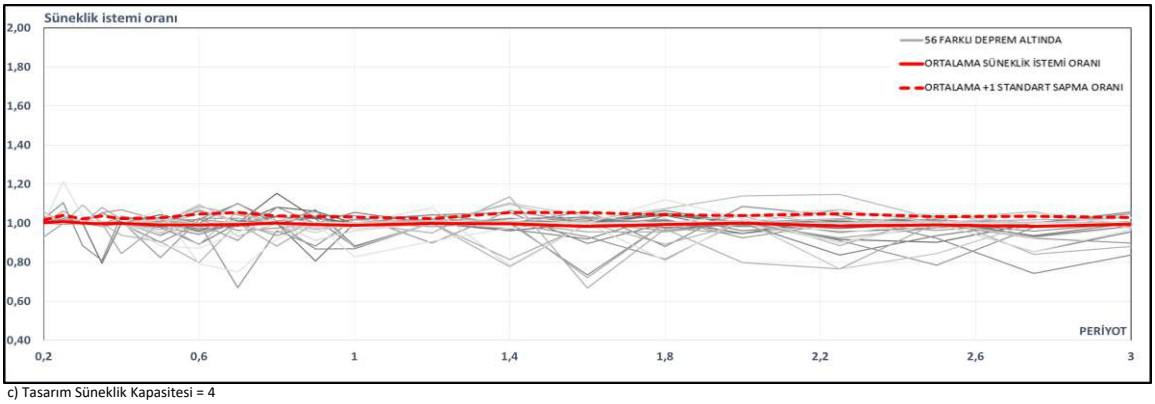
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.164: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



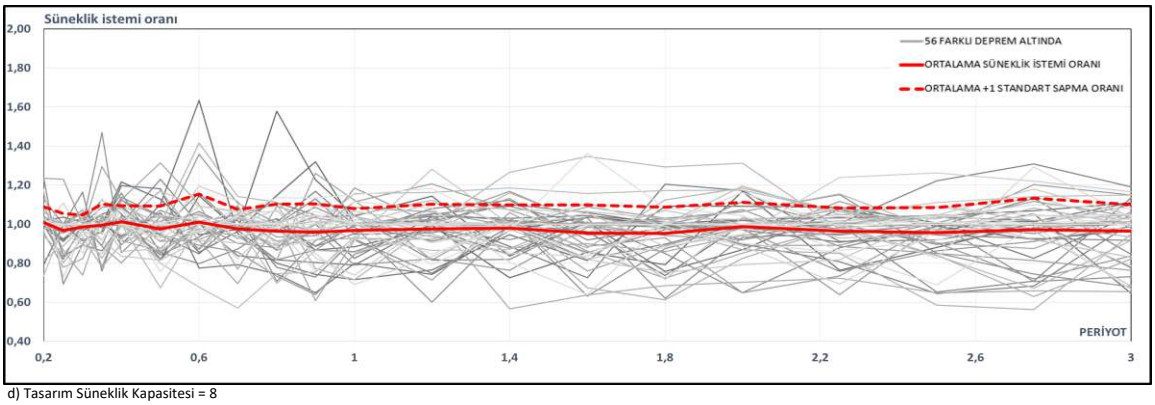
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

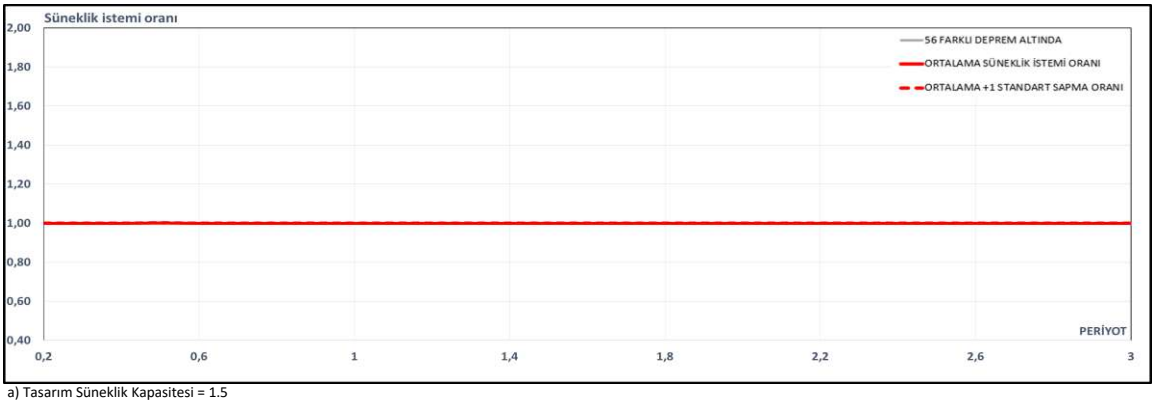


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

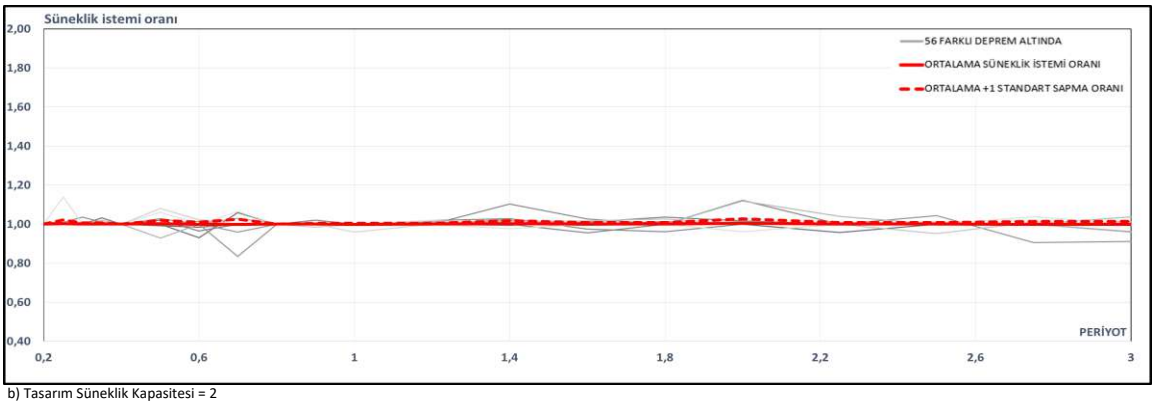


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

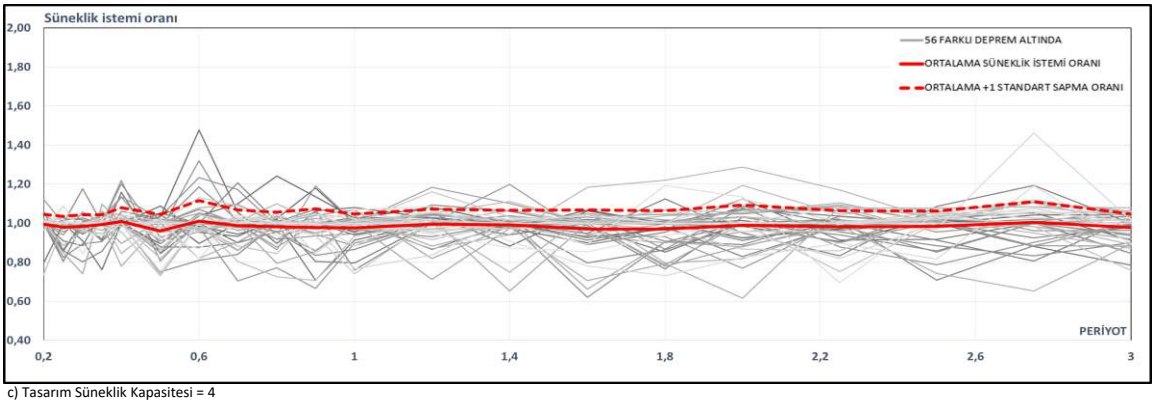
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,3 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.165: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



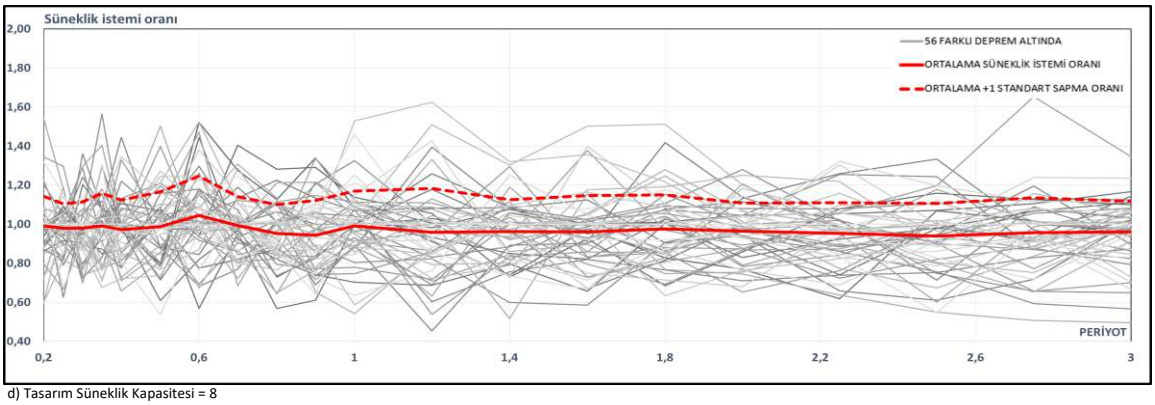
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



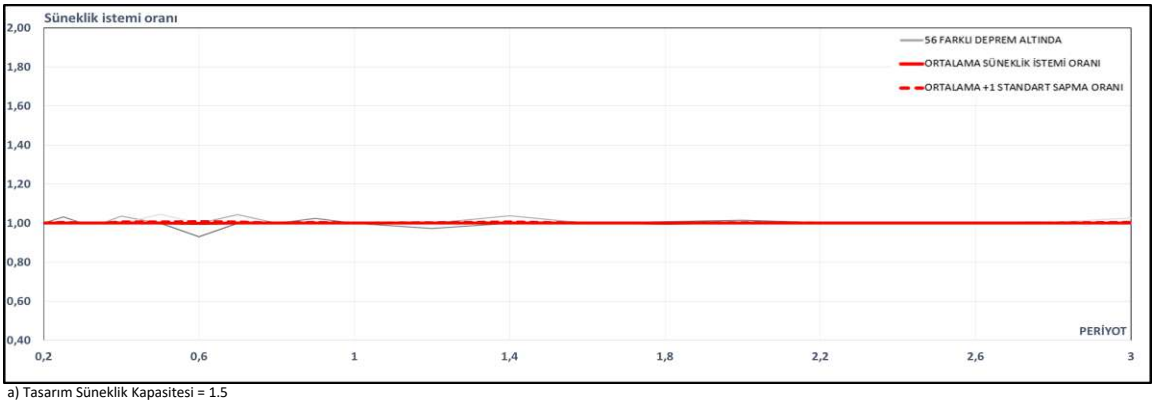
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



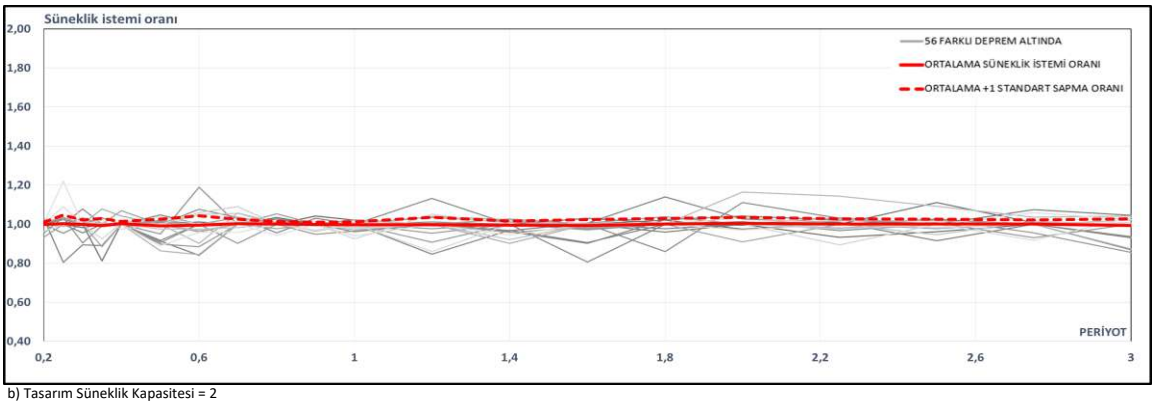
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

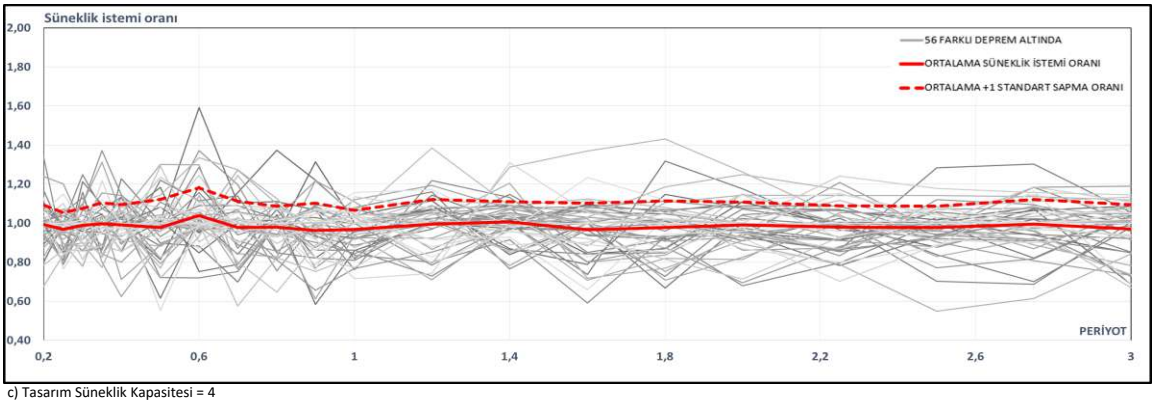
Şekil C.166: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



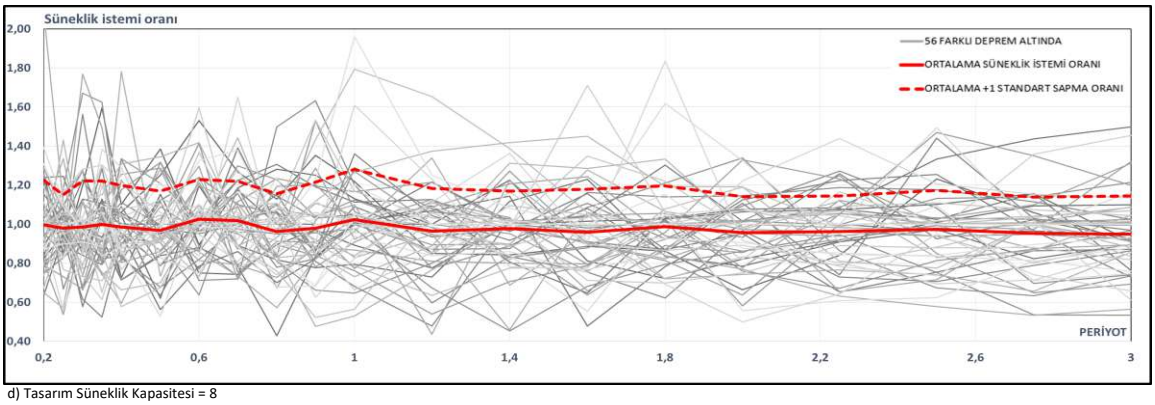
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

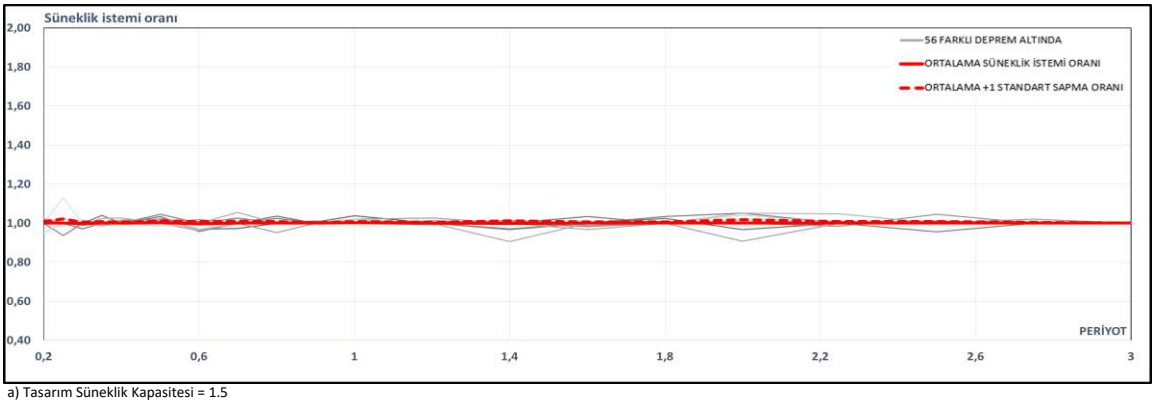


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

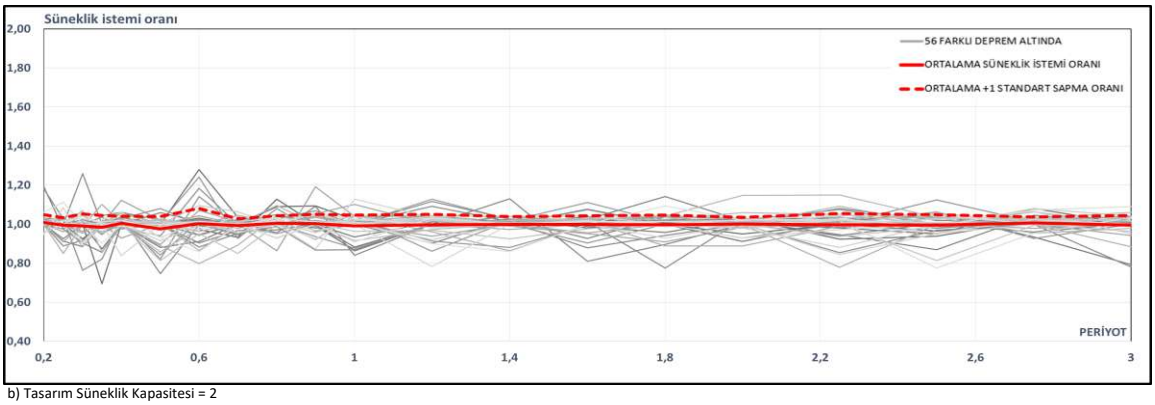


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

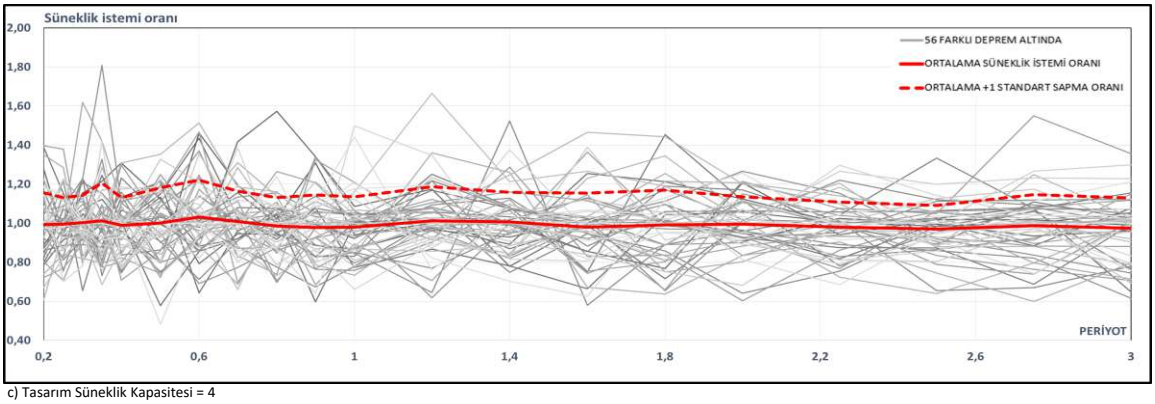
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,5 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.167: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



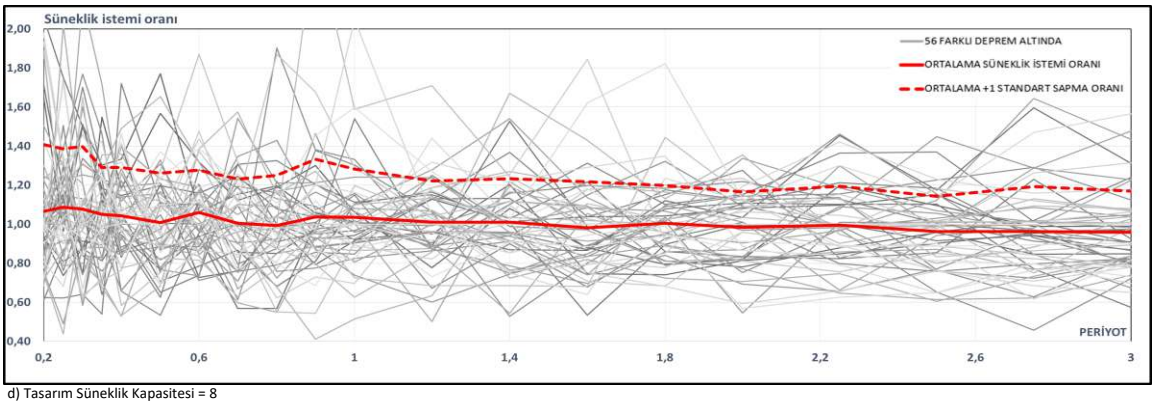
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



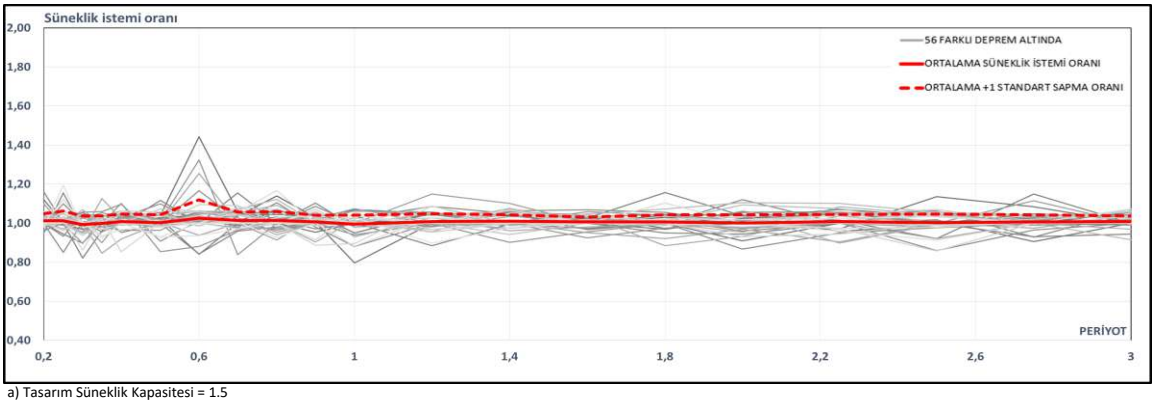
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



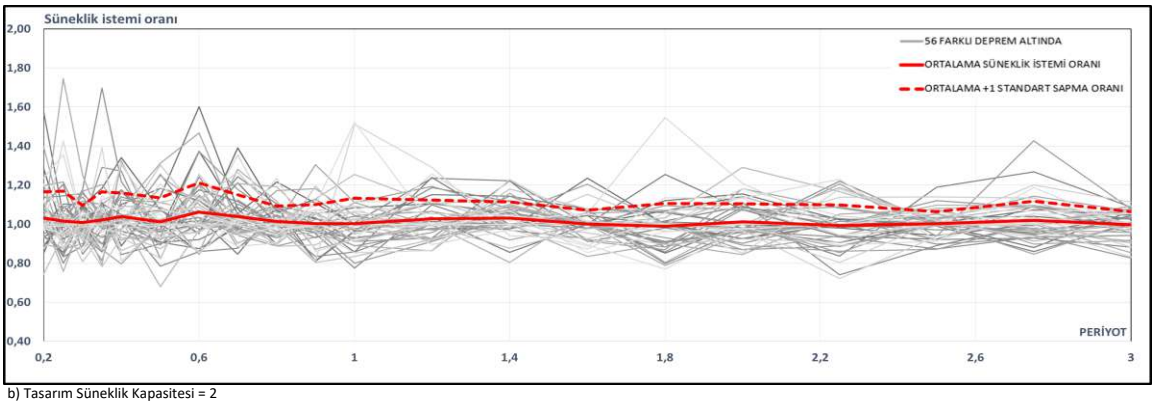
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

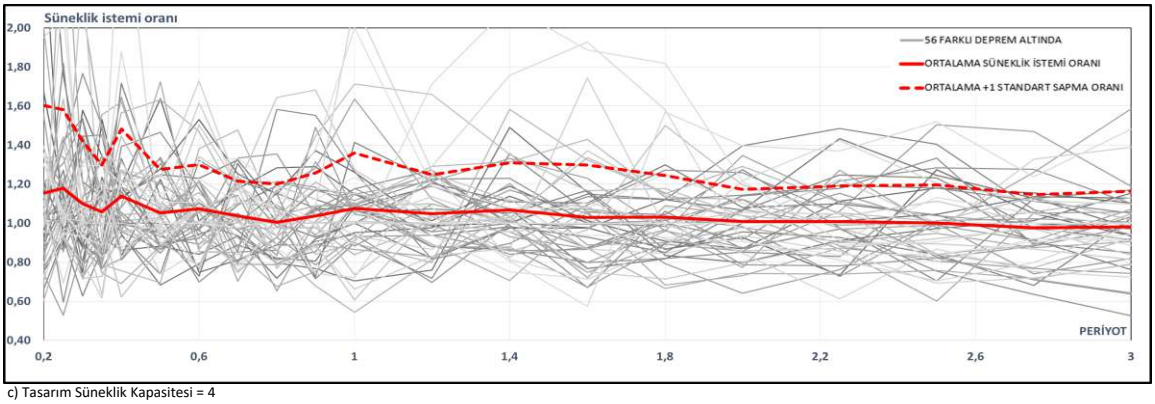
Şekil C.168: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



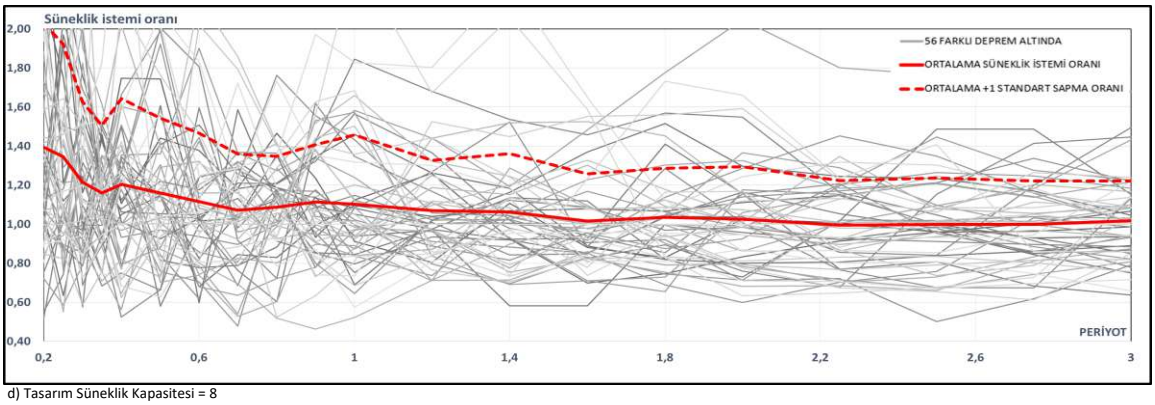
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

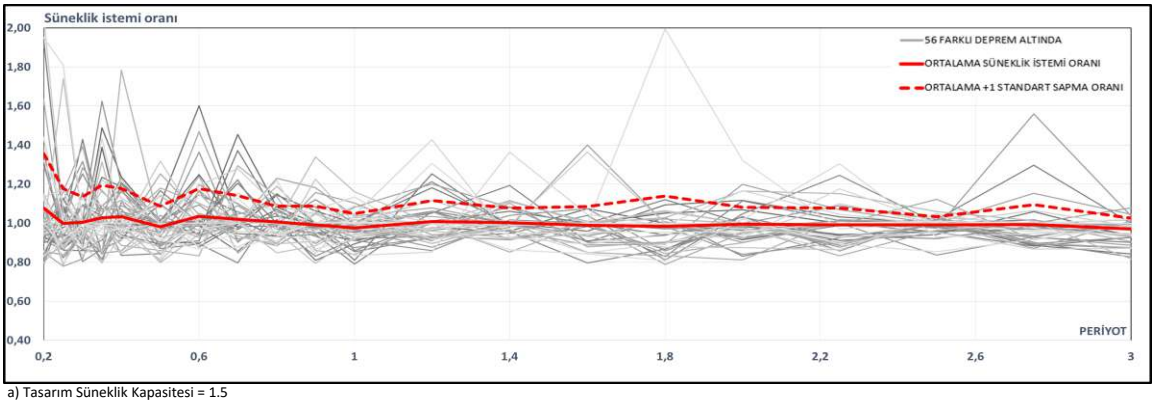


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

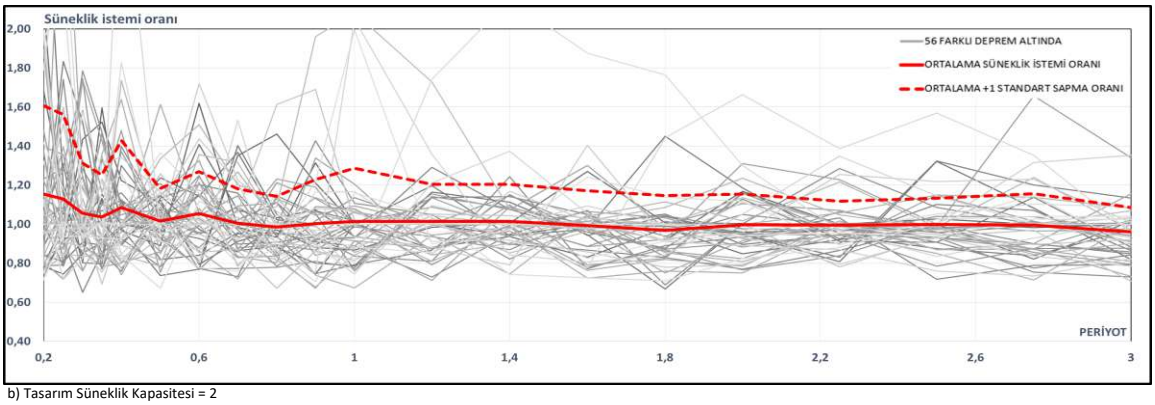


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

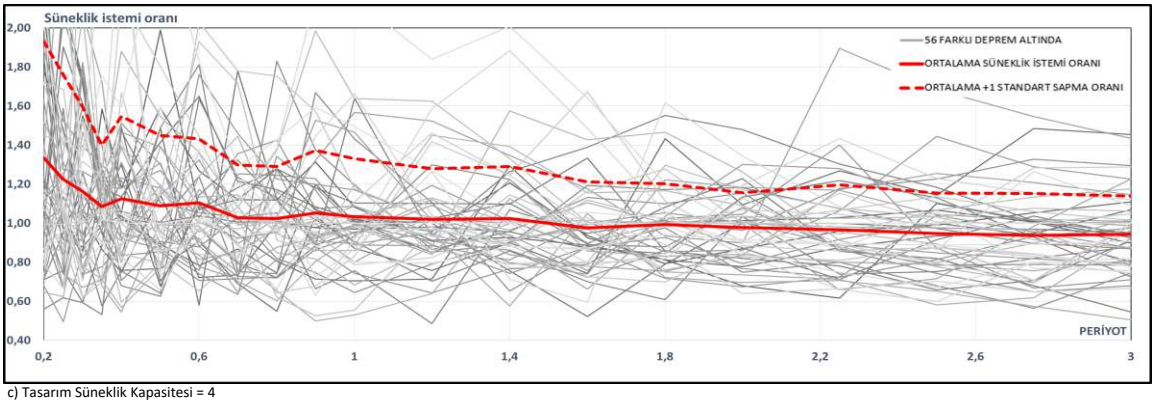
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 0,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.169: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



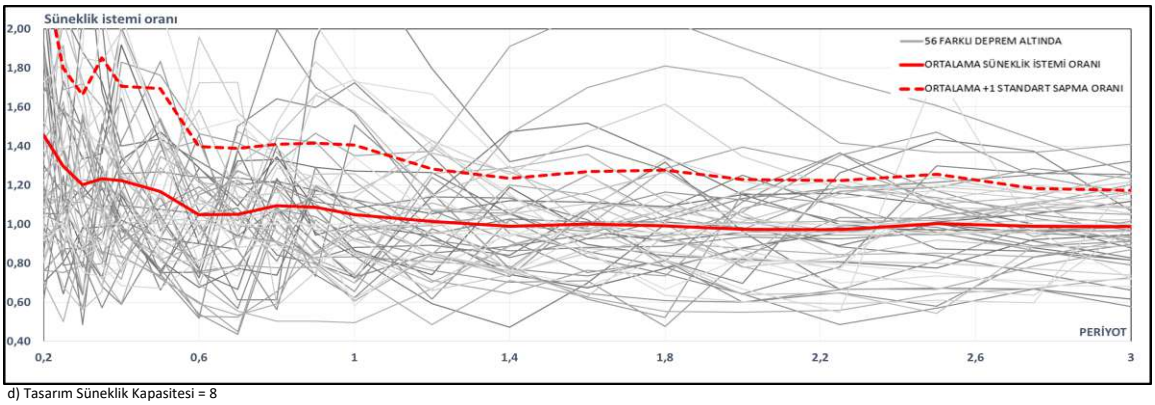
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



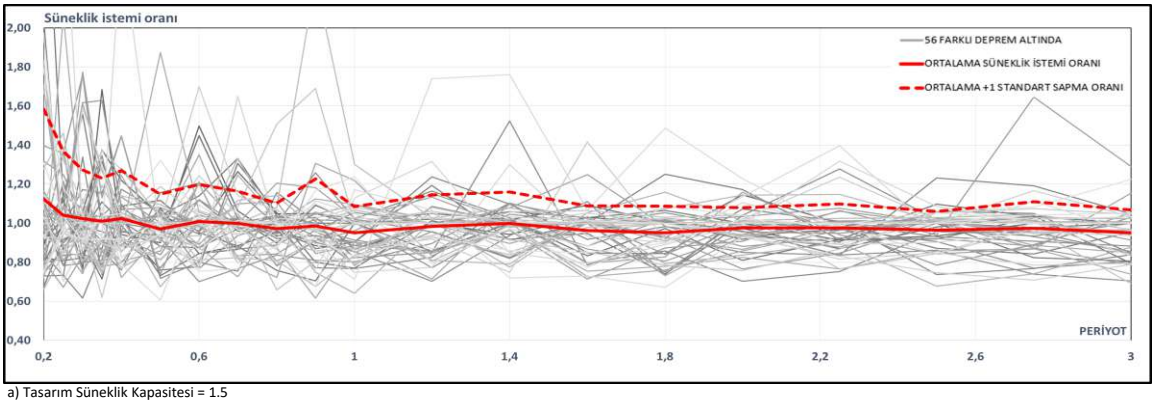
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



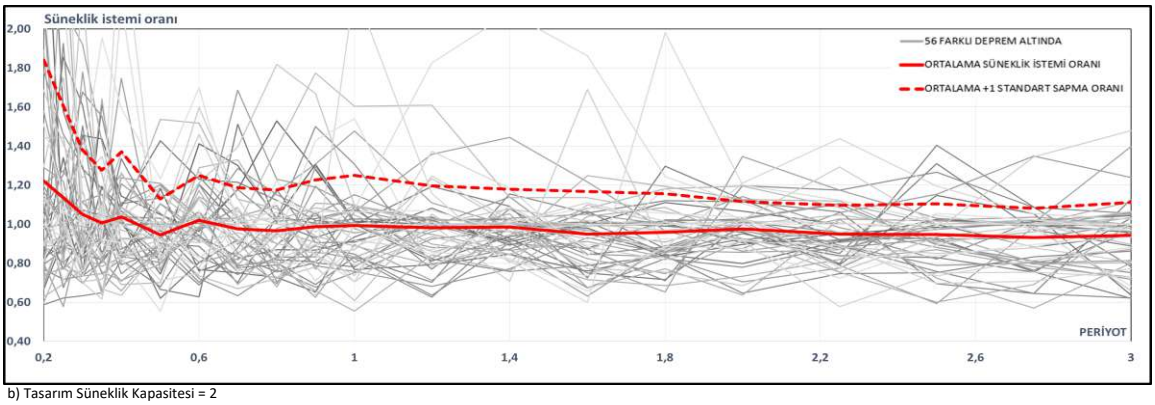
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

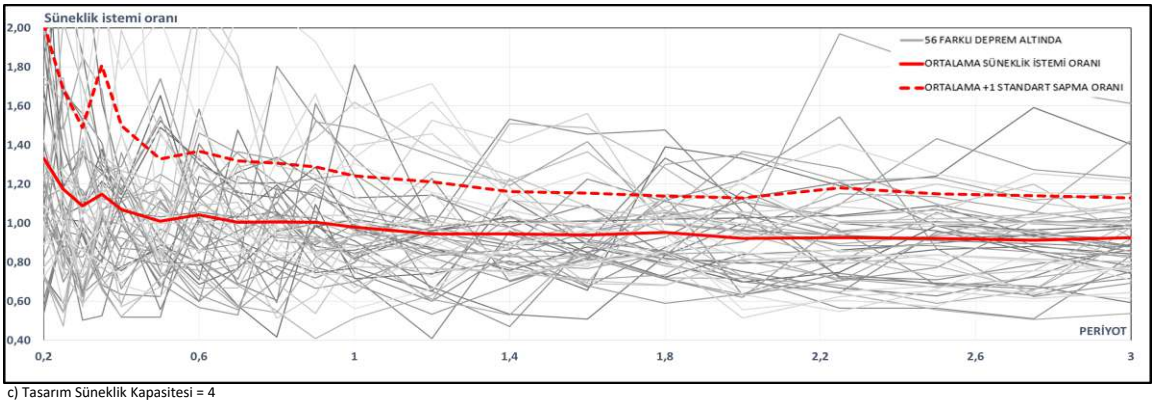
Şekil C.170: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



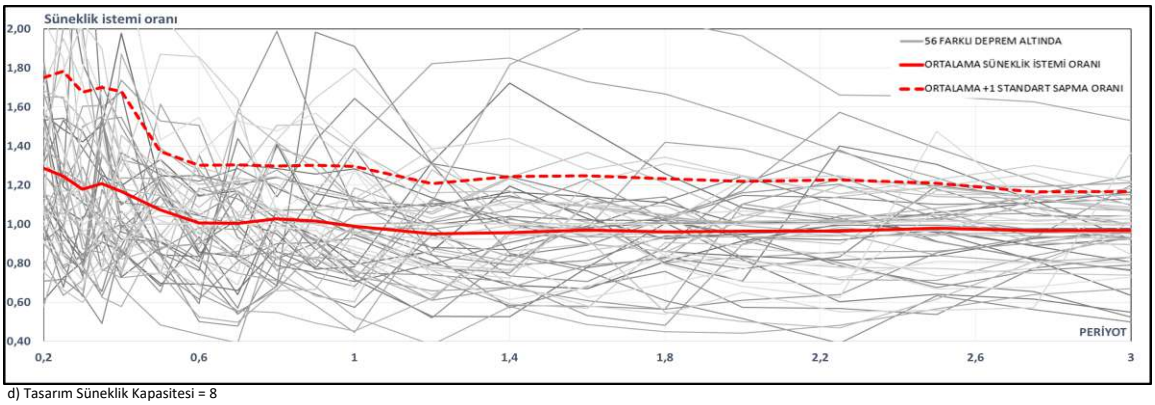
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

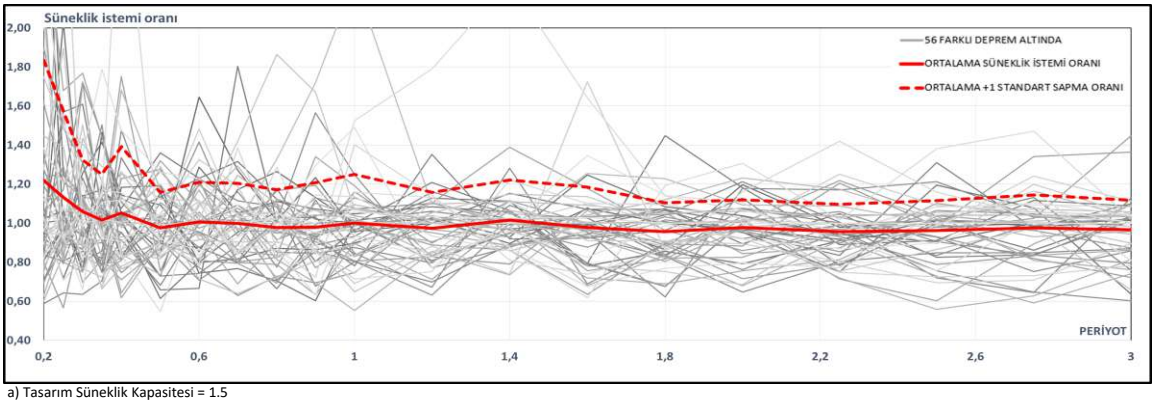


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

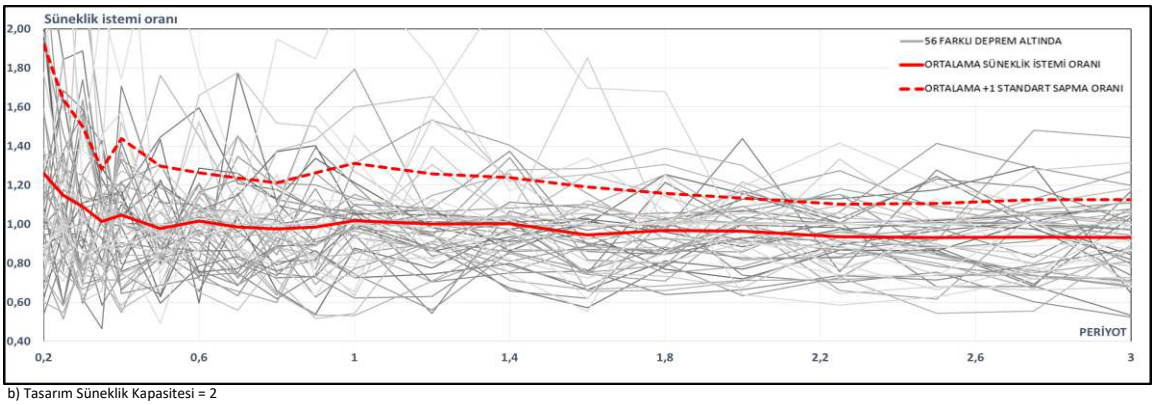


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

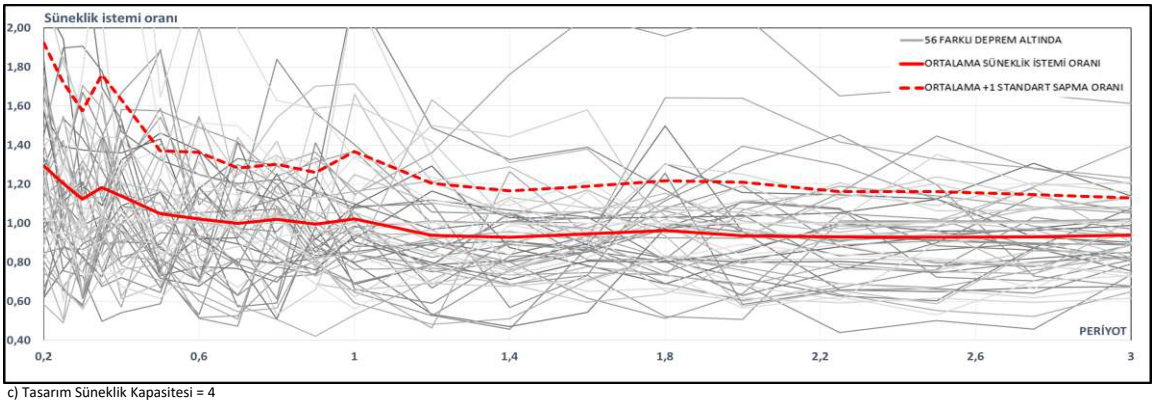
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.171: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



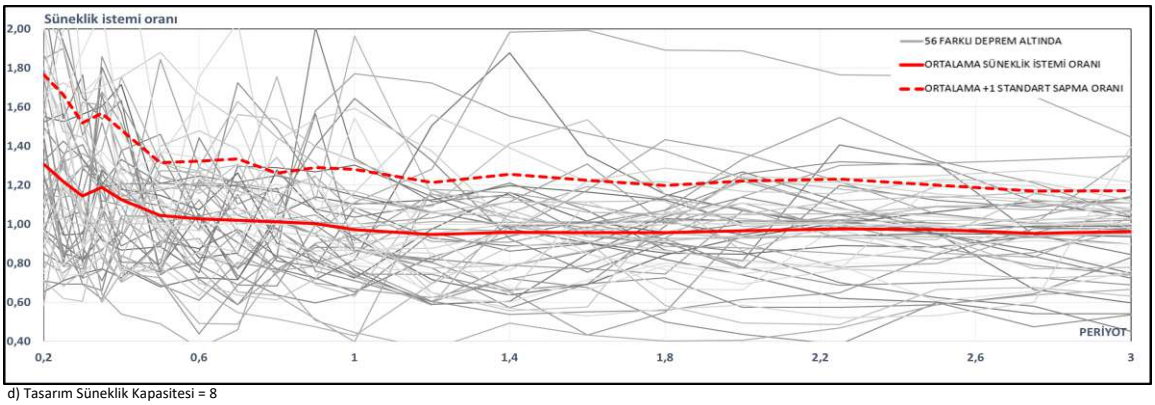
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



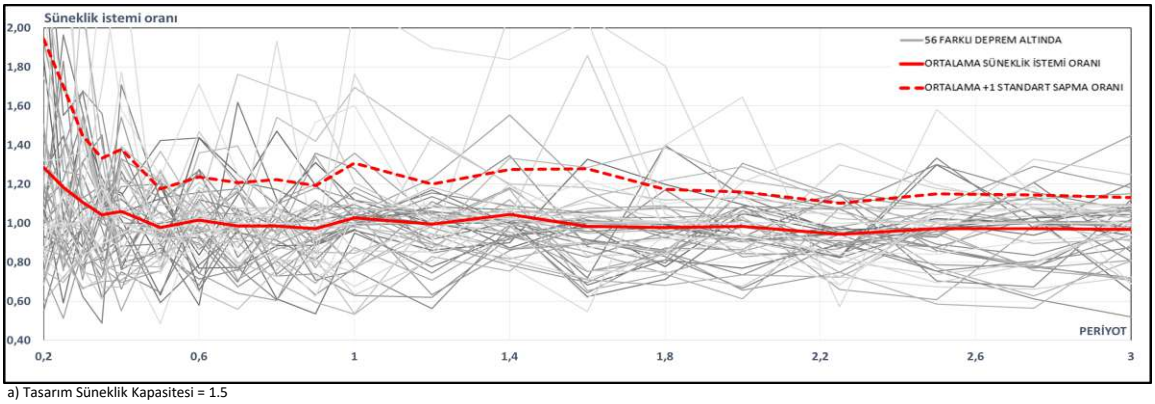
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



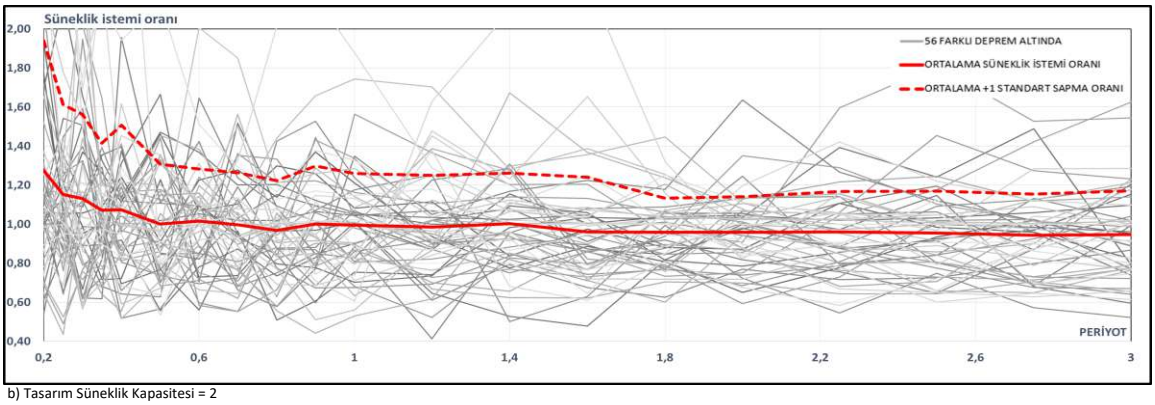
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

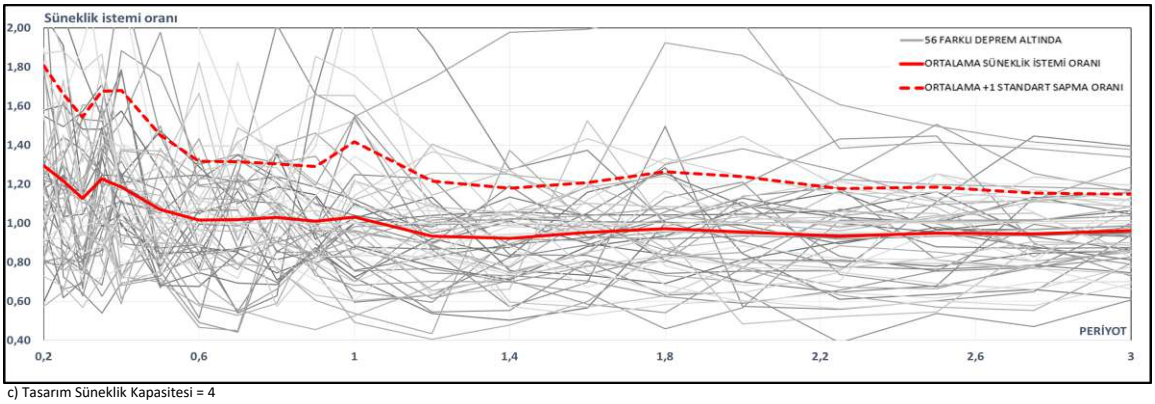
Şekil C.172: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



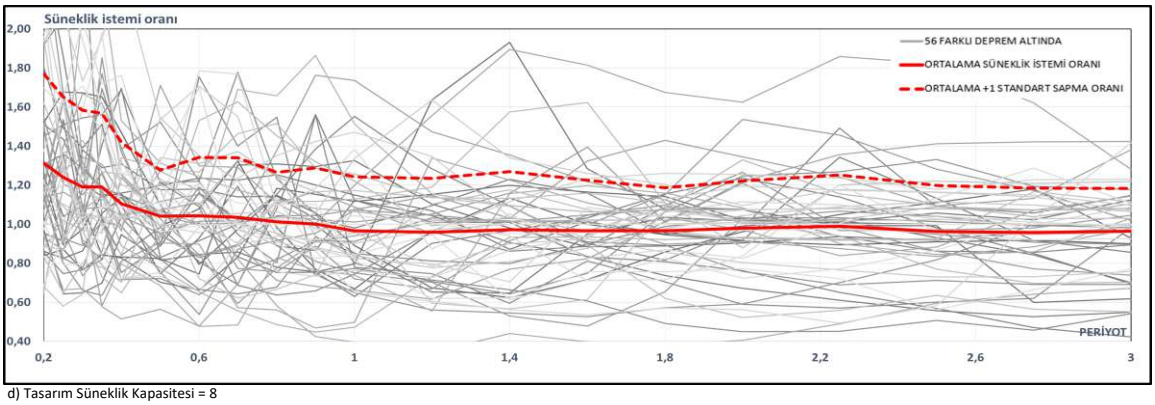
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

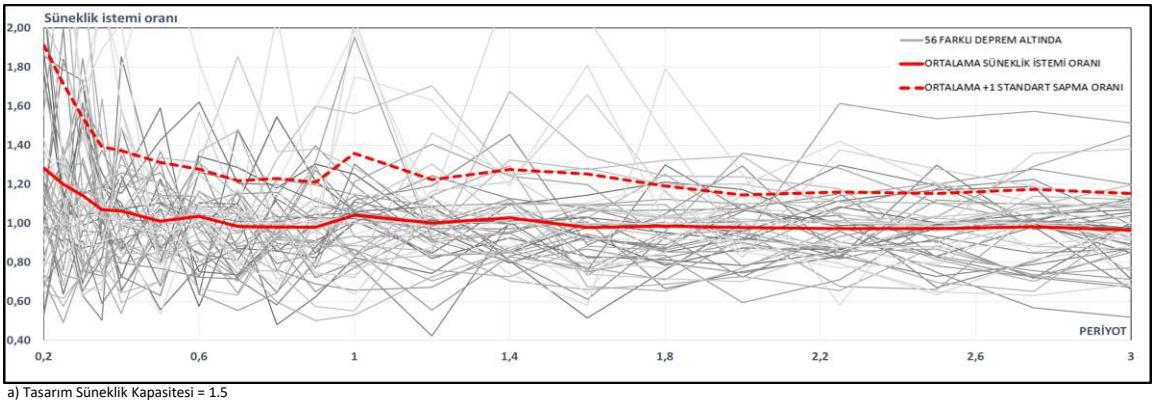


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

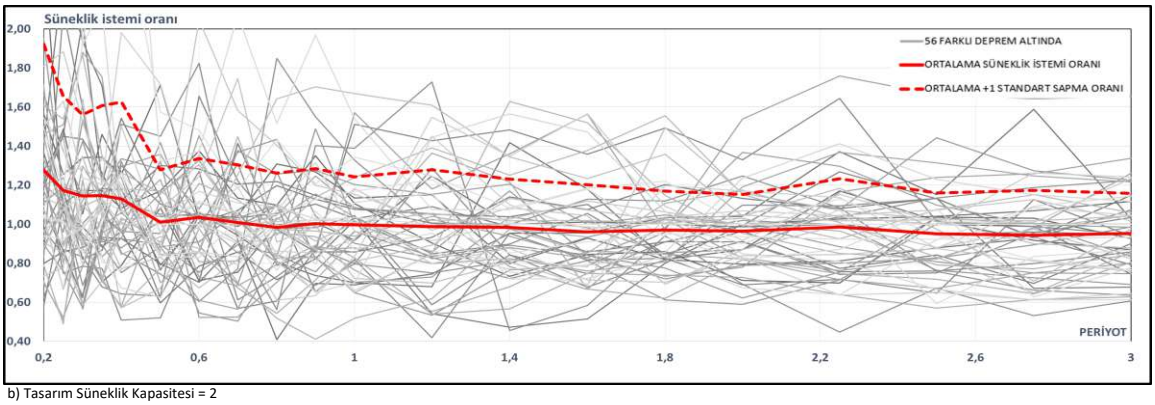


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

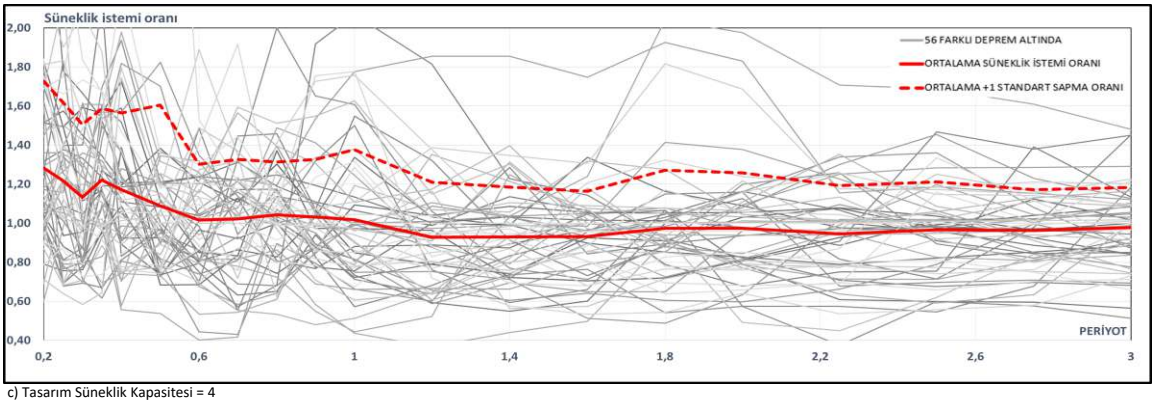
(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.173: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



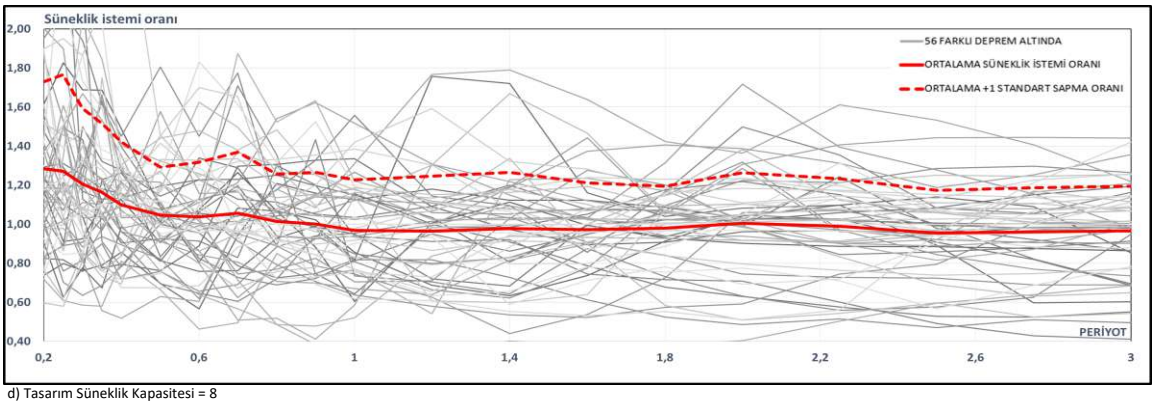
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



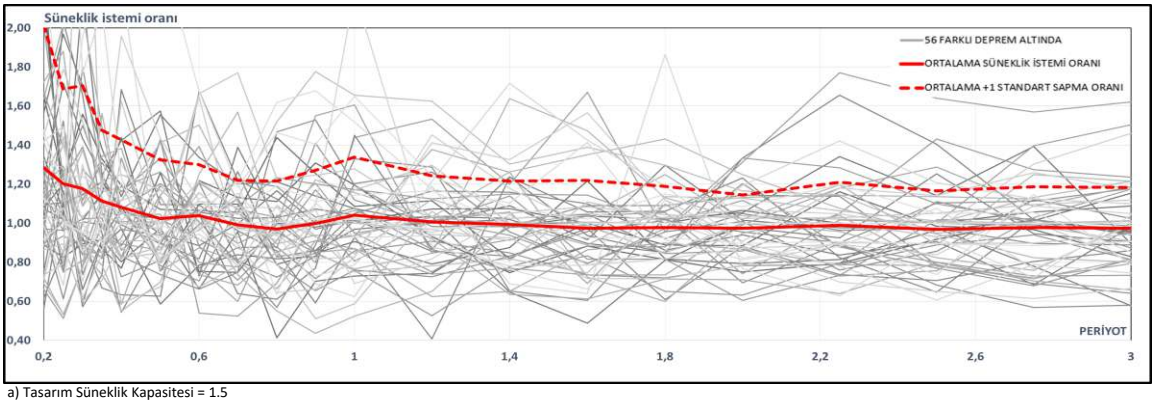
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



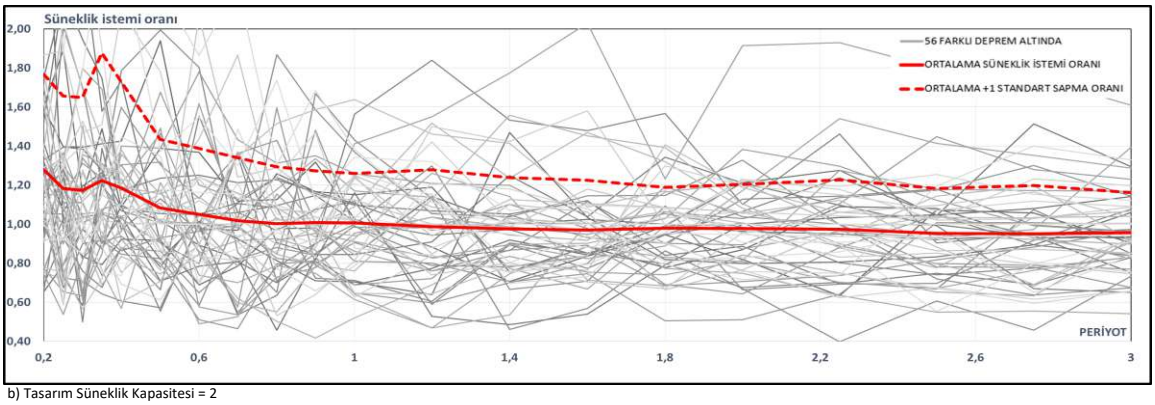
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 1,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

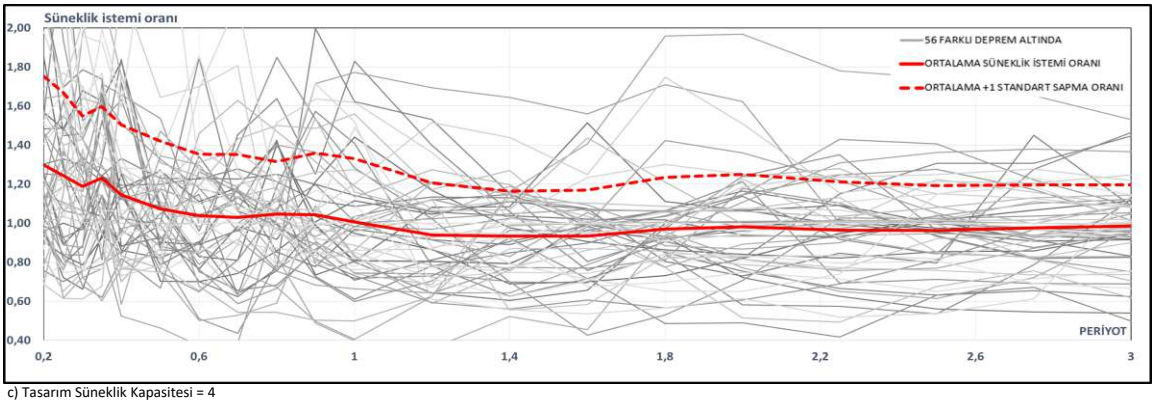
Şekil C.174: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



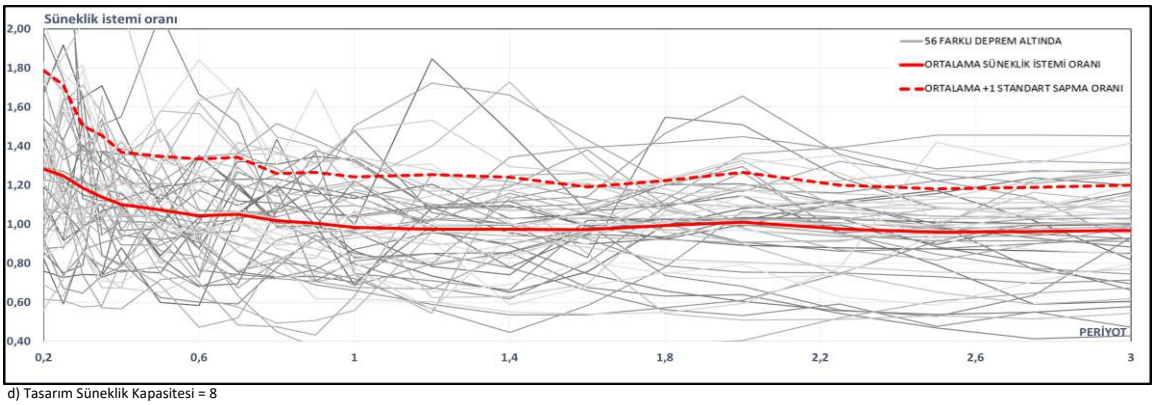
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



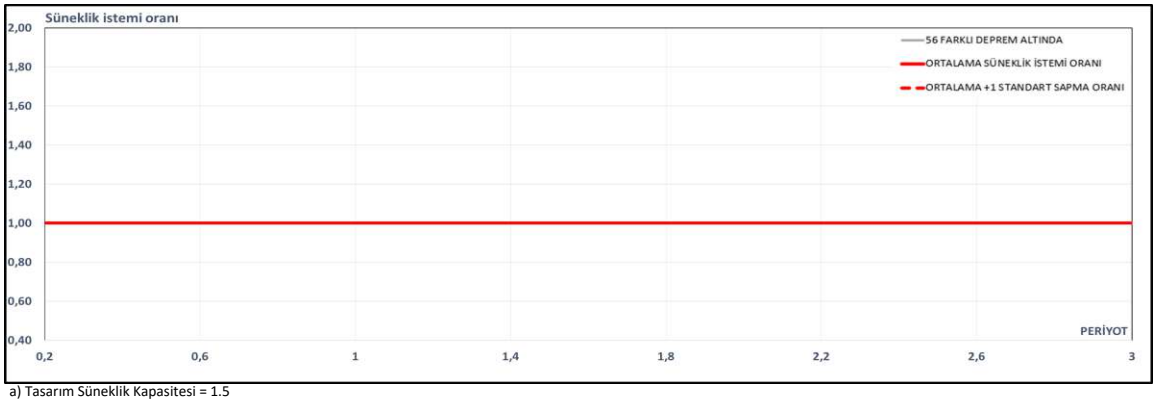
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



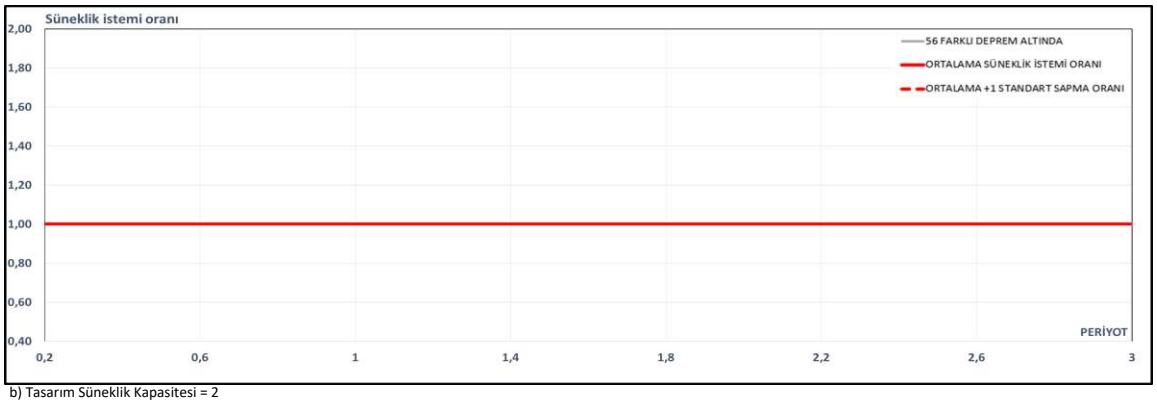
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %0, IDA Katsayısı = 2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

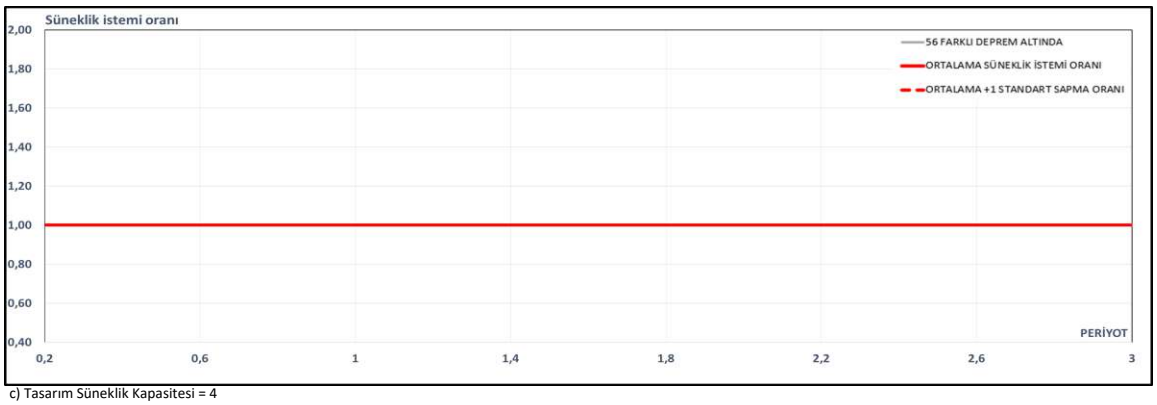
Şekil C.175: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



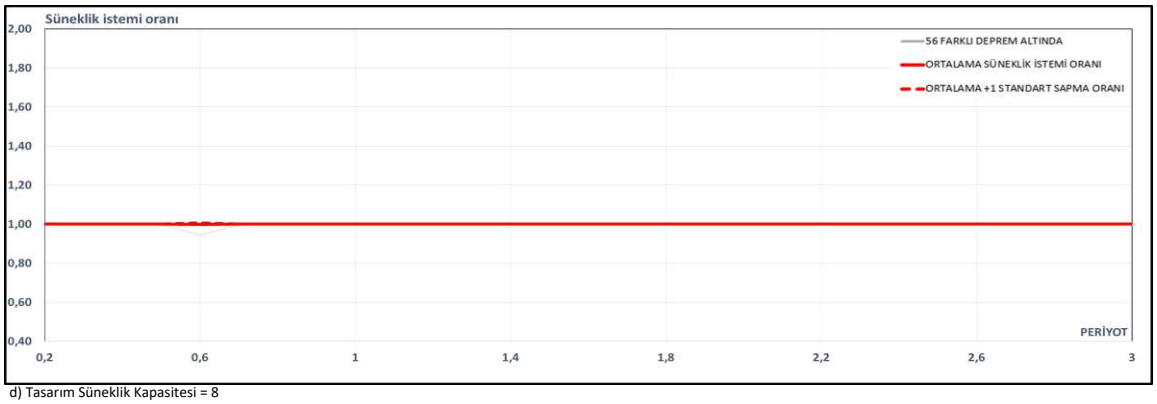
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

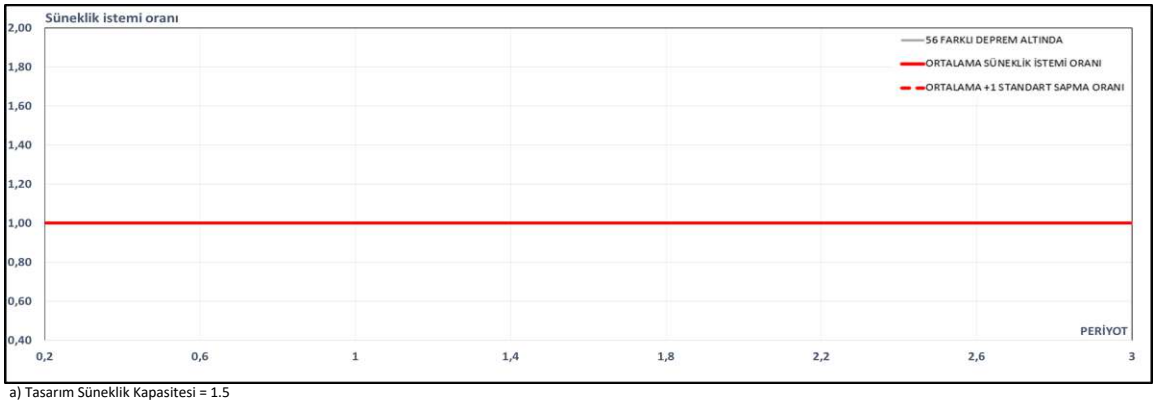


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

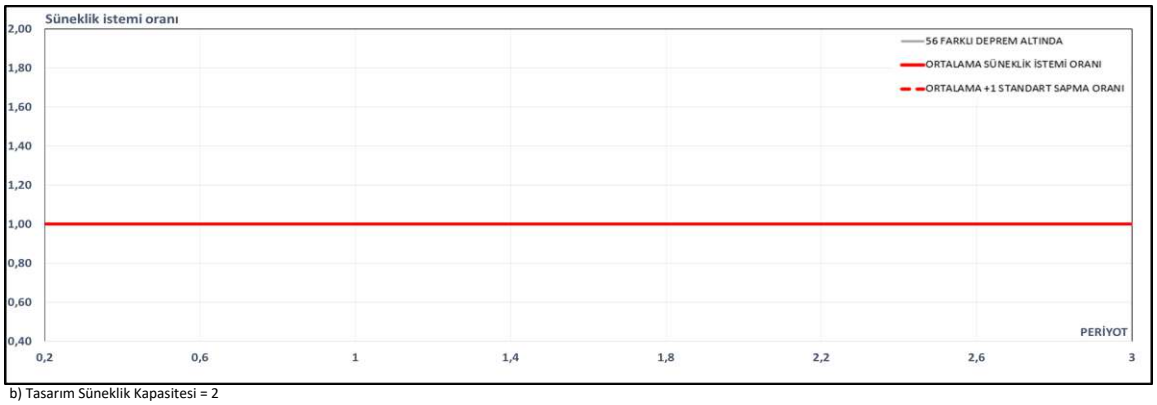


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

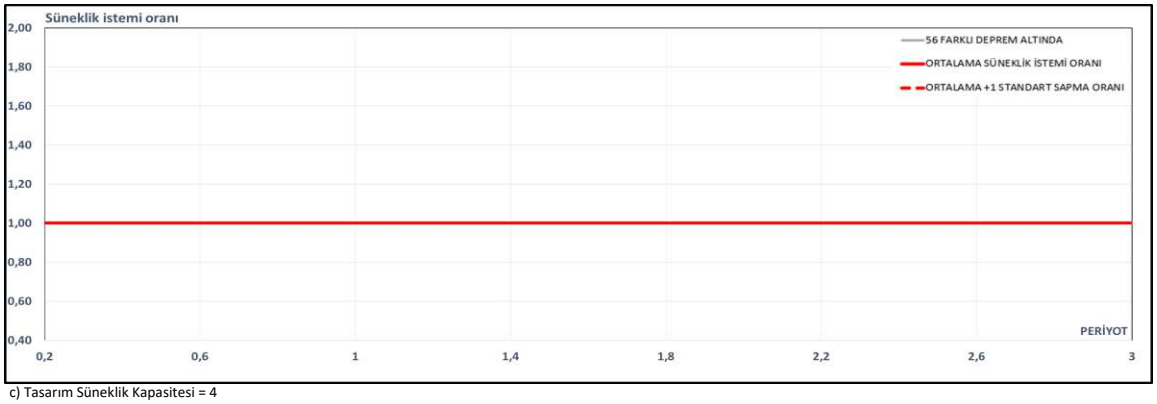
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,05 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.176: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



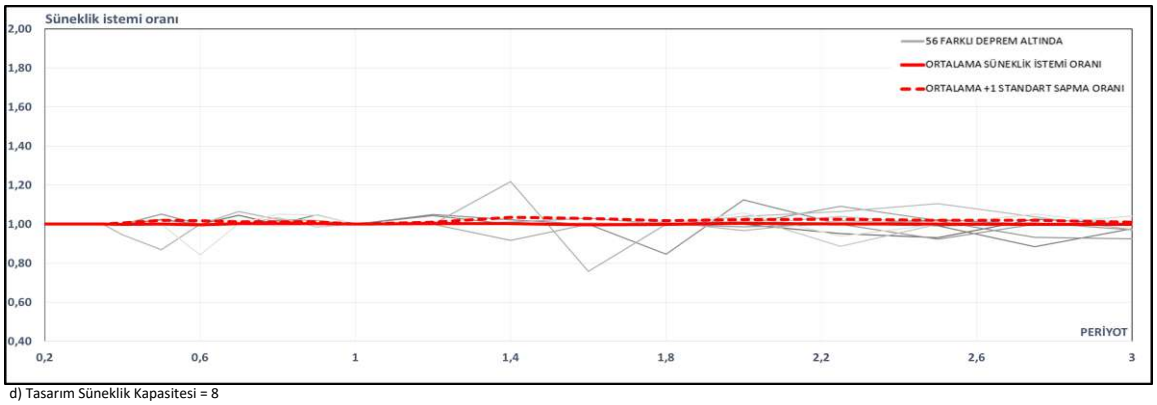
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



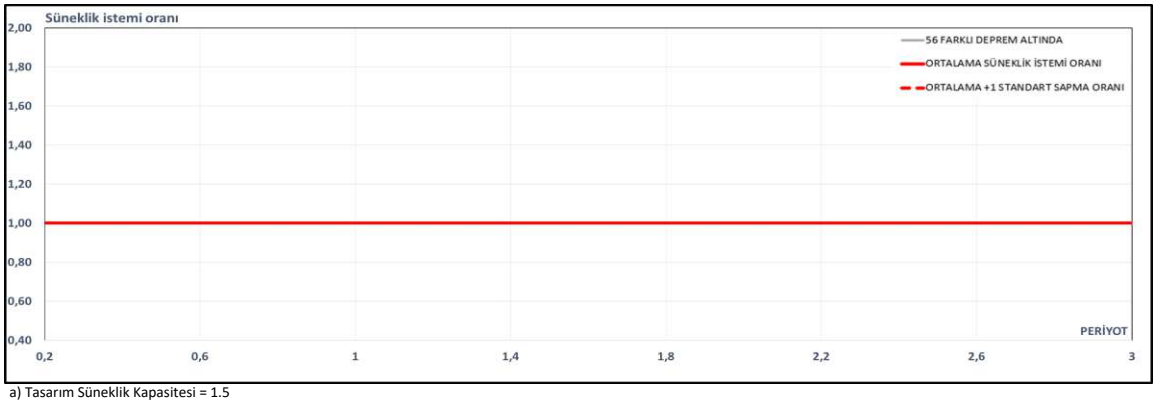
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



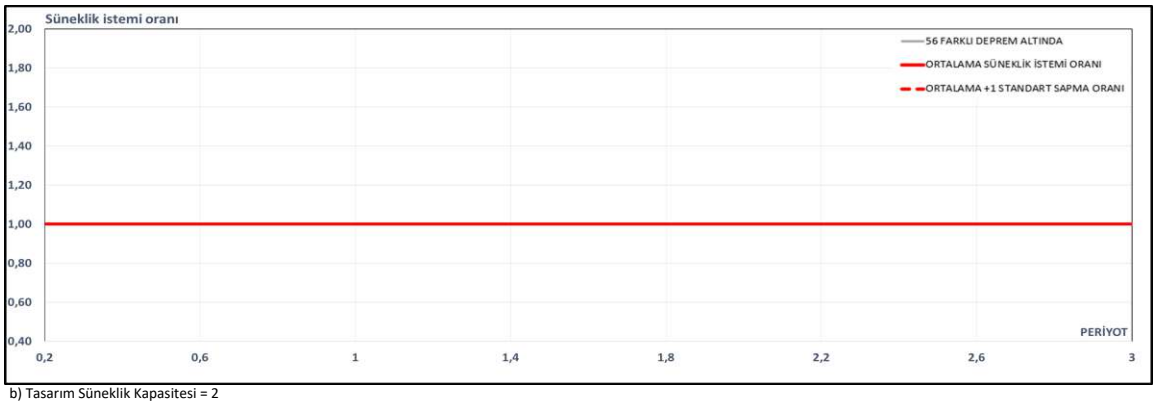
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

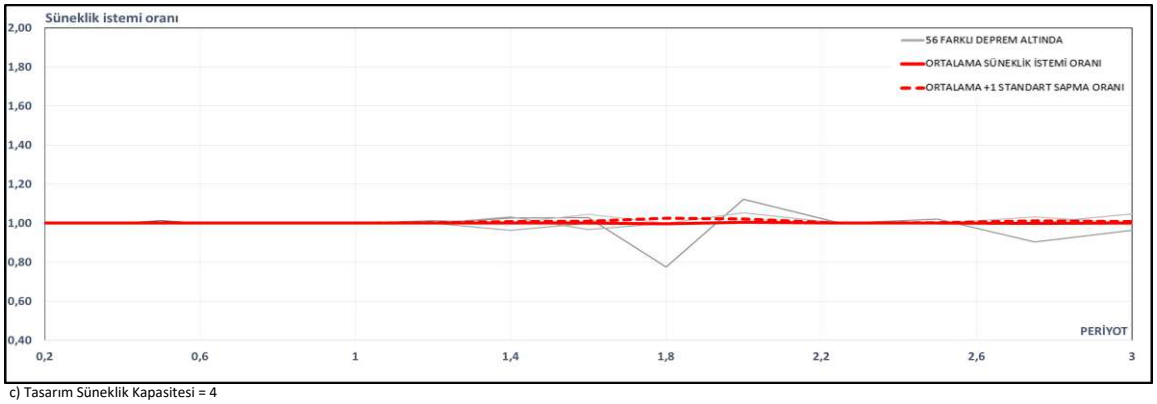
Şekil C.177: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



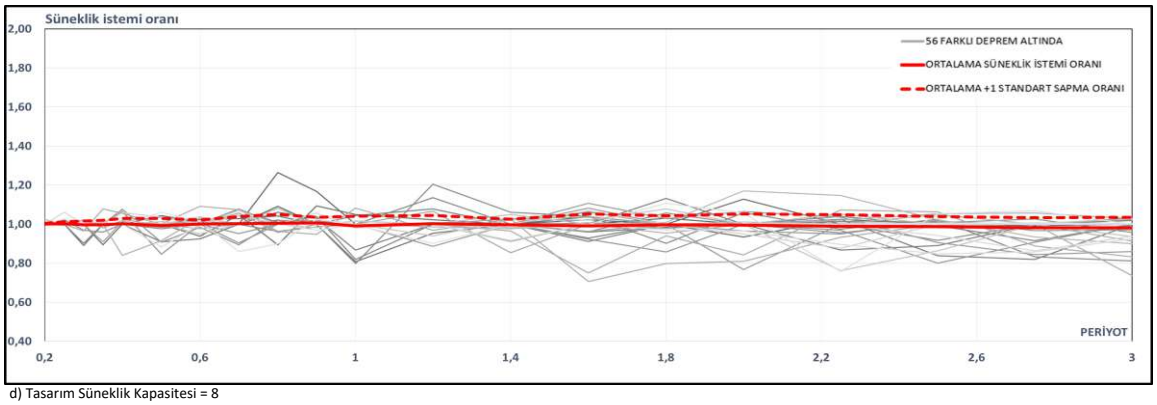
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



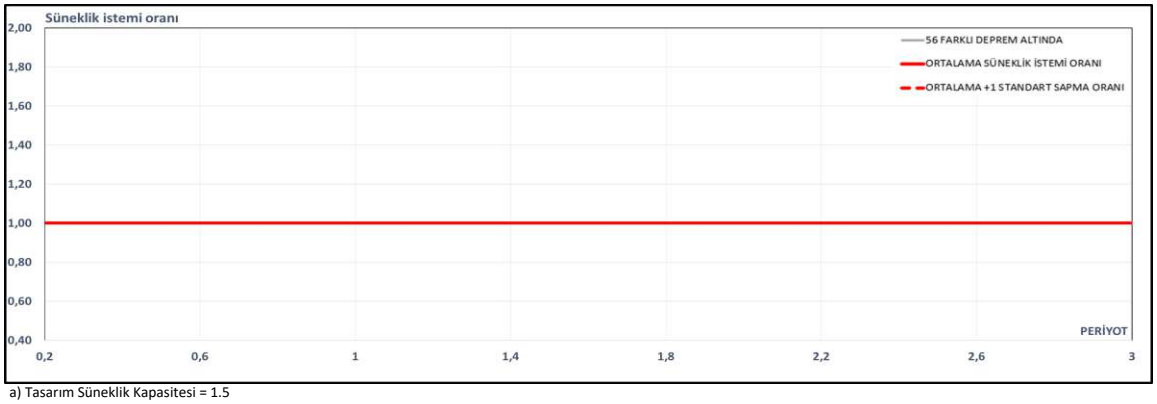
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



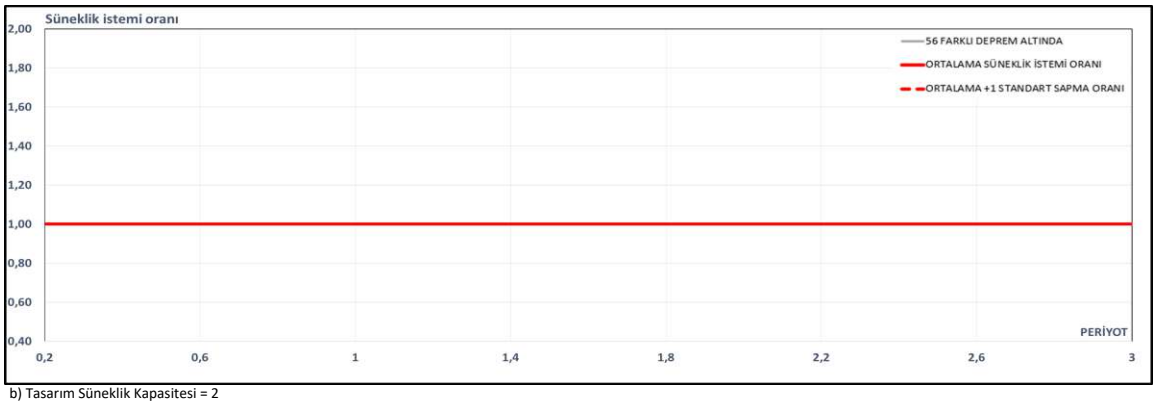
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,15 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

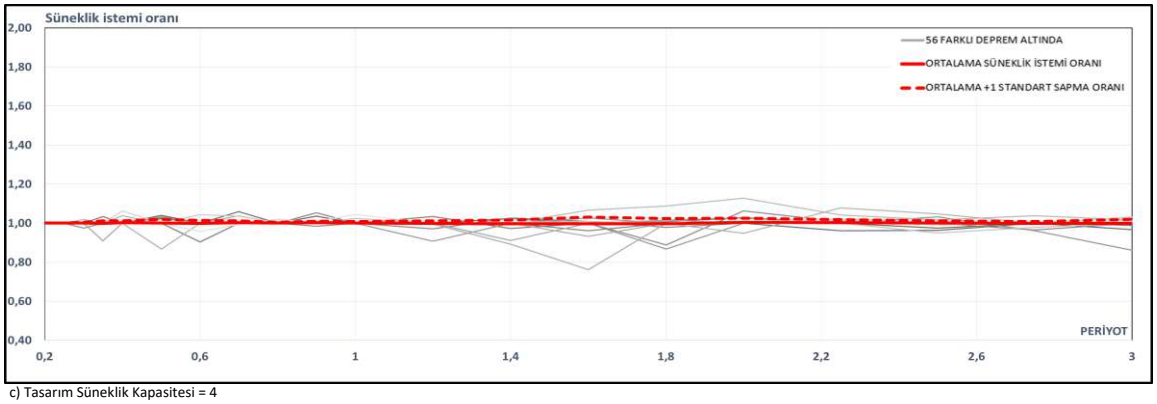
Şekil C.178: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



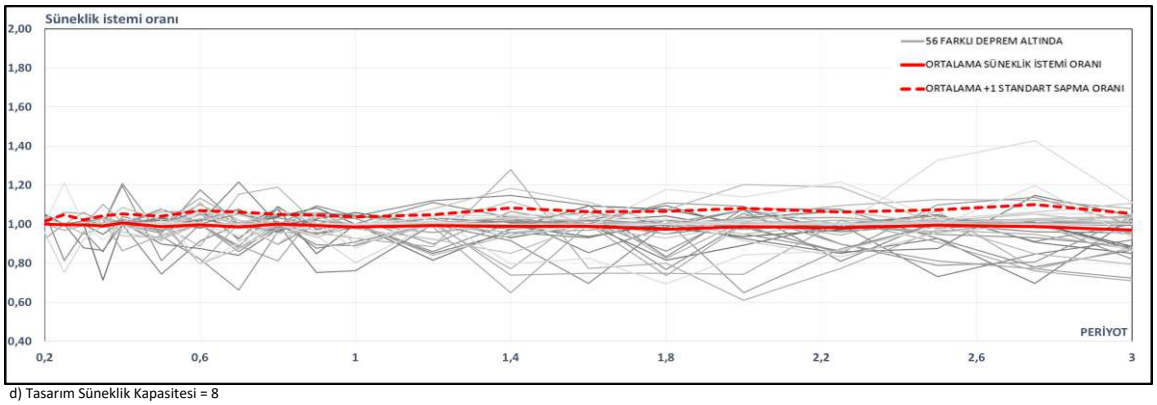
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



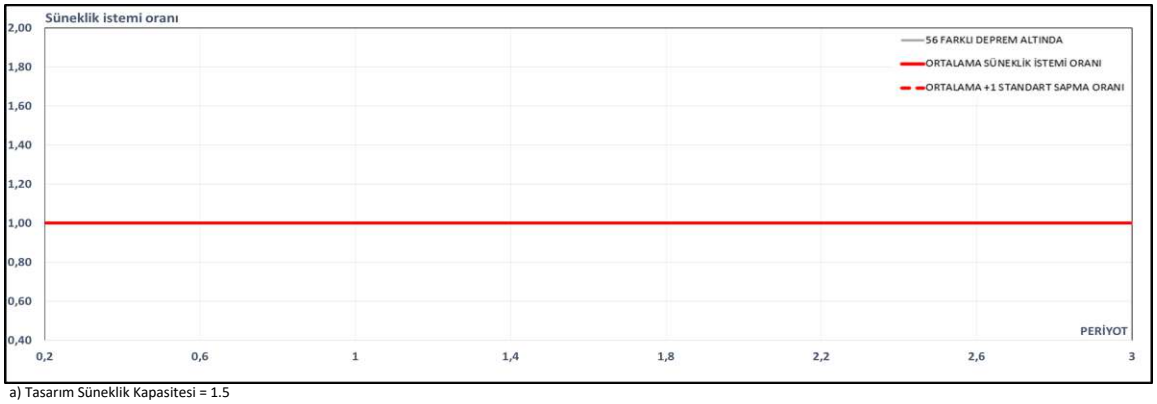
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



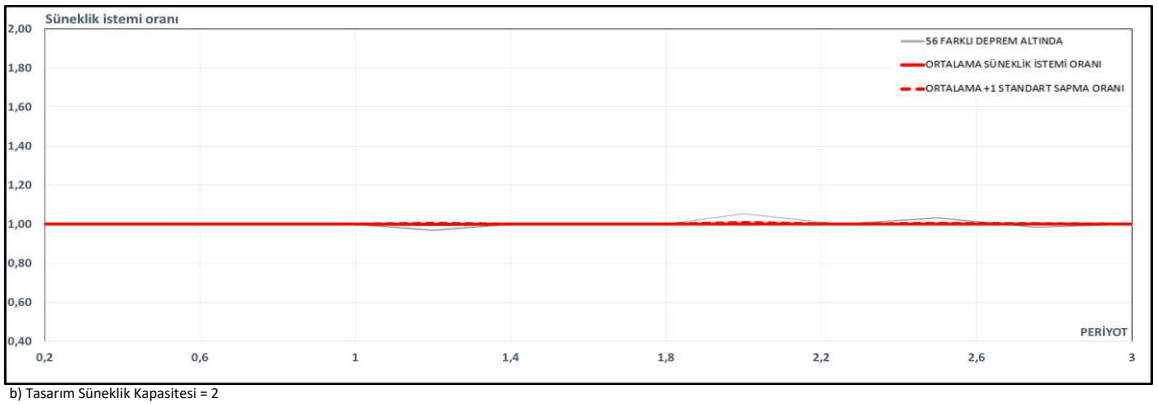
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

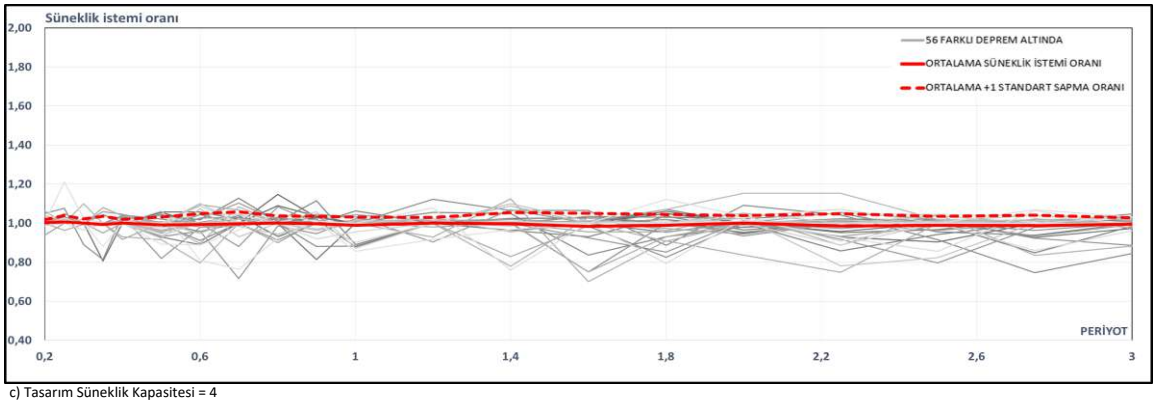
Şekil C.179: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



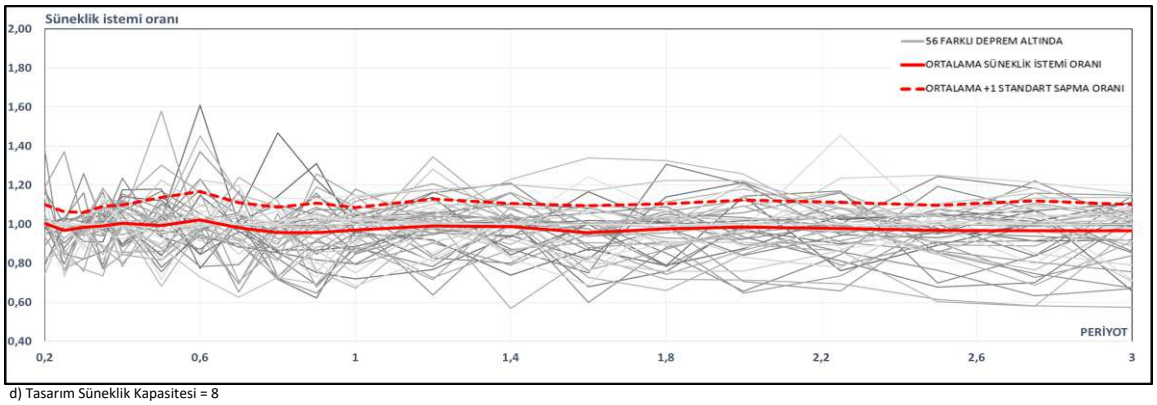
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

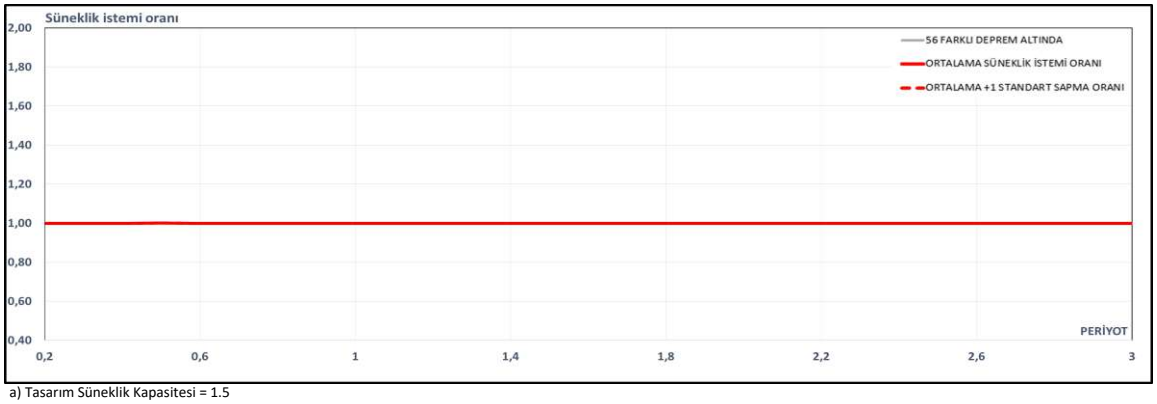


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

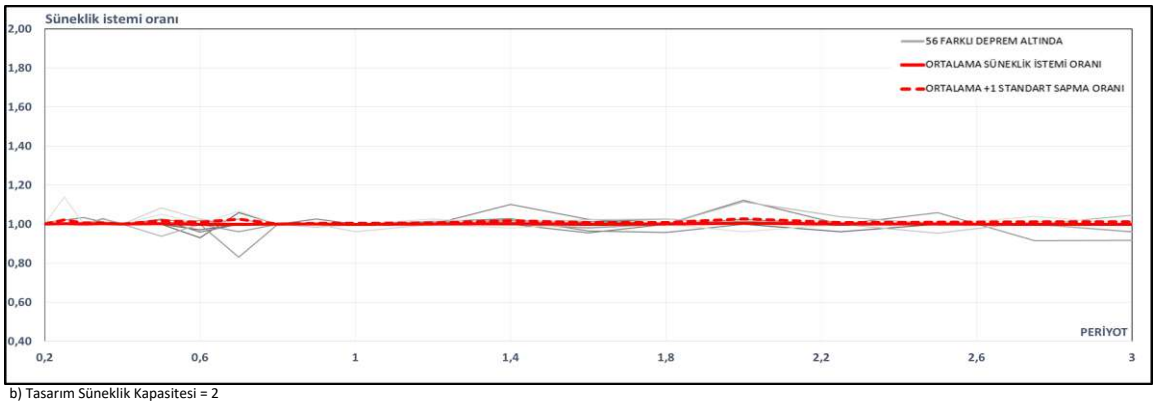


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

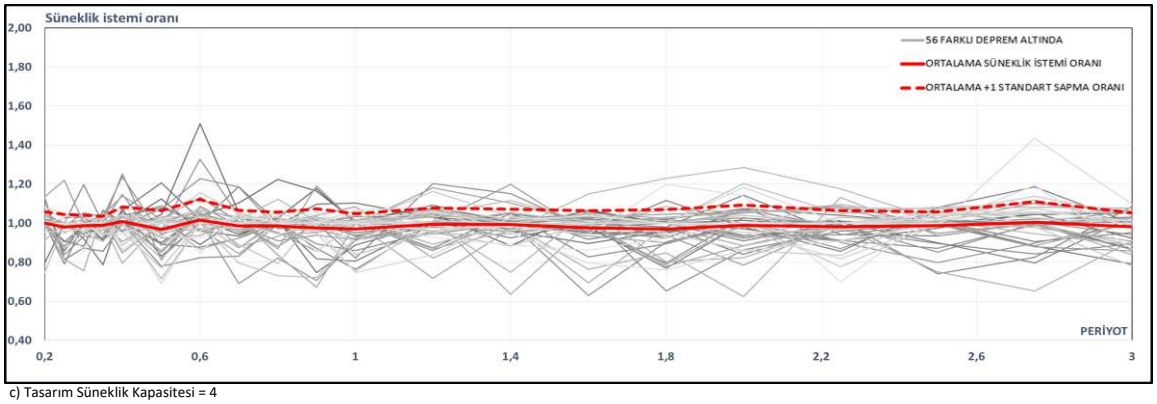
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,3 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.180: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



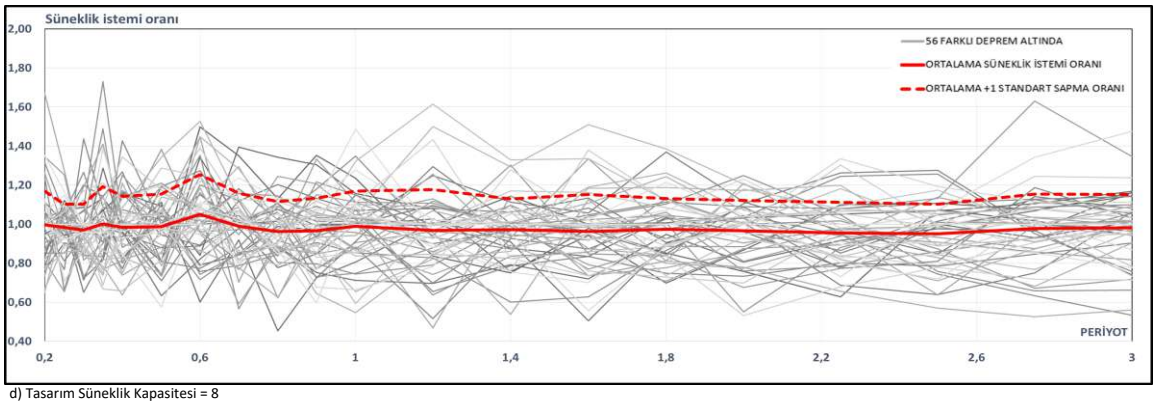
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

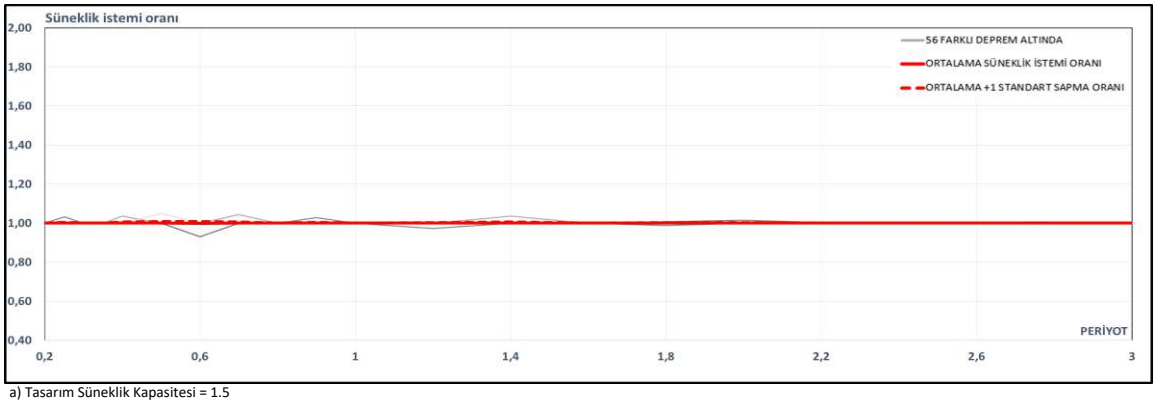


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

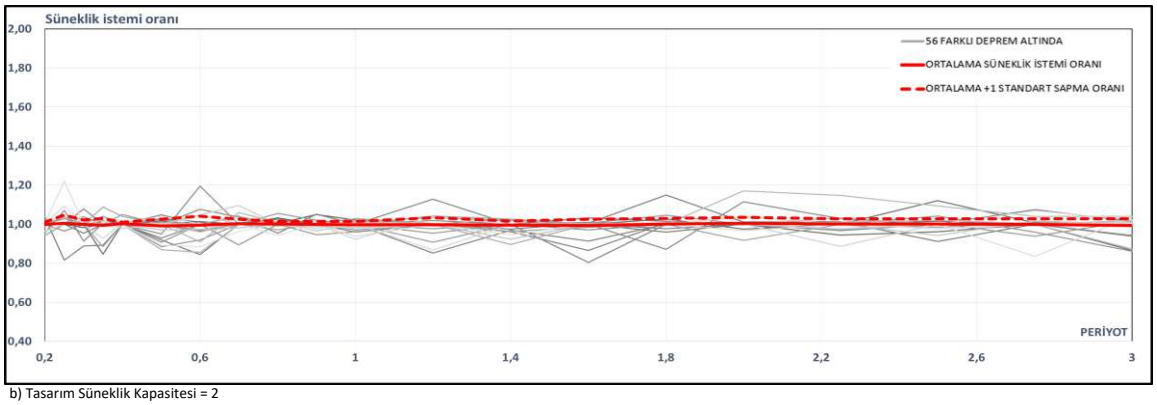


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

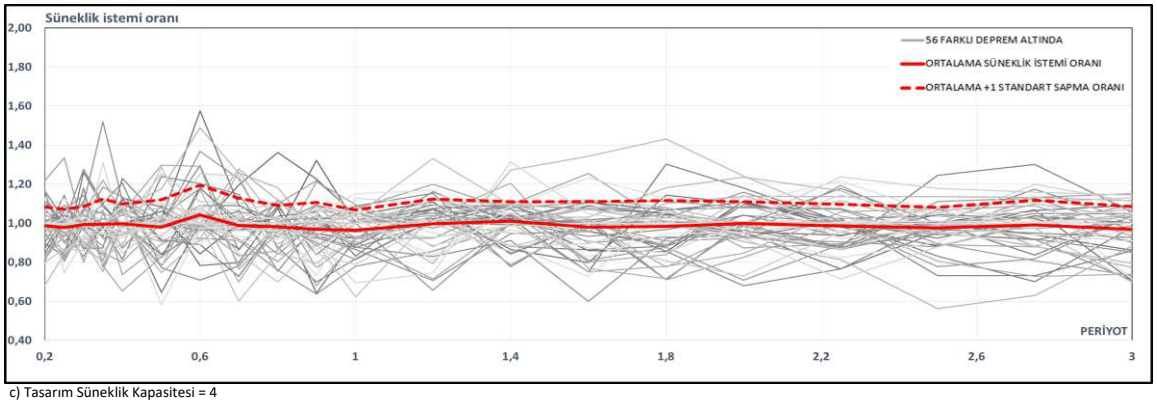
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.181: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



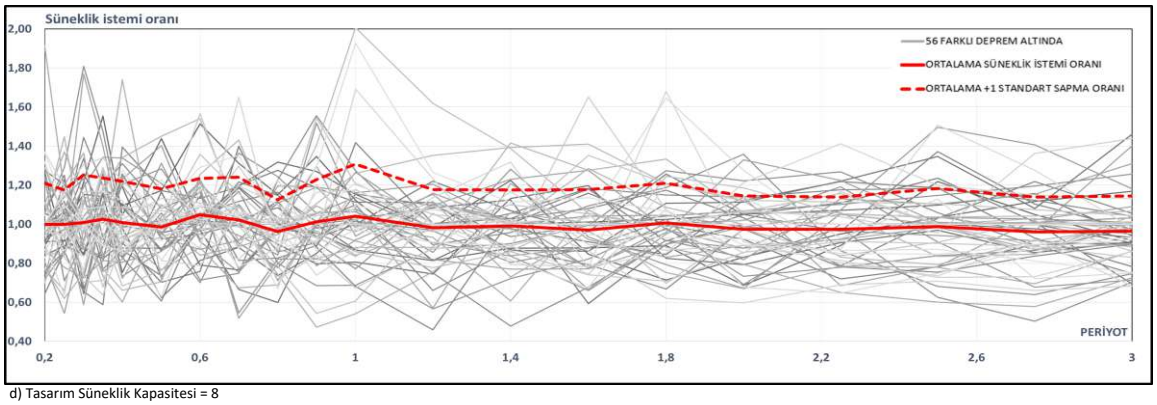
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



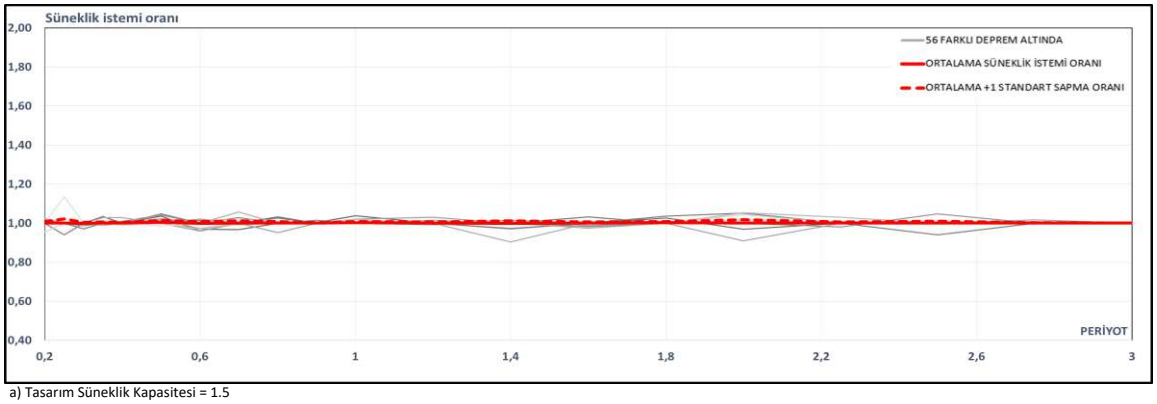
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



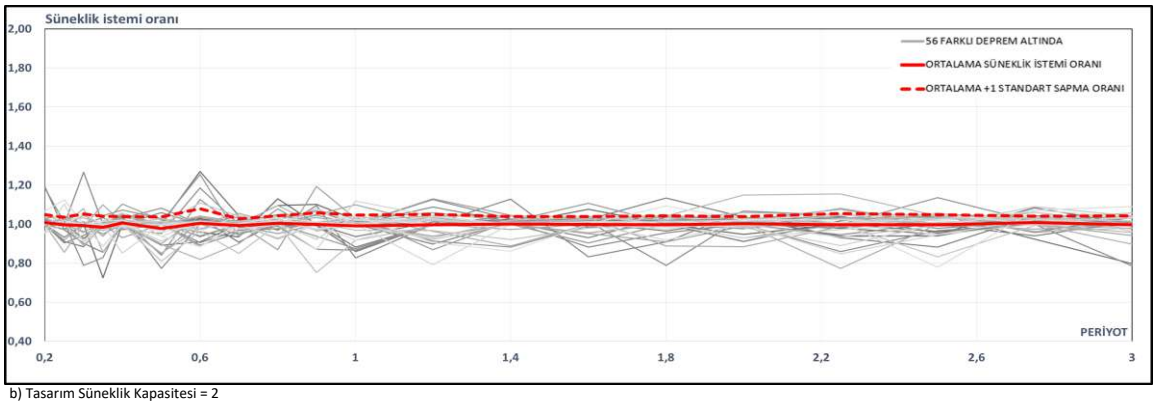
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,5 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

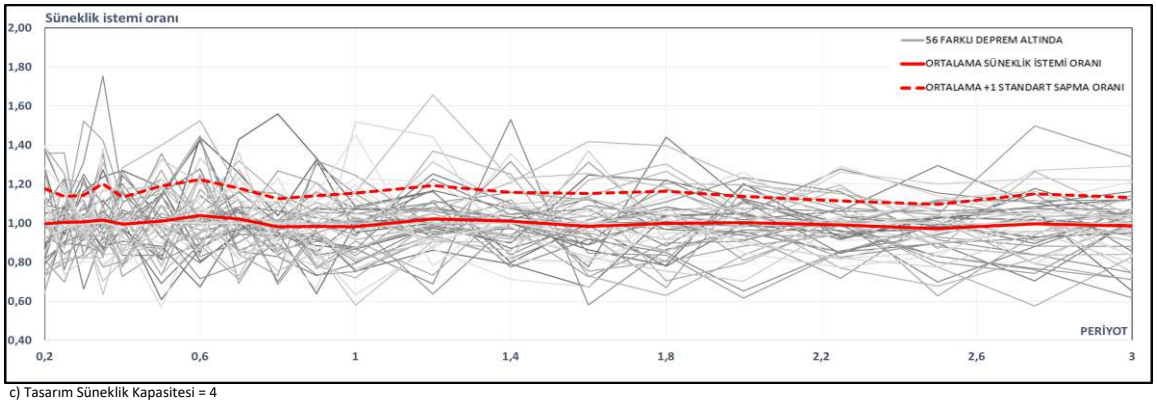
Şekil C.182: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



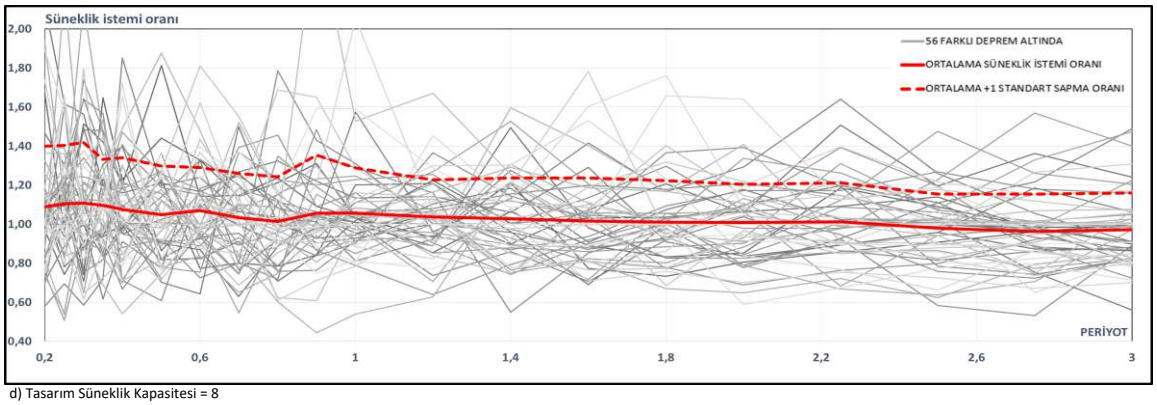
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

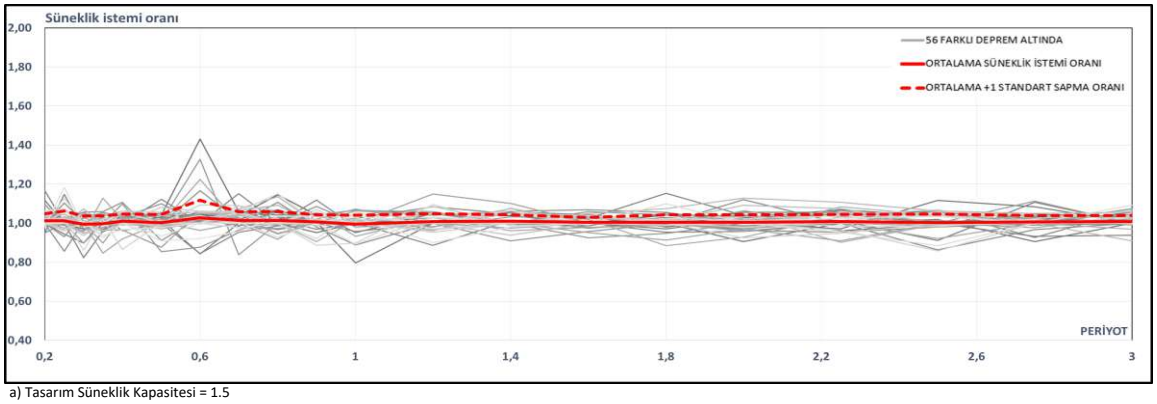


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

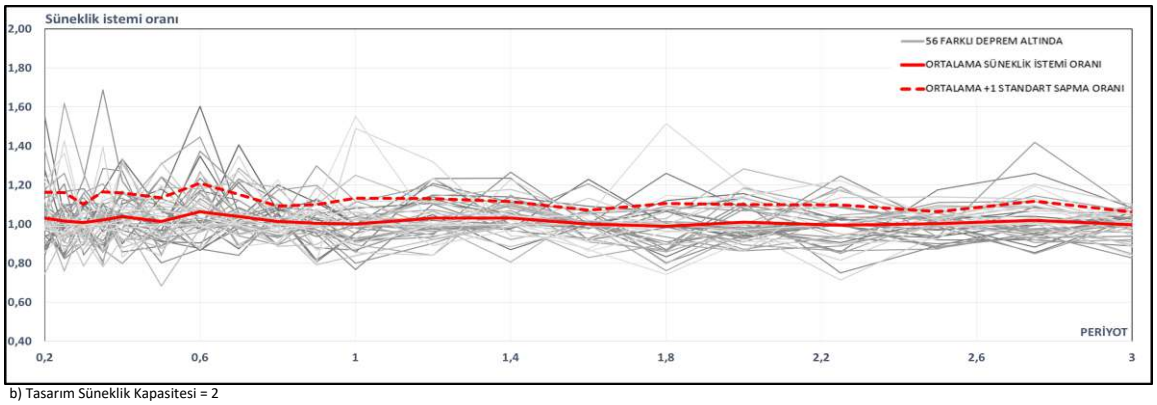


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

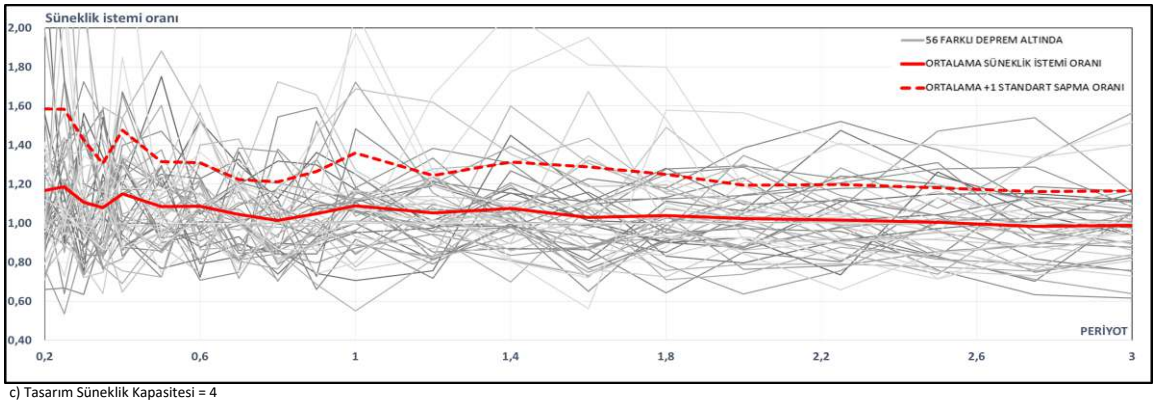
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.183: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



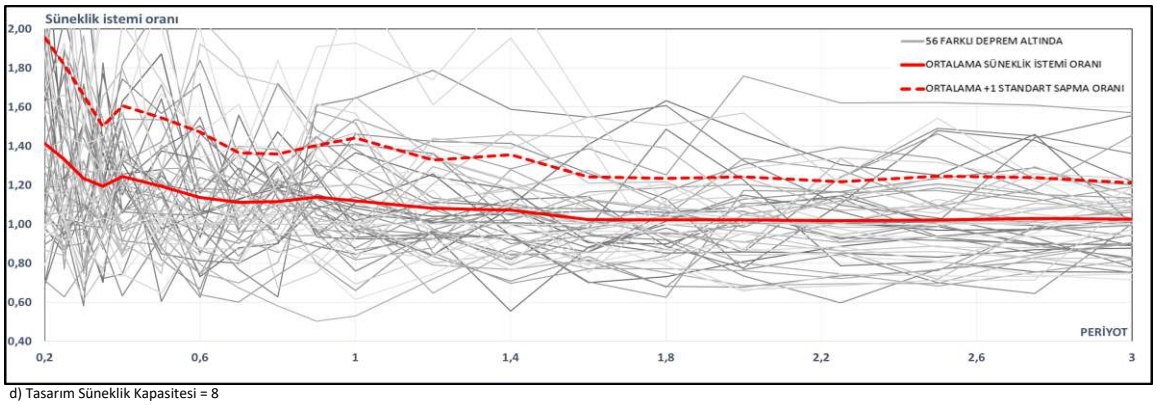
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

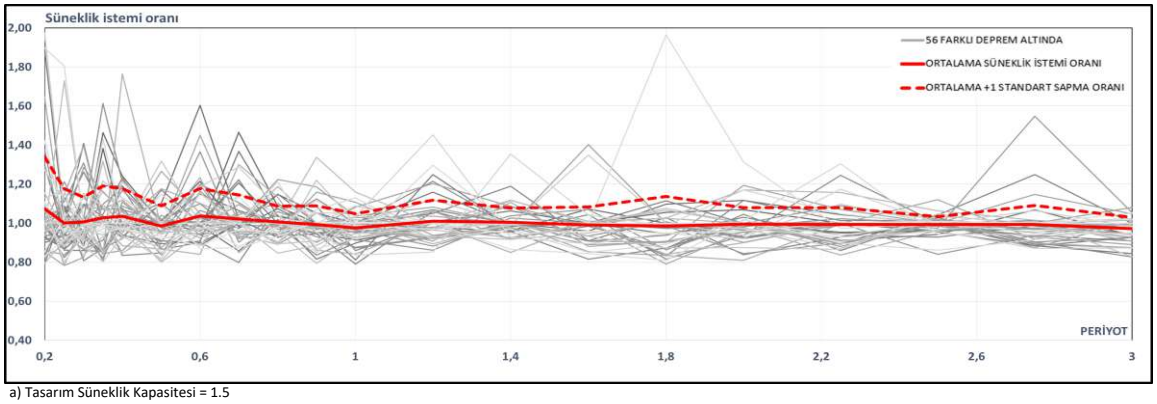


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

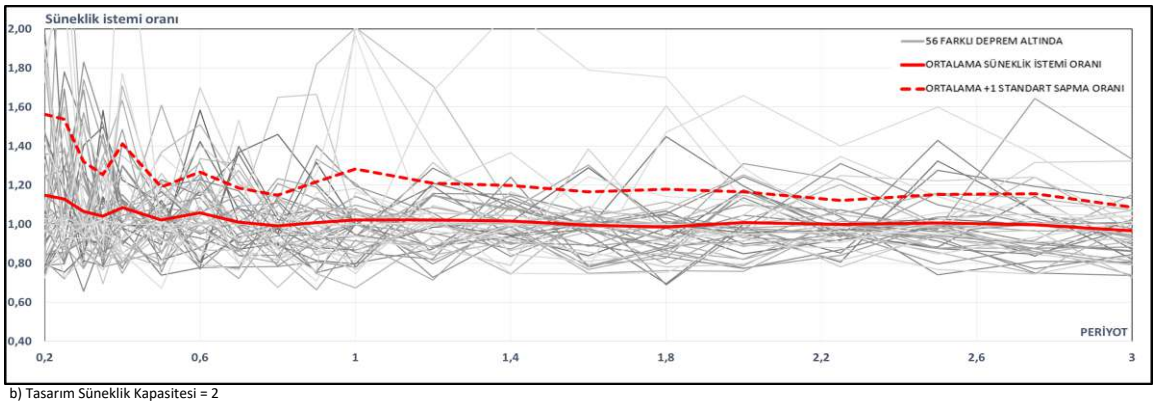


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

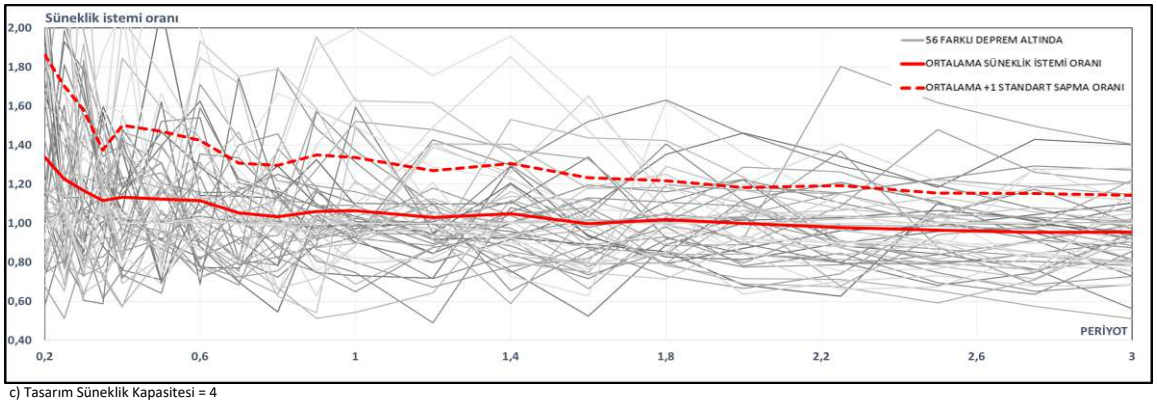
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 0,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.184: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



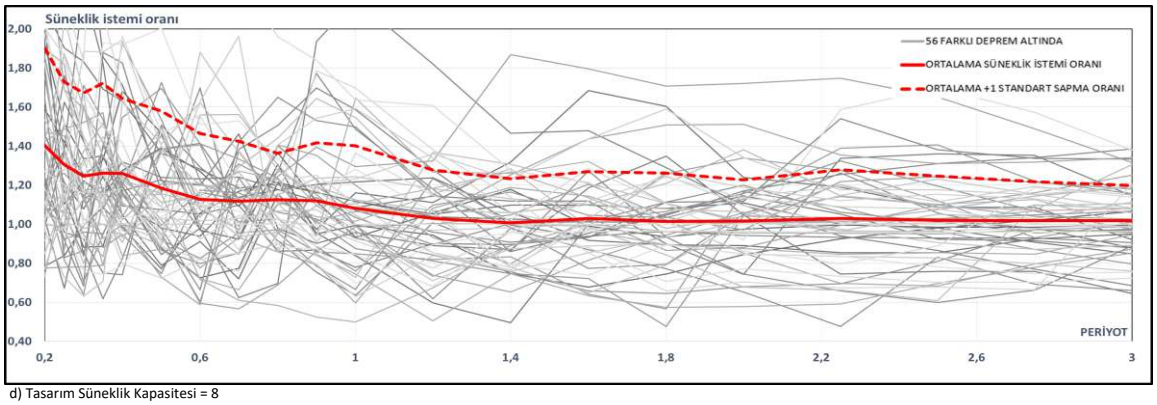
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

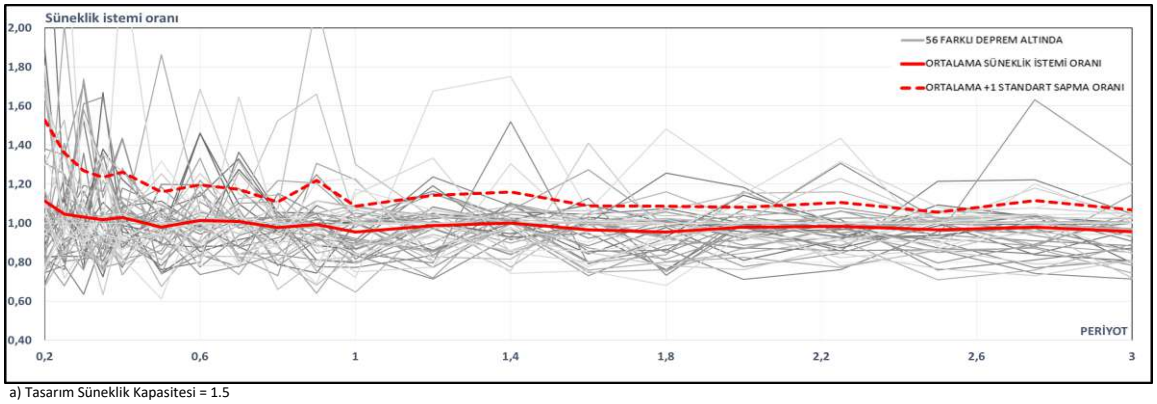


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

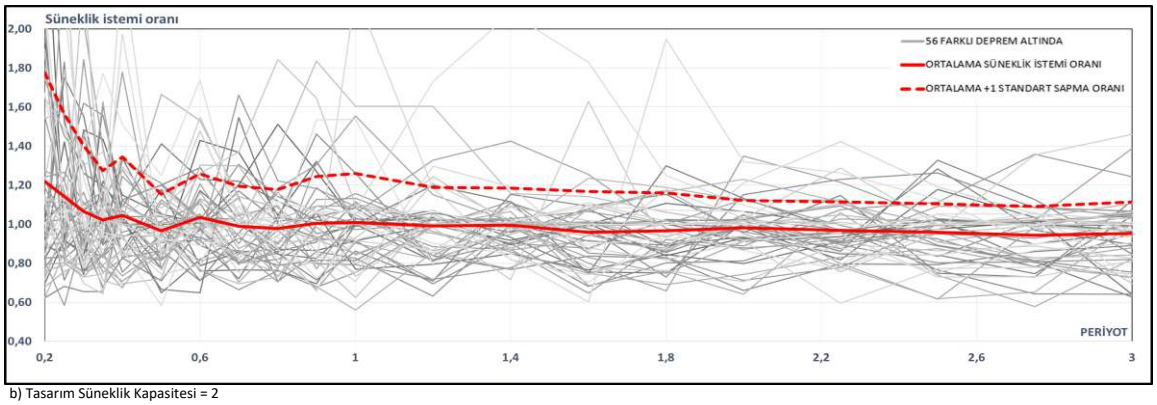


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

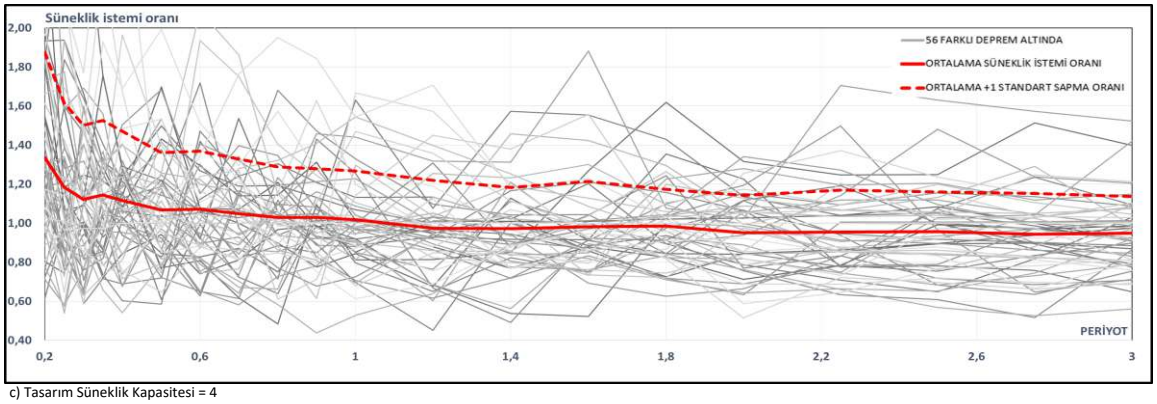
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.185: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



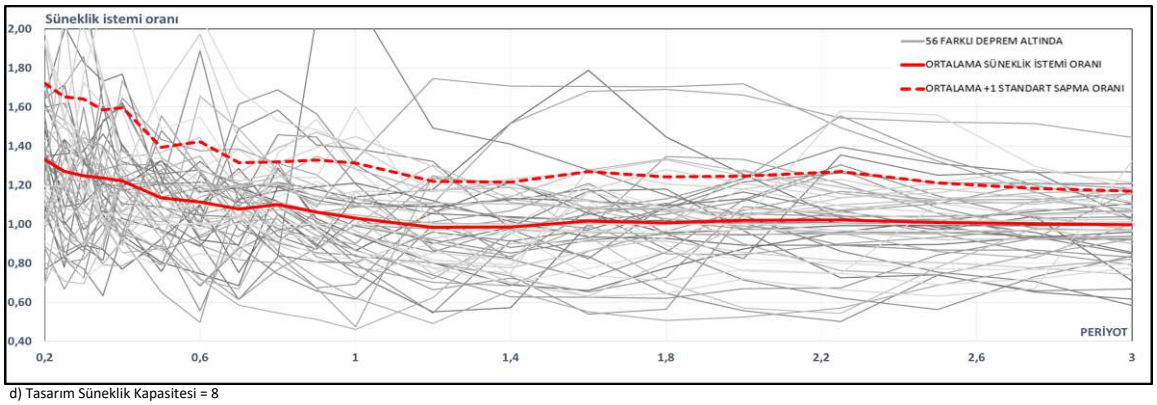
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

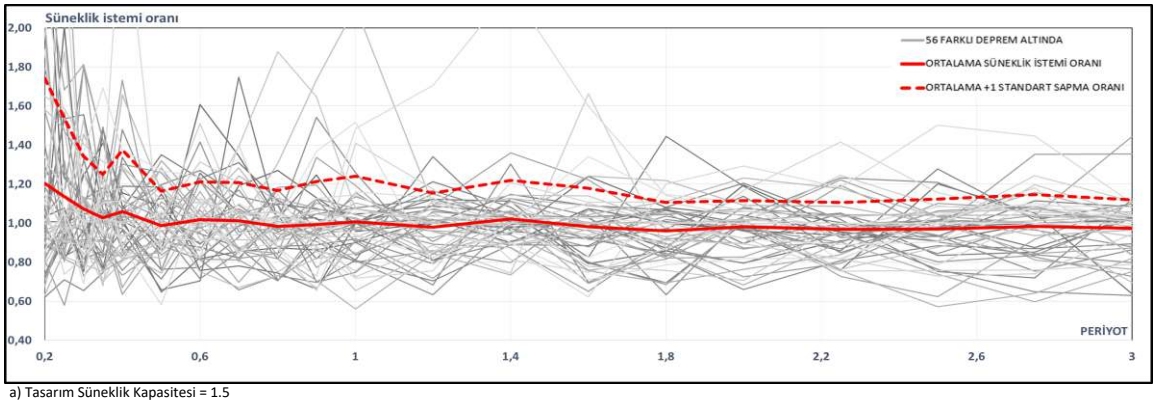


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

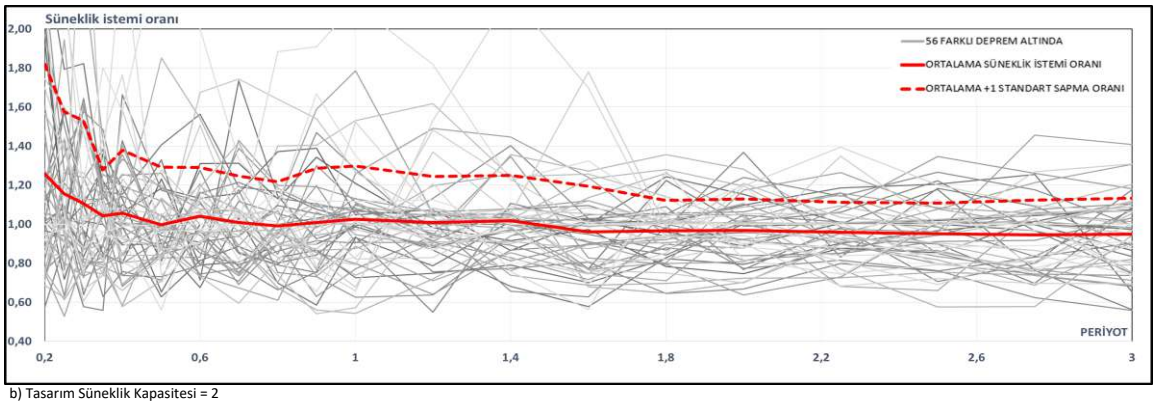


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

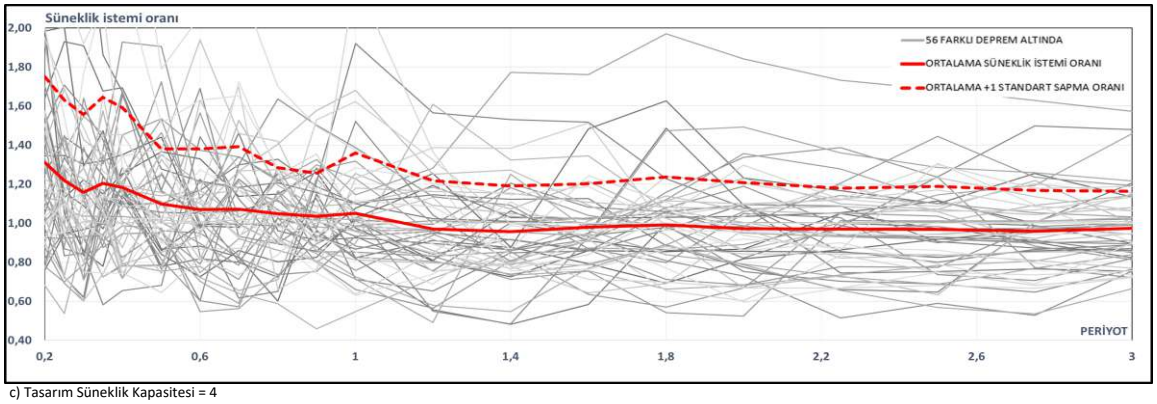
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 1,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.186: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



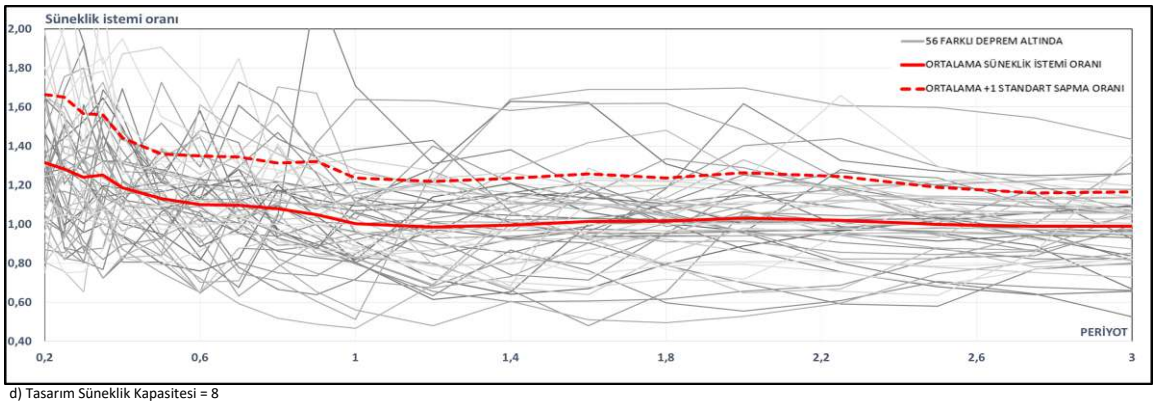
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

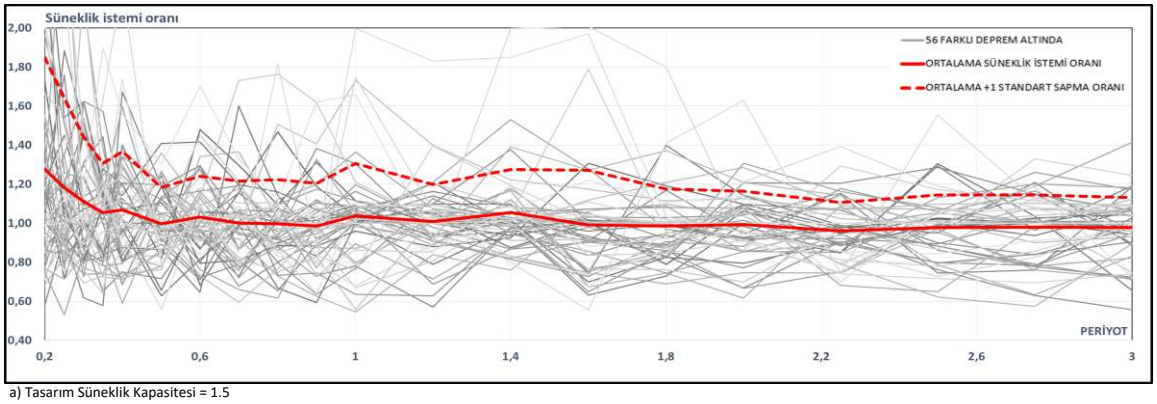


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

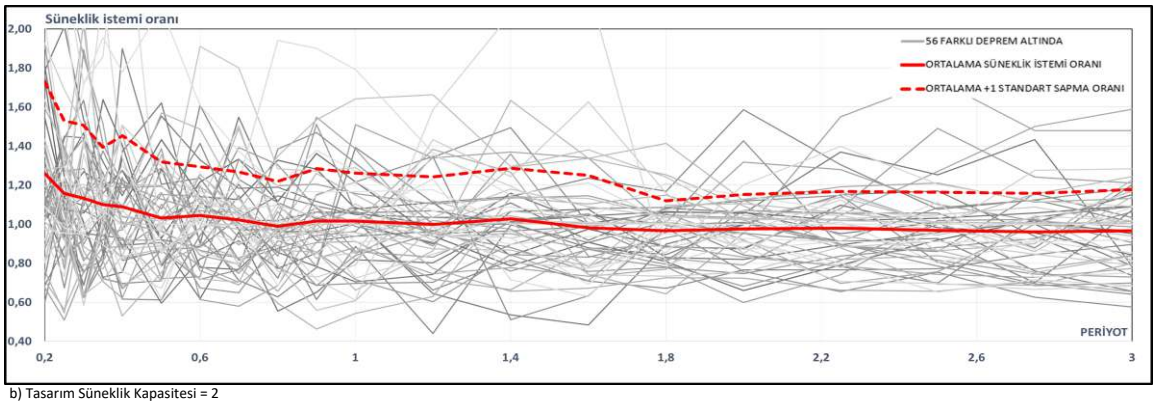


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

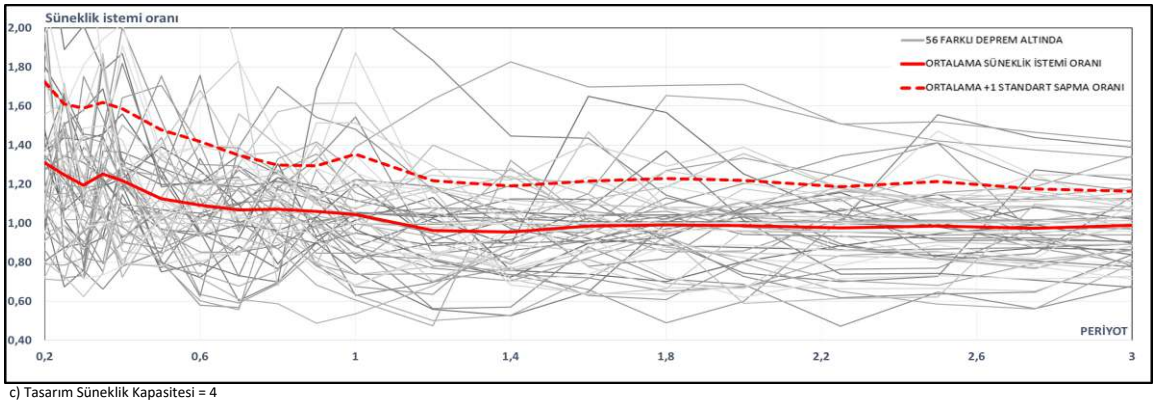
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 1,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.187: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



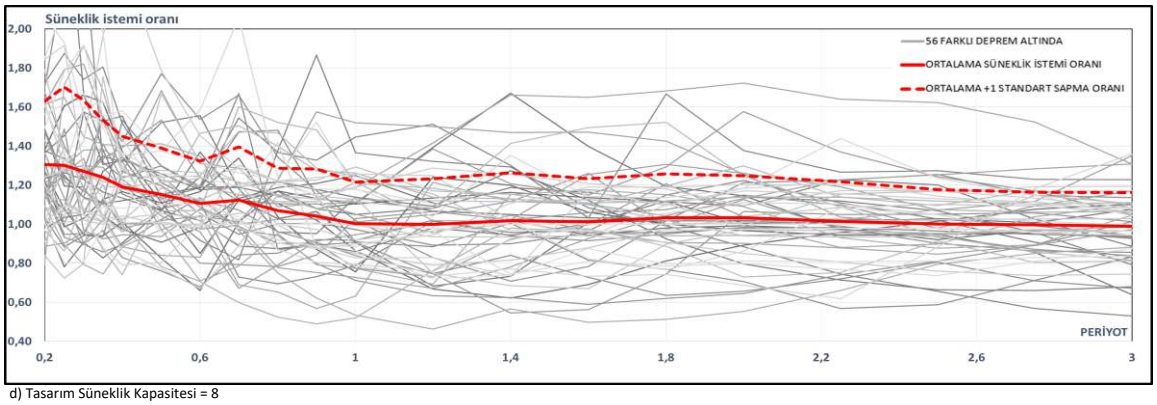
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



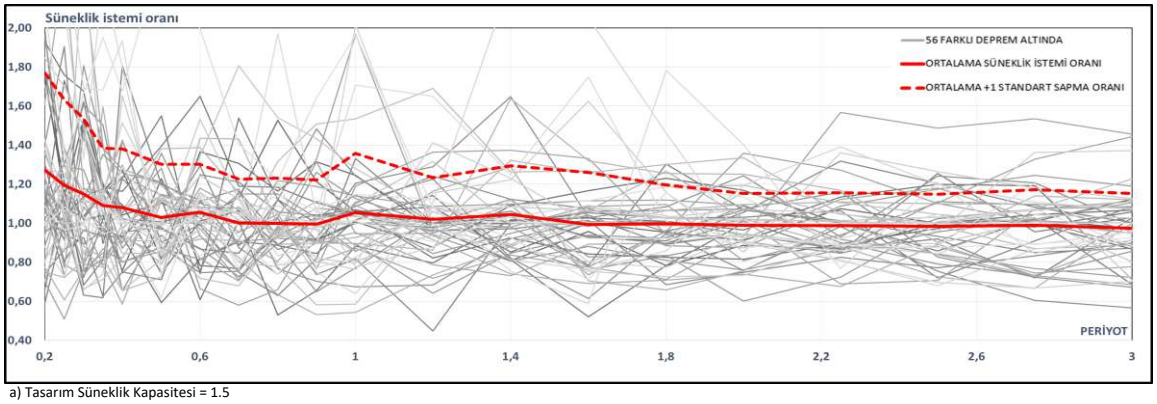
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



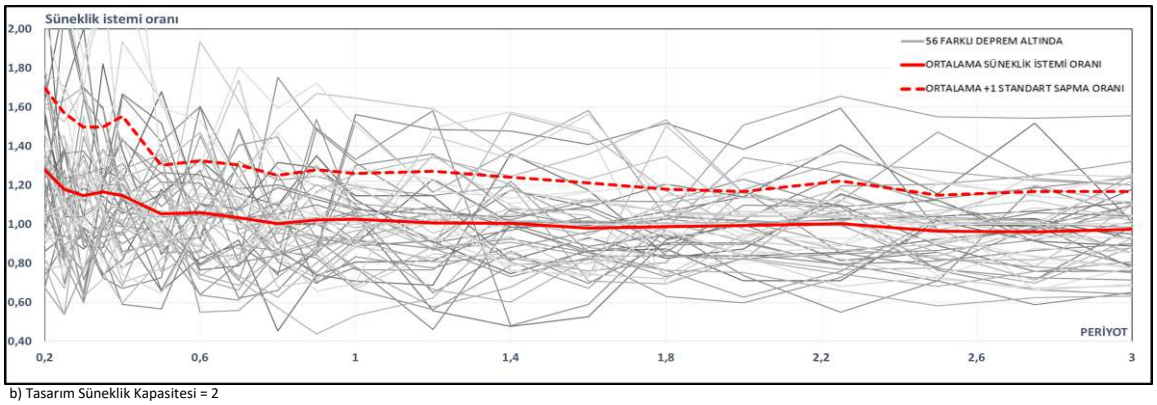
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 1,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

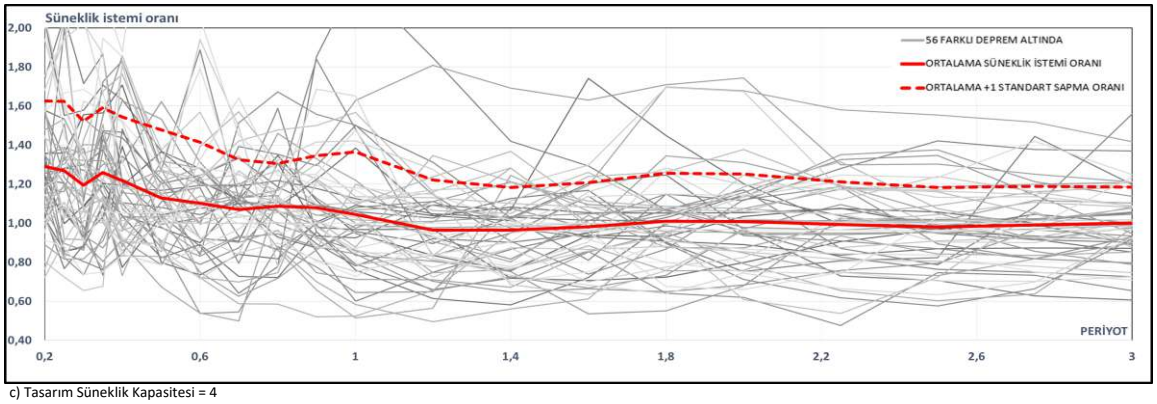
Şekil C.188: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



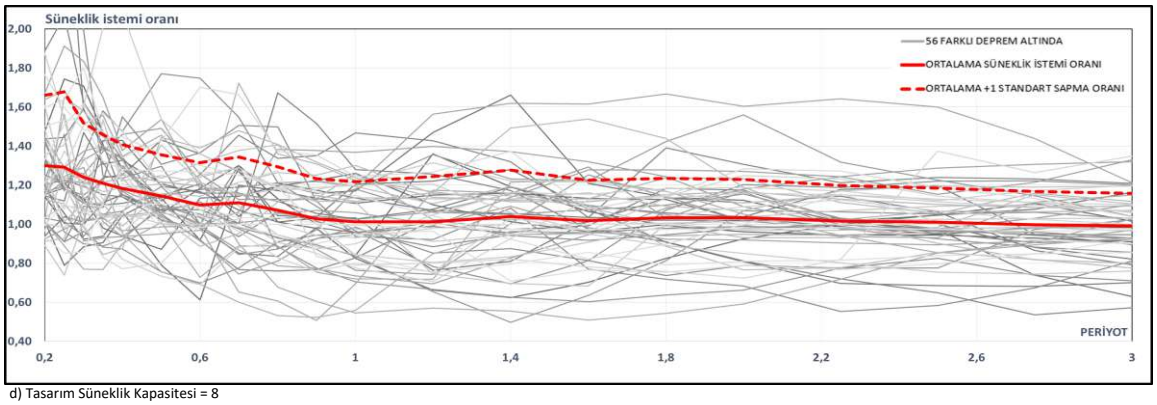
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

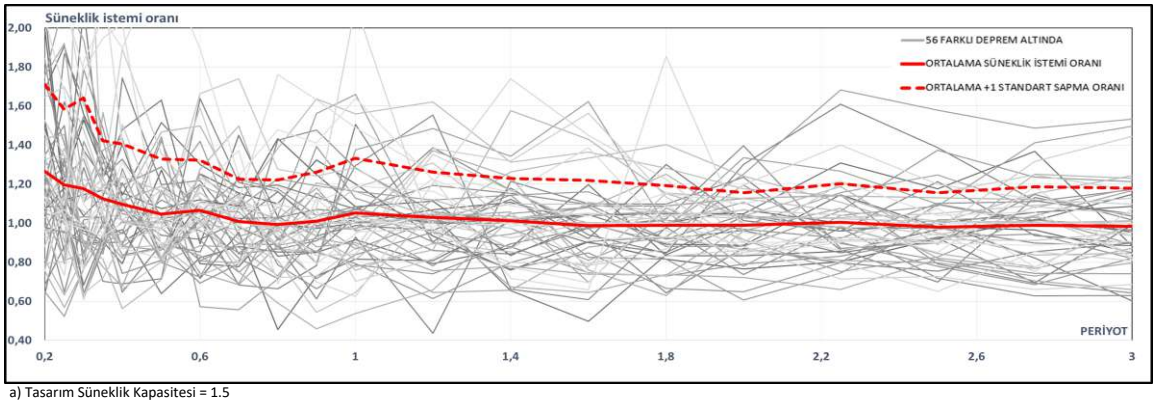


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

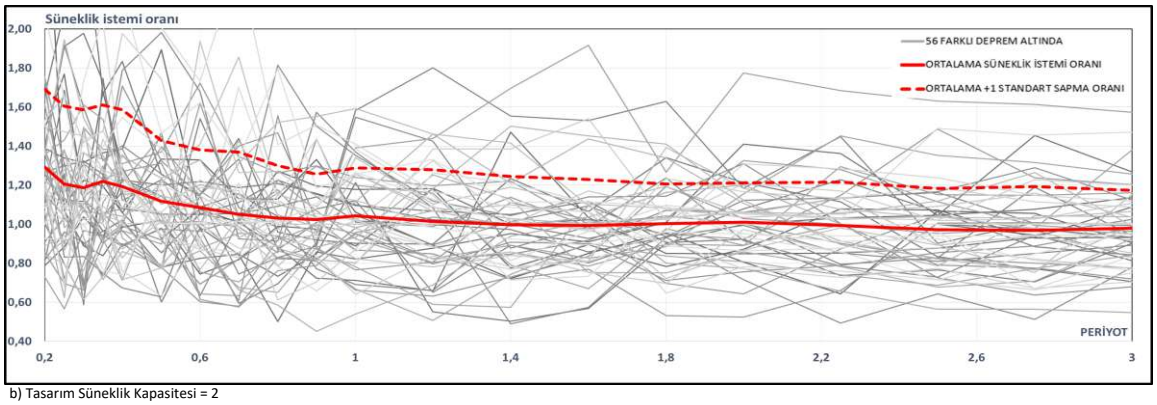


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

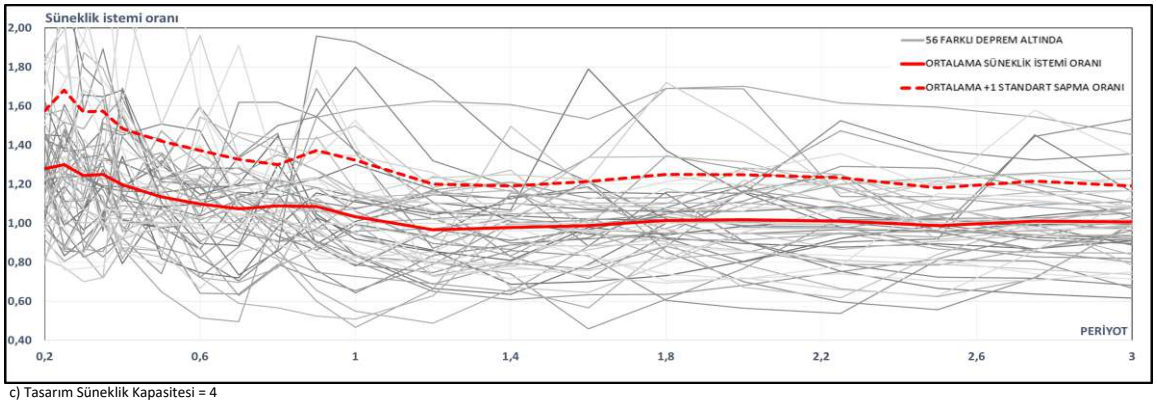
(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 1,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.189: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



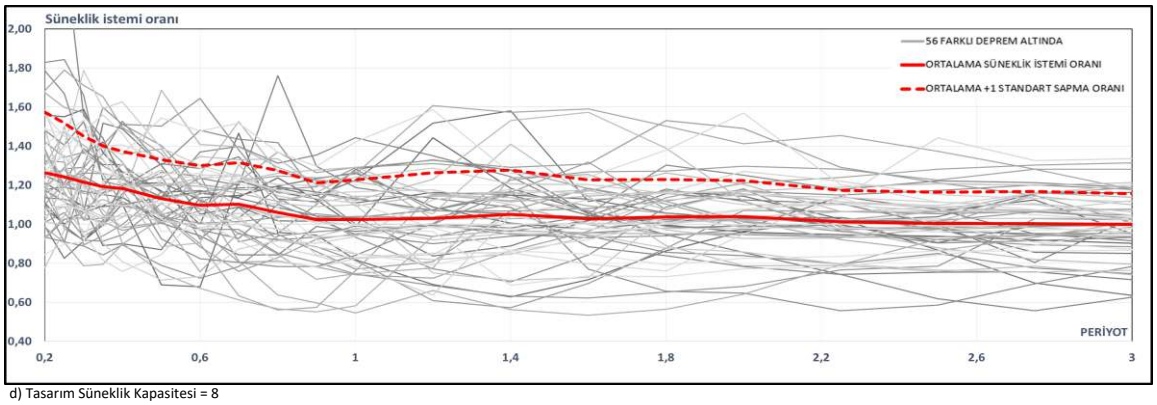
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



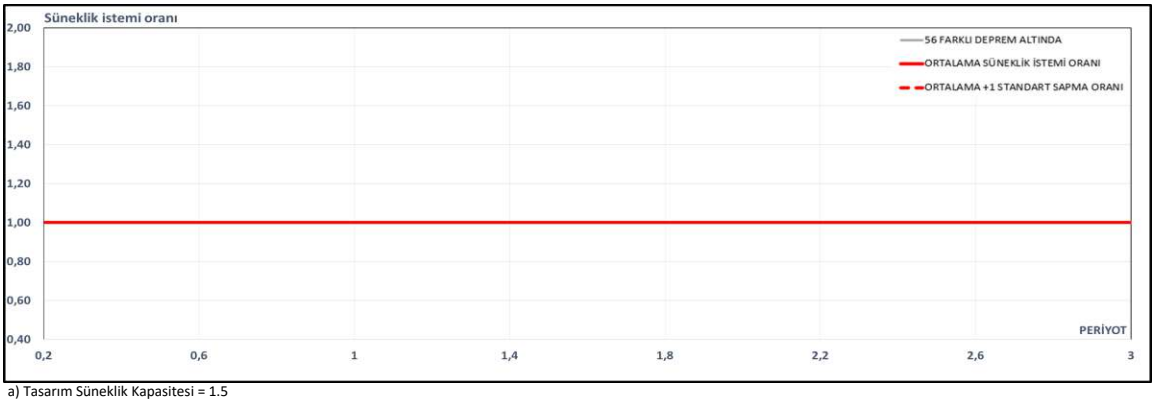
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



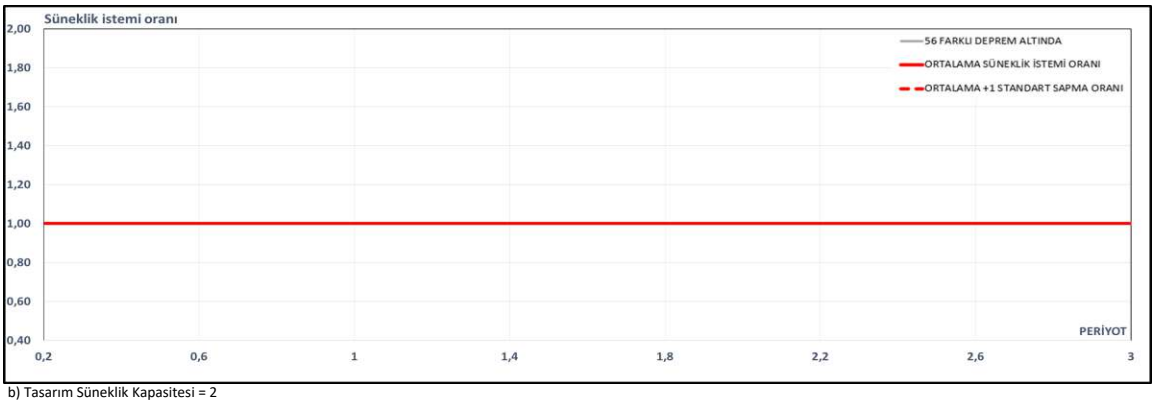
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %1, IDA Katsayısı = 2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

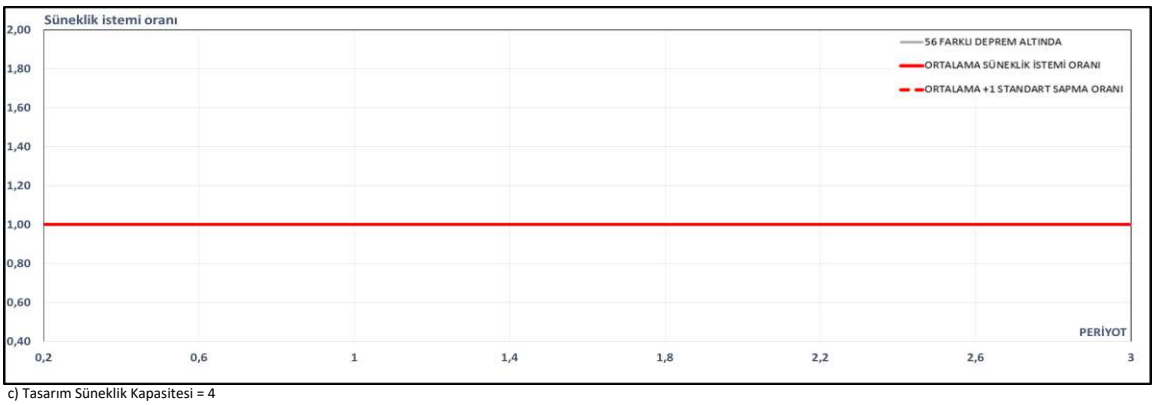
Şekil C.190: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



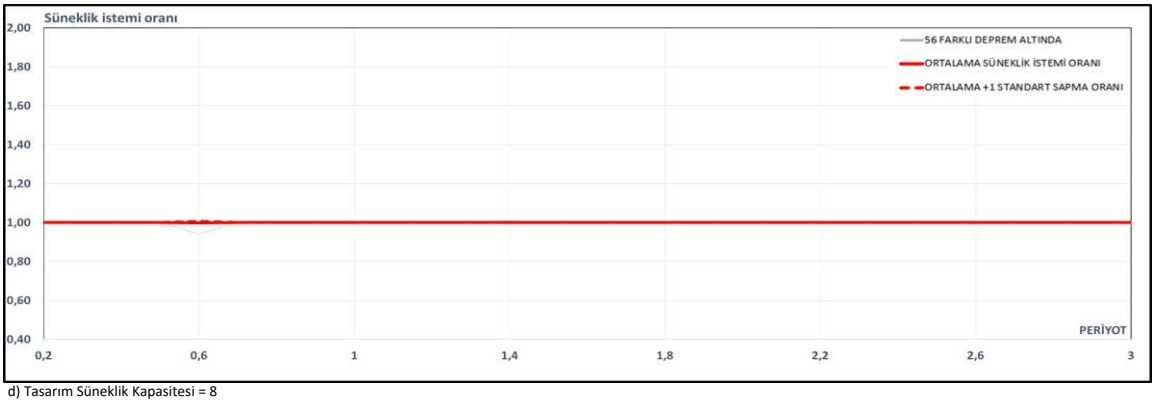
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

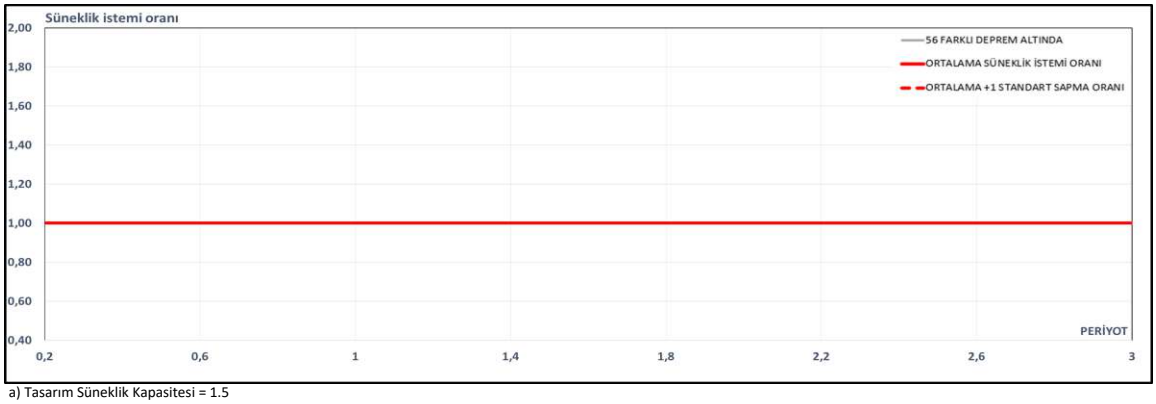


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

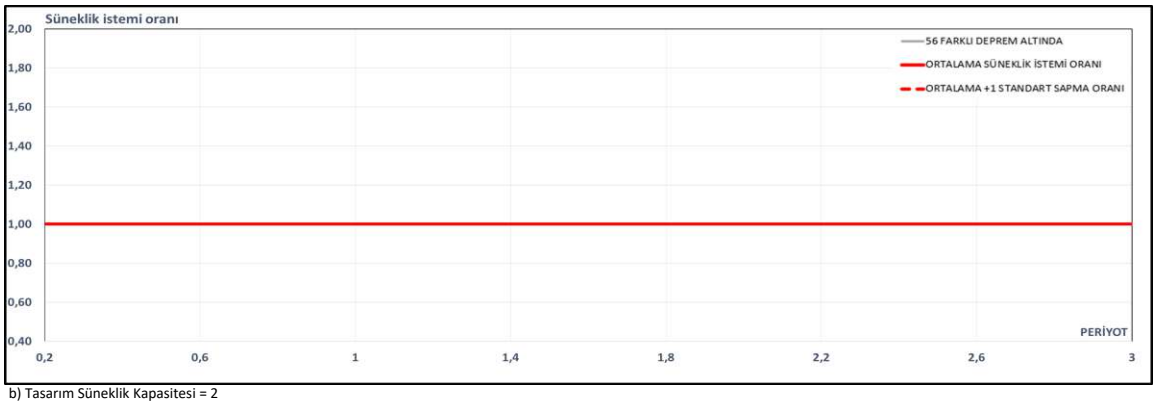


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

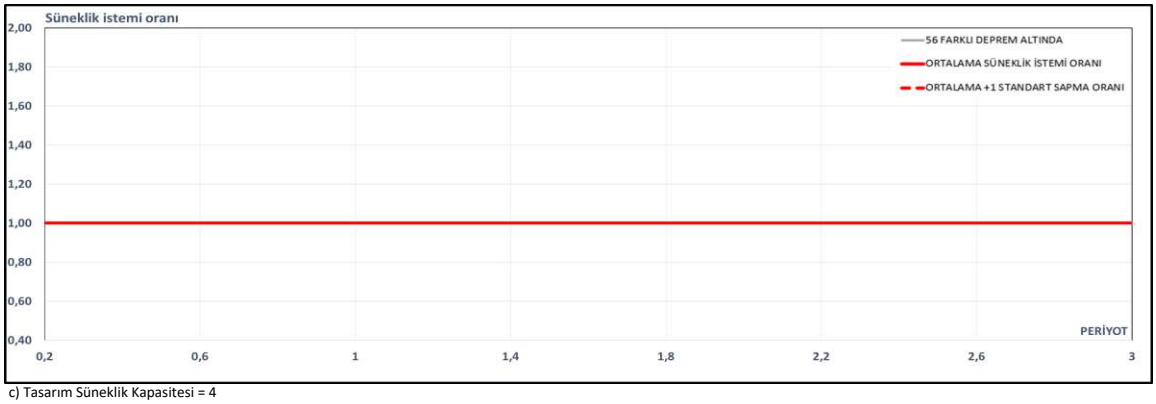
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,05 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.191: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



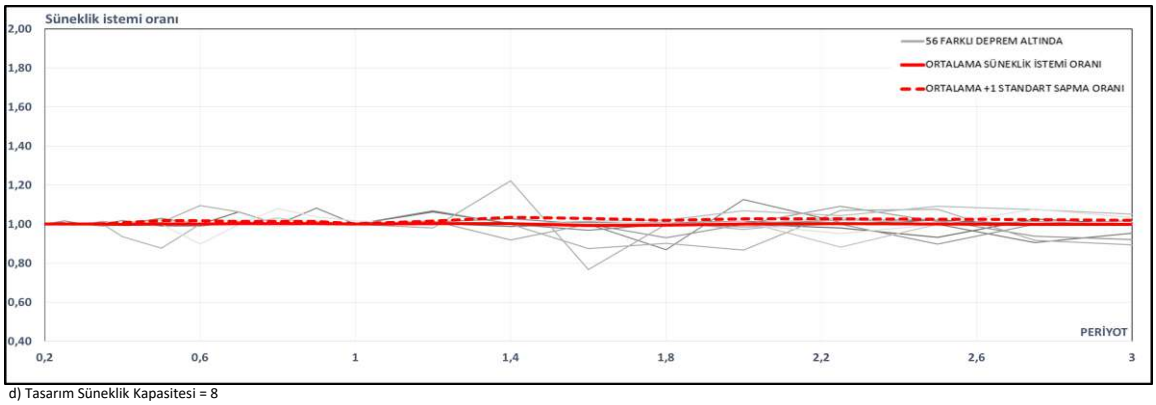
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



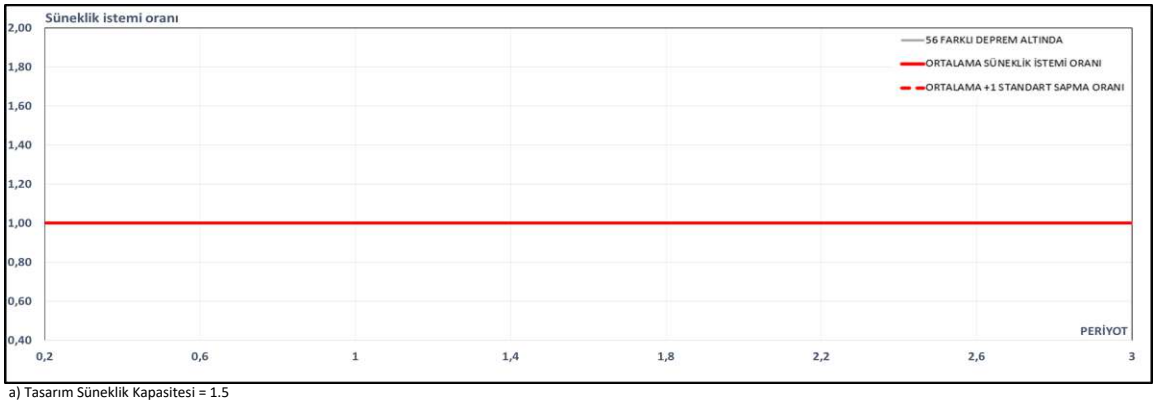
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



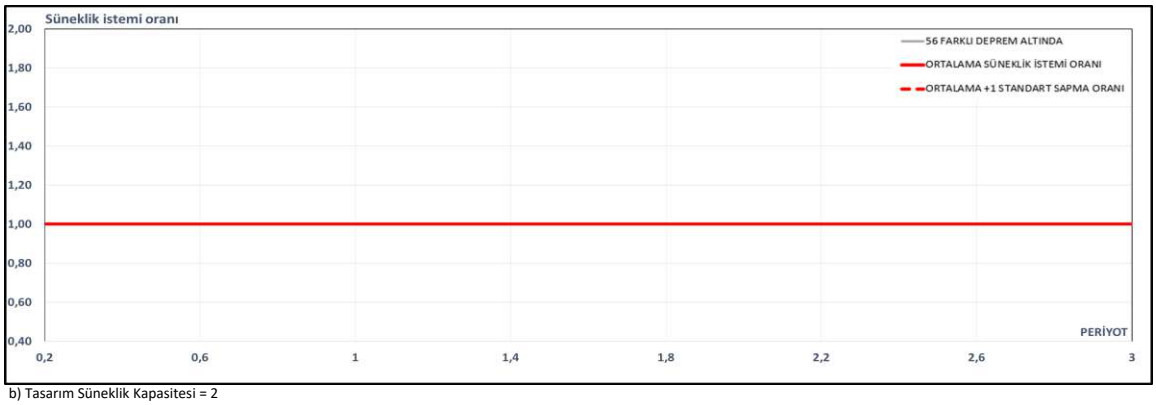
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

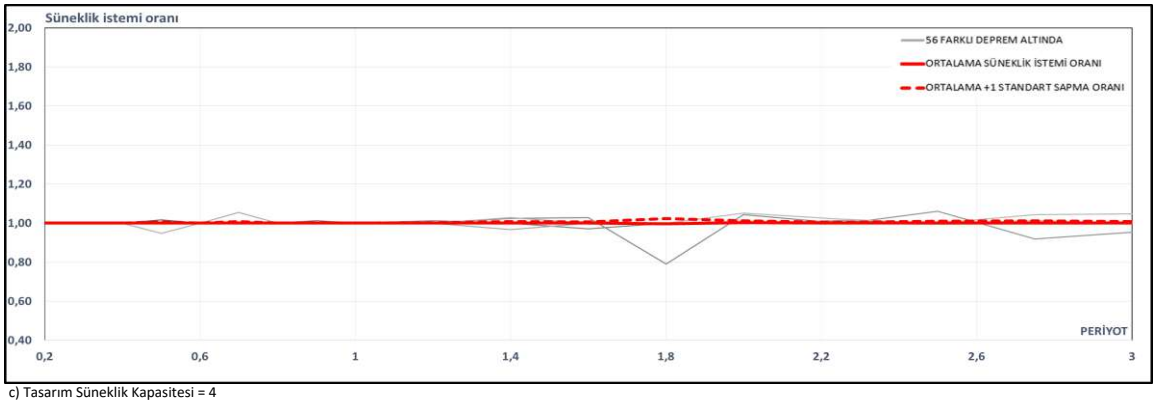
Şekil C.192: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



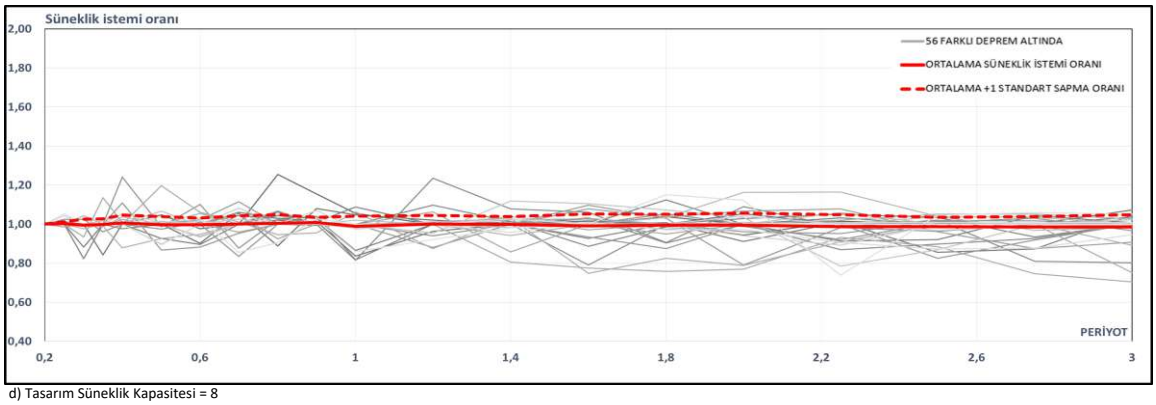
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

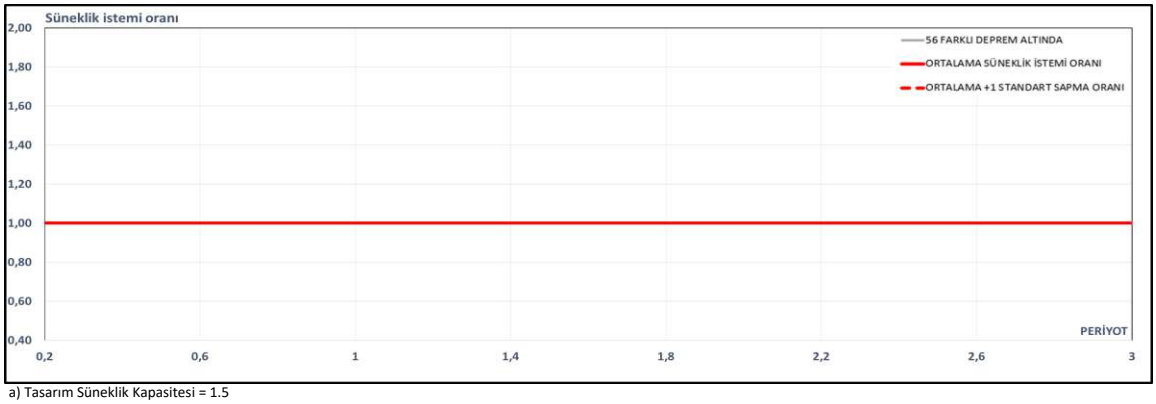


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

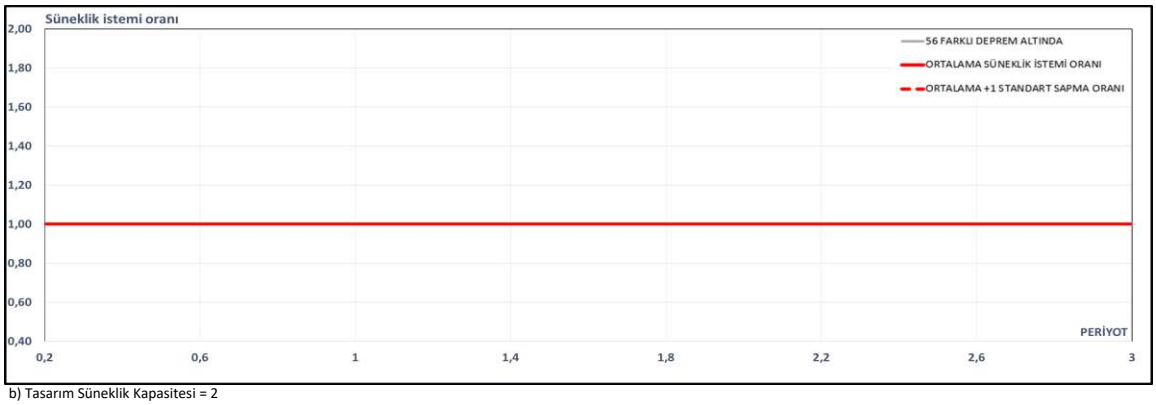


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

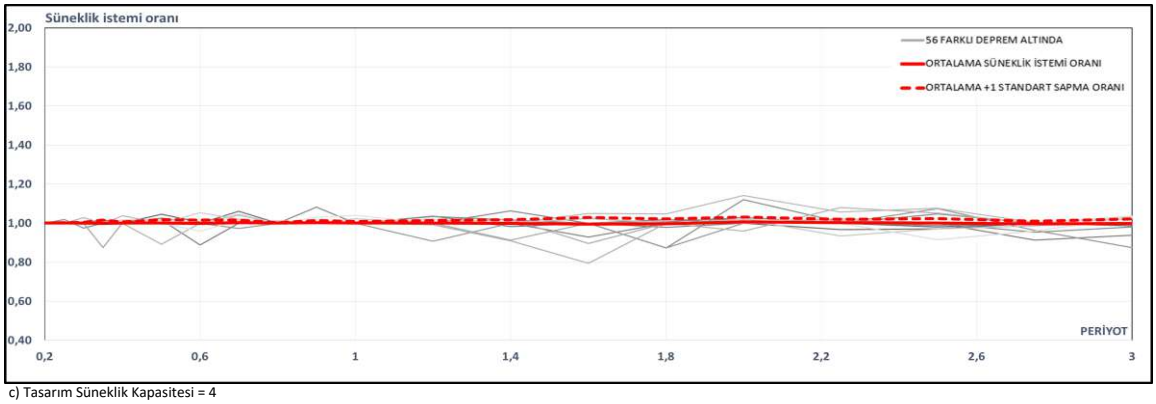
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,15 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.193: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



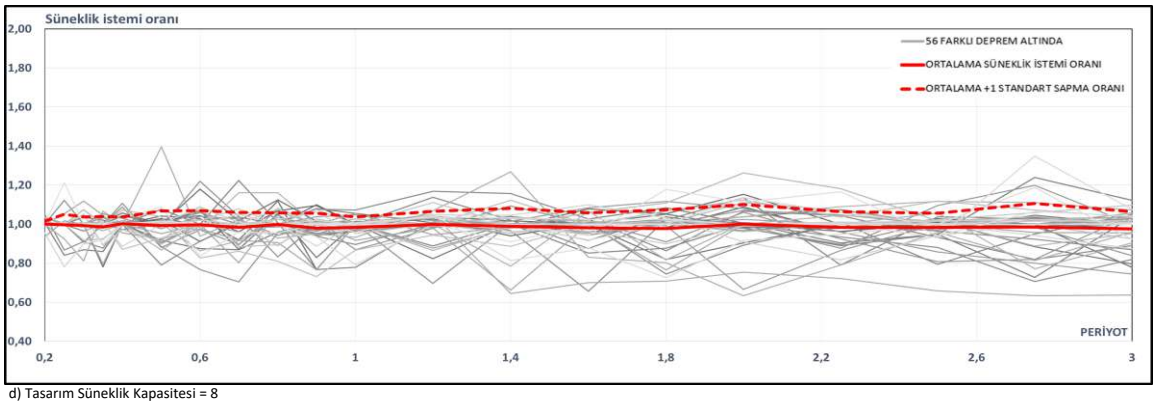
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

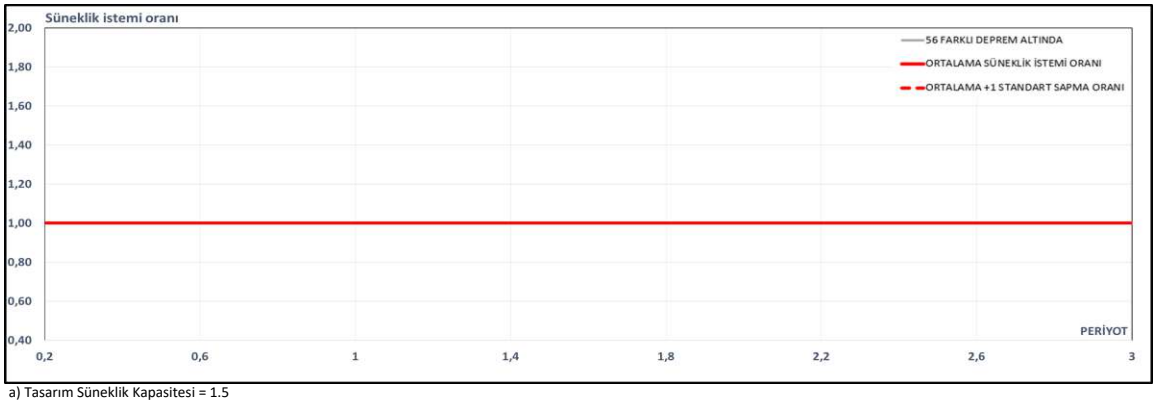


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

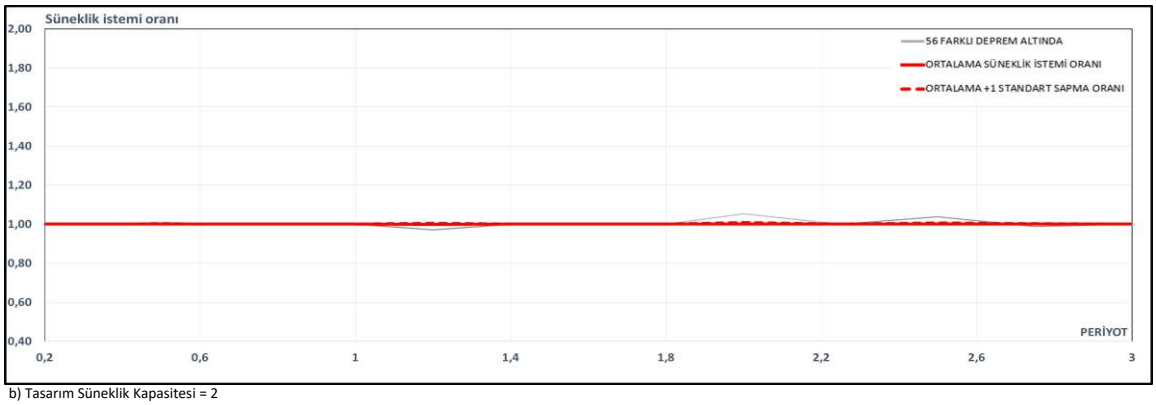


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

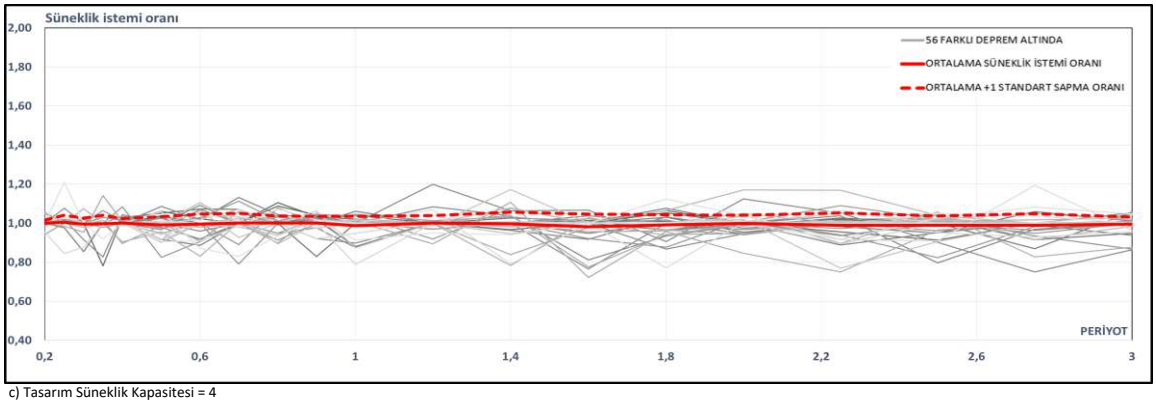
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.194: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



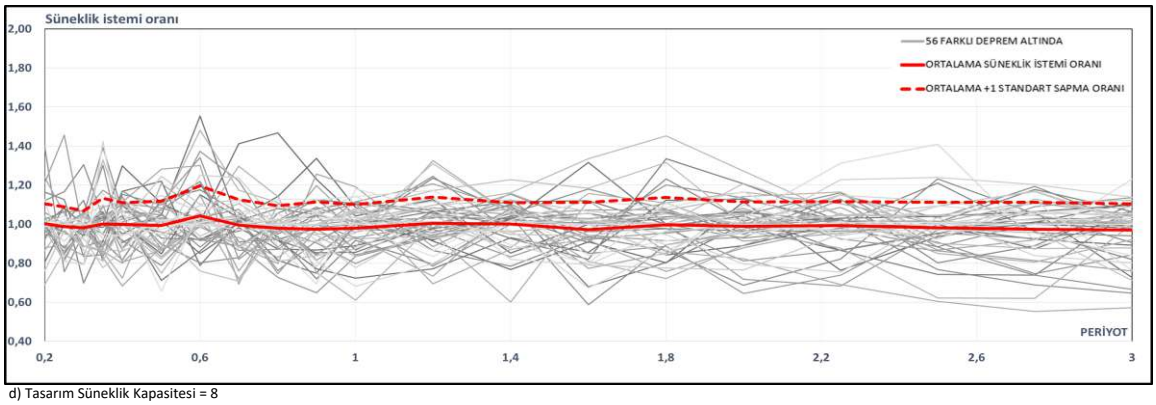
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

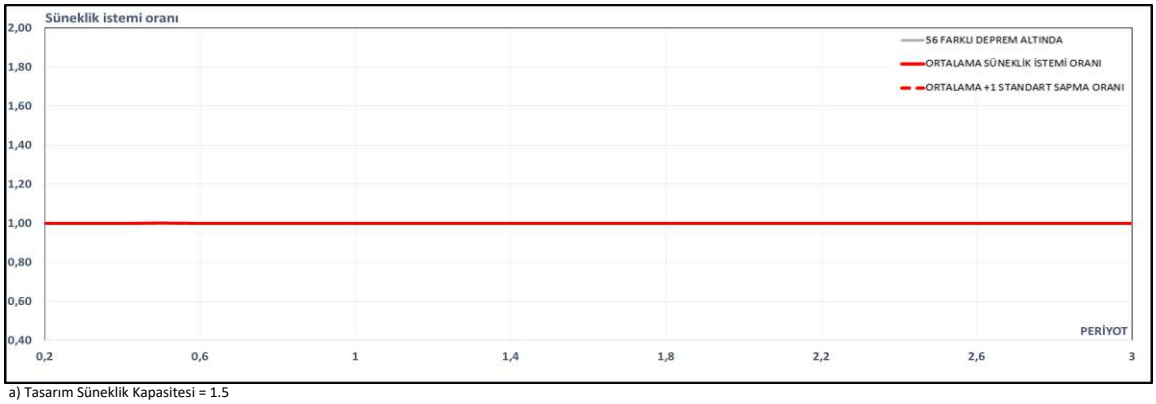


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

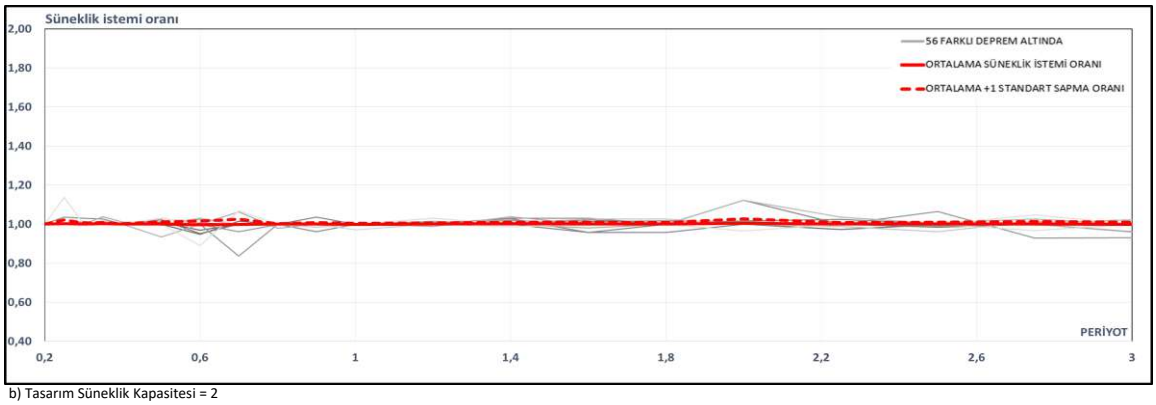


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

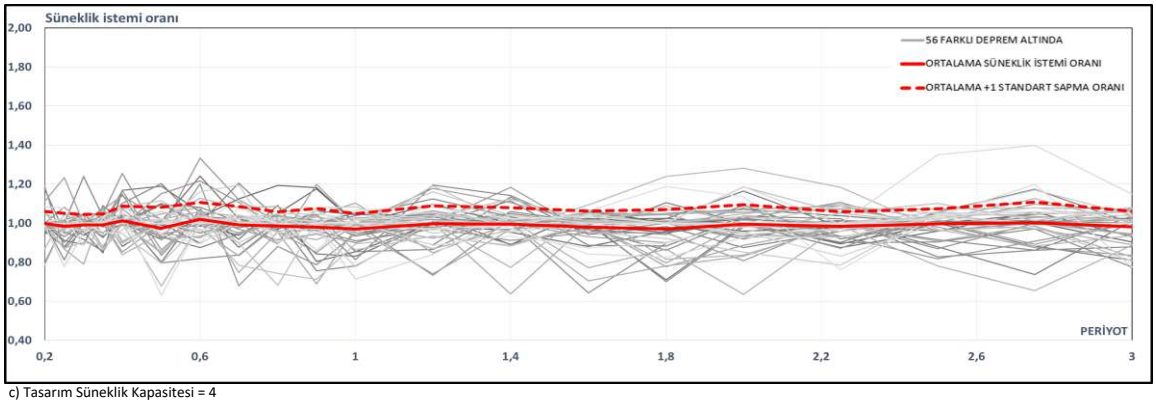
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,3 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.195: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



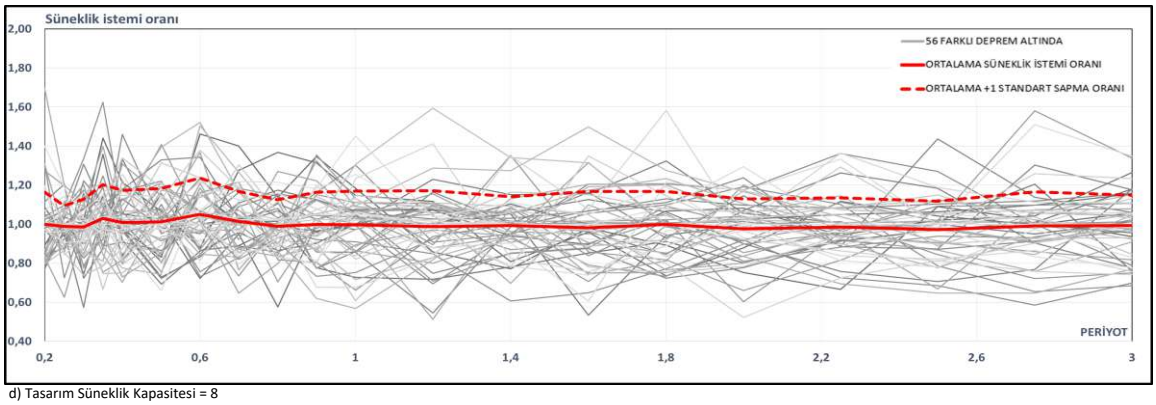
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

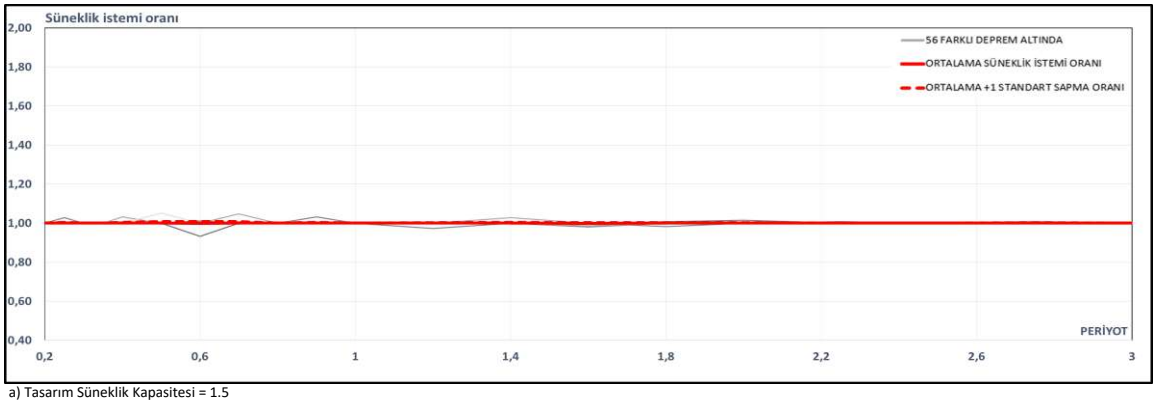


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

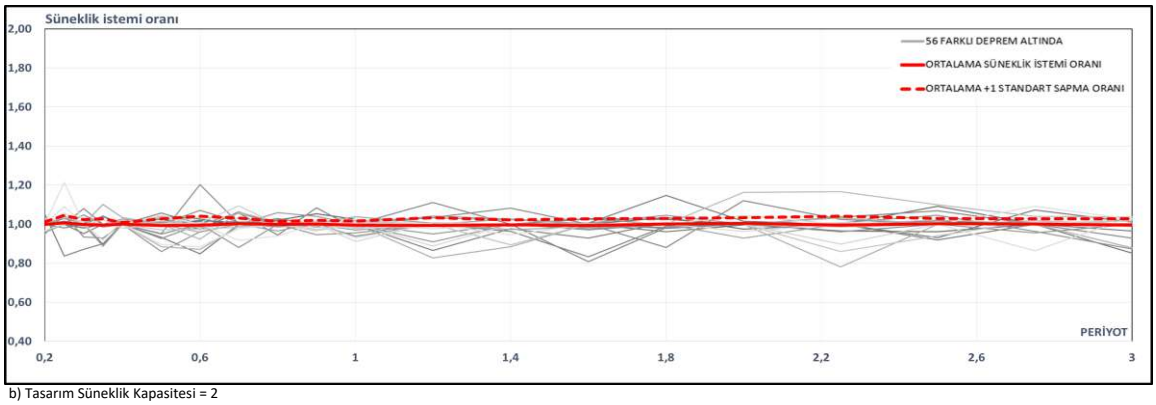


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

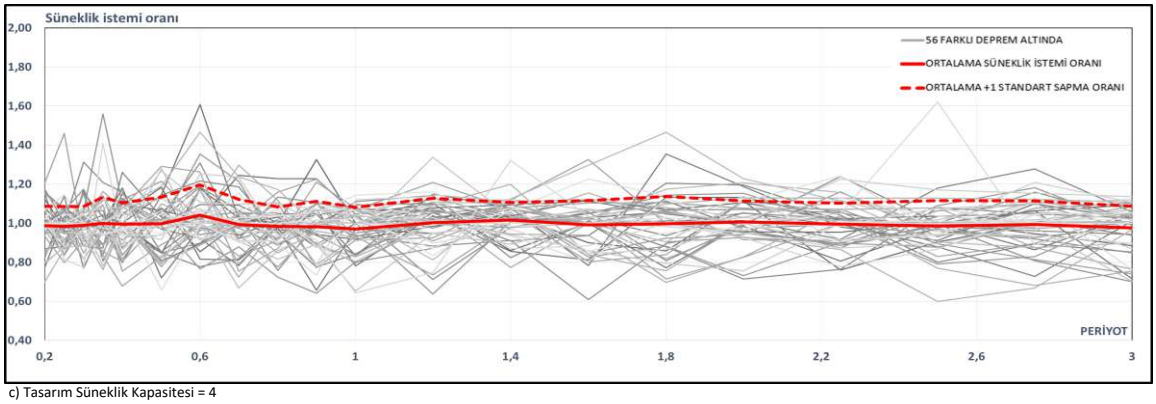
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.196: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



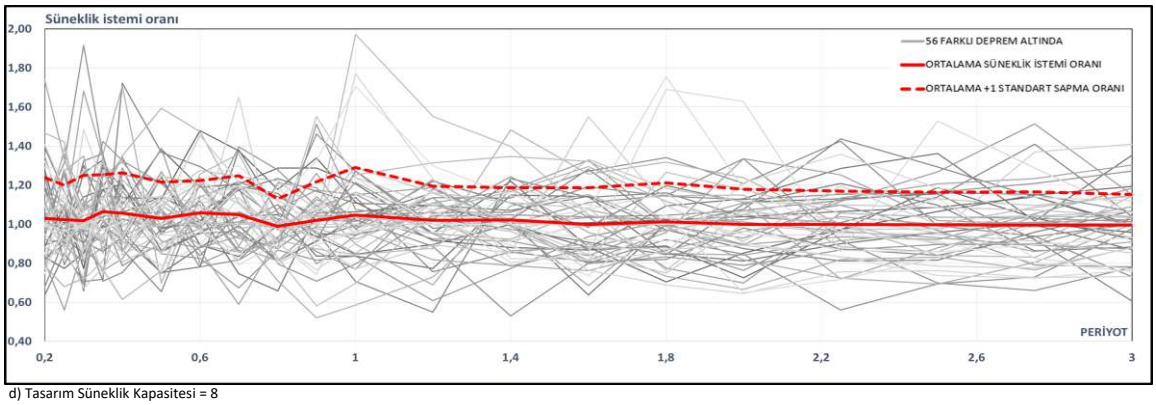
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

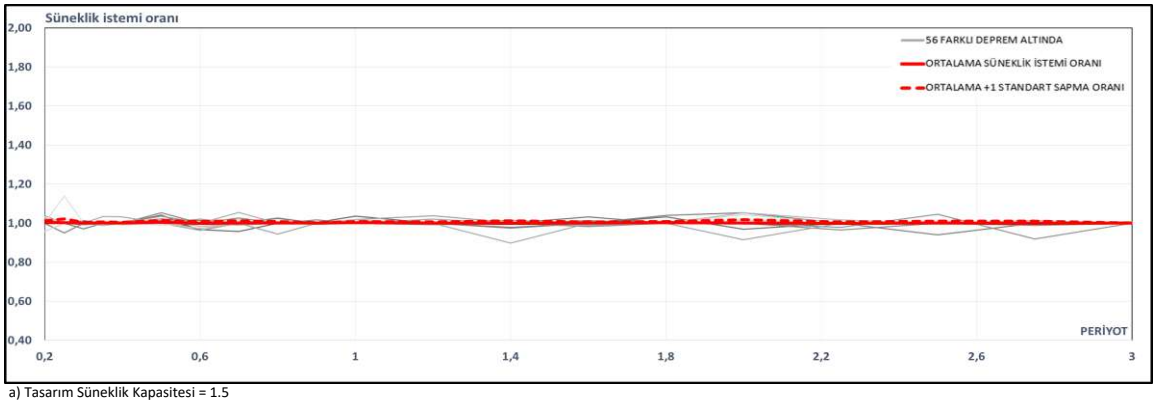


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

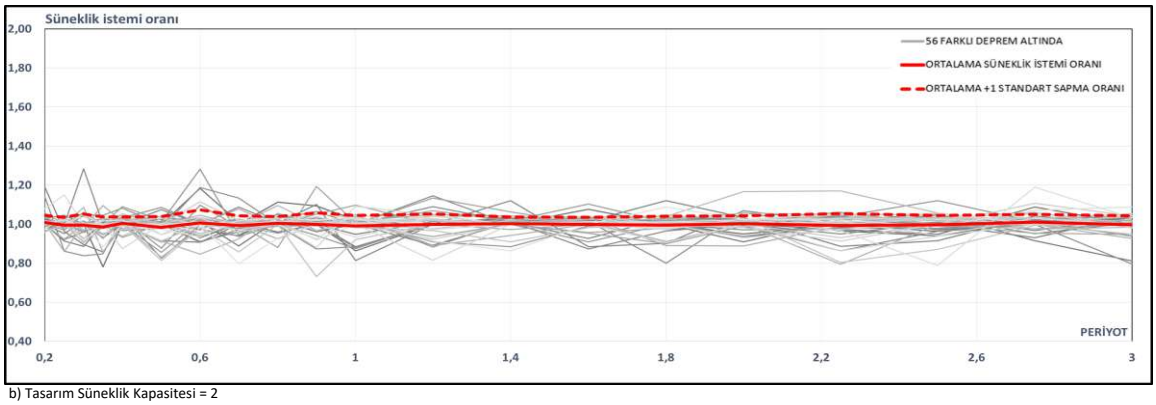


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

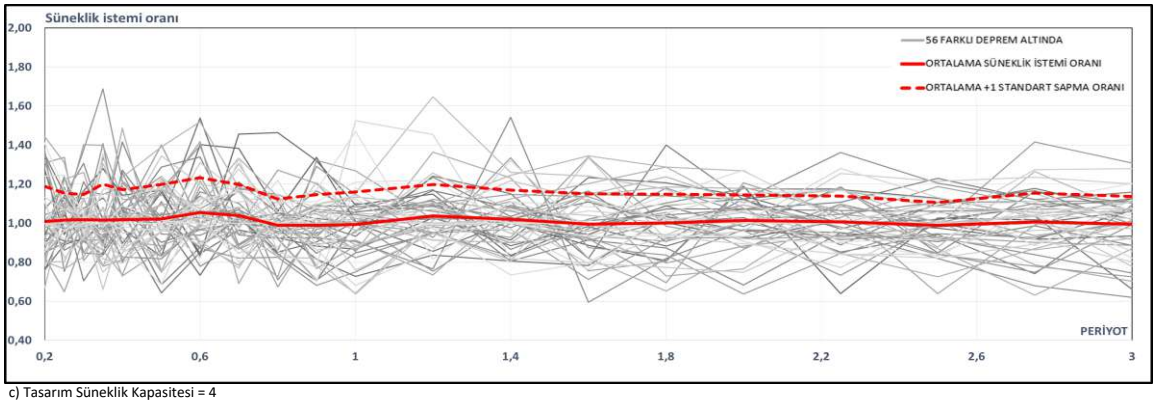
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,5 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.197: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



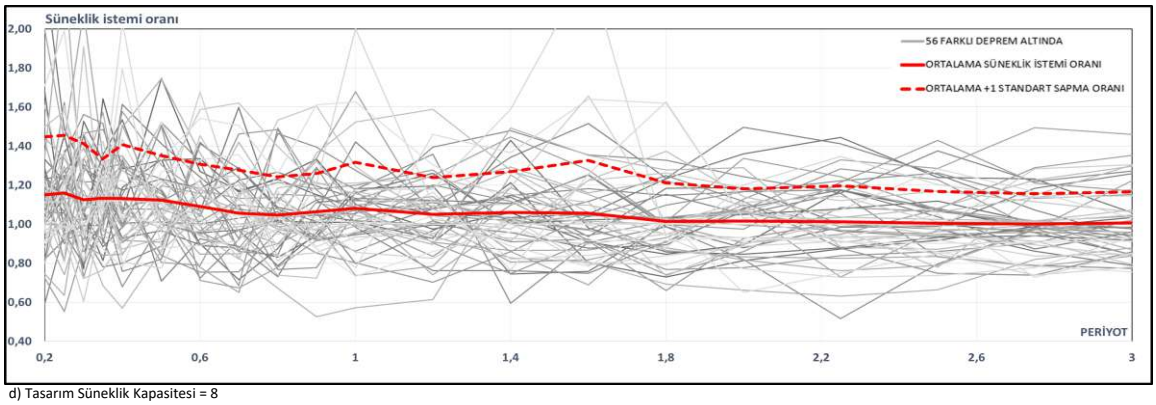
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



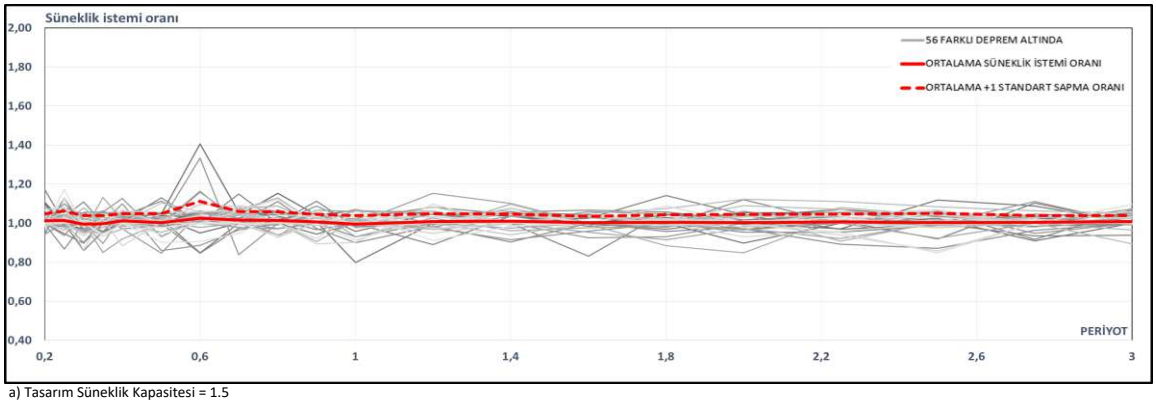
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



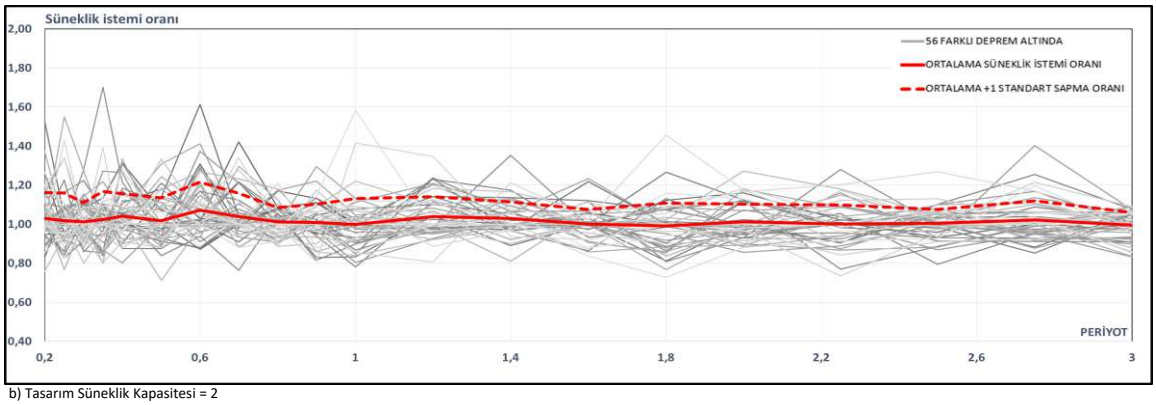
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

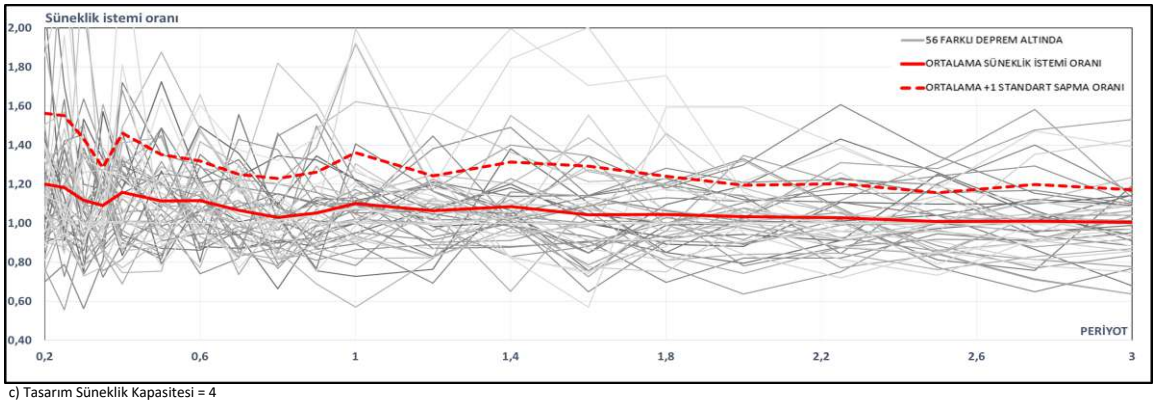
Şekil C.198: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



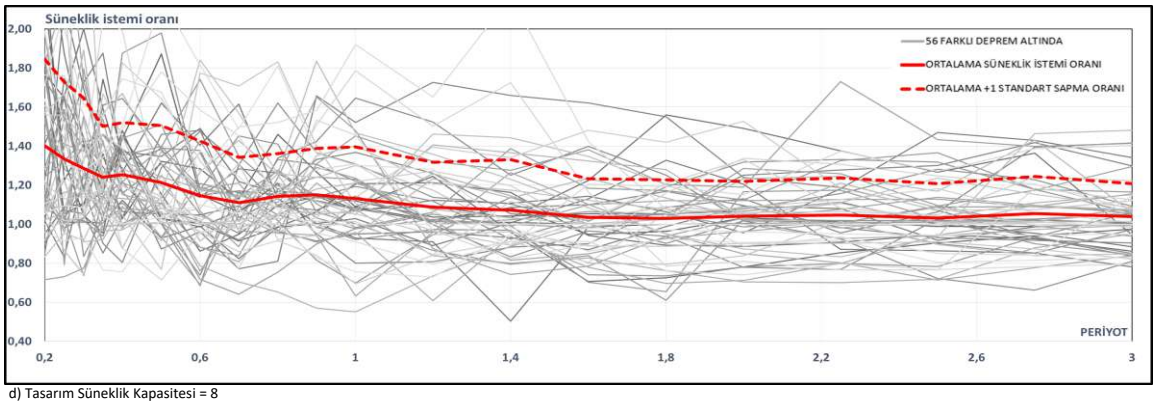
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



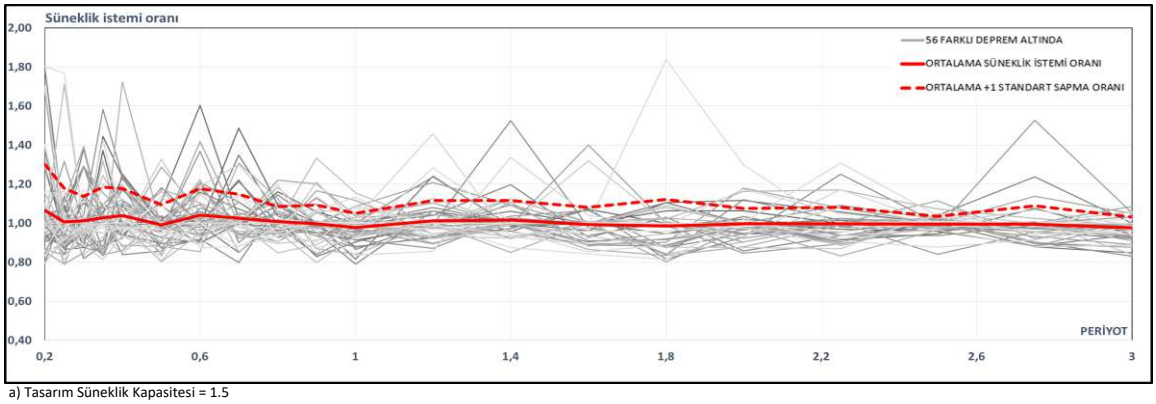
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



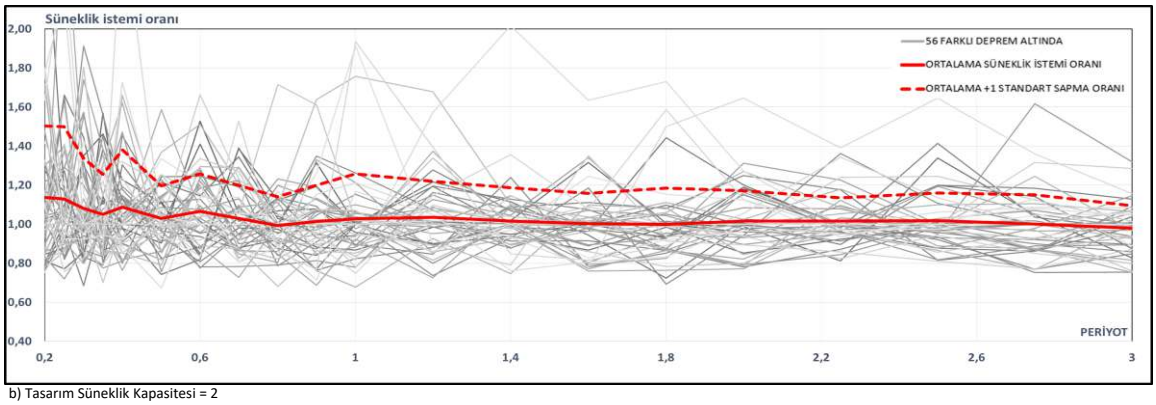
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 0,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

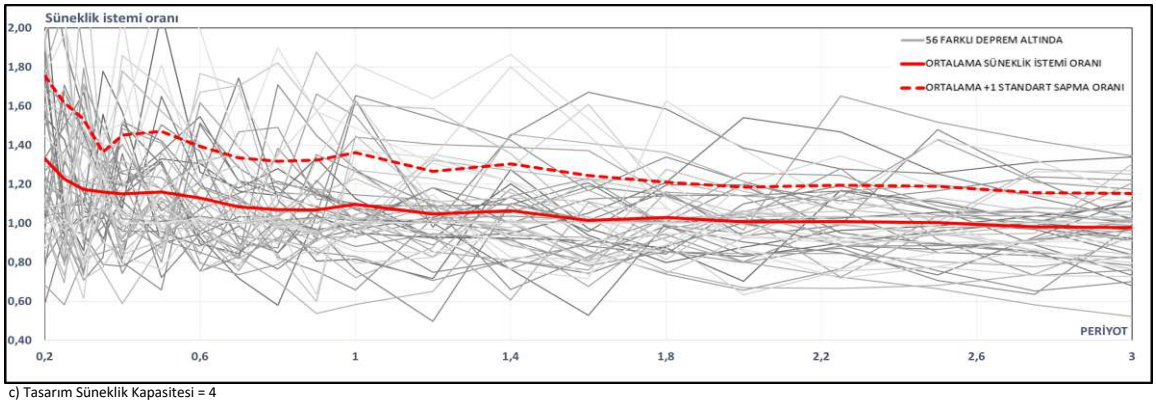
Şekil C.199: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



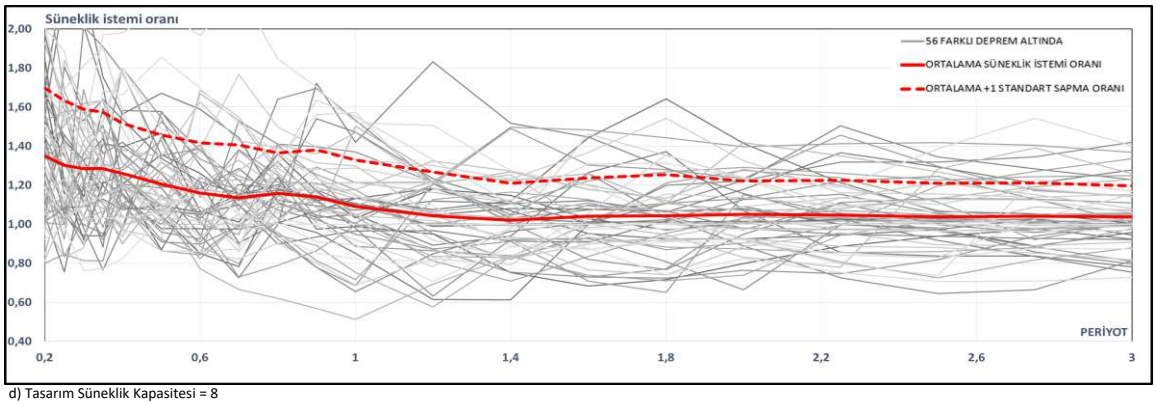
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

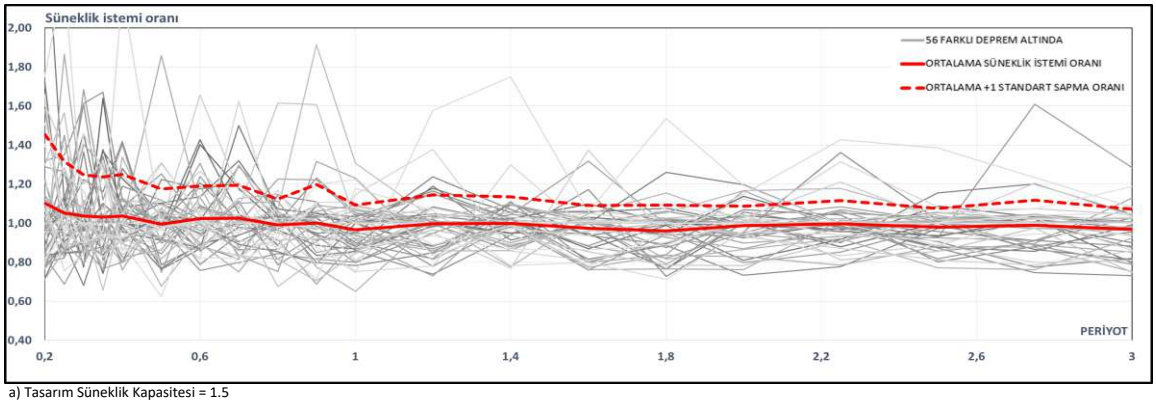


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

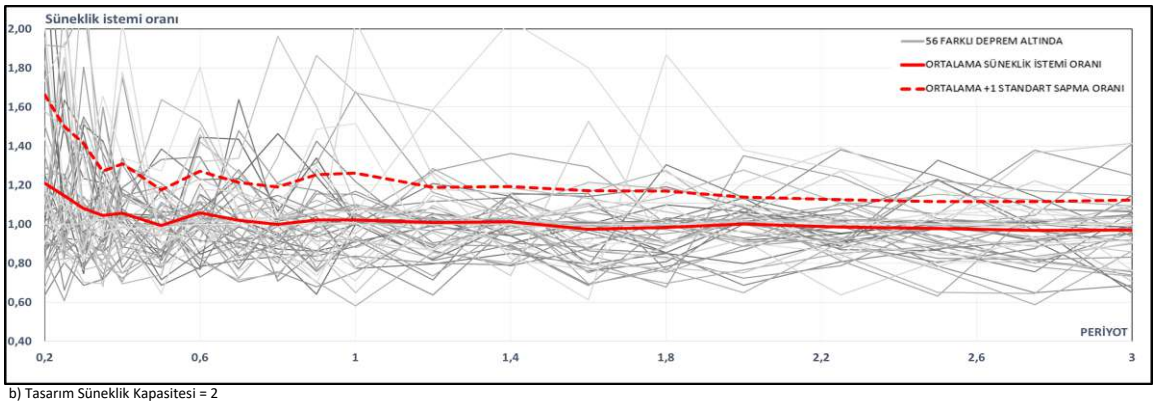


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

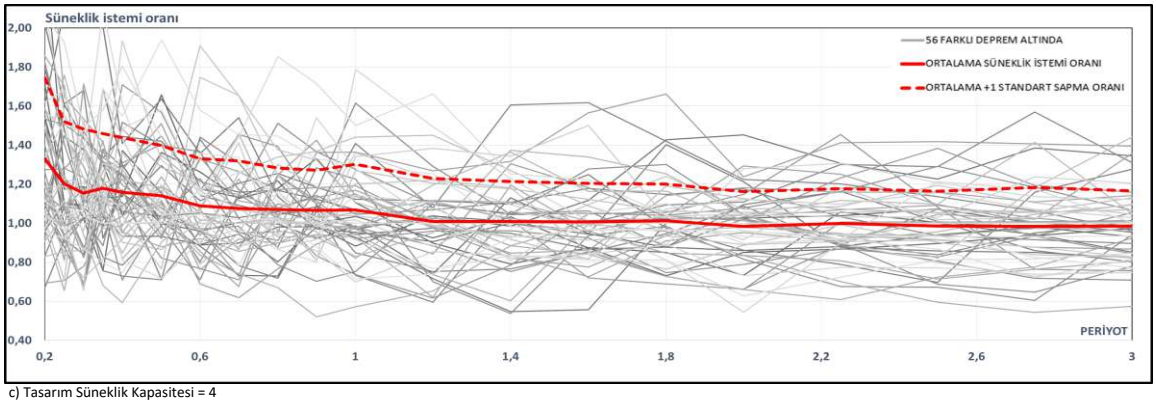
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.200: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



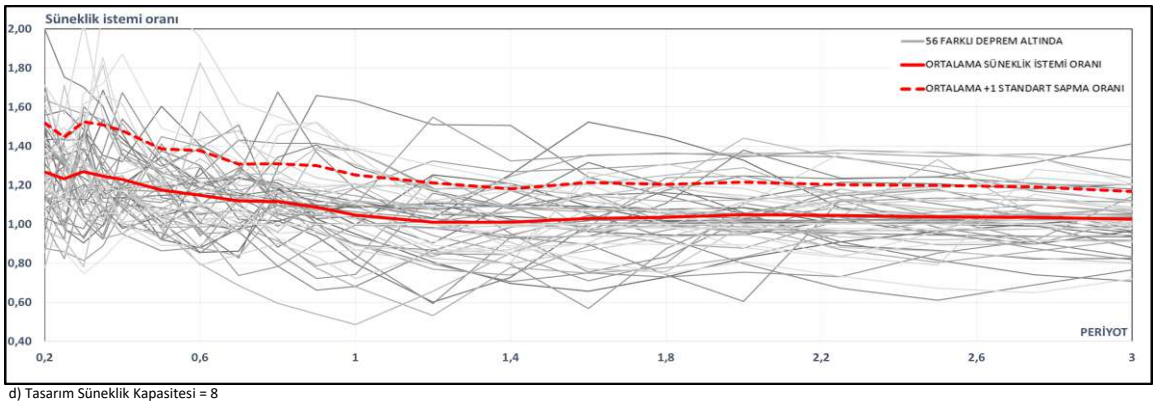
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



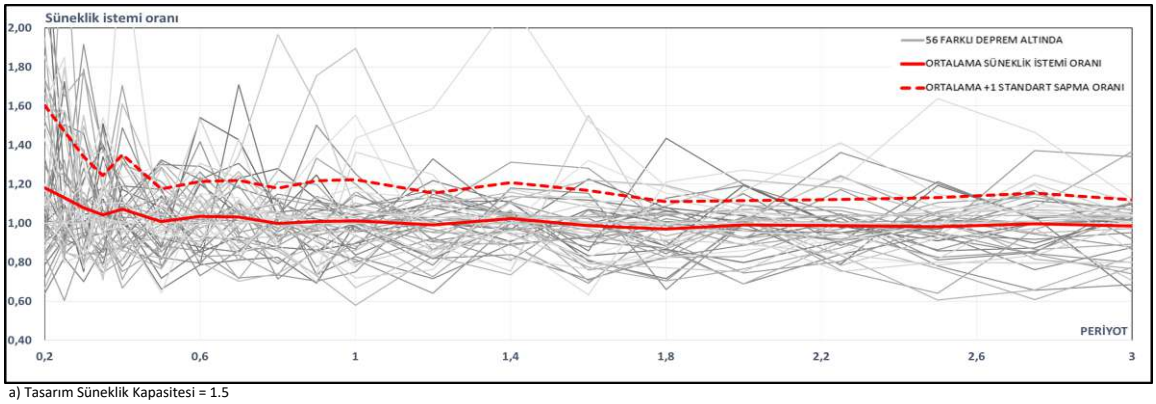
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



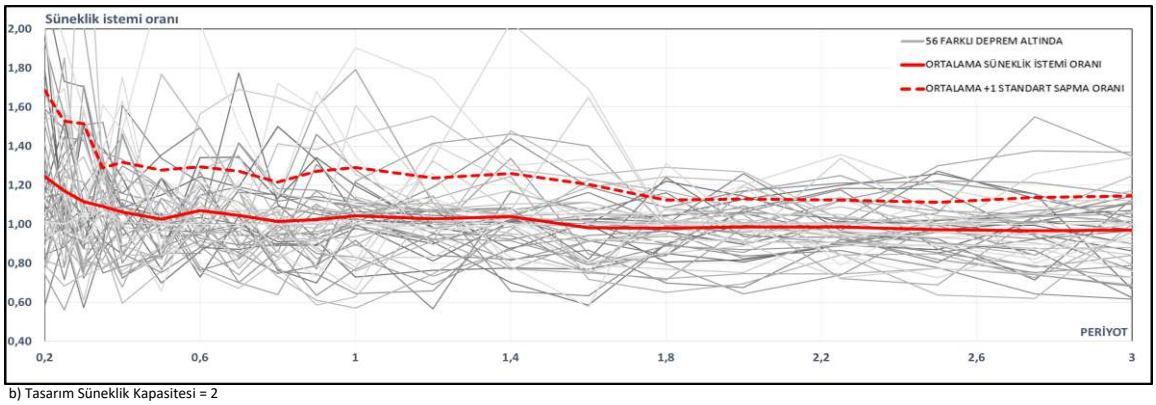
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 1,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

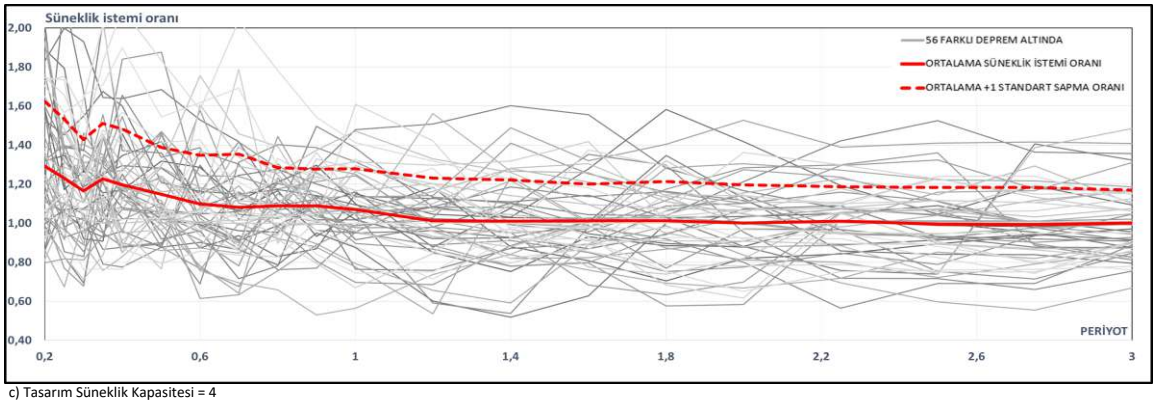
Şekil C.201: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



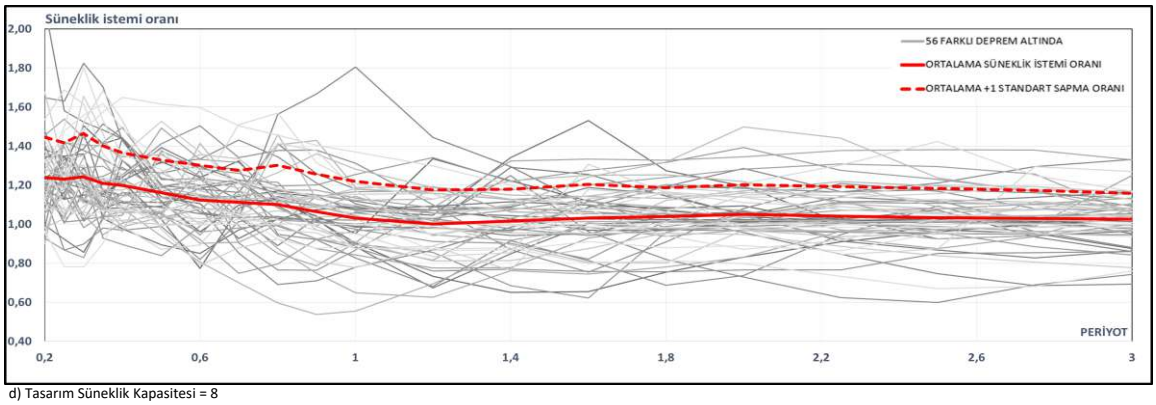
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



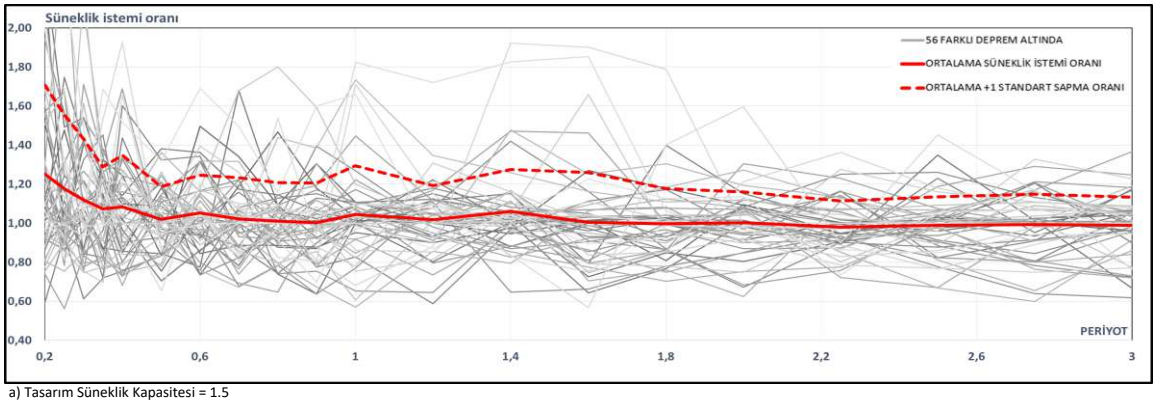
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



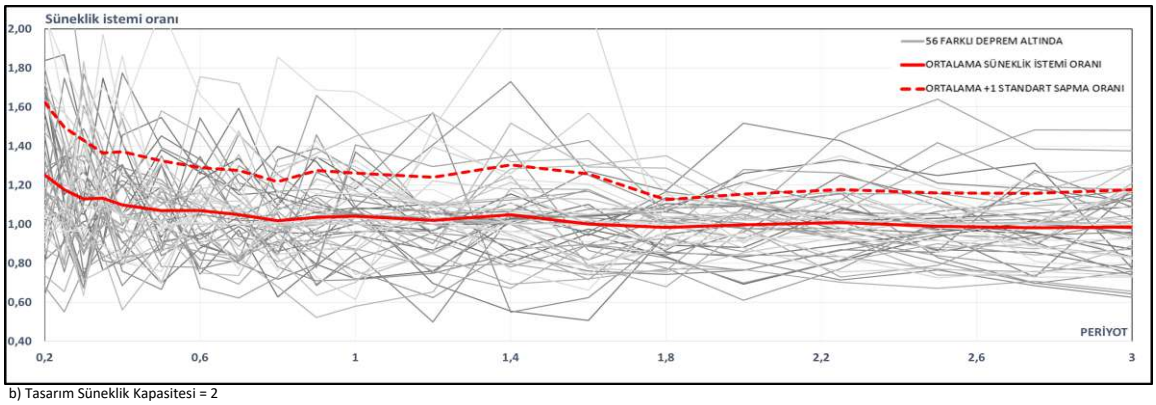
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 1,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

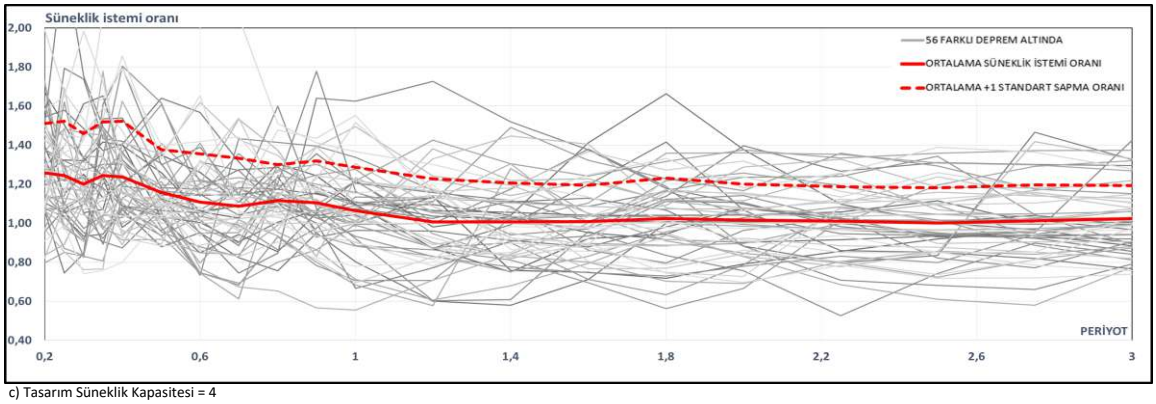
Şekil C.202: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



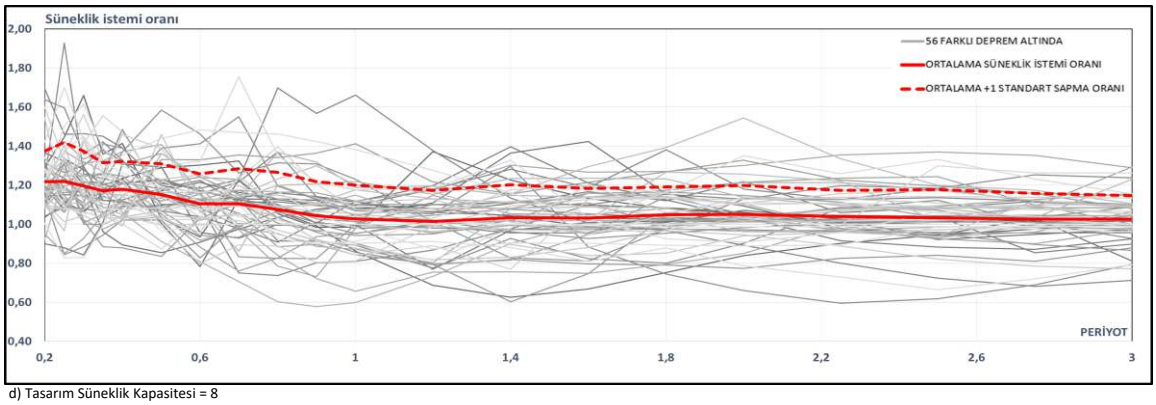
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

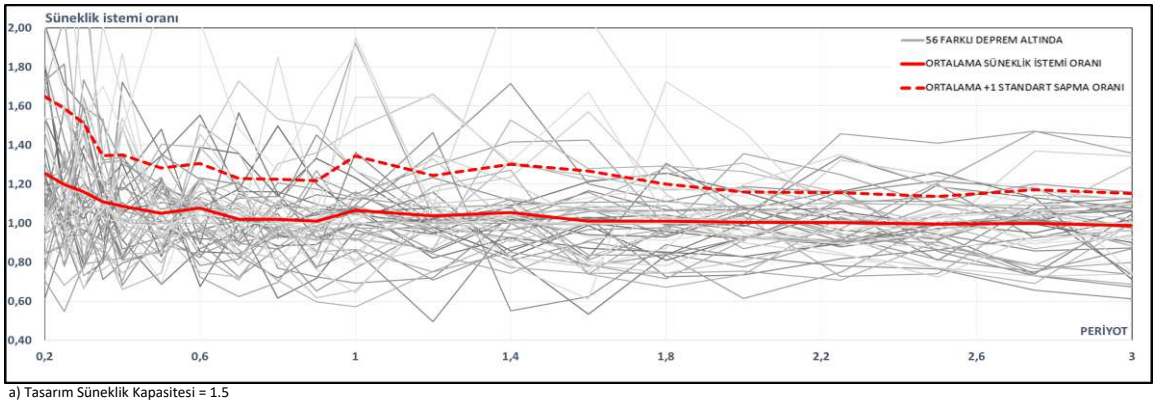


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

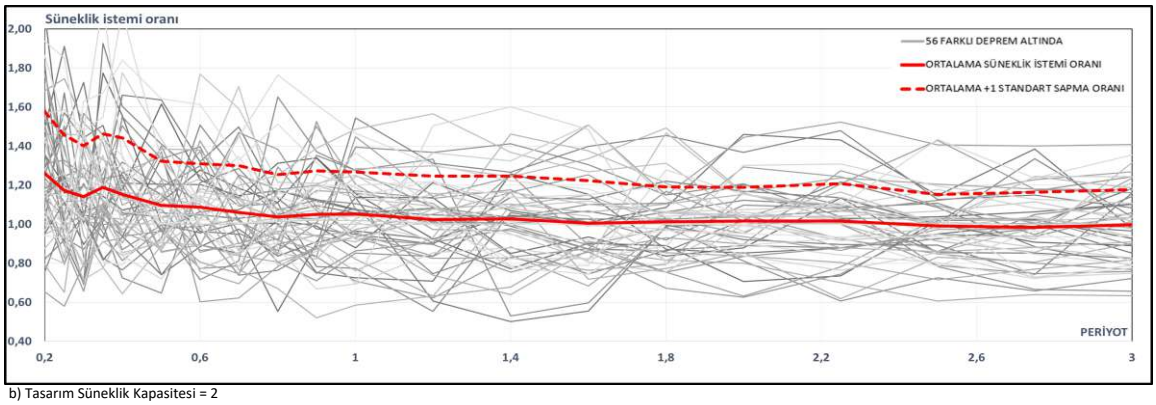


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

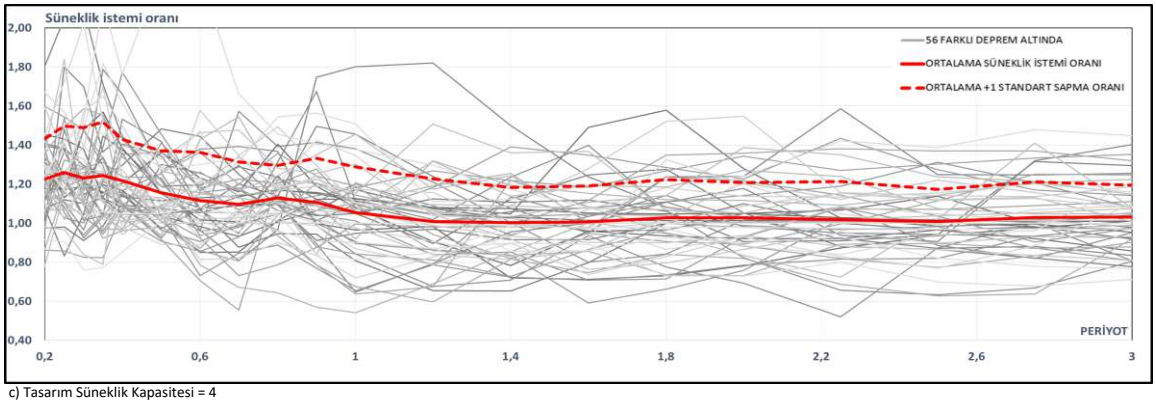
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 1,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.203: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



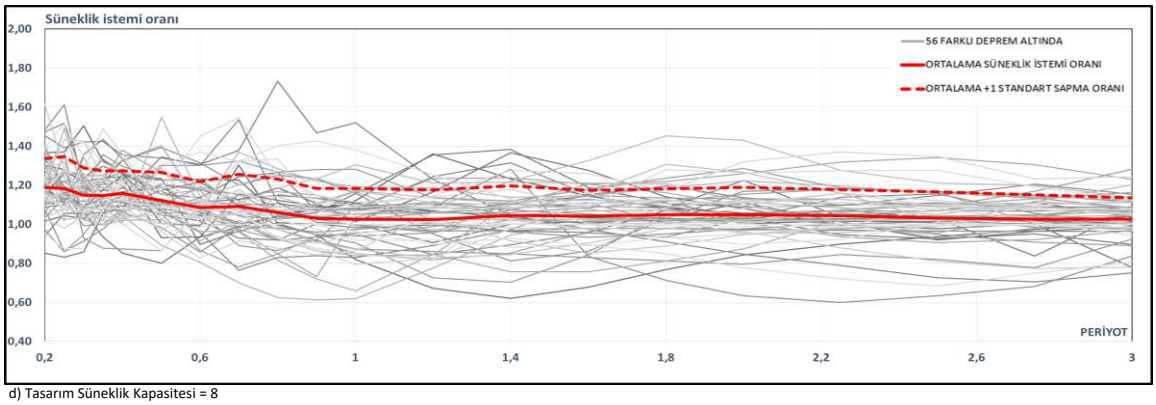
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



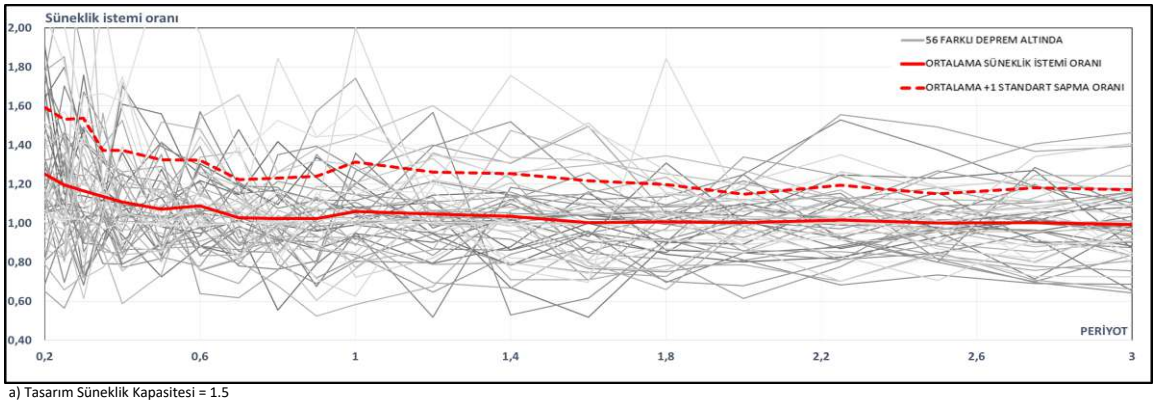
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



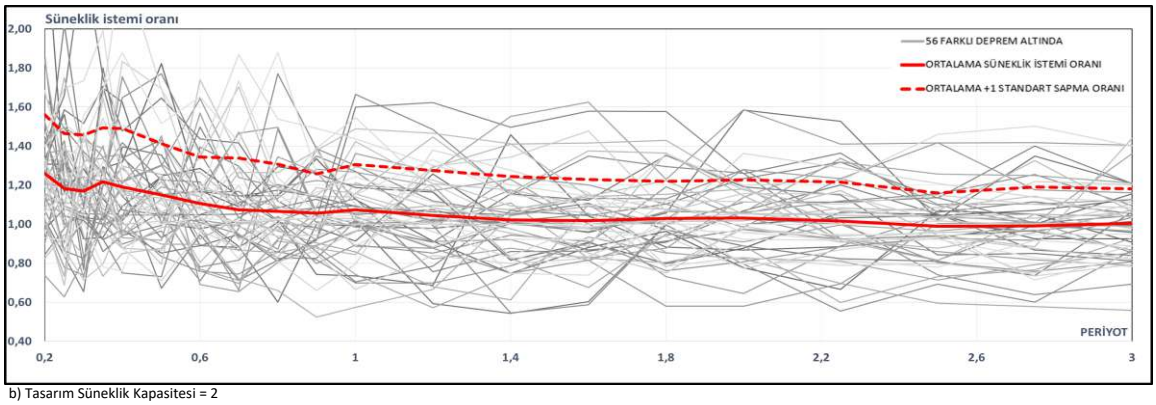
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 1,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)

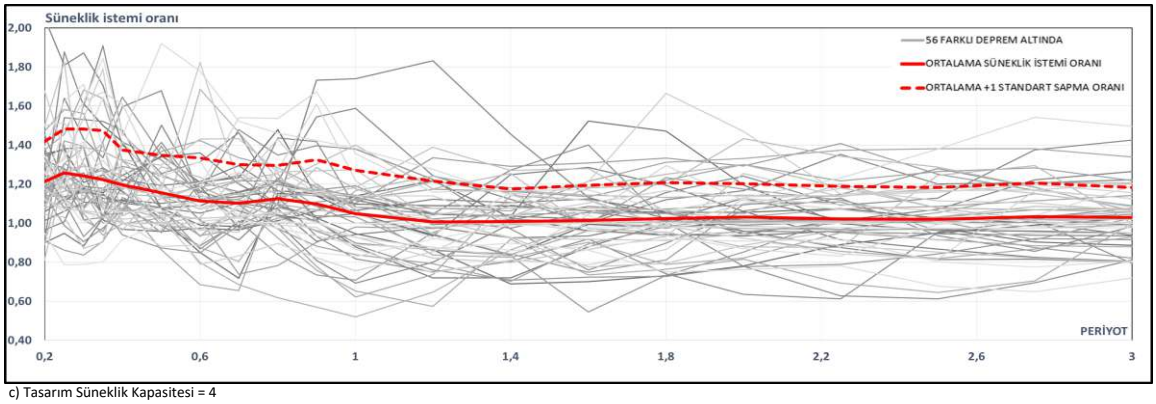
Şekil C.204: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



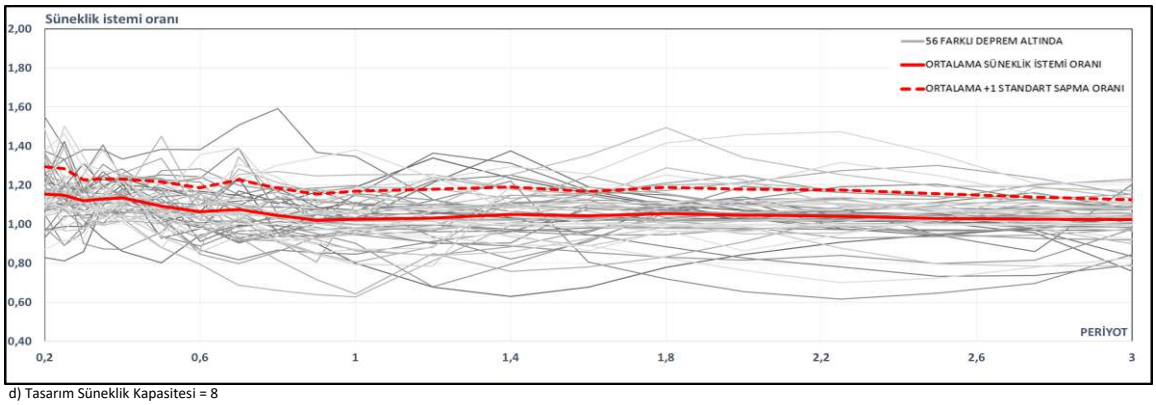
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

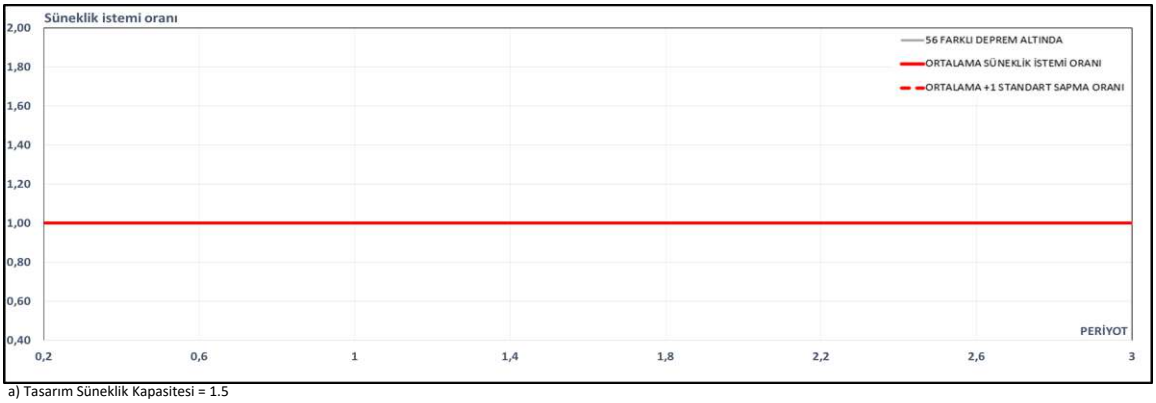


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

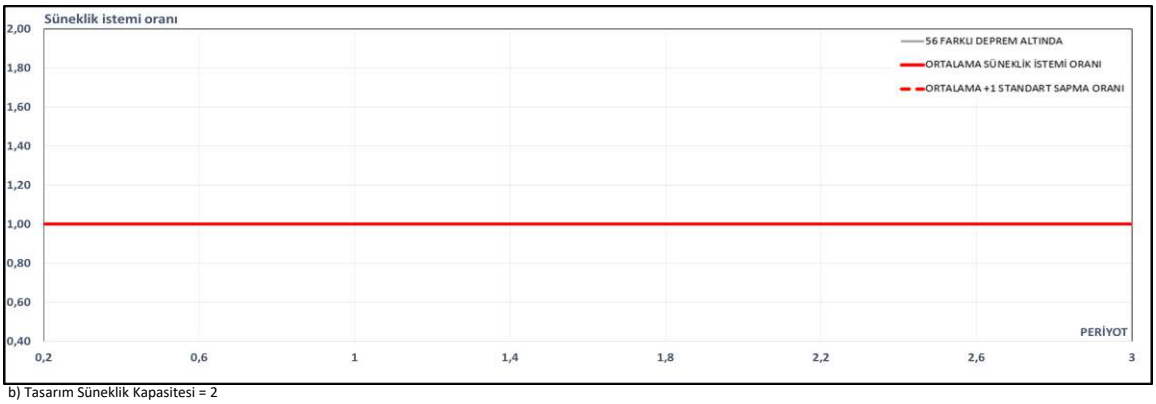


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

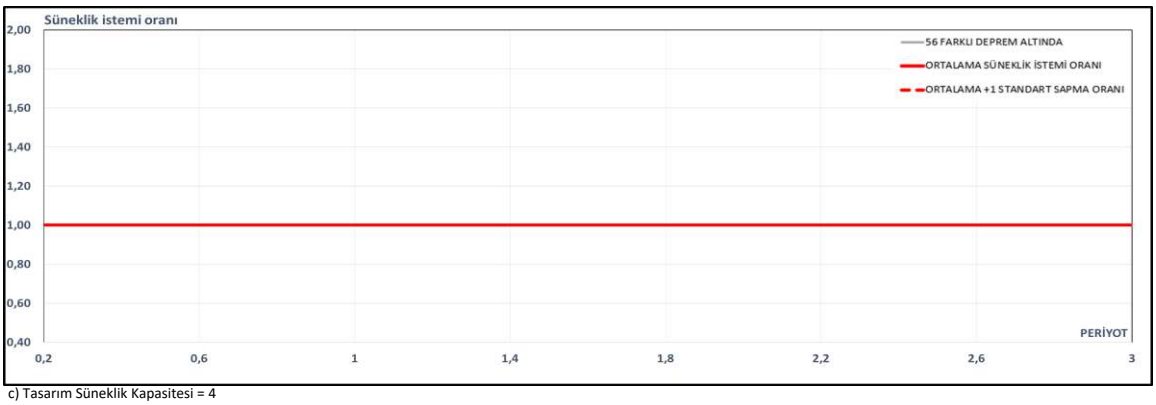
(Pekleşme oranı %3, IDA Katsayısı = 2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.205: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



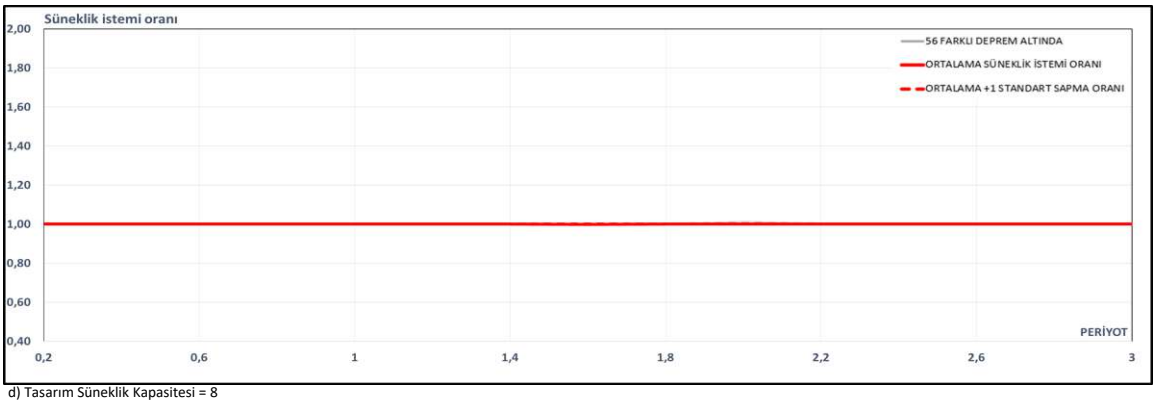
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

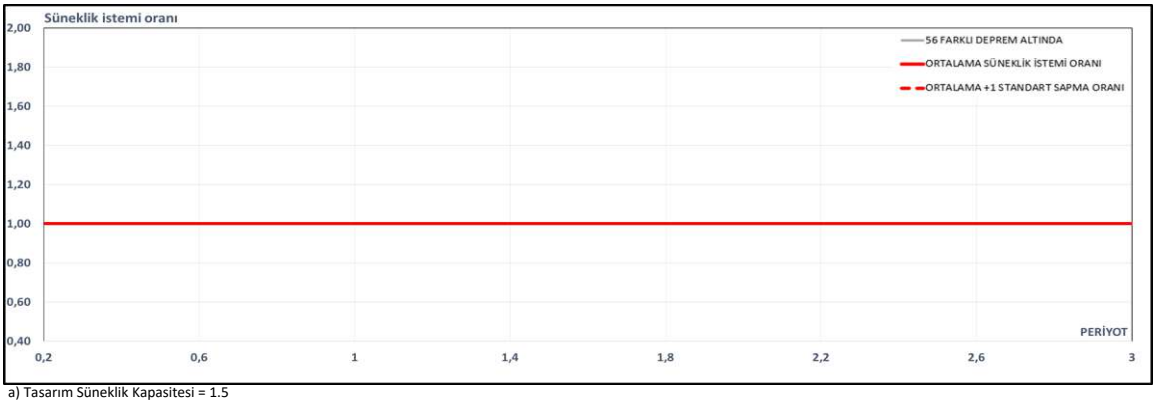


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

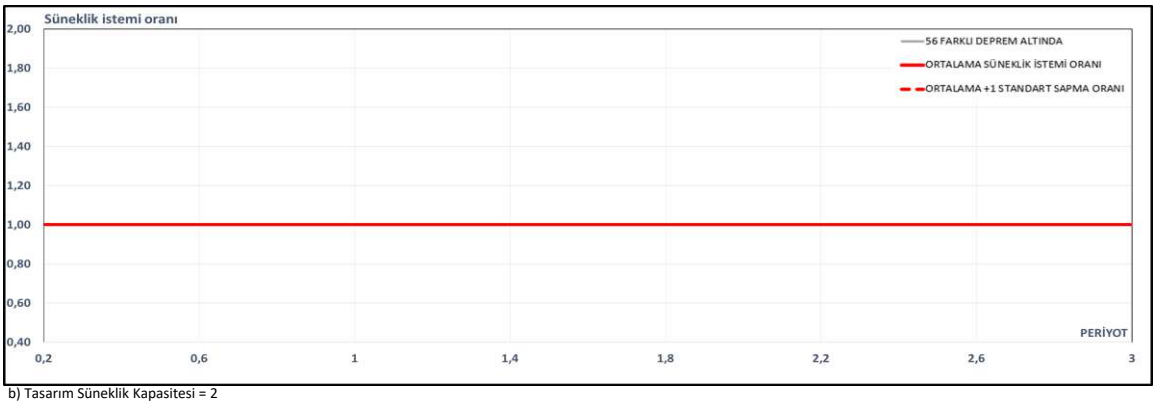


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

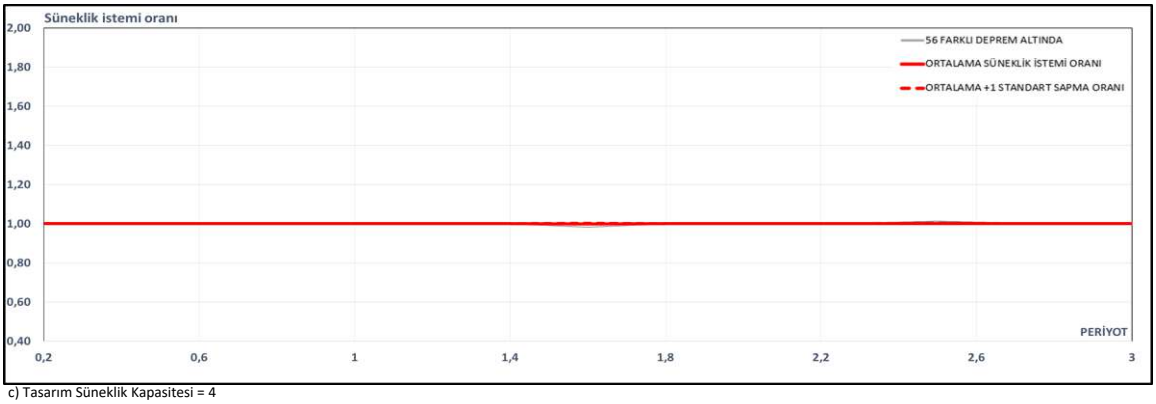
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,05 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.206: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



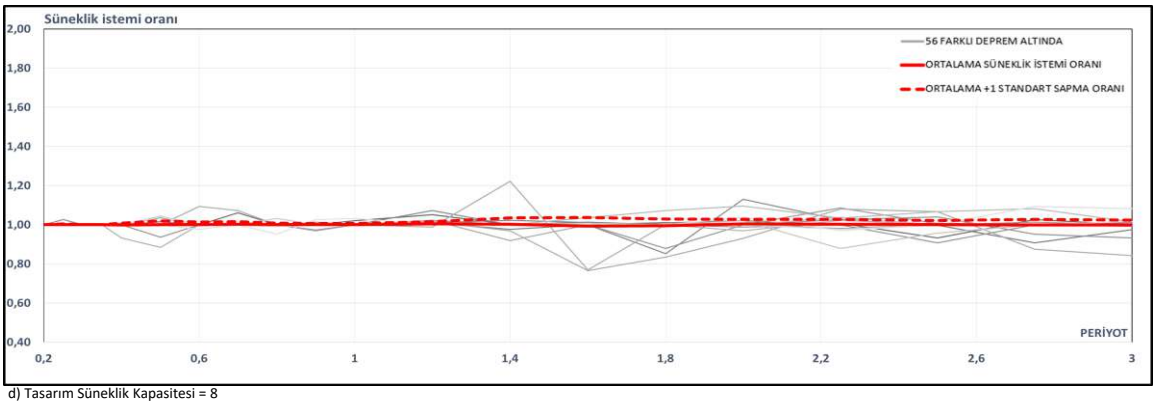
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

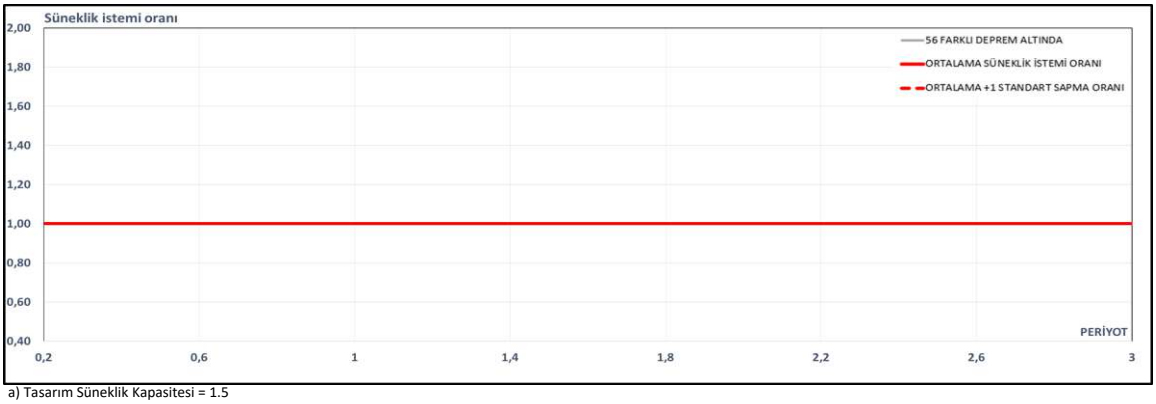


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

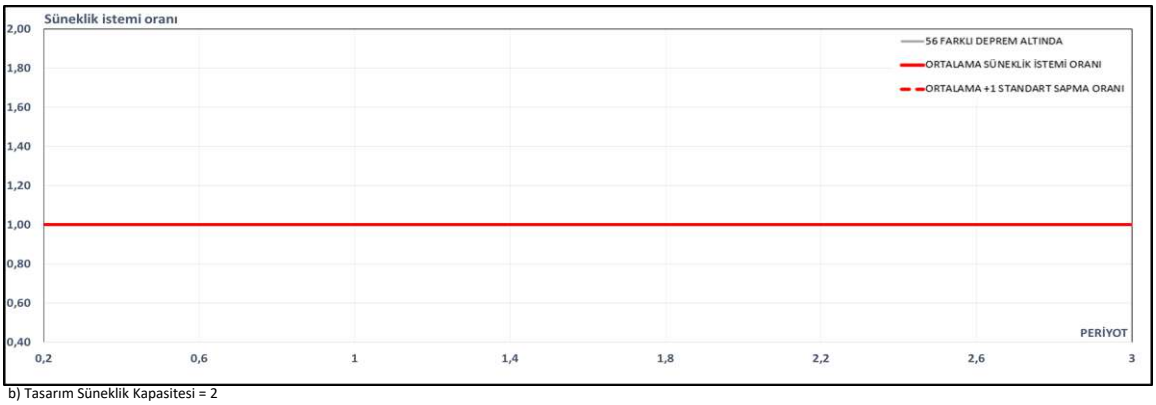


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

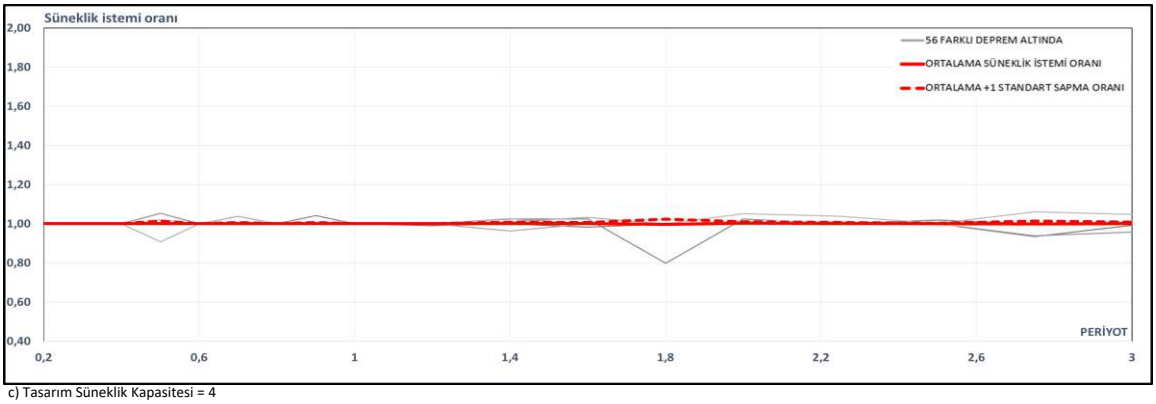
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.207: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



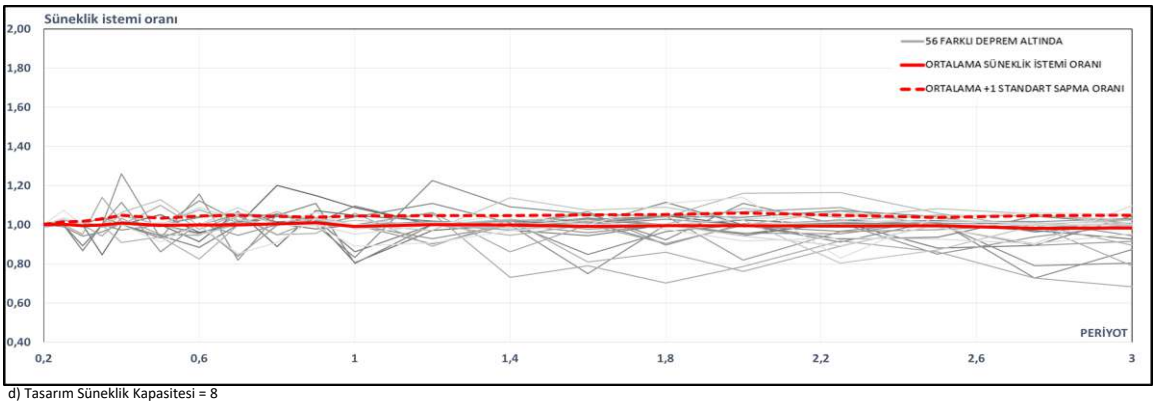
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

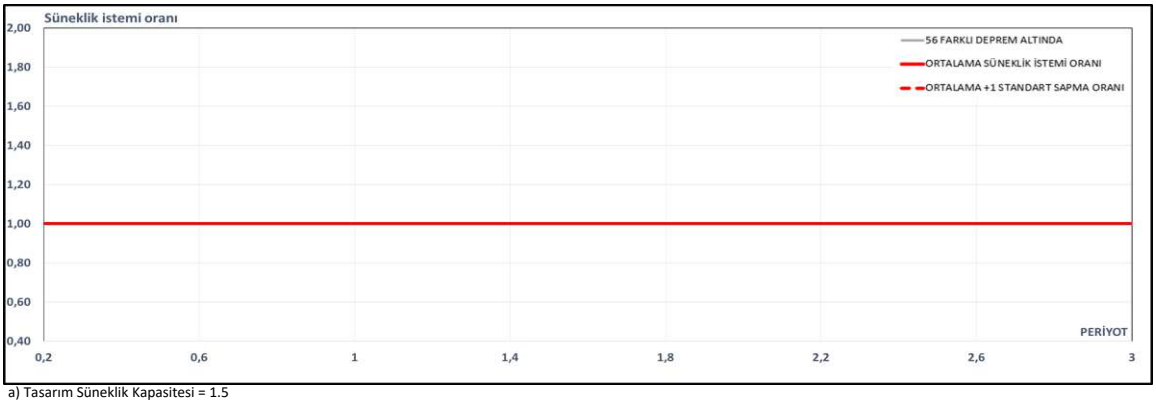


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

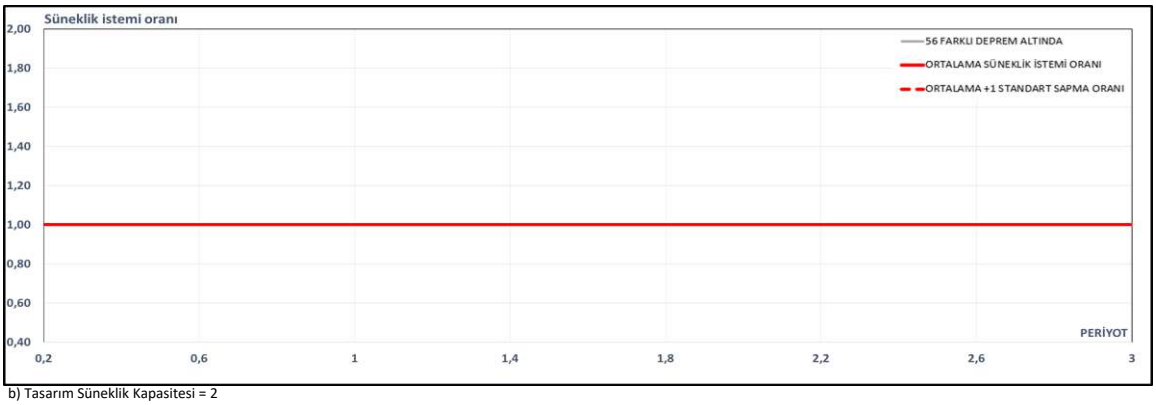


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

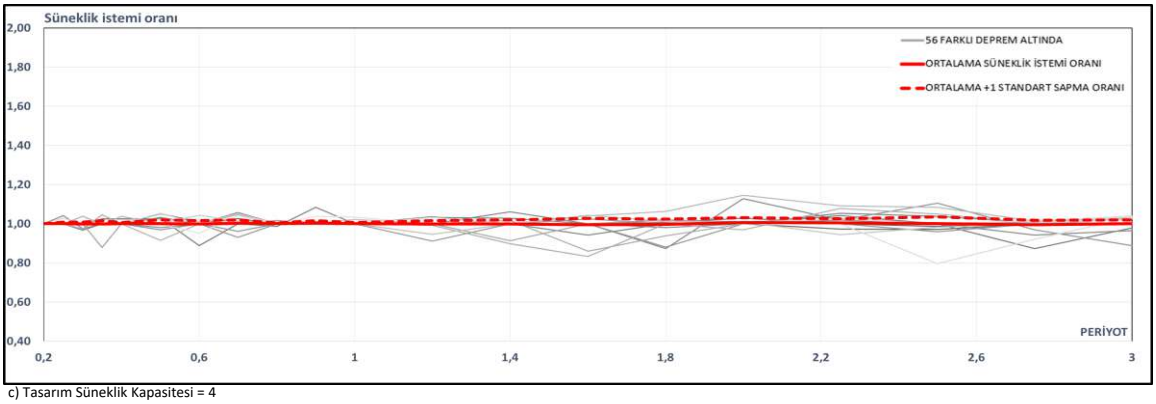
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,15 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.208: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



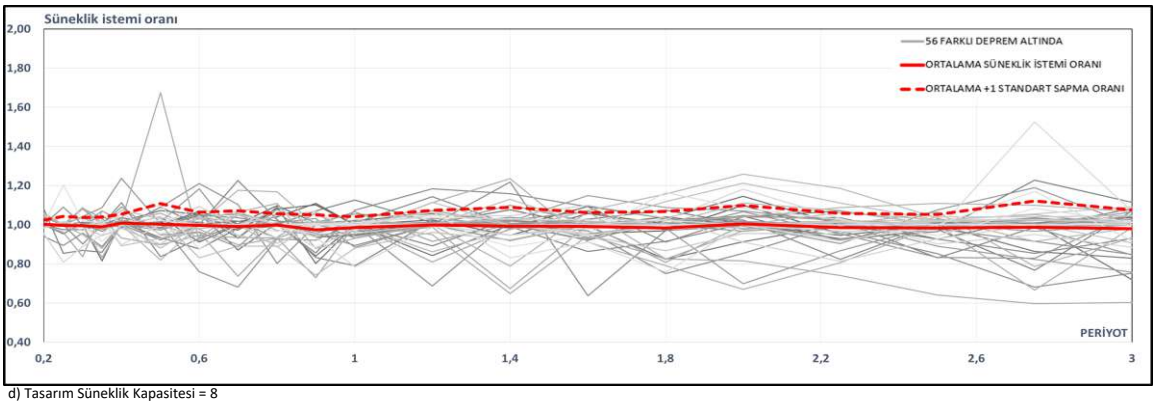
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

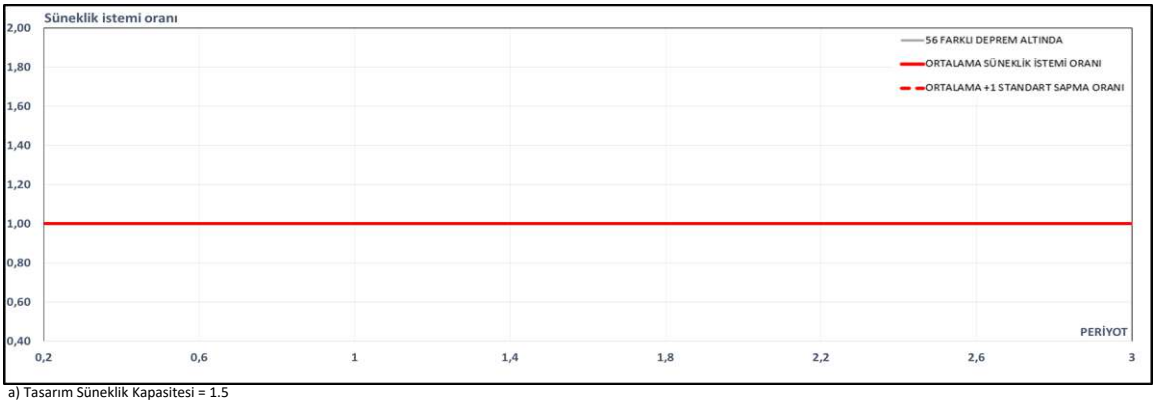


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

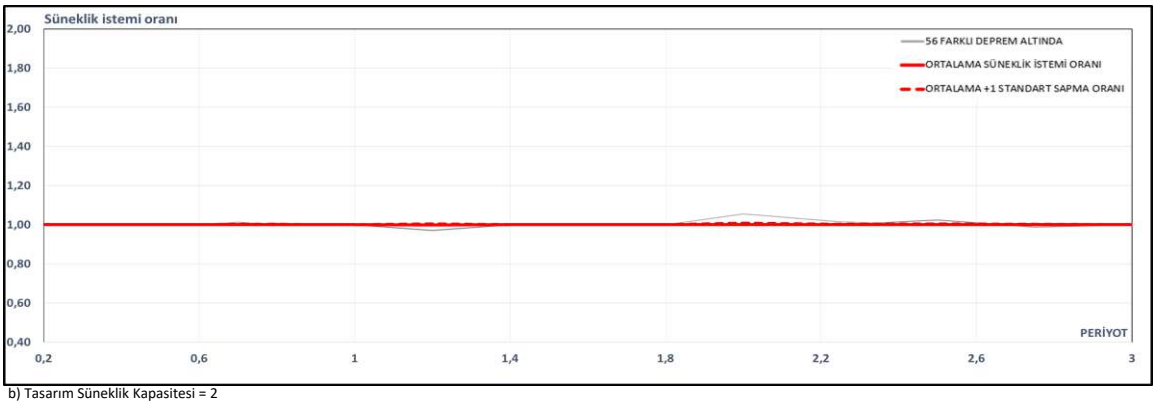


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

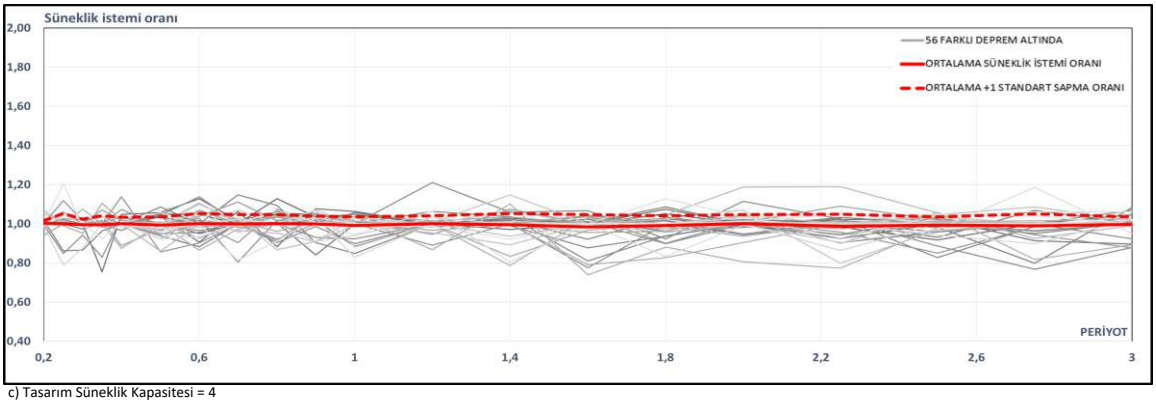
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.209: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



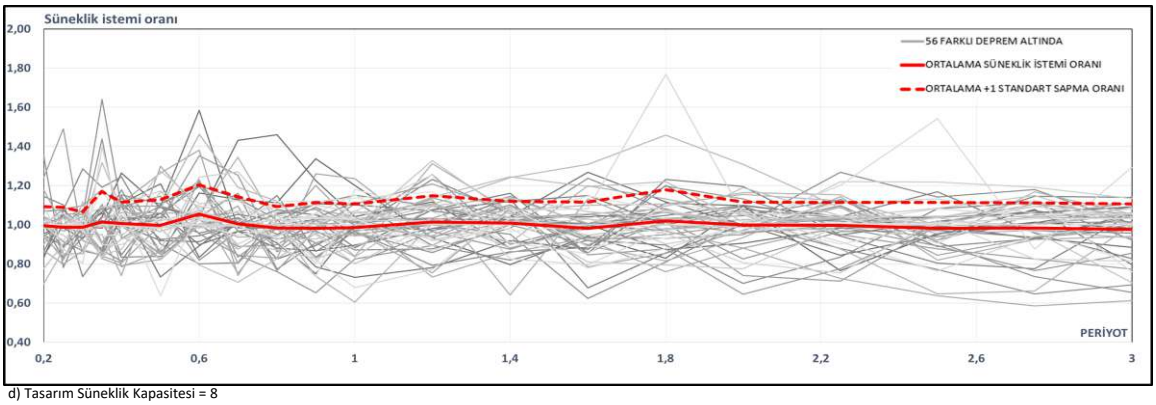
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

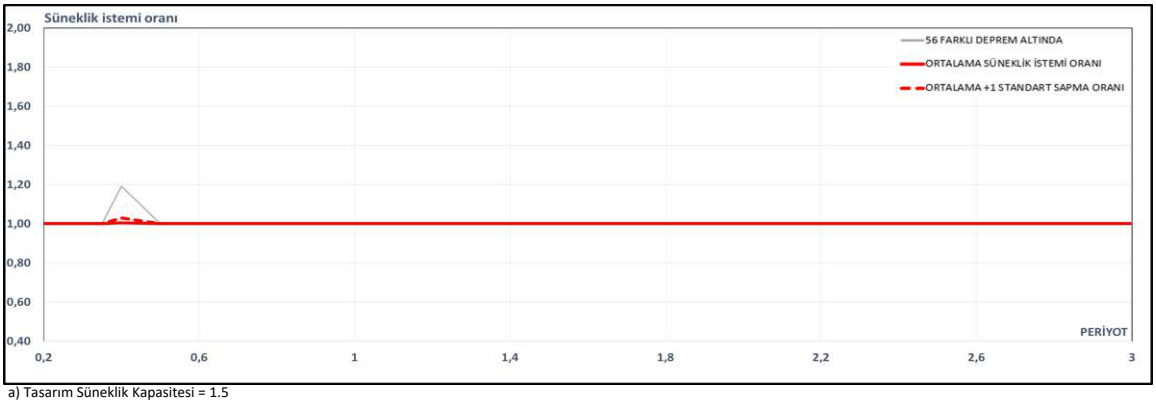


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

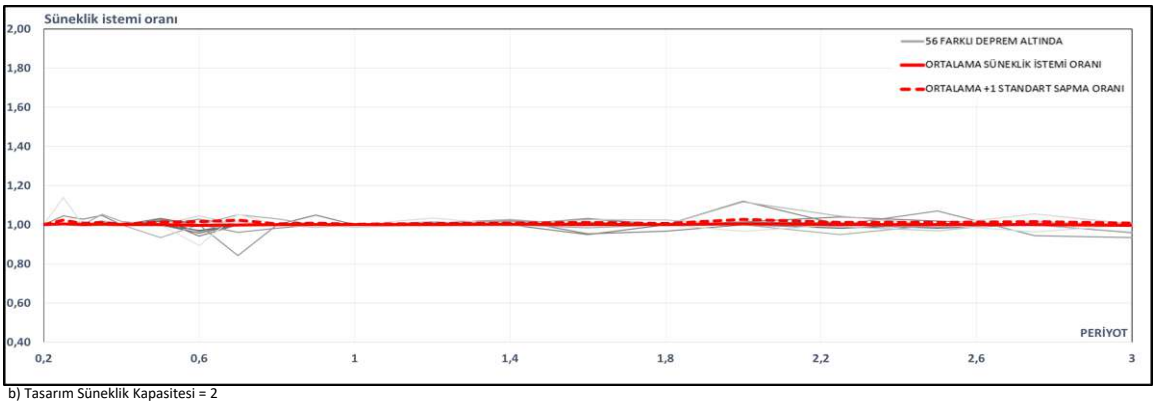


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

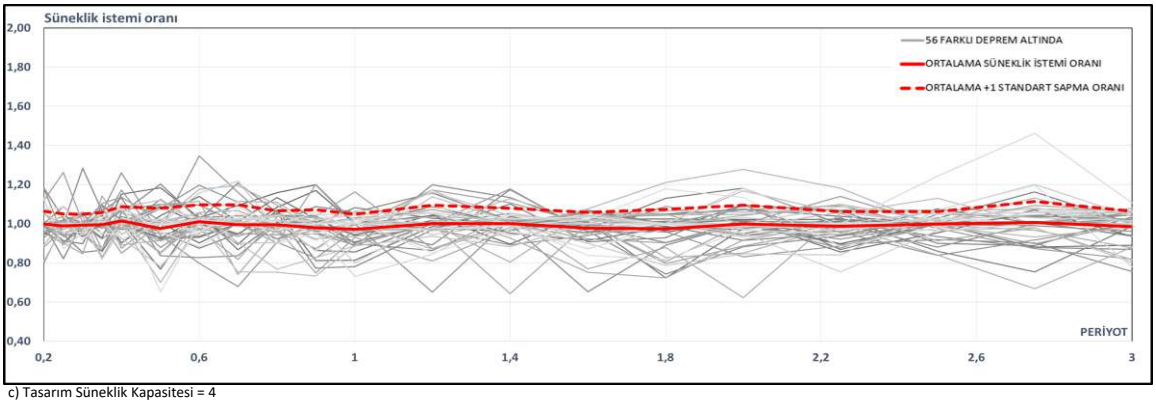
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,3 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.210: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



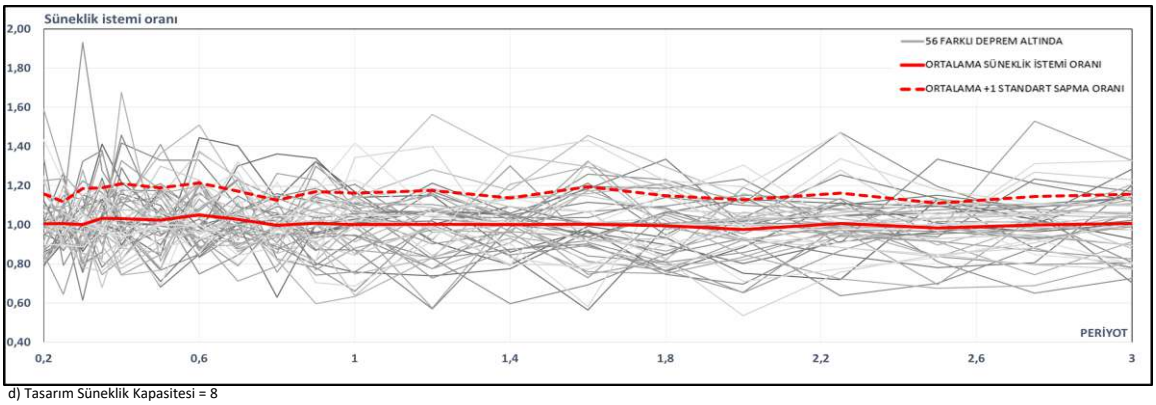
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

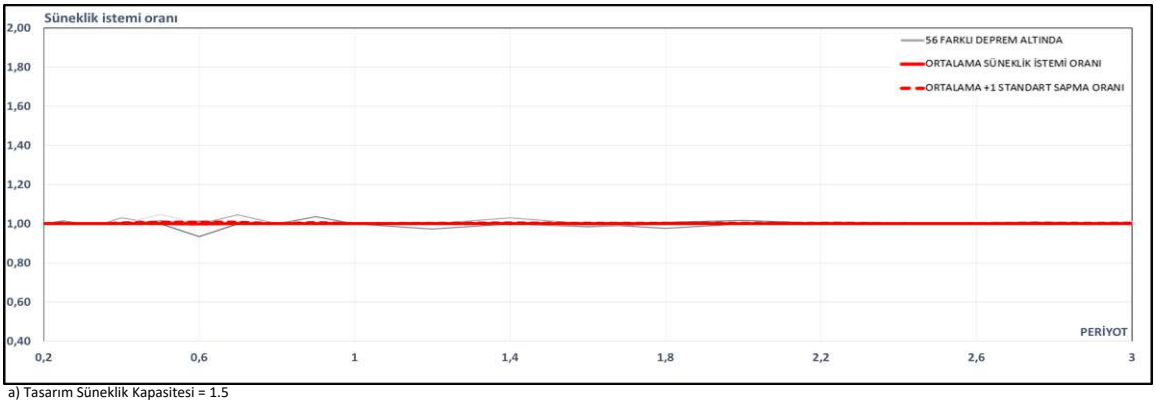


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

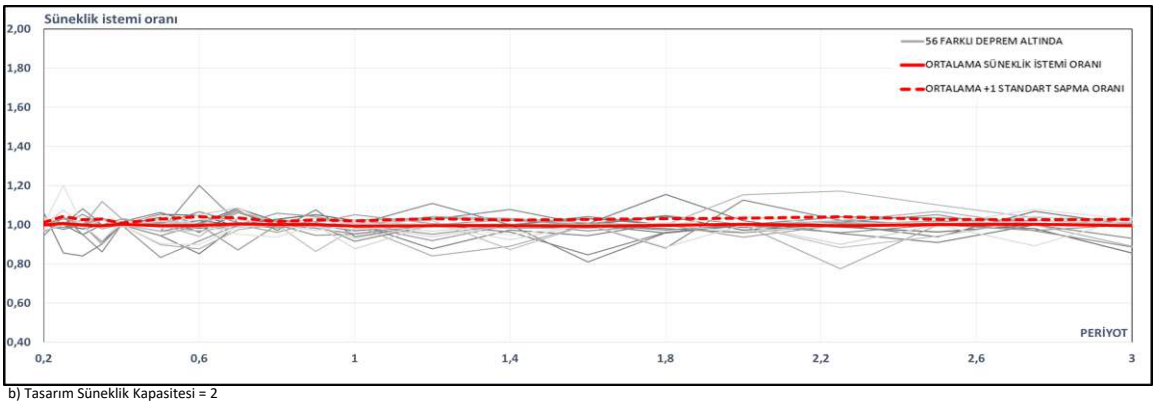


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

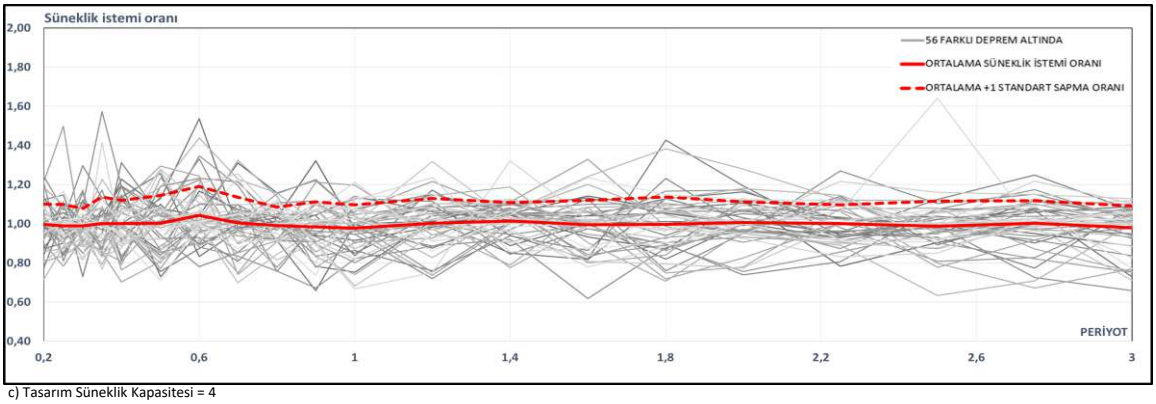
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.211: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



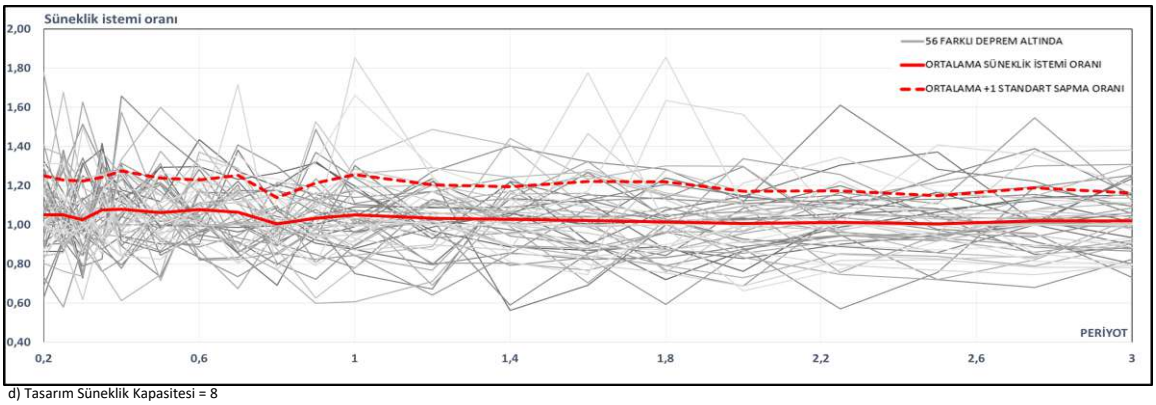
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

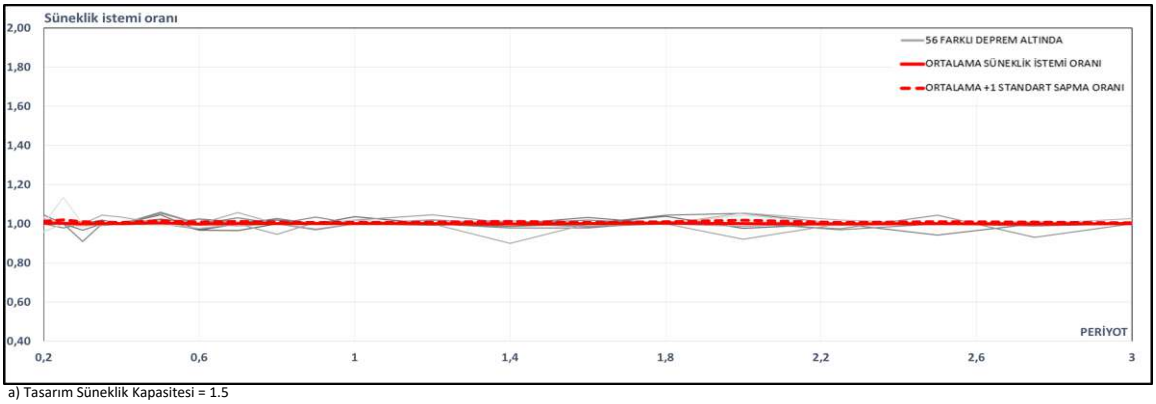


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

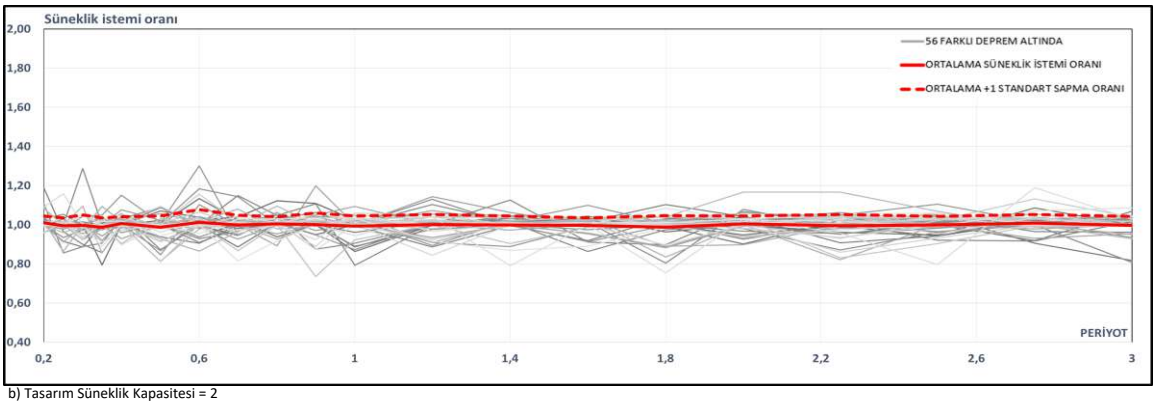


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

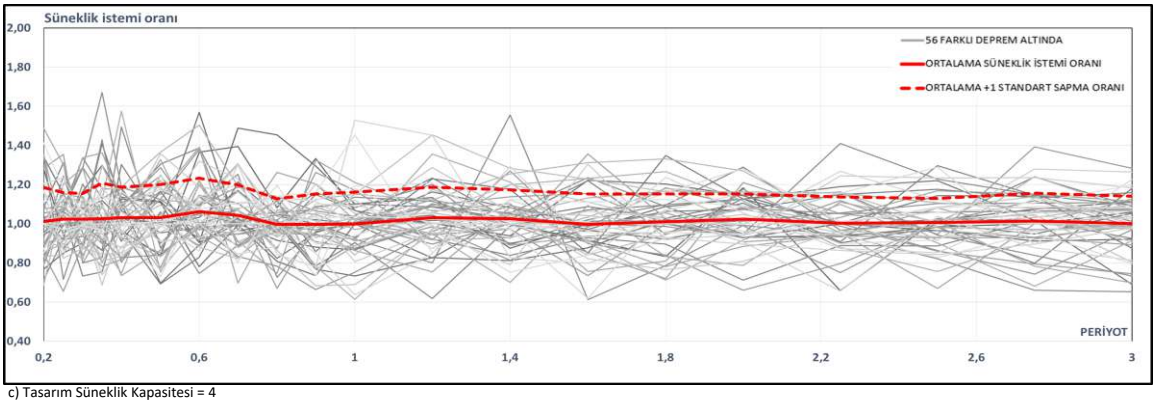
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,5 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.212: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



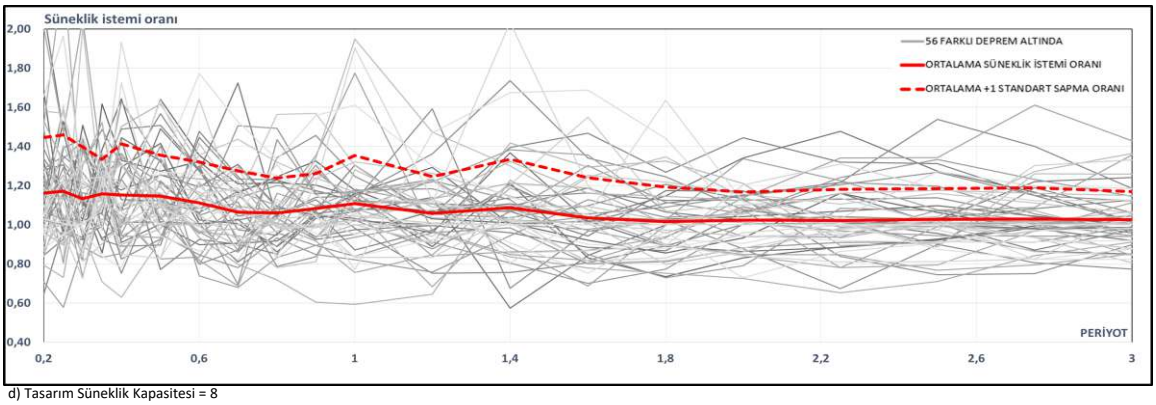
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

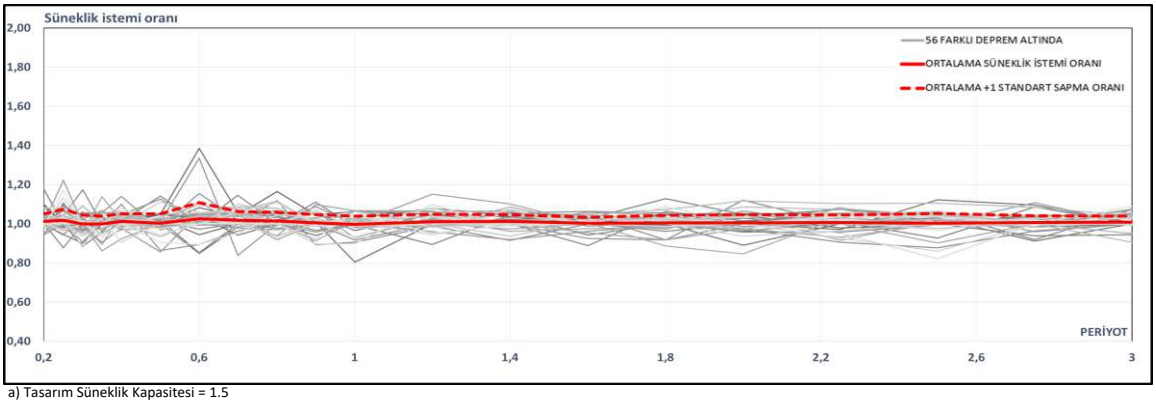


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

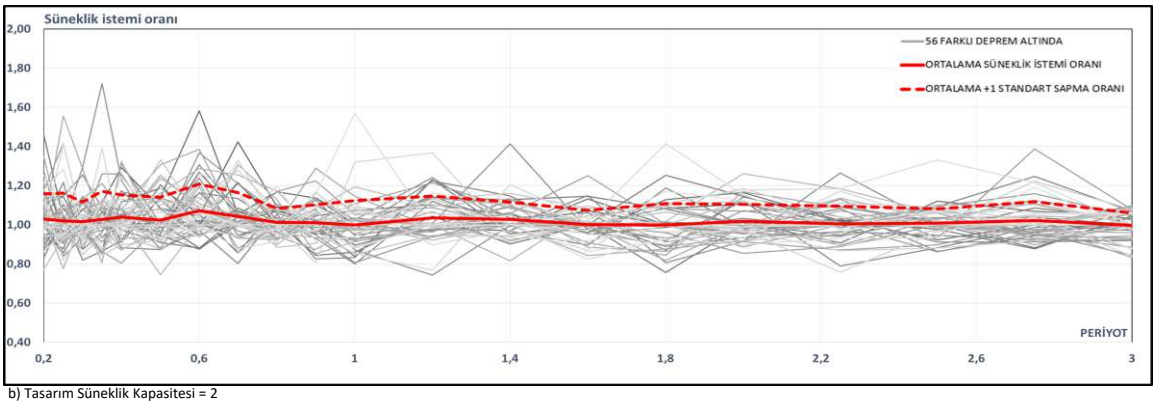


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

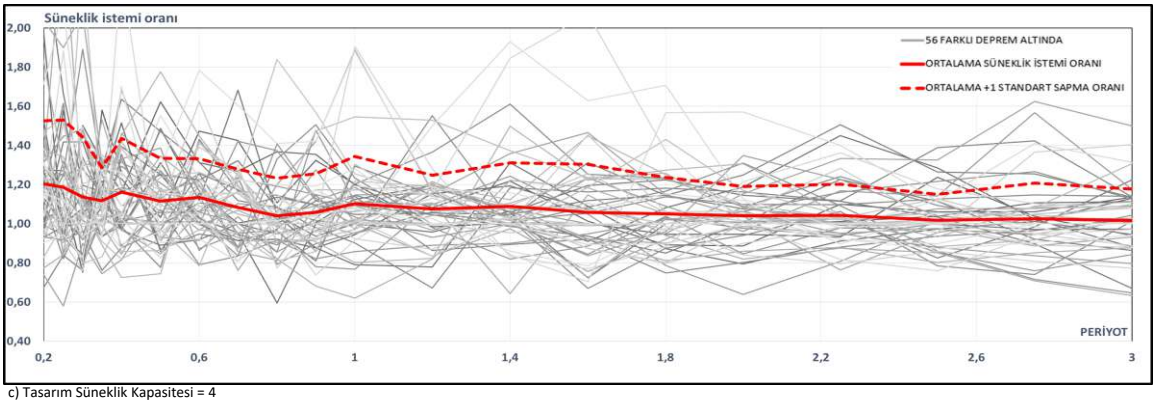
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.213: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



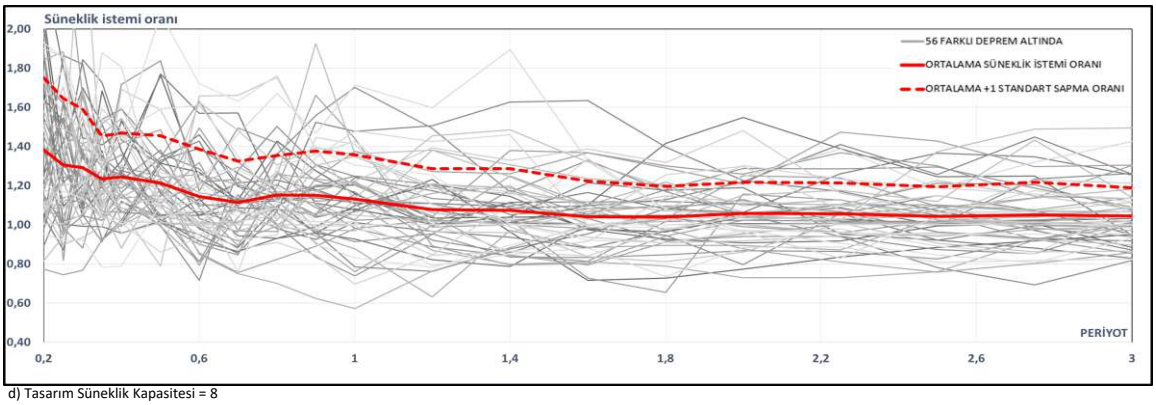
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

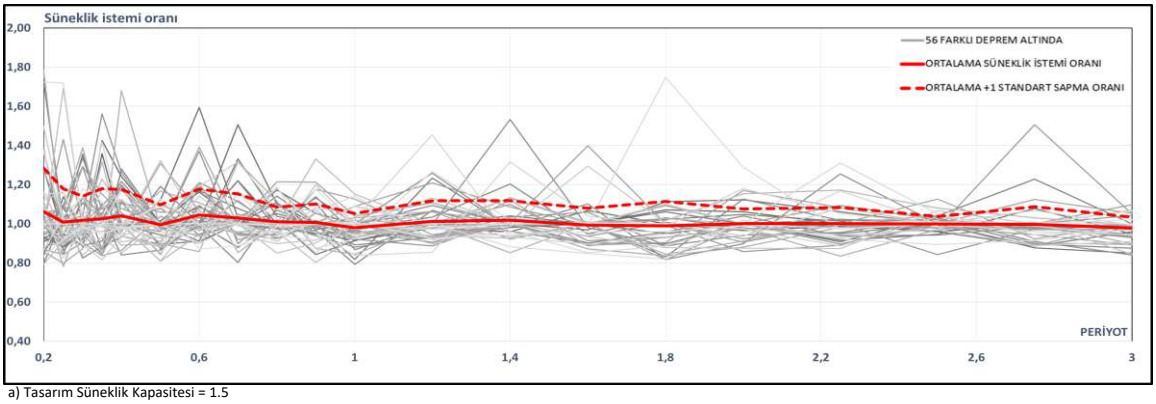


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

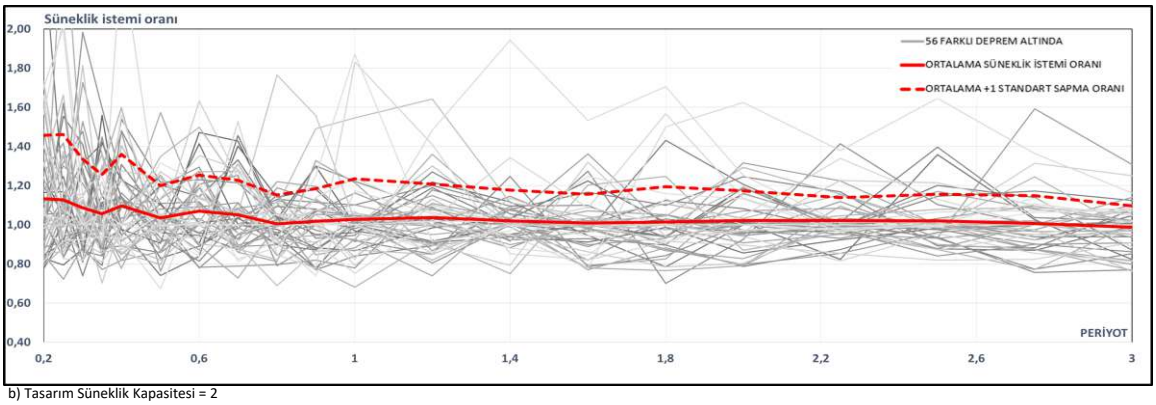


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

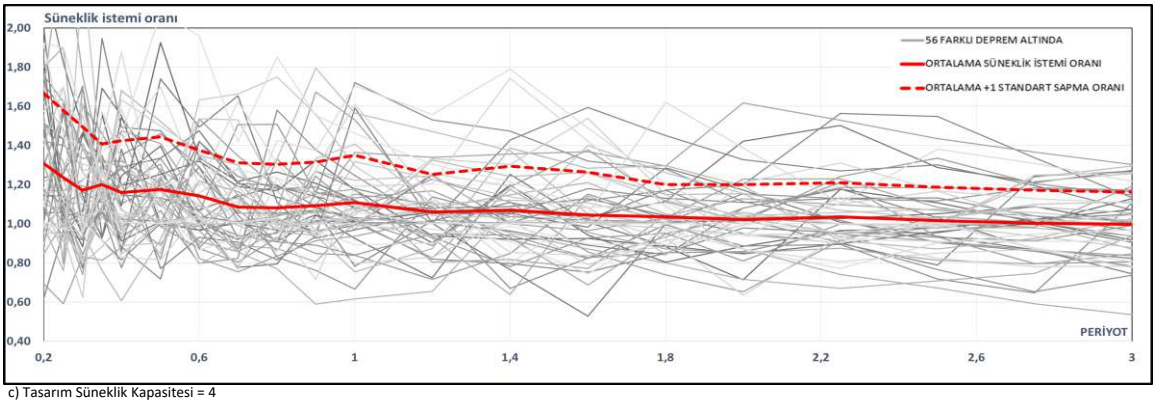
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 0,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.214: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



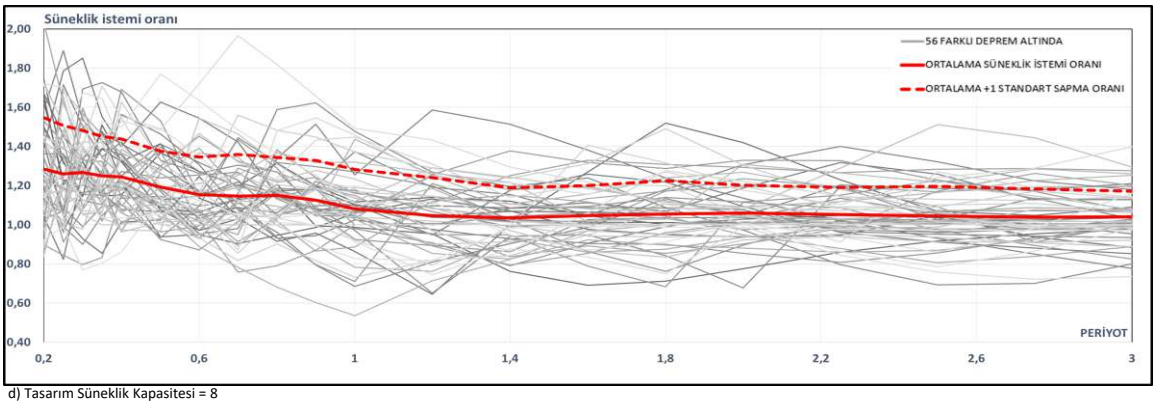
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

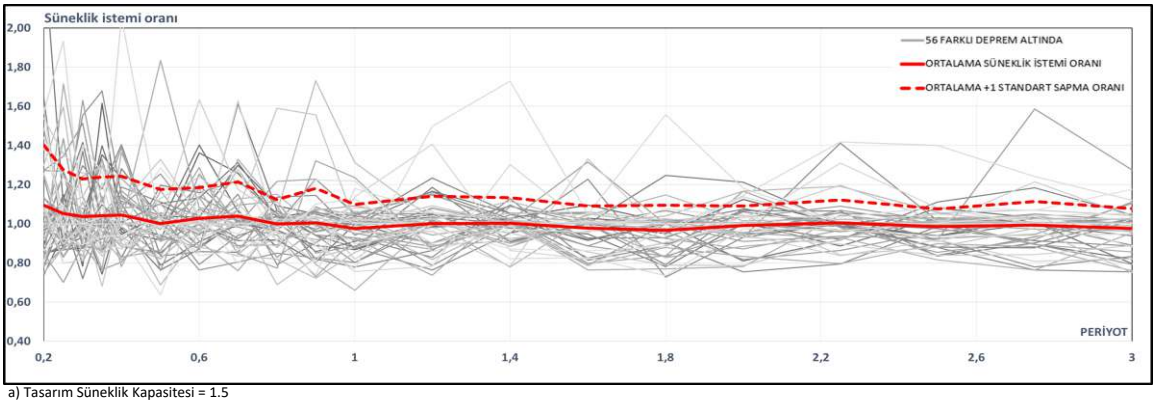


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

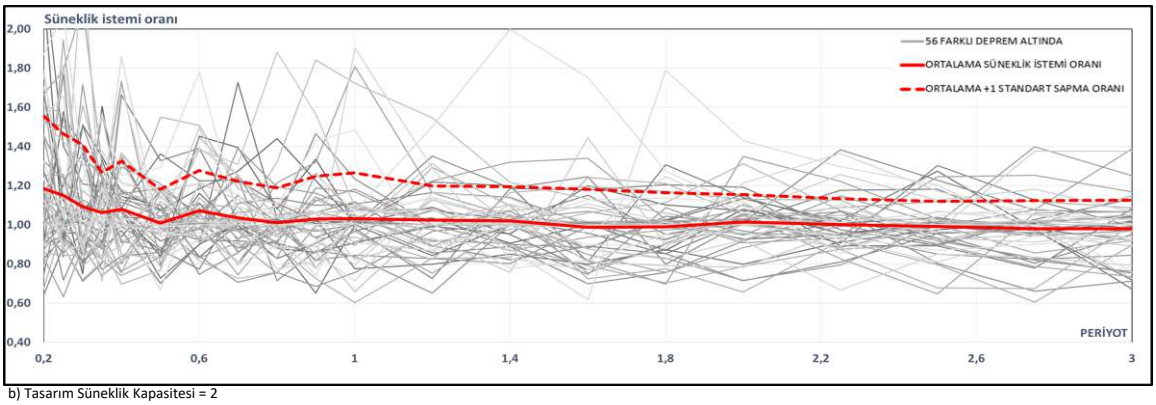


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

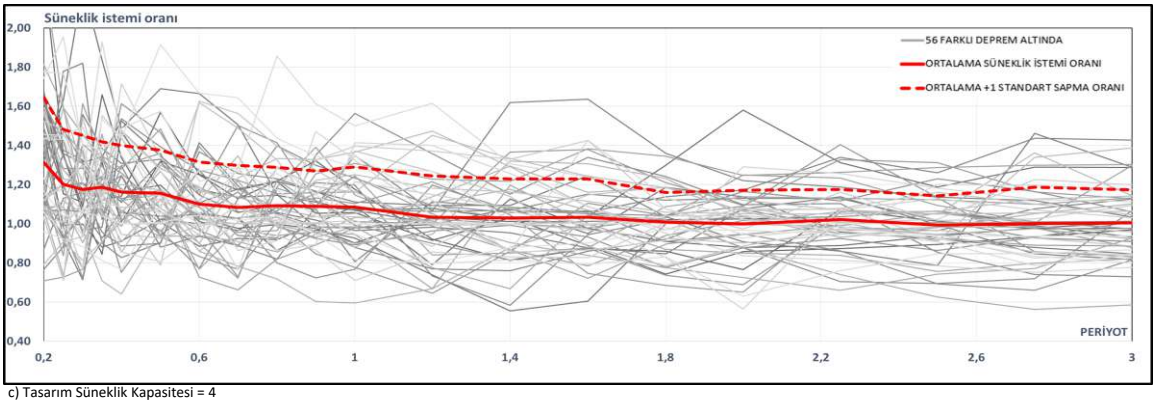
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 1 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.215: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



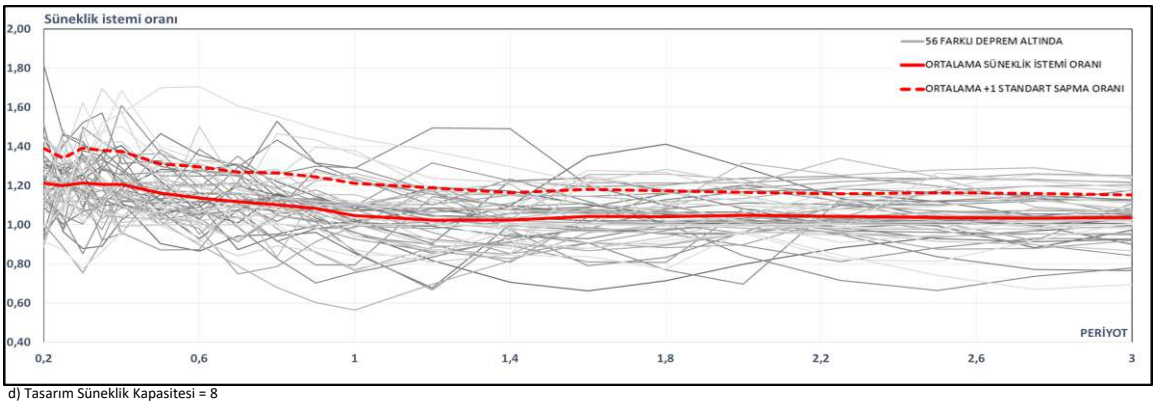
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

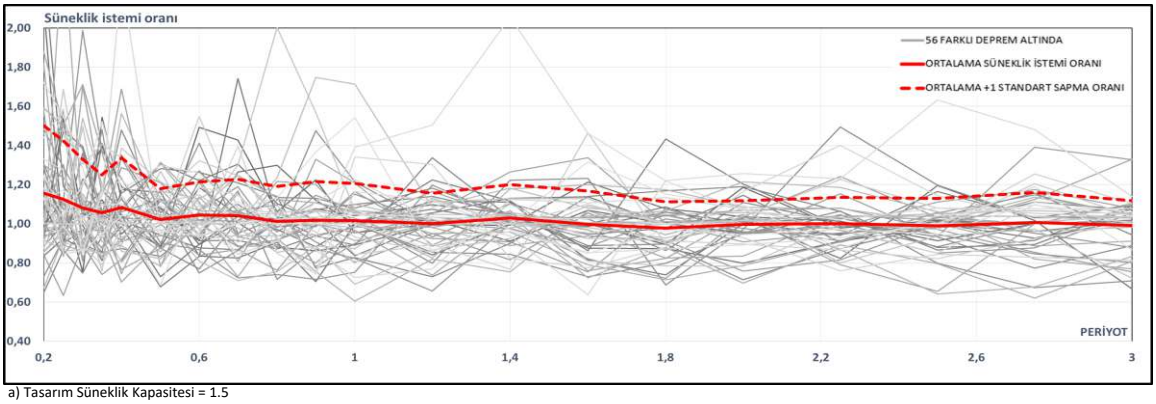


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

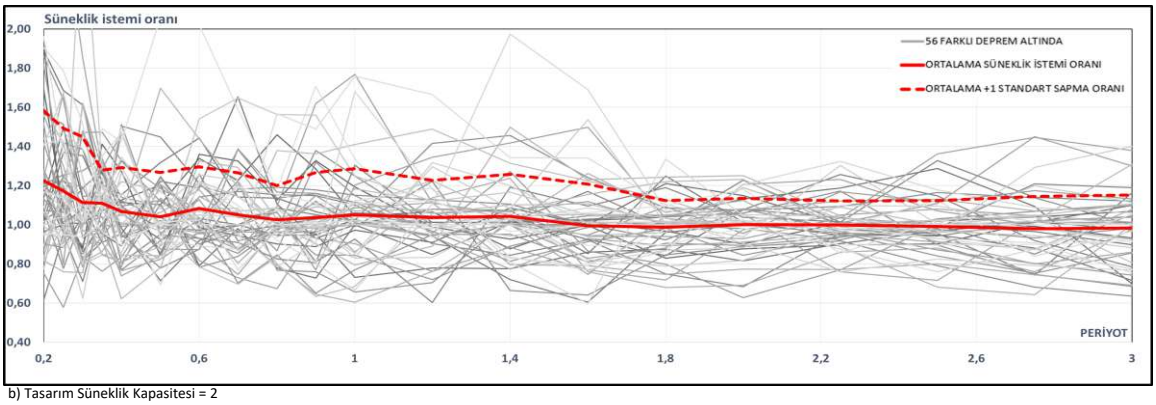


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

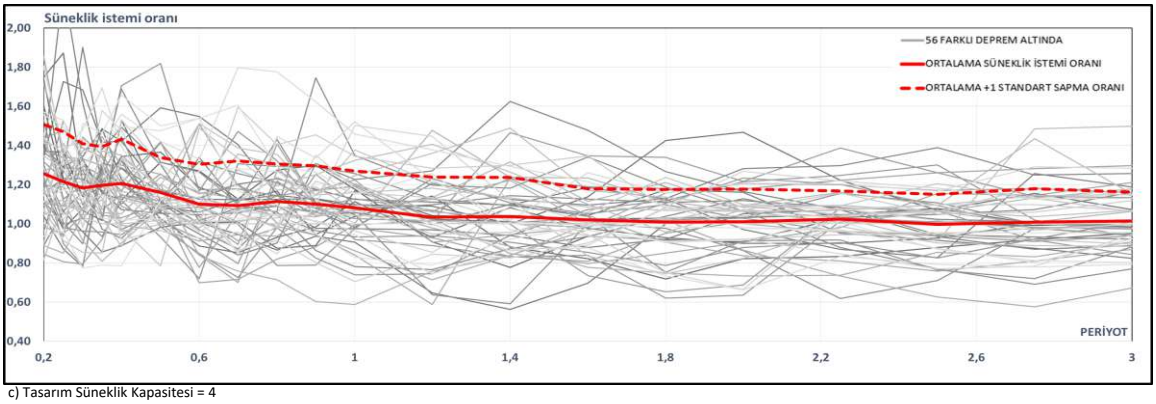
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 1,2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.216: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



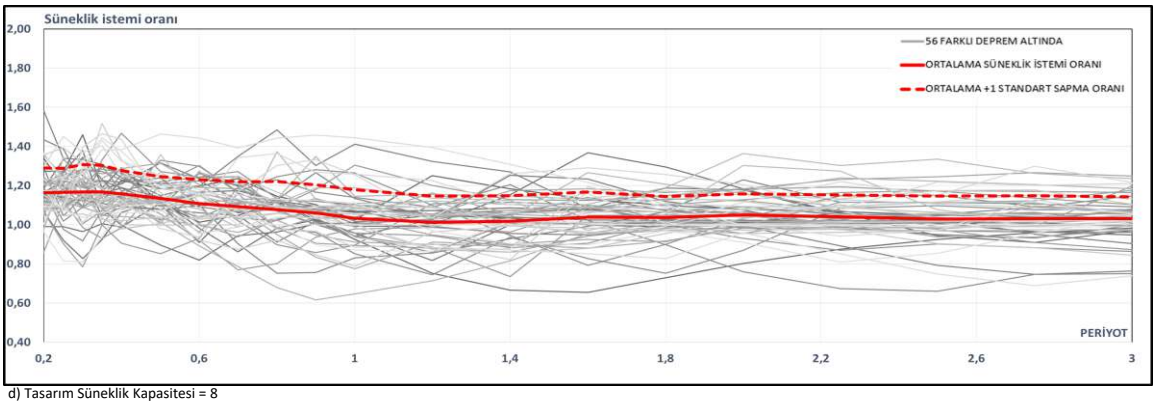
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

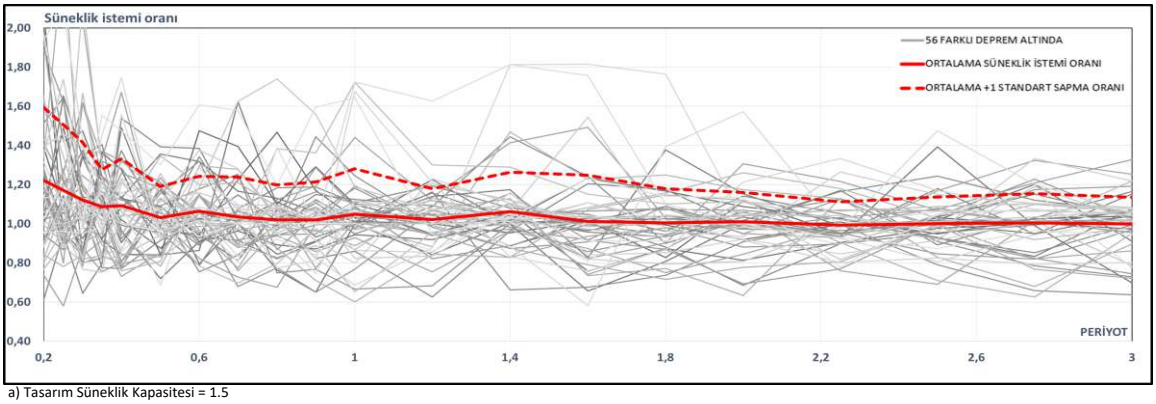


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

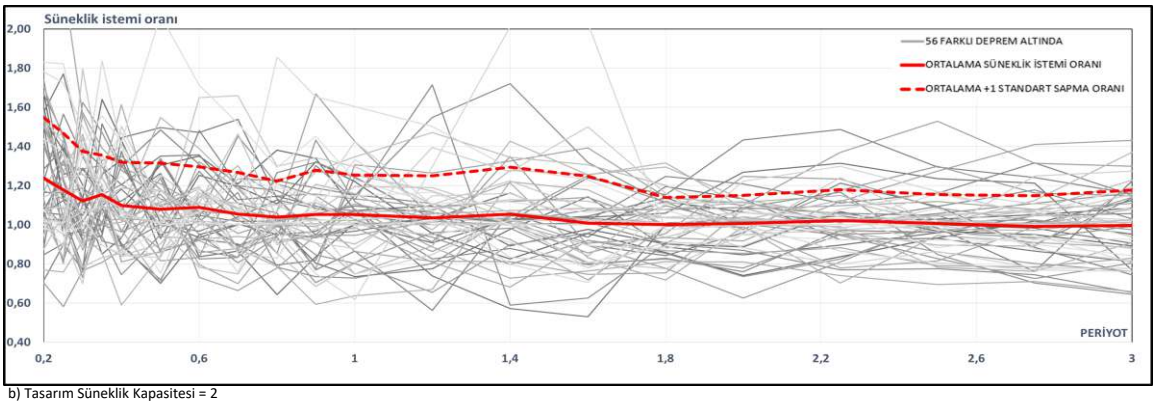


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

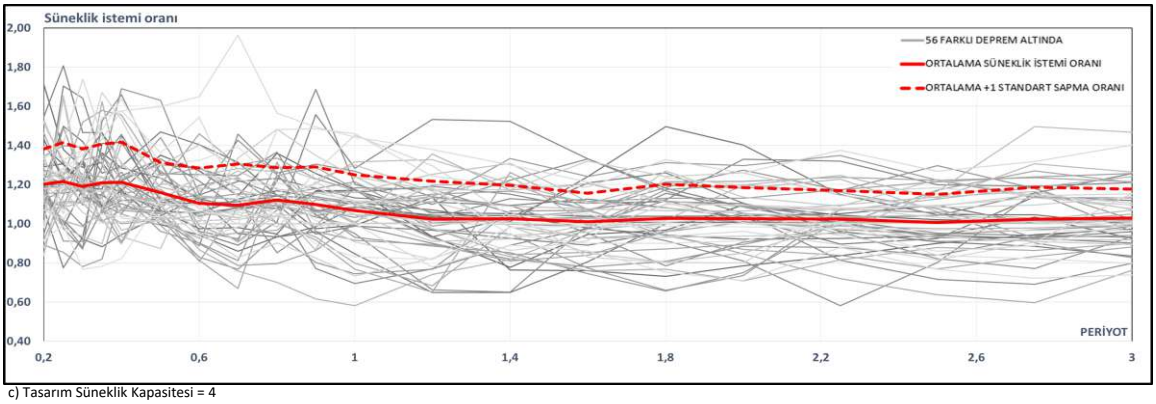
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 1,4 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.217: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



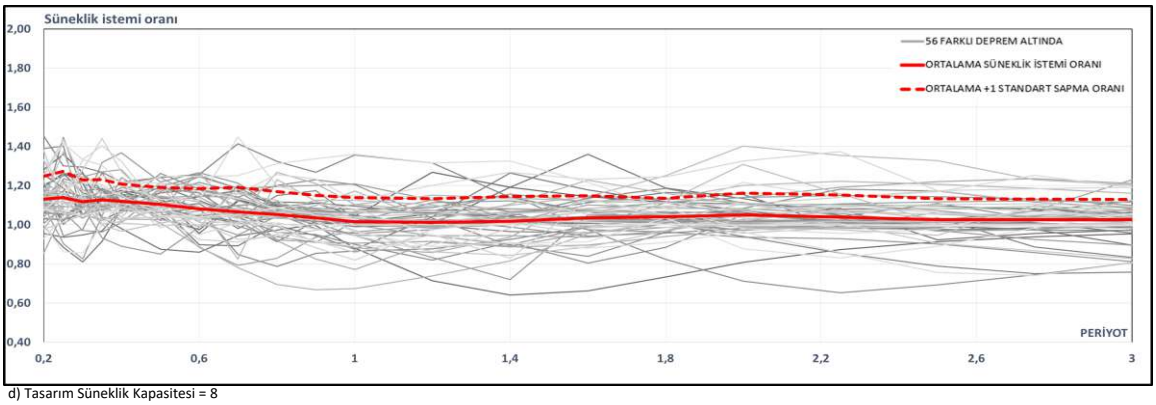
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

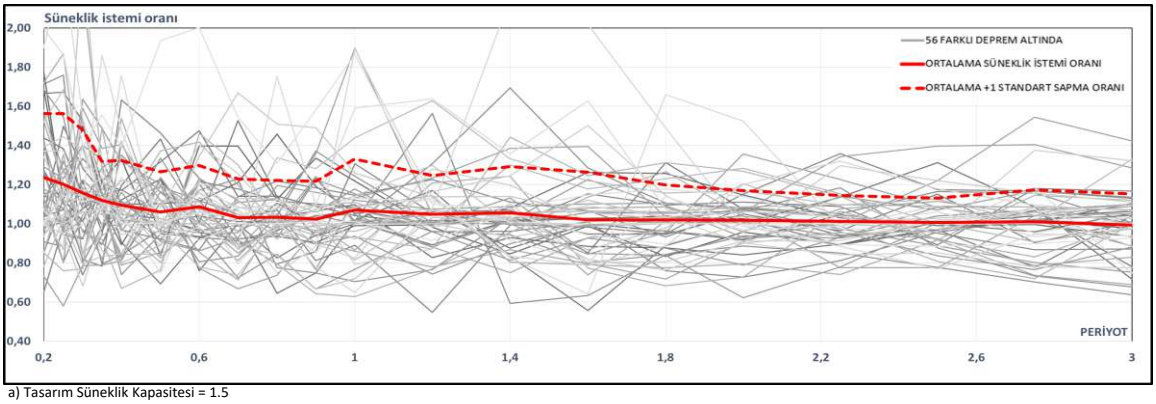


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

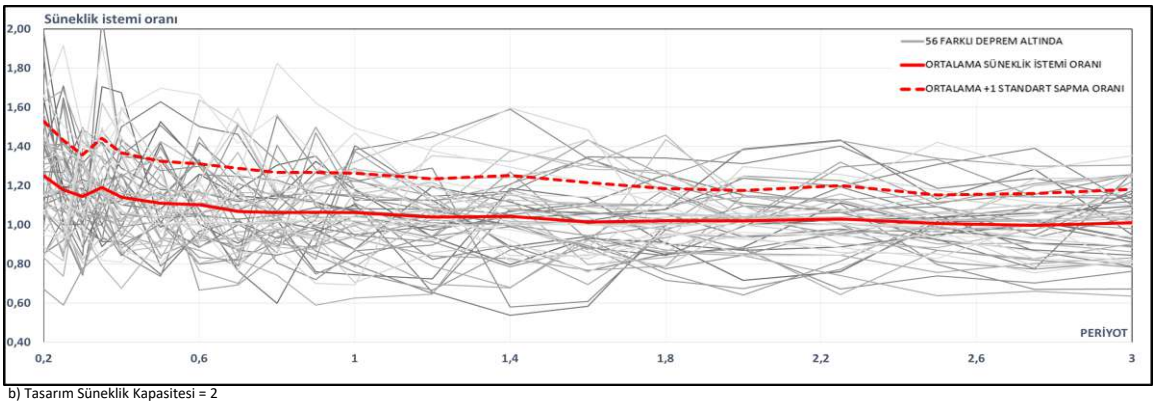


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

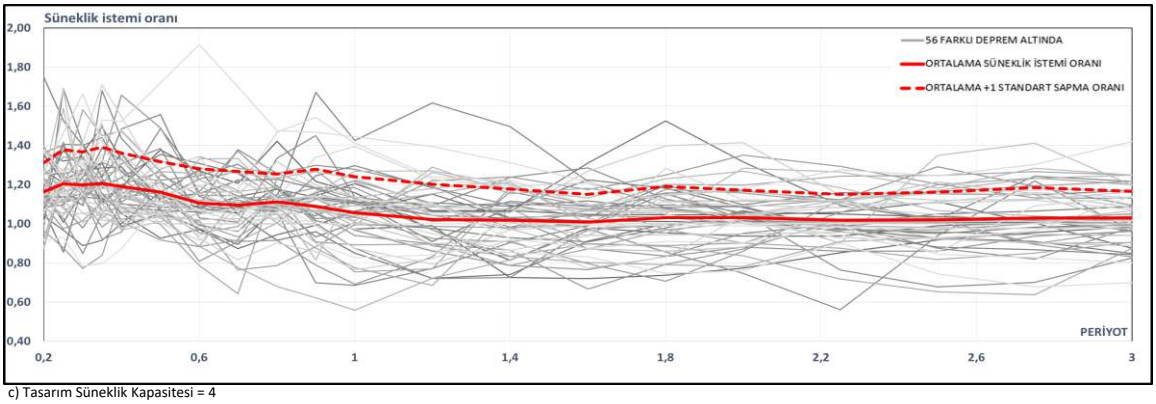
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 1,6 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.218: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



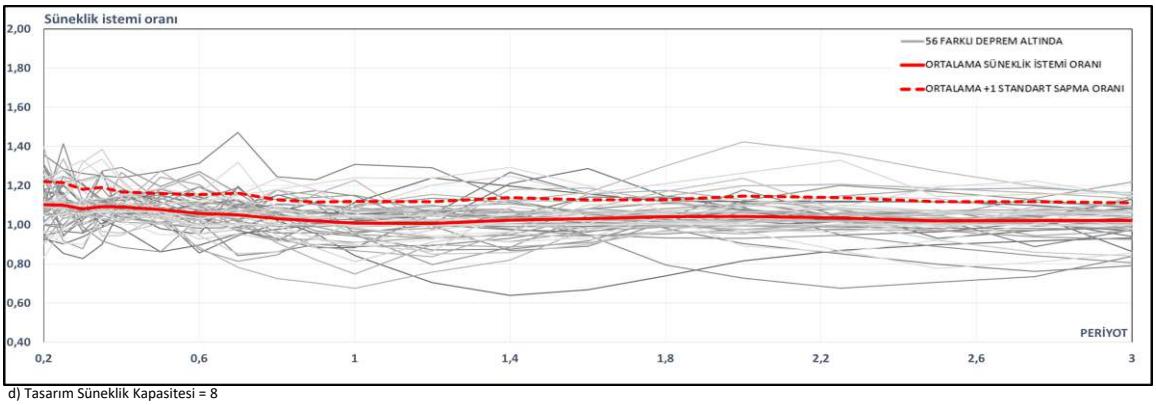
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

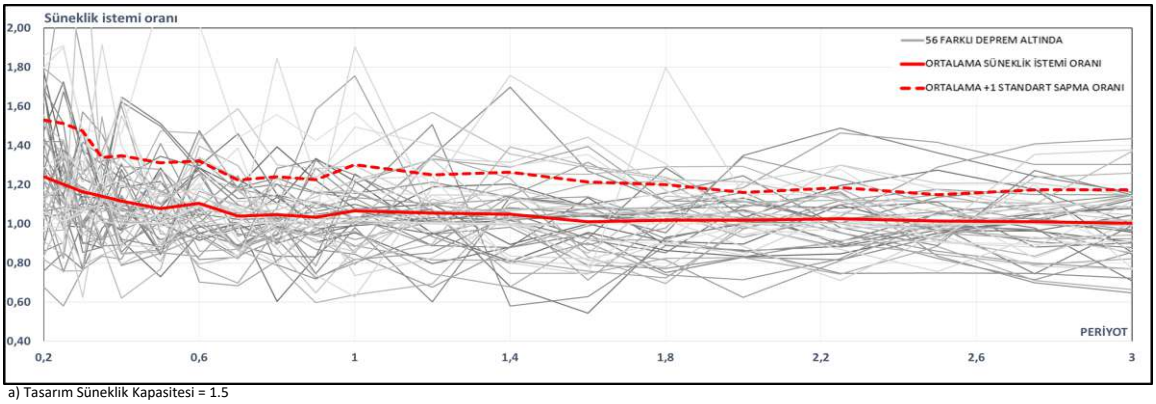


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

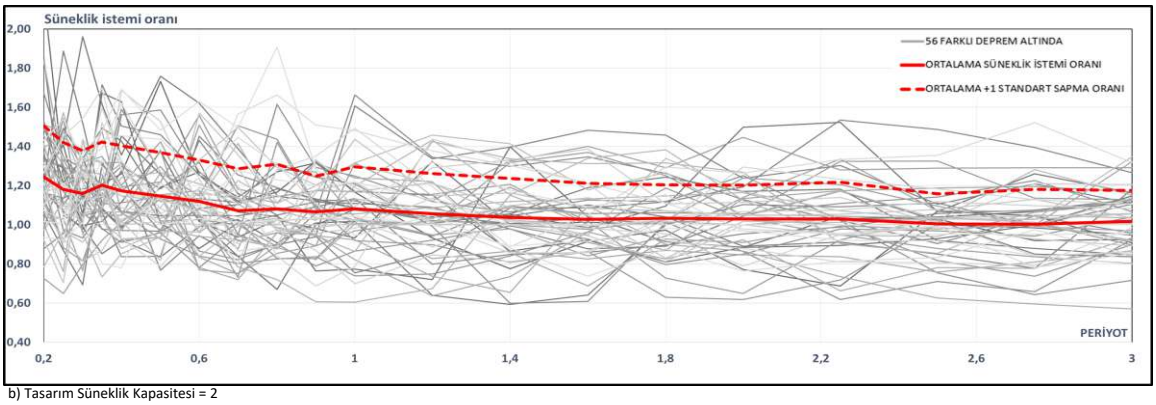


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

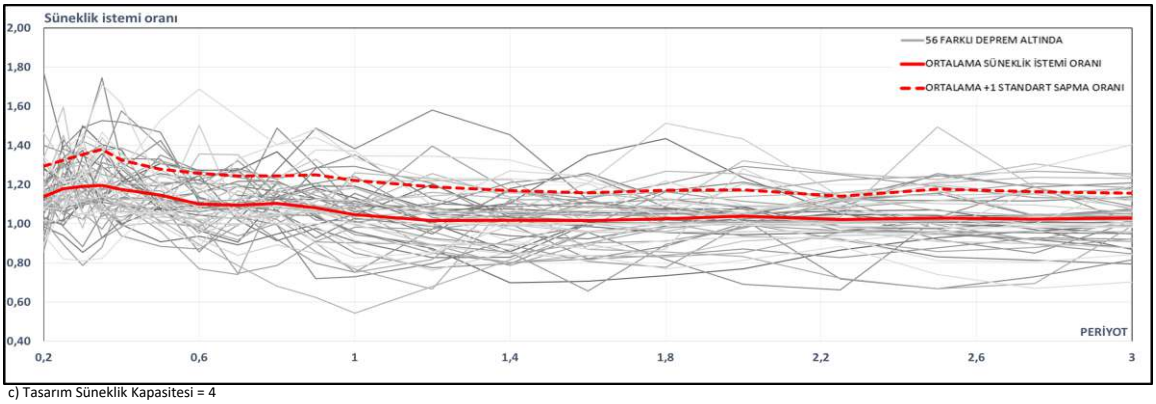
(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 1,8 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.219: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları



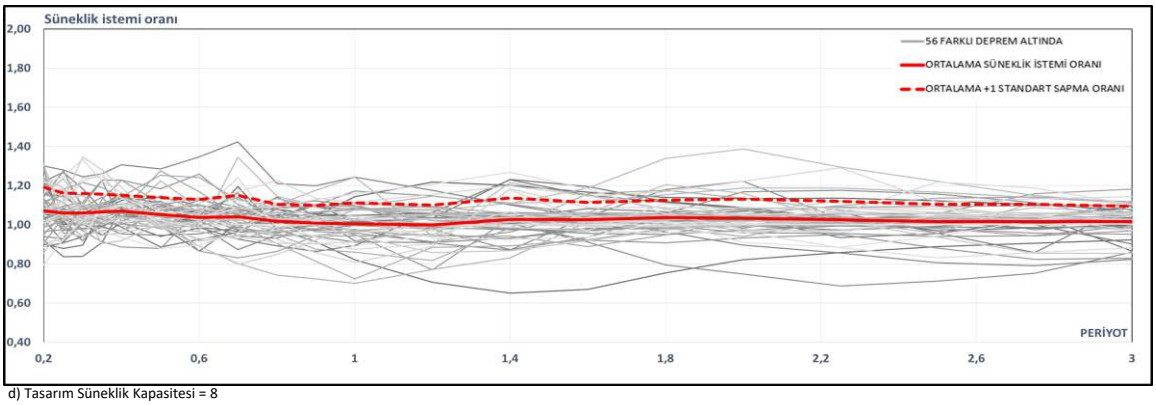
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1.5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



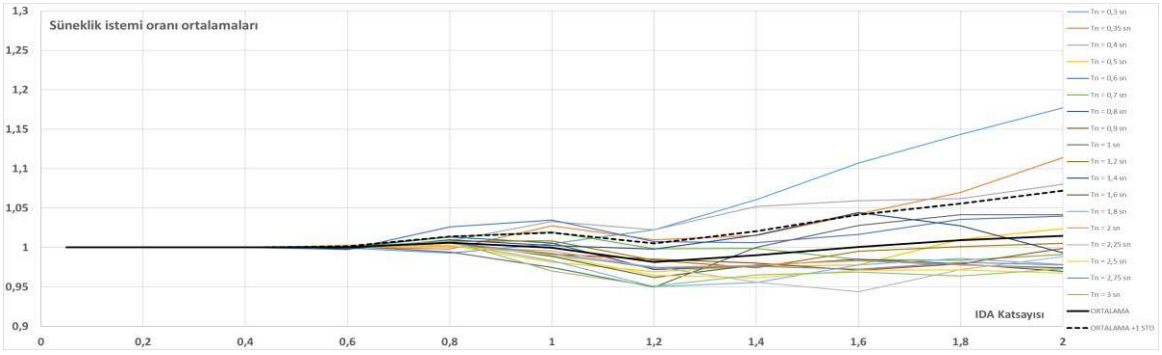
c) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



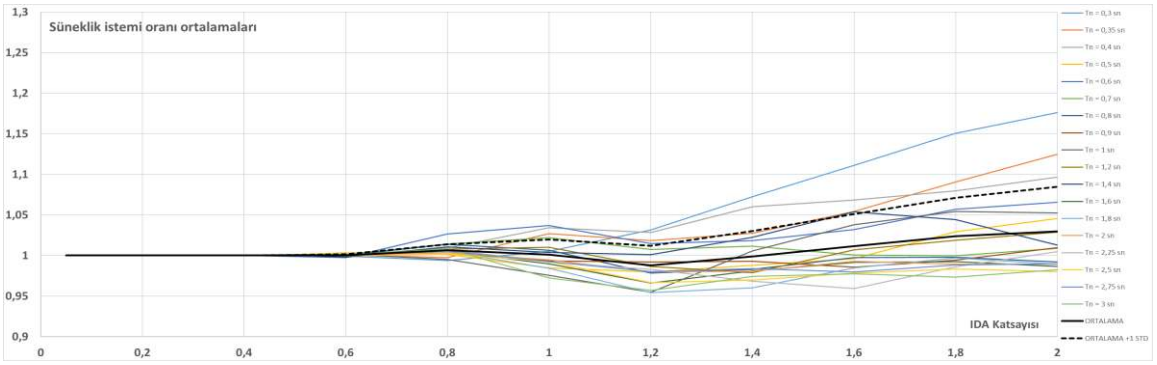
d) Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

(Pekleşme oranı %5, IDA Katsayısı = 2 olan dört farklı tasarım süneklik kapasiteli sistemin, 56 farklı deprem kaydı altında)
Şekil C.220: Periyot değişimi sonucu elde edilen süneklik istemi Clough/Blkh oranları

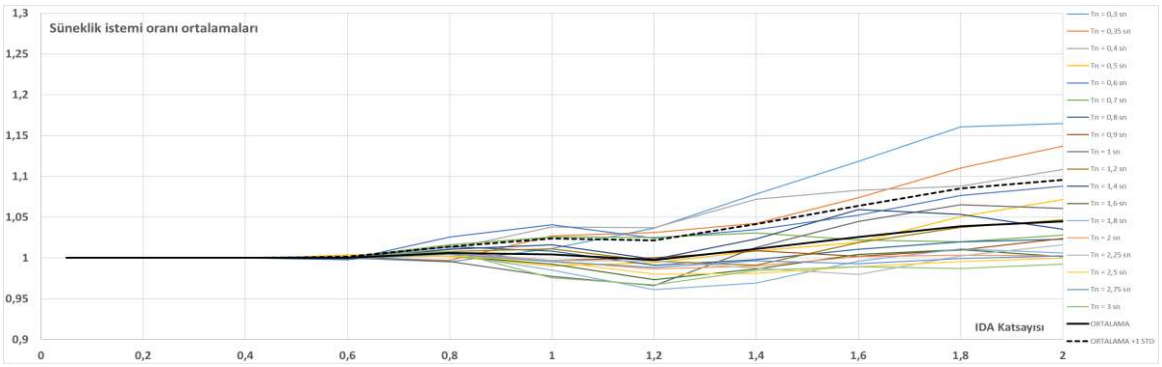
EK-D



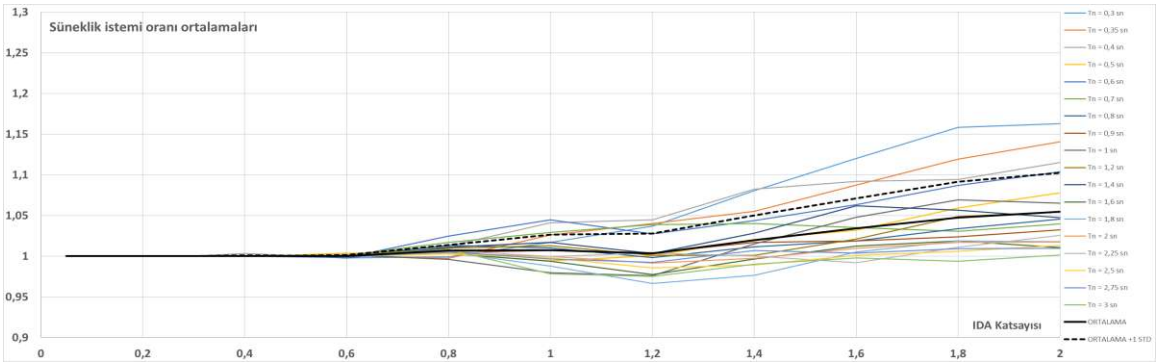
Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5

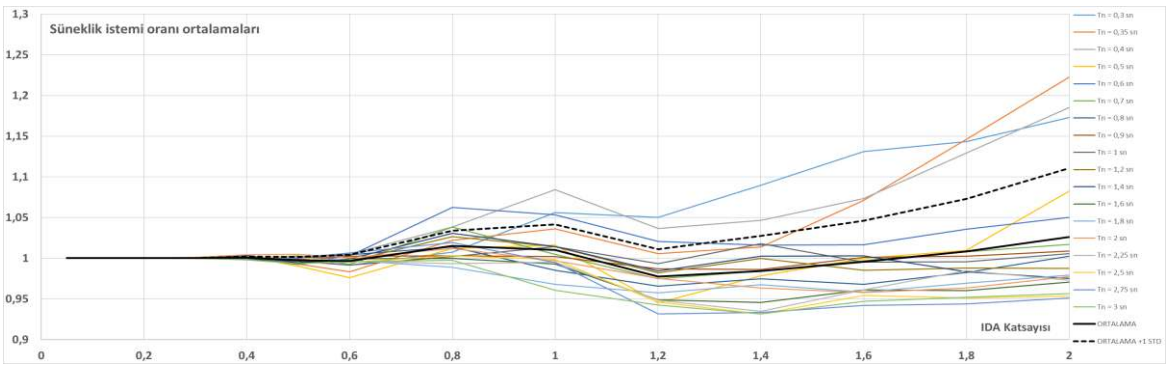


Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5

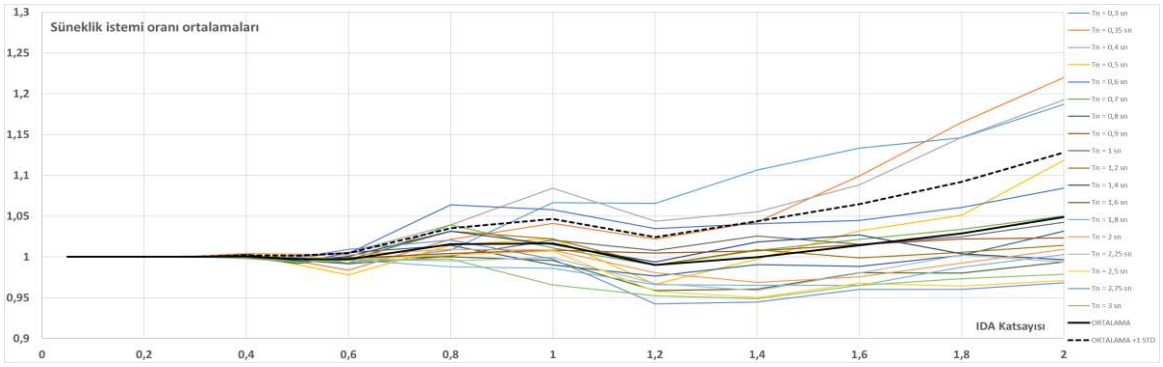


Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5

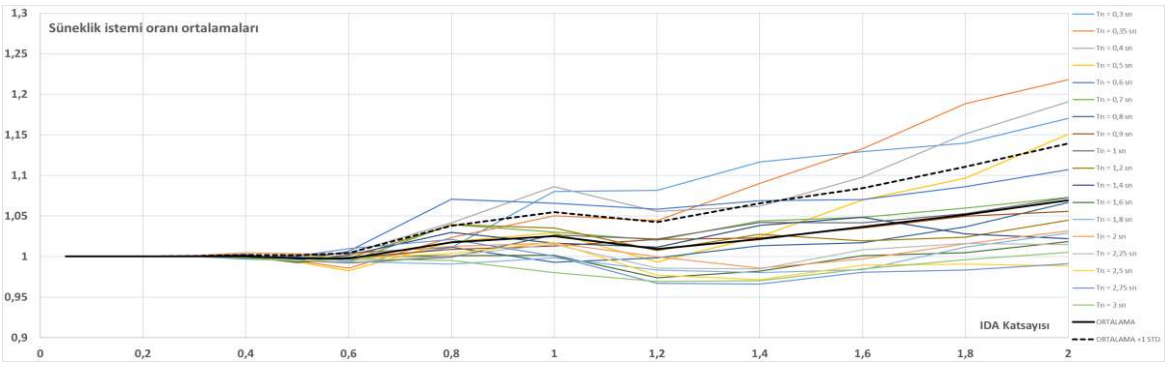
Şekil D.1: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



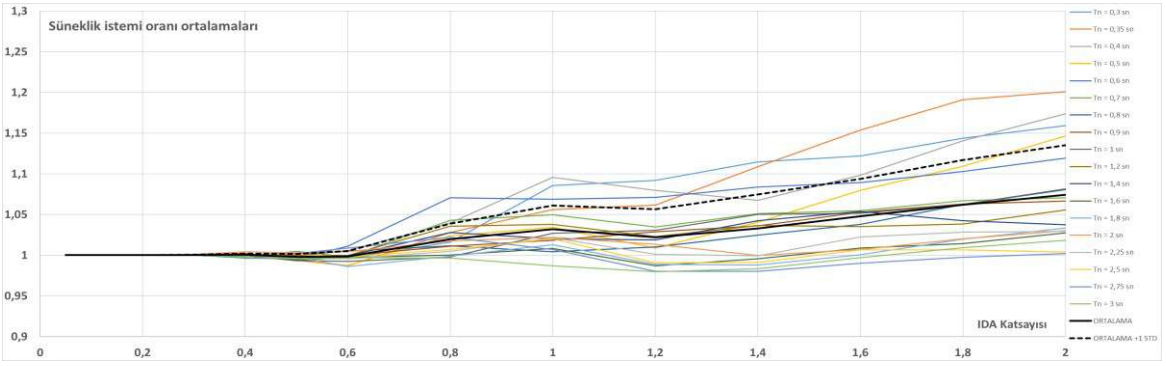
Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2



Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

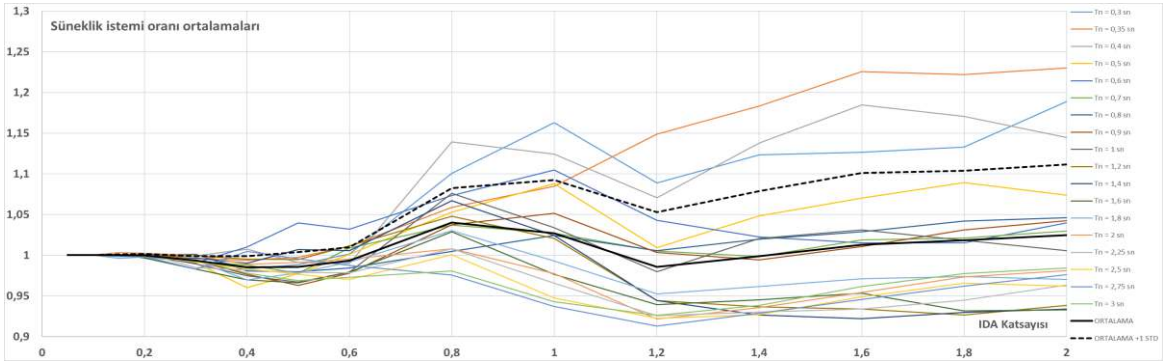


Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

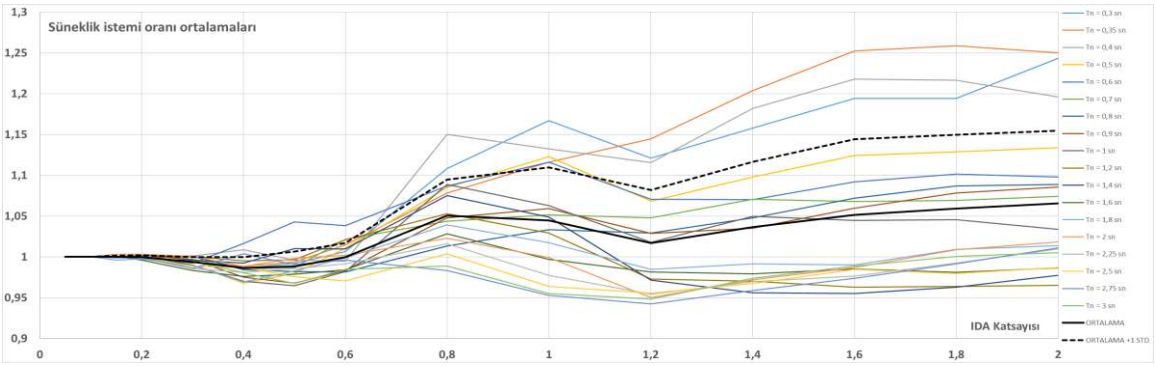


Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

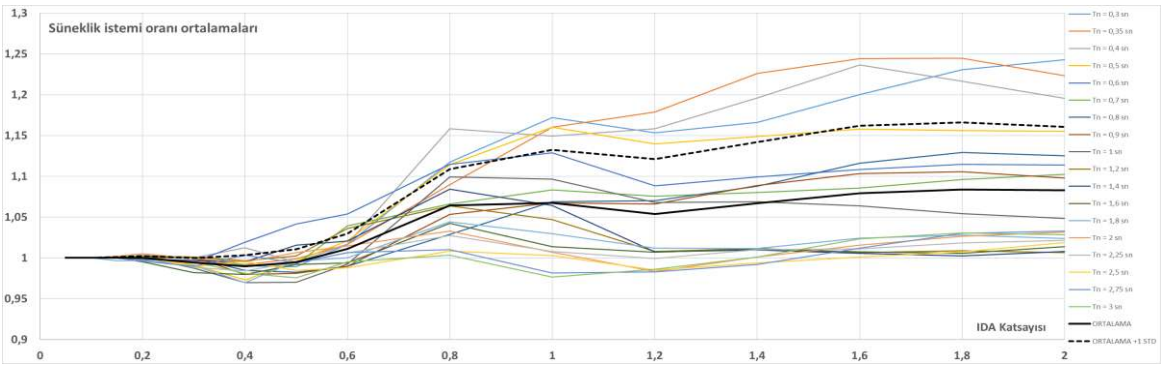
Şekil D.2: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



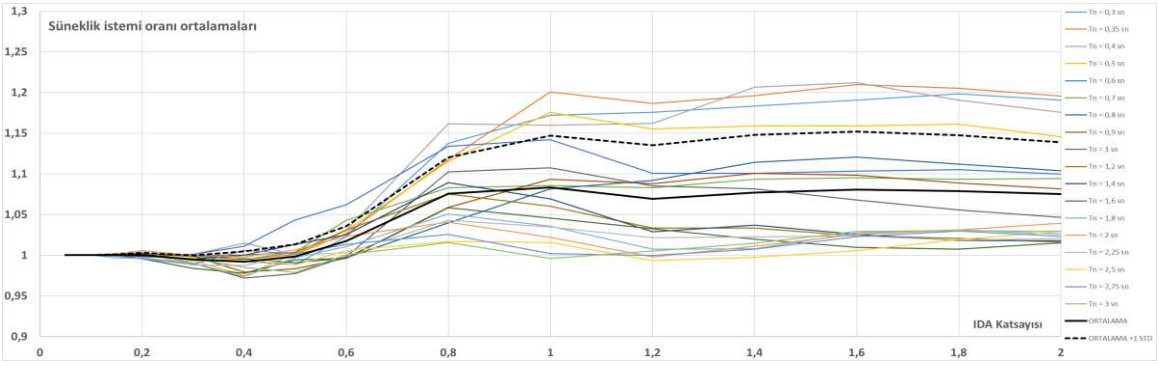
Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4



Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

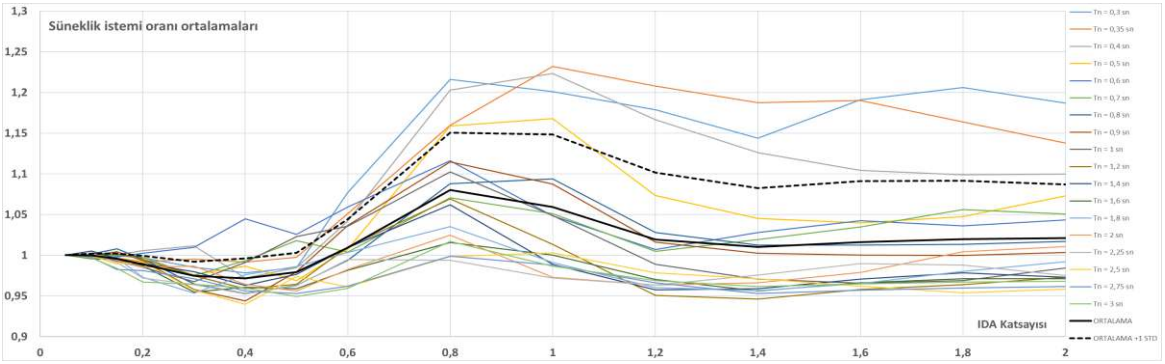


Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

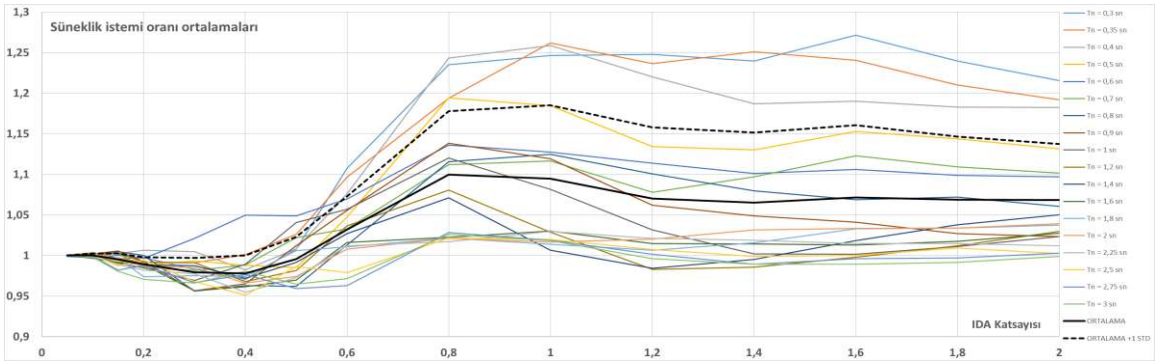


Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

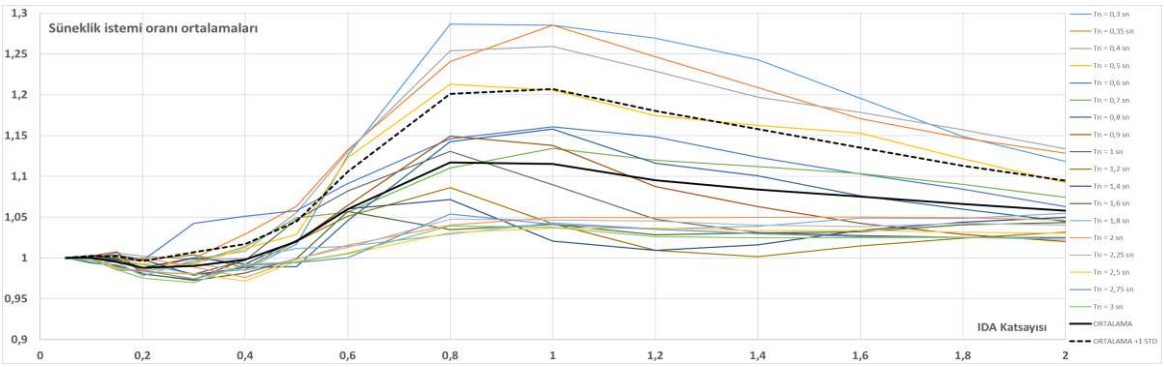
Şekil D.3: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



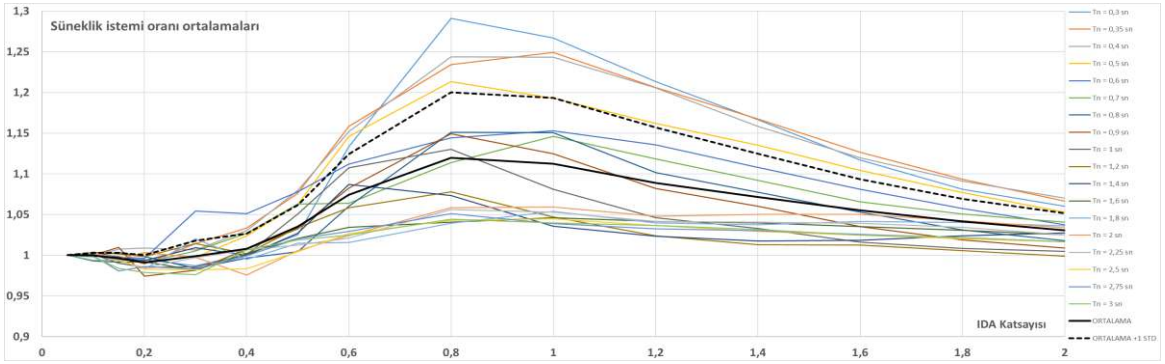
Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8



Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

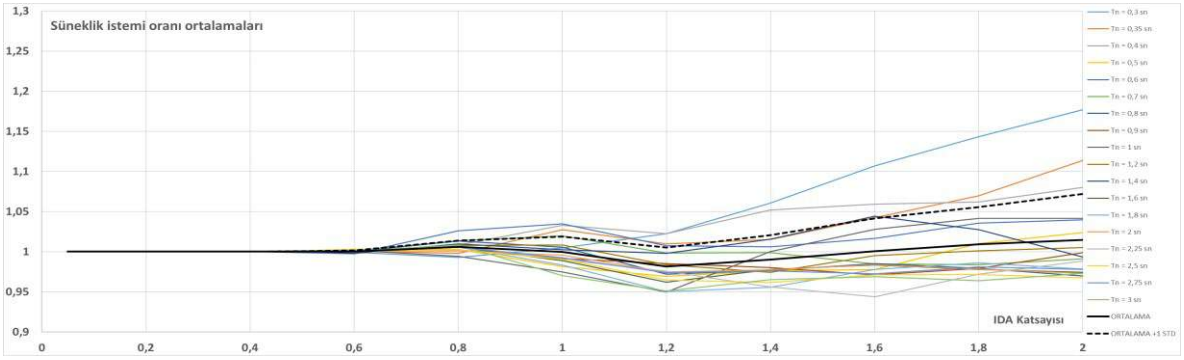


Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

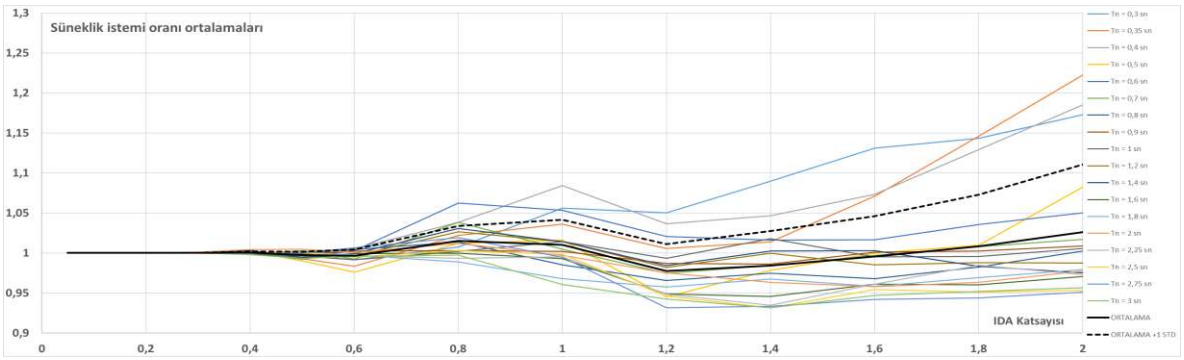


Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

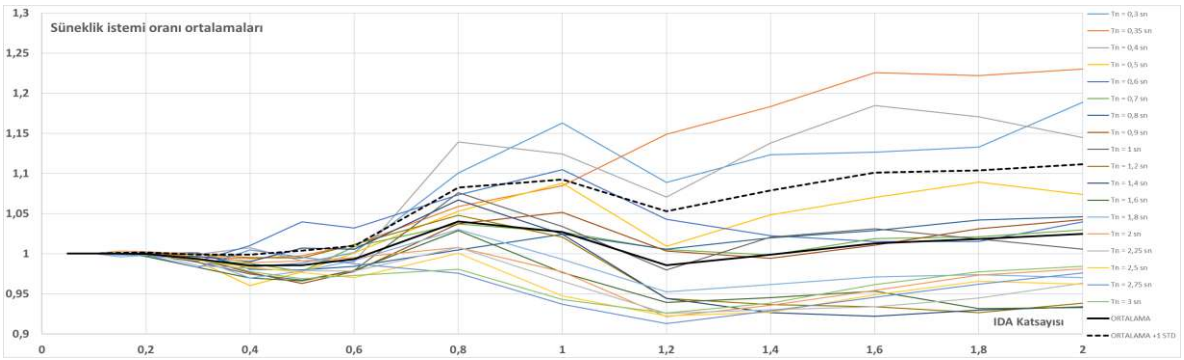
Şekil D.4: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı sistem periyoda sahip için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



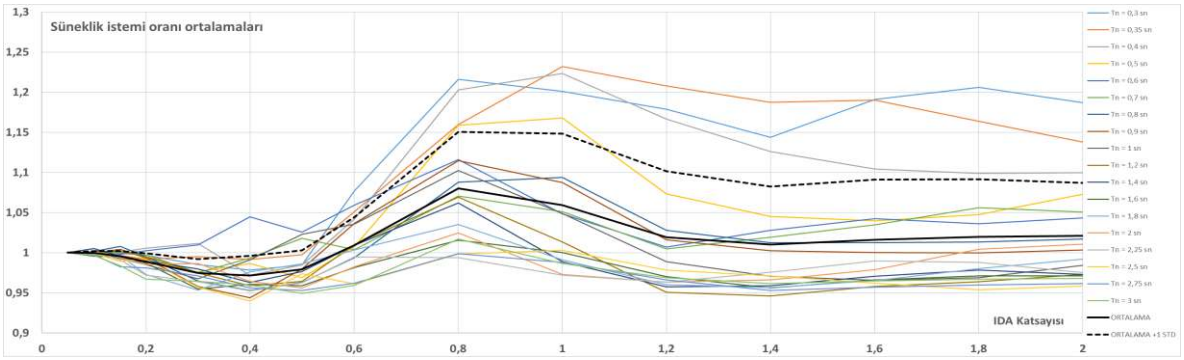
Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

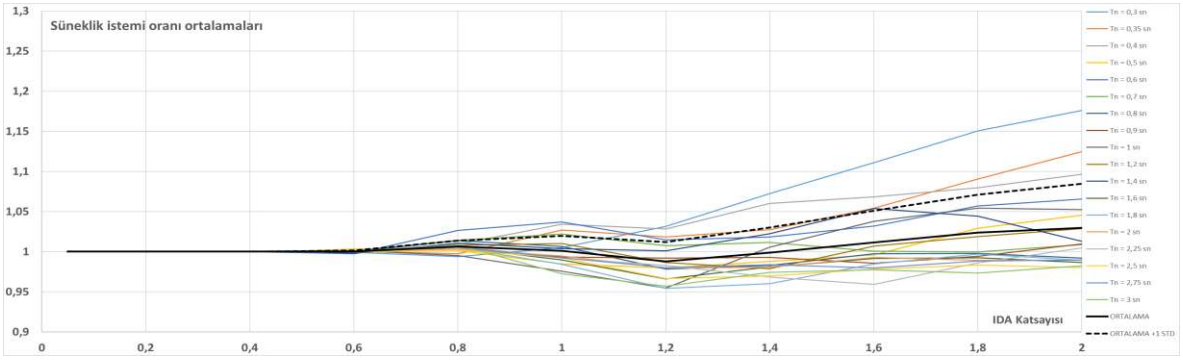


Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

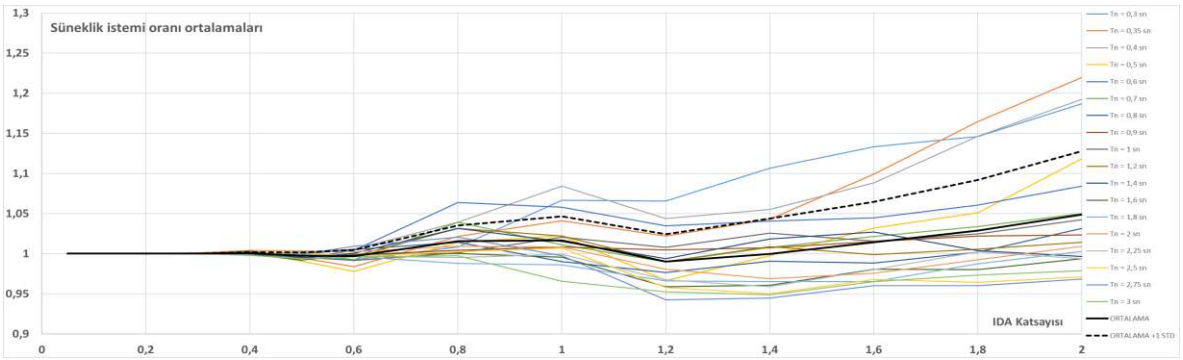


Kinematik Pekleşme Oran = %0 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

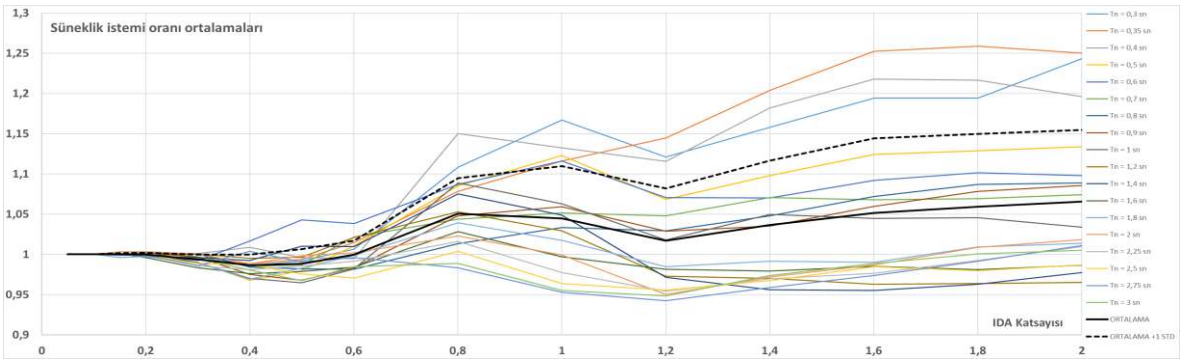
Şekil D.5: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



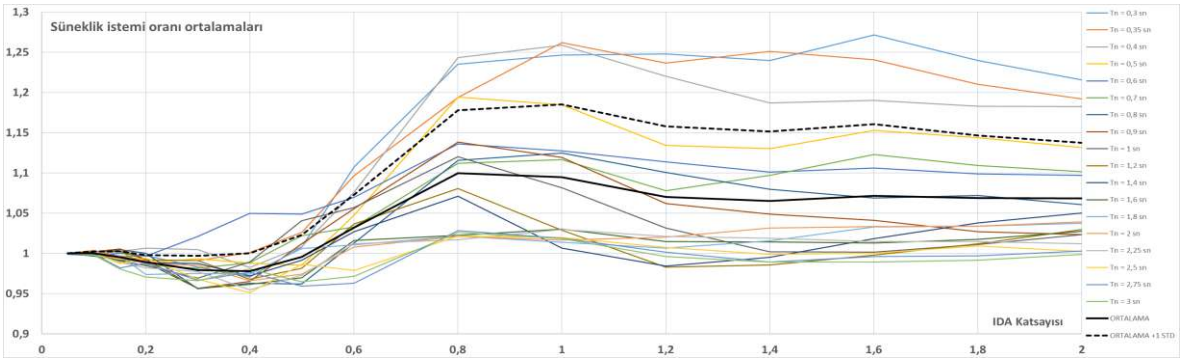
Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

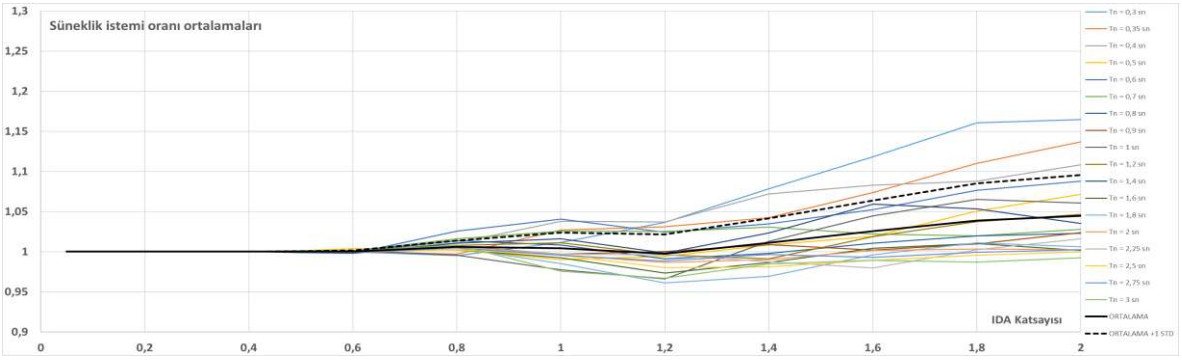


Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

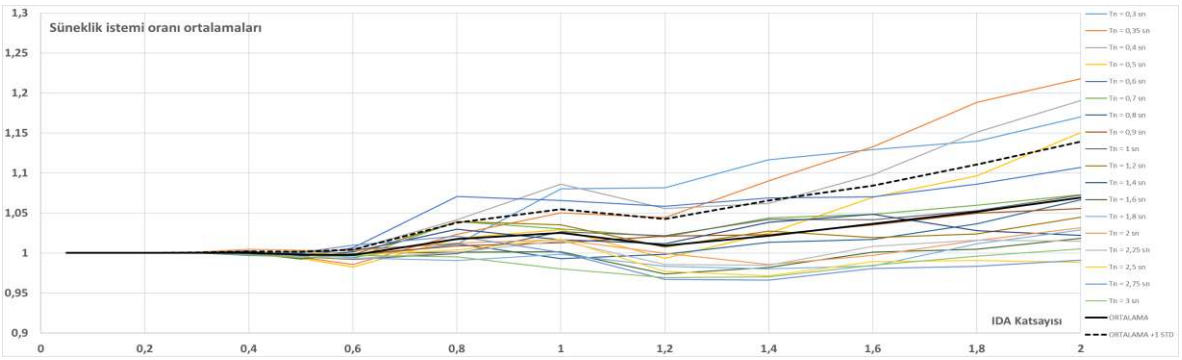


Kinematik Pekleşme Oran = %1 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

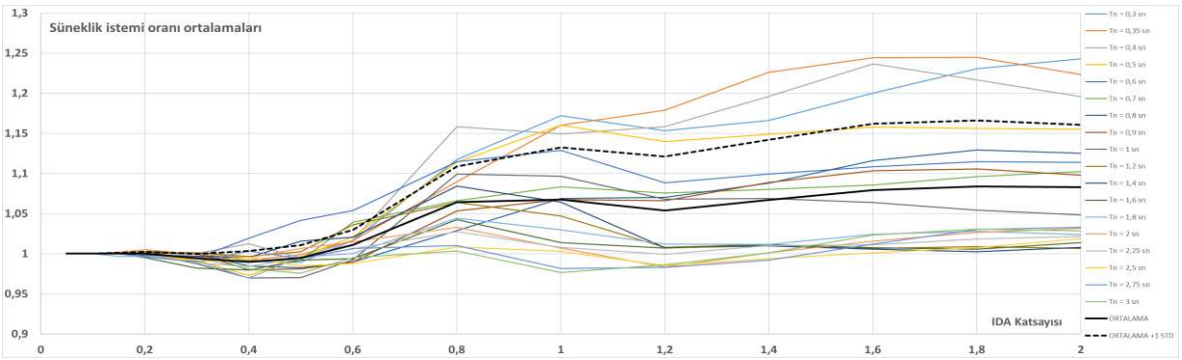
Şekil D.6: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



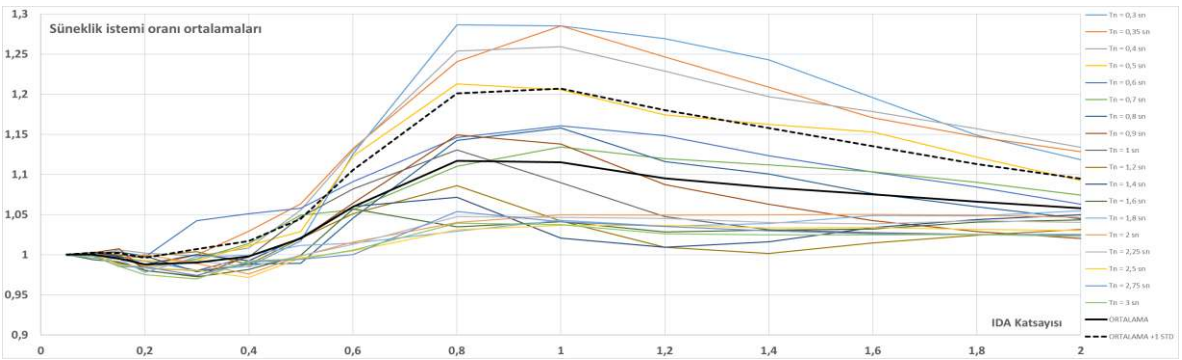
Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

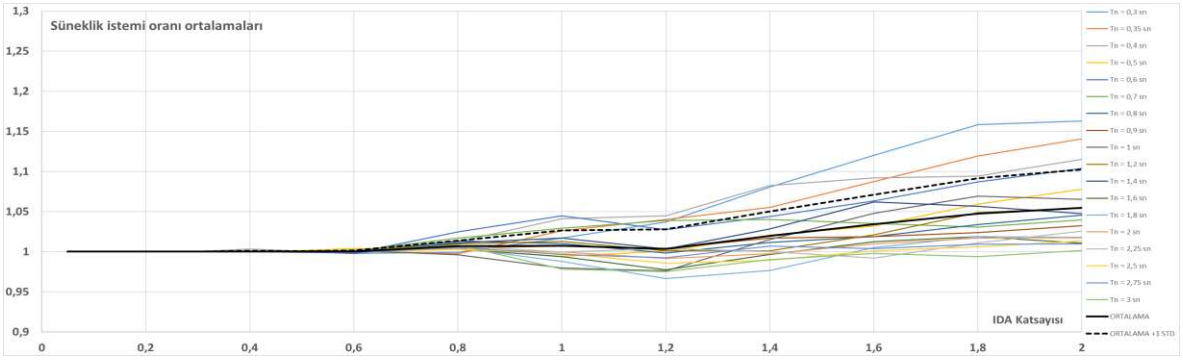


Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

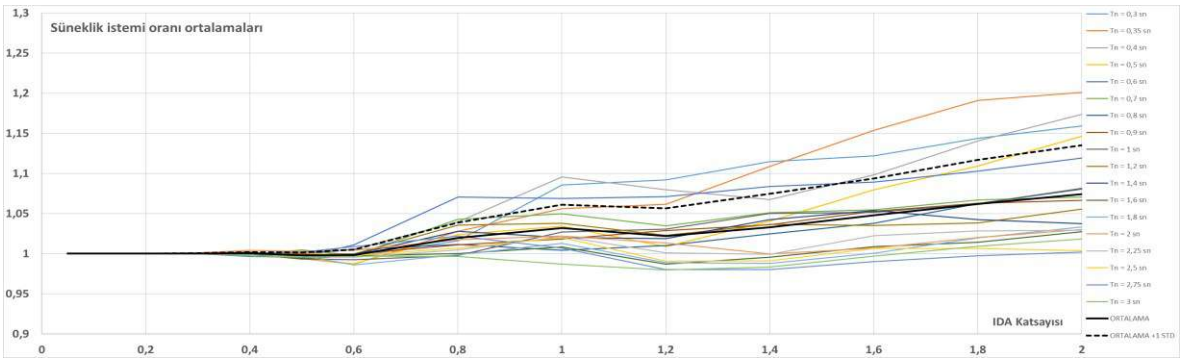


Kinematik Pekleşme Oran = %3 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

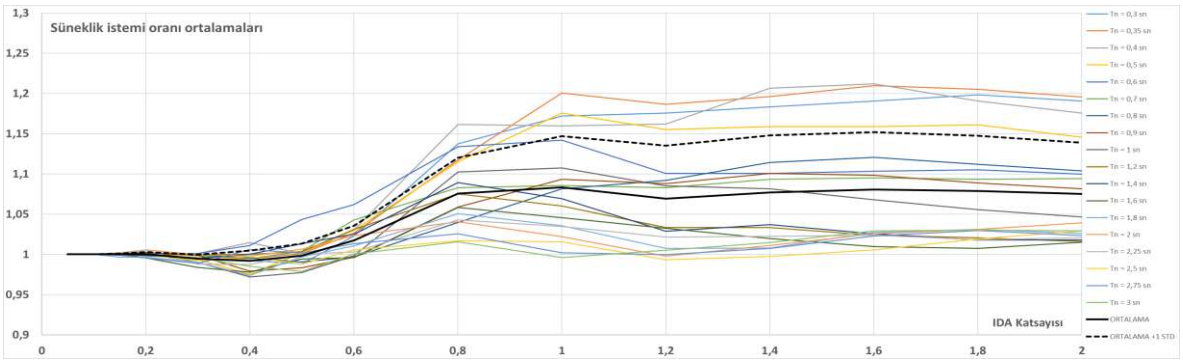
Şekil D.7: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı periyoda sahip sistem için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



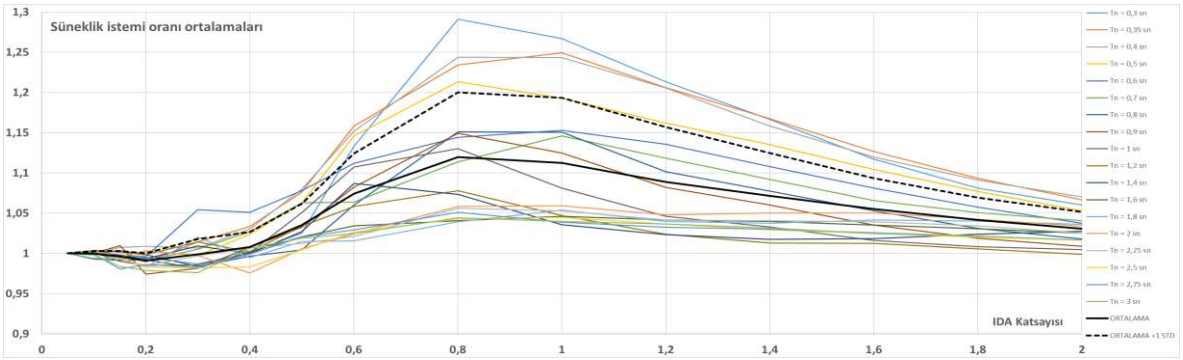
Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 1,5



Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 2

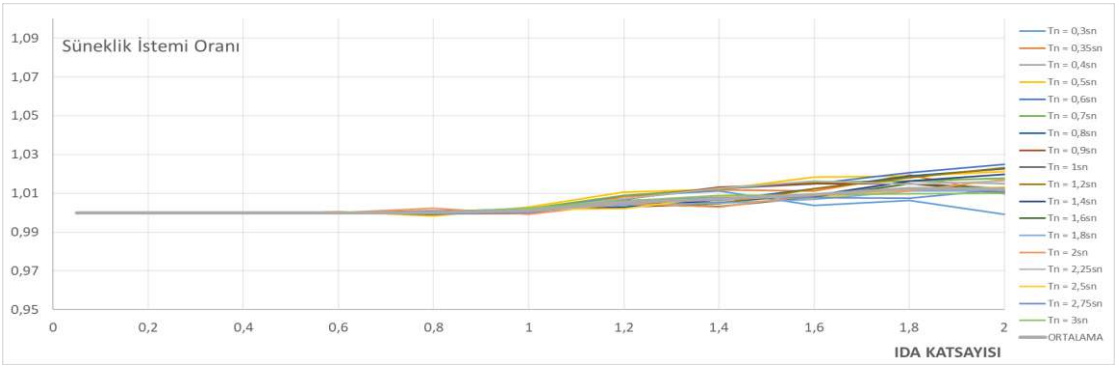


Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 4

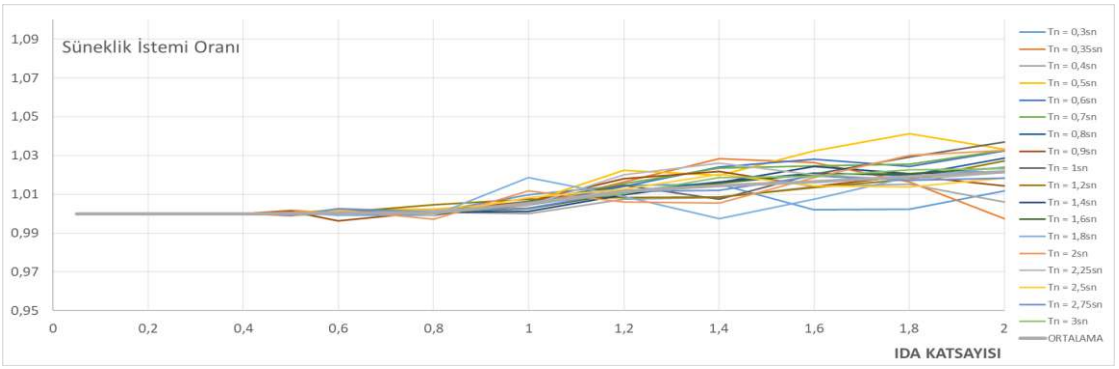


Kinematik Pekleşme Oranı = %5 Tasarım Süneklik Kapasitesi = 8

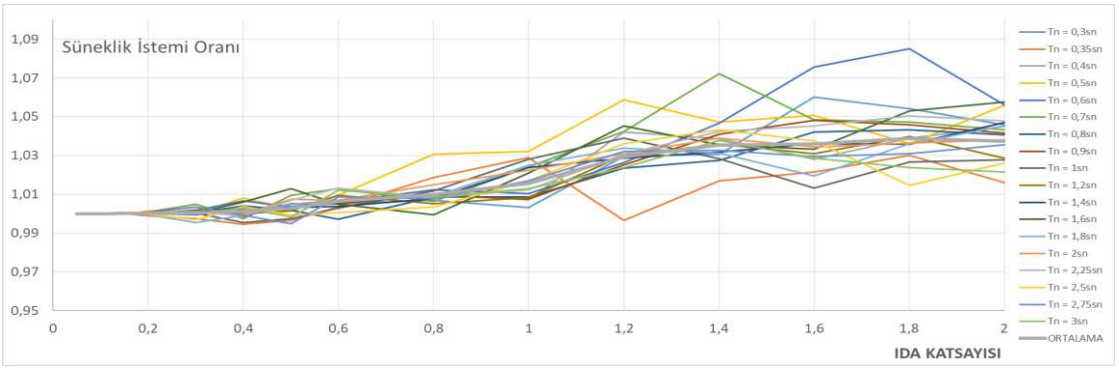
Şekil D.8: 56 farklı deprem kaydı altında 18 Farklı sistem periyoda sahip için elde edilen süneklik istemi oran ortalamaları



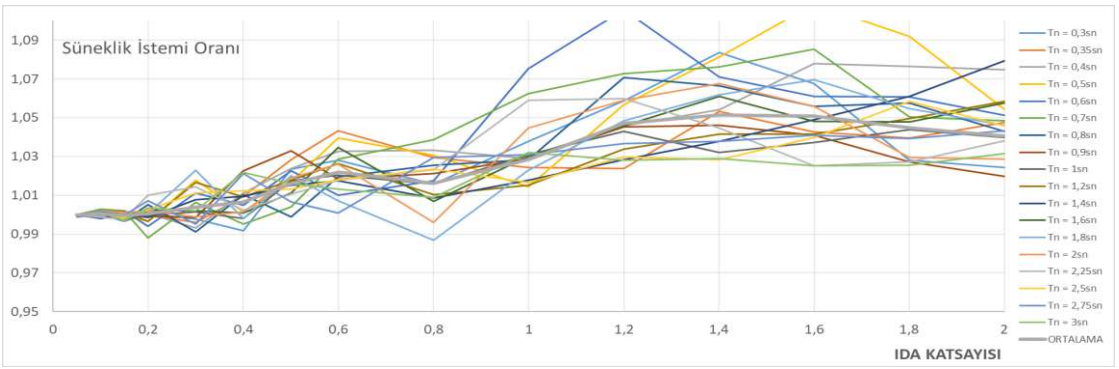
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi =1,5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi =2

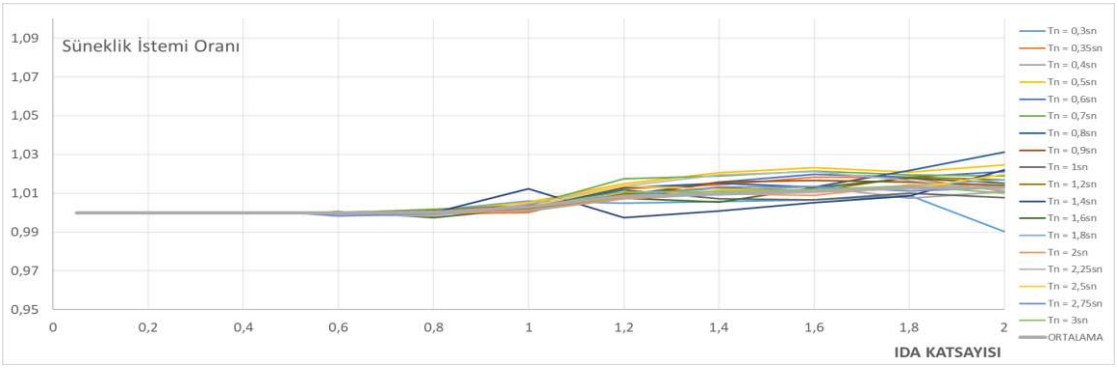


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi =4

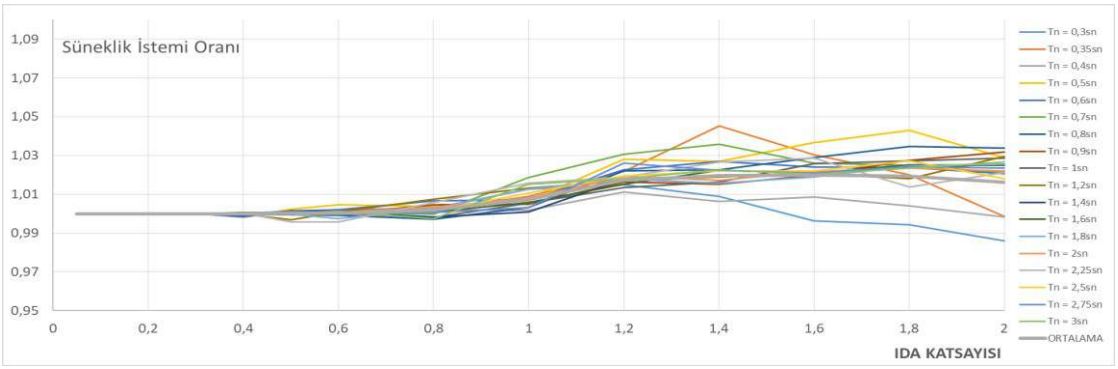


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi =8

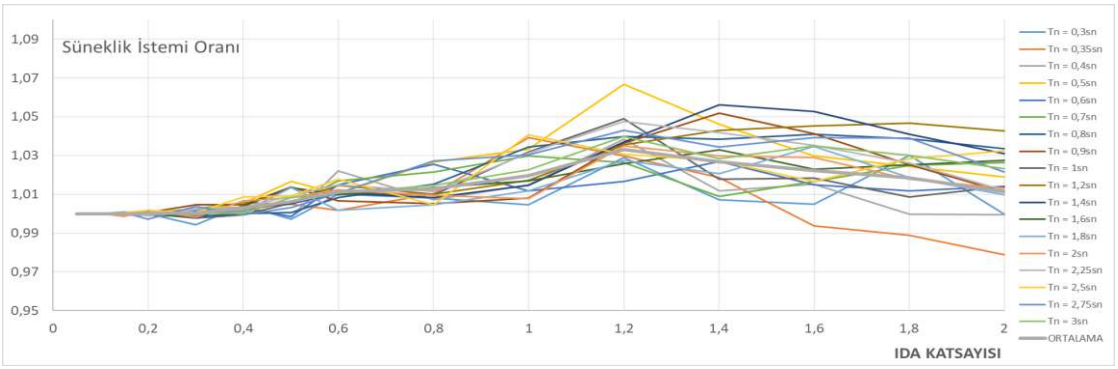
Şekil D.9: %1 Pekleşme oranının, %0 Pekleşme oranına bölünmesiyle elde edilen süneklik istemleri oranı değişimi



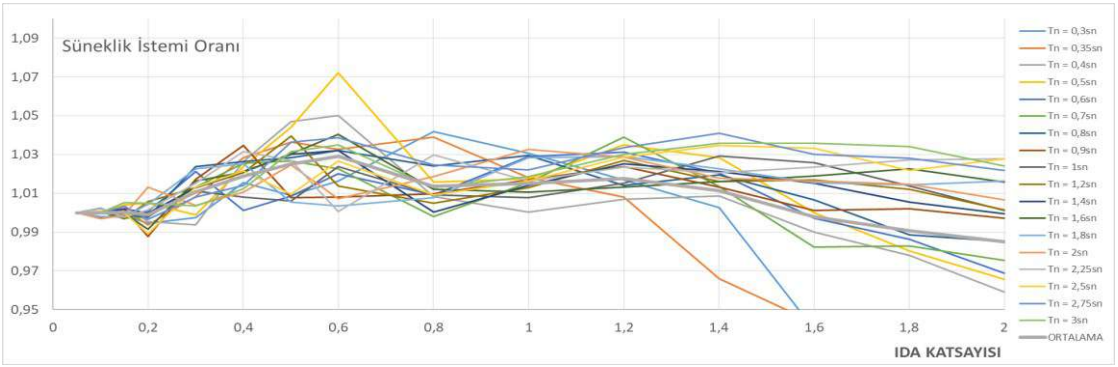
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi =1,5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi =2

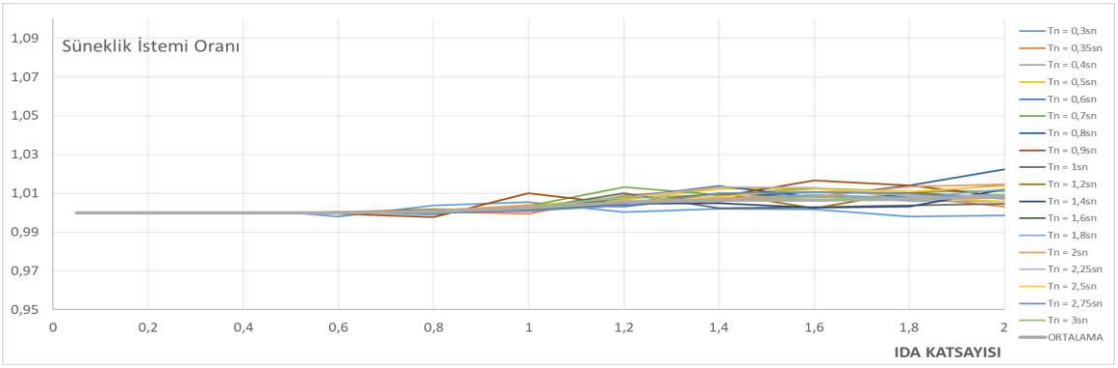


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi =4

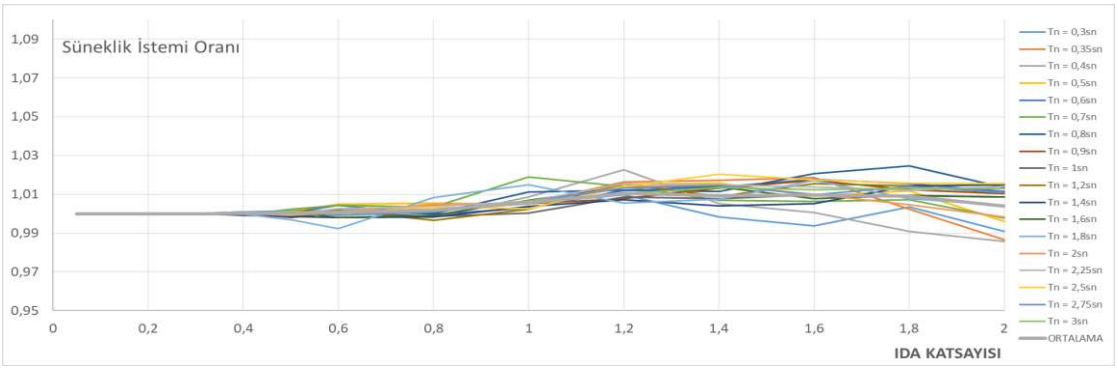


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi =8

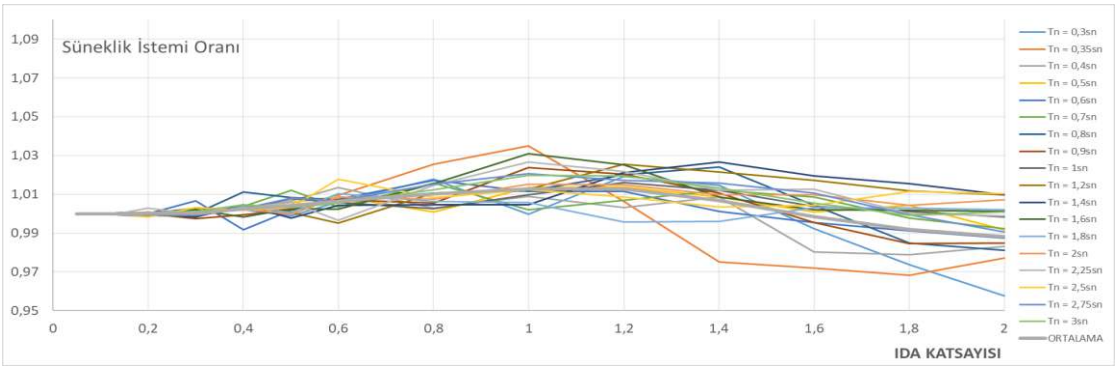
Şekil D.10: %3 Pekleşme oranının, %1 Pekleşme oranına bölünmesiyle elde edilen süneklik istemleri oranı değişimi



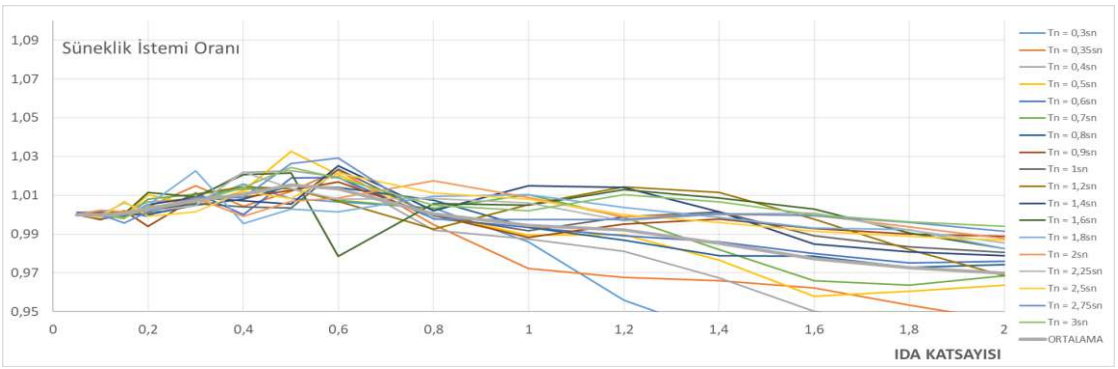
a) Tasarım Süneklik Kapasitesi =1,5



b) Tasarım Süneklik Kapasitesi =2

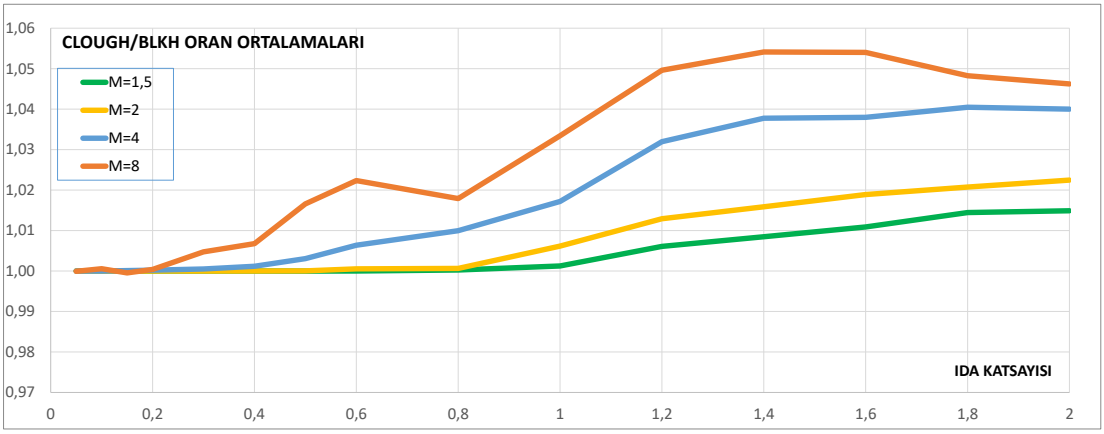


c) Tasarım Süneklik Kapasitesi =4

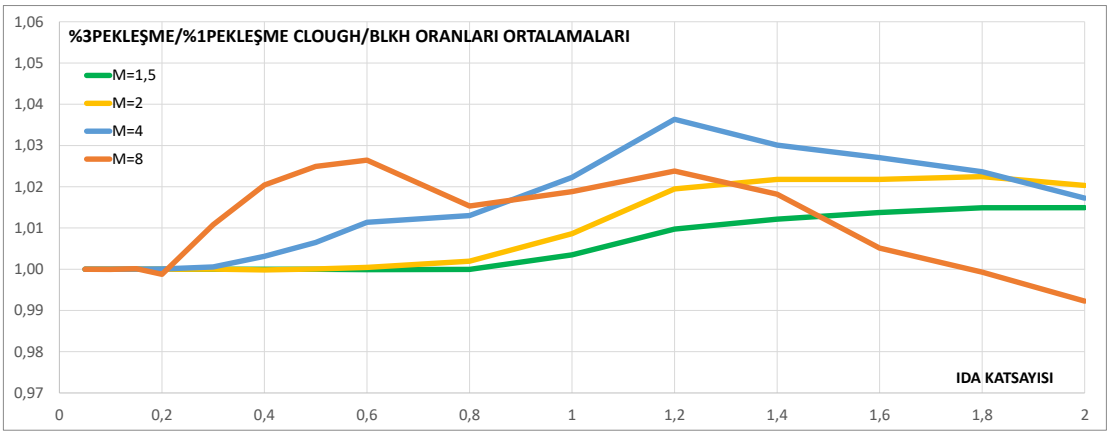


d) Tasarım Süneklik Kapasitesi =8

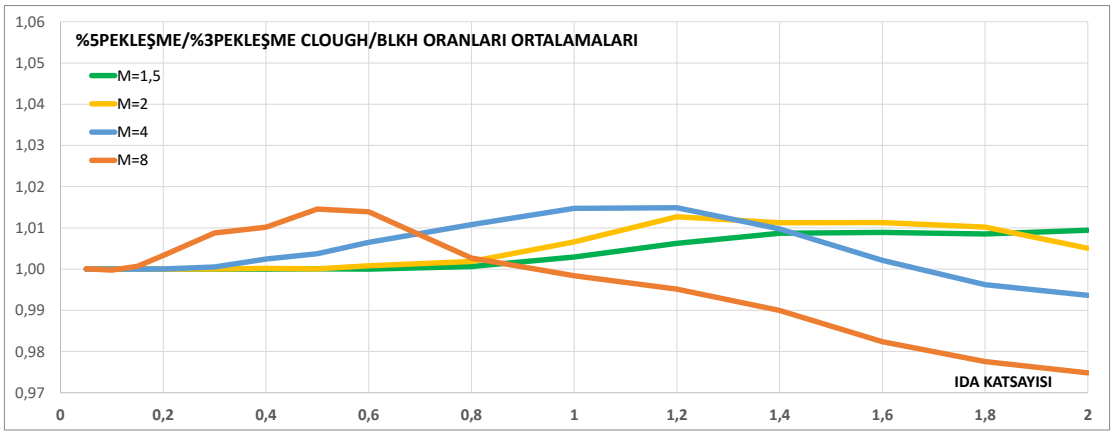
Şekil D.11: %5 Pekleşme oranının, %3 Pekleşme oranına bölünmesiyle elde edilen süneklik istemleri oranı değişimi



a) Pekleşme oranı %1 / Pekleşme oranı %0

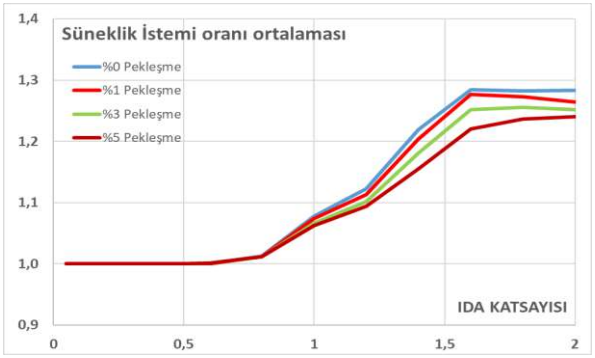


b) Pekleşme oranı %3 / Pekleşme oranı %1

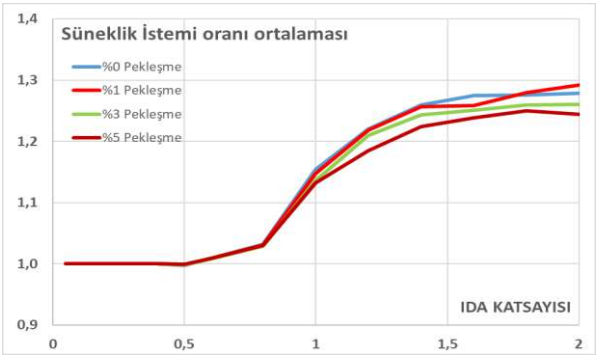


c) Pekleşme oranı %5 / Pekleşme oranı %3

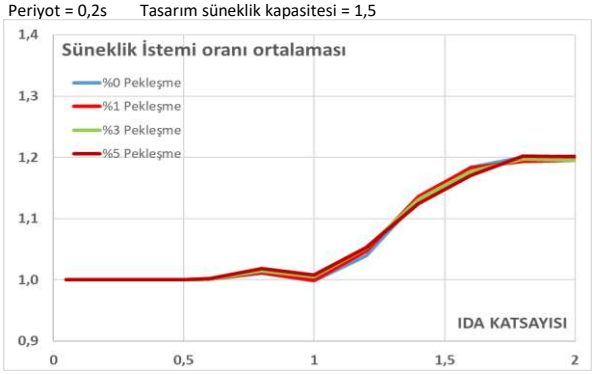
Şekil D.12: Tüm pekleşme oranları için ortalama süneklik istemi değişimleri



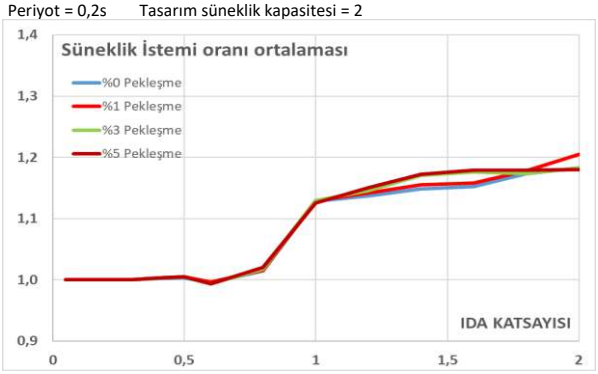
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



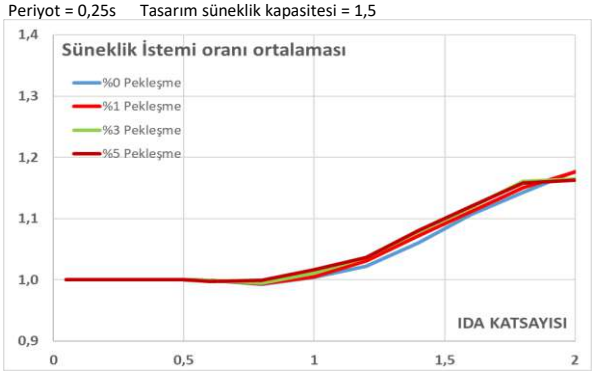
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



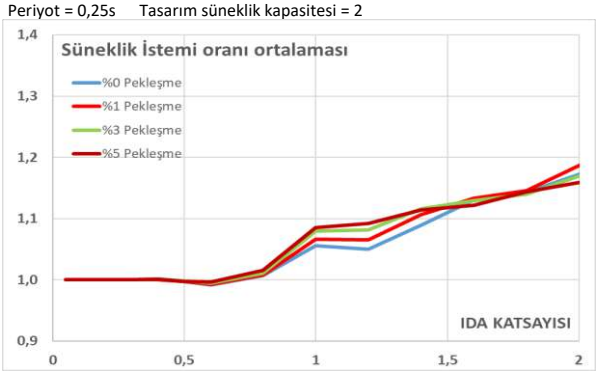
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



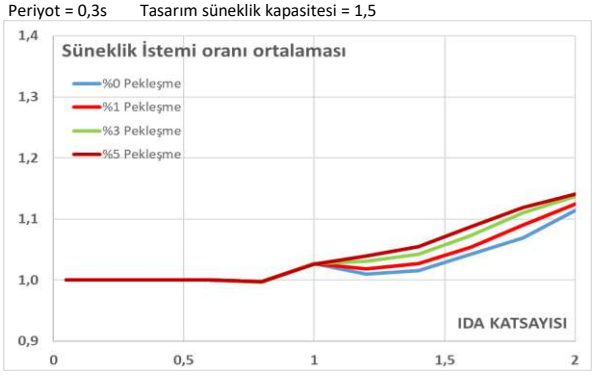
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



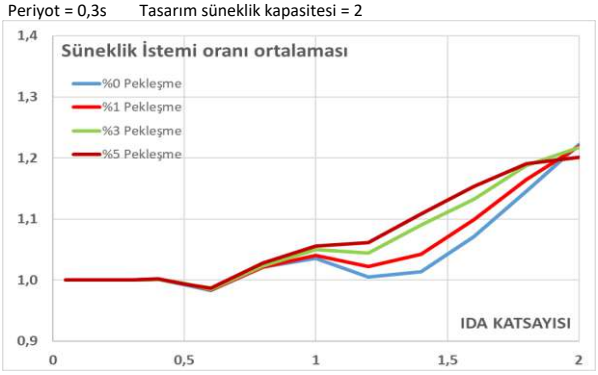
Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

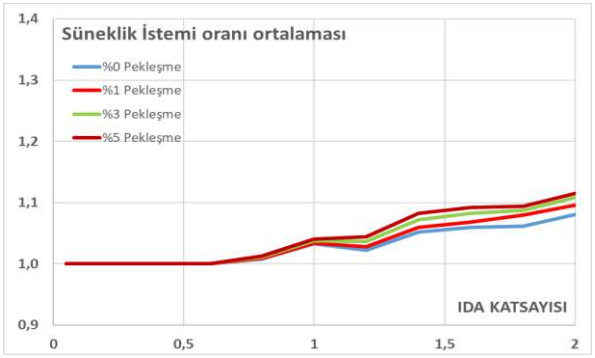


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

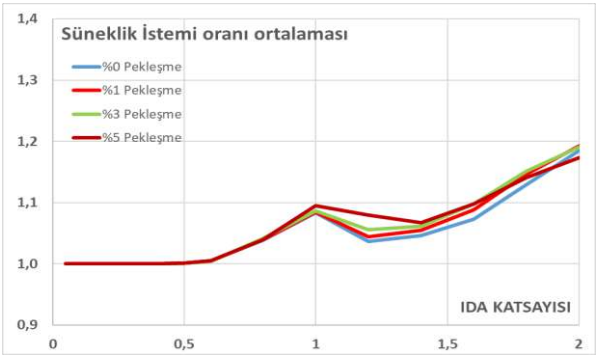


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

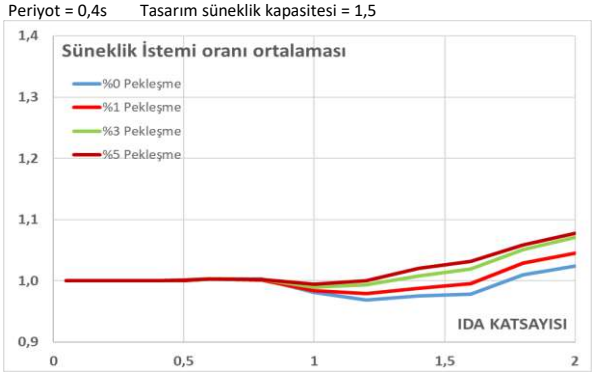
Şekil D.13: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



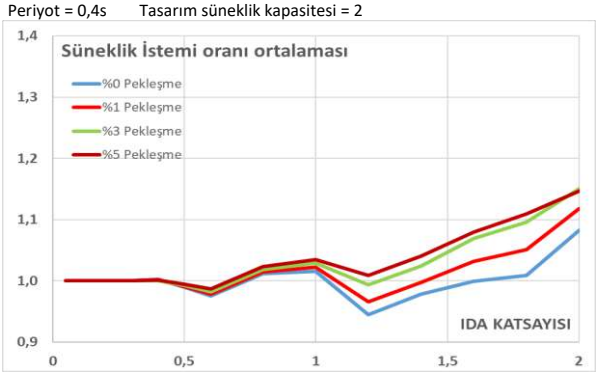
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



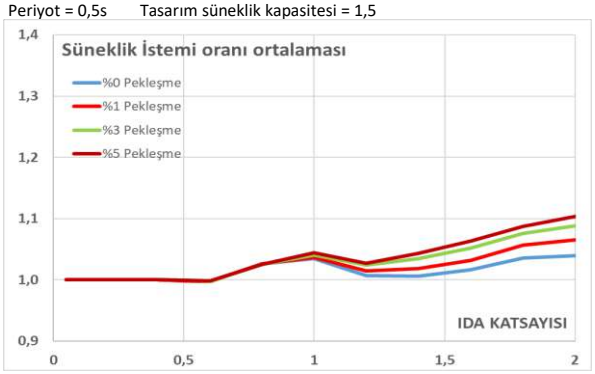
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



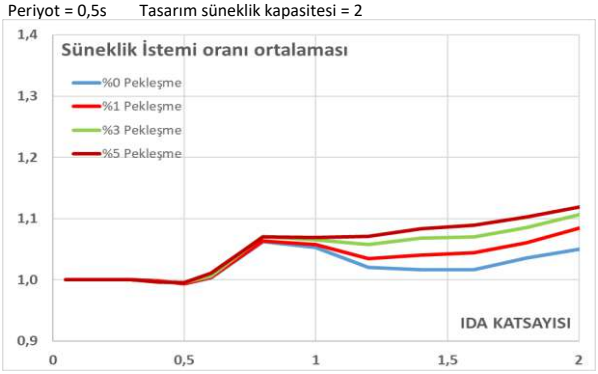
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



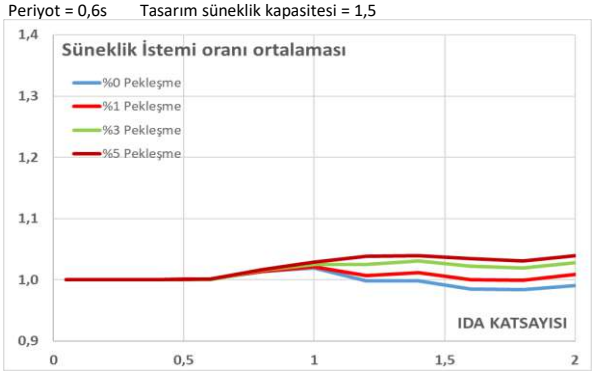
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



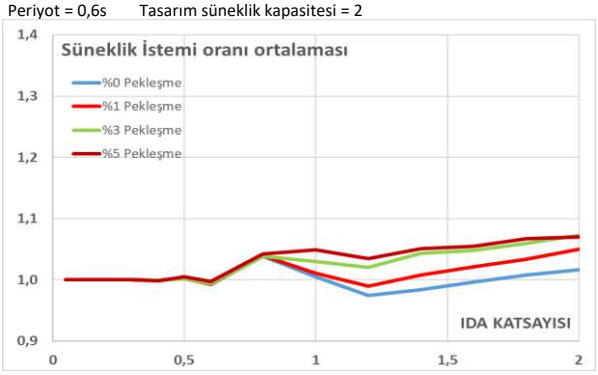
Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

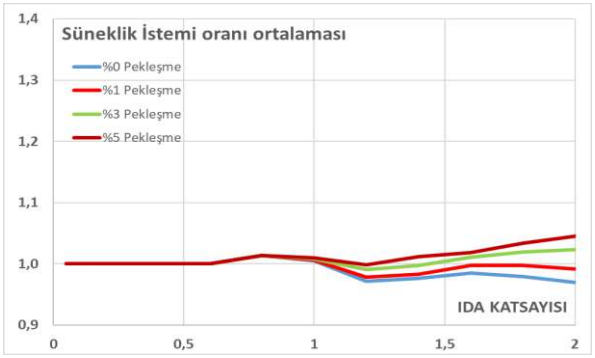


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

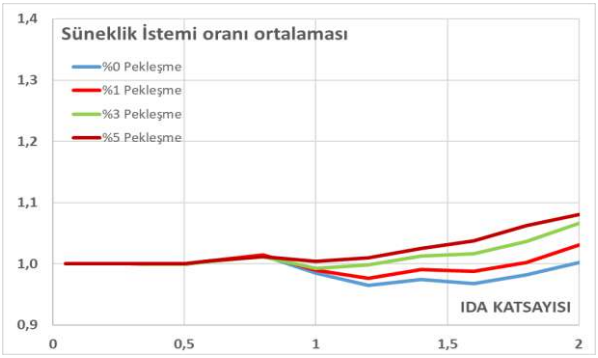


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

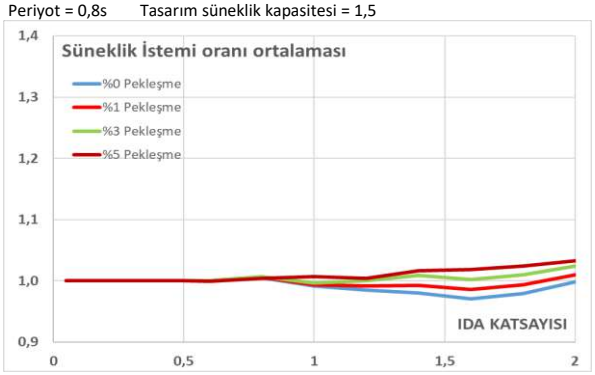
Şekil D.14: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



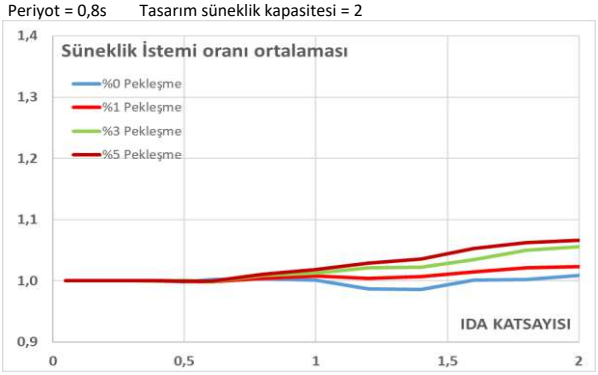
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



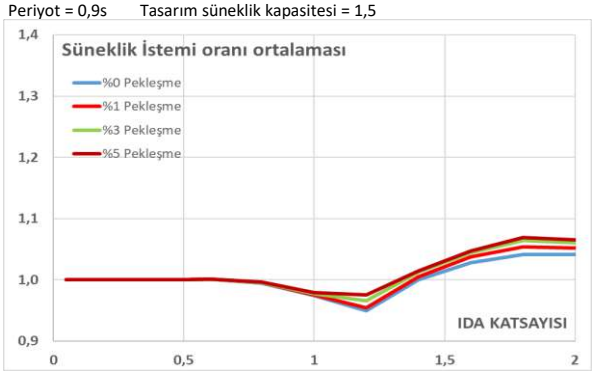
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



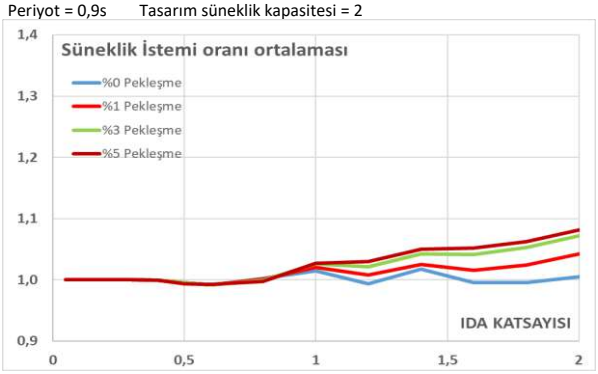
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



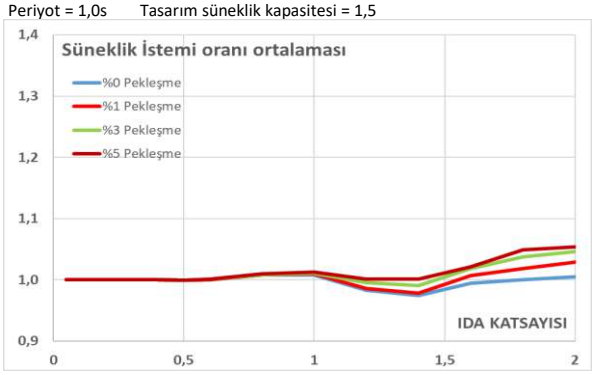
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



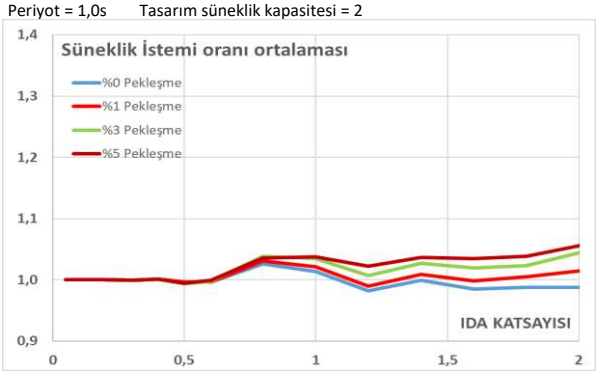
Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

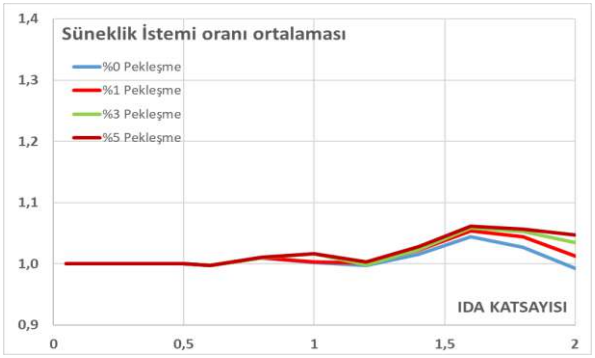


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

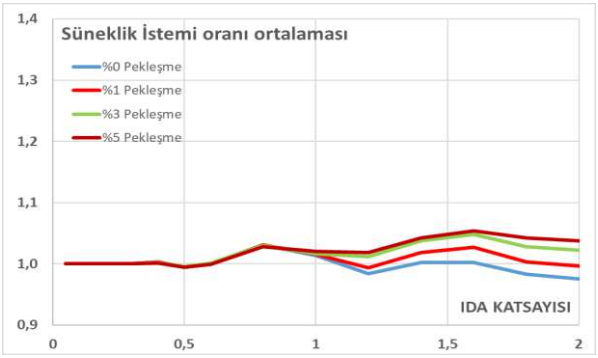


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

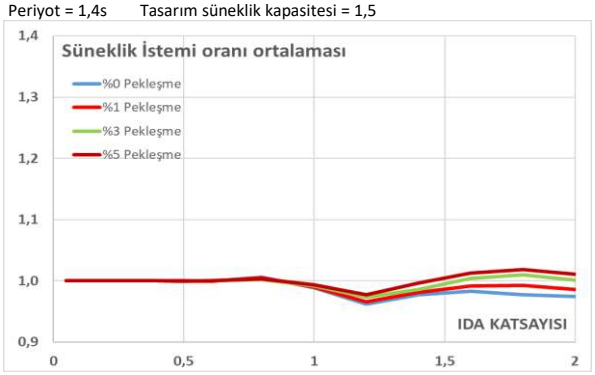
Şekil D.15: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



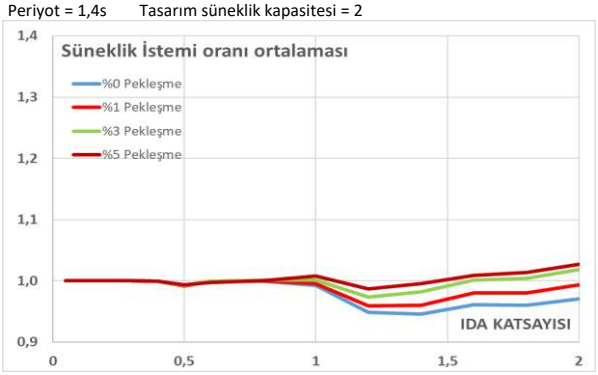
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



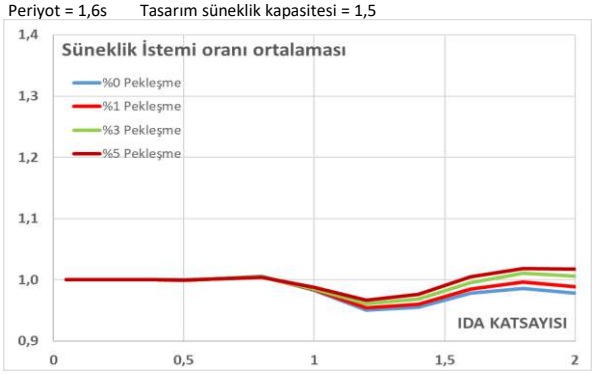
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



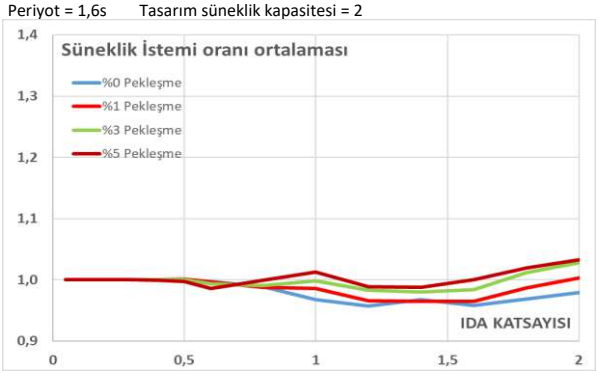
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



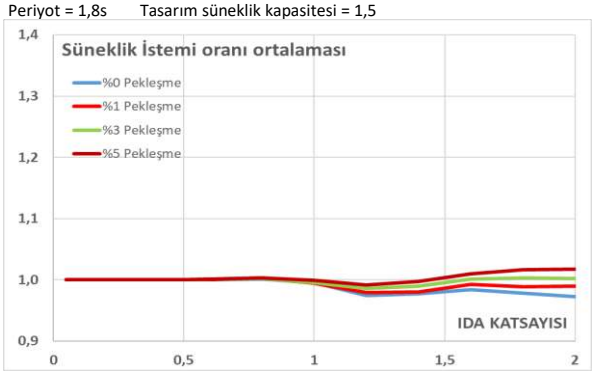
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



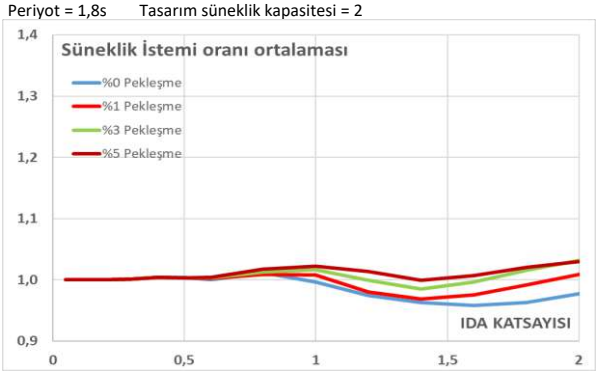
Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

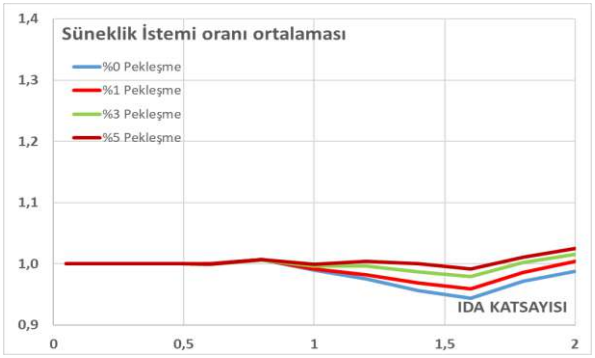


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

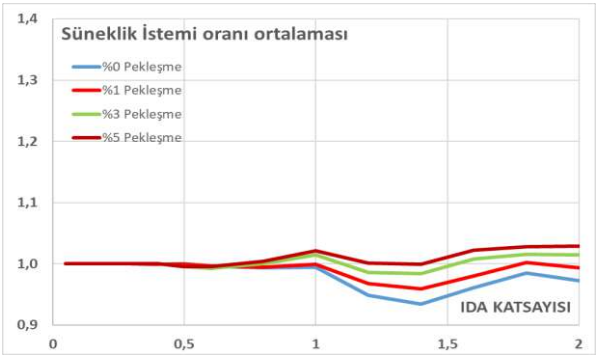


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

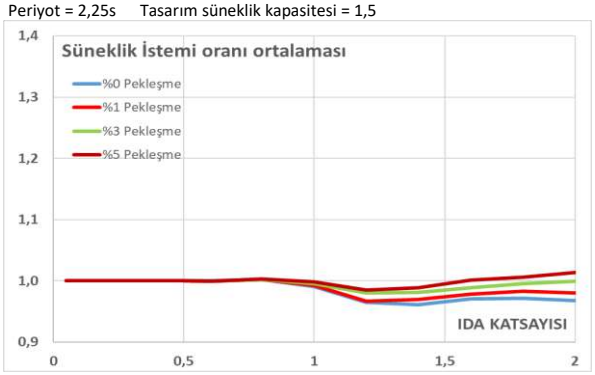
Şekil D.16: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



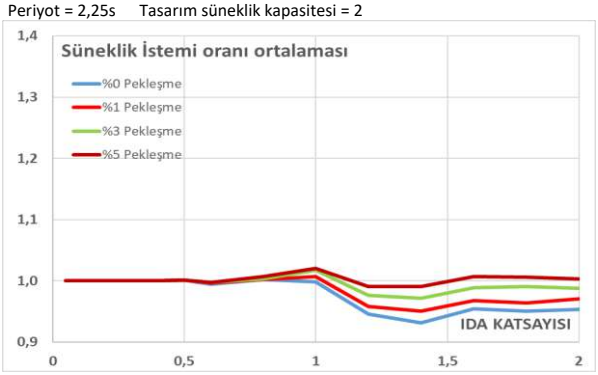
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



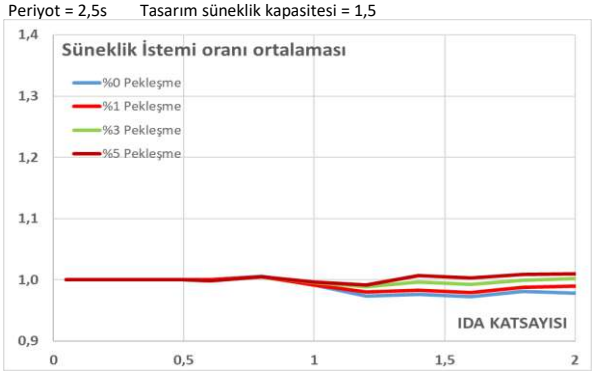
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



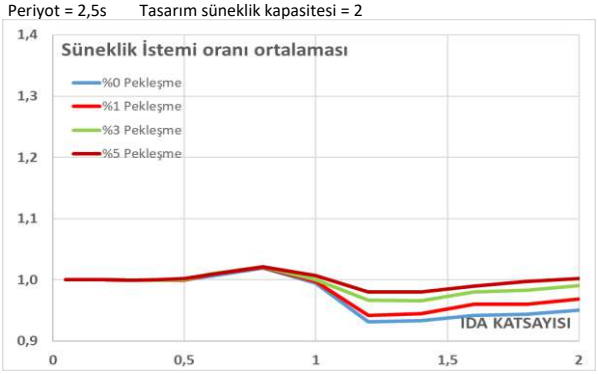
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



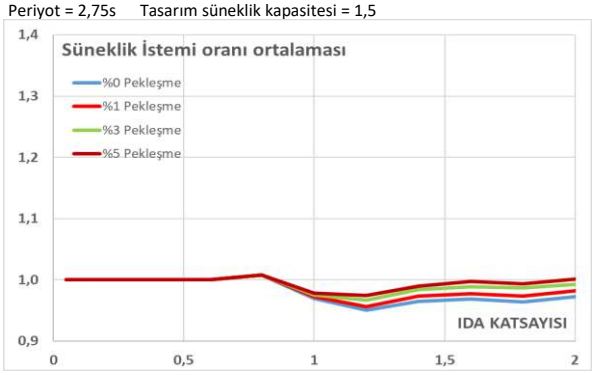
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



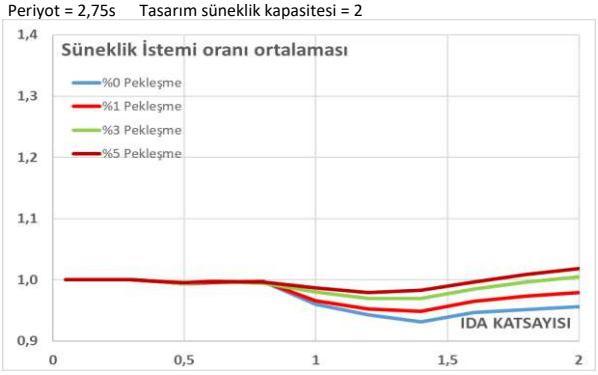
Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

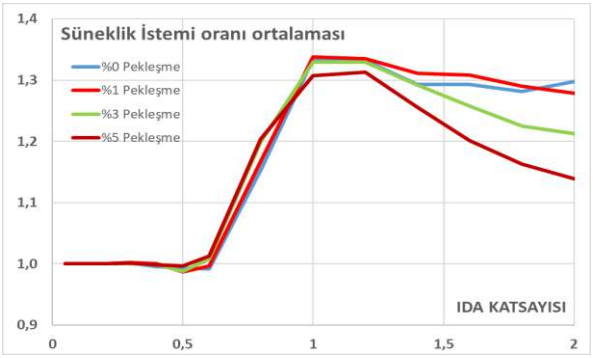


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

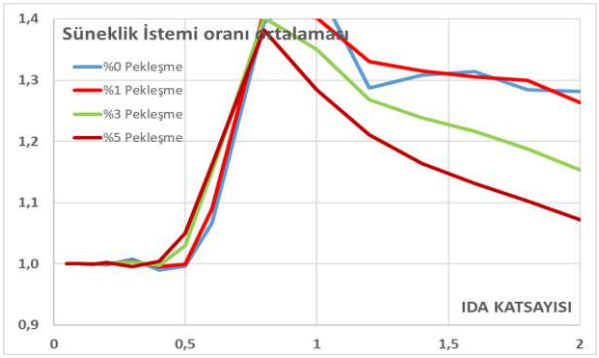


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

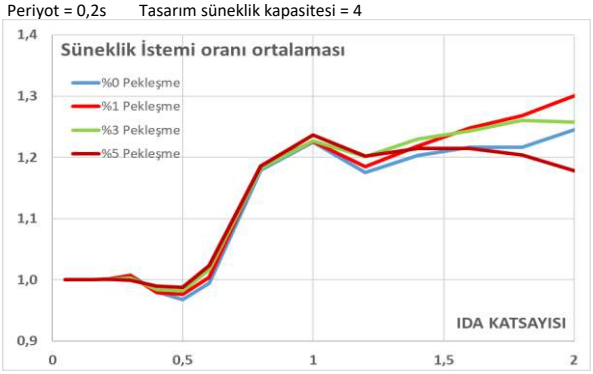
Şekil D.17: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



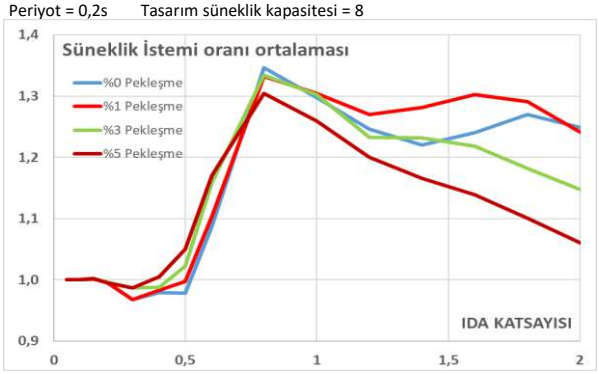
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



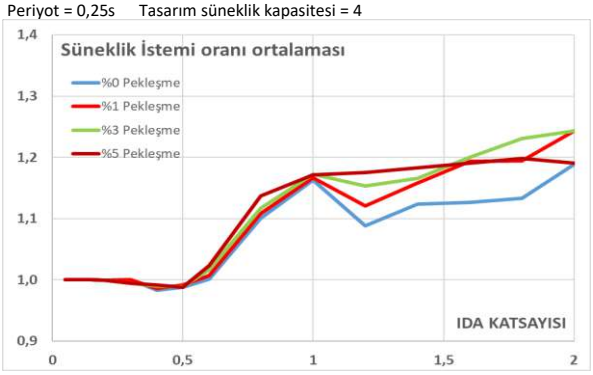
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



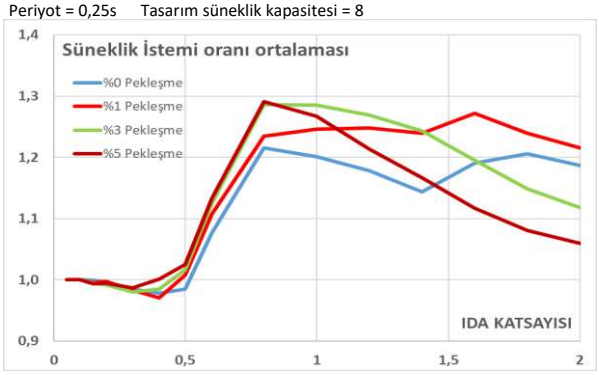
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



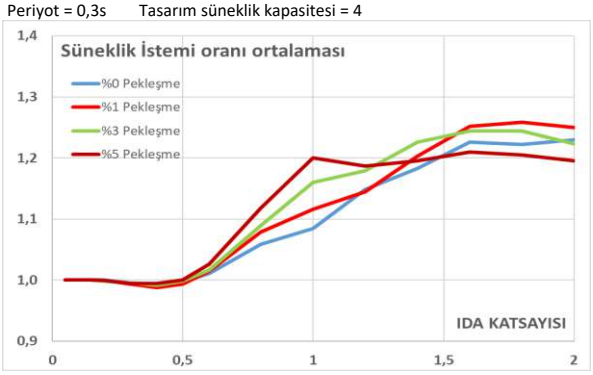
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



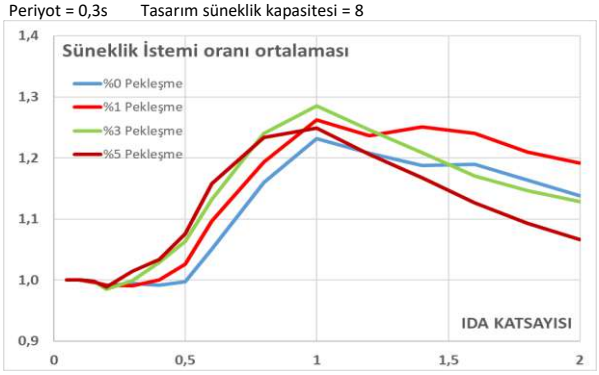
Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

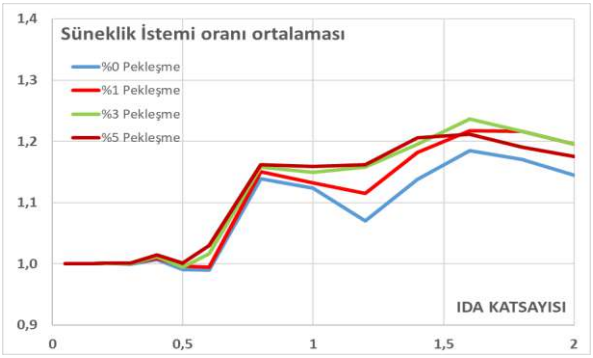


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

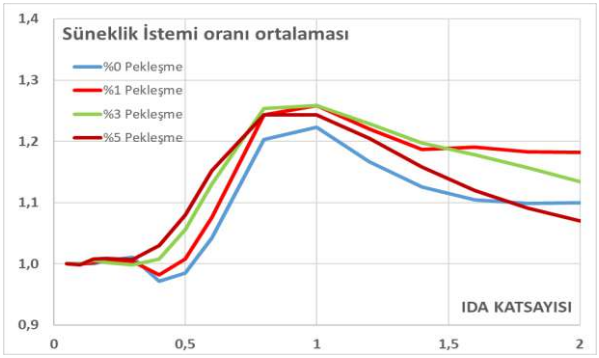


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

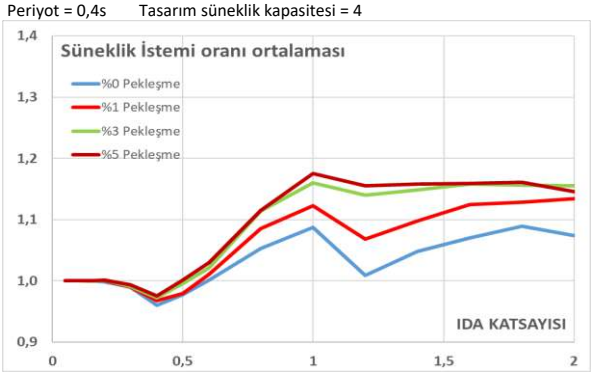
Şekil D.18: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



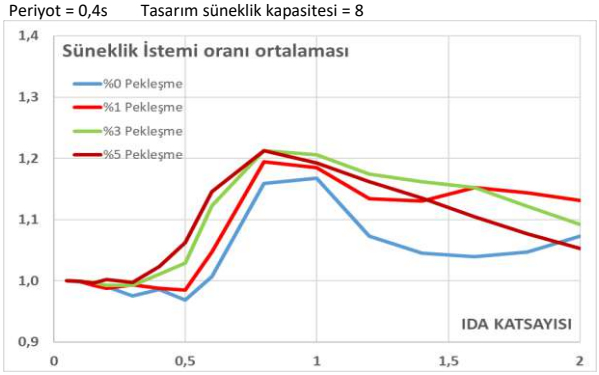
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



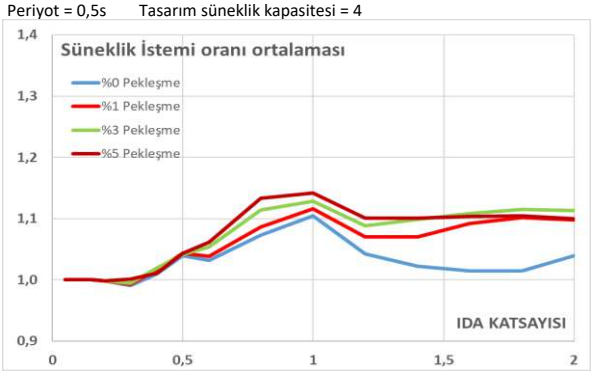
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



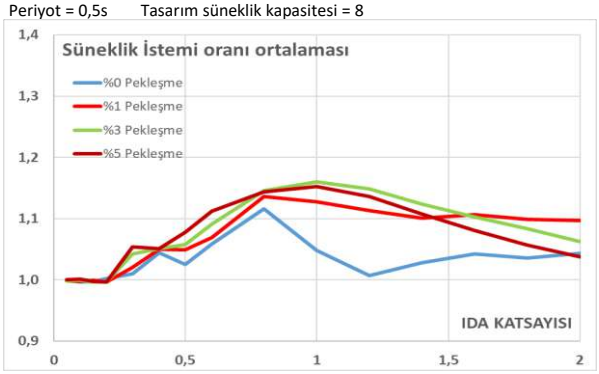
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



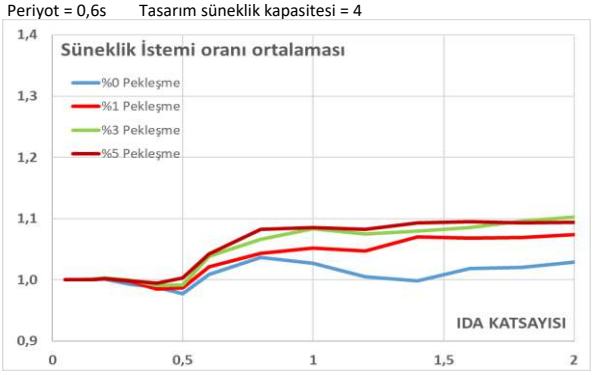
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



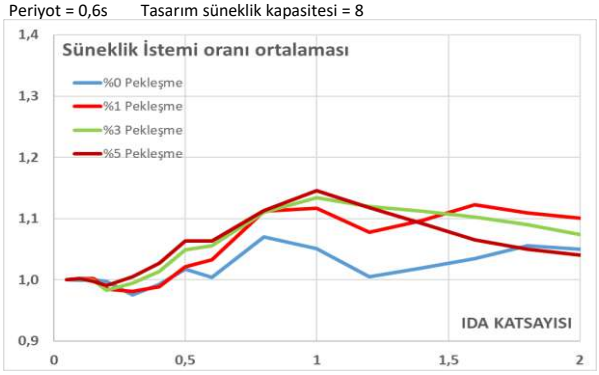
Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

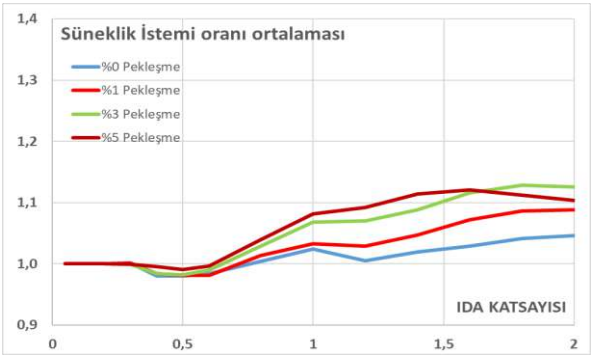


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

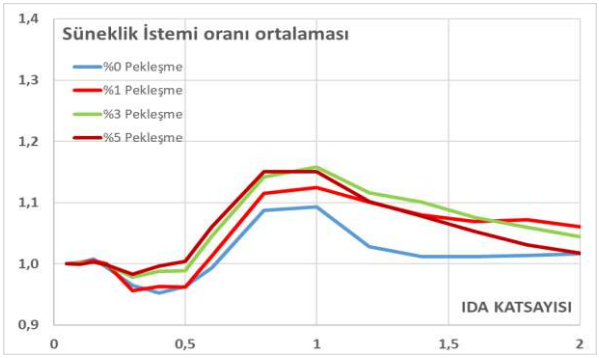


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

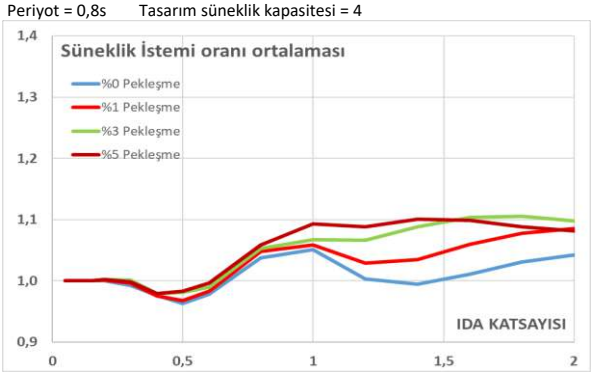
Şekil D.19: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



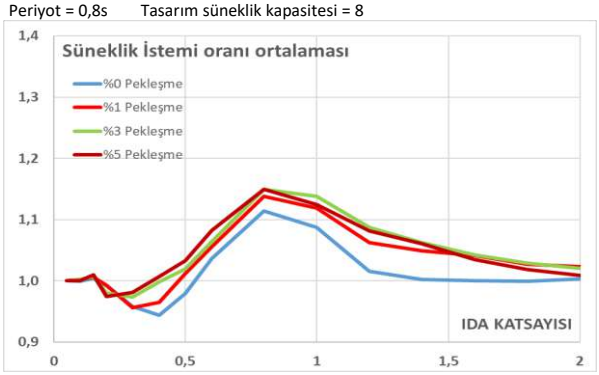
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



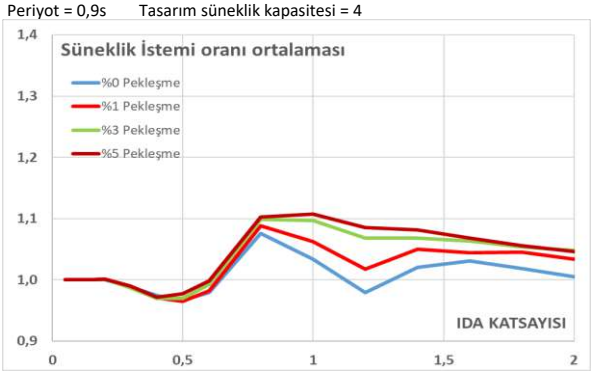
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



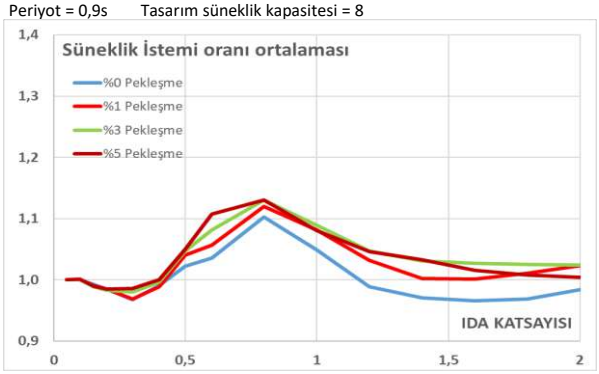
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



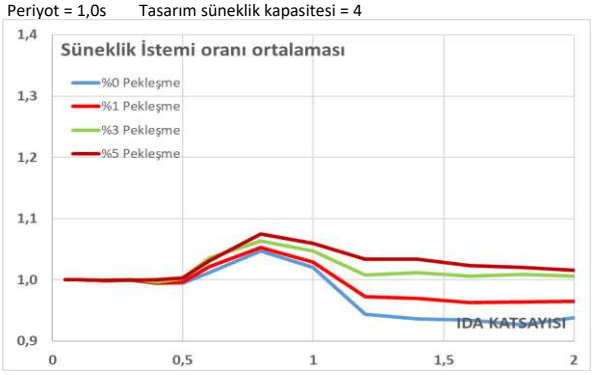
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



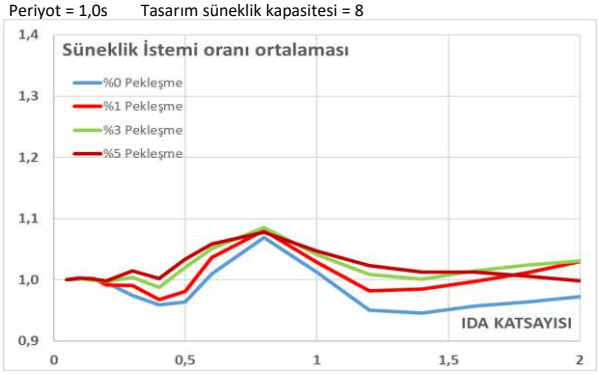
Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

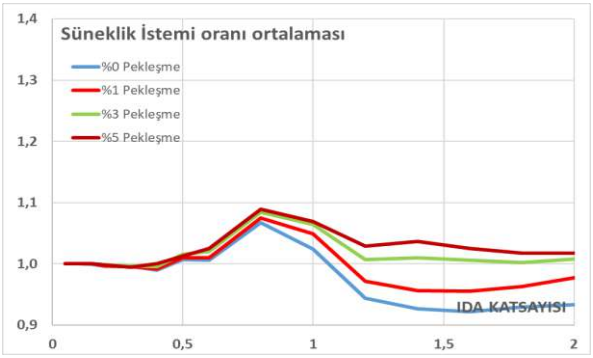


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

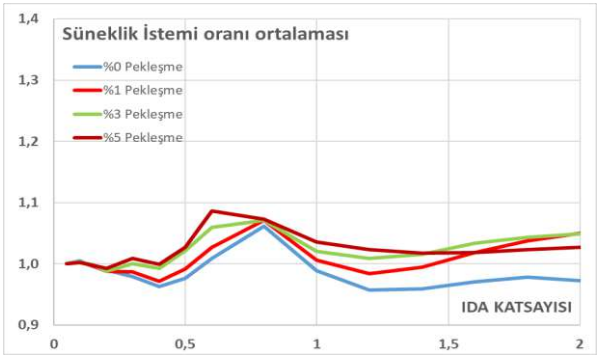


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

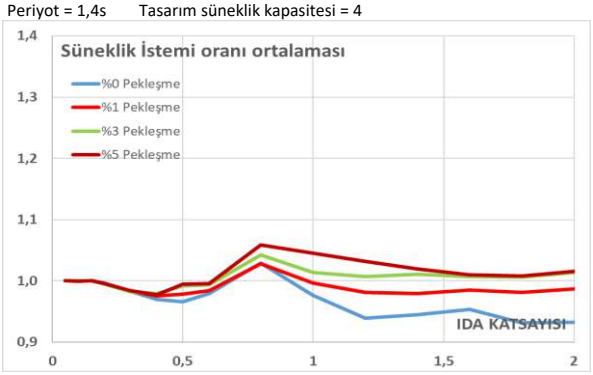
Şekil D.20: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



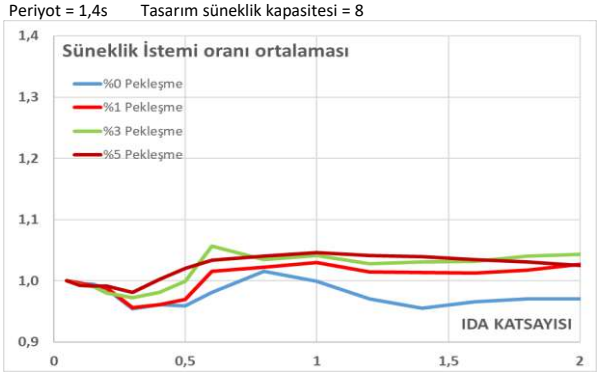
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



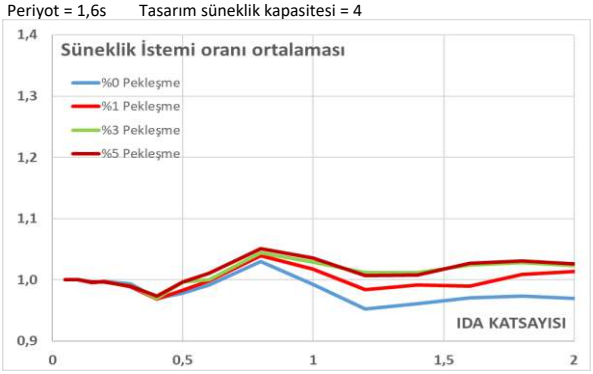
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



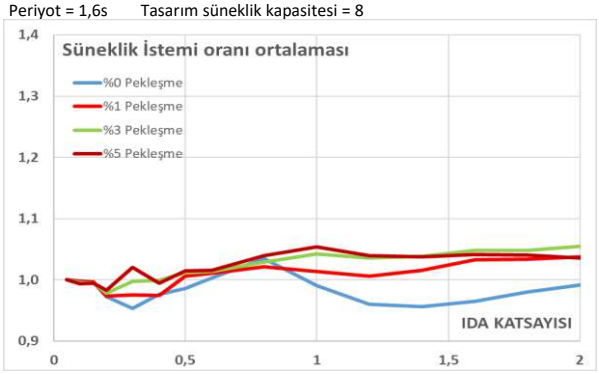
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



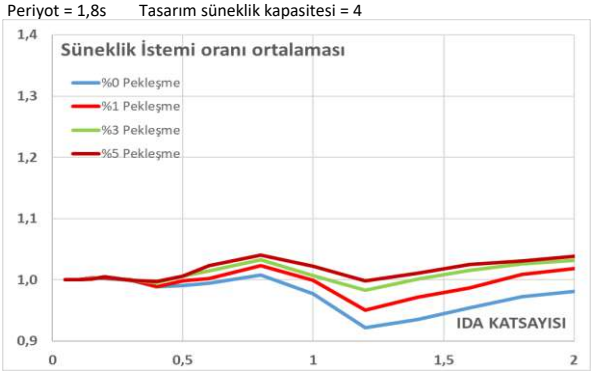
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



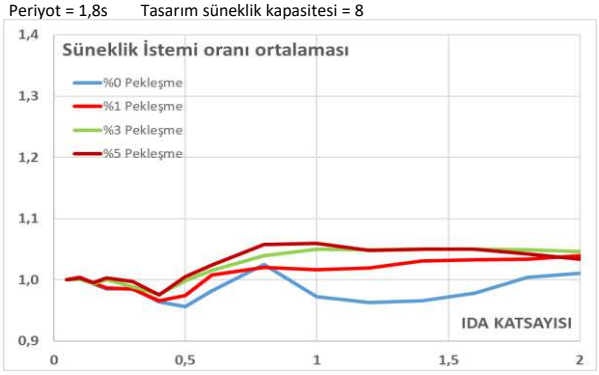
Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

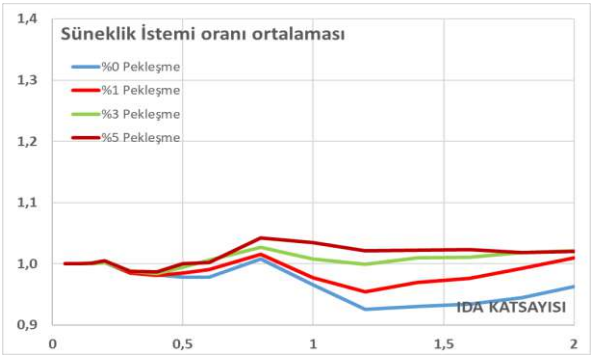


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

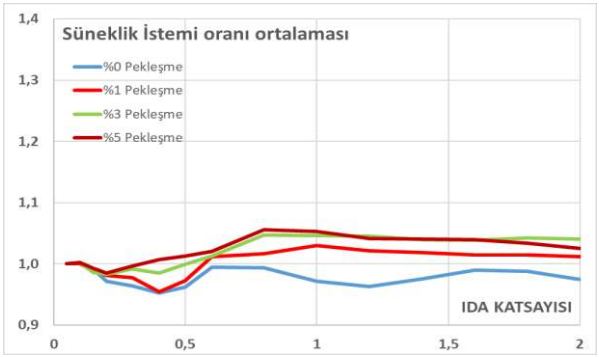


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

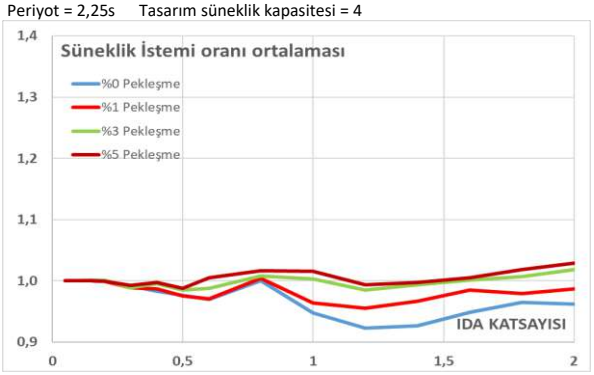
Şekil D.21: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



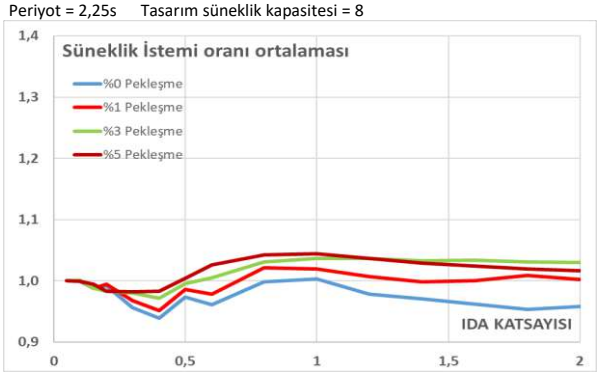
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



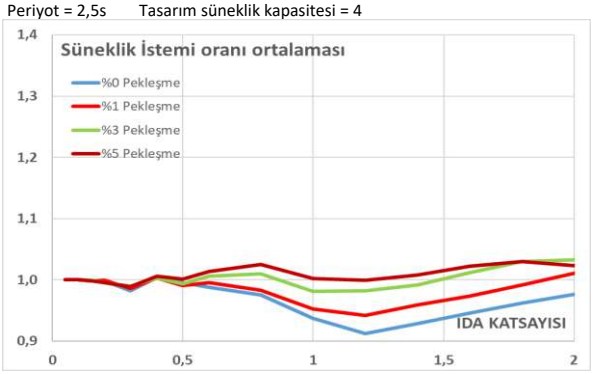
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



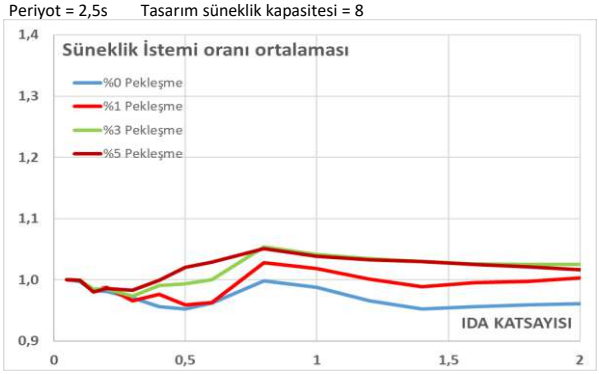
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



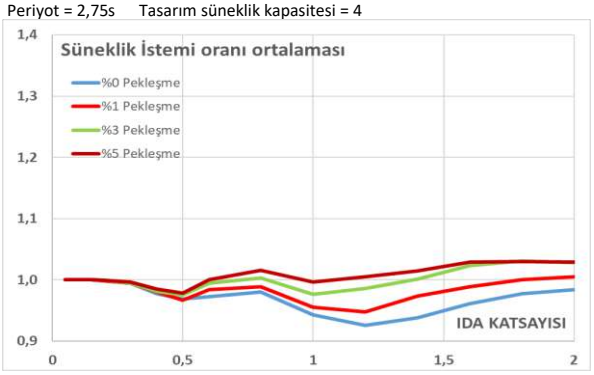
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



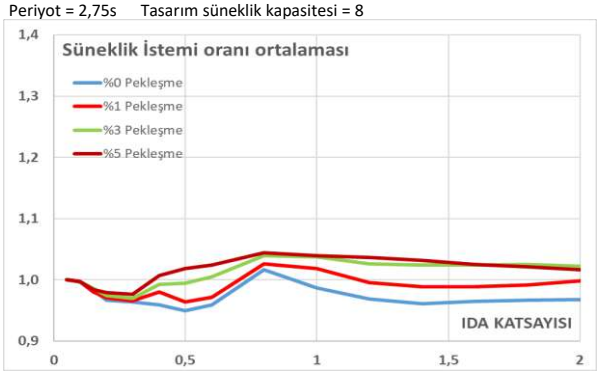
Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

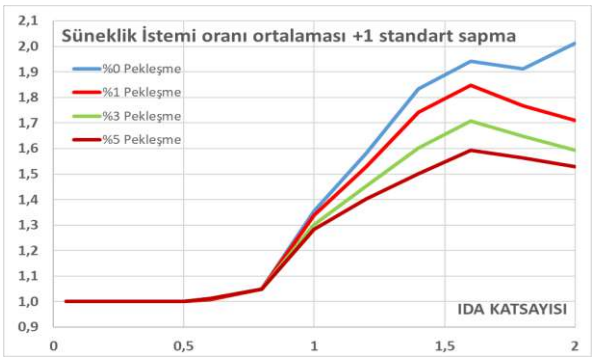


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

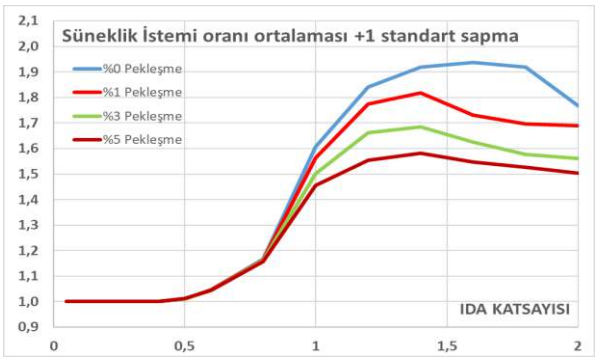


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

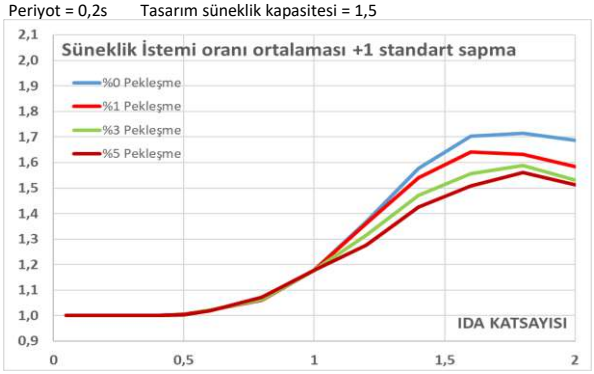
Şekil D.22: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



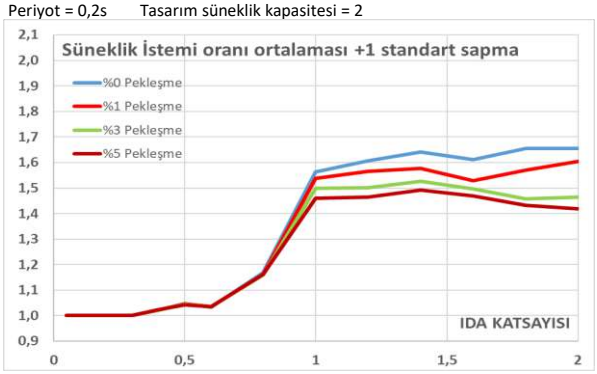
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



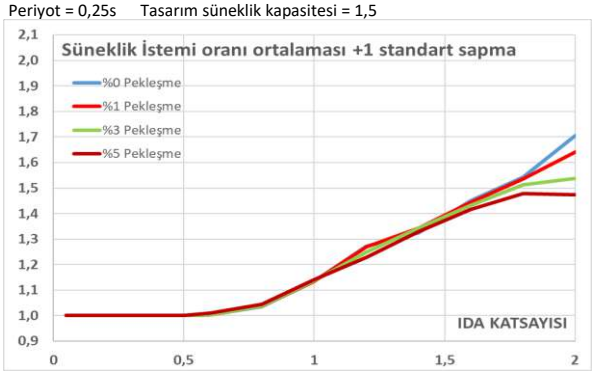
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



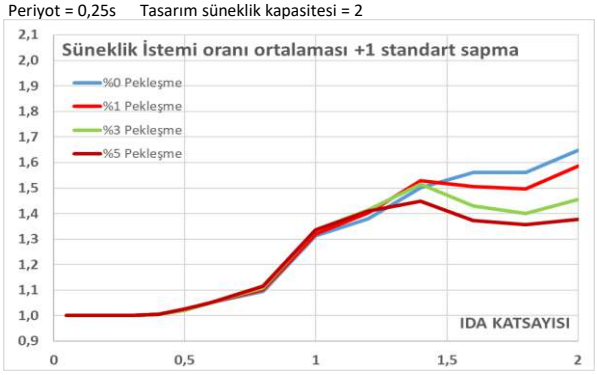
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



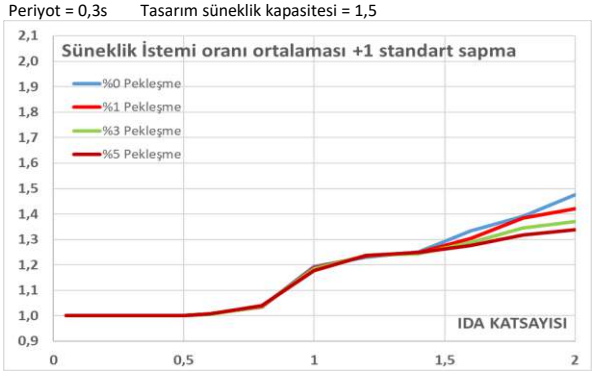
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



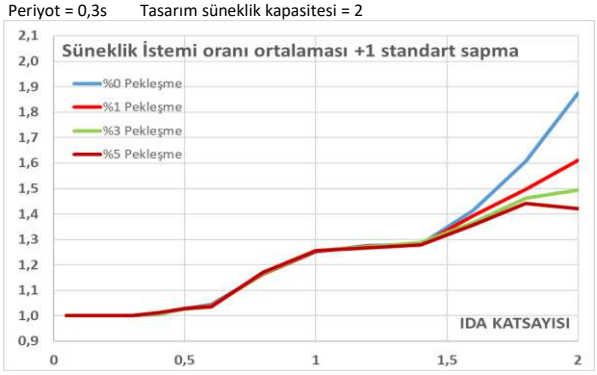
Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

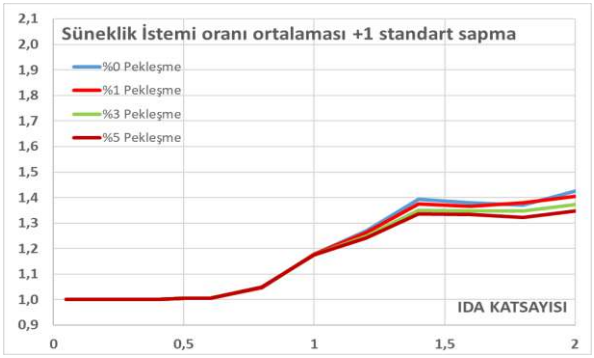


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

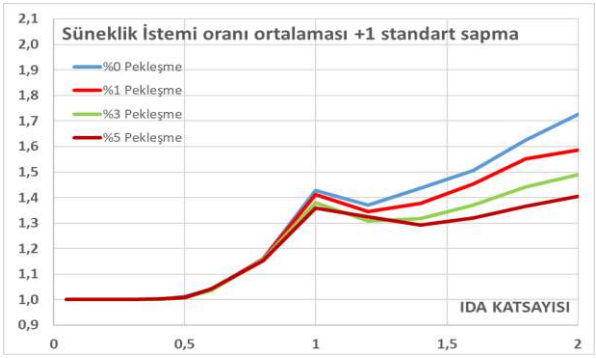


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

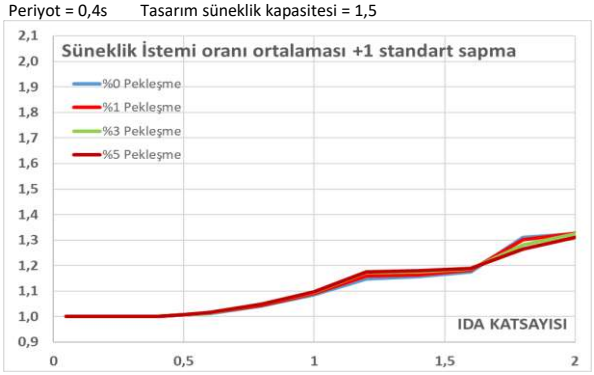
Şekil D.23: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



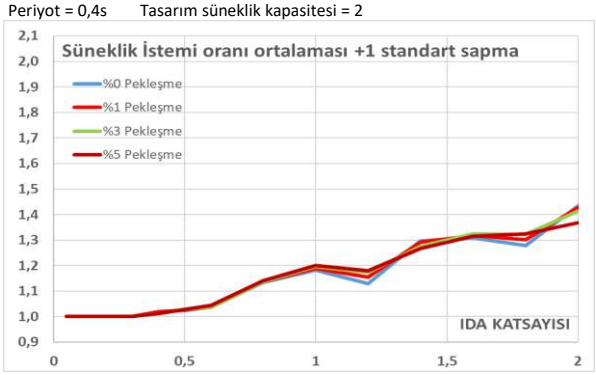
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



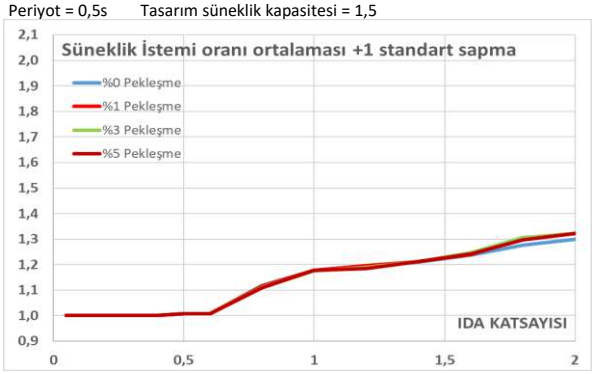
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



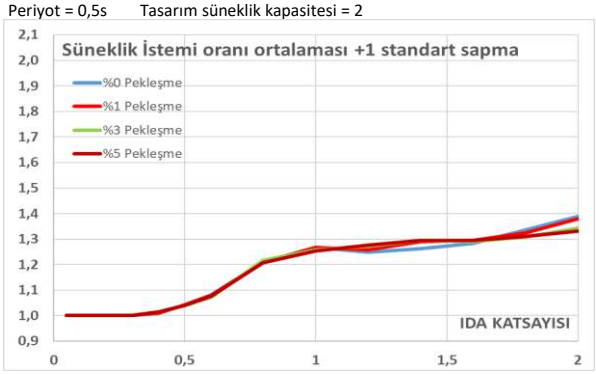
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



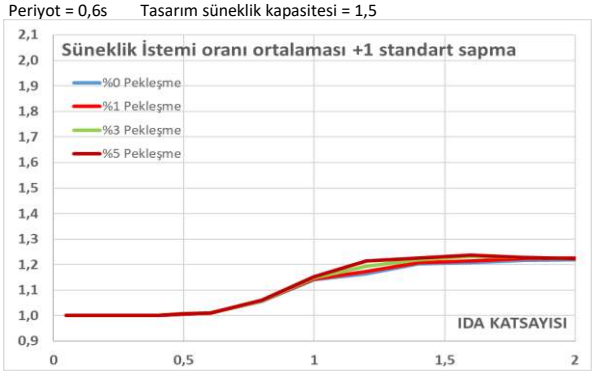
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



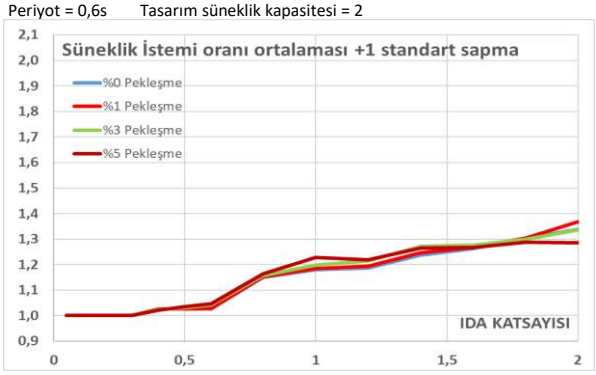
Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

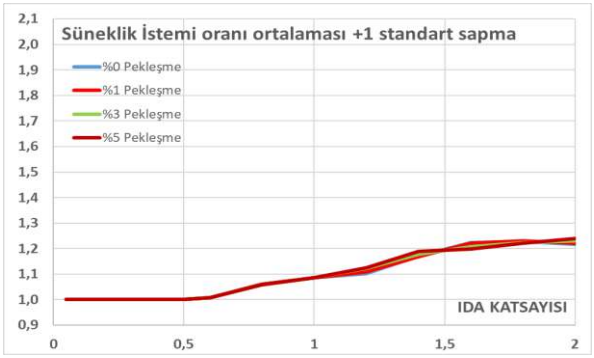


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

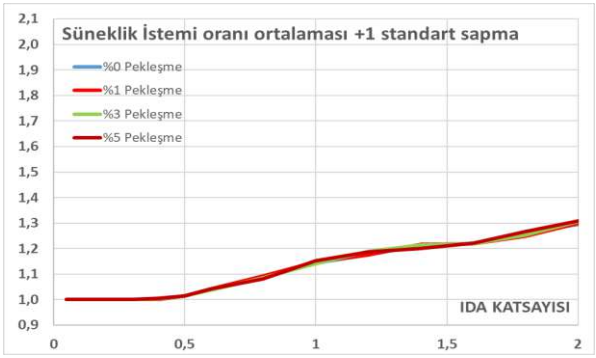


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

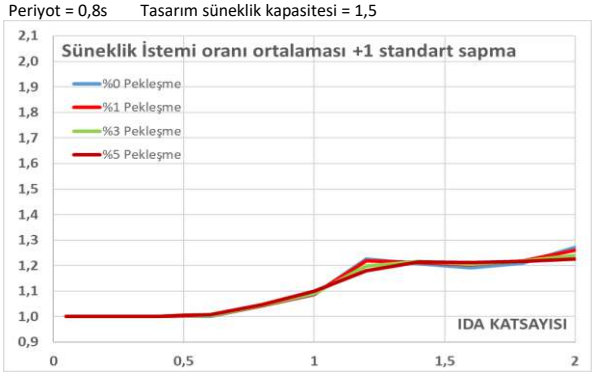
Şekil D.24: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



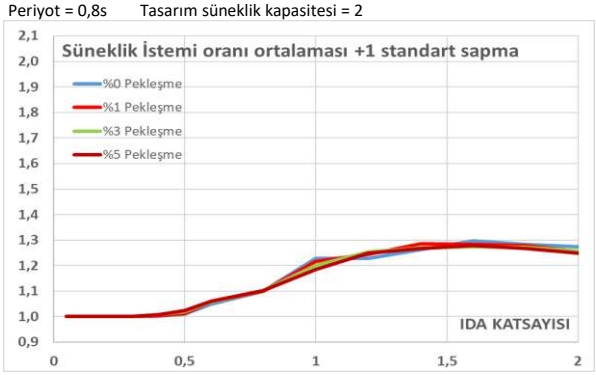
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



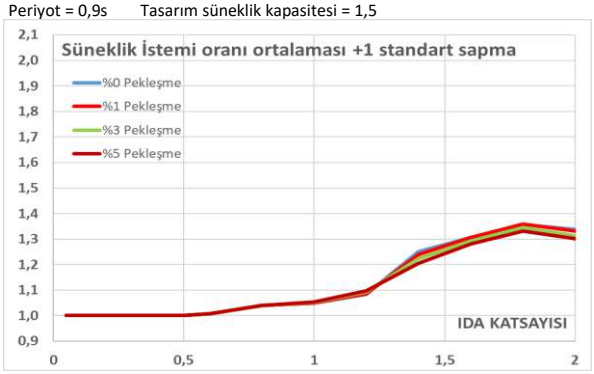
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



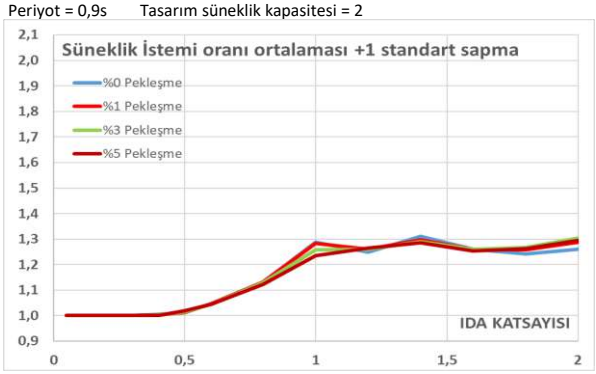
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



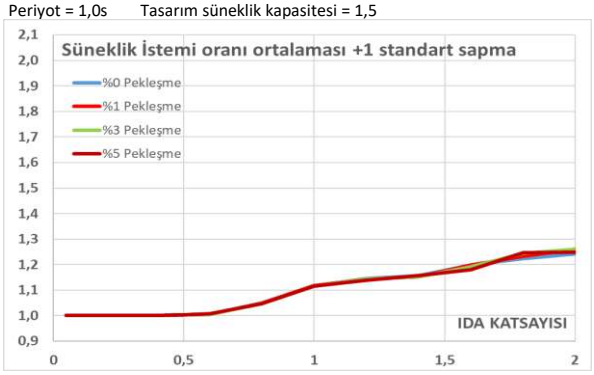
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



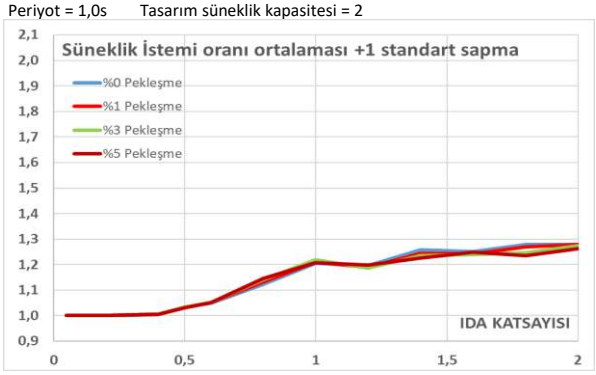
Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

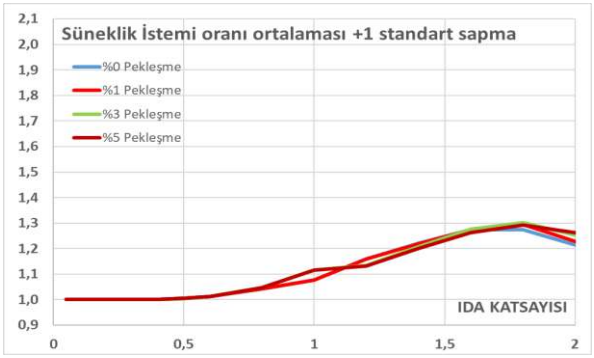


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

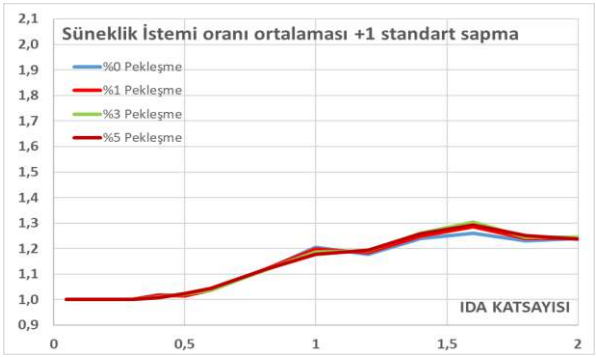


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

Şekil D.25: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



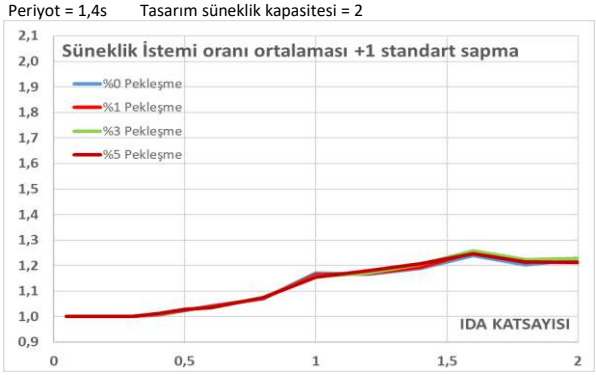
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



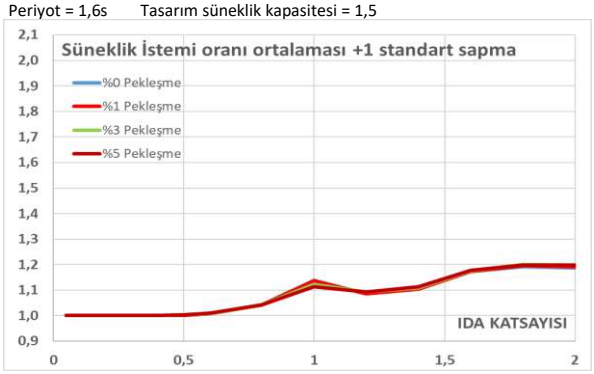
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



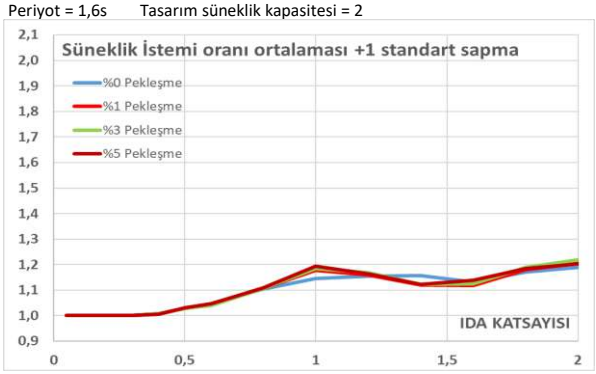
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



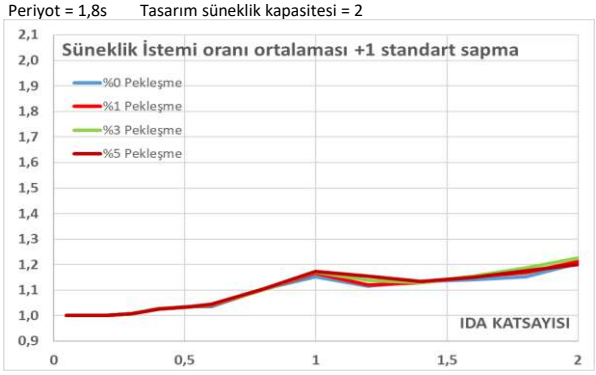
Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

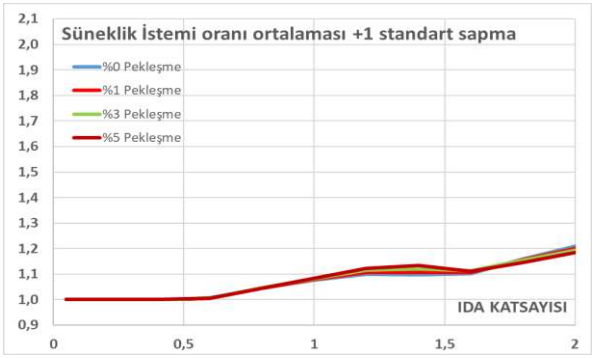


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

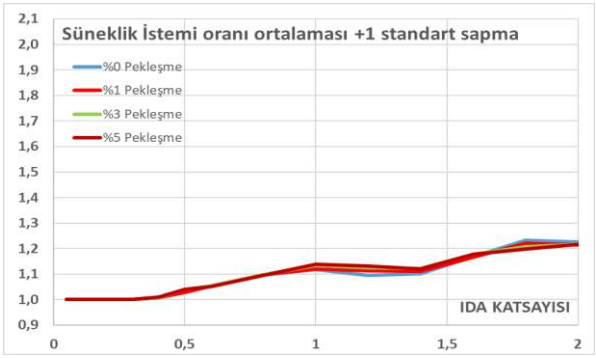


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

Şekil D.26: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



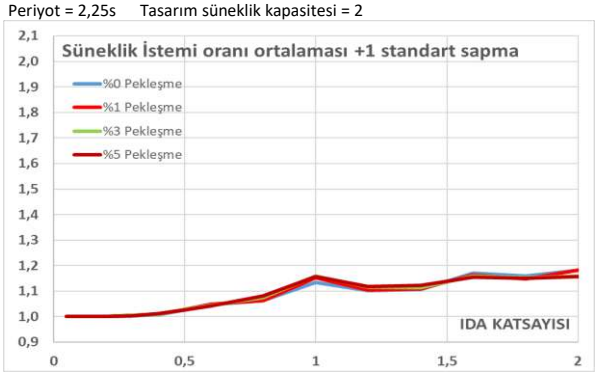
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



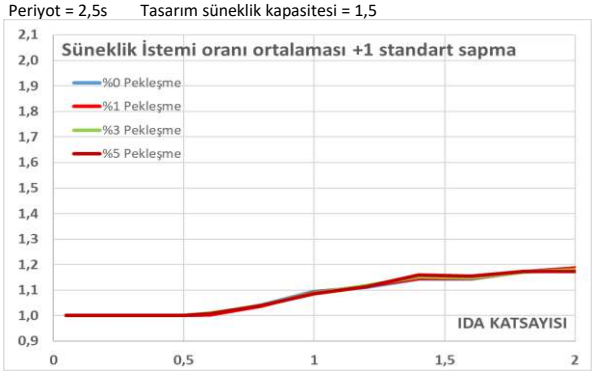
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



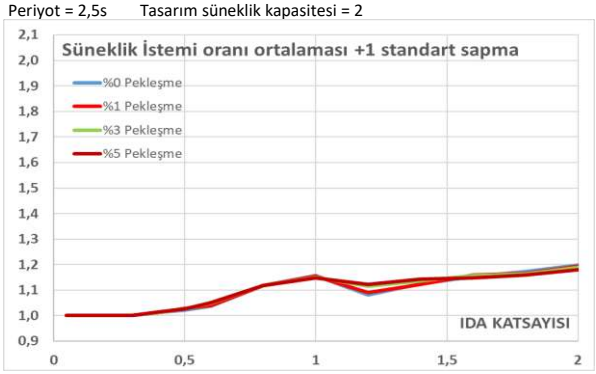
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



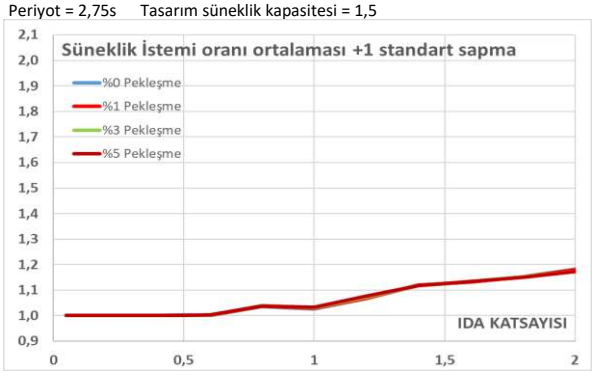
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 2



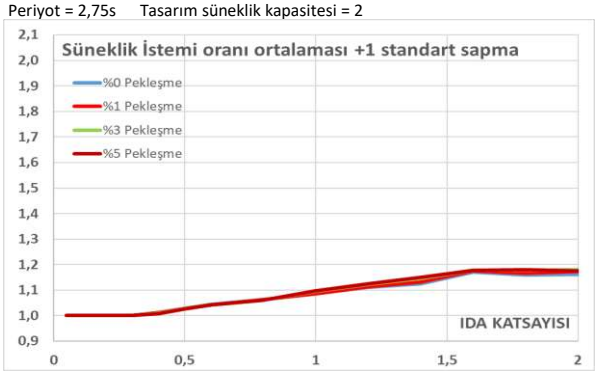
Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5



Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

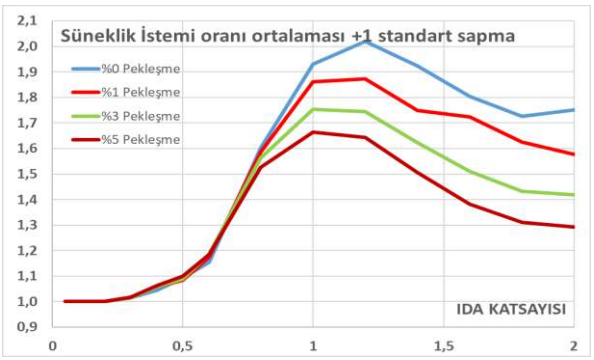


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 1,5

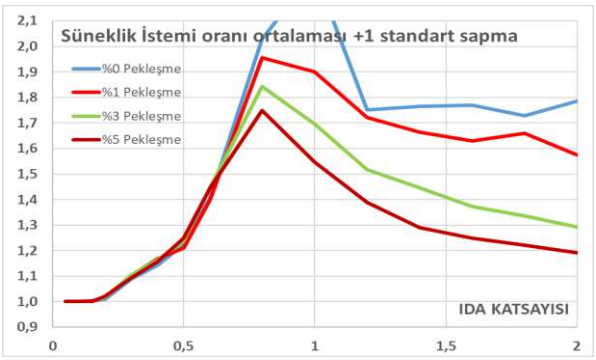


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 2

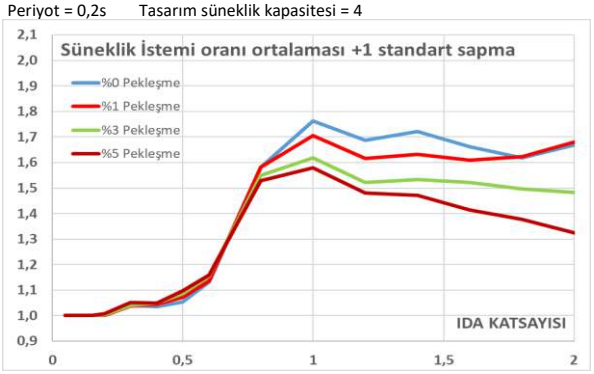
Şekil D.27: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



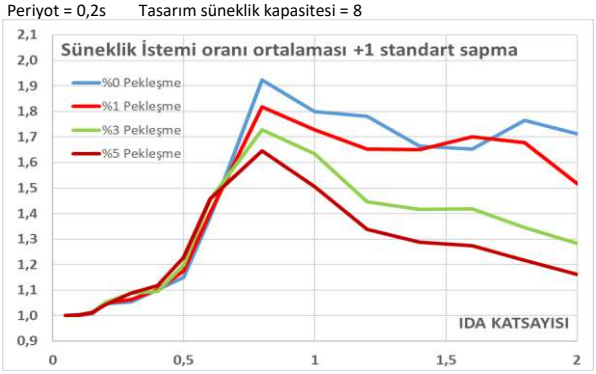
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



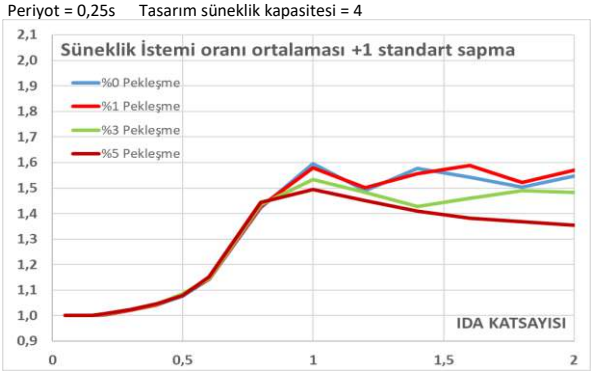
Periyot = 0,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



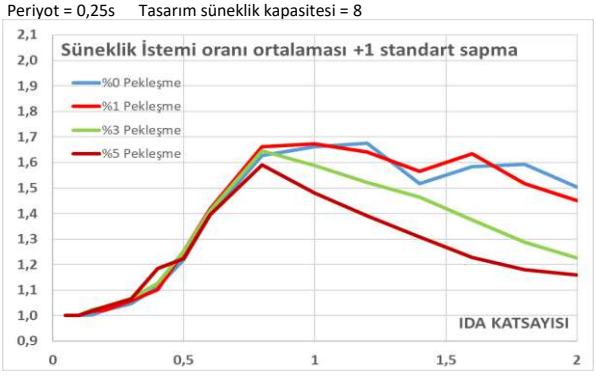
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



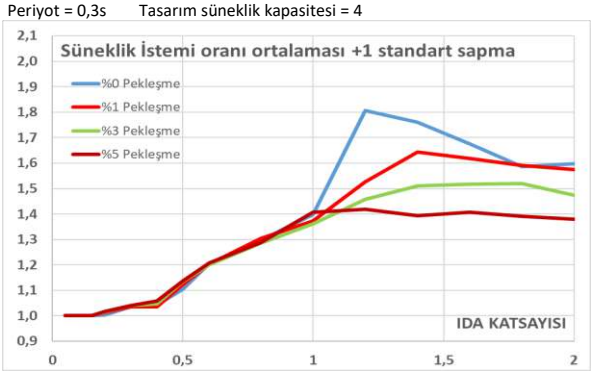
Periyot = 0,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



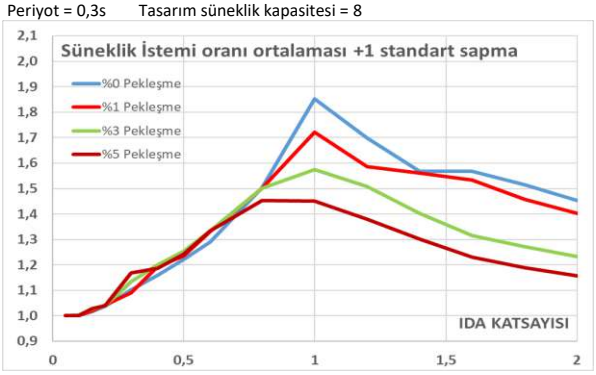
Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 0,3s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

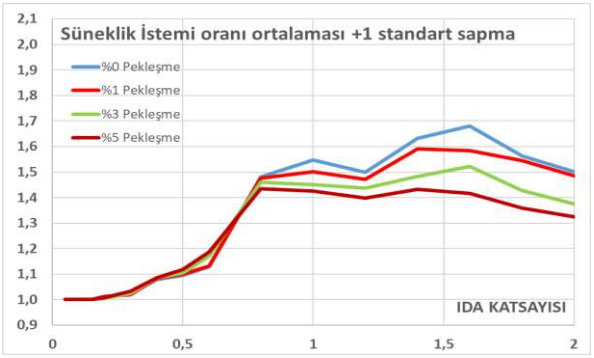


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

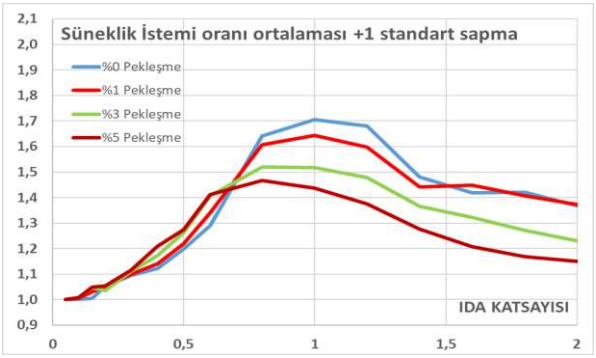


Periyot = 0,35s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

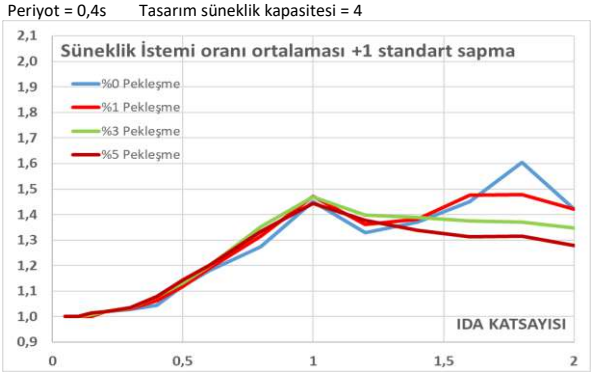
Şekil D.28: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



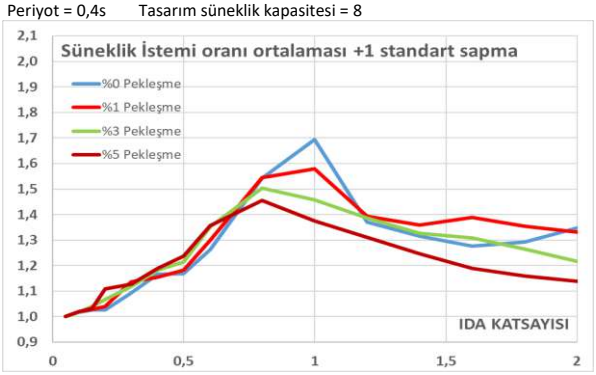
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



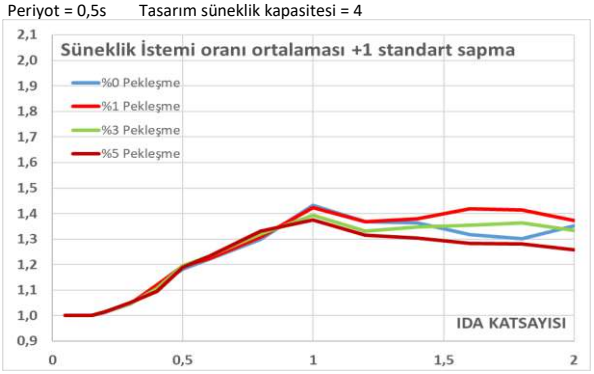
Periyot = 0,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



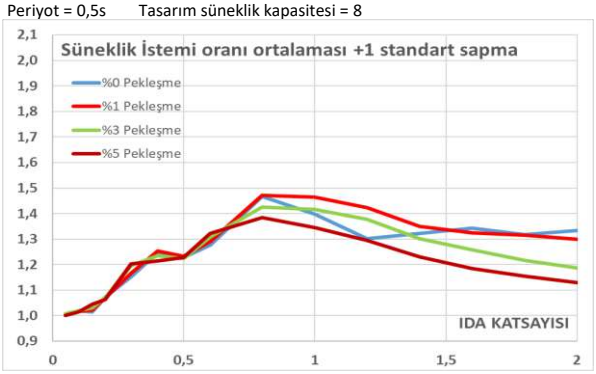
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



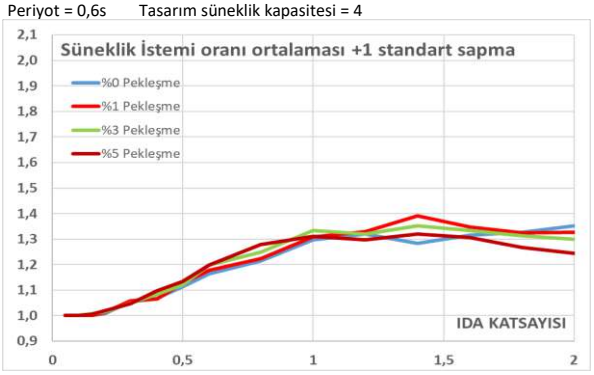
Periyot = 0,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



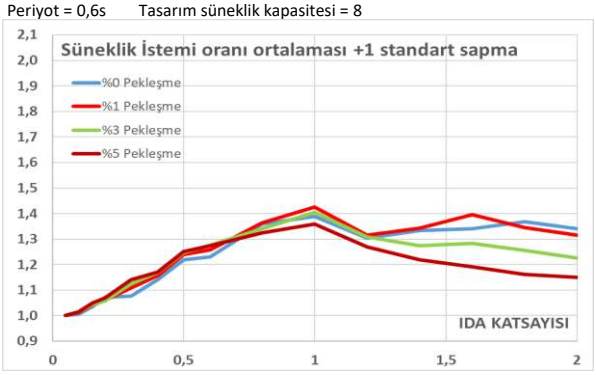
Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 0,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

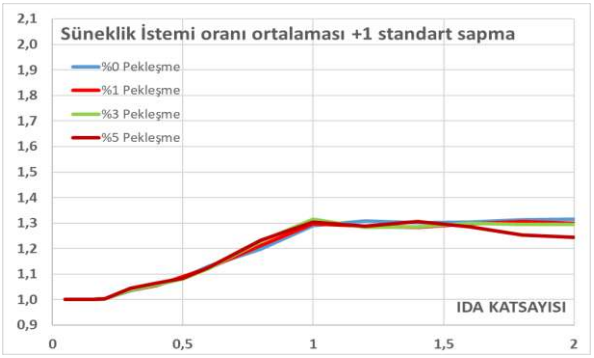


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

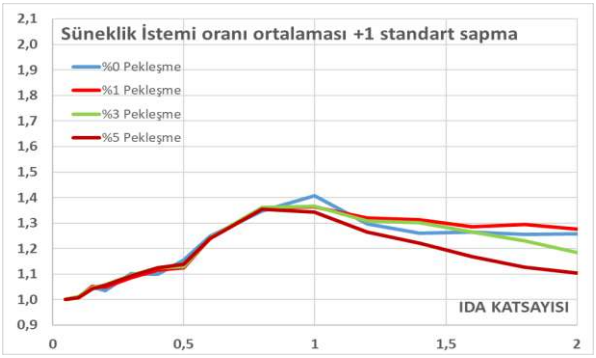


Periyot = 0,7s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

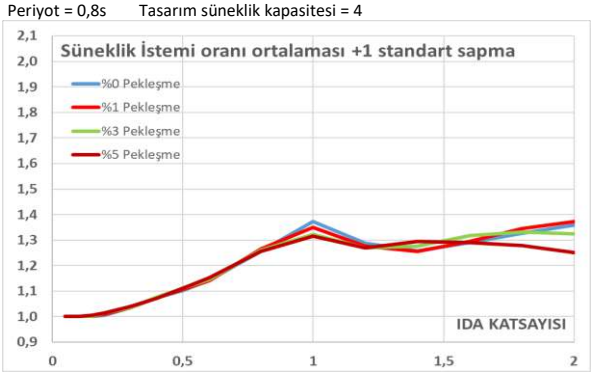
Şekil D.29: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



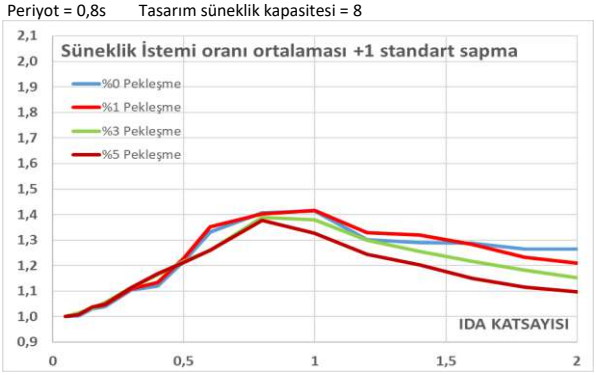
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



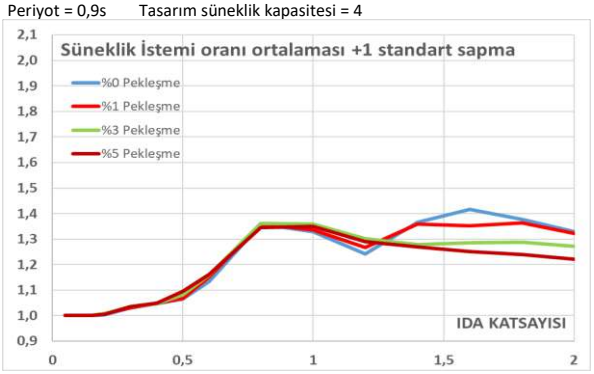
Periyot = 0,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



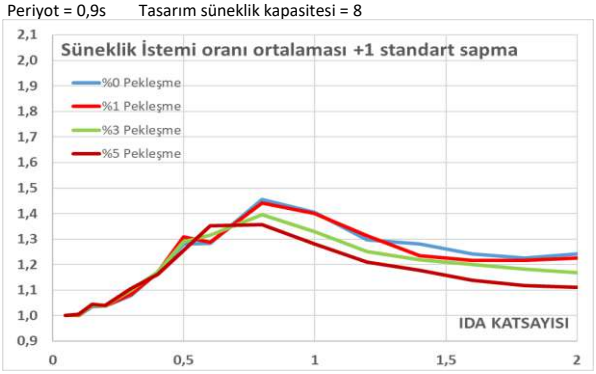
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



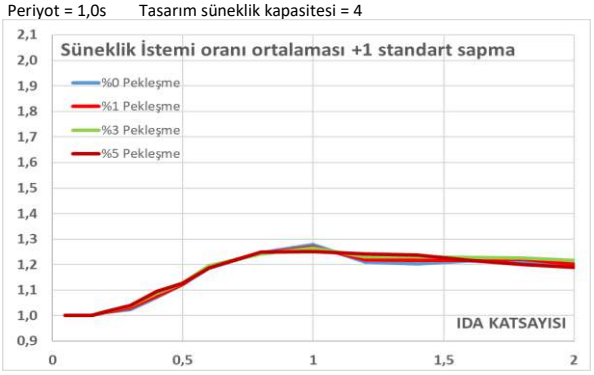
Periyot = 0,9s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



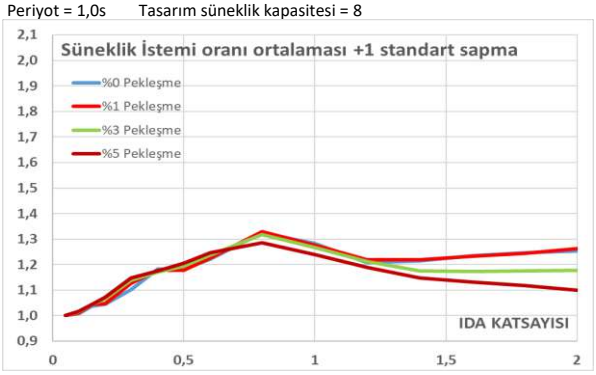
Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 1,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

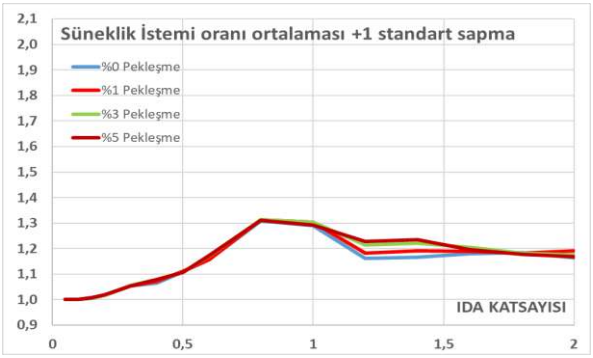


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

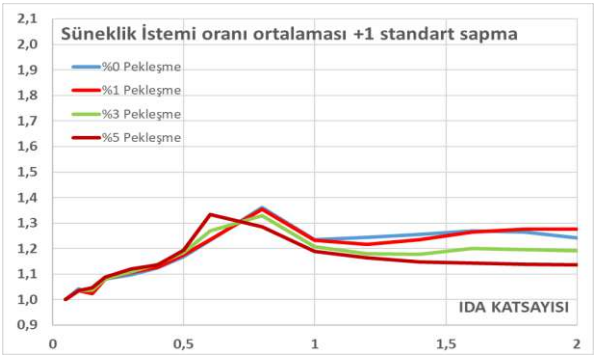


Periyot = 1,2s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

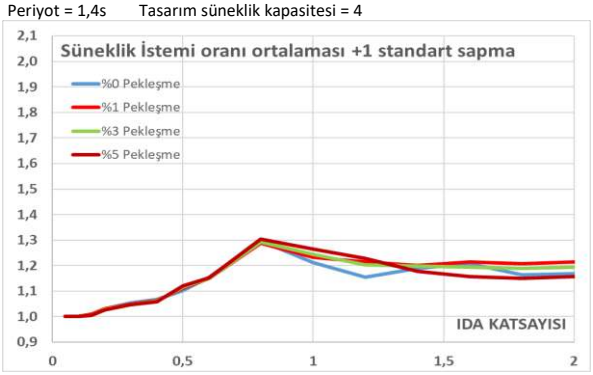
Şekil D.30: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



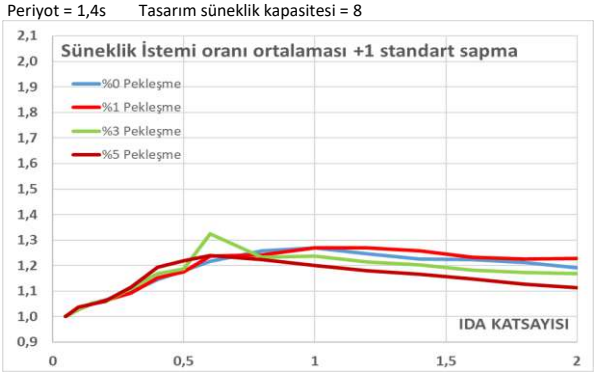
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



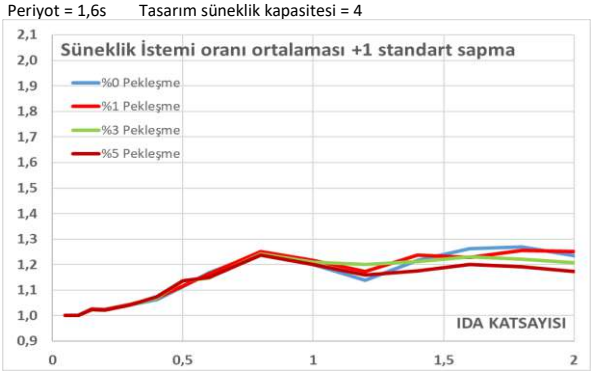
Periyot = 1,4s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



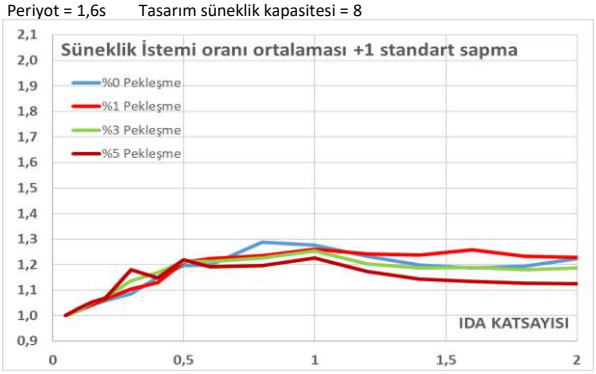
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



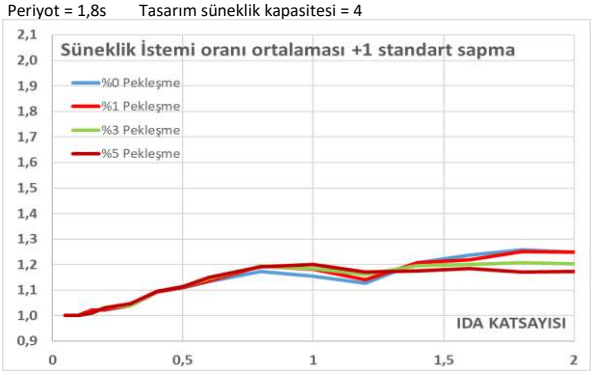
Periyot = 1,6s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



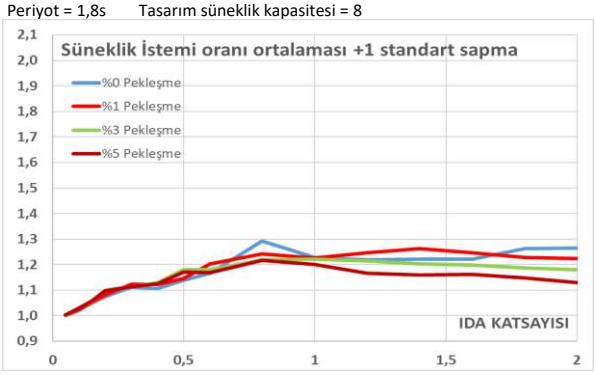
Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 1,8s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

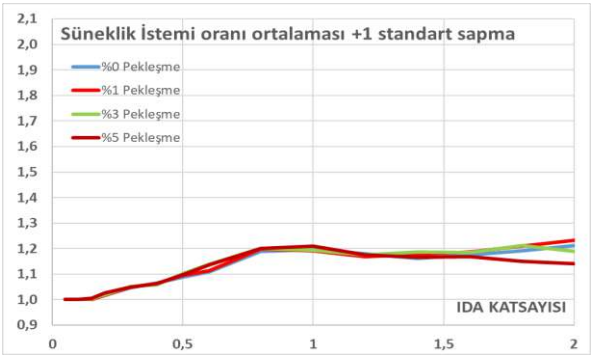


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

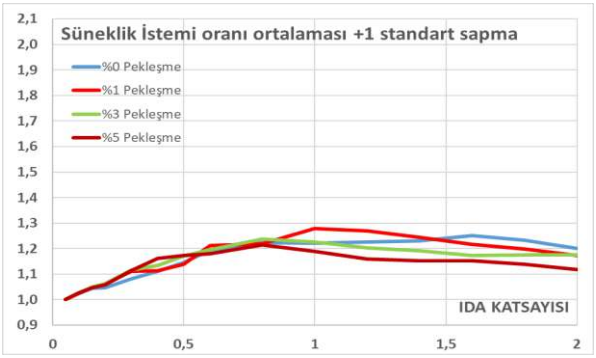


Periyot = 2,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

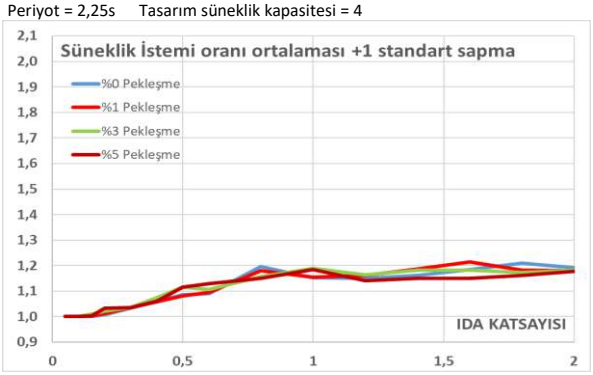
Şekil D.31: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



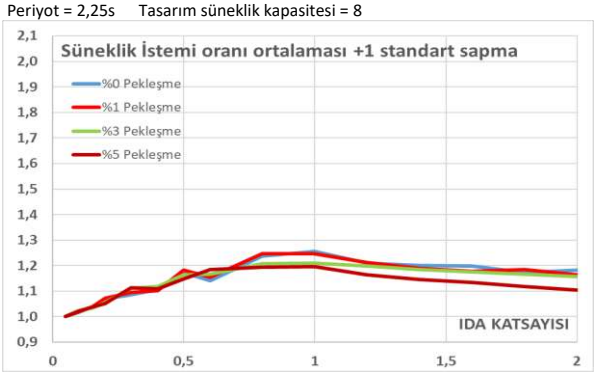
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



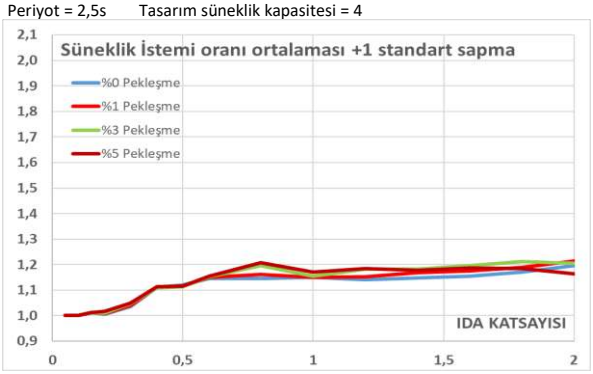
Periyot = 2,25s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



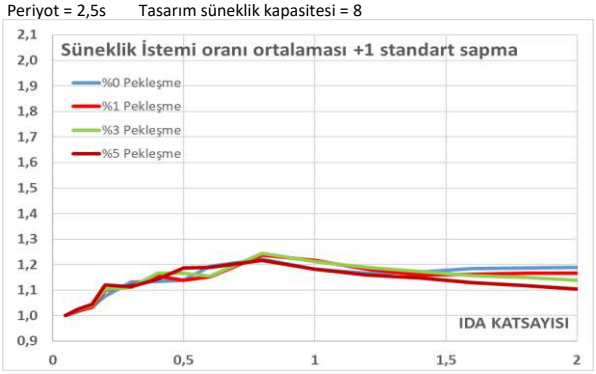
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



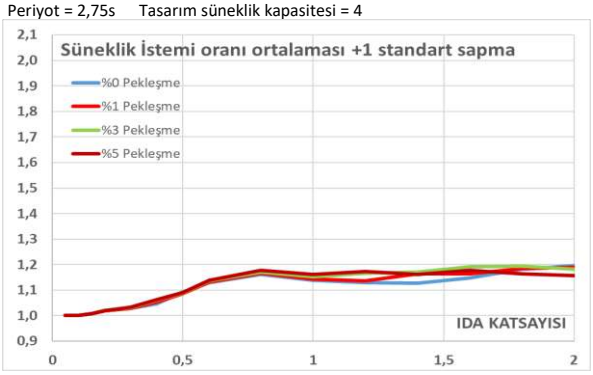
Periyot = 2,5s Tasarım süneklik kapasitesi = 8



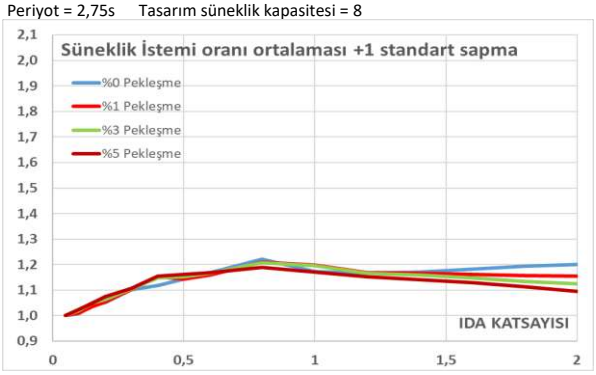
Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 4



Periyot = 2,75s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

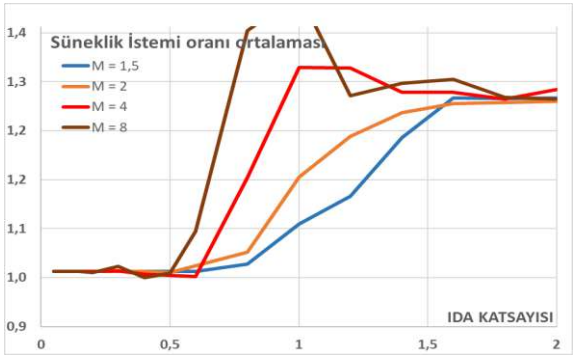


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 4

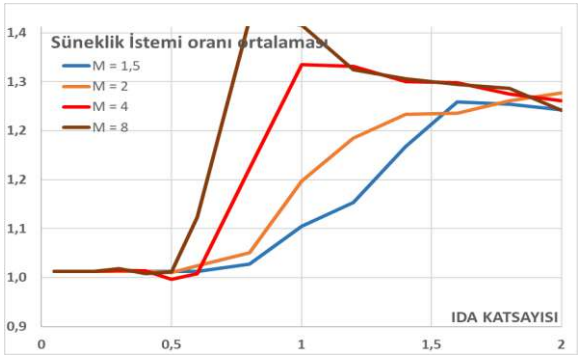


Periyot = 3,0s Tasarım süneklik kapasitesi = 8

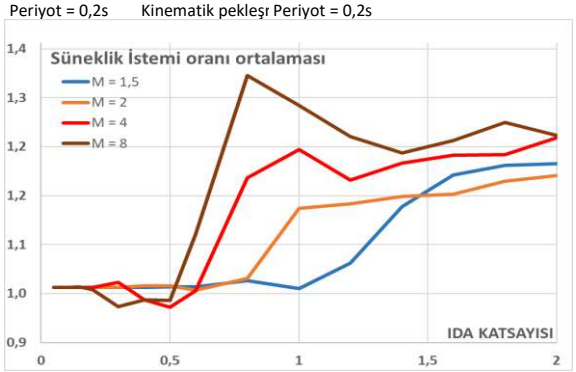
Şekil D.32: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



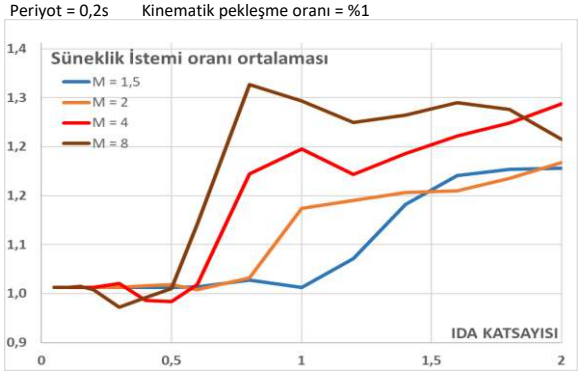
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşı Periyot = 0,2s



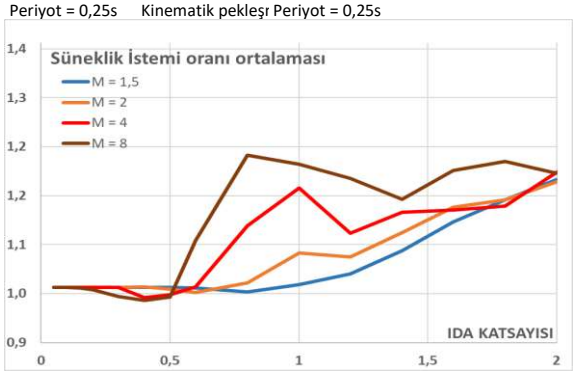
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %1



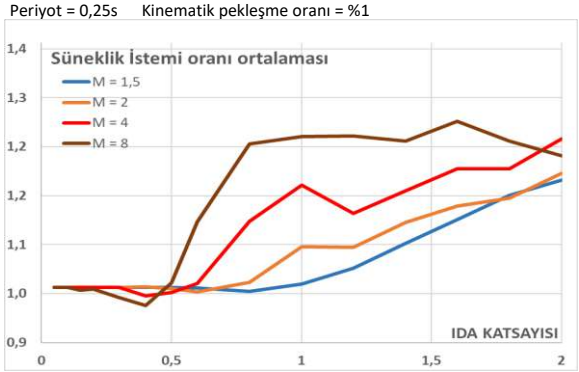
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşı Periyot = 0,25s



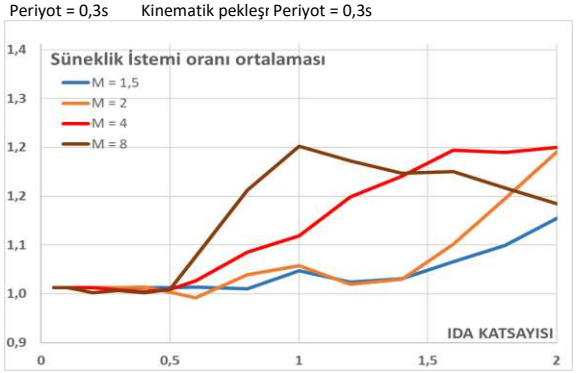
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %1



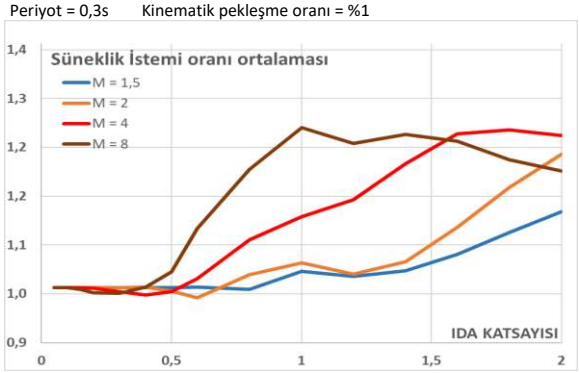
Periyot = 0,3s Kinematik pekleşı Periyot = 0,3s



Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %1



Periyot = 0,35s Kinematik pekleşı Periyot = 0,35s

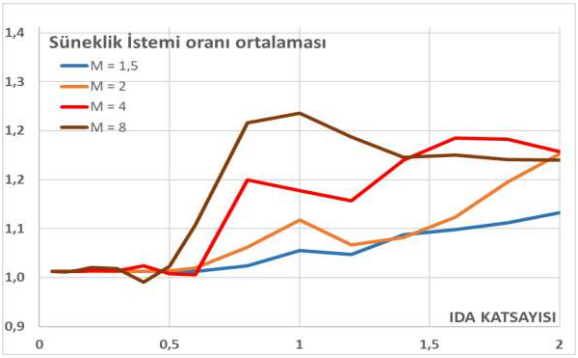


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %1

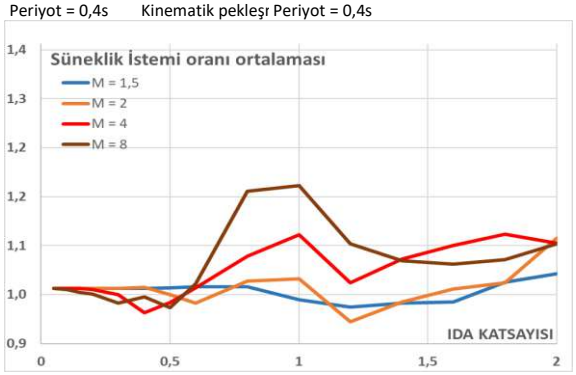
Şekil D.33: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



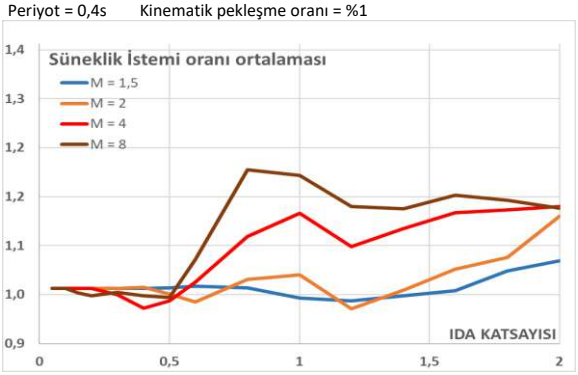
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşr Periyot = 0,4s



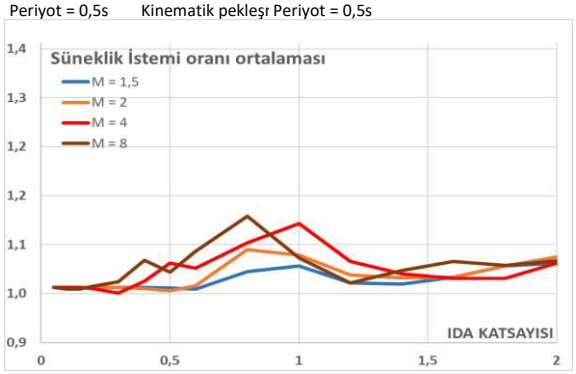
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %1



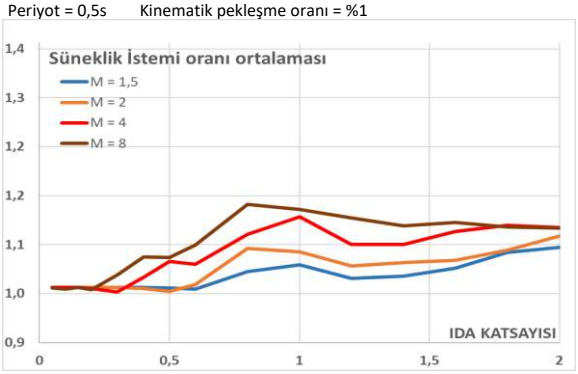
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşr Periyot = 0,5s



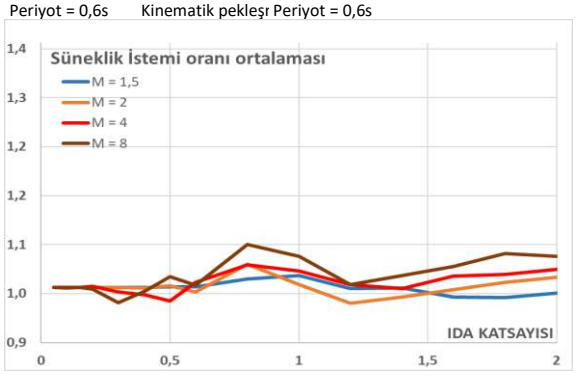
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %1



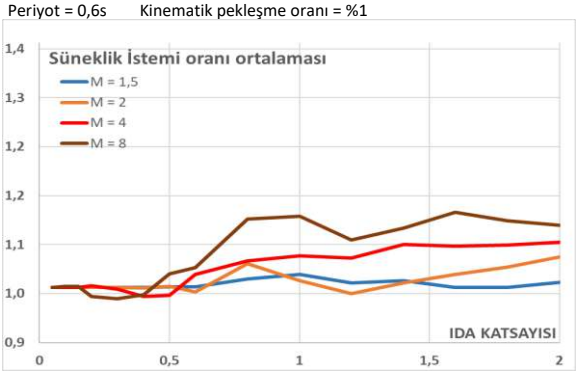
Periyot = 0,6s Kinematik pekleşr Periyot = 0,6s



Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %1

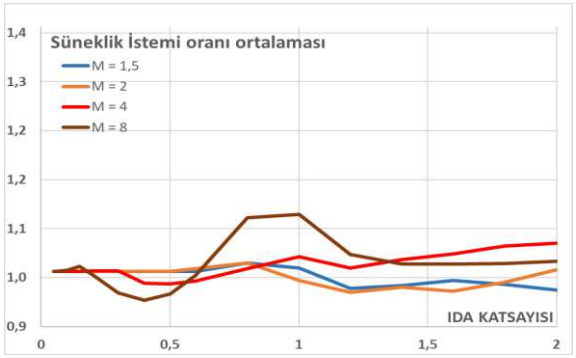


Periyot = 0,7s Kinematik pekleşr Periyot = 0,7s

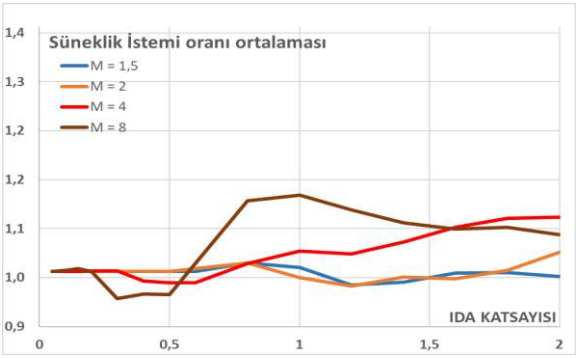


Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %1

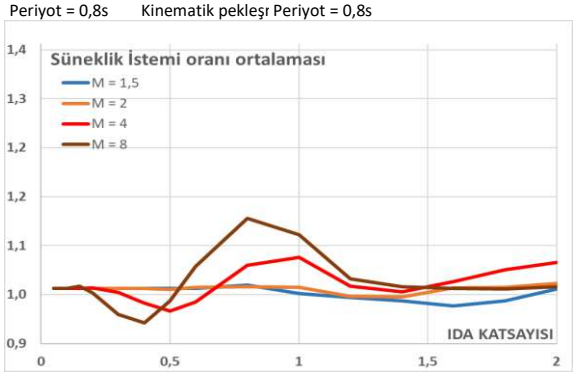
Şekil D.34: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



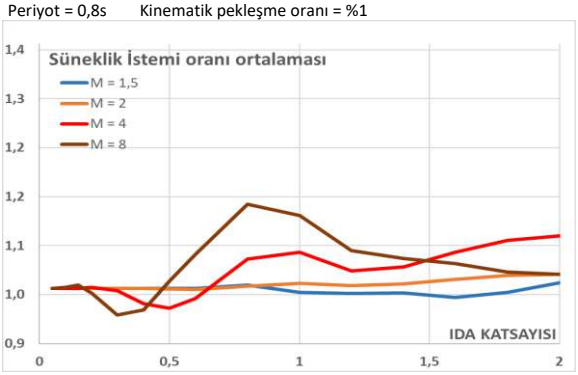
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşr Periyot = 0,8s



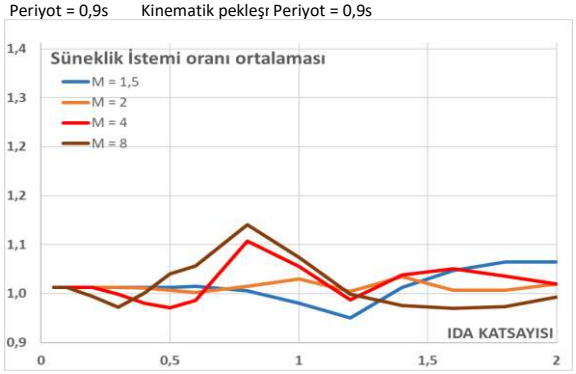
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %1



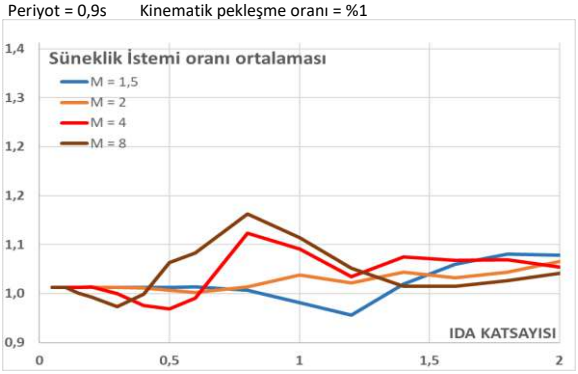
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşr Periyot = 0,9s



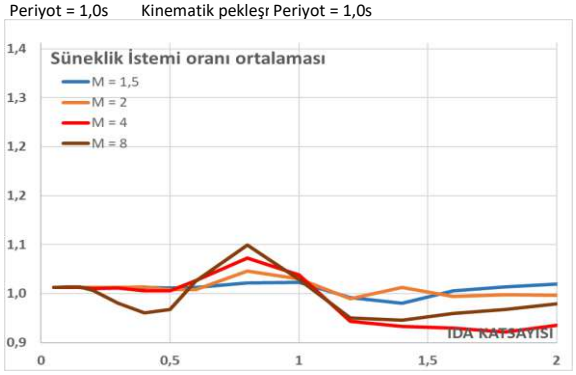
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %1



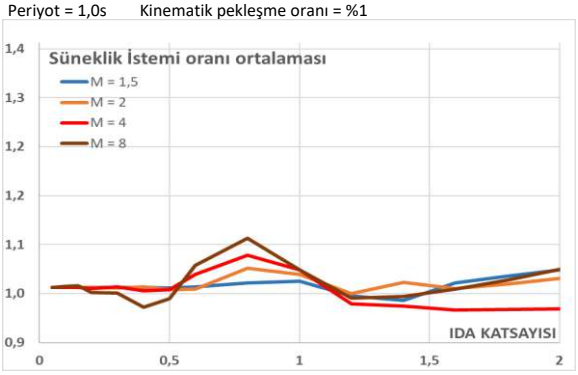
Periyot = 1,0s Kinematik pekleşr Periyot = 1,0s



Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %1



Periyot = 1,2s Kinematik pekleşr Periyot = 1,2s

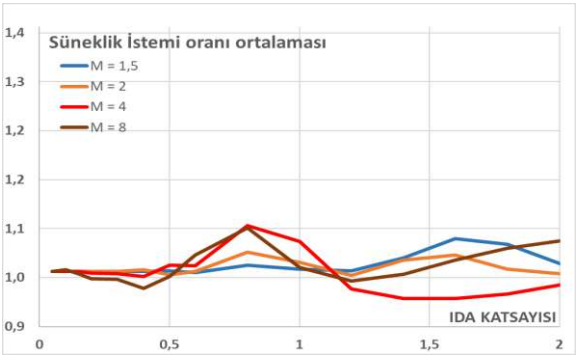


Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %1

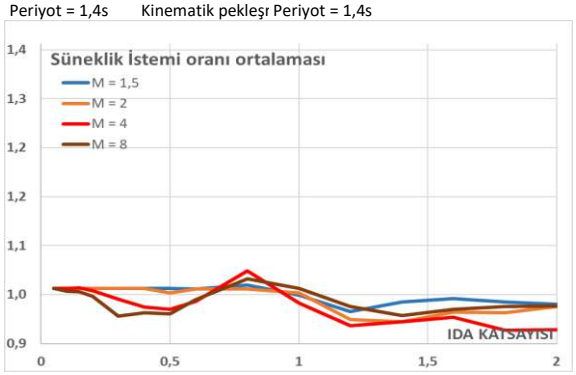
Şekil D.35: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



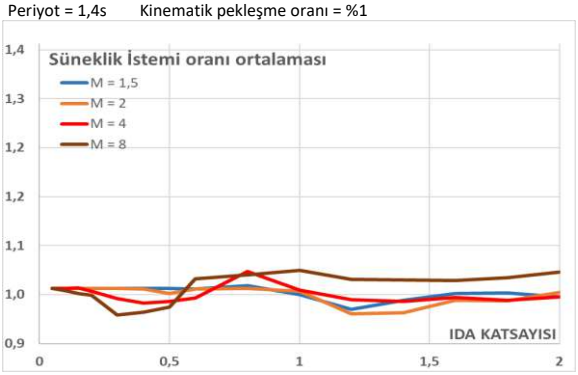
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşr Periyot = 1,4s



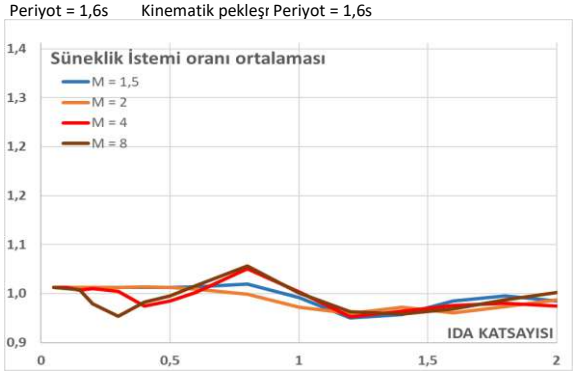
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %1



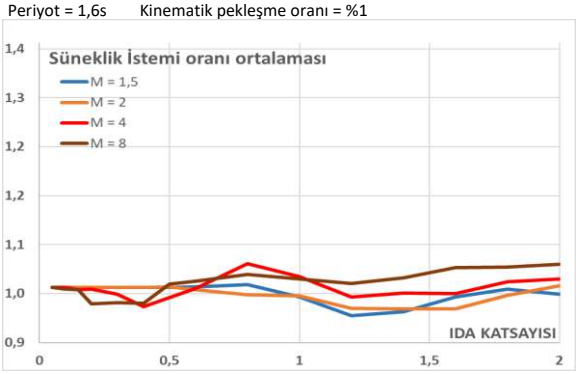
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşr Periyot = 1,6s



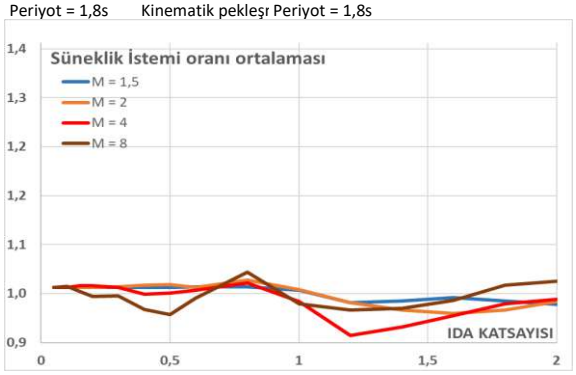
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %1



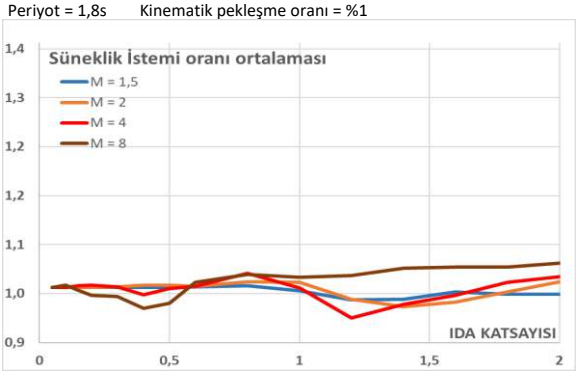
Periyot = 1,8s Kinematik pekleşr Periyot = 1,8s



Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %1



Periyot = 2,0s Kinematik pekleşr Periyot = 2,0s

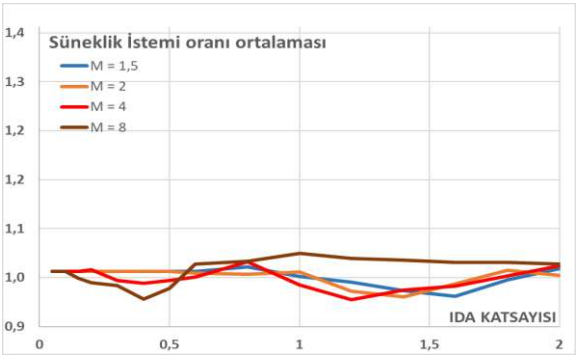


Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %1

Şekil D.36: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları

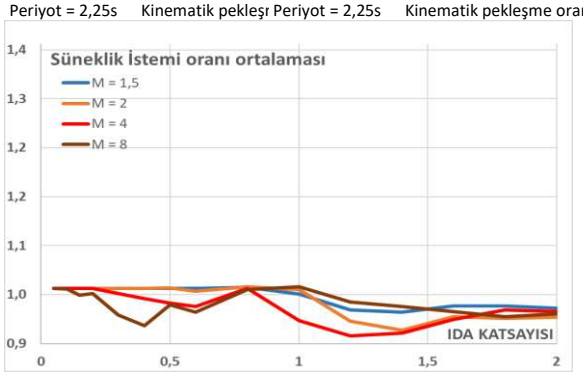


Periyot = 2,25s Kinematik pekleşı

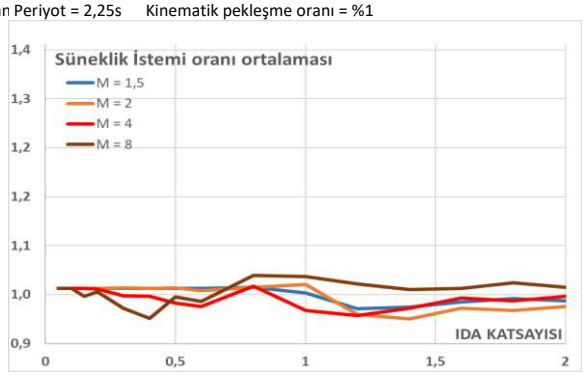


Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oran

Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %1

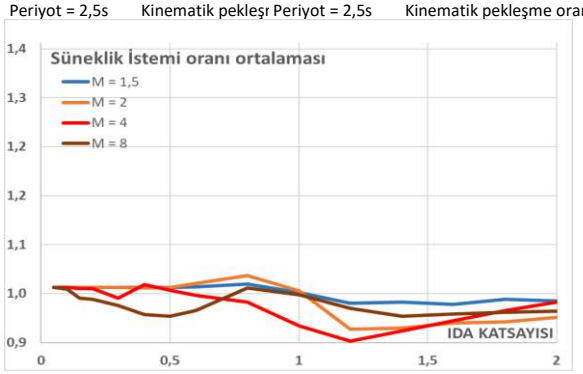


Periyot = 2,5s Kinematik pekleşı

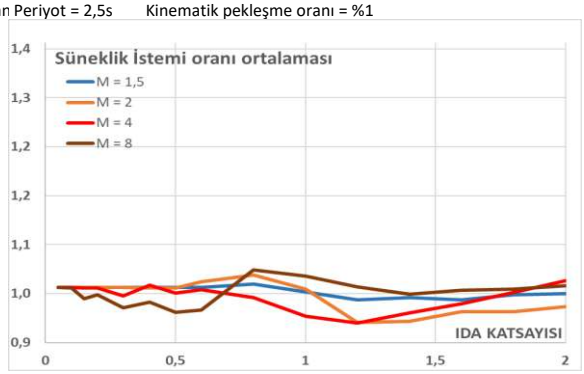


Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oran

Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %1

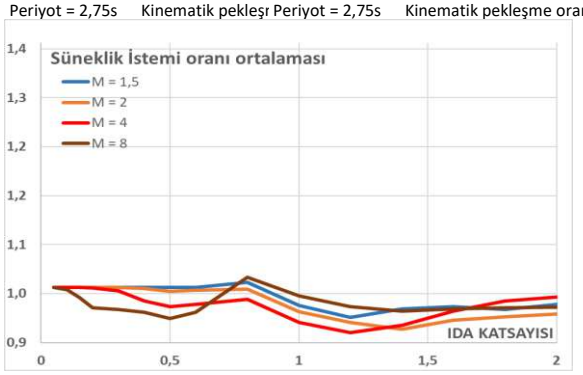


Periyot = 2,75s Kinematik pekleşı

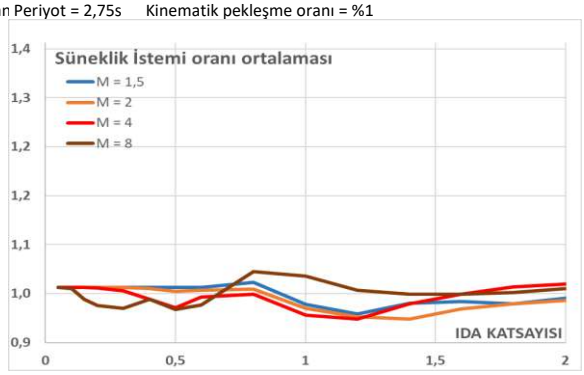


Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oran

Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %1



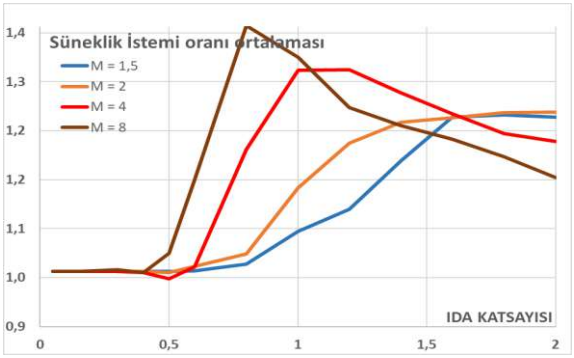
Periyot = 3,0s Kinematik pekleşı



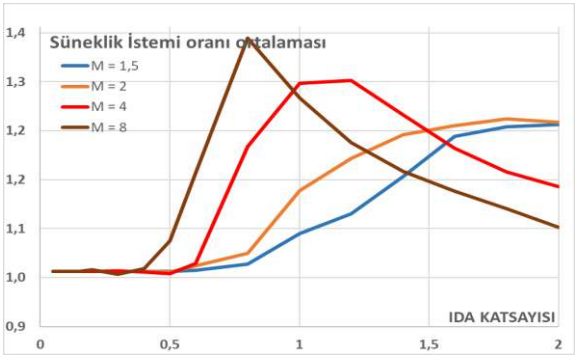
Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oran

Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %1

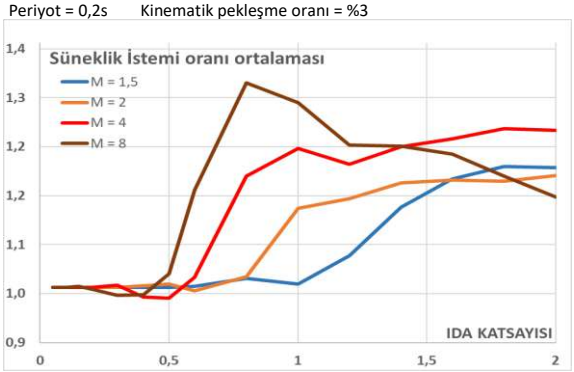
Şekil D.37: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



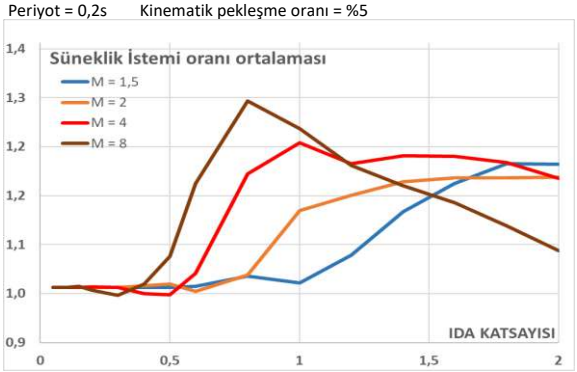
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %3



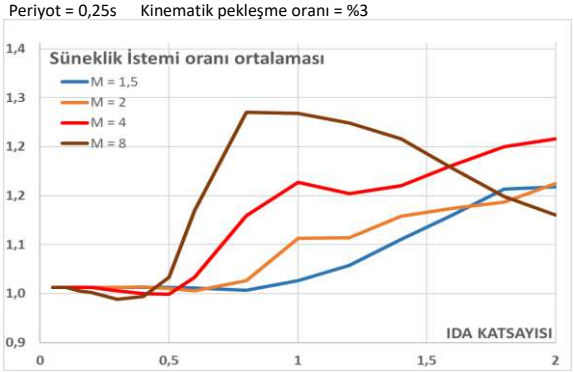
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %5



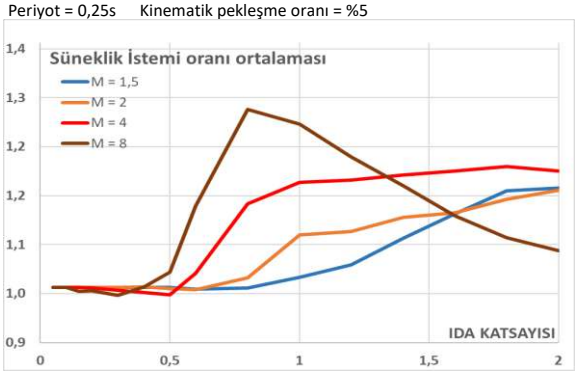
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %3



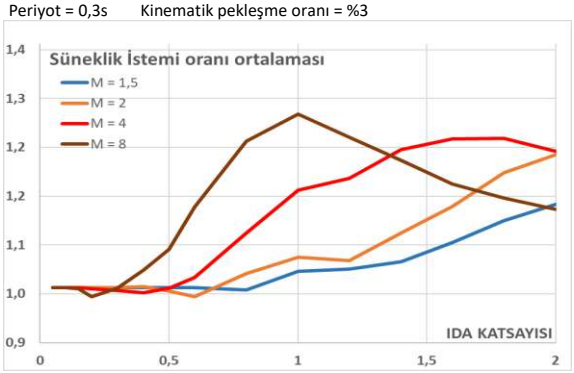
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %5



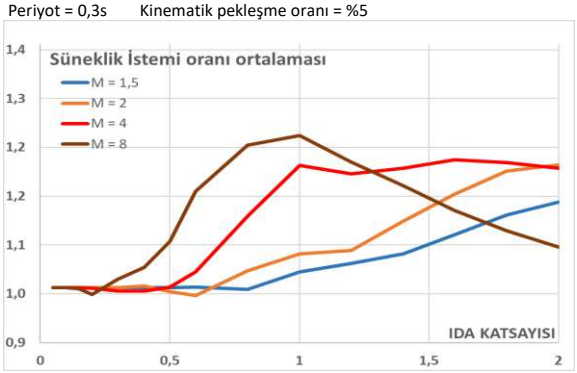
Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %5

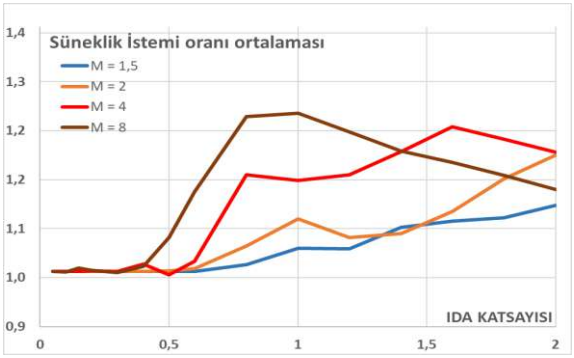


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %3

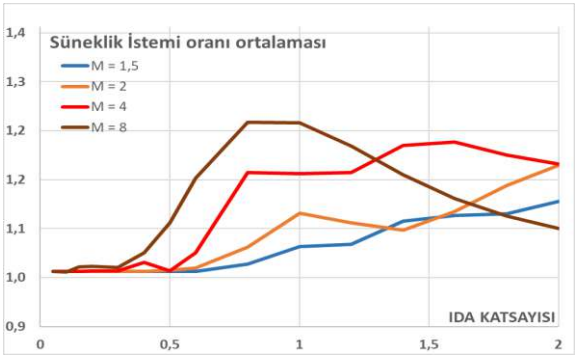


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %5

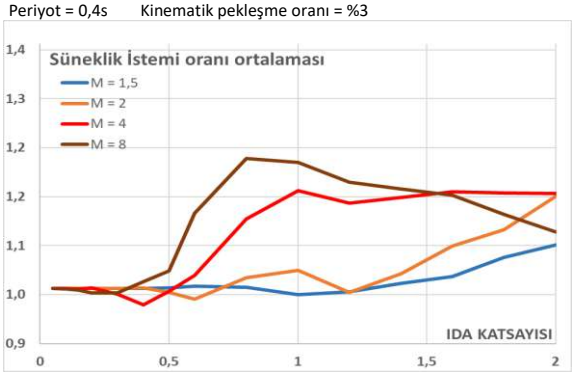
Şekil D.38: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



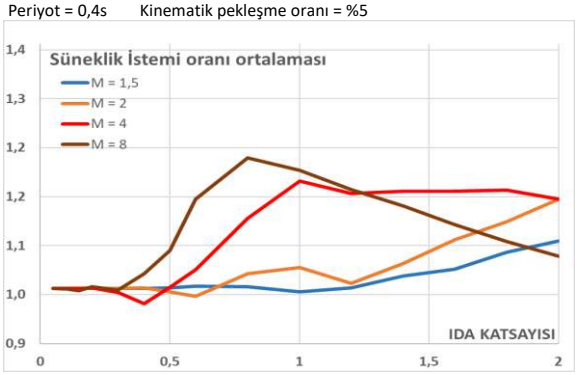
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %3



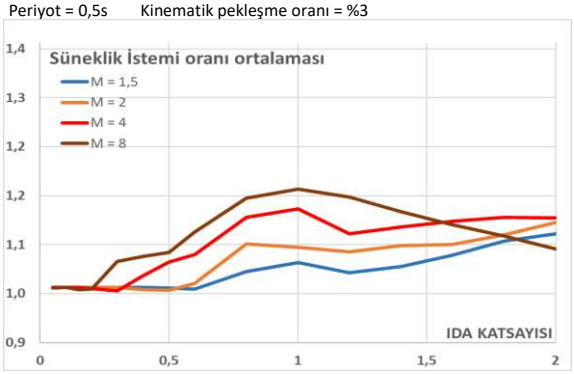
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %5



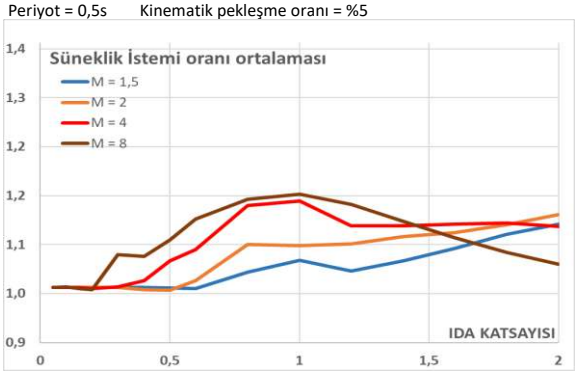
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %3



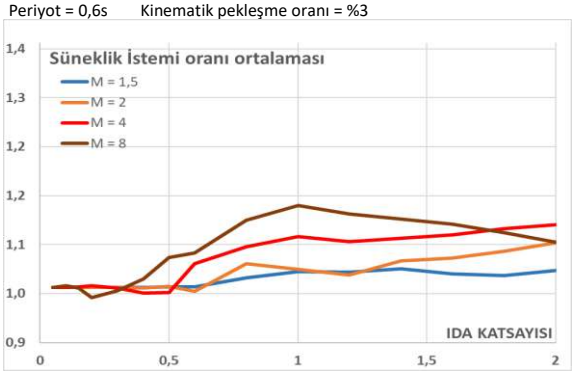
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %5



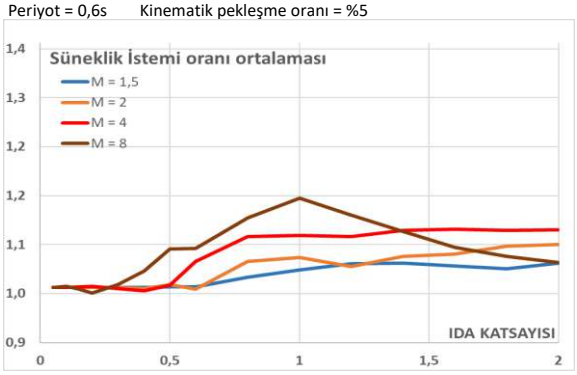
Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %5

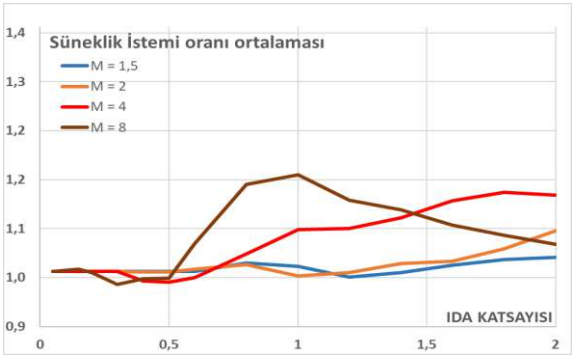


Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %5

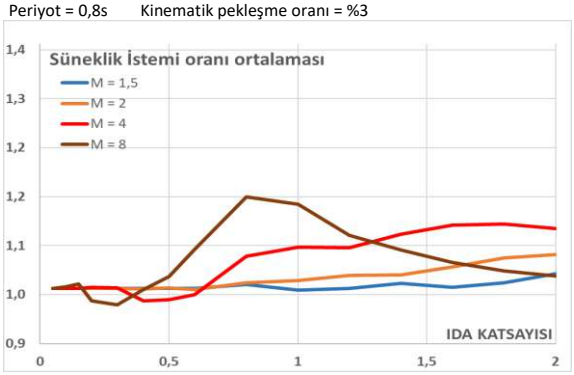
Şekil D.39: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



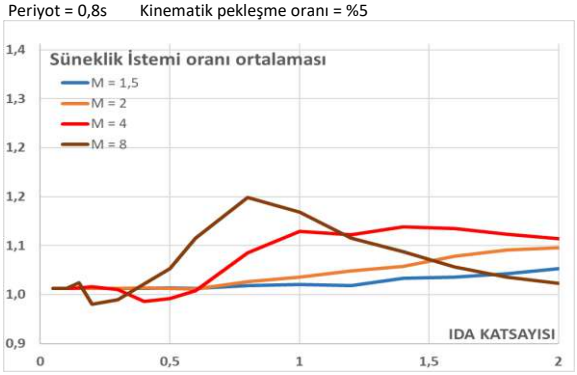
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %3



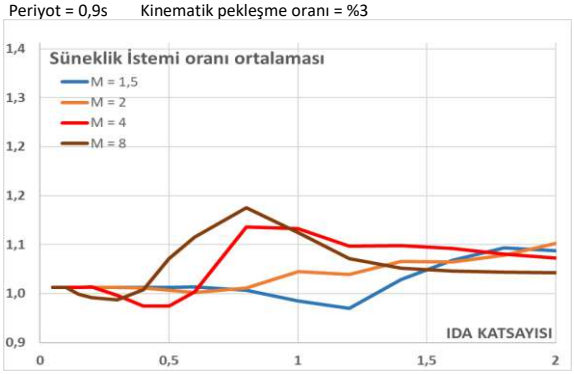
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %5



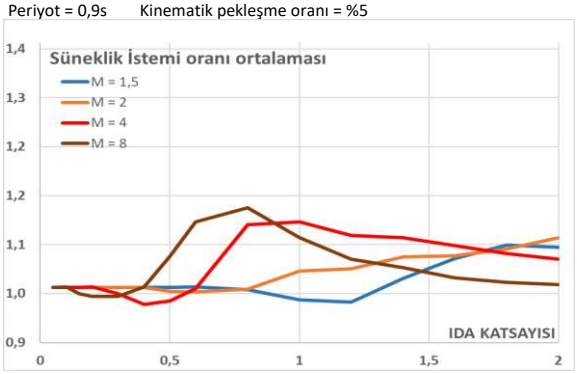
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %3



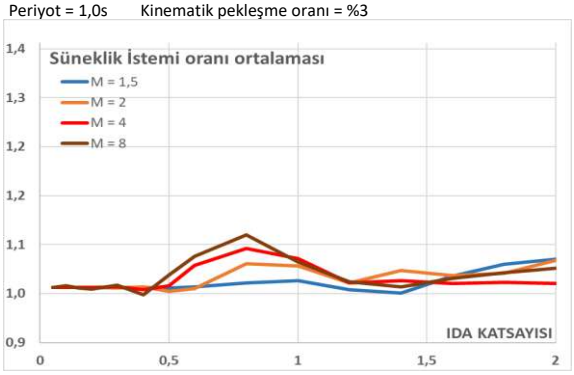
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %5



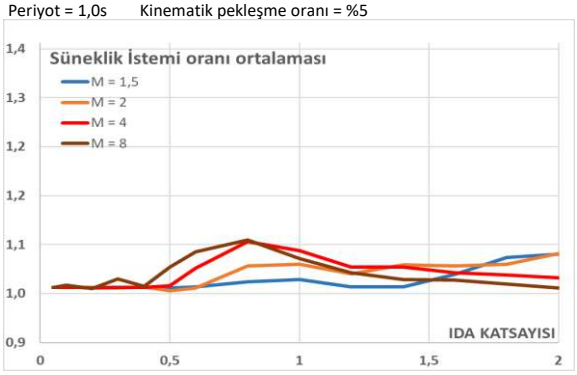
Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %5

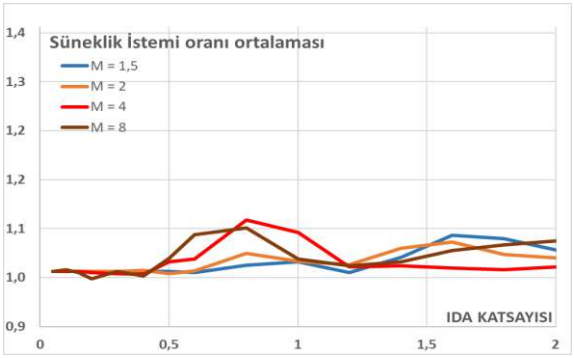


Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %5

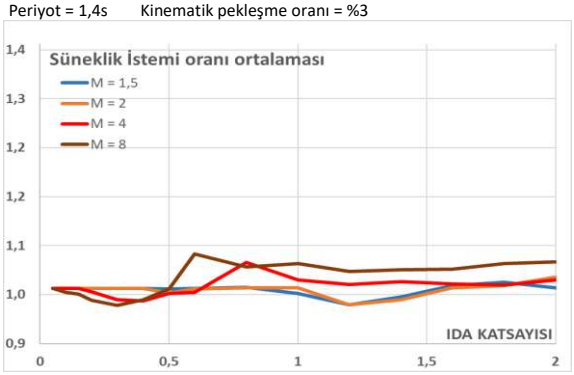
Şekil D.40: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



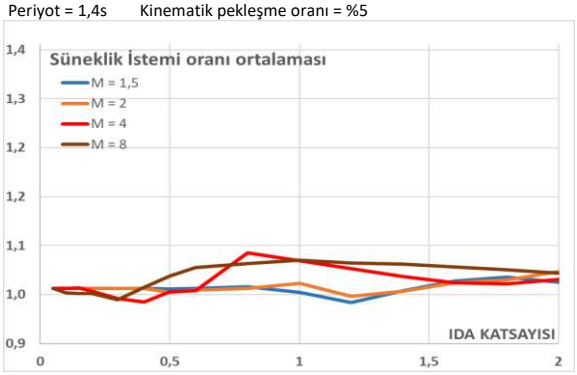
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %3



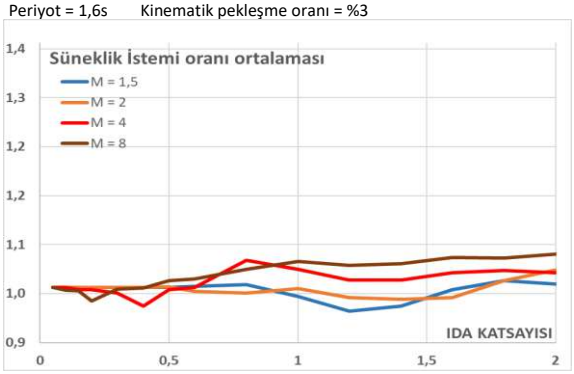
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %5



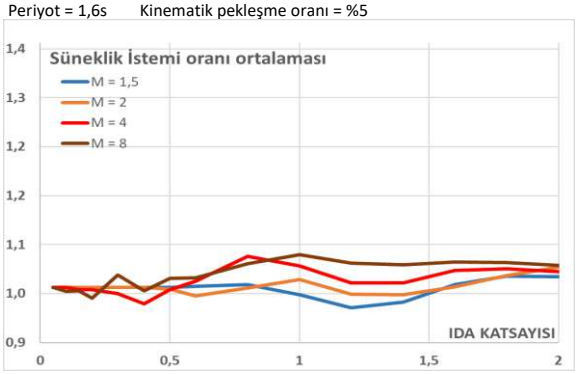
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %3



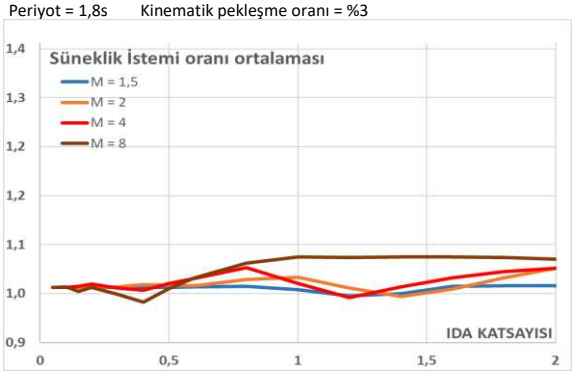
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %5



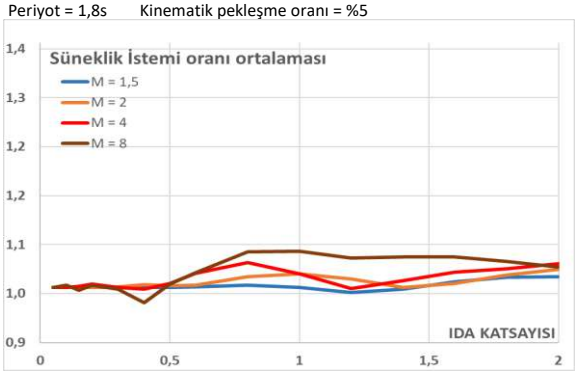
Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %5

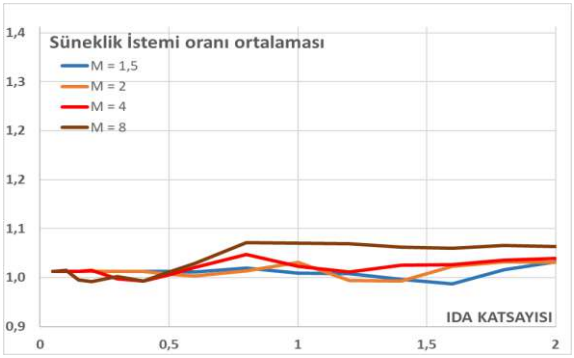


Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %3

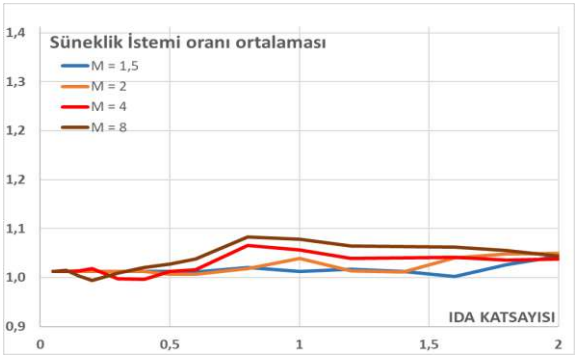


Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %5

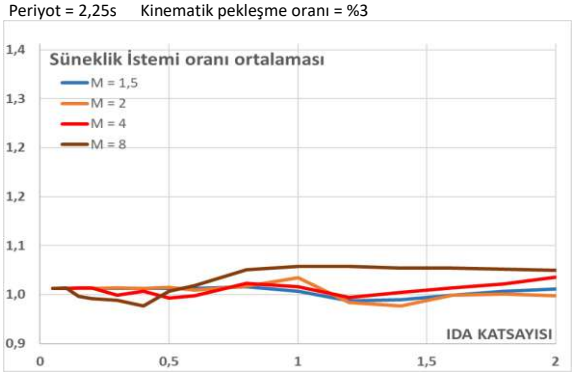
Şekil D.41: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



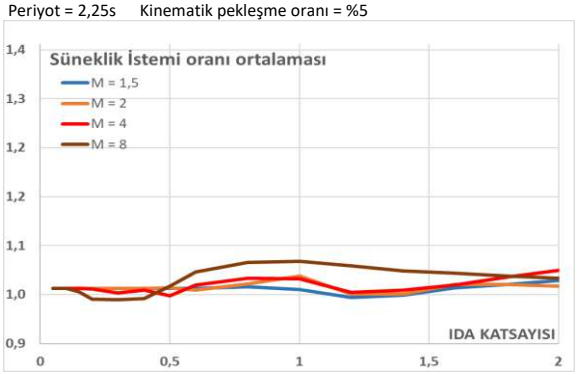
Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %3



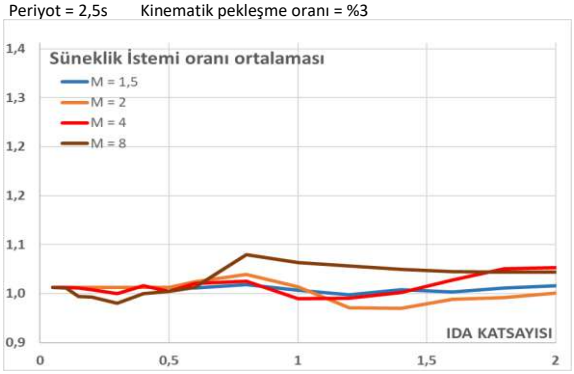
Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %5



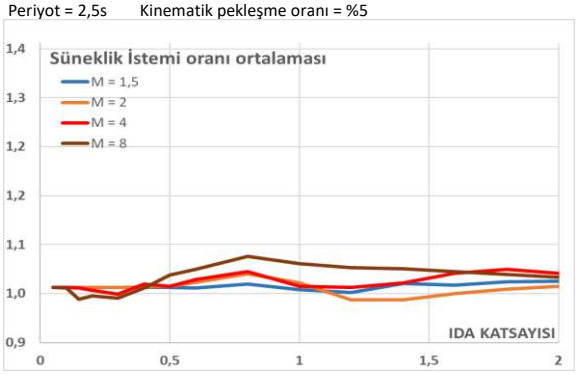
Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %3



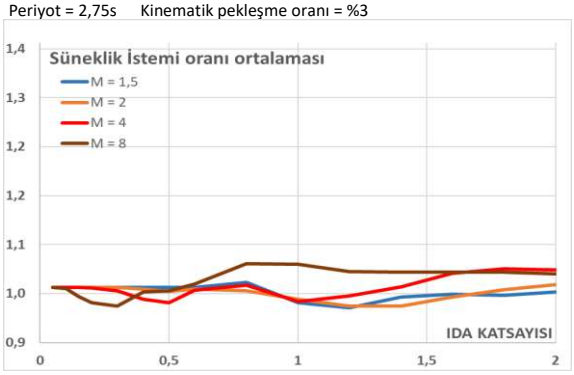
Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %5



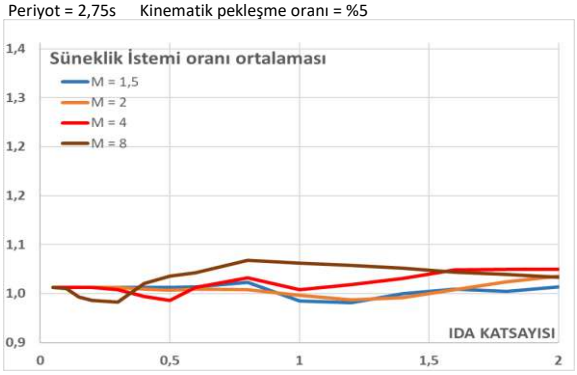
Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %5

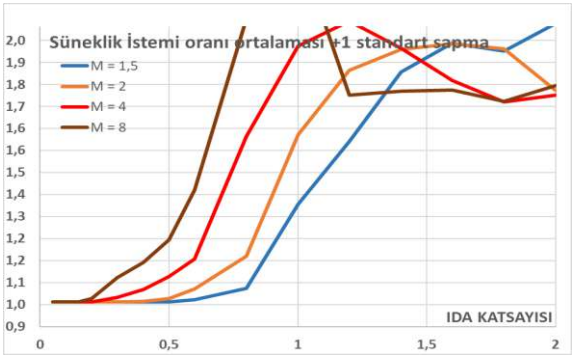


Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %3

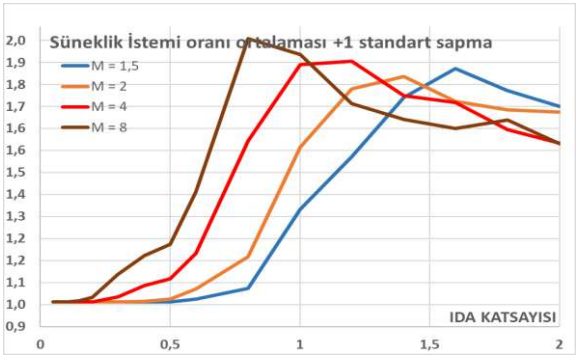


Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %5

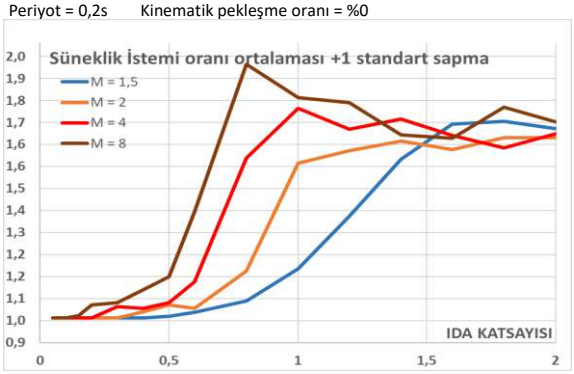
Şekil D.42: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



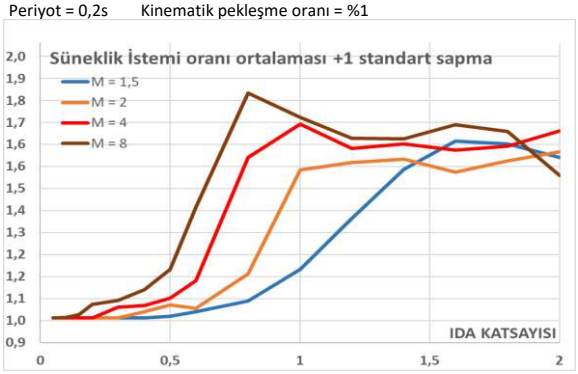
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %0



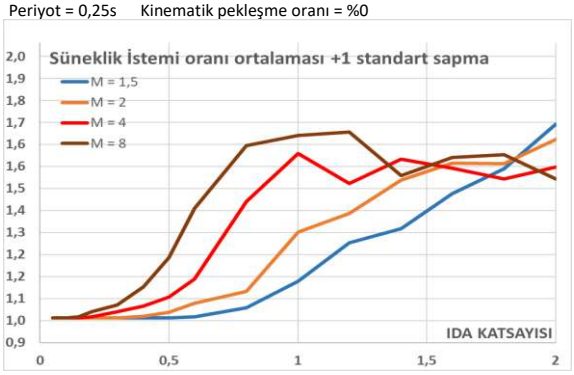
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %1



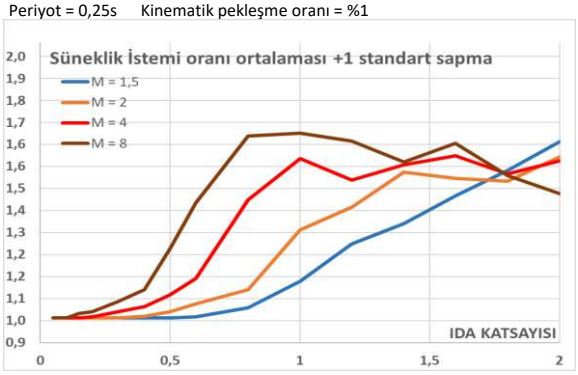
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %0



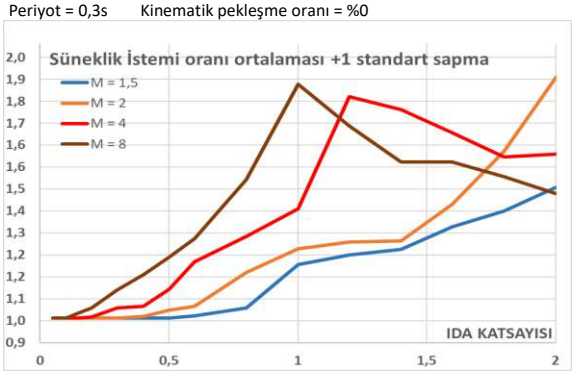
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %1



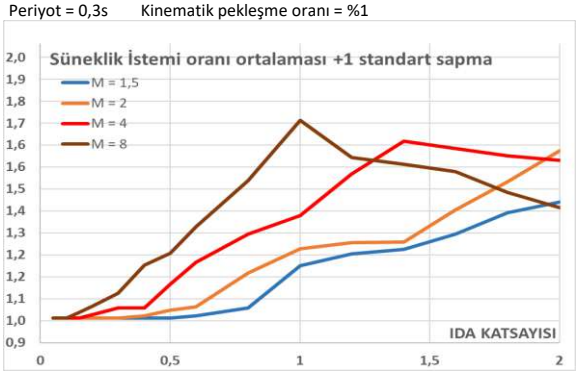
Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %0



Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %1

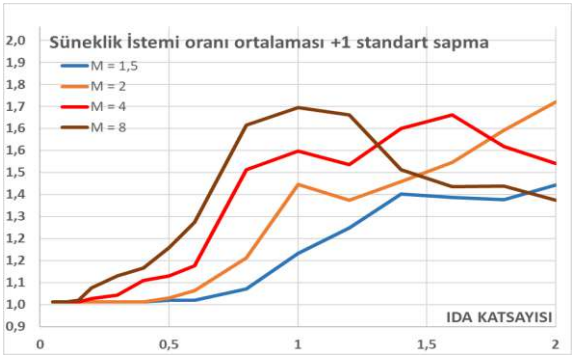


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %0

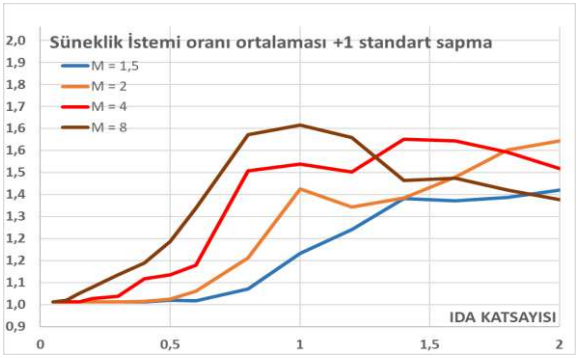


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %1

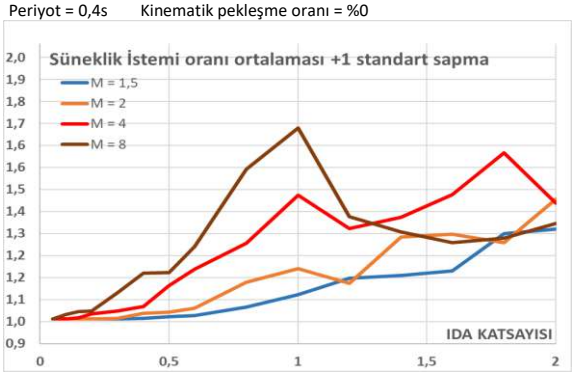
Şekil D.43: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



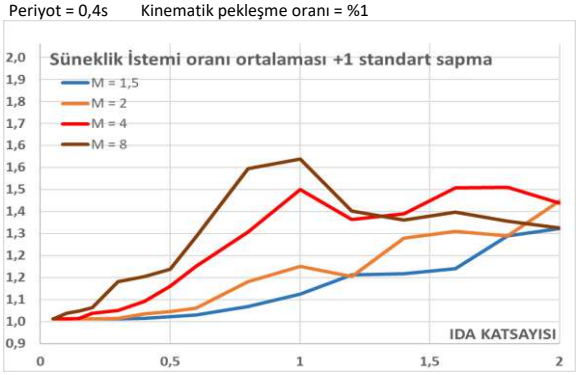
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %0



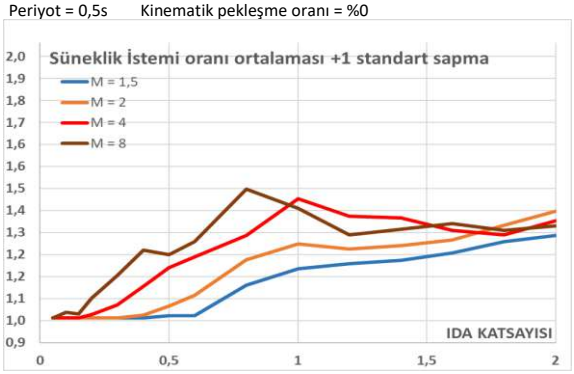
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %1



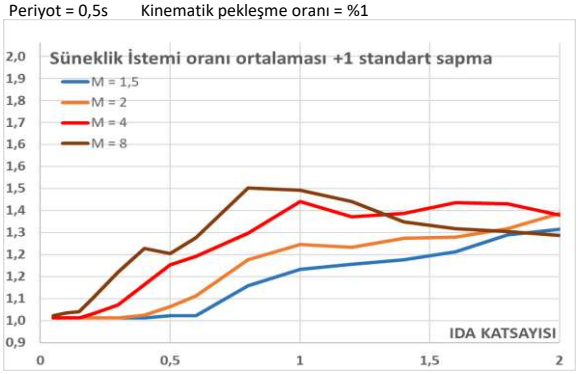
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %0



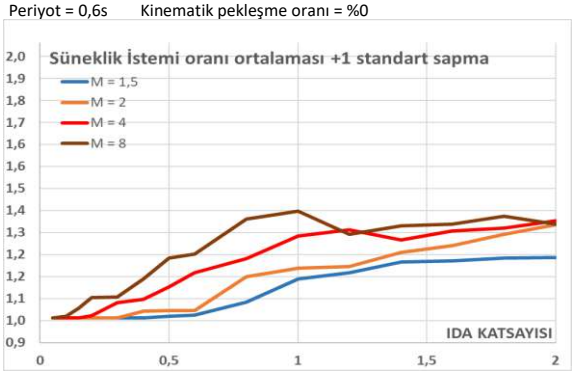
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %1



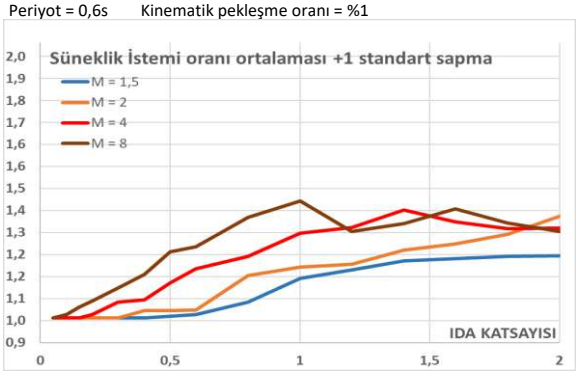
Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %0



Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %1

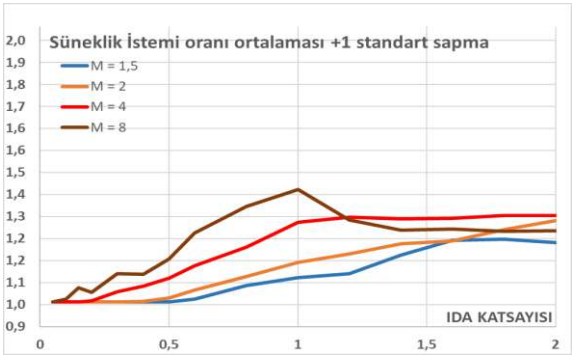


Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %0

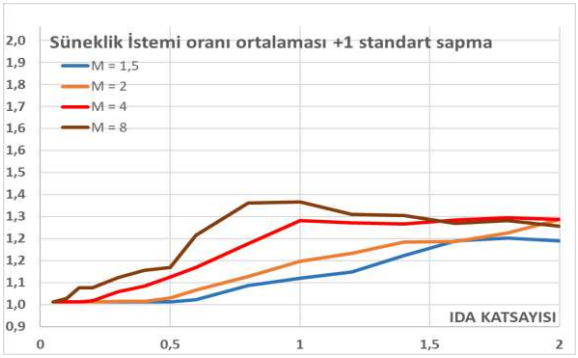


Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %1

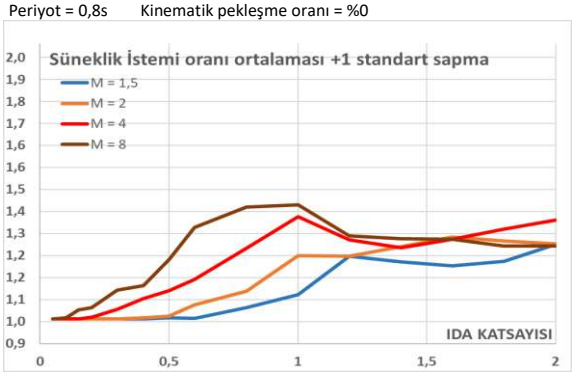
Şekil D.44: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



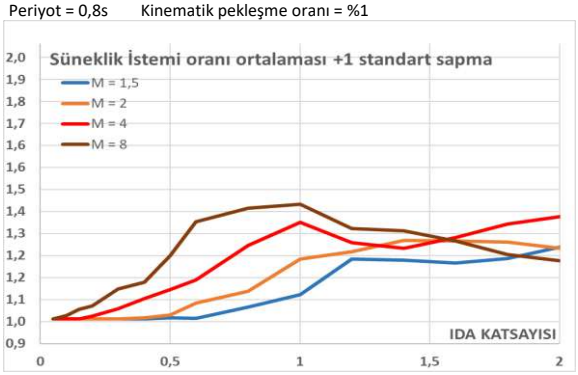
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %0



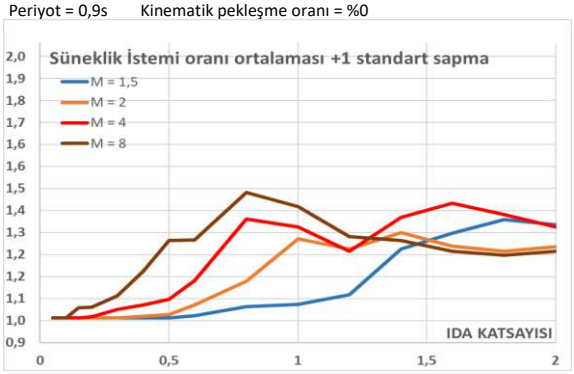
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %1



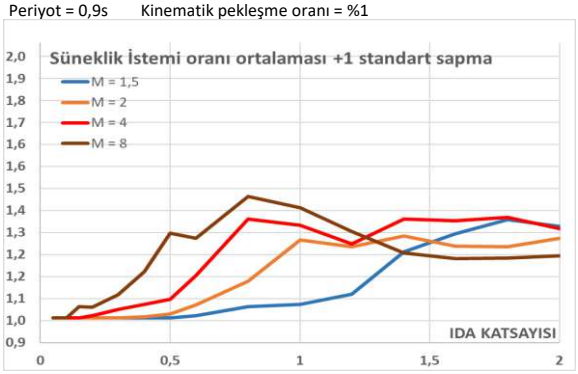
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %0



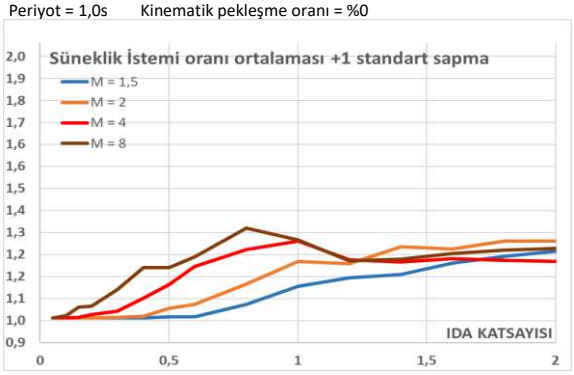
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %1



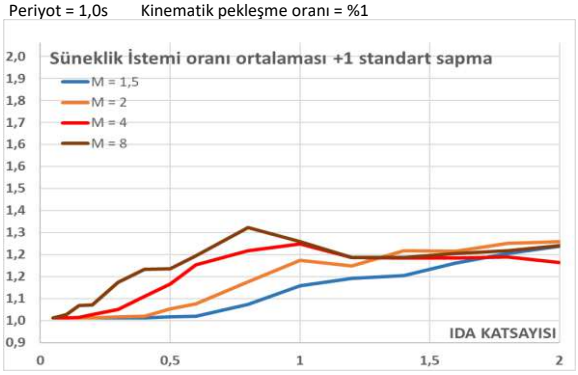
Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %0



Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %1

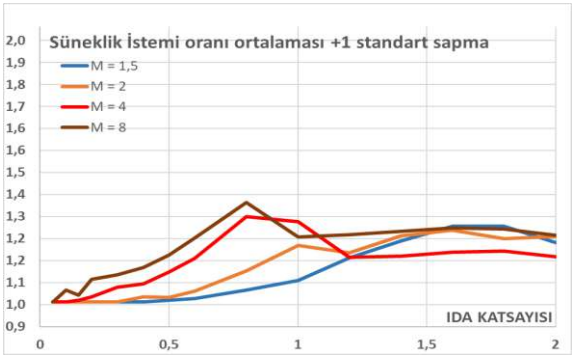


Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %0

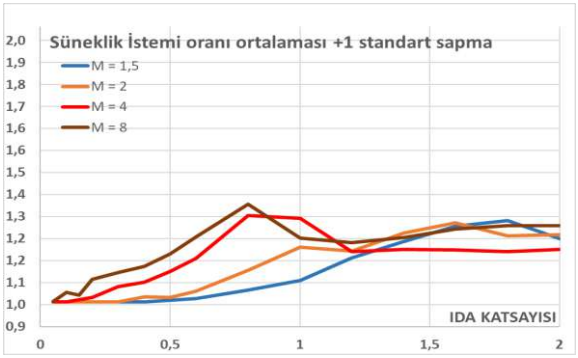


Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %1

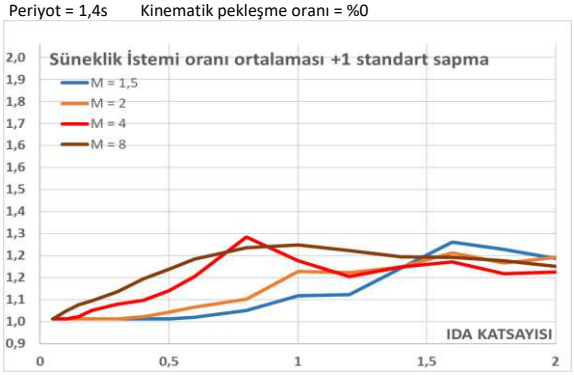
Şekil D.45: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



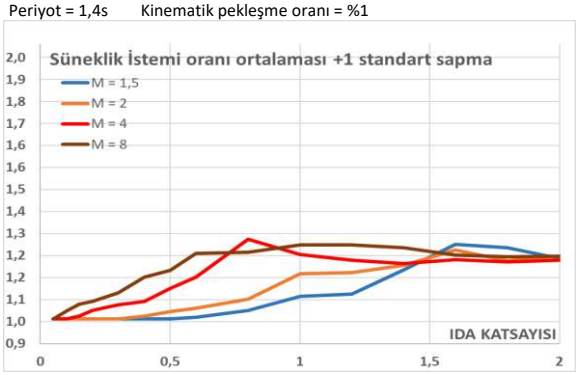
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %0



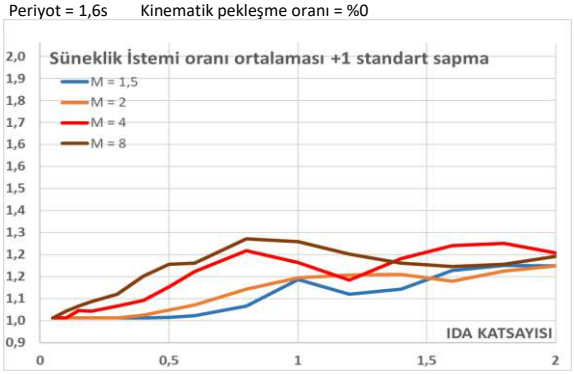
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %1



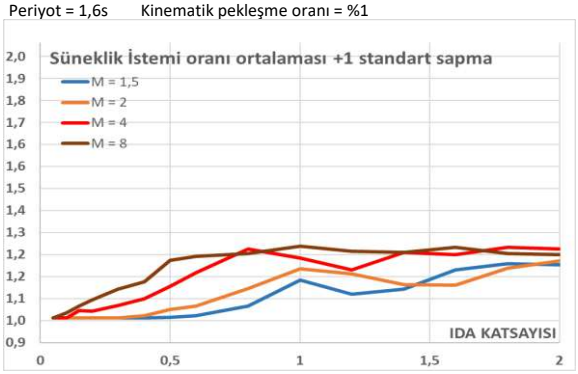
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %0



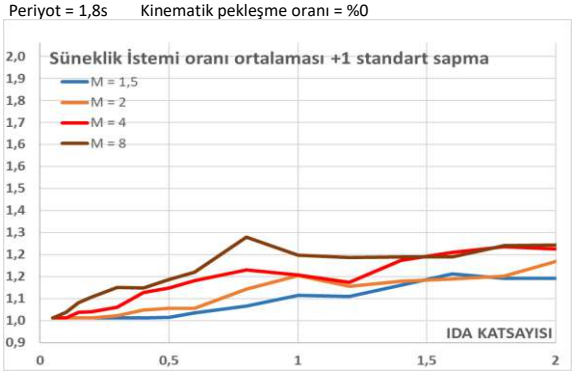
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %1



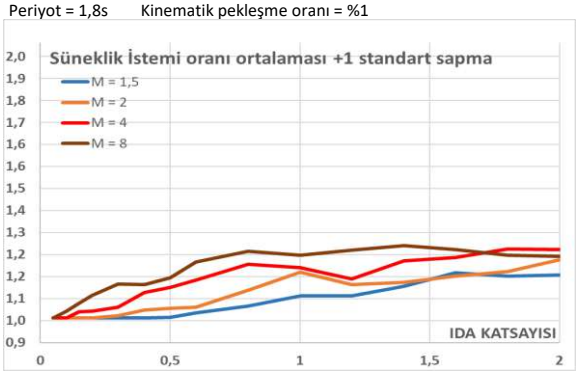
Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %0



Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %1

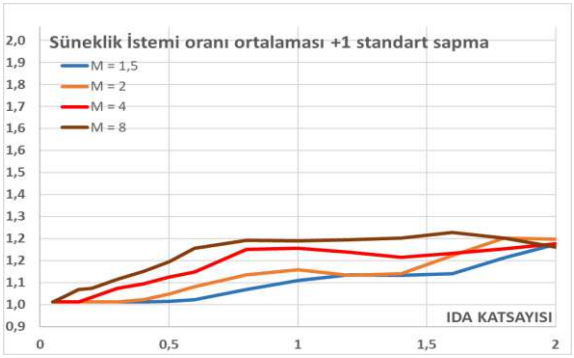


Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %0

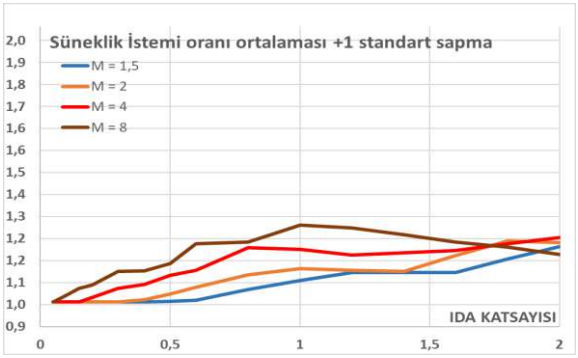


Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %1

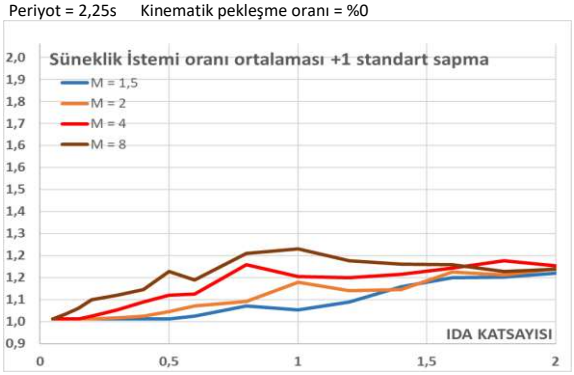
Şekil D.46: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



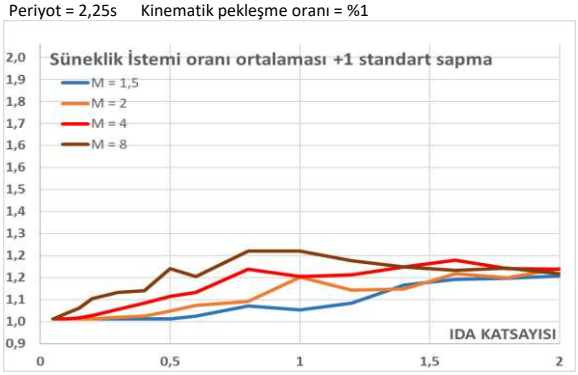
Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %0



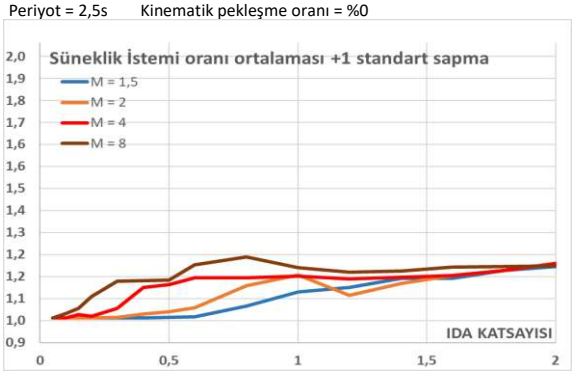
Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %1



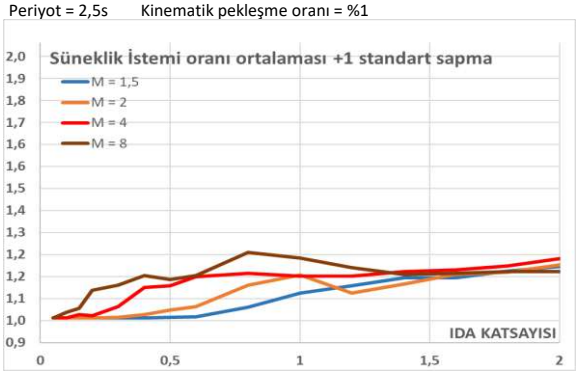
Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %0



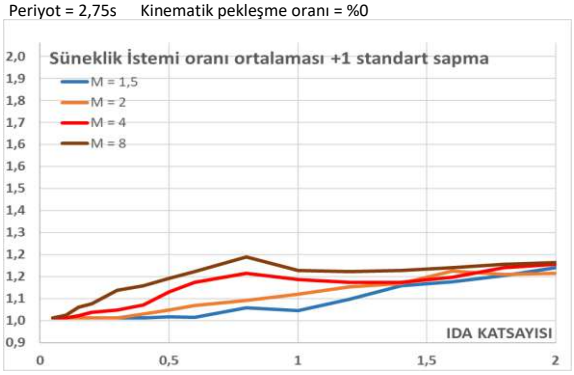
Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %1



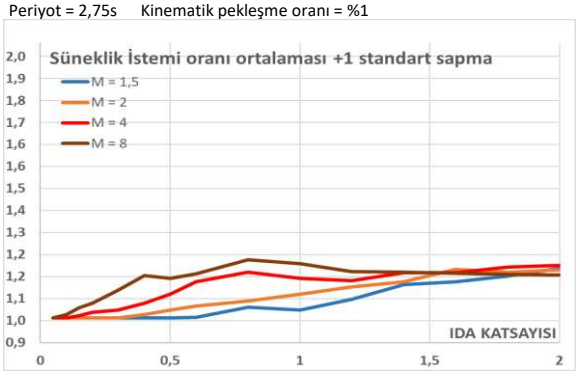
Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %0



Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %1

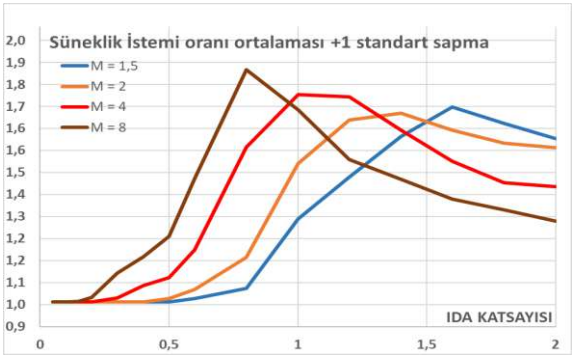


Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %0

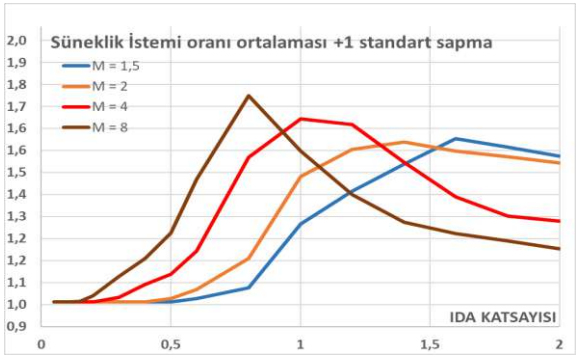


Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %1

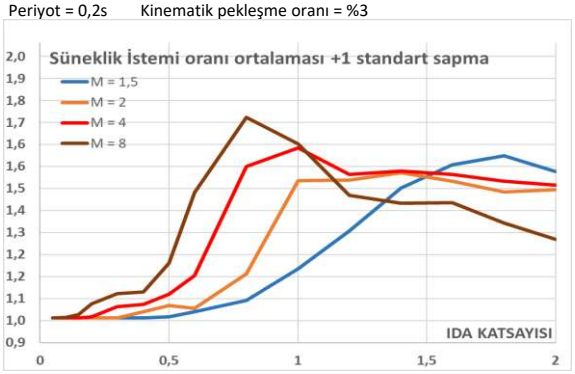
Şekil D.47: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



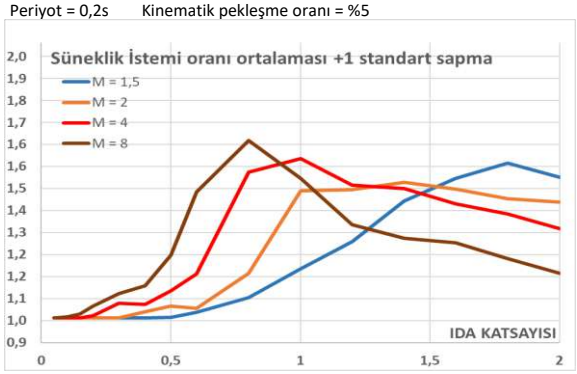
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %3



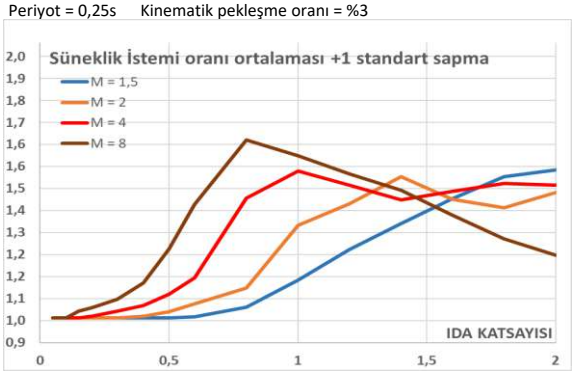
Periyot = 0,2s Kinematik pekleşme oranı = %5



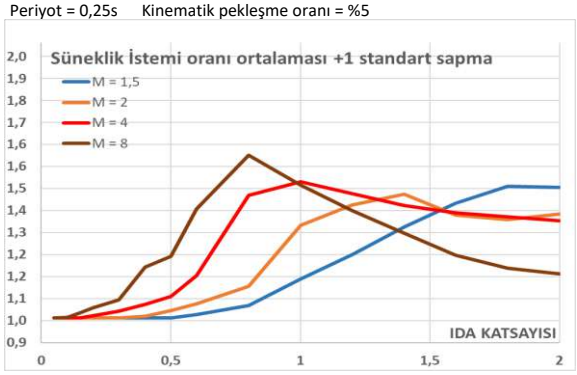
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %3



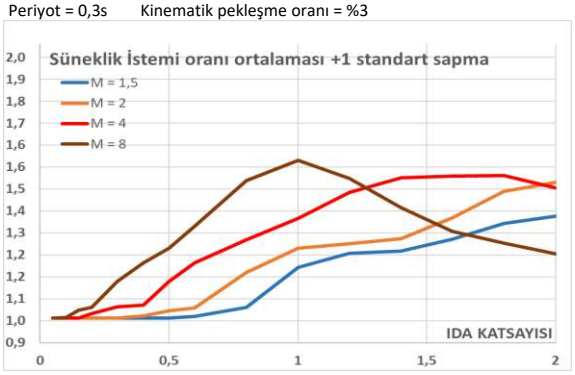
Periyot = 0,25s Kinematik pekleşme oranı = %5



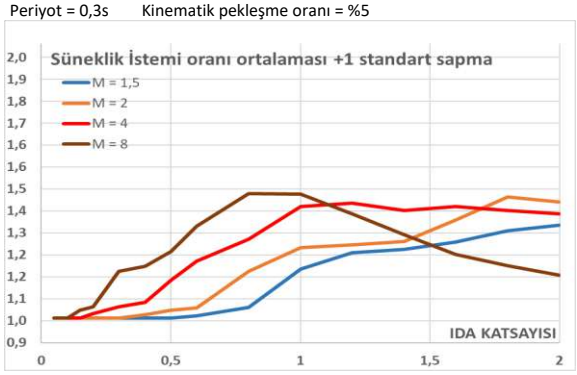
Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 0,3s Kinematik pekleşme oranı = %5

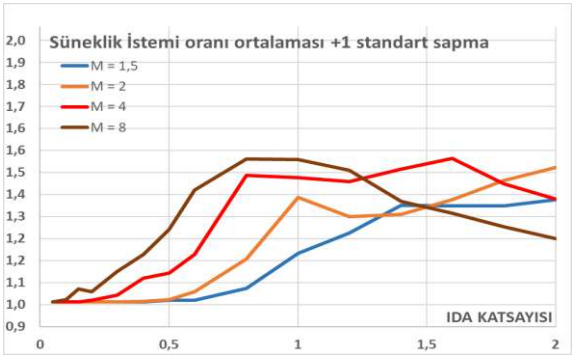


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %3

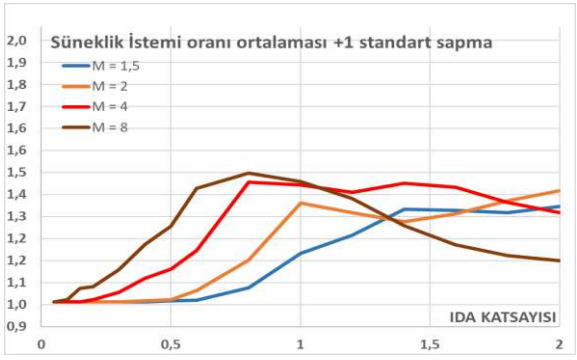


Periyot = 0,35s Kinematik pekleşme oranı = %5

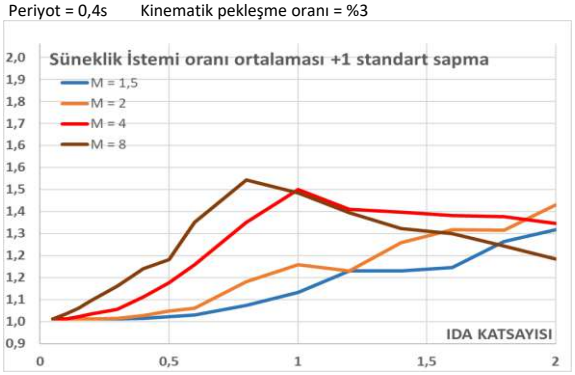
Şekil D.48: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



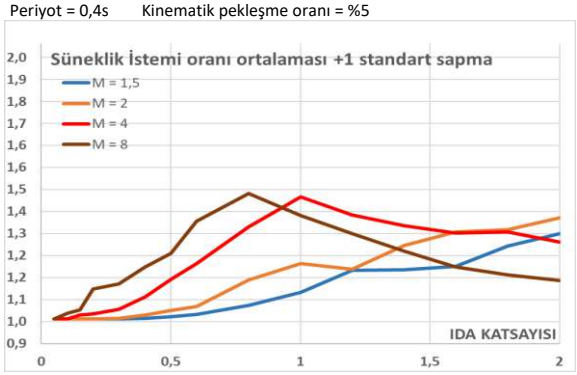
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %3



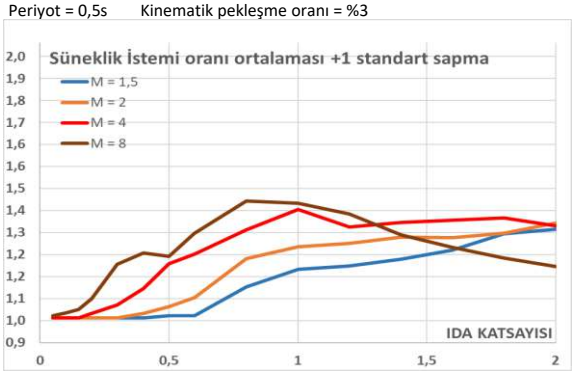
Periyot = 0,4s Kinematik pekleşme oranı = %5



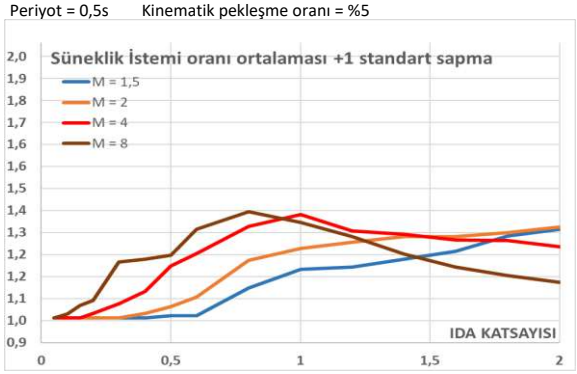
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %3



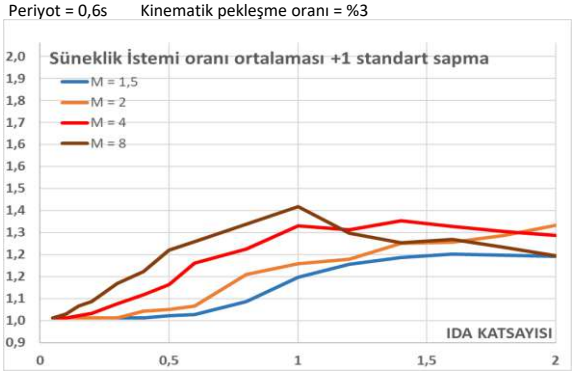
Periyot = 0,5s Kinematik pekleşme oranı = %5



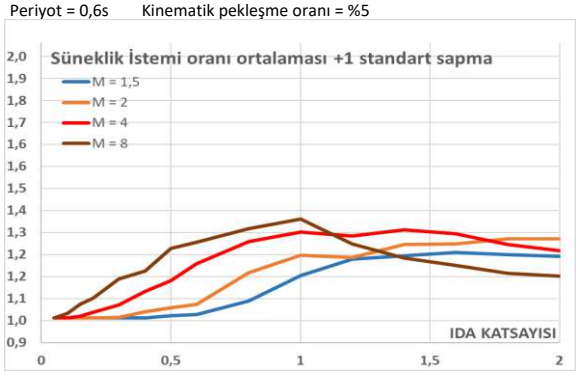
Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 0,6s Kinematik pekleşme oranı = %5



Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %3

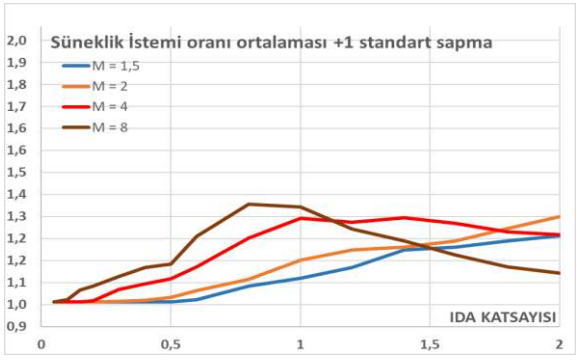


Periyot = 0,7s Kinematik pekleşme oranı = %5

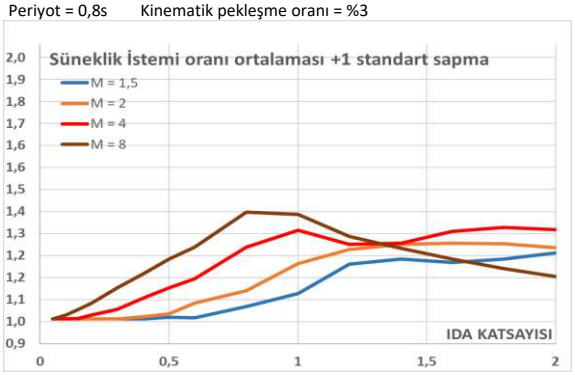
Şekil D.49: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



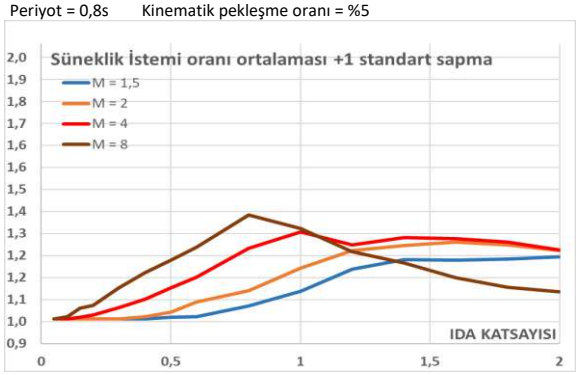
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %3



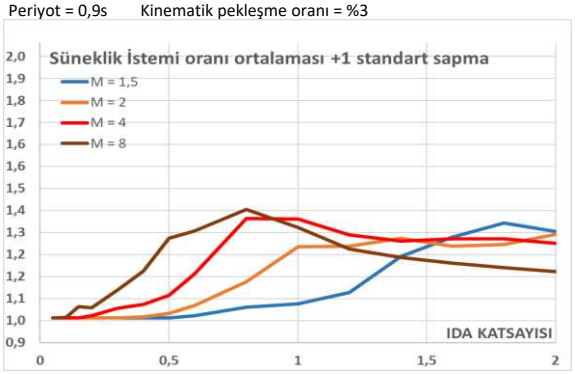
Periyot = 0,8s Kinematik pekleşme oranı = %5



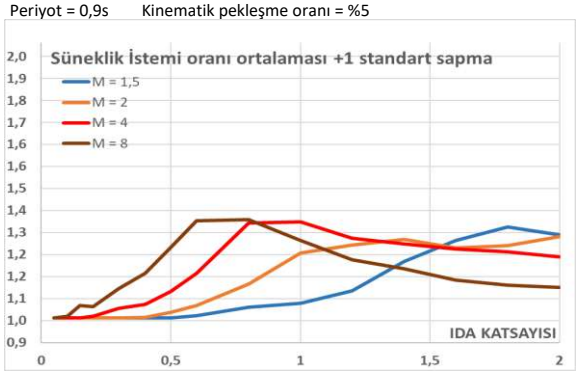
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %3



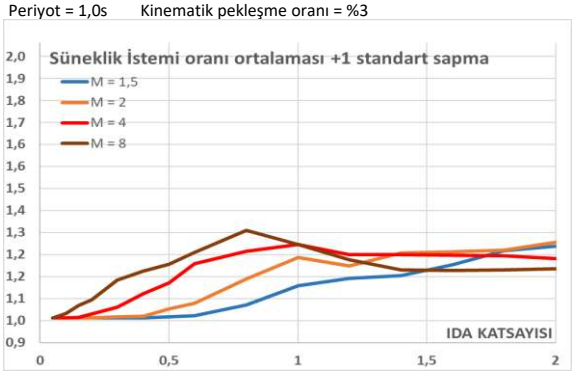
Periyot = 0,9s Kinematik pekleşme oranı = %5



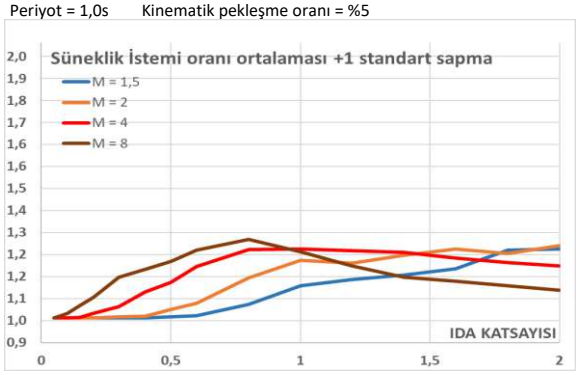
Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 1,0s Kinematik pekleşme oranı = %5



Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %3

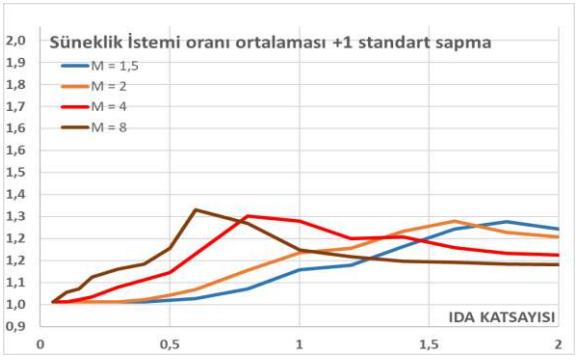


Periyot = 1,2s Kinematik pekleşme oranı = %5

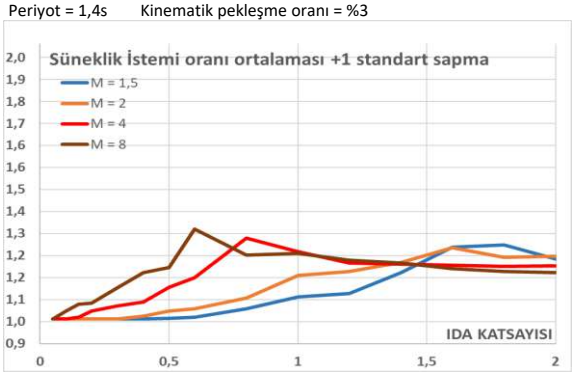
Şekil D.50: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



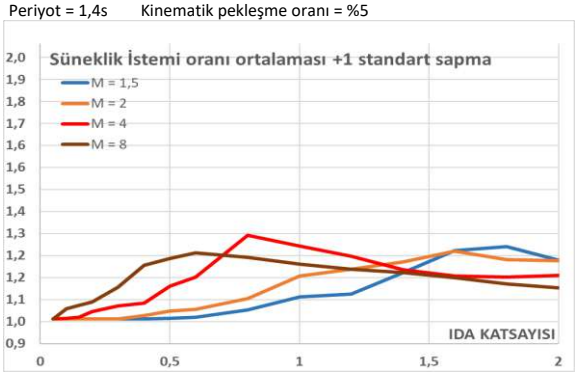
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %3



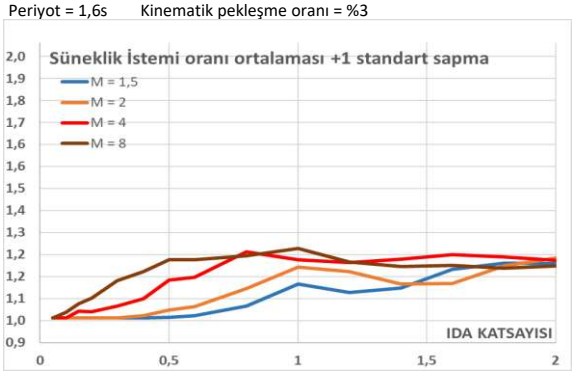
Periyot = 1,4s Kinematik pekleşme oranı = %5



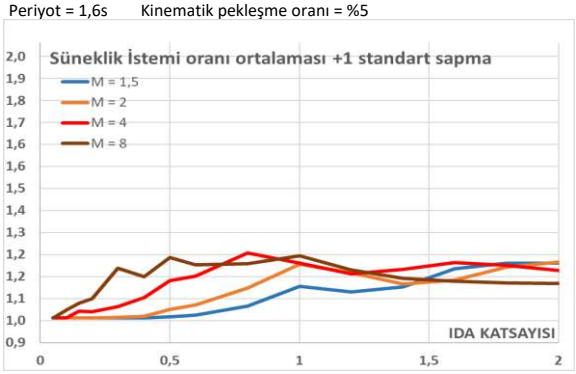
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %3



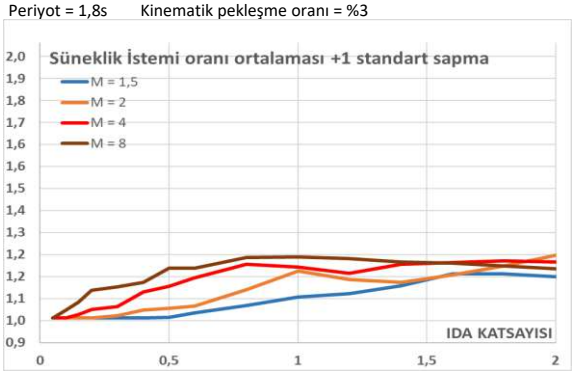
Periyot = 1,6s Kinematik pekleşme oranı = %5



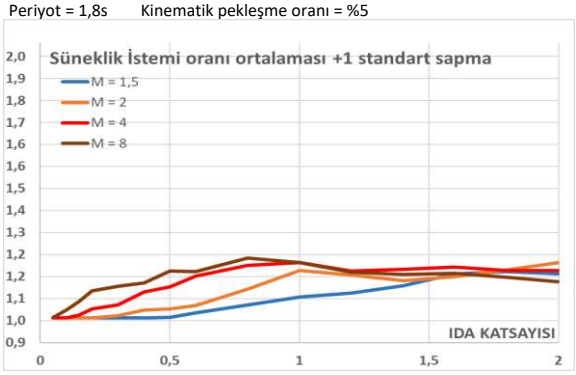
Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 1,8s Kinematik pekleşme oranı = %5



Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %3

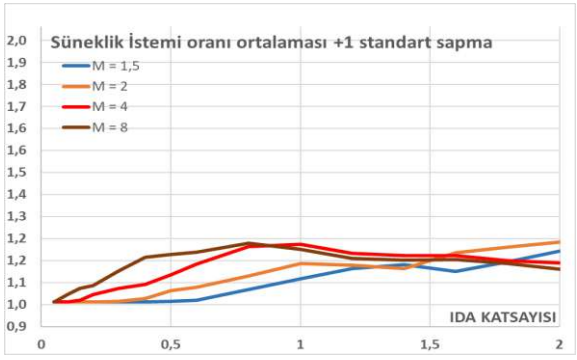


Periyot = 2,0s Kinematik pekleşme oranı = %5

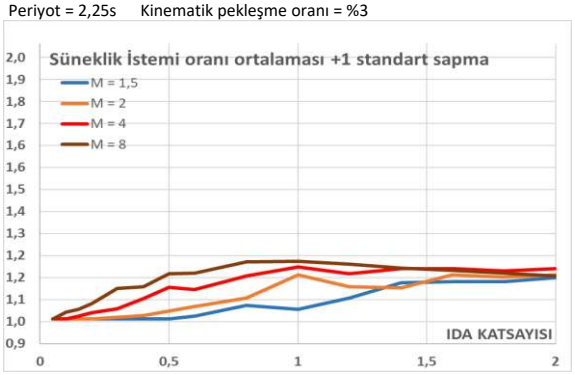
Şekil D.51: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



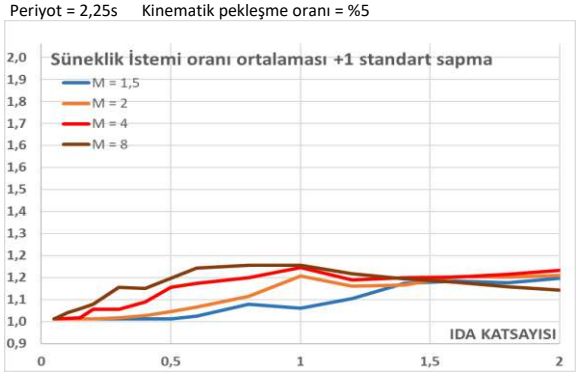
Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %3



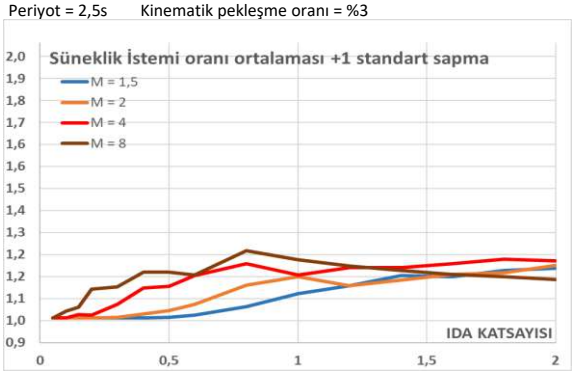
Periyot = 2,25s Kinematik pekleşme oranı = %5



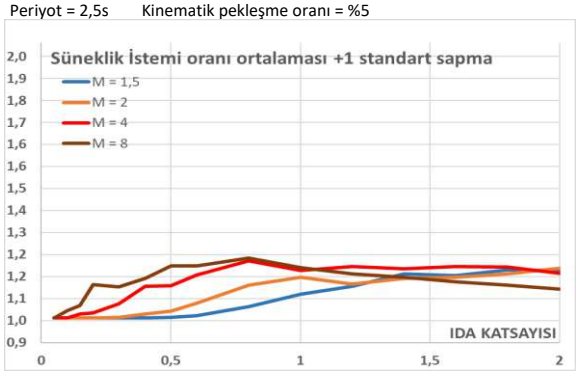
Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %3



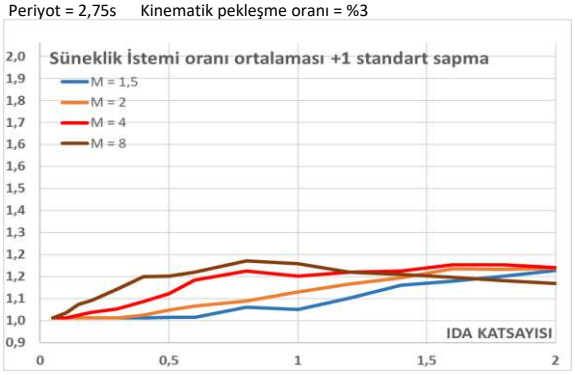
Periyot = 2,5s Kinematik pekleşme oranı = %5



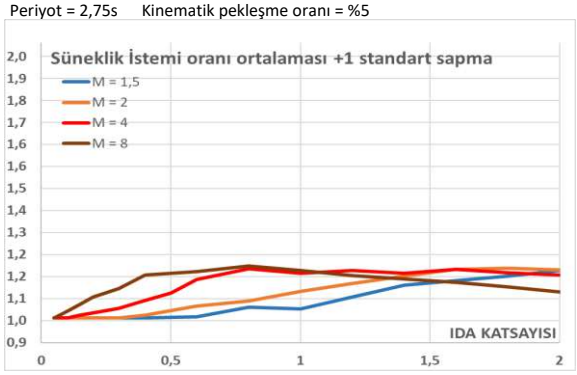
Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %3



Periyot = 2,75s Kinematik pekleşme oranı = %5

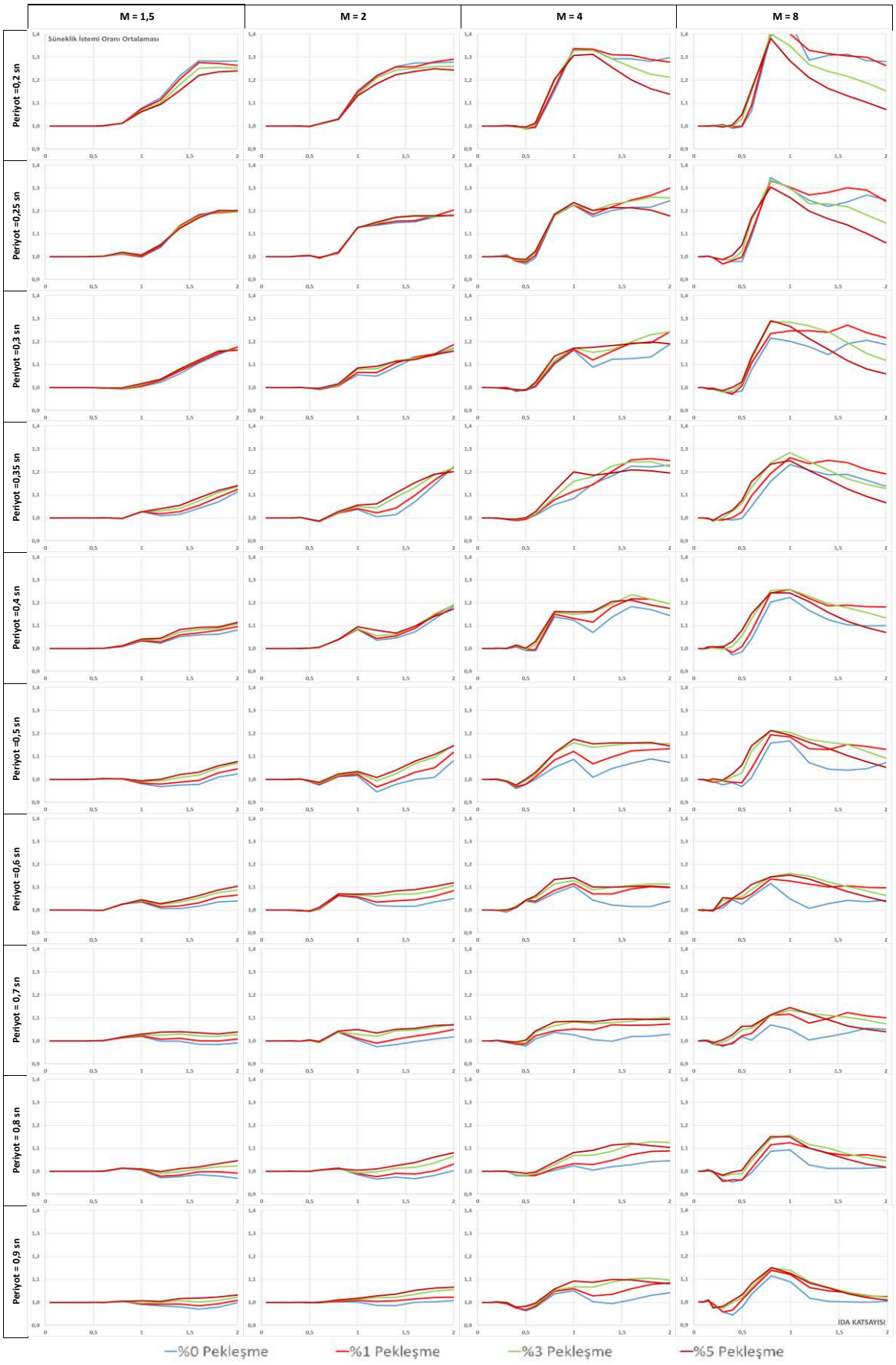


Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %3

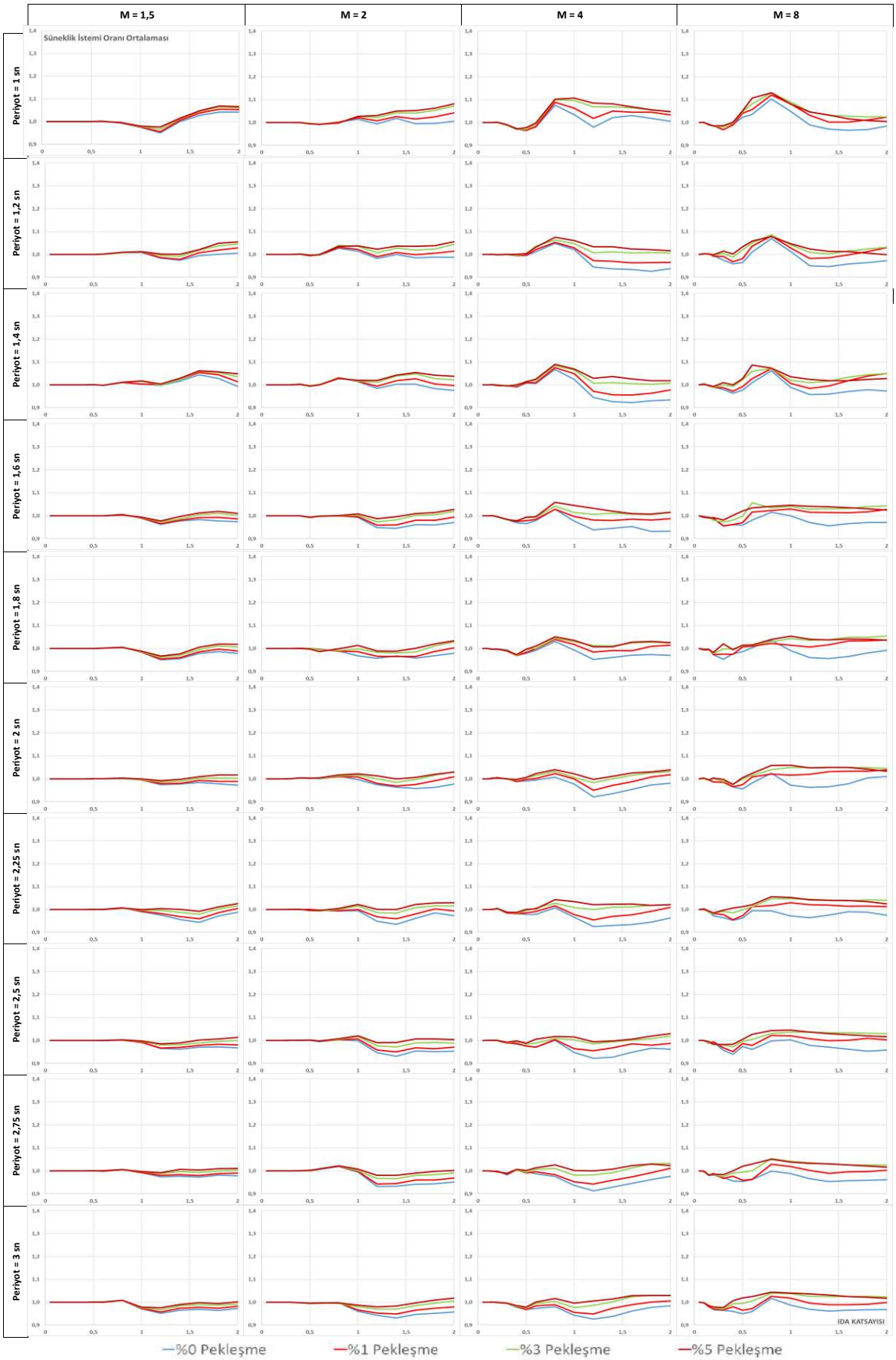


Periyot = 3,0s Kinematik pekleşme oranı = %5

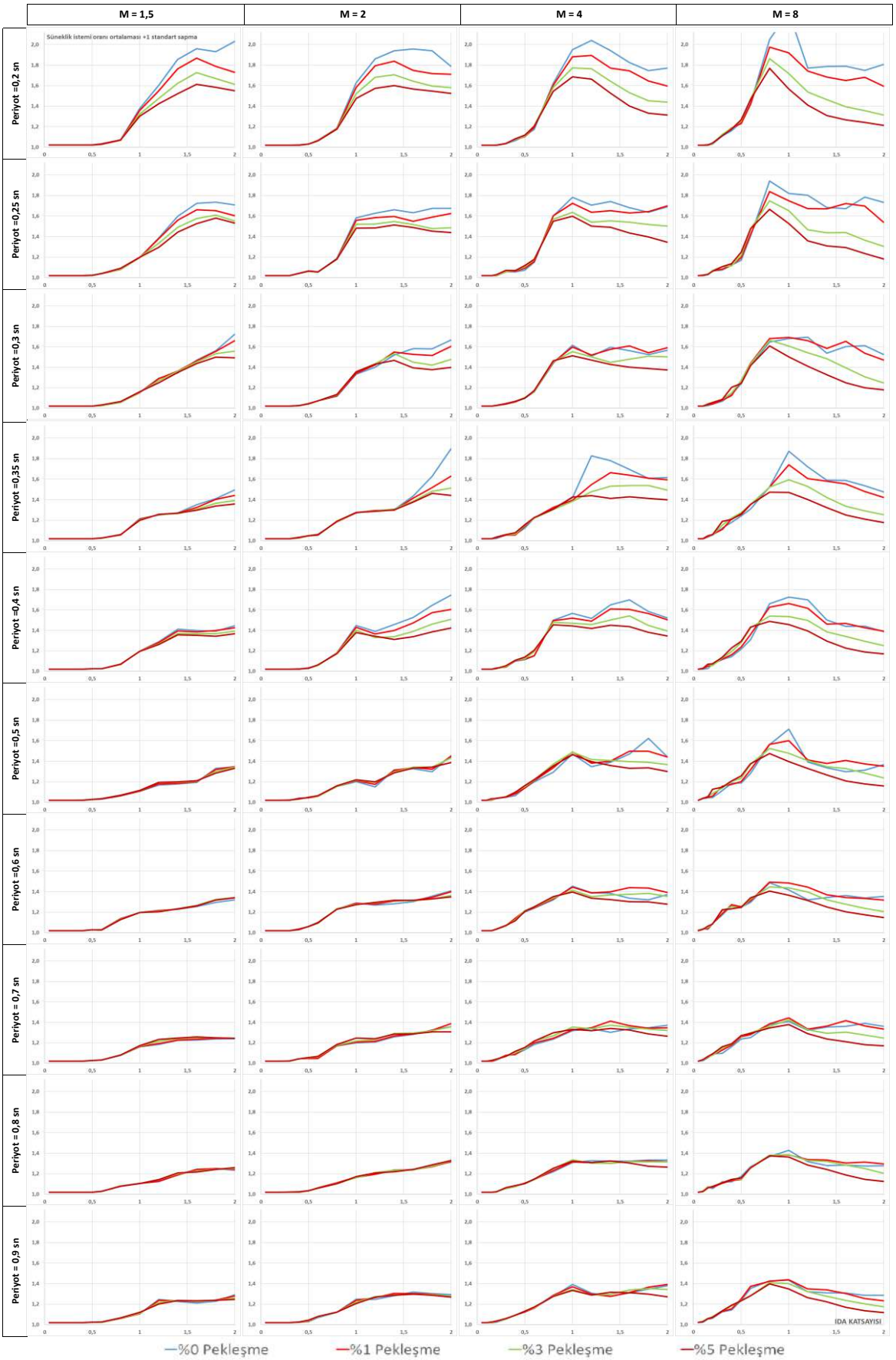
Şekil D.52: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma



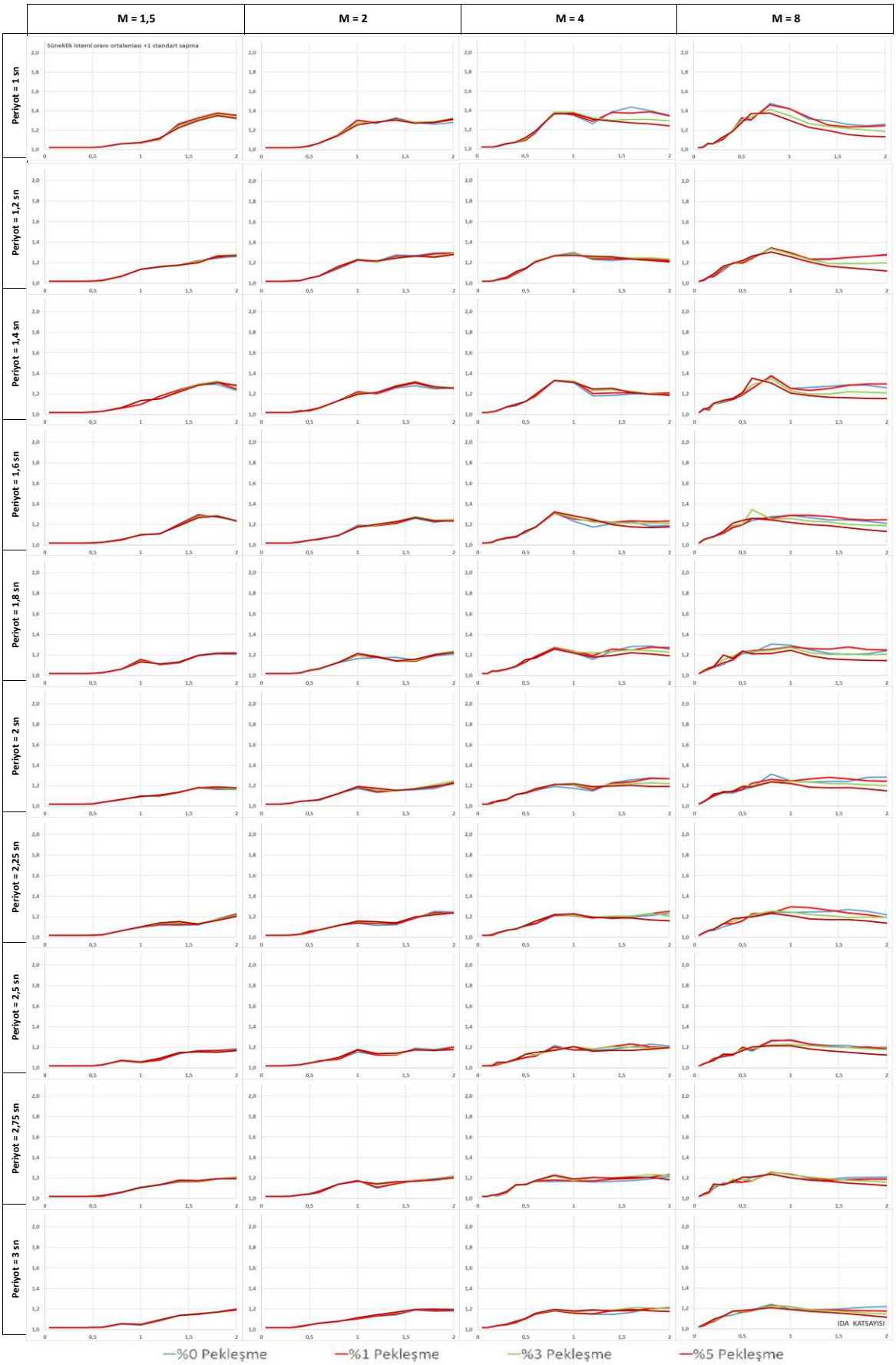
Şekil D.53: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



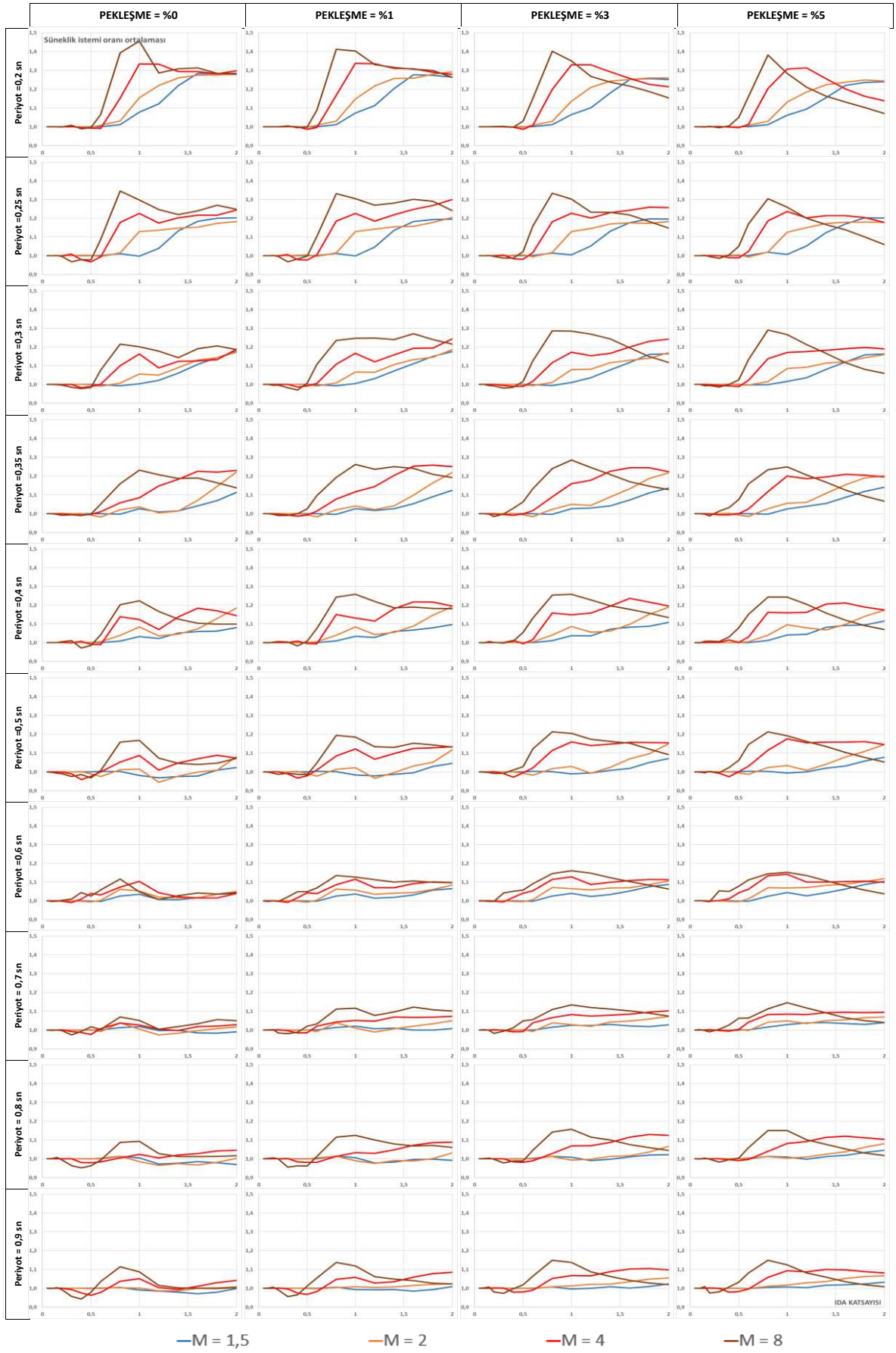
Şekil D.54: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



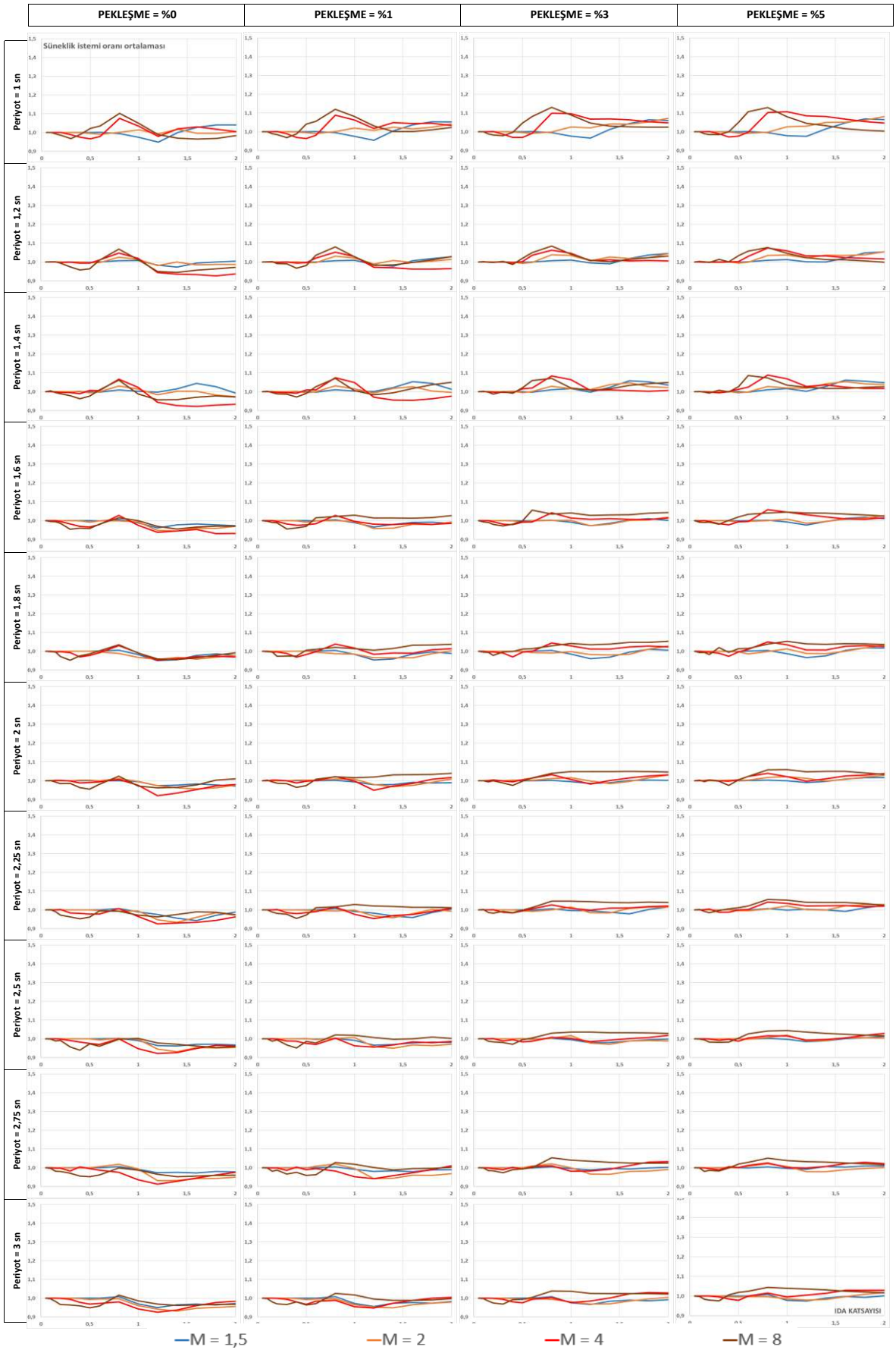
Şekil D.55: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma değerleri



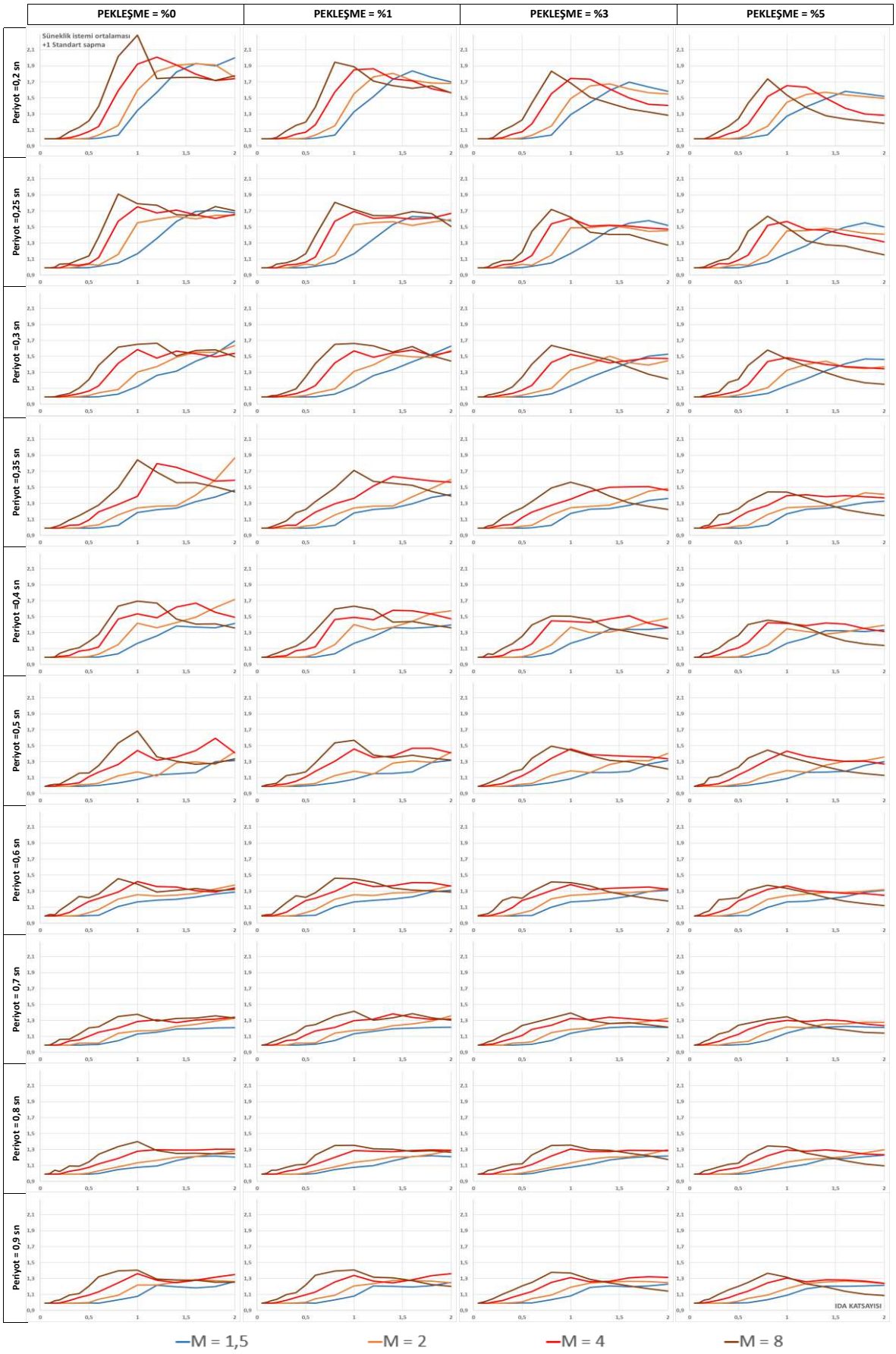
Şekil D.56: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma değerleri



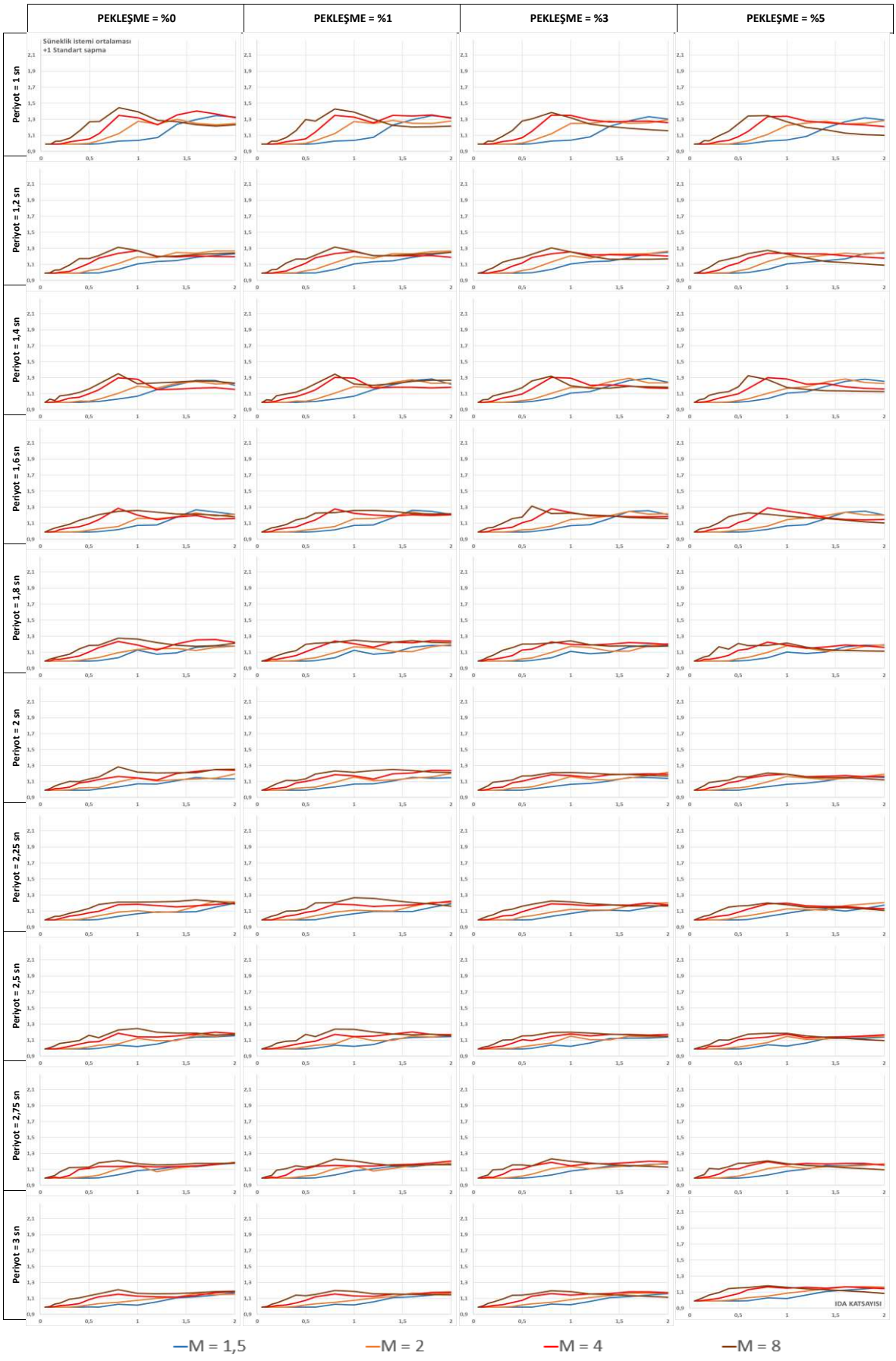
Şekil D.57: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



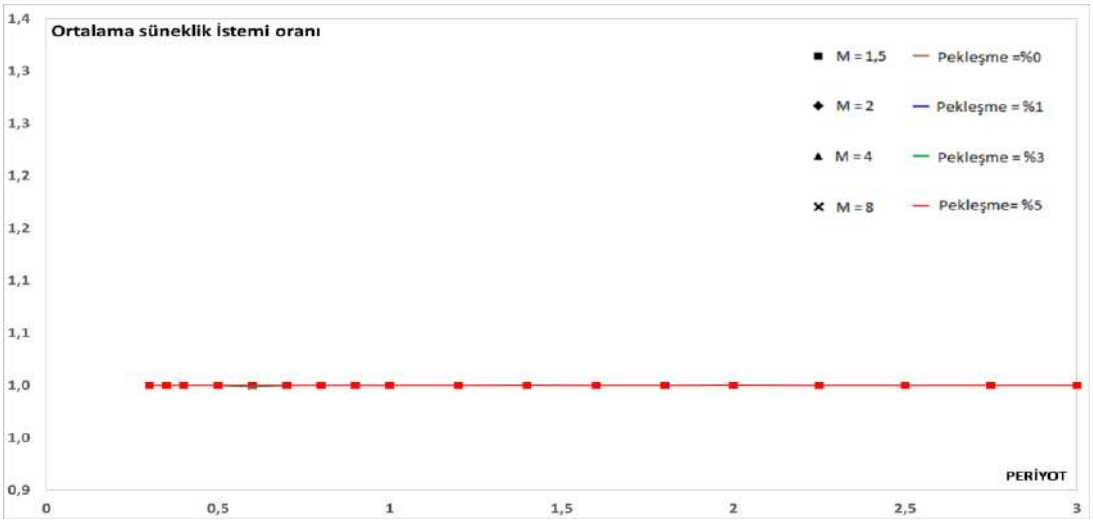
Şekil D.58: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları



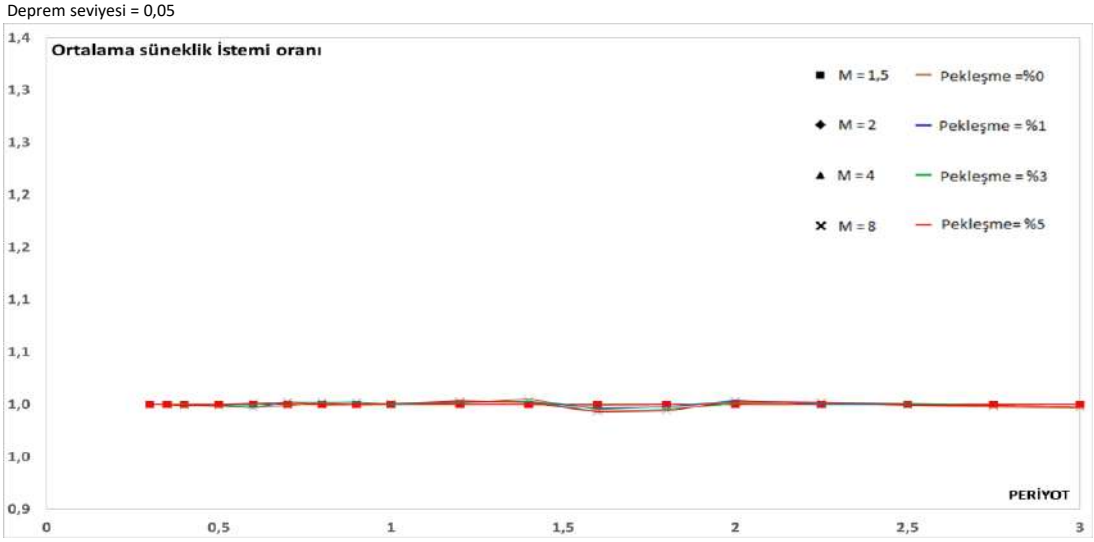
Şekil D.59: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma değerleri



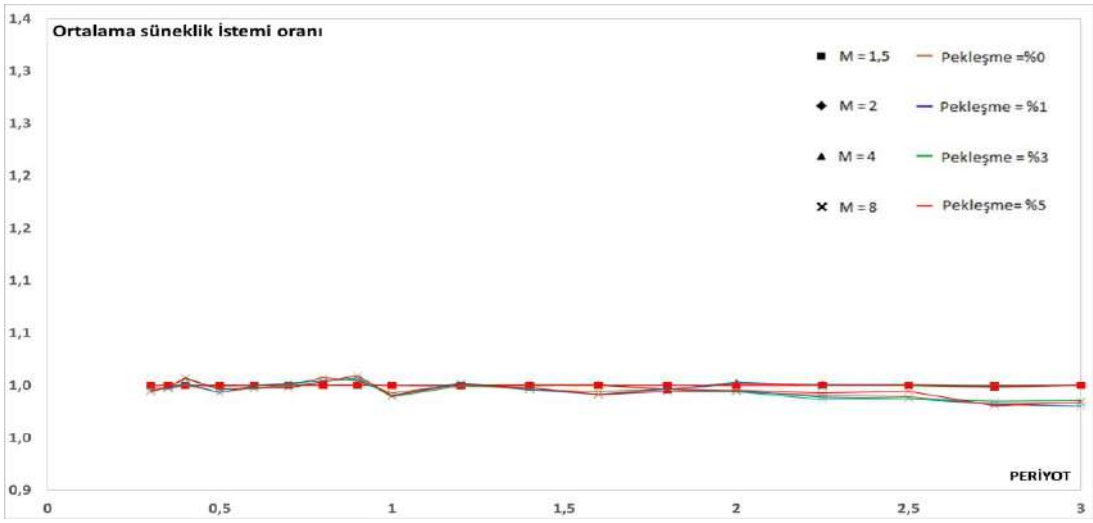
Şekil D.60: Özet süneklik istemi oranı ortalamaları +1 standart sapma değerleri



Deprem seviyesi = 0,05

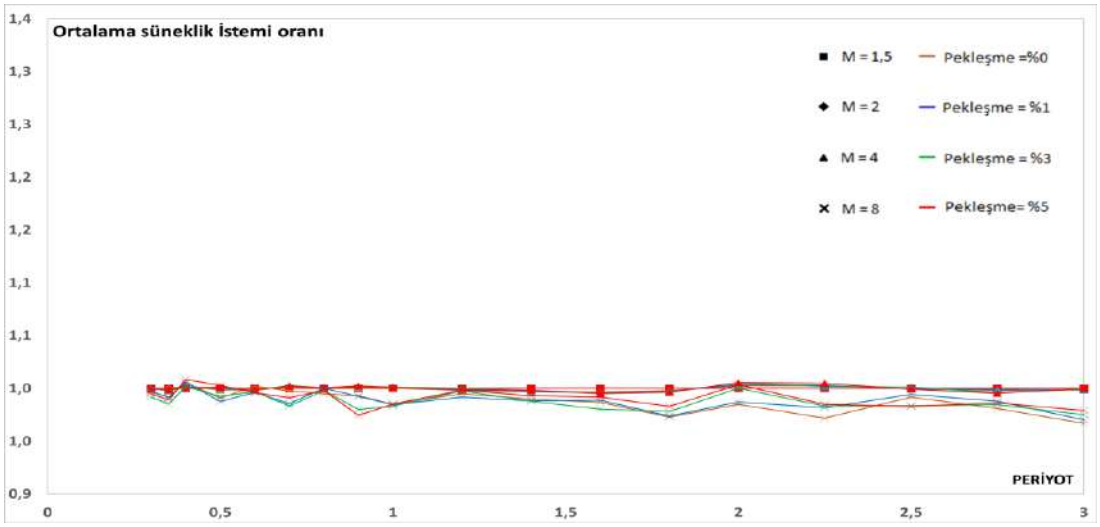


Deprem seviyesi = 0,1

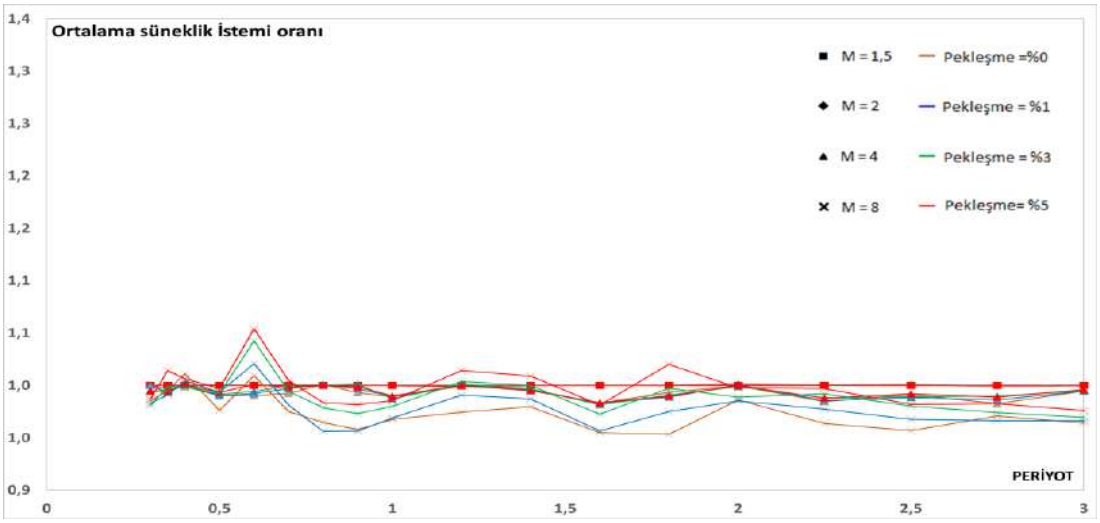


Deprem seviyesi = 0,15

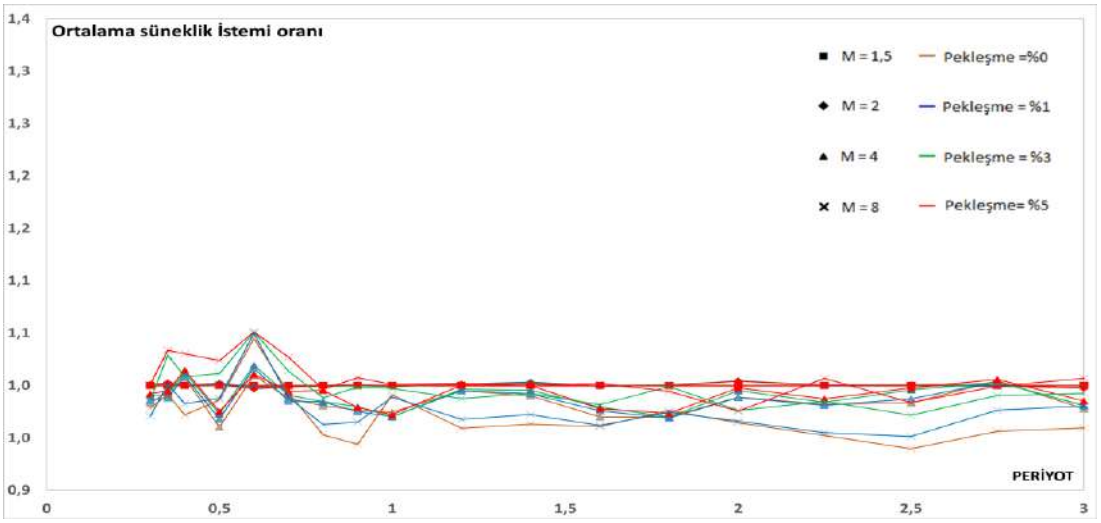
Şekil D.61: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 0,2

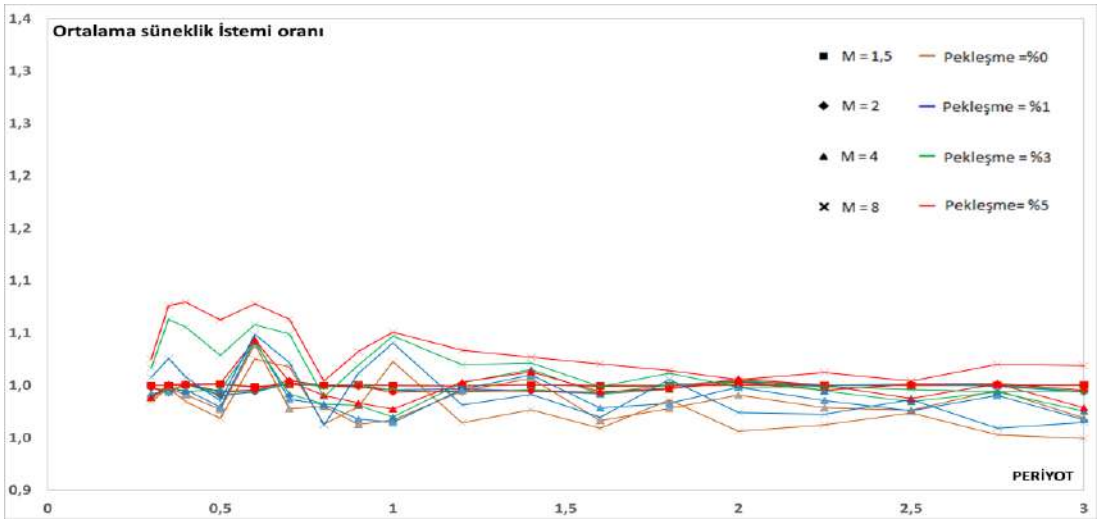


Deprem seviyesi = 0,3

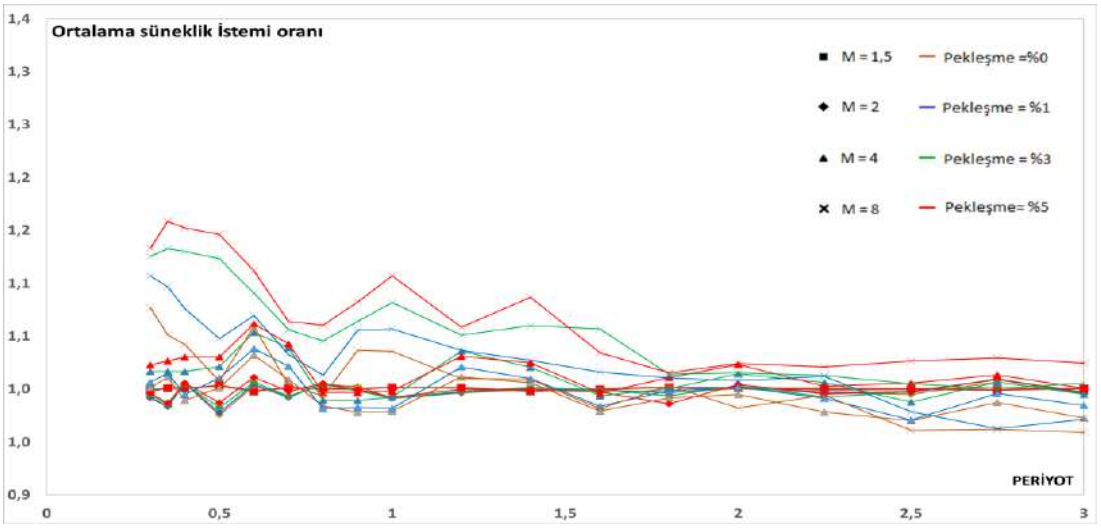


Deprem seviyesi = 0,4

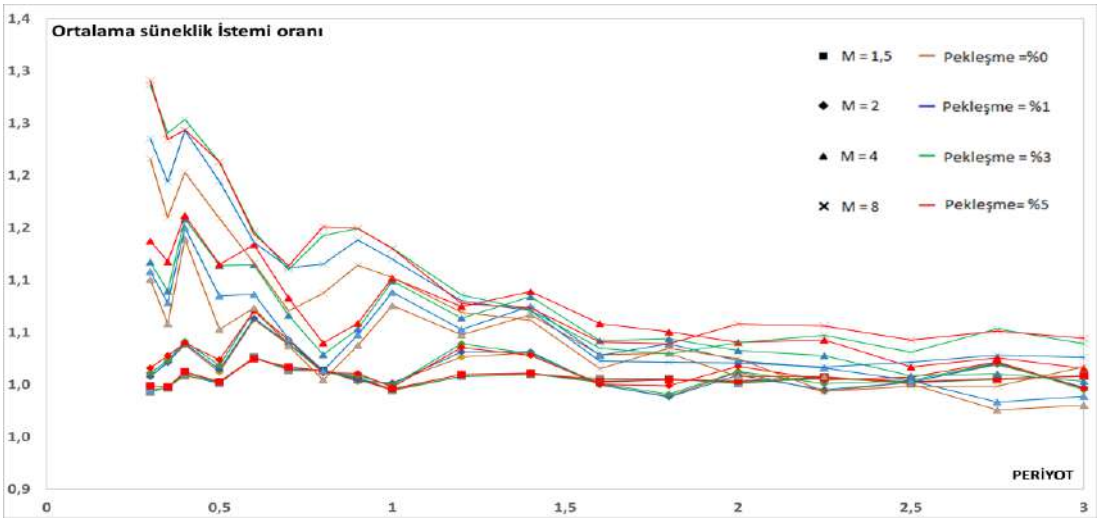
Şekil D.62: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 0,5

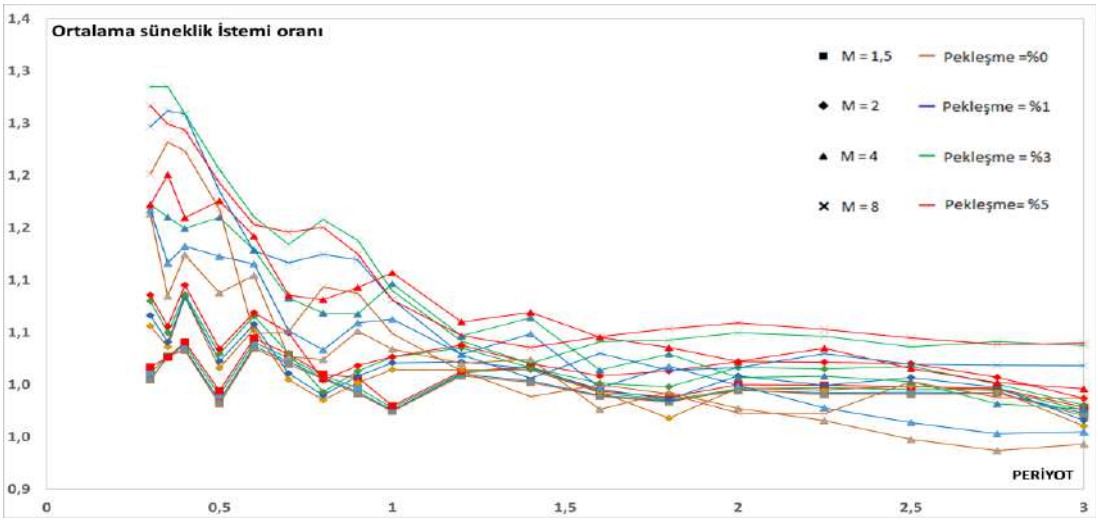


Deprem seviyesi = 0,6

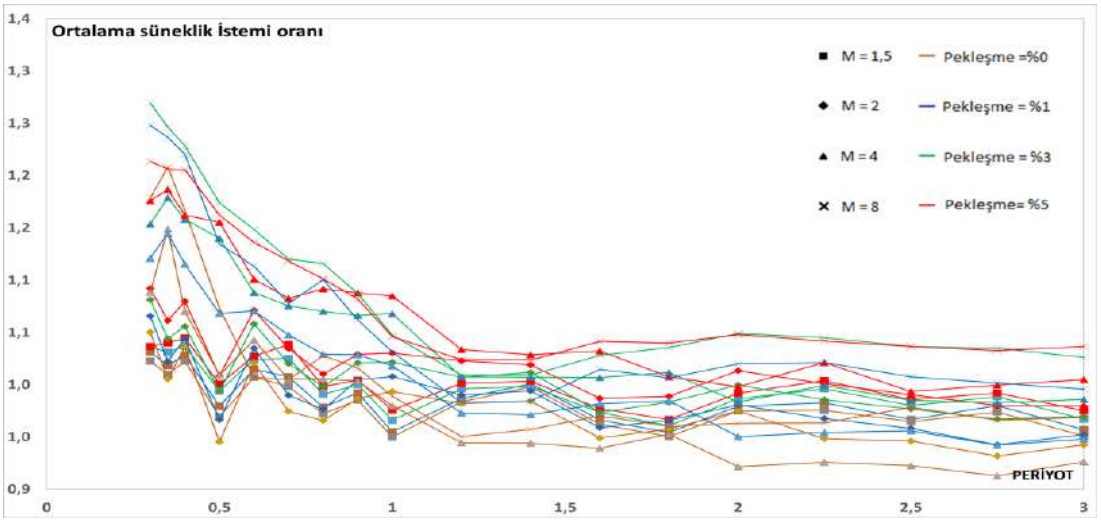


Deprem seviyesi = 0,8

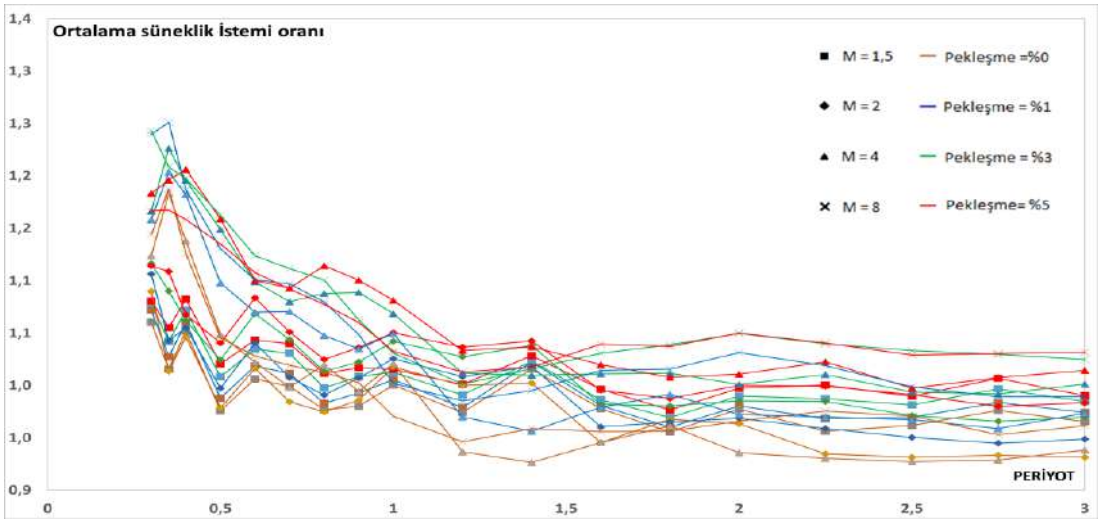
Şekil D.63: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 1,0

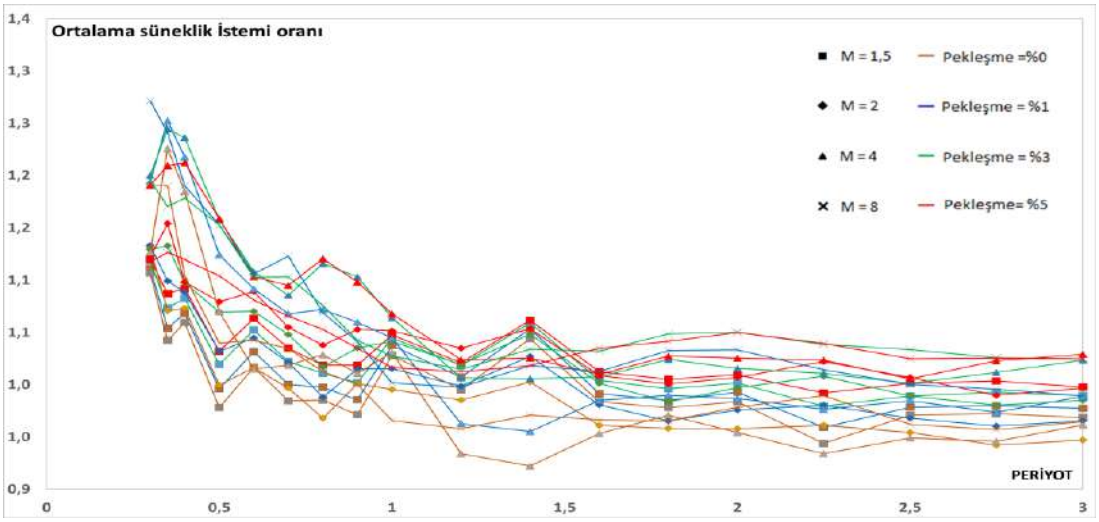


Deprem seviyesi = 1,2

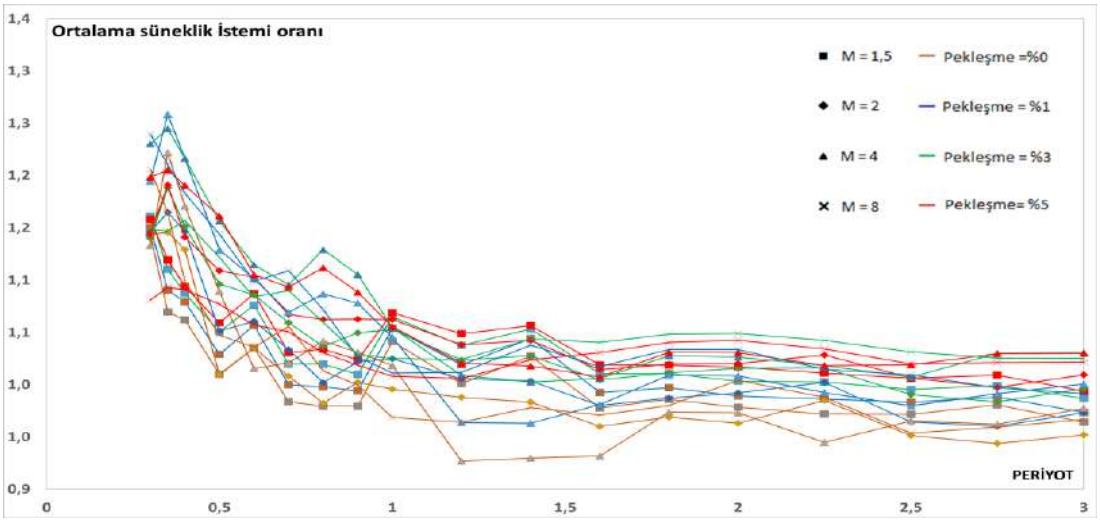


Deprem seviyesi = 1,4

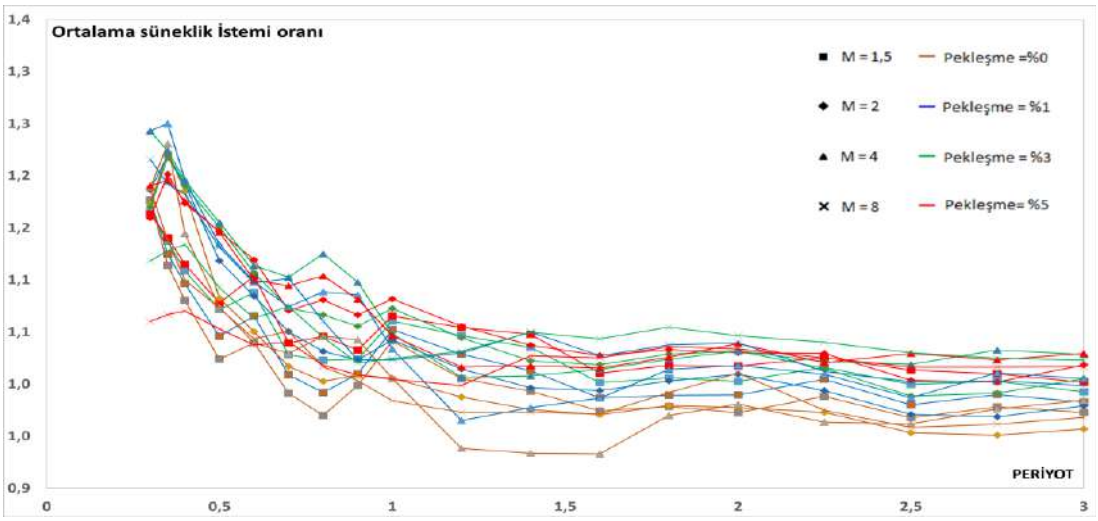
Şekil D.64: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 1,6

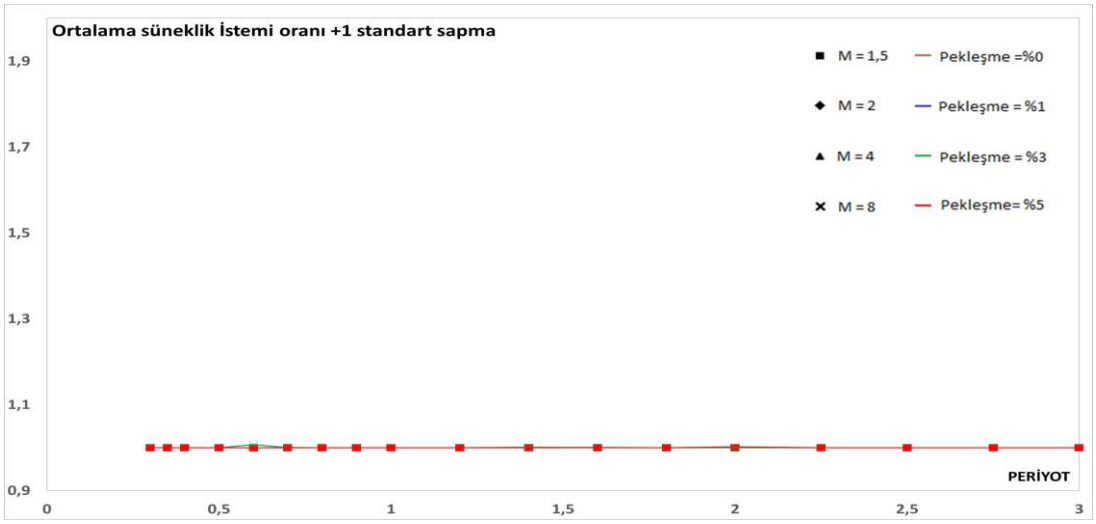


Deprem seviyesi= 1,8

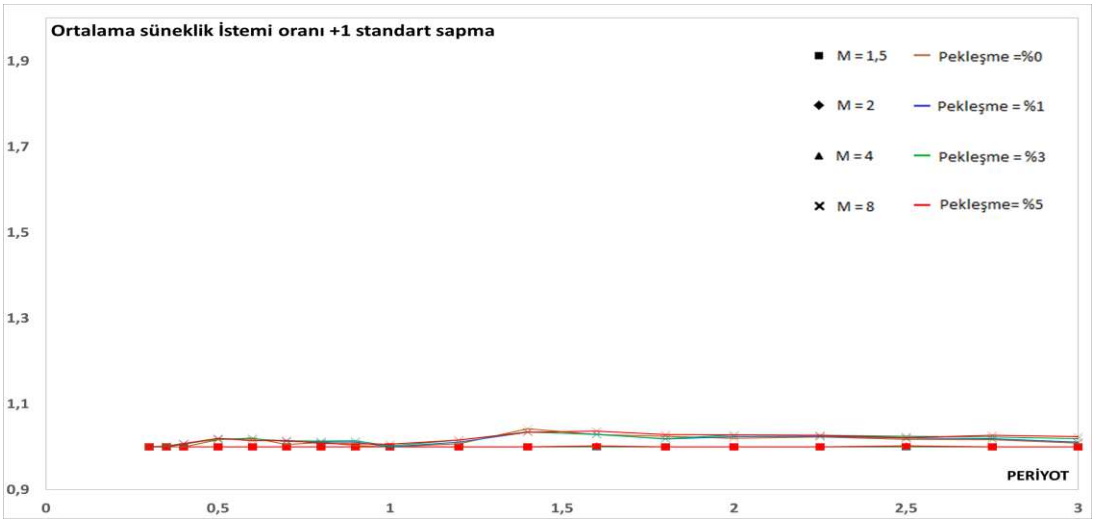


Deprem seviyesi = 2

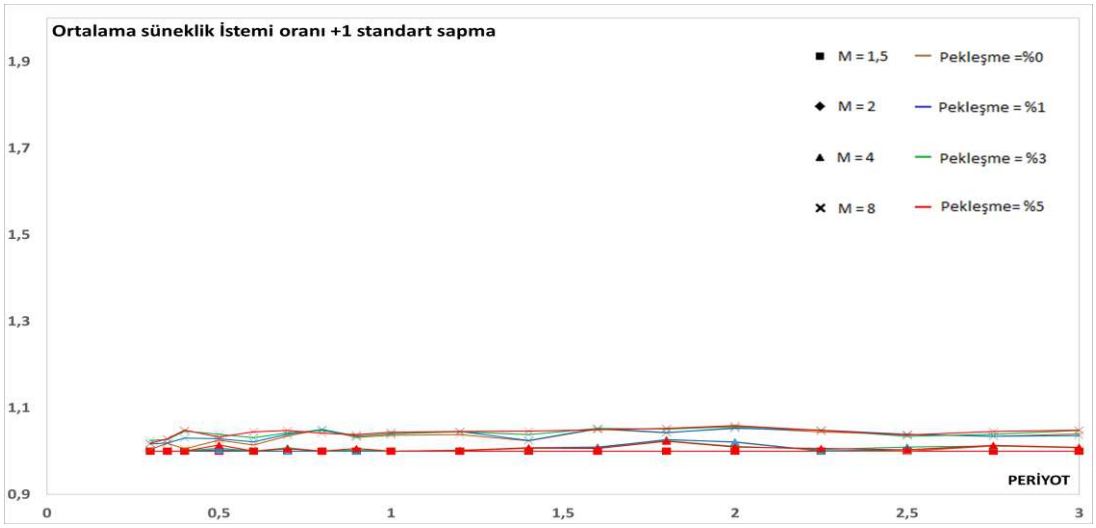
Şekil D.65: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 0,05

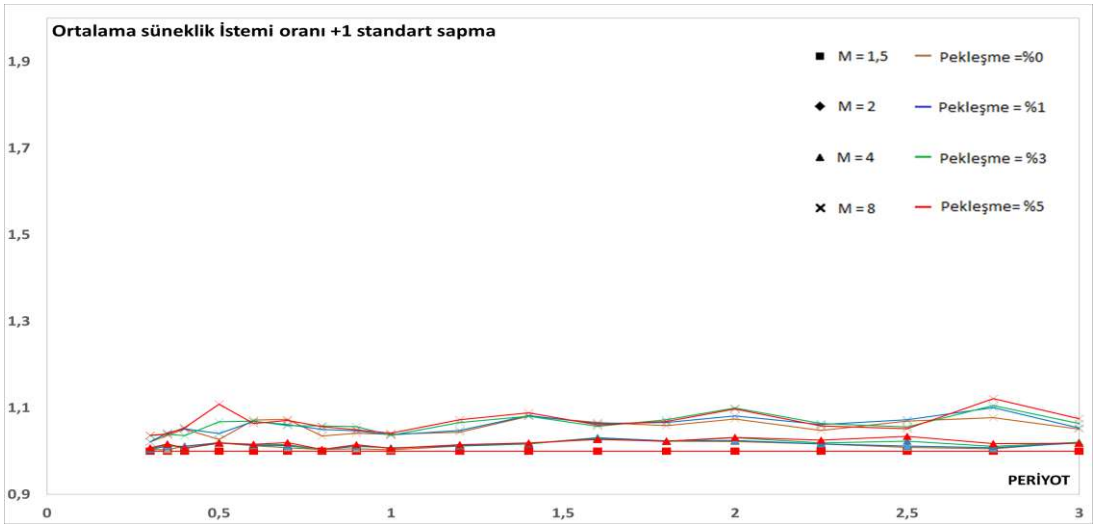


Deprem seviyesi = 0,1

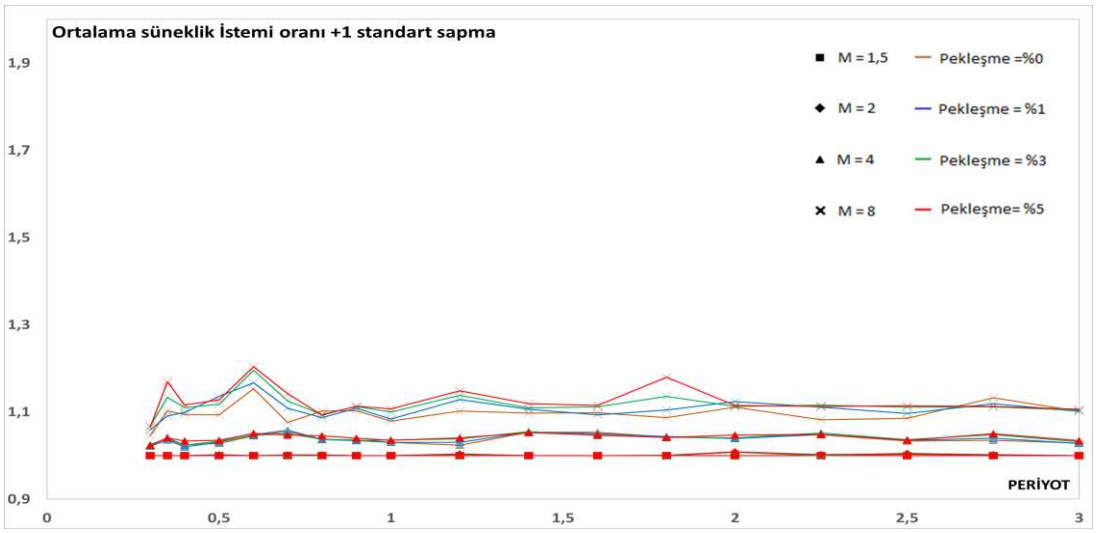


Deprem seviyesi= 0,15

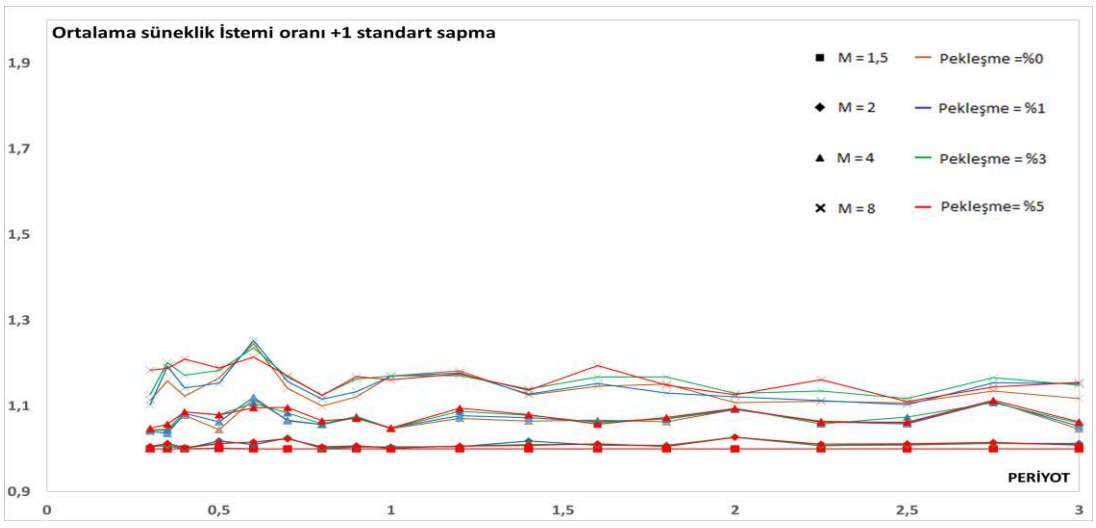
Şekil D.66: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 0,2

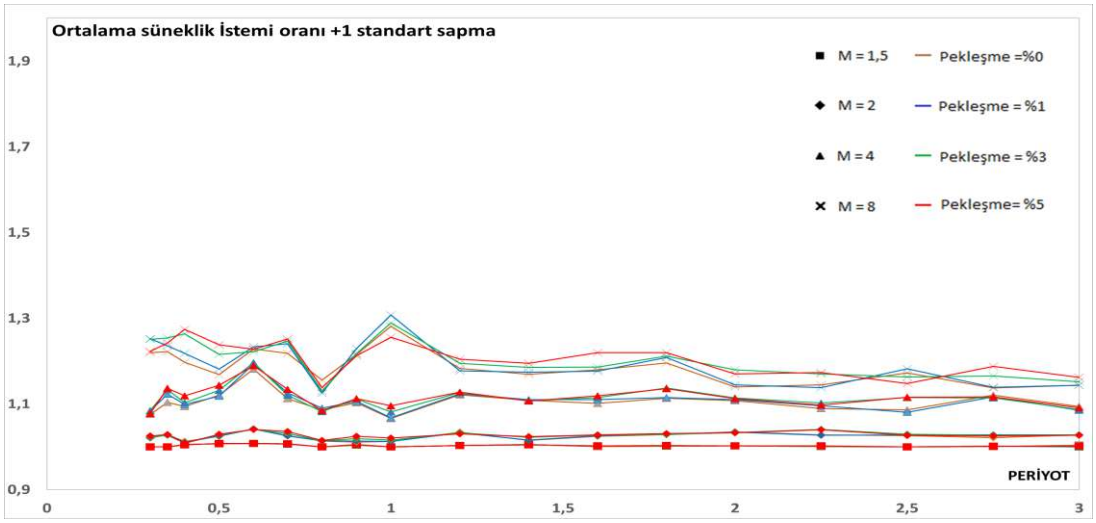


Deprem seviyesi = 0,3

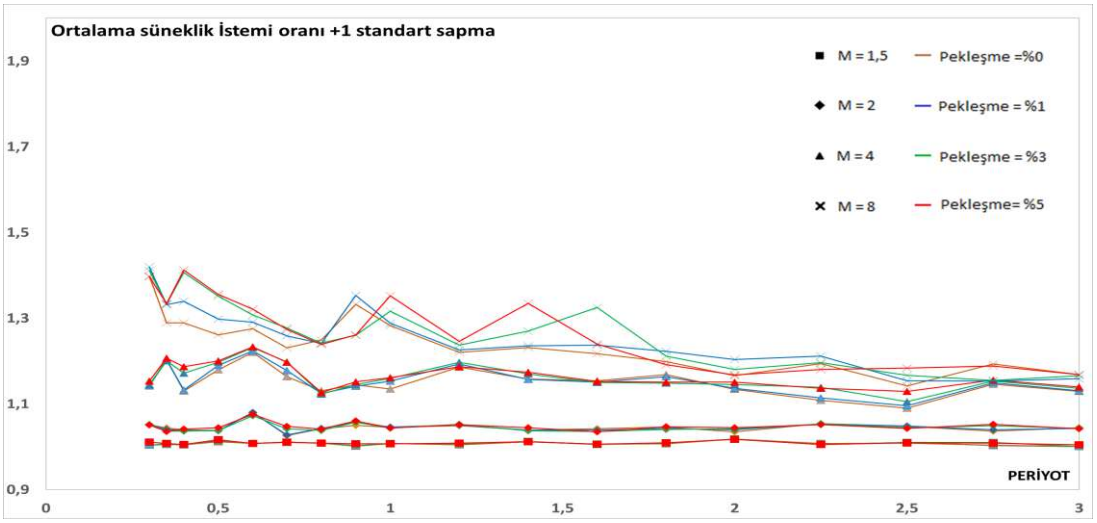


Deprem seviyesi = 0,4

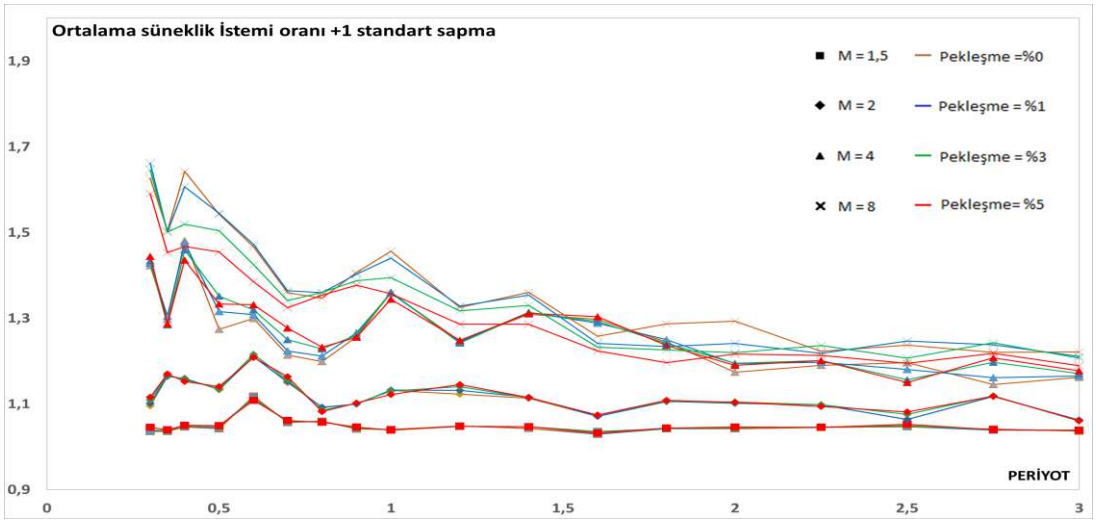
Şekil D.67: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 0,5

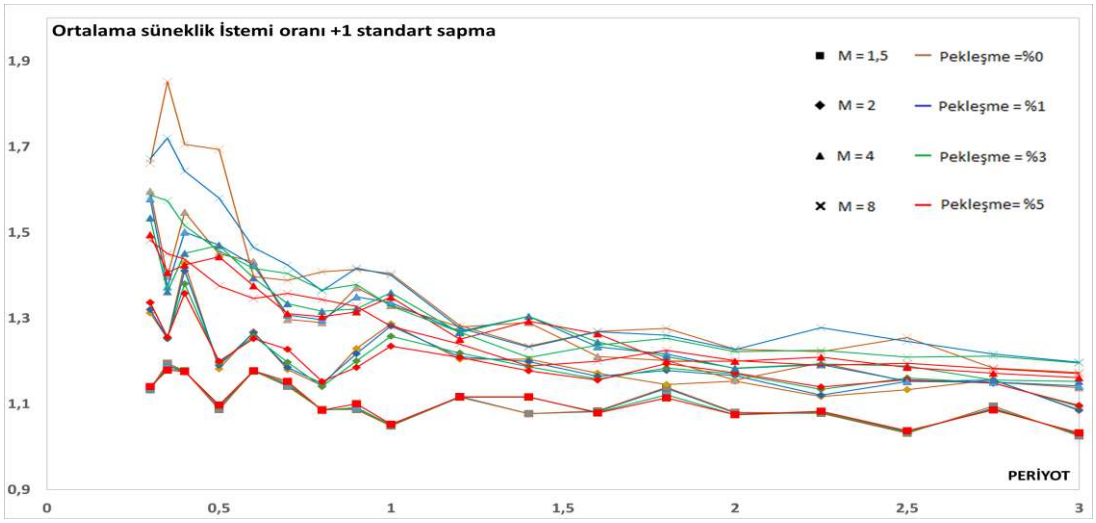


Deprem seviyesi = 0,6

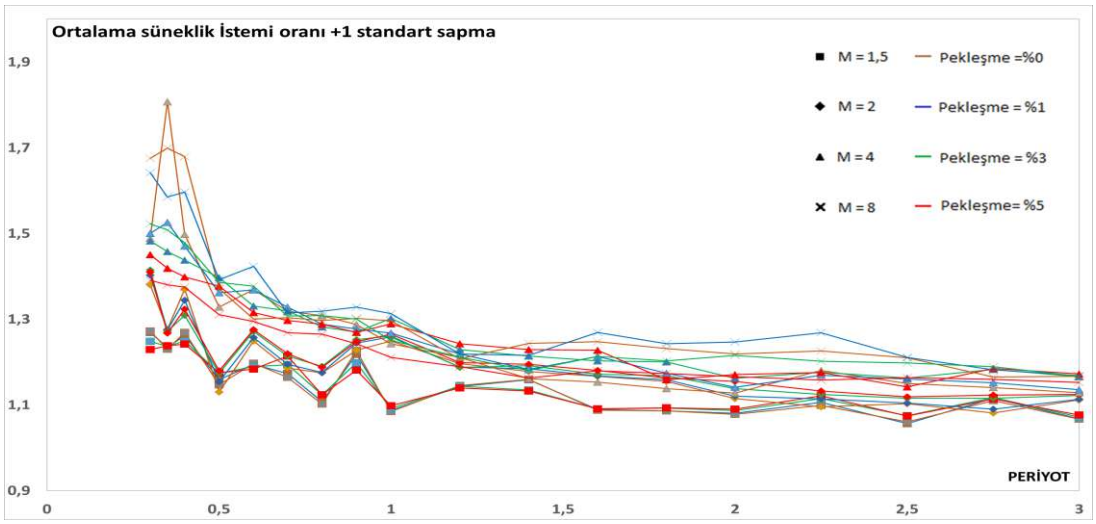


Deprem seviyesi = 0,8

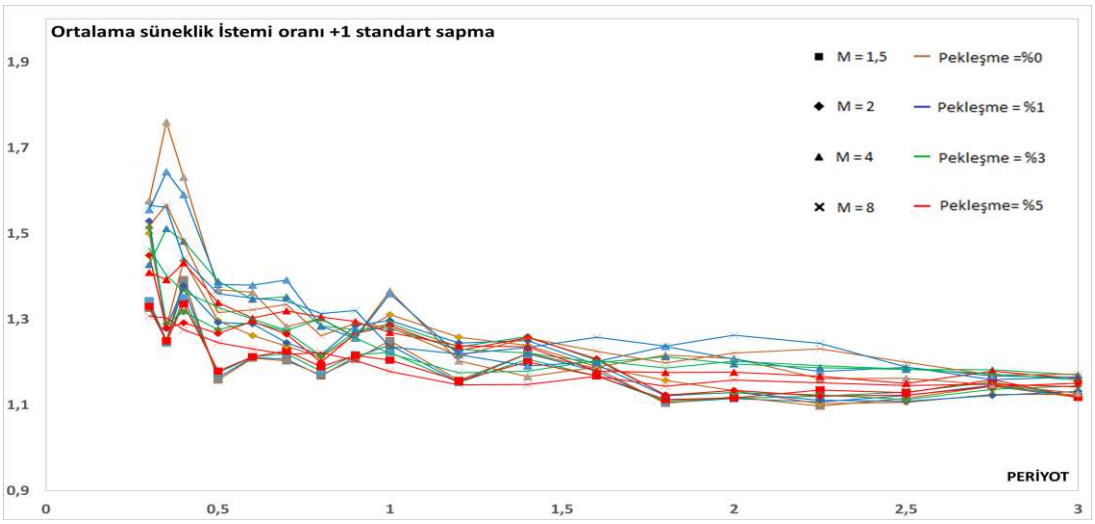
Şekil D.68: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 1,0

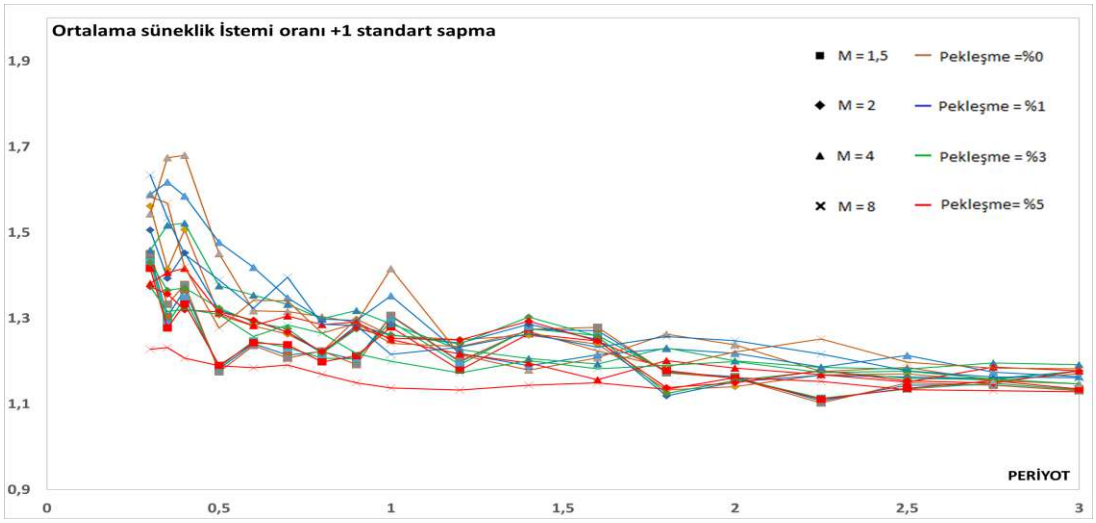


Deprem seviyesi = 1,2

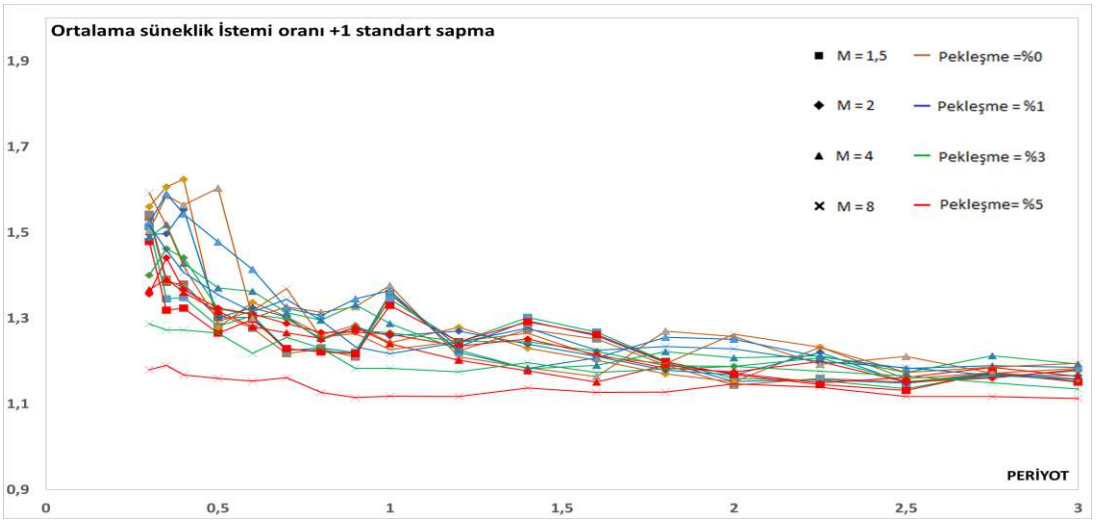


Deprem seviyesi = 1,4

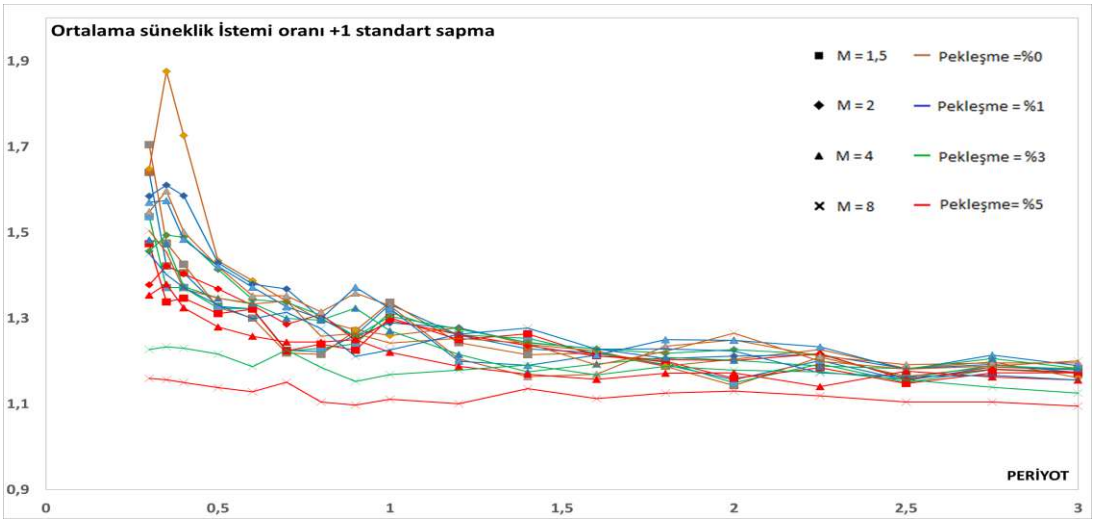
Şekil D.69: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranları



Deprem seviyesi = 1,6



Deprem seviyesi = 1,8



Deprem seviyesi = 2

Şekil D.70: Belirli bir deprem seviyesinde tüm periyot, pekleşme ve tasarım süneklik kapasitesi değerlerinde gerçekleşen, ortalama +1 standart sapma süneklik istemi oranları