

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

**DBYBHY VE TBDY İLE UYUMLU GERÇEK İVME KAYDI
SETLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN MAKSİMUM
ÖTELENME TALEPLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMED ALİ ELYASİNO

DENİZLİ, NİSAN - 2018

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



**DBYBHY VE TBDY İLE UYUMLU GERÇEK İVME KAYDI
SETLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN MAKSİMUM
ÖTELENME TALEPLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUHAMMED ALİ ELYASİNO

DENİZLİ, NİSAN - 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

MUHAMMED ALİ ELYASİNO tarafından hazırlanan “DBYBHY VE TBDY İLE UYUMLU GERÇEK İVME KAYDI SETLERİ KULLANILARAK ELDE EDİLEN MAKSİMUM ÖTELENME TALEPLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20.04.2018 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından **oy birliği** ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

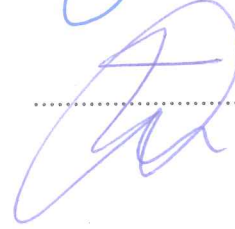
Danışman
Doç. Dr. Ali Haydar KAYHAN



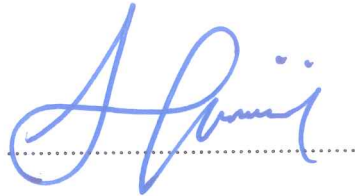
Üye
Dr. Öğretim Üyesi Mehmet PALANCI



Üye
Dr. Öğretim Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 02.05.2018 tarih ve 18/07-B sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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



MUHAMMED ALİ ELYASİNO

ÖZET

**DBYBHY VE TBDY İLE UYUMLU GERÇEK İVME KAYDI SETLERİ
KULLANILARAK ELDE EDİLEN MAKSİMUM ÖTELENME
TALEPLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MUHAMMED ALİ ELYASİNO
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. ALİ HAYDAR KAYHAN)
DENİZLİ, NİSAN - 2018**

Performansa dayalı tasarım yaklaşımında performans değerlendirmesi ve/veya tasarım için hedef olarak maksimum ötelenme, maksimum görelî kat ötelenmesi, maksimum süneklik talebi gibi kavramlar da kullanılmaktadır. Bu taleplerin hesabı için kullanılacak en doğru yöntem, yapıların zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizidir.

Bu çalışmada, şu anda yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) ve yakın zamanda yürürlüğe girmesi beklenen Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğı (TBDY) ile uyumlu gerçek ivme setleri kullanılarak yapılacak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi ve birbiri ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, farklı periyot, yatay dayanım oranı ve çevrimsel davranış modeline sahip tek serbestlik dereceli sistemlerin doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler için, DBYBHY ve TBDY’de tanımlanmış zemin sınıfları ile uyumlu gerçek ivme setleri kullanılmıştır.

İvme setlerinde yer alan ivme kayıtları kullanılarak, tek serbestlik dereceli sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri ile maksimum ötelenme talepleri elde edilmiştir. Daha sonra, her bir set için maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanmıştır. DBYBHY ve TBDY ile uyumlu ivme setleri için ayrı ayrı hesaplanan bu istatistiksel veriler karşılaştırılarak, TBDY’de zaman tanım alanında analiz ile ilgili olarak ifade edilen hususların etkisi değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları, hem DBYBHY hem de TBDY için geçerli olmak üzere, aynı zemin sınıfı ile uyumlu farklı setler için hesaplanan ortalama ötelenme taleplerinin farklılık gösterebileceğini, ivme kayıtlarından elde edilen ötelenme taleplerinin sete ait ortalama ötelenme talebi etrafındaki saçılımının yüksek olduğunu göstermiştir. TBDY’de zemin sınıfları için tanımlanan tasarım ivme spektrumu tanımında yapılan değişikliklerin, aynı konum ve zeminde bulunduğu kabul edilen tek serbestlik dereceli sistemler için DBYBHY ve TBDY ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerin farklılık göstermesine sebep olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Doğrusal olmayan davranış, maksimum ötelenme talebi, tek serbestlik dereceli sistemler, zaman tanım alanında analiz.

ABSTRACT

THE COMPARISON OF THE MAXIMUM DISPLACEMENT DEMANDS USING REAL GROUND MOTION RECORD SETS COMPATIBLE WITH SEISMIC DESIGN CODES DBYBHY AND TBDY

MSC THESIS

MUHAMMED ALİ ELYASİNO

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. ALİ HAYDAR KAYHAN)

DENİZLİ, APRIL 2018

In performance based design approach, displacement based response parameters such as maximum displacement, maximum drift, maximum ductility demands etc. have been used for seismic design and/or performance assessment of the building type of structures. In order to estimate these parameters, nonlinear time history analysis is the most appropriate method.

In this study, it is aimed to statistically evaluate and compare the maximum drift demands obtained by nonlinear time history analysis using real ground motion record sets compatible with current Turkish Earthquake Code (DBYBHY) and Turkish Building Earthquake Code (TBDY). For this purpose, nonlinear time history analyses of single degree of freedom systems with different period, lateral strength ratio and hysteresis model have been performed. For the analyses, real ground motion record sets compatible with the soil classes defined in DBYBHY and TBDY are used.

Using ground motion records in the record sets, maximum displacement demands of the single degree of freedom systems are calculated via nonlinear time history analysis. Then, the mean and standard deviation of the maximum displacement demands are calculated for each ground motion record sets. Comparing the mean and the standard deviation values calculated for the record sets, the effect of the new regulations in TBDY is evaluated.

According to the results, the mean of the maximum displacement demands calculated for different record sets compatible with the same soil class can vary. In addition the dispersion of maximum displacement demands around the mean is high. These results are valid for both DBYBHY and TBDY compatible record sets. Results also show that the changes in the definitions of the design acceleration spectrum in TBDY cause the difference between the mean displacement demands obtained by DBYBHY and TBDY compatible ground motion record sets for the same location and local soil properties.

KEYWORDS: Nonlinear behavior, maximum displacement demands, single degree of freedom systems, time history analysis.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Problemin Tanımı	2
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Literatür Çalışmaları	5
1.4 Kapsam ve Yöntem.....	8
1.5 Tezin Organizasyonu	9
2. ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ VE TEK SERBESTLİK DERECELİ SİSTEMLER	11
2.1 Giriş	11
2.2 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz	13
2.3 Tek Serbestlik Dereceli (TSD) Sistemler.....	14
2.4 Çalışmada Kullanılan Çevrimsel Davranış Modelleri.....	16
2.4.1 Elastik – Mükemmel Plastik (EMP) model.....	16
2.4.2 Elastik – Doğrusal Pekleşen (EDP) Model.....	17
2.4.3 Modifiye Takeda (MTK00) Modeli	18
2.4.4 Modifiye Takeda (MTK04) Modeli	18
3. DBYBHY VE TBDY İLE UYUMLU İVME KAYDI SETLERİ.....	19
3.1 Giriş	19
3.2 DBYBHY’ye Göre Zaman Tanım Alanında Analiz Koşulları	20
3.3 DBYBHY Tasarım İvme Spektrumları	21
3.4 TBDY’ye Göre Zaman Tanım Alanında Analiz Koşulları.....	22
3.5 TBDY Tasarım İvme Spektrumları	24
3.6 Yer Hareketi Veri Tabanı ve İvme Seçimi İçin İlave Kriterler.....	27
3.7 DBYBHY İle Uyumlu İvme Kaydı Setleri	29
3.8 TBDY İle Uyumlu İvme Kaydı Setleri.....	34
4. DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARI.....	40
4.1 DBYBHY İle Uyumlu Setler İçin Analiz Sonuçları.....	40
4.2 TBDY İle Uyumlu Setler İçin Analiz Sonuçları	52
4.3 Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
6. KAYNAKLAR	75
7. EKLER	81
EK A Analizler İçin Kullanılan Gerçek İvme Kayıtlarına Ait Bilgiler.....	81
EK B Maksimum Ötelenme Taleplerinin Ortalaması ve Standart Sapması..	91
EK C CoV değerlerinin minimumu, maksimumu ve ortalaması	109
8. ÖZGEÇMİŞ.....	116

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: İdeal malzeme gerilme-şekil değiştirme modelleri.....	12
Şekil 2.2: TSD sistemin matematiksel modeli	14
Şekil 2.3: Elastik-Mükemmel Plastik modelin yük - deplasman ilişkisi	17
Şekil 2.4: Elastik-Doğrusal Pekleşen modelin yük - deplasman ilişkisi.....	17
Şekil 2.5: Modifiye Takeda modeline ait yük – deplasman ilişkisi.....	18
Şekil 3.1: DBYBHY’ye göre yerel zemin sınıfları için elastik spektral ivme	22
Şekil 3.2: TBDY’ye göre yatay elastik spektral ivme	26
Şekil 3.3: TBDY’ye göre zemin sınıfları için yatay tasarım spektral ivmesi ...	27
Şekil 3.4: Z1 sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	30
Şekil 3.5: Z1 sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	31
Şekil 3.6: Z1 sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	31
Şekil 3.7: Z1 sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	31
Şekil 3.8: Z2 sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar	32
Şekil 3.9: Z2 sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	32
Şekil 3.10: Z2 sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	32
Şekil 3.11: Z2 sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	33
Şekil 3.12: Z3 sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar	33
Şekil 3.13: Z3 sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar	33
Şekil 3.14: Z3 sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar	34
Şekil 3.15: Z3 sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar.....	34
Şekil 3.16: ZB sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	36
Şekil 3.17: ZB sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	36
Şekil 3.18: ZB sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	36
Şekil 3.19: ZB sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	37
Şekil 3.20: ZC sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	37
Şekil 3.21: ZC sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	37
Şekil 3.22: ZC sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	38
Şekil 3.23: ZC sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	38
Şekil 3.24: ZD sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	38
Şekil 3.25: ZD sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	39
Şekil 3.26: ZD sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	39
Şekil 3.27: ZD sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar	39
Şekil 4.1: Z1 ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)	44
Şekil 4.2: Z2 ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)	45
Şekil 4.3: Z3 ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)	45
Şekil 4.4: Z1 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)	47
Şekil 4.5: Z2 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)	47
Şekil 4.6: Z3 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)	48
Şekil 4.7: Z1 ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri (T=0.4s)....	49
Şekil 4.8: Z1 ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri (T=1.2s)....	50
Şekil 4.9: Z1 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması	50
Şekil 4.10: Z2 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması.....	51
Şekil 4.11: Z3 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması.....	51
Şekil 4.12: ZB ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model).....	56

Şekil 4.13: ZC ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model).....	56
Şekil 4.14: ZD ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model).....	57
Şekil 4.15: ZB ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model).....	59
Şekil 4.16: ZC ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model).....	59
Şekil 4.17: ZD ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model).....	60
Şekil 4.18: ZB ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri (T=0.4s)..	60
Şekil 4.19: ZB ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri (T=1.2s)..	61
Şekil 4.20: ZB ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması.....	62
Şekil 4.21: ZC ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması.....	62
Şekil 4.22: ZD ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması.....	62
Şekil 4.23: DBYBHY ve TBDY ivme spektrumları	63
Şekil 4.24: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z1-ZB zemin, EMP-EDP modelleri).....	65
Şekil 4.25: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z1-ZB zemin, MTK00-MTK04 modelleri)	65
Şekil 4.26: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z2-ZC zemin, EMP-EDP modelleri).....	66
Şekil 4.27: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z2-ZC zemin, MTK00-MTK04 modelleri)	66
Şekil 4.28: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z3-ZD zemin, EMP-EDP modelleri).....	67
Şekil 4.29: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z3-ZD zemin, MTK00-MTK04 modelleri)	67
Şekil 4.30: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z1-ZB zemin, EMP-EDP modelleri).....	68
Şekil 4.31: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z1-ZB zemin, MTK00-MTK04 modelleri)	69
Şekil 4.32: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının oranı (Z2-ZC zemin, EMP-EDP modelleri).....	69
Şekil 4.33: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z2-ZC zemin, MTK00-MTK04 modelleri)	70
Şekil 4.34: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z3-ZD zemin, EMP-EDP modelleri)	70
Şekil 4.35: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z3-ZD zemin, MTK00-MTK04 modelleri).....	71
Şekil C.1: Z1 ile uyumlu setlerde CoV değerlerine ait bilgi (EDP modeli)....	109
Şekil C.2: Z2 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)	109
Şekil C.3: Z3 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)	110
Şekil C.4: Z1 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)	110
Şekil C.5: Z2 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)	110
Şekil C.6: Z3 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)	111
Şekil C.7: Z1 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)	111
Şekil C.8: Z2 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)	111
Şekil C.9: Z3 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)	112
Şekil C.10: ZB ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli).....	112
Şekil C.11: ZC ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli).....	112
Şekil C.12: ZD ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli).....	113
Şekil C.13: ZB ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli).....	113
Şekil C.14: ZC ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli).....	113
Şekil C.15: ZD ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)	114

Şekil C.16: ZB ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli).....	114
Şekil C.17: ZC ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli).....	114
Şekil C.18: ZD ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)	115

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Yerel zemin sınıflarının spektrum karakteristik periyotları	22
Tablo 3.2: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin katsayıları, F_S	25
Tablo 3.3: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları, F_1	25
Tablo 3.4: Z1 sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	29
Tablo 3.5: Z2 sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	30
Tablo 3.6: Z3 sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	30
Tablo 3.7: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	35
Tablo 3.8: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	35
Tablo 3.9: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri	35
Tablo 4.1: TSD sistemlerde Z1 için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)	41
Tablo 4.2: TSD sistemlerde Z2 için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)	42
Tablo 4.3: TSD sistemlerde Z3 için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)	43
Tablo 4.4: TSD sistemlerde ZB için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)	53
Tablo 4.5: TSD sistemlerde ZC için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)	54
Tablo 4.6: TSD sistemlerde ZD için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)	55
Tablo 4.7: Örnek periyot değerleri için spektral ivme değerleri (g)	64
Tablo A.1: Z1 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri	81
Tablo A.2: Z2 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri	83
Tablo A.3: Z3 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri	84
Tablo A.4: ZB sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri	85
Tablo A.5: ZC sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri	87
Tablo A.6: ZD sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri	89
Tablo B.1: Z1 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)	91
Tablo B.2: Z2 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)	92
Tablo B.3: Z3 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)	93
Tablo B.4: Z1 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)	94
Tablo B.5: Z2 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)	95
Tablo B.6: Z3 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)	96
Tablo B.7: Z1 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)	97
Tablo B.8: Z2 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)	98
Tablo B.9: Z3 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)	99
Tablo B.10: ZB sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)	100
Tablo B.11: ZC sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)	101
Tablo B.12: ZD sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)	102
Tablo B.13: ZB sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)	103
Tablo B.14: ZC sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)	104
Tablo B.15: ZD sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)	105
Tablo B.16: ZB sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)	106
Tablo B.17: ZC sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)	107
Tablo B.18: ZD sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)	108

KISALTMALAR

ASCE	: American Society of Civil Engineering
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
EDP	: Elastik Doğrusal Pekleşen Model
EMP	: Elastik-Mükemmel Plastik Model
ESMD	: European Strong – Motion Database
EUROCODE	: European Standards
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
GB	: Code for Seismic Design of Buildings, China
MTK00	: Modifiye Takeda Modeli $\alpha=0, \beta=0$
MTK04	: Modifiye Takeda Modeli $\alpha=0.4, \beta=0$
PEER	: Pacific Earthquake Engineering Research Center
SEAOC	: The Structural Engineers Association of California
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TSD	: Tek Serbestlik Dereceli Sistemler
USGS	: United States Geological Survey

SEMBOL LİSTESİ

- A_o : Etkin yer ivme katsayısı
 $A(T)$: Spektral ivme katsayısı
 c : Tek serbestlik dereceli sistemin sönümü
 C_{cr} : Kritik sönüm
 CoV : Varyasyon katsayısı
DD-1 : 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-2 : 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-3 : 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-4 : 50 yılda aşılma olasılığı %68 olan deprem yer hareketi düzeyi
 F_y/W : Yatay dayanım oranı
 F_y : Tek serbestlik dereceli sistemlerde yatay yük kapasitesi
 F_S : Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
 F_I : 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
 g : Yerçekimi ivmesi [$g = 9.81 \text{ m/s}^2$]
 I : Bina önem katsayısı
 k : Tek serbestlik dereceli sistemin rijitliği
 k_o : Başlangıç rijitliği
 k_u : Yükün kalması sonrası rijitlik
 L_F : Fay düzlemine olan mesafe [km]
 m : Tek serbestlik dereceli sistemin kütlesi
 r : Akma sonrası rijitliğin başlangıç rijitliğine oranı
 $S_{ae}(T)$: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]
 S_{DS} : Kısa periyot bölgesi için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 S_S : Kısa periyot bölgesi için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 S_I : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
 s_A : Maksimum yatay ötelenmelerin set için hesaplanan standart sapması
 $S(T)$: Spektrum katsayısı
 T : Doğal titreşim periyodu [s]
 T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyotları [s]
 T_L : Tasarım spektrumunda sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]
 T_P : Binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
 u_m : Maksimum deplasman
 u_p : Plastik deplasman
 u_y : Akma deplasmanı
 γ_f : Faya yakınlık katsayısı
 W : Yapının deprem hesabına esas ağırlığı
 β : Modifiye Takeda modelinde yeniden yükleme hedefi katsayısı
 α : Modifiye Takeda çevrimsel davranış modelinde rijitlik azalması katsayısı
 ω_d : Dairesel frekans
 σ : Normal gerilme
 ε : Birim şekil değişimi
 ξ : Sönüm oranı
 Δ : Yatay ötelenme
 Δ_{mak} : Maksimum yatay ötelenme
 μ_Δ : Maksimum yatay ötelenmelerin set için hesaplanan ortalaması

ÖNSÖZ

Bu çalışmayı bana öneren, yüksek lisans öğrenimim boyunca yardımlarını, desteğini ve rehberliğini esirgemeyen, hem akademik hem de ahlaki değerleri ile bana ışık tutan değerli hocam, Doç. Dr. Ali Haydar KAYHAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışması boyunca, kapısını her çaldığımda samimiyetle yardımcı olan, değerli arkadaşım Araş. Gör. İnş. Yük. Müh. Ahmet Demir'e ve tez dönemi boyunca yardım ve destekleri ile yanımda olan Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölüm personellerine teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen rahmetli babam ve anneme, her zaman yanımda duran ve her türlü zorlukları beraber aştığımız sevgili eşim ve çocuklarıma, yanımda olmasalar da hayır dualarıyla bana verdikleri manevi güç ve destekleri için sevgili kardeşlerim ve ailelerine, son olarak da her zaman bana gösterdikleri ilgi ve destekleri için eski ve yeni arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

Nisan 2018

Muhammed Ali ELYASİNO
(İnşaat Mühendisi)

Anneme ve babama...

1. GİRİŞ

Dünyada meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğu yer kabuğunu oluşturan levhaların birbirine yaklaştığı, uzaklaştığı ya da teğet geçtiği bölgelere denk gelmektedir. Bu bölgelerden birincisi pasifik deprem kuşağı, Şili, Orta Amerika, Meksika, Alaska, Japonya, Filipinler ve Yeni Zelanda'yı içine almaktadır. İkincisi olan Alp Himalaya Deprem Kuşağı, Türkiye'nin de içinde olduğu Endonezya'dan başlayıp Himayalar ve Akdeniz üzerinden Atlantik Okyanusuna ulaşan kuşaktır. Üçüncüsü ise Atlantik kuşağı, Atlantik Okyanusu ortasında bulunan levha sınırır. Büyük depremler bu bölgelerde meydana gelmekte ve yapısal hasarlara ve can kayıplarına neden olmaktadır.

Deprem Bölgeleri Haritası'na göre (Özmen ve diğ. 1997), Türkiye topraklarının %96'sı farklı seviyelerde deprem tehlikesine sahip bölgeler içerisinde yer almaktadır. Bu konuda en belirgin örneklerden biri; çok büyük sayıda can kaybının yaşandığı ve binlerce binanın tamamen yıkıldığı 17 Ağustos 1999'da gerçekleşen Marmara depreminde toplam ekonomik kayıpların 15-17 milyar dolar arasında olduğu tahmin edilmektedir (Youd ve diğ. 2000).

Bilindiği gibi deprem kaçınılmaz doğa olayıdır. Depremlerin oluşumunu engellemek imkansızdır. Ancak depreme karşı gerekli önlemler alarak depremden dolayı oluşabilecek hasar ve kayıpları azaltmak mümkündür. Bu yüzden deprem mühendisliğinde, depremi tanımak, yapıların deprem etkisindeki davranışlarını incelemek ve depremin yapılarda oluşturacağı etkileri tahmin etmek, depremin yapılarda oluşturacağı hasarları minimuma indirmek önemli çalışma alanlarındandır.

Son dönemlerde deprem mühendisliği alanındaki önemli çalışma alanlarından biri de performansa dayalı tasarım yaklaşımıdır. Bu yaklaşımın en önemli noktası ise; yapıların tasarımı ya da mevcut bir yapının sismik açıdan değerlendirilmesi ile hasarın gerçeğe daha yakın tahmin edilmesini sağlamaktadır. Performansa dayalı tasarım yaklaşımı ile ilgili ilk temel çalışmalardan biri olan olan SEAOC Vision 2000'de (1995) tanımlanan tasarım yaklaşımlarından birisi de deplasmana dayalı tasarımdır. Bu yaklaşım deprem mühendisliğinde genel olarak

benimsenmiş, tasarım ve mevcut yapıların performans değerlendirilmesi için hedef olarak maksimum global ötelenme, maksimum görelî kat ötelenmesi, maksimum süneklilik talebi gibi kavramlar kullanılmaya başlanmıştır (Ghobarah 2001, Priestley ve diğ. 2007).

Deplasmana dayalı yaklaşımda, maksimum görelî ötelenme talebi, görelî kat ötelenmesi ve yapısal eleman deformasyonu gibi taleplerin belirlenmesi için zaman tanım alanında analiz yaygın olarak kullanılmaktadır. Zaman tanım alanında analizler, malzemenin davranışına göre yapılacak kabuller ile doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan şekilde yapılabilmektedir. Malzeme davranışındaki kabule bağılı olarak doğrusal ötelenme talepleri veya doğrusal olmayan ötelenme talepleri elde edilmektedir. Doğrusal analiz yapıldığında, malzeme doğrusal elastik kabul edildiğinden deprem esnasında yapıda ortaya çıkabilecek doğrusal olmayan davranışı, plastik mafsall oluşumlarına bağılı olarak yapıya etkiyen yüklerin yapı elemanları arasında yeniden dağılımı gibi konularda bilgi alınmaz. Bu bilgiler ancak doğrusal olmayan malzeme davranışı dikkate alınarak yapılacak doğrusal olmayan analizler ile elde edilmektedir (Katsanos ve diğ. 2010).

1.1 Problemin Tanımı

Son yıllarda yapısal analiz için kullanılan paket programların ve bilgisayarların işlem yapabilme kapasitelerinin gelişmesine bağılı olarak, tek serbestlik dereceli (TSD) sistemlerin veya çok serbestlik dereceli karmaşık sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal veya doğrusal olmayan analizleri artmaya başlamıştır. Kuvvetli yer hareketi veri tabanlarının sayılarının artması (PEER Ancheta ve diğ. 2014, ESMD Ambraseys ve diğ. 2004) ve bu veri tabanlarındaki kuvvetli yer hareketi kayıtlarına kolay ulaşılabilmesi ise, zaman tanım alanında analizler için gerçek ivme kayıtlarının kullanılmasına olanak sağlamıştır

Kuvvetli yer hareketi veri tabanlarında bulunan gerçek ivme kayıtları, deprem büyüklüğü, faylanma tipi, yerel zemin özellikleri, maksimum yer hareketi ivmesi, depremin kaydedildiği istasyonun depremin odağına olan uzaklığı gibi farklı parametrelerinden dolayı birbirlerinden farklılık göstermektedir. Analizlerde kullanılan ivme kayıtları ise tasarım veya performans değerlendirmesi sonucunu

direkt olarak etkilediği için analizlerde kullanılacak ivme kaydı seçimi önem taşımaktadır. Bu yüzden yapının bulunduğu bölgenin depremselliği ve yerel zemin sınıfı ile uyumlu olacak şekilde ivme kayıtlarının seçilmesi, yapının tasarımı veya performans değerlendirilmesinde kullanılacak analiz sonuçlarının daha gerçekçi biçimde tahmin edilmesine katkı sağlayacaktır (Iervolino ve diğ. 2010, Kayhan ve diğ. 2011).

Yukarıda belirtilen hususlara bağlı olarak şu anda yürürlükte olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY 2007) ve yakın zamanda yürürlüğe girmesi beklenen Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nin de (TBDY 2018) içinde bulunduğu modern deprem yönetmeliklerin çoğunda zaman tanım alanında analiz yönteminin de kullanılması öngörülmüştür. (Eurocode-8 2004, ASCE 2003, GB 2001). Bu yönetmeliklerde tasarım ve performans değerlendirmesi amacı ile ivme kayıtlarının seçimi ve zaman tanım alanında analizler için gerekli tanımlamalar yer almaktadır. Zaman tanım alanında doğrusal ya da doğrusal olmayan analizler için kullanılacak deprem yükleri, bölgenin depremselliği ve yerel zemin koşulları ile uyumlu tasarım spektrumları ya da zaman tanım alanında analiz için seçilen ivme kayıtları ile temsil edilmektedir.

Zaman tanım alanında analizler için sentetik, yapay veya gerçek depremlerden elde edilen ivme kayıtlarının kullanılmasına izin verilmektedir. Kullanılacak ivme kayıtlarına ait spektrumların, tasarım spektrumu ile belirli bir periyot aralığında uyumlu olması da istenmektedir. Bu durumda, tek bir ivme kaydına ait spektrumun tasarım spektrumu ile uyumlu olması mümkün olmadığından birden fazla ivme kaydı kullanılması istenmekte ve bu kayıtlara ait ortalama spektrum ile tasarım spektrumu arasındaki uyum gözetilmektedir. Analizlerde kullanılacak ivme kaydı sayısının genel olarak en az üç olması önerilmektedir. En az yedi ivme kaydı kullanıldığında analizlerden elde edilen sonuçların ortalamasının kullanılması, daha az ivme kaydı kullanıldığında ise analiz sonuçlarının maksimumunun dikkate alınması istenmektedir (Bommer and Ruggeri 2002, Beyer and Bommer 2007).

Yapısal tepkilerdeki belirsizliklerin malzeme özellikleri, tasarım kabulleri ve yer hareketi gibi sebeplerden kaynaklandığı bilinmektedir. Belirsizlik içindeki en büyük pay ise deprem yer hareketlerinden kaynaklanmaktadır (Padgett ve Desroches

2007). Fay kırılmalarına bağlı olarak ortaya çıkan titreşimlerin ana kayaç ve zemin tabakalarından geçip herhangi bir yapının temel seviyesine ulaşıncaya kadar geçen sürecin karmaşıklığı deprem yer hareketlerinden kaynaklanan belirsizliğin sebebidir (Manolis 2002).

DBYBHY’te en az yedi ivme kaydı kullanıldığında analiz sonuçlarının ortalaması gözönüne alınabilmektedir. TBDY’de ise en az 11 ivme kaydı kullanılması ve analiz sonuçlarının ortalamasının dikkate alınması gerekmektedir. TBDY’de yer alan bir diğer önemli değişiklik de tasarım spektrumlarının yeniden tanımlanmış olmasıdır. Zaman tanım alanında analizlerde kullanılmak üzere modern deprem yönetmeliklerinde yer alan koşullar dikkate alınarak farklı ivme kayıtlarından oluşan birçok ivme kaydı seti elde etmek mümkündür (Iervolino ve diğ. 2008, Kayhan ve diğ. 2011, Kayhan 2012). Yapılacak analiz sonucunda elde edilecek yapısal tepkilerin ortalaması ise kullanılacak ivme kaydı setine göre farklılık gösterecektir. Dolayısıyla, yapısal tepkilerin ortalaması yani tasarım ya da değerlendirme için kullanılacak parametre, dikkate alınan ivme kaydı setine göre değişen ve önceden tahmin edilemeyen bir rastgele değişken olacaktır.

şu anda yürürlükte olan DBYBHY ile karşılaştırıldığında, yakın zamanda yürürlüğe girecek olan TBDY’de, analizlerde kullanılacak ivme kaydı setlerinde ve hedef spektrum olarak göz önüne alınacak tasarım spektrumunun yer alan yeni ifadelerin, zaman tanım alanında analizler ile elde edilecek yapısal tepkiler üzerinde ne kadar etkisinin olacağı bir inceleme konusu olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Bu tezin amacı, aynı yerel zemin özelliklerine sahip bir bölgede, DBYBHY ve TBDY ile uyumlu ivme kaydı setleri kullanılarak yapılacak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerle elde edilecek ötelenme taleplerini karşılaştırmaktır. Bu amaçla, farklı yatay dayanım oranı, titreşim periyodu ve doğrusal olmayan davranış modellerine sahip TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan ivme kaydı setlerinde yer alan ivme kayıtları için elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin (Δ_{mak}) istatistiksel olarak değerlendirilmesi amacı ile bu taleplerin set içerisindeki eğilimini temsil eden

ortalama (μ_{Δ}) ve saçılımını temsil eden standart sapma (s_{Δ}) değerleri dikkate alınmıştır.

1.3 Literatür Çalışmaları

Literatürde performansa dayalı yaklaşım dikkate alınarak, maksimum ötelenme ve maksimum görelî ötelenme taleplerinin elde edilmesi ve değerlendirilmesi ilgili çalışmalar yer almaktadır. Tez çalışması ile uyumlu olarak bu bölümde maksimum ötelenme taleplerinin değerlendirildiği çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Riddel ve diğ. (2002), TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi için 3 farklı çevrimsel davranış modeli (elastoplastik, bi-linear ve rijitlik azalması) kullanmıştır. Analizler için iki farklı ivme setinde toplam 95 ivme kaydı seçilmiştir. Çalışmada, elde edilen ötelenme taleplerinin ortalaması üzerinde kullanılan çevrimsel modelinin dikkate değer bir etkisi olmadığı, elastoplastik model ile ötelenme talebinin güvenli yönde kalacak şekilde tahmin edilebileceği ifade edilmiştir.

Bazzurro ve Luco (2005), farklı yatay dayanım oranı ve titreşim periyoduna sahip ve elastoplastik çevrimsel davranış gösteren TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri için ölçeklendirilmemiş ve hedef spektrumla uyumlu olacak şekilde ölçeklendirilmiş gerçek ivme kaydı setleri kullanmış ve maksimum ötelenme taleplerini elde etmiştir. Analizler için yakın fay, ileri yönlenme etkisine sahip ivme kayıtları kullanılmıştır. Hedef spektrumla uyumlu set için elde edilen taleplerin saçılımının diğer set için elde edilenlere göre önemli ölçüde düşük olduğu ifade edilmiştir.

D'Ambrisi ve Mezzi (2005), elastoplastik çevrimsel davranışa sahip TSD sistemlerin maksimum ötelenme taleplerinin tahmin edilebilmesi için olasılıksal bir yaklaşım önermiştir. Önerilen yaklaşım, başlangıçta öngörülen aşılıma olasılığına bağlı olarak belirlenen tasarım talebinin belirli sayıda ivme kaydı kullanılarak hesaplanmasına yöneliktir. Çalışmada, zaman tanım alanında analizler için, Eurocode-8'de A ve B sınıfı zeminler için tanımlanan tasarım spektrumları ile

uyumlu olarak benzeştirilmiş 100'er ivme kaydı kullanılmıştır. (Garcia ve Miranda 2007), performansa dayalı tasarım için TSD sistemlerin maksimum ötelenme talebinin tahmini amacıyla kullanılacak olasılıksal bir yaklaşımın önerildiği başka bir çalışma yapmıştır. Çalışmada, doğrusal olmayan davranış elastoplastik çevrimsel davranış modeli ile temsil edilmiş, analizlerde kaya ya da katı zeminlerde kaydedilen 240 ivme kaydı kullanılmıştır. Analiz sonuçları kullanılarak, doğrusal olmayan ötelenme oranının merkezi eğilimi ve değerlerin saçılımı değerlendirilmiştir. Ayrıca merkezi eğilim ve saçılımın tahmin edilebilmesi için basit bağıntılar önerilmiştir. (Garcia ve Miranda 2010) benzer bir çalışmayı çok katlı çerçeve sistemlerinde kalıcı maksimum ötelenme, herhangi bir kat için kalıcı görelî ötelenme ve kalıcı maksimum görelî kat ötelenmesi taleplerinin olasılıksal olarak tahmini amacıyla yapmıştır.

Mollaioli ve Bruno (2008), çalışmalarında tek ve çok serbestlik dereceli sistemlerin doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizlerini gerçekleştirmiştir. Çok serbestlik dereceli sistemler düzlem çerçeveler ile temsil edilmiştir. Analizler için, boş sahada ya da iki kattan fazla yüksekliğe sahip olmayan binalarda bulunan kayıt istasyonlarında kaydedilen, 43 depreme ait toplam 868 gerçek ivme kaydı kullanılmıştır. Analiz sonuçları üzerinde deprem büyüklüğü, kayıt istasyonu-deprem kaynağı mesafesi, yerel zemin durumu, süneklik, çevrimsel davranış parametrelerinin etkisi değerlendirilmiştir. Ayrıca, maksimum elastik ötesi ötelenme talebinin maksimum elastik ötelenme talebine oranı için basit bir denklem önerilmiştir.

Lin ve Miranda (2009), maksimum ötelenme talebinin tahmini için kullanılan eşdeğer doğrusal yöntemlerin performansının değerlendirilmesi amacı ile yaptıkları çalışmada, periyodu 0.1s-3.0s arasında değişen elastoplastik davranışa sahip TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerini gerçekleştirmiştir. Analizler için 9 farklı depremden elde edilen 72 gerçek ivme kaydı kullanılmıştır. Zaman tanım alanında analiz ile elde edilen maksimum taleplerin eşdeğer doğrusal yöntem ile elde edilen taleplere oranının ortalaması ve saçılımı, periyot ve yatay dayanım oranının fonksiyonu olarak hesaplanmıştır.

Hatzigeorgiou ve Beskos (2009), arka arkaya meydana gelecek depremlerin etkisi altında kalan bir yapıda doğrusal olmayan ötelenme talebinin tahmin edilebilmesi için ampirik bir denklem önermiştir. Çalışma amacı doğrultusunda,

maksimum ötelenme talebi, TSD sistemlerin doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizi ile elde edilmiştir. Analizler için 4 farklı zemin sınıfına ait 112 gerçek ivme kaydı kullanılmıştır. Titreşim periyodu, dayanım azalma faktörü, zemin etkisi, akma sonrası rijitlik ve sönüm parametrelerinin sonuçlar üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Tekrarlanan depremlerin maksimum ötelenme talebi üzerinde belirgin bir etkisi olduğu çalışmanın bulguları arasındadır.

Özmen (2011), Türkiye'deki mevcut betonarme yapıların genel dayanım ve deformasyon özelliklerinin belirlenmesi ve binalarda bulunan yapısal kusurların deprem performansı üzerindeki etkisinin değerlendirmesi amacıyla doktora tez çalışması yapmıştır. Çalışmada, mevcut yapı stoğunu temsil eden üç boyutlu betonarme yapı modellerine ait eşdeğer TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler için USGS sınıflandırılmasına göre A, B, C ve D sınıfı zeminlerde kaydedilen toplam 264 gerçek ivme kaydı kullanılmıştır. Değerlendirme amacıyla maksimum ötelenme talebi kullanılmıştır.

Tekin (2010), TSD sistemlerin deprem tepkilerinin olasılıksal olarak tahmini amacını taşıyan yüksek lisans tezi çalışması yapmıştır. Çalışmada, titreşim periyodu 0.1s-5.0s arasında değişen TSD sistemler için hesaplanan maksimum tepkiye ait olasılık dağılımları önerilmiştir. Analizler için 51 depreme ait toplam 317 ivme kaydına ait yatay bileşenler kullanılmıştır.

İnel ve diğ. (2013), Türkiye'deki mevcut bina stoğunun bir kısmını oluşturan 2, 4 ve 7 katlı betonarme binaları temsil eden üç boyutlu analiz modelleri ile bu binaların eşdeğer TSD modelleri için doğrusal elastik olmayan dinamik analiz ile elde edilen çatı seviyesi ötelenme taleplerini kıyaslamışlardır. 19 gerçek ivme kaydı ve 24 üç boyutlu bina kullanılarak yapılan bu çalışma sonucunda, üç boyutlu modeller için elde edilenlere kıyasla eşdeğer TSD modeller için elde edilen ötelenme taleplerinin %20-40 oranında daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Demir (2015) ve Kayhan ve Demir (2016), DBYBHY ile uyumlu farklı ivme kaydı setleri kullanılarak elde edilen ötelenme taleplerinin incelendiği çalışma yapmıştır. Demir (2015) farklı çevrimsel modele sahip TSD sistemler ve farklı kat sayısına sahip düzlem çerçeveleri, Kayhan ve Demir (2016) ise farklı çevrimsel

modele sahip TSD sistemleri ele almıştır. Her iki çalışmada da, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme setlerinden elde edilen taleplerin saçılımının yüksek olduğu, setlere ait ortalama ötelenme talepler arasındaki farkın ise belirli bir anlamlılık düzeyinde aynı popülasyondan rastgele seçilen örnekler olarak kabul edilebileceği belirtilmiştir.

1.4 Kapsam ve Yöntem

Bu çalışmanın amacına uygun olarak TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri yapılmıştır. Analizlerde kullanılan ivme kaydı setleri aynı konum ve yerel sınıfı için DBYBHY ve TBDY ile uyumlu olarak ayrı ayrı elde edilmiştir. İvme setleri için kayıtlar Avrupa Kuvvetli Yer Hareketi Veritabanı'ndan (Ambraseys ve diğ. 2004) seçilmiştir.

DBYBHY ile uyumlu ivme kaydı setleri elde etmek için birinci derece deprem bölgesinde bulunan ve bina önem katsayısı $I=1$ olan binalar için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi temsil eden tasarım ivme spektrumları, hedef spektrum olarak kabul edilmiştir. Yerel zemin sınıfları Z1, Z2 ve Z3 için tanımlanmış hedef spektrumlar ayrı ayrı dikkate alınmış ve her bir zemin sınıfı için dört farklı ivme kaydı seti elde edilmiştir. Her bir ivme kaydı setinde 7 ivme kaydı bulunmaktadır.

TBDY ile uyumlu ivme setleri için, bu yönetmelikte tanımlanan DD-2 deprem düzeyi dikkate alınmıştır. Yatay ivme spektrumlarının tanımlanmasında, güncellenmekte olan Türkiye Deprem Tehlike Haritalarından faydalanılmıştır (<https://testtdth.afad.gov.tr>). Bu haritaya göre, Türkiye'deki herhangi bir konum için (enlem ve boylam değerleri girilerek) gözönüne alınan deprem düzeyine ait tasarım spektrumunun belirlenmesi için gerekli veriler elde edilebilmektedir. Denizli ili sınırları içerisindeki Denizli-Tavas-Altınova Mahallesi'nde yer alan bir konuma (Enlem: 37.5301897, Boylam: 28.94119220) ait tasarım spektrumunun kullanılması amaçlanmıştır. Bu konum için ZB, ZC ve ZD yerel zemin sınıflarına ait yatay ivme spektrumları, hedef spektrum olarak seçilmiştir. Her bir zemin sınıfı için dört farklı ivme kaydı seti elde edilmiştir. Her bir ivme kaydı setinde 11 ivme kaydı bulunmaktadır.

Tez çalışmasının amacına bağlı olarak, farklı titreşim periyodu ve yatay dayanım oranına sahip TSD sistemler kullanılmıştır. TSD titreşim periyodu 0.4s-1.2s arasında (0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2) ve yatay dayanım oranı 0.1-0.4 arasında (0.1, 0.2, 0.3, 0.4) değişmektedir.

Farklı çevrimsel davranış modelleri kullanılarak, TSD sistemlerin doğrusal olmayan analiz sonuçlarının daha geniş bir kapsamda değerlendirilmesi amaçlanmıştır. TSD sistemlerin doğrusal olmayan davranışı için dört farklı çevrimsel model dikkate alınmıştır. İlk çevrimsel model olan Elastik-Mükemmel Plastik çevrimsel model genellikle çalışmalarda referans model olarak dikkate alınmaktadır (FEMA 356). İkinci model akma sonrası dayanım artışını da dikkate alan Elastik-Doğrusal Plastik çevrimsel modelidir (Celep 2008 ve FEMA 440). Üçüncü ve Dördüncü model ise Modifiye Takeda (MTK00, MTK04) modelidir (Takeda ve diğ. 1970, Otani 1974). Üçüncü ve dördüncü model arasındaki fark, yük geri çevrildiğinde rijitliğin değişip değişmemesidir. Rijitlik, yük geri çevrildiğinde, MTK00 modelinde başlangıç rijitliğine eşit iken MTK04 modelinde başlangıç rijitliğine göre daha düşüktür.

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler için Prism v1.0.2 (Jeong ve diğ. 2010) programı kullanılmış ve sönüm oranı %5 seçilmiştir.

Çalışma amacı doğrultusunda toplam 144 adet TSD için zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilmiştir. Her bir sistem için DBYBHY'e göre 12 ivme seti yani toplam 84 ivme kaydı ve TBDY'ye göre 12 ivme kaydı seti yani 132 ivme kaydı kullanılarak ayrı ayrı analiz yapılmıştır. Sonuç olarak, TSD sistemler için 31104 adet analiz gerçekleştirilmiştir.

1.5 Tezin Organizasyonu

Tezin birinci bölümünde, tez çalışmasında ele alınan problem tanımlanmış ve tez konusu ile ilgili olarak literatürde yer alan çalışmalardan örnekler verilmiştir. Ayrıca tezin amacı, kapsamı ve çalışma amacı doğrultusunda kullanılan yöntem açıklanmıştır.

İkinci bölümde, yapısal analiz için kullanılan yöntemler, doğrusal olmayan modelleme ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu bölümde ayrıca, tez kapsamında kullanılacak olan TSD sistemler ve bu sistemlere ait doğrusal olmayan analiz modelleri ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde, DBYBHY ve TBDY’de yer alan, zaman tanım alanında analiz ve analizde kullanılacak ivme kayıtlarının özellikleri ile ilgili tanımlamalar verilmiştir. Ayrıca, tez çalışmasında kullanılmak amacı ile DBYBHY ve TBDY ile uyumlu olacak şekilde elde edilen ivme kaydı setlerine ait bilgiler sunulmuştur.

Dördüncü bölümde, TSD sistemlerin ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçları verilmiştir. Bu bölümde, set içindeki kayıtlardan elde edilen taleplerin sete ait ortalama etrafındaki saçılımı değerlendirilmiştir. Ayrıca, farklı setler için elde edilen ortalama talepler karşılaştırılmıştır.

Beşinci bölümde, dördüncü bölümde verilen doğrusal olmayan analiz sonuçları dikkate alınarak gerçekleştirilen varyans analizi ile ilgili bilgiler ve varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Altıncı bölümde, tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar ifade edilmiştir.

2. ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ VE TEK SERBESTLİK DERECELİ SİSTEMLER

2.1 Giriş

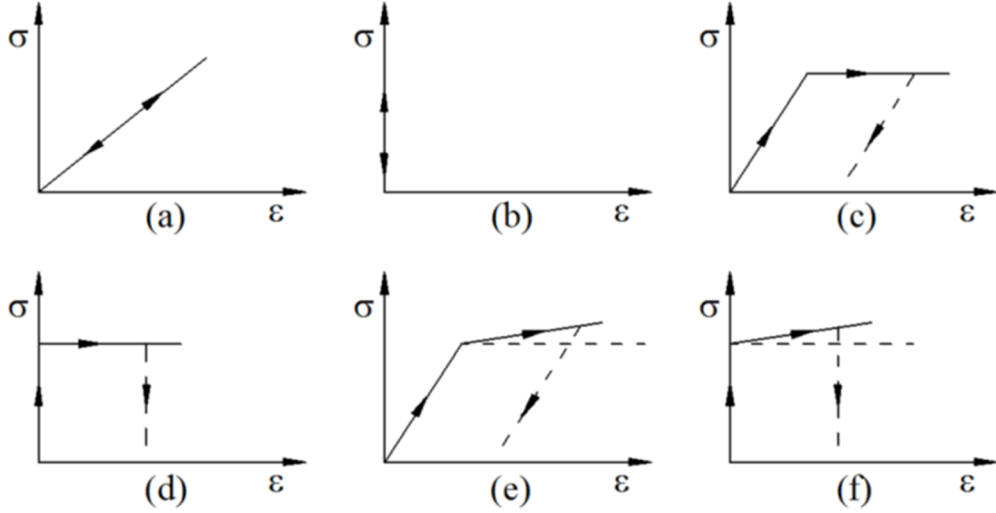
Bu bölümde, çalışma kapsamında kullanılan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ve çalışmada kullanılan tek serbestlik dereceli (TSD) sistemler ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımı felsefesinde, tasarım yapılırken genel olarak hasar oluşmasına izin verilmekte ancak hiçbir şekilde binanın göçmesine izin verilmemektedir (Canbay ve diğ. 2008). DBYBHY’te de belirtildiği gibi, hafif şiddetli depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetli depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın sınırlı ve onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can güvenliğinin sağlanması amacı ile kalıcı hasar oluşumunun sınırlandırılması gerekmektedir.

Yapıların tasarımı için gerekli veriler yani taşıyıcı sistem elemanlarında dış yüklerden dolayı oluşması beklenen iç kuvvetler ve deformasyonlar, uygun olarak hazırlanacak yapısal modelin belirlenen yükler altında analizi ile elde edilmektedir. İç kuvvetler ve deformasyonlara bağlı olarak tasarım ve kapasite kontrolleri yapılmaktadır.

Yapısal analiz yöntemleri malzeme davranışı ilgili kabullere bağlı olarak doğrusal ve doğrusal olmayan olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğrusal yöntemlerde malzemenin doğrusal elastik davranış gösterdiği kabul edilmektedir. Doğrusal olmayan yöntemlerde ise malzemenin doğrusal olmayan davranışı da dikkate alınmaktadır. Malzemenin doğrusal olmayan davranışı gerilme-şekil değiştirme ilişkilerinden faydalanılarak tanımlanmaktadır. Doğada bulunan malzemelerin gerçek gerilme-şekil değiştirme ilişkisi genel olarak doğrusal değildir ve malzeme özelliğine

bağlı olarak doğrusal olmayan ve karmaşık bir değişim sergiler. Genellikle, bu karmaşık davranış çeşitli kabuller ile idealleştirilir. Şekil 2.1’de tek eksenli gerilme halinde yapılan malzemeler için yapılan idealleştirilmelerden bazıları verilmiştir (Bakioğlu, 2001).



Şekil 2.1: İdeal malzeme gerilme-şekil değiştirme modelleri

Şekil 2.1 (a)’da verilen malzemenin gerilme şekil değiştirme diyagramında, gerilme-şekil değiştirme ilişkisi doğrusal iken (b)’de gerilme şekil değiştirme ilişkisi verilen ideal rijit malzemede, gerilme arttığında veya azaldığında şekil değiştirme gözlenmemiştir. Şekil 2.1 (c)’de elasto-plastik (elastik mükemmel plastik) davranış söz konusudur. Cisim akma sınırına kadar elastik davranış sergilemekte, akma sınırından sonra ise plastik davranış göstermeye başlamaktadır. Malzemeye uygulanan yük kaldırıldığında, elastik deformasyon geri dönerken plastik deformasyonlar kalır. Akma sınırından sonra pekleşme gözlenen elasto-plastik davranışta (e) ise akma sınırından sonra gerilmeler sabit kalmamakta, artmaktadır. Rijit plastik davranış ile (d), pekleşen plastik davranış (f) özellikleri birbirine benzemektedir. İkisinde de akma anına kadar elastik deformasyon gözlenmemektedir ancak bu iki davranışın farkı plastik bölgede deformasyon artarken gerilmenin artıp artmayacağıdır.

Doğrusal olmayan analiz yöntemleri dikkate alınan yüke bağlı olarak statik ve dinamik analiz olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Statik analiz yöntemlerinde yapıya etkiyen yükler başlangıçta belirlenmekte ve analiz boyunca değişmemektedir.

Dinamik analiz yöntemlerinde ise yapıya zamanla değişen yükler uygulanmaktadır. Yapısal analiz sonucunda elde edilmesi gerekli bilgilere bağlı olarak, uygulanacak doğrusal veya doğrusal olmayan malzeme davranışının dikkate alınmasının yanı sıra statik veya dinamik analiz yöntemlerinden birinin kullanılmasına karar verilmektedir.

2.2 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz

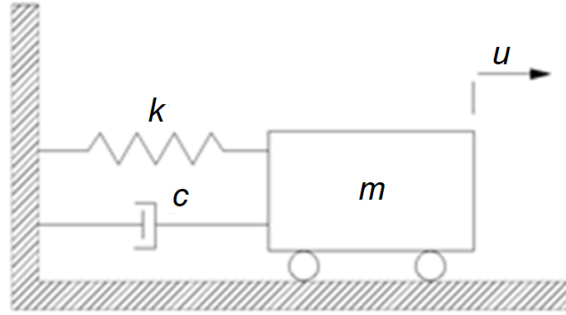
Yapının deprem etkisi altında doğrusal veya doğrusal olmayan davranışını en gerçekçi biçimde tahmin edebilmek için kullanılması gereken yöntem zaman tanım alanında analiz yöntemidir. Bu yöntemde, yapıya etkiyen zamana bağlı yükler altında, taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal olmayan davranışı göz önüne alınarak sistemin hareket denklemi adım adım çözülmektedir. Analiz sırasında her bir adımda sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvetler hesaplanmaktadır. Böylece, bu büyüklüklerin deprem taleplerine karşılık gelen maksimum değerleri elde edilmektedir. Yapının yer hareketi etkisinde analizi için hem yapısal modelin hem de yer hareketinin temsil edilmesi gerekmektedir.

En doğru sonucu elde etmemizi sağlayan zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile doğrusal olmayan davranışı gösteren sistemin hareket denklemi ve zamanla değişen yüklere maruz kalan yapıları küçük zaman altında adım adım çözülmektedir. Detaylı olarak, ilk yer değiştirme, hız ve ivme değerleri bütün düğümler için belirlenip, kullanılan ivme kaydı belirlenen küçük zaman aralıklarında bir sonraki değerler sayısal olarak hesaplanmaktadır. Bulunan yer değiştirme, hız ve ivme değerleri bir sonraki zaman adımının başlangıç değerlerini oluşturmaktadır. Analiz boyunca eğer bir elemanda akma veya göçme oluşursa rijitlik değerler baştan hesaplanıp analize devam edilir. (Chopra 1995).

Eğer yapısal sistemin hareket esnasındaki konumu tek bir parametre ile temsil edilebilecekse o halde sistemin tek serbestlik dereceli olduğu kabul edilir. Genel olarak yapı sistemlerinin yer hareketi etkisindeki davranışı ise çok serbestlik dereceli sistemler olarak temsil edilecek analiz modelleri kullanılarak belirlenmektedir. Çok serbestlik dereceli sistemler ise gerektiğinde iki boyutlu gerektiğinde ise üç boyutlu olarak modellenmektedir (Celep ve Kumbasar 2004).

2.3 Tek Serbestlik Dereceli (TSD) Sistemler

Serbestlik derecesi, yapının titreşim durumundaki konumunun belirlenmesi için gerekli olan parametre sayısıdır. Eğer bir sistemin hareket halinde bulunduğu konum tek bir parametrenin verilmesi ile belirlenebiliyorsa bu tür sistemlere TSD sistemler denilmektedir. TSD sistemlerin davranışını mesnet şartları ve hareket denkleminin başlangıç şartları dikkate alınarak elde edilen çözümü belirler (Celep ve Kumbasar 2004). Şekil 2.2’de TSD sistemin titreşiminin matematiksel modeli verilmiştir. Şekilde 2.2’de gösterilen u yapının zamana bağlı deplasmanını ifade etmektedir.



Şekil 2.2: TSD sistemin matematiksel modeli

TSD sistemin temel bileşenleri Şekil 2.2’de de gösterildiği gibi rijitlik (k), kütle (m), sönüm katsayısı (c) ve dış kuvvettir (yer hareketi). Burada sönüm enerji tüketim mekanizmasını, dış kuvvet ise hareketin kaynağını (örneğin deprem yer hareketi) temsil etmektedir. TSD sistemin dinamik davranışının belirlenebilmesi için bu sistemin hareket denkleminin ihtiyacı vardır. Yer hareketi etkisinde doğrusal elastik davrandığı varsayılan ve Şekil 2.2.’deki gibi idealleştirilmiş TSD sistemin hareket denklemini Denklem 2.1’de verilmiştir. Denklem 2.1’de denklemin sağ tarafı yapının kütlelerine etkiyerek titreşime sebep olan deprem yer hareketi yerine kullanılabilir. Bu kuvvet, yer hareketinin ivmesi ile kütlelerin çarpımı kadardır ve ivmenin tersi yönde etki etmektedir. Denklem 2.1, doğrusal ötesi davranışa sahip sistemlere de uygulanabilir. Bunun için, doğrusal elastik sistem için Denklem 2.1’de verilen rijitlik ile ilgili yay kuvveti yerine, doğrusal ötesi davranışı da içeren yay kuvveti fonksiyonunun yazılması gerekir.

$$m\ddot{u}(t) + c\dot{u}(t) + ku(t) = -m\ddot{u}_g(t) \quad (2.1)$$

Sönüm ise titreşimi etkileyen temel parametrelerden birisidir. Denklem 2.2 ile verilen kritik sönüm katsayısından daha büyük sönüme sahip sistemler titreşim hareketi gösteremezler. Daha küçük sönüme sahip sistemlerde ise sistemin titreşim periyodu Denklem 2.3 ile hesaplanmaktadır. Denklem 2.3'te ω_d sönümlü titreşim yapan sistemin dairesel frekansını ifade etmektedir.

$$C_{cr} = 2\sqrt{mk} \quad (2.2)$$

$$T = 2\pi / \omega_d \quad (2.3)$$

TSD sistemlerde, analizde kullanılacak sönüm oranı Denklem 2.4 ile ifade edilmektedir.

$$\xi = c / C_{cr} \quad (2.4)$$

Denklem 2.1 ile verilen ikinci derece türevsel hareket denkleminin çözümü için farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerden birisi klasik çözüm olarak bilinir ve denklemin başlangıç koşullarına bağlı olarak iki kere integrasyonunu gerektirir. Sık kullanılan başka bir yöntem, uygulanan kuvveti bir dizi sonsuz-kısa süreli olarak temsil etmektir. Bu şekilde sistemin zamana bağlı kuvvete belirli bir t anındaki tepkisi, o ana kadar etkiyen tüm itkilere tepkilerin toplamından bulunur. Bu yöntem, Duhamel İntegrali olarak adlandırılan denklemin çözümü olarak da bilinmektedir. Bu iki yöntem de doğrusal davranışa sahip TSD sistemlerin hareket denkleminin çözümü için kullanılabilen iken yer hareketi etkisinde doğrusal olmayan davranış gösterecek sistemlere ait hareket denklemlerinin çözümü için kullanılamazlar (Chopra 1995).

TSD bir sistemde yüklerin ya da yer hareketinin gelişigüzel değiştiği veya sistemin doğrusal olmayan davranış da gösterdiği durumlarda kullanılacak tek yaklaşım, türevsel denklemlere sayısal çözümler üretmekte kullanılan sayısal zaman adımlama (sayısal integrasyon) yöntemlerine dayanır. Bu yöntemler, analitik tanımlama için çok karmaşık kalan ve ancak sayısal olarak tanımlanabilen yük etkileri altındaki doğrusal sistemlerin analizinde de kullanılabilir (Luş, 2015).

Tez çalışmasında, doğrusal olmayan davranışa sahip TSD sistemlere ait hareket denklemlerinin çözümü için Newmark (1959) tarafından önerilen bir sayısal integrasyon yöntemi olan sabit ortalama ivme yöntemi kullanılmıştır.

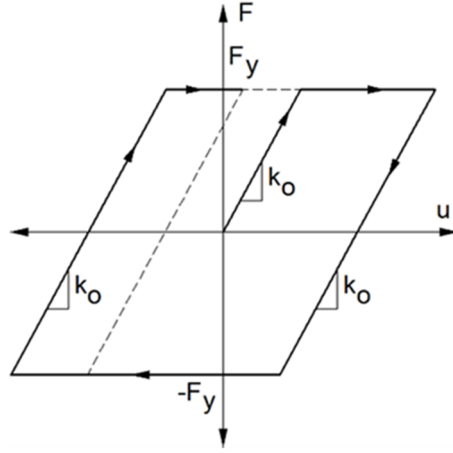
2.4 Çalışmada Kullanılan Çevrimsel Davranış Modelleri

Tez çalışmasında ele alınan TSD sistemlerin titreşim periyodu (T) 0.40s-1.20s arasında (0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2) değişmektedir. Bu sistemlere ait yatay dayanım oranı (F_y/W) ise 0.10-0.40 arasında (0.1, 0.2, 0.3, 0.4) değişmektedir. Bu şekilde, farklı T ve F_y/W değerine sahip 36 TSD sistem ele alınmıştır.

TSD sistemlerin doğrusal olmayan davranışlarını temsil etmek üzere dört farklı çevrimsel model ele alınmıştır; elastik–mükemmel plastik (EMP), elastik–doğrusal pekleşen (EDP), rijitlik değişiminin dikkate alınmadığı ve alındığı Modifiye Takeda modelleri (MTK00, MTK04). Sonuç olarak, toplamda birbirlerinden farklı özelliklere sahip 144 farklı TSD sistem dikkate alınmıştır. Hareket denkleminin çözümü için yapılan analizlerde, sönüm oranı $\xi=0.05$ seçilmiştir.

2.4.1 Elastik – Mükemmel Plastik (EMP) model

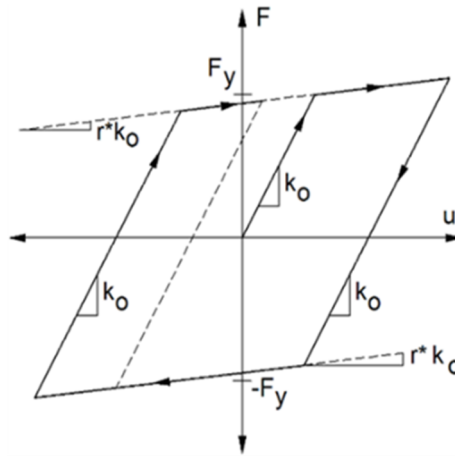
EMP modeli genellikle analizlerde referans davranış modeli olarak kullanılmaktadır. Şekil 2.3’de EMP modeline ait yük-deplasman çevrimsel davranışı görülmektedir. Şekilde görüldüğü gibi, elastik davranışın sonunda akma dayanımına (F_y) ulaşılmakta, sonrasında dayanımda herhangi bir artış olmadan plastik davranış görülmektedir. Yük geri çekildiğinde elastik şekil değiştirmeler geri gelirken, plastik şekil değiştirmeler kalmaktadır. Yükün yüklenmesi ve geri çekilmesi süresinde rijitlikte (k_0) herhangi bir değişim gözlenmemektedir. (Celep 2008).



Şekil 2.3: Elastik-Mükemmel Plastik modelin yük - deplasman ilişkisi

2.4.2 Elastik – Doğrusal Pekleşen (EDP) Model

Şekil 2.4’de EDP modeline ait yük-deplasman davranışı görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, elastik davranışın sonunda akma dayanımına (F_y) ulaşılmakta, sonrasında ise başlangıç rijitliğine oranla düşük bir rijitlik (rk_0) ile plastik davranış meydana gelmektedir. Dolayısıyla, akma sonrasında pekleşme sözkonusudur. Yük geri çekildiğinde elastik şekil değiştirmeler geri gelirken, plastik şekil değiştirmeler kalmaktadır. Yükün yüklenmesi ve çekilmesi süresinde başlangıç rijitliğinde (k_0) herhangi bir değişim gözlenmemektedir. Akma sonrası rijitliğin başlangıç rijitliğine oranı (r) için literatürde 0.01, 0.03 ve 0.05 gibi değerler önerilmektedir (Hatzigeorgiou ve Beskos 2009). Bu çalışmada $r=0.05$ alınmıştır.

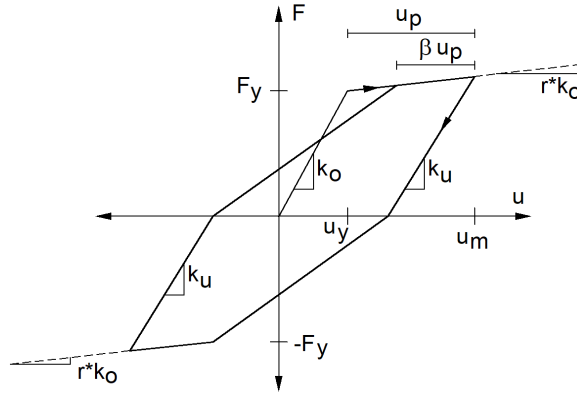


Şekil 2.4: Elastik-Doğrusal Pekleşen modelin yük - deplasman ilişkisi

2.4.3 Modifiye Takeda (MTK00) Modeli

Takeda çevrimsel modeli, ilk olarak 1970’de ortaya konmuştur. Tez çalışmasında kullanılan model ise Otani tarafından önerilmiştir (Otani 1974). Çevrimsel modeli tanımlayabilmek için kullanılan parametreler; başlangıç rijitliği (k_0), akma dayanımı (F_y), akma deplasmanı (u_y), akma sonrası rijitlik oranı (r), plastik deplasmanı (u_p), yeniden yükleme rijitlik katsayısı (β), çevrim esnasında o ana kadar elde edilen maksimum deplasman (u_m) ve yükün kalkması (boşalması) sonrası rijitlik (k_u) parametreleridir (Şekil 2.5). Yükün kalkması (boşalması) esnasındaki rijitlik azalması Denklem 2.5 ile ifade edilmektedir. Denklem’de α yükün boşaltmasından sonraki rijitlik azalması ile ilgili parametredir. Bu parametrenin sıfır olması, yükleme sonrası rijitlik ile başlangıç rijitliğinin eşit olması demektir. Modifiye Takeda (MTK00) modelinde $\alpha=0$ kabul edilip yükleme sonrası rijitlik ile başlangıç rijitliğinin eşit olması sağlanmıştır. Bu modelde ayrıca $\beta=0$ alınmıştır.

$$k_u = k_0 \left(\frac{u_y}{u_m} \right)^\alpha \quad (2.5)$$



Şekil 2.5: Modifiye Takeda modeline ait yük – deplasman ilişkisi

2.4.4 Modifiye Takeda (MTK04) Modeli

Bu modelde, $\beta=0$ alınırken yükleme sonrası rijitlik azalması da dikkate alınmıştır ($\alpha=0.4$). MTK04 modeli, deprem esnasında ortaya çıkan hasarlar dolayısıyla yapıların rijitliğinde meydana gelen azalmayı temsil etmektedir.

3. DBYBHY VE TBDY İLE UYUMLU İVME KAYDI SETLERİ

3.1 Giriş

Zaman tanım alanında analizler için kullanılacak ivme kayıtları; tasarım spektrumları ile uyumlu olacak şekilde yapay olarak, sismik kaynak ve dalga yayılımı özellikleri dikkate alınarak benzetim yolu ile veya gerçek depremlere ait ivme kayıtlardan elde edilmektedir (Bommer ve Acevedo 2004). Geçmişte meydana gelen gerçek depremlere ait kuvvetli yer hareketi kayıtlarının bulunduğu sayısal veri tabanlarının (PEER 2013, Resource 2013, Ambraseys ve diğ. 2004) kolay ulaşılabilmesinden dolayı, bu tür ivme kayıtları daha çok tercih edilmektedir.

Sayısal veri tabanlarında bulunan kuvvetli yer hareketleri kayıtları; depremin büyüklüğü, faylanma tipi, yerel zemin özellikleri, yer hareketinin süresi, yer hareketi kayıt istasyonlarının depremin odak noktasına uzaklığı, maksimum yer hareketi ivmesi gibi özelliklere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Zaman tanım analizde kullanılacak ivme kayıtları ise analiz sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı, yapının bulunduğu bölgenin depremselliği ve yerel zemin koşulları ile uyumlu olacak şekilde ivme kayıtlarının seçilmesi, olabilecek bir depremde yapının depremde göstereceği davranışı en iyi şekilde tahmin edebilmek için gereklidir (Iervolino ve diğ. 2010, Kayhan ve diğ. 2011).

DBYBHY ve TBDY'nin de içerisinde bulunduğu modern deprem yönetmeliklerinde zaman tanım alanında analiz yöntemi, yapı tasarımı ve sismik performans değerlendirmesi amacıyla kullanılacak yöntemlerden birisi olarak kabul edilmiş ve bu analiz yöntemi ile ilgili gerekli tanımlamalar yapılmıştır (Eurocode-8 2004, ASCE 2003, GB 2001). Bu yönetmeliklerde, tasarım spektrumları ile belirli bir periyot aralığında uyumlu olmak üzere sentetik, yapay veya gerçek ivme kayıtları kullanılmaktadır. Herhangi bir gerçek ivme kaydının tasarım ivme spektrumu ile uyumlu olması mümkün olmadığından, yönetmeliklerde bir ivme kaydı yerine birden fazla ivme kaydının kullanılması önerilmekte ve kullanılan ivme kayıtlarının

ortalama spektrumu ile tasarım spektrumu arasındaki uyum gözetilmektedir. Bu yüzden, analizler için birden fazla ivme kaydı seçilip ölçeklendirilmekte ve tasarım spektrumu ile ortalama spektrum arasında uyum sağlanmaktadır. Zaman tanım alanında analiz için genel olarak en az üç ivme kaydının kullanılması önerilmektedir. En az yedi ivme kaydı kullanıldığında yapısal tepkilerin ortalamasının, daha az ivme kaydı kullanıldığında ise yapısal tepkilerin maksimumunun performans değerlendirmesi veya tasarım için dikkate alınması gerektiği ifade edilmektedir (Bommer and Ruggeri 2002, Beyer and Bommer 2007). TBDY’de analizler için kullanılması gereken minimum ivme kaydı sayısı 11’e çıkarılmıştır.

DBYBHY ile uyumlu ivme kaydı seçimi ile ilgili literatürde bazı çalışmalar bulunmaktadır (Fahjan 2008, Kayhan 2012). Tez çalışmasında, Kayhan (2012) tarafından önerilen yöntem dikkate alınarak hem DBYBHY hem de TBDY ile uyumlu ivme kaydı setleri oluşturulmuştur.

3.2 DBYBHY’ye Göre Zaman Tanım Alanında Analiz Koşulları

Zaman tanım alanında doğrusal veya doğrusal olmayan analizlerde deprem hesabı için kaydedilmiş depremler veya kaynak ve dalga yayılımı özellikleri fiziksel olarak benzeştirilmiş yer hareketleri kullanılabilir. Bu tür yer hareketleri üretilirken yerel zemin koşulları da uygun biçimde göz önüne alınmalıdır. Zaman tanım alanında analizler için en az üç ivme kaydının kullanılması ve seçilecek ivme kayıtlarının aşağıda verilen koşulları sağlaması gerekir:

- a) Kuvvetli yer hareketinin süresi, binanın dikkate alınan doğrultudaki birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
- b) Kullanılacak olan deprem yer hareketlerinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_0g ’den daha küçük olmayacaktır.
- c) Kullanılacak her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, binanın göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci periyodu T ’ye göre $0.2T$ ile $2.0T$ aralığında, Deprem Yönetmeliği’nde tanımlanmış olan elastik spektral ivmelerinin %90’ından daha az olmayacaktır.

- d) Zaman tanım alanında doğrusal elastik analiz yapılması durumunda, azaltılmış deprem yer hareketinin elde edilmesi için deprem yükü azaltma katsayısı kullanılarak hesaplanmış spektral ivme değerleri dikkate alınacaktır.
- e) Doğrusal veya doğrusal olmayan hesapta, üç yer hareketi kullanılması durumunda analiz sonuçlarının maksimumu, en az yedi yer hareketi kullanılması durumunda ise analiz sonuçlarının ortalaması tasarım için esas alınacaktır.

3.3 DBYBHY Tasarım İvme Spektrumları

DBYBHY'e göre deprem bölgelerinde yapılacak yeni binalar için kullanılacak tasarım depreminin, bina önem katsayısı $I=1$ olan binalar için 50 yıllık bir süre içerisinde aşılma olasılığı %10 olarak kabul edilmiştir. Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denklem 3.1 ile verilmiştir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.1)$$

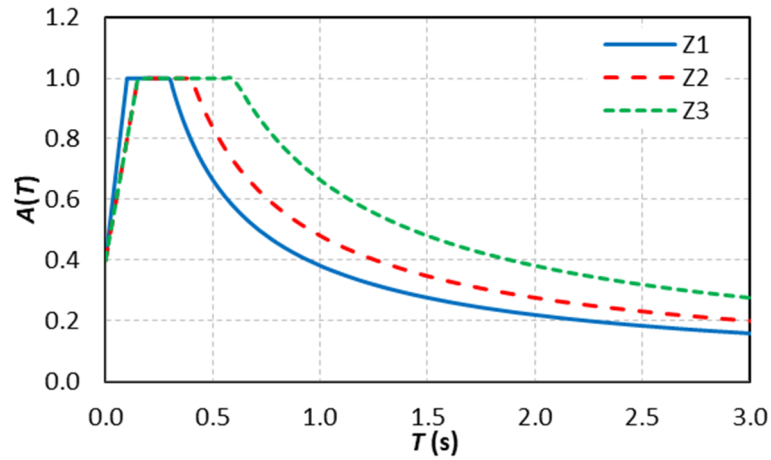
Denklemde yer alan A_0 etkin yer ivme katsayısıdır ve bu çalışmada birinci derece deprem bölgesi dikkate alınacağı için $A_0=0.40$ alınmıştır. Bina önem katsayısı, binanın kullanım amacı veya türüne göre 1.00-1.50 arasında değişmektedir ve çalışma kapsamında bina önem katsayısı 1.0 alınmıştır. Yerel zemin sınıfına bağlı olarak tanımlanmış olan %5 sönüm oranına sahip spektrum katsayısı $S(T)$, deprem yönetmeliğinde de belirtildiği gibi yerel zemin sınıflarına ait spektrum karakteristik periyotları (T_A ve T_B) ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denklem 3.2 ile hesaplanmaktadır. Tablo 3.1'de yerel zemin sınıflarına (Z1, Z2, Z3 ve Z4) ait spektrum karakteristik periyotları verilmiştir.

$$S(T) = \left\{ \begin{array}{ll} \left(1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \right) & 0 \leq T \leq T_A \\ (2.5) & T_A \leq T \leq T_B \\ 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & T_B \leq T \end{array} \right\} \quad (3.2)$$

Tablo 3.1: Yerel zemin sınıflarının spektrum karakteristik periyotları

Zemin Sınıfı	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Şekil 3.1’de, birinci derece deprem bölgesinde yer alan ve bina önem katsayısı $I=1$ olan bir konut binası için kullanılacak elastik spektral ivme katsayısı $A(T)$ ’nin, bu çalışmada kullanılan yerel zemin sınıfları için değişimi verilmiştir.



Şekil 3.1: DBYBHY’ye göre yerel zemin sınıfları için elastik spektral ivme

3.4 TBDY’ye Göre Zaman Tanım Alanında Analiz Koşulları

TBDY’ye göre zaman tanım alanında deprem hesabında kullanılacak deprem kayıtlarının seçiminin, tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları, kaynak mekanizmaları ve yerel zemin koşulları dikkate alınarak yapılması gerekmektedir. Eğer binanın bulunduğu bölgede tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu geçmiş deprem kayıtları varsa öncelikle bu kayıtlar kullanılmalıdır. Sahaya özel deprem tehlikesine en fazla katkıda bulunan depremlere ait büyüklük ve fay uzaklığı bilgilerinin belirlenmesi için deprem tehlikesi ayrıştırma işleminden yararlanılabilir.

Yeterli sayı veya nitelikte deprem kaydı seçiminin yapılamadığı durumlarda, zaman tanım alanında analizler için benzeştirilmiş yer hareketi kayıtları

kullanılabilir. Bu tür kayıtlar kullanıldığında, binanın bulunduğu sahanın sismik kaynak, dalga yayılım ve yerel zemin özellikleri göz önüne alınmalıdır. Benzeştirme için kullanılacak model parametreleri, söz konusu bölgede meydana gelmiş geçmiş depremlerde kaydedilmiş gerçek deprem kayıtları ile doğrulanacaktır.

Zaman tanım alanında analizler için seçilecek ivme kayıtlarının aşağıda verilen koşulları sağlaması gerekir:

- (a) Bir veya iki boyutlu hesap için seçilecek deprem kayıtlarının ve üç boyutlu hesap için seçilecek deprem kaydı takımlarının sayısı en az on bir olacaktır. Aynı depremden seçilecek kayıt sayısı üçü geçmeyecektir.
- (b) T_p , binanın hakim doğal titreşim periyodu olmak üzere; bir veya iki boyutlu hesap için seçilen tüm kayıtlara ait spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerinden daha küçük olmaması kuralına göre, deprem yer hareketlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir.
- (c) Üç boyutlu hesap için seçilen her bir deprem kaydı takımının iki yatay bileşenine ait spektrumların kareleri toplamının karekökü alınarak bileşke yatay spektrum elde edilecektir. Seçilen tüm kayıtlara ait bileşke spektrumların ortalamasının $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları arasındaki genliklerinin, tasarım spektrumunun aynı periyot aralığındaki genliklerine oranının 1.3'ten daha küçük olmaması kuralına göre deprem yer hareketi bileşenlerinin genlikleri ölçeklendirilecektir. Bu periyot aralığı yalıtımlı binalar için değişebilir. Her iki yatay bileşenin ölçeklendirilmesi aynı ölçek katsayıları ile yapılacaktır.
- (d) Serbest zemin analizinde kullanılacak deprem kayıtlarının veya kayıt takımlarının yukarıdaki (b) veya (c)'ye göre ölçeklendirilmesinde, bina hakim doğal titreşim periyodunun üst sınırı $2T_p$ olarak alınacaktır.
- (e) Mevcut deprem verileri ile bina özelliklerinin gerekli kılması ve sahaya özel deprem yer hareketi spektrumu belirlenmesi durumunda, binanın belirli sayıda titreşim periyodu ile ilişkilendirilen

koşullandırılmış ortalama spektrumlardan yararlanılarak, deprem kayıtlarının analiz sonuçlarında daha az saçılmayı sağlayacak şekilde seçilerek ölçeklendirilmesi yoluna gidilebilir.

3.5 TBDY Tasarım İvme Spektrumları

TBDY’de kapsamında dört farklı deprem düzeyi tanımlanmıştır. Deprem düzeylerini temsil eden veriler de, 22.01.2018 tarih ve 2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlüğe konulan Türkiye Deprem Tehlikesi Haritaları ile tanımlanmaktadır. Bu haritalara <https://tdth.afad.gov.tr> adresli internet sitesinden erişilebilmektedir. DD-1, DD-2, DD-3 ve DD-4 olarak adlandırılan deprem düzeyleri sırası ile çok seyrek, seyrek, sık ve servis deprem yer hareketlerini temsil etmektedir ve spektral büyüklüklerin belirli bir zaman içerisinde farklı aşılma olasılıkları ile tanımlanmaktadır. TBDY’de, 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan DD-1 göz önüne alınan en büyük deprem yer hareketi olarak adlandırılmaktadır. 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan DD-2 ise standart tasarım deprem yer hareketi olarak tanımlanmaktadır.

Deprem yer hareketi spektrumları, göz önüne alınan belirli bir deprem düzeyi için referans zemin koşulları esas alınarak %5 sönüm oranı için, harita spektral ivme katsayılarına, faya yakınlık katsayısına ve yerel zemin etki katsayılarına bağlı olarak standart biçimde veya sahaya özel deprem tehlikesi analizleri ile özel olarak tanımlanırlar.

Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşı gelen harita spektral ivme katsayıları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için referans zemin koşulu esas alınarak %5 sönüm oranı için Türkiye Deprem Tehlike Haritaları’nda verilen harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine bölünmesi ile boyutsuz katsayılar olarak tanımlanmıştır. Bu katsayılar kısa periyot bölgesi için S_s ve 1.0 saniye periyot için S_l olarak ifade edilmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kullanılarak, Türkiye’de herhangi bir enlem ve boylamda bulunan bir bölge için göz önüne alınan deprem düzeyine bağlı olarak S_s ve S_l değerleri belirlenmektedir.

Denklem 3.3 kullanılarak kısa periyot ve 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayıları (S_{DS} ve S_{D1}) hesaplanmaktadır. Denklem 3.3'te F_S ve F_1 yerel zemin etki katsayılarıdır ve zemin sınıfına ve harita spektral ivme katsayılarına bağlı olarak sırasıyla Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te verilmiştir. Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilmektedir.

$$\begin{aligned} S_{DS} &= S_S F_S \\ S_{D1} &= S_1 F_1 \end{aligned} \quad (3.3)$$

Tablo 3.2: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin katsayıları, F_S

Yerel Zemin Sınıfı	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ZB	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
ZC	1.30	1.30	1.20	1.20	1.20	1.20
ZD	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	1.00
ZE	2.40	1.70	1.30	1.10	0.90	0.80
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

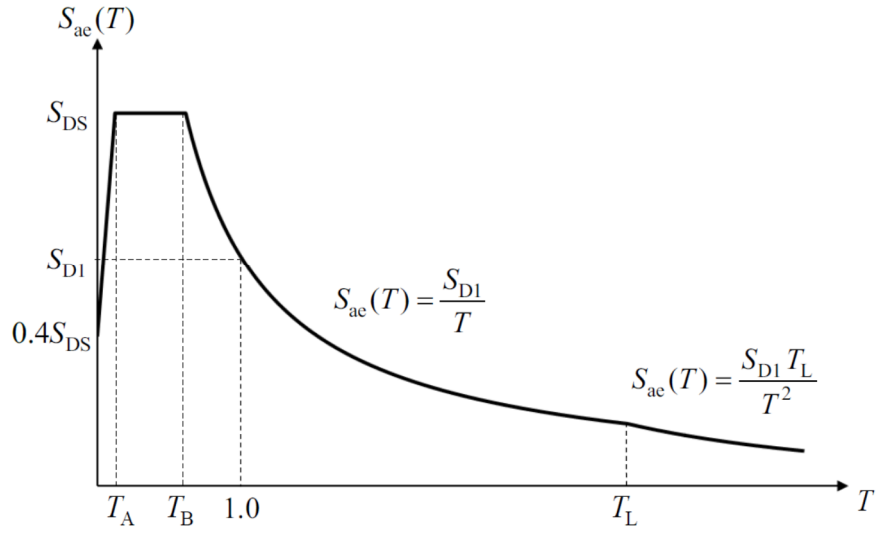
Göz önüne alınan herhangi bir deprem yer hareketi düzeyi için yatay elastik tasarım ivme spektrumunun ordinatları olan yatay elastik tasarım spektral ivmeleri $S_{ae}(T)$, doğal titreşim periyoduna bağlı olarak yerçekimi ivmesi cinsinden Denklem 3.4'te verilen şekilde tanımlanmıştır (Şekil 3.2). Denklemde, T_L , sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodudur ve 6.0s alınmaktadır. T_A ve T_B , yatay elastik tasarım spektrumunun köşe periyotlarıdır ve Denklem 3.5 ile hesaplanmaktadır.

Tablo 3.3: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayıları, F_1

Yerel Zemin Sınıfı	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ZB	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
ZC	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40
ZD	2.40	2.20	2.00	1.90	1.80	1.70
ZE	4.20	3.30	2.80	2.40	2.20	2.00
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.					

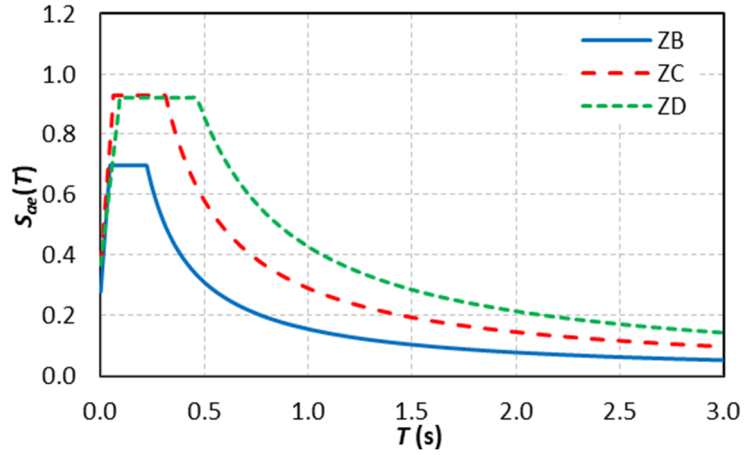
$$\begin{aligned}
S_{ae}(T) &= (0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A}) S_{DS} & (0 \leq T \leq T_A) \\
S_{ae}(T) &= S_{DS} & (T_A \leq T \leq T_B) \\
S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} & (T_B \leq T \leq T_L) \\
S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} T_L}{T^2} & (T_L \leq T)
\end{aligned} \tag{3.4}$$

$$T_A = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad , \quad T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \tag{3.5}$$



Şekil 3.2: TBDY’ye göre yatay elastik spektral ivme

Tez çalışmasında, TBDY ile uyumlu ivme kaydı setlerinin seçimi için DD-2 deprem düzeyi dikkate alınmıştır. Bu deprem düzeyine ait yatay ivme spektrumlarının tanımlanmasında, Denizli ili sınırları içerisindeki bir konuma (Enlem: 37.5301897, Boylam: 28.94119220) ait $S_S=0.774$ ve $S_I=0.193$ değerleri alınmıştır. Bu konuma ait PGA değeri, DD-2 deprem düzeyi için $0.327g$ 'dir. Çalışmada ele alınan konum ve deprem düzeyi için, ZB, ZC ve ZD zemin sınıflarına ait yatay elastik tasarım spektral ivmeleri Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.3: TBDY'ye göre zemin sınıfları için yatay tasarım spektral ivmesi

3.6 Yer Hareketi Veri Tabanı ve İvme Seçimi İçin İlave Kriterler

Tez çalışmasında kullanılan ivme kayıtları Avrupa Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı'ndan (Ambraseys ve diğ. 2004) seçilmiş ve aşağıda belirtilen ek kriterler de dikkate alınarak toplamda 542 adet ivme kaydına sahip bir ivme kaydı kataloğu oluşturulmuştur.

- İvme kayıtlarının kaydedildiği depremlerin büyüklüğü $M \geq 5.5$ alınmıştır.
- Depremin kaydedildiği istasyonların faya olan mesafeleri 10-50 km arasındadır.
- İvme kaydının maksimum yer ivmesi en az 0.1g kabul edilmiştir.

Katalogdaki, 542 ivme kaydı bileşeninin, Eurocode-8'e (2004) göre zemin sınıflandırması yapılmıştır. Buna göre, 95 ivme kaydı takımına ait 190 yatay ivme bileşeninin A sınıfı zeminlerde kaydedildiği, 118 ivme kaydı takımına ait 236 yatay ivme bileşeninin B sınıfı zeminlerde kaydedildiği, 58 ivme kaydı takımına ait 116 yatay ivme bileşeninin ise C sınıfı zeminlerde kaydedildiği görülmüştür.

Yukarıda bahsedilen deprem büyüklüğü, faya olan mesafe ve maksimum yer ivmesi ile ilgili ilave kriterler dikkate alındığında, Avrupa Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı'nda Eurocode-8'de (2004) belirtilen D ve E zemin sınıfları için yeterli sayıda ivme kaydı sayısı bulunmadığı için, çalışma kapsamında D ve E zemin sınıflarına ait kayıtlar kullanılmamıştır.

Tez çalışması kapsamında DBYBHY’te tanımlanan Z1, Z2 ve Z3 sınıfı zeminler ve TBDY’de tanımlanan ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminlerin her biri ile uyumlu dört ivme kaydı seti elde edilmiştir.

Her bir zemin sınıfı için, o zemin sınıfı ile uyumlu zeminlerde kaydedilen kayıtlar kullanılarak ivme kaydı setleri elde edilmiştir. Örneğin DBYBHY’de tanımlanan Z1 sınıfı zemin ile uyumlu ivme setleri için, ivme kaydı kataloğunda yer alan A sınıfı zeminlerde (Eurocode-8’e göre) kaydedilmiş kayıtlar kullanılmıştır. Benzer şekilde, Z2 ve Z3 sınıfı zeminlerle uyumlu ivme kaydı setleri için sırası ile B ve C sınıfı zeminlerde kaydedilmiş kayıtlar kullanılmıştır. TBDY’de tanımlanan ZB sınıfı zemin ile uyumlu ivme setleri için A sınıfı zeminlerde (Eurocode-8’e göre) kaydedilmiş kayıtlar kullanılmıştır. TBDY’de tanımlanan ZC ve ZD sınıfı zeminlerle uyumlu ivme kaydı setleri için ise, sırası ile B ve C sınıfı zeminlerde kaydedilmiş ivme kayıtlarına ait yatay bileşenler dikkate alınmıştır.

Tez kapsamında oluşturulan herhangi bir ivme setinde, aynı yer hareketine ait iki yatay bileşenden sadece birinin yer alması sağlanmış, böylelikle ivme seti içerisinde daha fazla depreme ait yer hareketinin temsil edilebilmesi sağlanmıştır. İvme kayıtları için kullanılan ölçeklendirme katsayısı 0.5-2.0 arasındadır.

DBYBHY dikkate alınarak oluşturulan ivme kaydı setlerine ait ortalama spektrum ile hedef spektrum arasındaki oran için alt sınır 0.90 olarak tanımlanmış, ancak bir üst sınır tanımlanmamıştır. Tez çalışmasında, bu oranın, binanın göz önüne alınan doğrultudaki birinci periyodu T ’ye göre $0.2T$ ile $2.0T$ aralığında 0.90-1.10 arasında olması ve böylece ilgili periyot aralığında hedef spektrumla daha fazla uyum elde edilmesi sağlanmıştır. Yani ortalama spektrum alt ve üst sınırlarla belirlenmiş bir bant içerisinde olacaktır. Çalışmada kullanılan TSD sistemlerin periyotları 0.40s-1.20s arasında değiştiği için, tüm TSD sistemler için geçerli periyot aralığı (0.08s-2.40s) uyum için dikkate alınacak periyot aralığı olarak seçilmiştir.

TBDY dikkate alınarak oluşturulan ivme kaydı setlerine ait ortalama spektrum ile hedef spektrum arasındaki oran için alt sınır 1.00 olarak tanımlanmış, ancak bir üst sınır tanımlanmamıştır. Tez çalışmasında, bu oranın, binanın göz önüne alınan doğrultudaki birinci periyodu T ’ye göre $0.2T$ ile $1.5T$ aralığında 1.00-1.20 arasında olması ve böylece ilgili periyot aralığında hedef spektrumla daha fazla

uyum elde edilmesi sağlanmıştır. Bu durumda, TBDY ile uyumlu setlere ait ortalama spektrum da DBYBHY ile uyumlu setlerde olduğu gibi alt ve üst sınırlarla belirlenmiş bir bant içerisinde olacaktır. Çalışmada kullanılan TSD sistemlerin periyotları 0.40s-1.20s arasında değiştiği için, tüm TSD sistemler için geçerli periyot aralığı (0.08s-1.80s) uyum için dikkate alınacak periyot aralığı olarak seçilmiştir.

Tez kapsamında oluşturulan ivme setlerinde yer alan ivme kayıtlarına ait bilgiler Ek-A'da verilmiştir. Ek-A'da kaydın ait olduğu deprem, depremin büyüklüğü, depremin tarihi ve kaydedildiği istasyona ait bilgiler, istasyonların faya olan mesafeleri, İvme kaydının süresi ve maksimum yer ivmesi yer almaktadır.

3.7 DBYBHY İle Uyumlu İvme Kaydı Setleri

DBYBHY'te tanımlanan Z1, Z2 ve Z3 sınıfı zeminler ile uyumlu ivme kaydı setlerinde yer alan ivme kayıtlarının etiketleri ve ölçeklendirme katsayıları sırası ile Tablo 3.4, Tablo 3.5 ve Tablo 3.6'da verilmiştir. Tablolarda görülebileceği gibi ivme kayıtları için kullanılan ölçeklendirme katsayıları 0.50-2.00 arasındadır. Ayrıca herhangi bir ivme kaydının her iki yatay bileşeninin de aynı set içerisinde yer almadığı da görülmektedir. Örneğin Tablo 3.4'te verilen SET 1'de, 357 nolu kaydın sadece x bileşeni yer alırken, 642 nolu kaydın ise sadece y bileşeni yer almaktadır.

Tablo 3.4 – 3.6 incelendiğinde, bazı kayıtların farklı setlerde yer aldığı ancak her bir sette farklı ölçeklendirme katsayısına sahip olduğu görülmektedir. Örneğin Tablo 3.4'e göre, 6262-Y kaydı SET 2'de 0.987, SET 3'te 0.788 ölçeklendirme katsayısı ile yer almaktadır.

Tablo 3.4: Z1 sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
357-Y	1.999	639-X	1.084	6267-X	0.992	4678-X	0.539
642-Y	0.936	960-Y	0.570	646-Y	1.523	5271-X	1.998
5270-Y	0.673	412-X	1.318	410-Y	1.183	960-X	0.683
6272-Y	1.895	6262-Y	0.987	467-Y	1.172	6278-Y	0.993
292-Y	0.501	6333-X	1.430	385-X	1.116	6331-X	0.928
5272-Y	1.523	604-X	1.932	243-Y	1.264	410-X	0.781
467-Y	1.759	642-X	0.674	6262-Y	0.788	6272-X	1.161

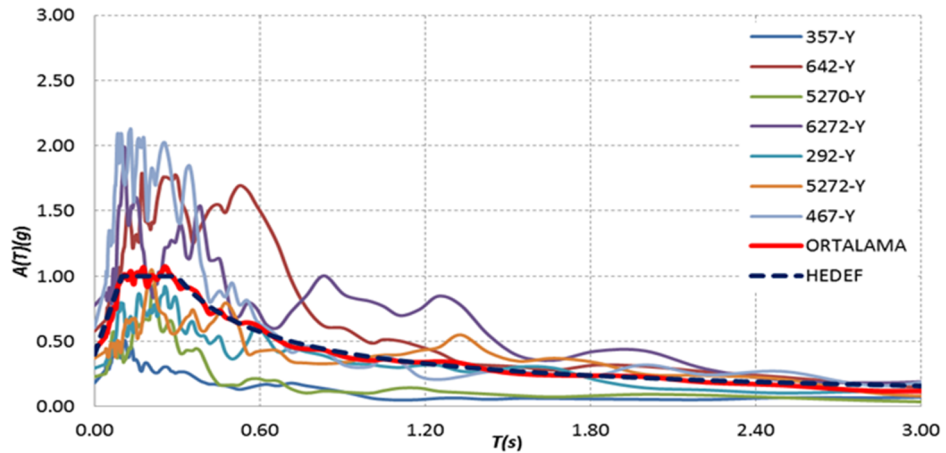
Tablo 3.5: Z2 sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
572-Y	0.961	530-Y	0.520	142-Y	1.408	474-Y	0.661
6494-Y	0.838	244-Y	1.280	7067-X	1.874	352-Y	0.870
946-Y	1.161	7067-X	1.736	6144-X	1.165	759-X	1.014
211-Y	0.622	6142-Y	0.716	6447-X	1.903	6138-Y	1.266
7161-X	1.351	352-Y	0.610	760-Y	1.352	142-Y	1.426
612-X	0.519	761-Y	0.740	232-X	1.127	7067-X	1.642
474-X	0.997	7257-X	1.344	352-Y	1.192	232-X	1.106

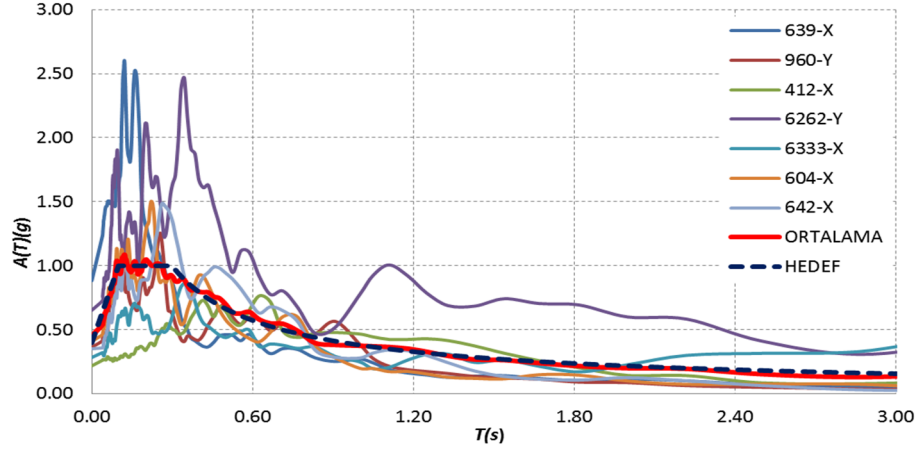
Tablo 3.6: Z3 sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
1230-X	0.762	6975-Y	0.706	7010-Y	1.470	360-X	0.981
6978-Y	1.108	1230-X	0.737	151-X	0.548	7010-Y	1.797
375-Y	0.649	648-Y	0.571	1908-X	1.490	6962-Y	0.869
360-Y	0.852	7010-Y	1.117	602-X	0.788	1230-X	0.577
141-X	0.502	360-X	0.779	6975-Y	0.848	648-X	0.662
602-X	0.609	602-X	0.684	379-Y	0.547	555-Y	1.937
6606-Y	0.821	375-Y	0.885	1230-Y	0.584	6978-Y	1.293

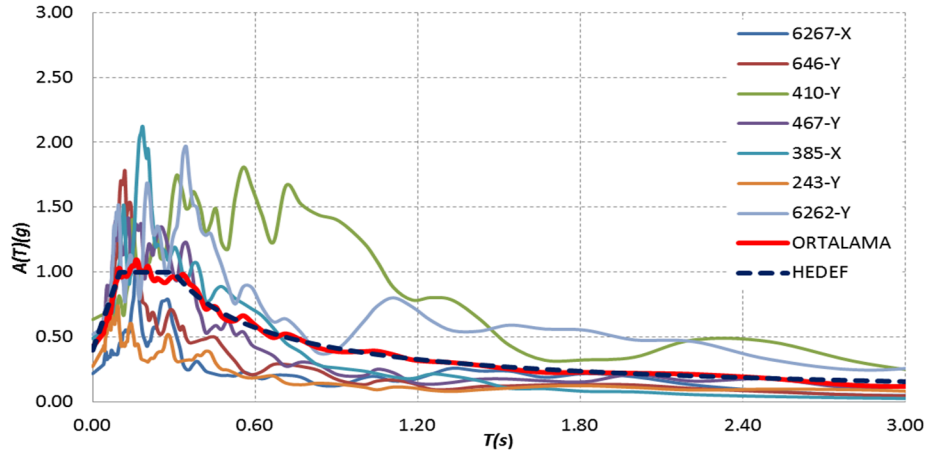
Şekil 3.4-Şekil 3.7’te DBYBHY’te tanımlanan Z1 sınıfı zeminlere ait tasarım spektrumu ile uyumlu olacak şekilde elde edilen ivme setlerinde yer alan ivme kayıtlarına ait ivme spektrumları, sete ait ortalama ivme spektrumu ve hedef spektrum görülmektedir.



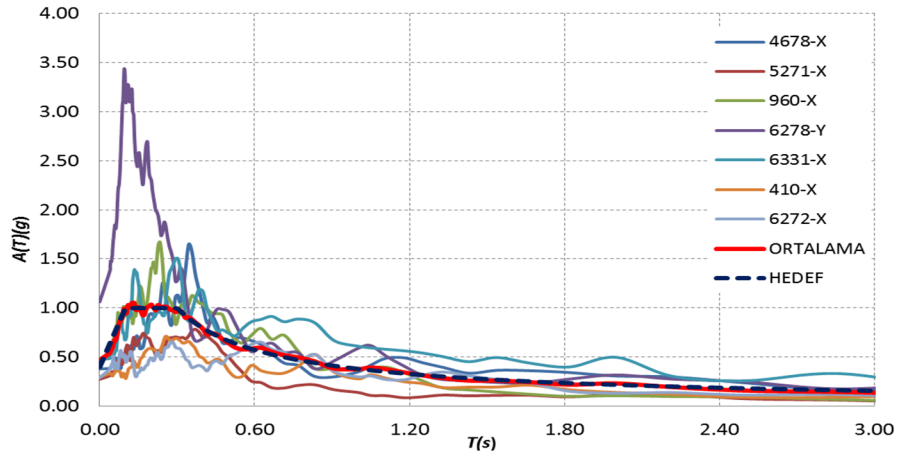
Şekil 3.4: Z1 sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



Şekil 3.5: Z1 sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

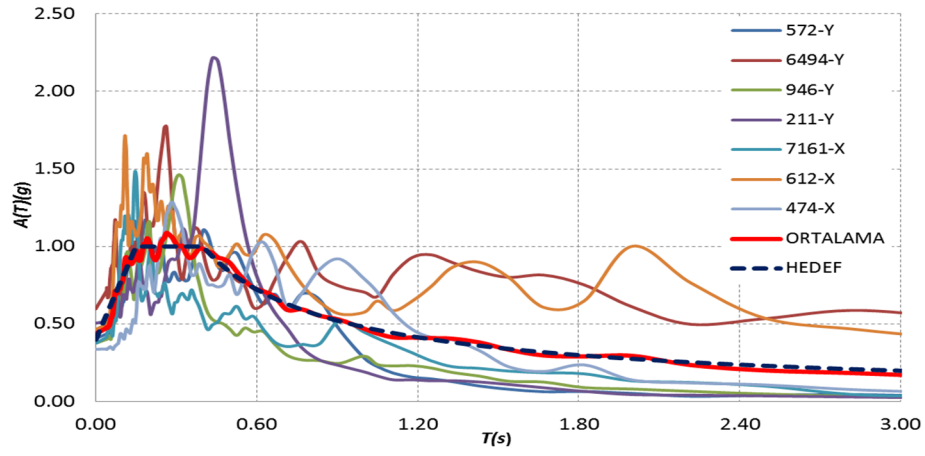


Şekil 3.6: Z1 sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

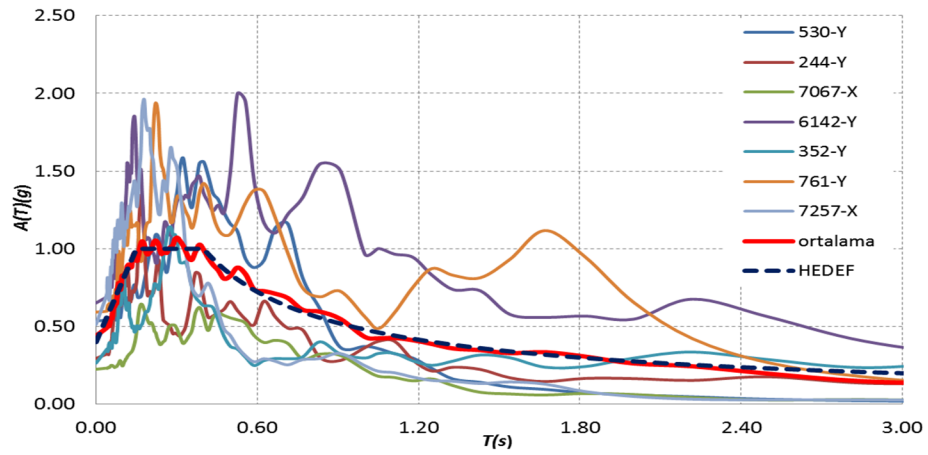


Şekil 3.7: Z1 sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

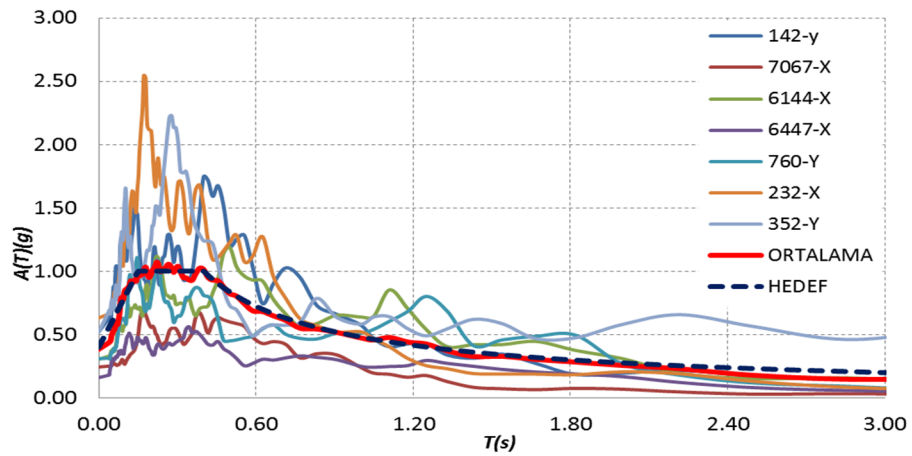
Şekil 3.8 - Şekil 3.11’de Z2 sınıfı zeminler için elde edilen ivme setlerindeki kayıtlara ait ivme spektrumları, ortalama spektrum ve hedef spektrum görülmektedir.



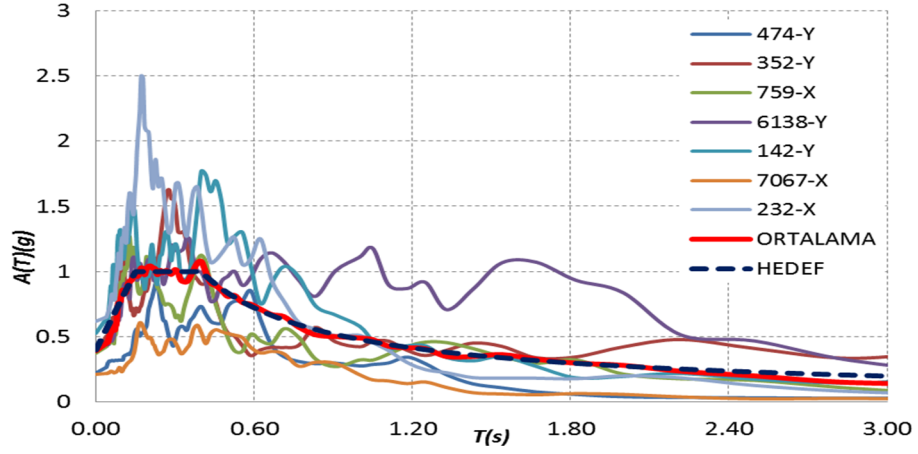
Şekil 3.8: Z2 sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar



Şekil 3.9: Z2 sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

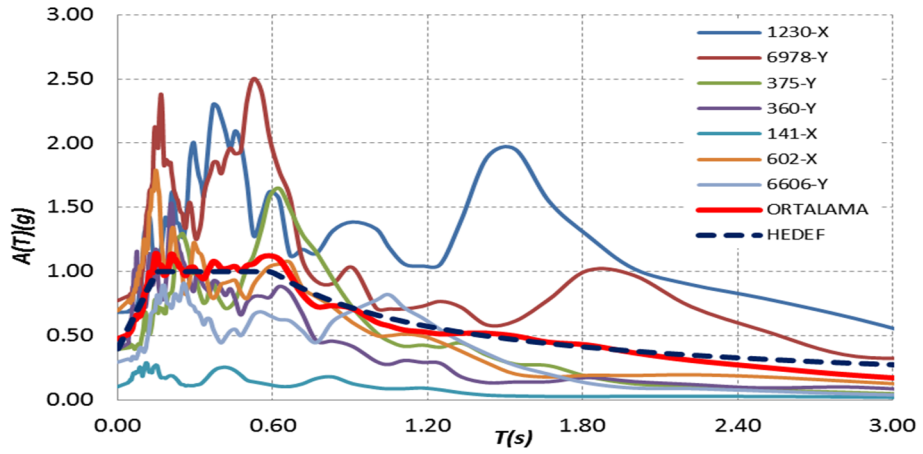


Şekil 3.10: Z2 sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

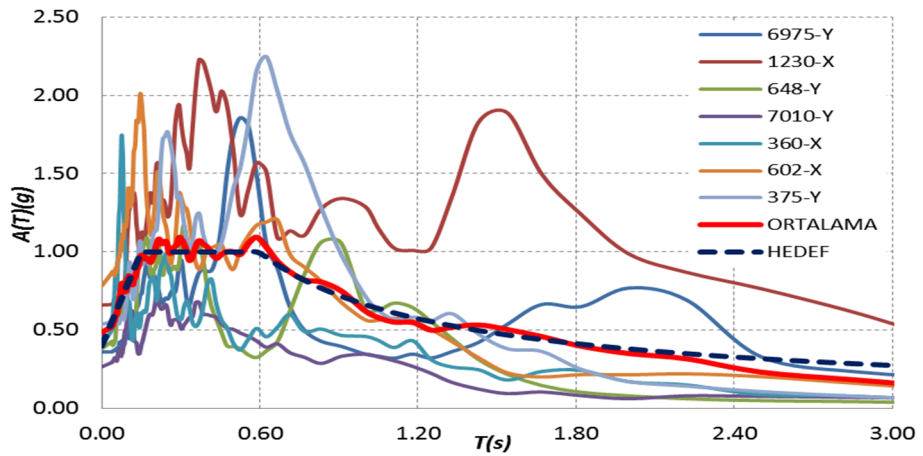


Şekil 3.11: Z2 sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

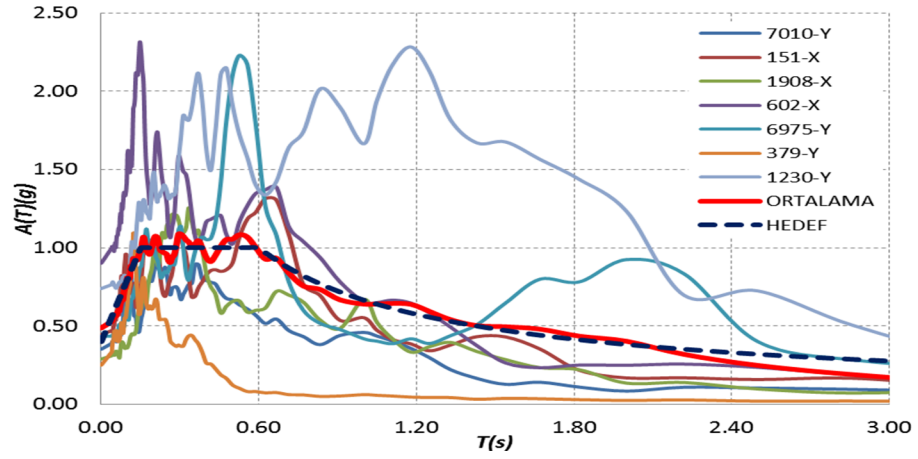
Şekil 3.12 - Şekil 3.15'te Z3 sınıfı zeminler için elde edilen ivme setlerindeki kayıtlara ait ivme spektrumları, ortalama spektrum ve hedef spektrum görülmektedir.



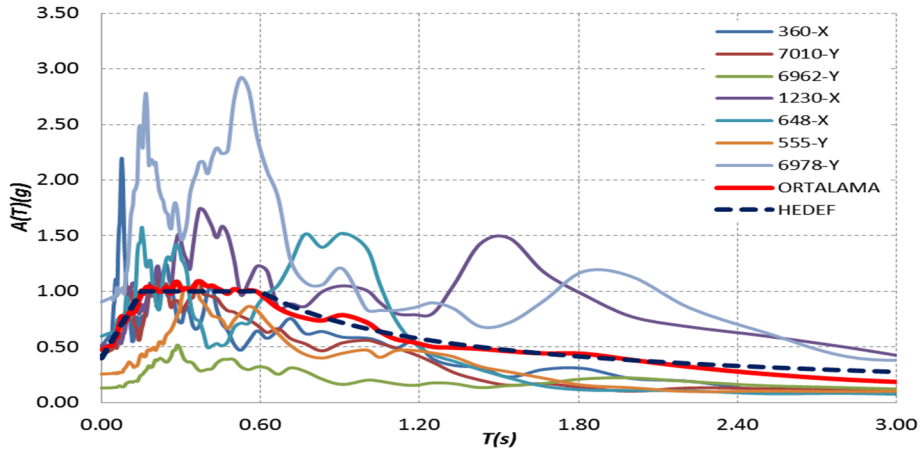
Şekil 3.12: Z3 sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar



Şekil 3.13: Z3 sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar



Şekil 3.14: Z3 sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmemiş spektrumlar



Şekil 3.15: Z3 sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

3.8 TBDY İle Uyumlu İvme Kaydı Setleri

TBDY’de tanımlanan ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminler ile uyumlu ivme kaydı setlerinde yer alan ivme kayıtlarının etiketleri ve ölçeklendirme katsayıları sırası ile Tablo 3.7, Tablo 3.8 ve Tablo 3.9’da verilmiştir. DBYBHY ile uyumlu ivme setlerinde olduğu gibi, TBDY ile uyumlu ivme setlerinde de, ivme kayıtları için kullanılan ölçeklendirme katsayıları 0.50-2.00 arasındadır, herhangi bir ivme kaydının her iki yatay bileşeninin de aynı set içerisinde yer almadığı görülmektedir. Ayrıca bazı kayıtların farklı setlerde yer aldığı ancak her bir sette farklı ölçeklendirme katsayısına sahip olduğu da görülmektedir.

Tablo 3.7: ZB sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
140y	1.046	628y	1.012	243y	1.344	598x	0.639
369x	0.596	362x	0.854	369x	0.561	140y	1.587
385y	1.617	1891y	0.611	6262x	0.513	5272y	0.651
357y	0.664	5272y	0.589	359x	0.543	647y	0.962
6265y	0.775	140x	1.099	382y	0.989	1891x	1.390
638x	0.567	243x	1.055	646x	1.469	369x	0.790
467y	0.546	412x	1.635	357x	1.280	357y	0.585
5272y	0.762	603y	0.831	467y	0.857	362x	1.707
5655x	0.557	639x	0.832	638y	1.063	383y	0.975
629y	1.621	6100y	1.010	410x	0.789	7158y	1.640
4560y	0.833	467y	0.955	385y	0.884	604x	1.579

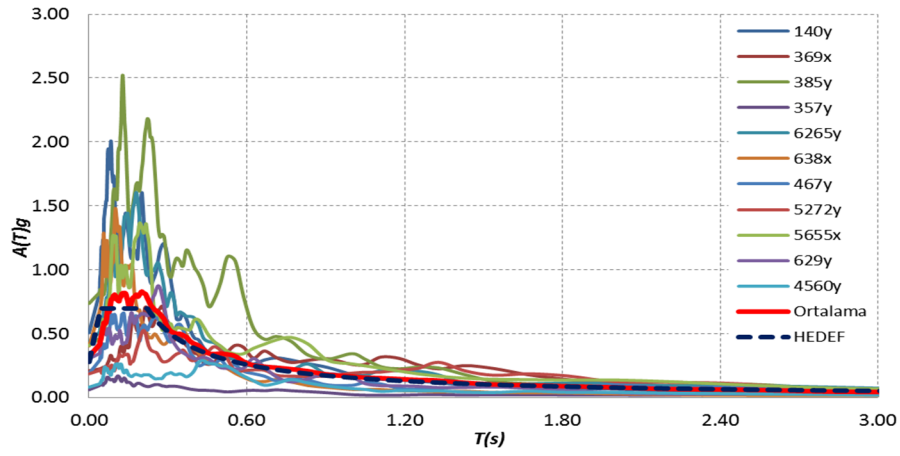
Tablo 3.8: ZC sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
6144x	1.165	569x	0.975	946y	1.660	7067y	0.701
352y	0.539	1859x	0.979	352y	1.331	6444x	1.097
7155x	0.839	244y	1.358	761x	0.594	6496y	1.695
1720y	0.848	6964x	0.521	142y	1.164	7155x	0.560
247x	1.077	352y	1.567	5273x	1.609	6330y	0.560
7067x	0.726	1245y	1.213	6499x	0.646	142y	1.338
1859x	1.370	532y	1.292	1996x	0.663	569y	1.559
139x	0.538	7155y	1.242	6444x	1.586	49y	0.639
6330x	0.977	1711x	0.502	5798x	1.656	6964x	1.858
142y	0.892	49y	0.687	502y	1.765	946y	1.304
5273y	0.930	946x	1.759	247x	0.510	381y	0.549

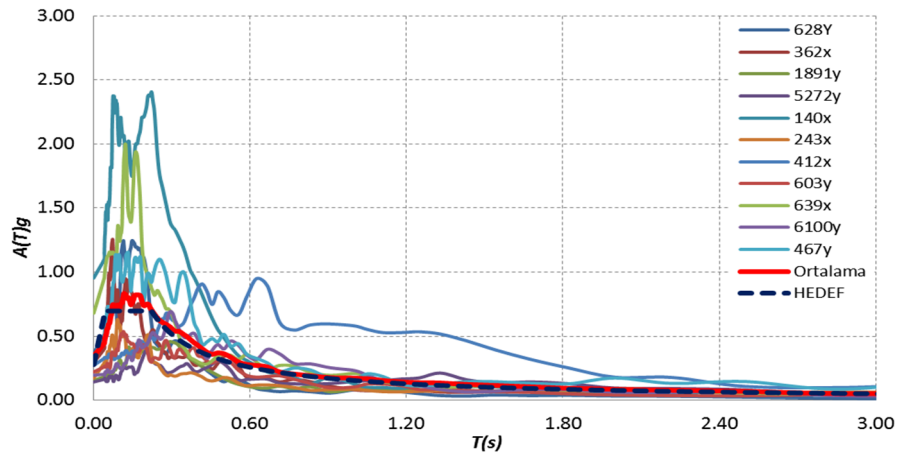
Tablo 3.9: ZD sınıfı zemin için elde edilen ivme kaydı setleri

SET 1		SET 2		SET 3		SET 4	
Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek	Kayıt	Ölçek
6446y	1.109	950x	0.748	601y	1.877	379x	1.248
375y	0.822	6446y	1.755	141x	1.695	6975y	0.657
600y	0.543	555y	0.522	6962y	1.939	601y	0.967
6962x	1.209	6962y	1.888	555x	1.792	644y	1.089
360x	1.749	600x	0.699	6960y	1.392	6498y	0.515
601x	1.230	1230x	0.616	7010y	0.645	7129x	1.354
7010y	1.078	624y	0.765	644y	0.698	360x	1.545
379x	1.048	7010x	0.893	6498y	0.505	6962y	1.220
6960x	0.740	141x	1.586	360x	1.675	602x	0.653
335x	0.693	360x	0.604	170x	0.545	555y	1.868
151x	0.705	601y	0.981	151x	0.908	1708x	0.566

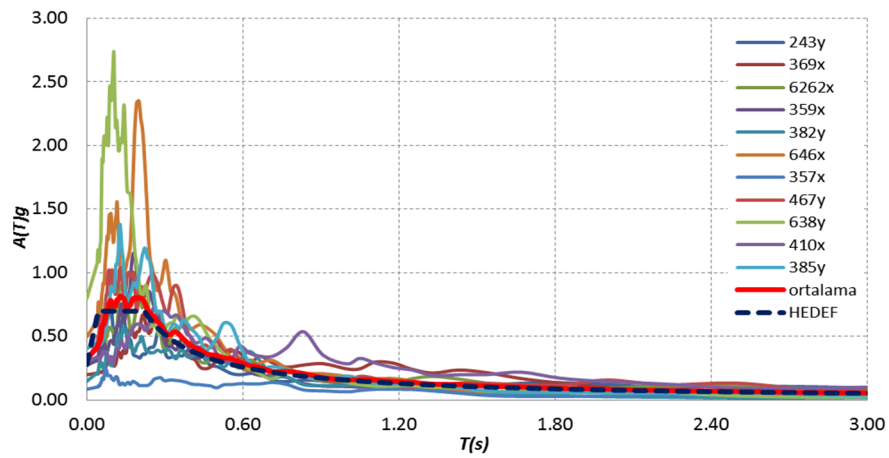
Şekil 3.16-Şekil 3.19’da ZB sınıfı zeminler için elde edilen ivme setlerindeki kayıtlara ait spektrumlar, ortalama spektrum ve hedef spektrum görülmektedir.



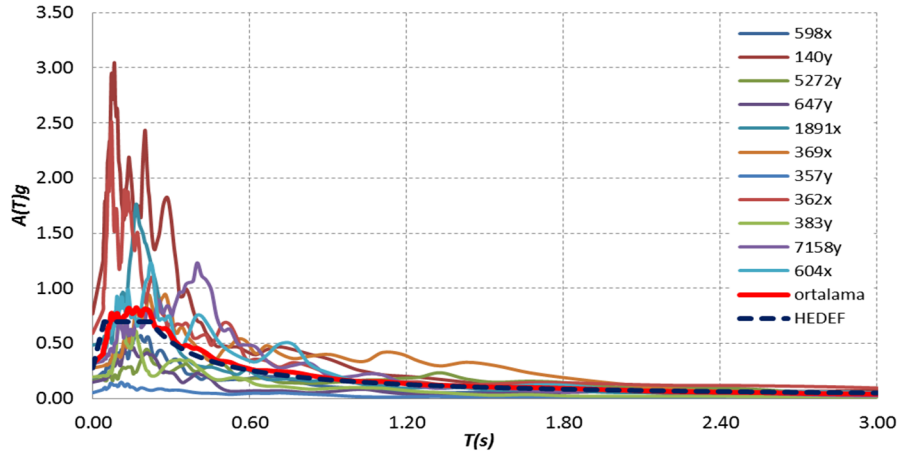
Şekil 3.16: ZB sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



Şekil 3.17: ZB sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

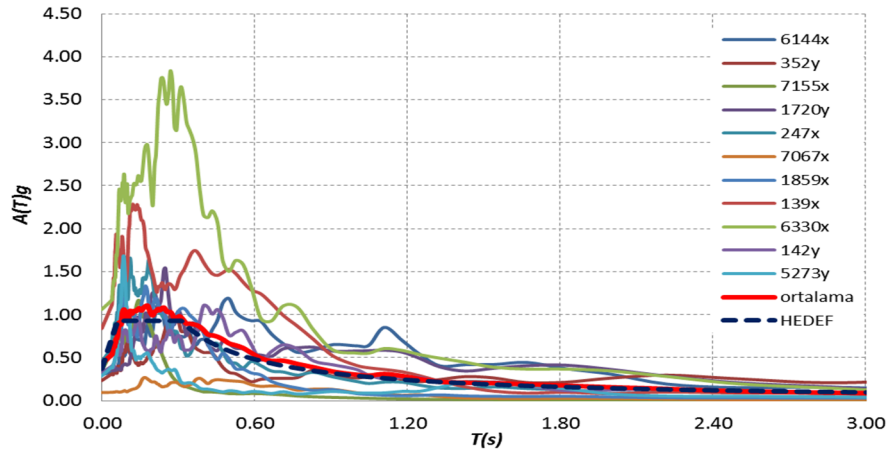


Şekil 3.18: ZB sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

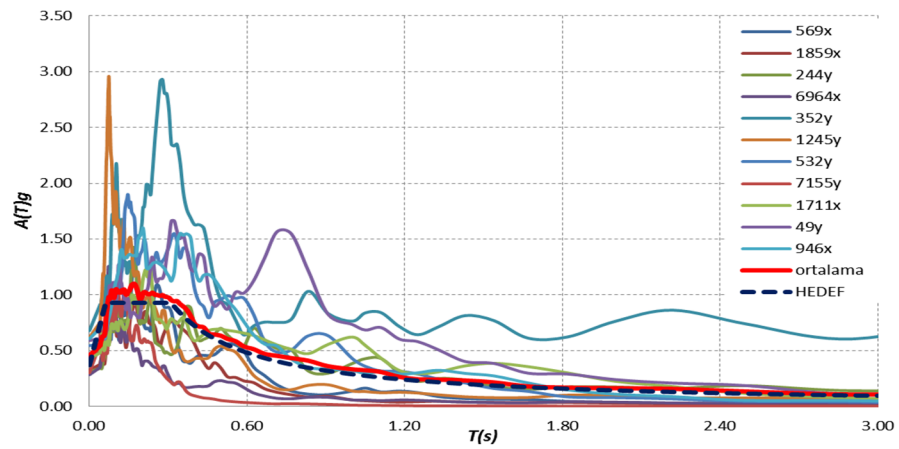


Şekil 3.19: ZB sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

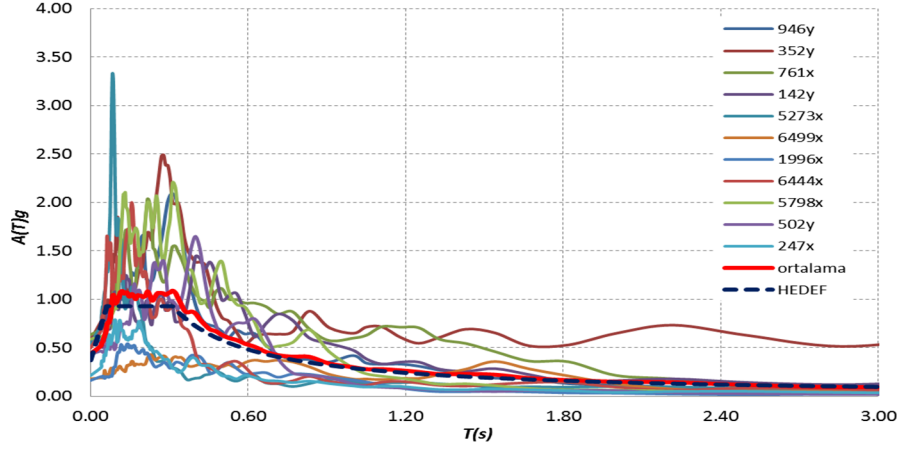
Şekil 3.20-Şekil 3.23'te ZC sınıfı zeminler için elde edilen ivme setlerindeki kayıtlara ait spektrumlar görülmektedir.



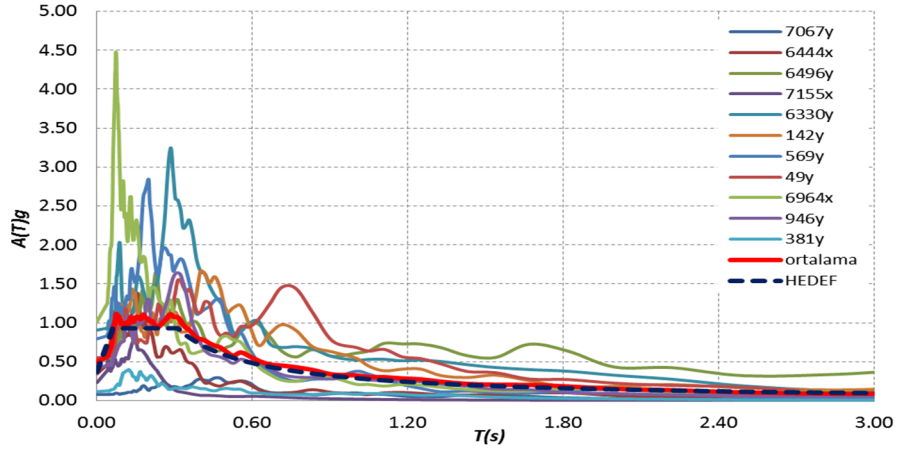
Şekil 3.20: ZC sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



Şekil 3.21: ZC sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

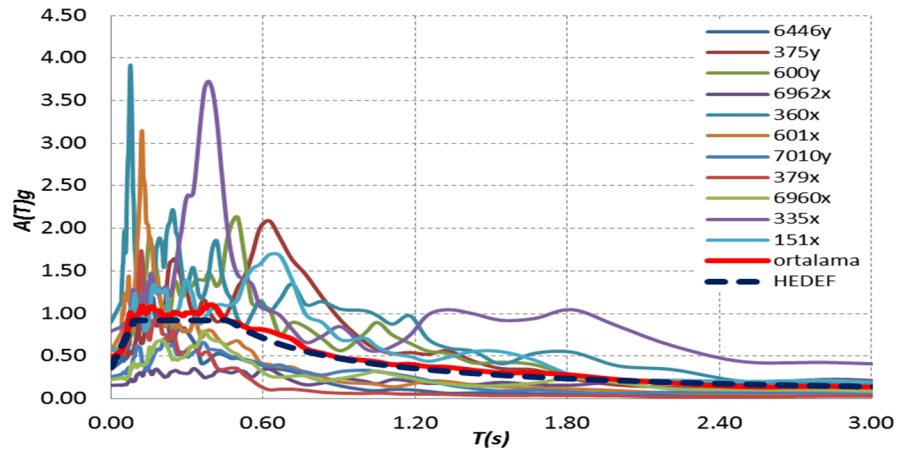


Şekil 3.22: ZC sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

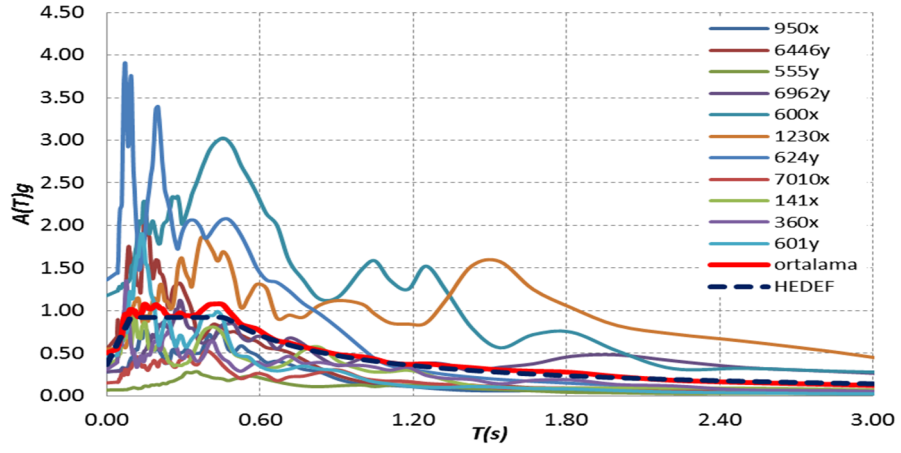


Şekil 3.23: ZC sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

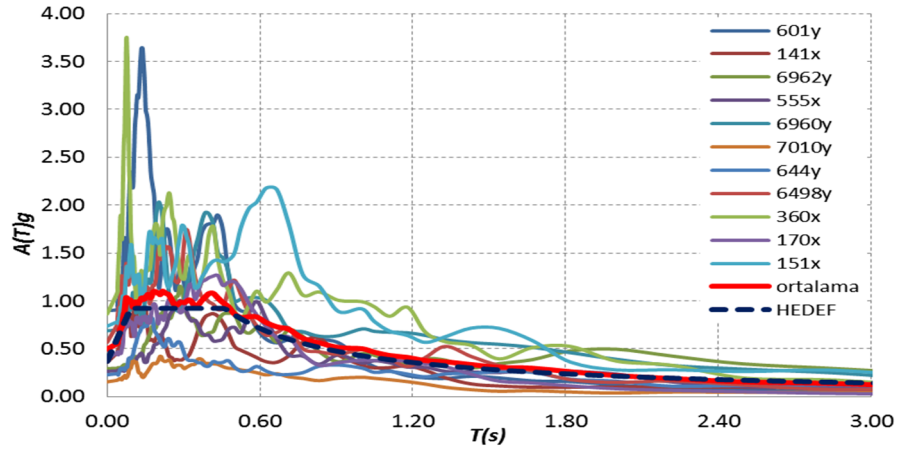
Şekil 3.24-Şekil 3.27'de ZD sınıfı zeminler için elde edilen ivme setlerindeki kayıtlara ait spektrumlar görülmektedir.



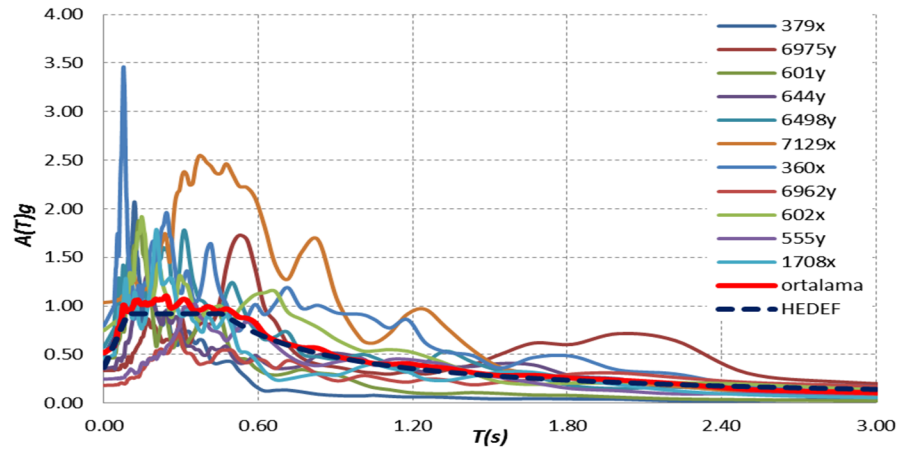
Şekil 3.24: ZD sınıfı zemin için 1.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



Şekil 3.25: ZD sınıfı zemin için 2.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



Şekil 3.26: ZD sınıfı zemin için 3.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar



Şekil 3.27: ZD sınıfı zemin için 4.sete ait ölçeklenmiş spektrumlar

4. DİNAMİK ANALİZ SONUÇLARI

DBYBHY ve TBDY ile uyumlu olacak şekilde elde edilen ivme kaydı setlerinde yer alan ivme kayıtları kullanılarak, TSD sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiş ve maksimum ötelenme talepleri elde edilmiştir.

Daha önce de bahsedildiği gibi, tez çalışmasında ele alınan TSD sistemlerin periyodu T , 0.40s-1.20s arasında (0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2), yatay dayanım oranı F_y/W ise 0.10-0.40 arasında (0.1, 0.2, 0.3, 0.4) değişmektedir. TSD sistemlerin doğrusal olmayan davranışları için EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 çevrimsel davranış modelleri dikkate alınmıştır.

4.1 DBYBHY İle Uyumlu Setler İçin Analiz Sonuçları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler için kullanılacak ivme kaydı setleri DBYBHY’te tanımlanan Z1, Z2 ve Z3 sınıfı zeminler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Her zemin sınıfı için, her biri yedi ivme kaydına sahip dört farklı ivme seti kullanılmıştır.

DBYBHY’e göre zaman tanım alanında analizlerde en az yedi kayıt kullanılması durumunda, yapısal tepkilerin ortalaması tasarım veya performans değerlendirmesi için dikkate alınabilmektedir. İvme kaydı setlerinde yedi kayıt bulunduğu için, her bir ivme seti için maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması hesaplanmıştır. Farklı titreşim periyodu (T), yatay dayanım oranı (F_y/W) ve çevrimsel davranış modeline sahip 144 adet TSD sistemin analizi sonucu, ivme setlerinde yer alan yedi ivme kaydının her biri için maksimum ötelenme talepleri (Δ_{mak}) elde edilmiştir. Daha sonra, her bir ivme seti için maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması (μ_{Δ}) ve standart sapması (s_{Δ}) hesaplanmıştır.

Tablo 4.1, Tablo 4.2 ve Tablo 4.3’te sırası ile Z1, Z2 ve Z3 yerel zemin sınıfları için elde edilen ivme kaydı setleri kullanılarak EMP çevrimsel davranış

modeline sahip TSD sistemler için hesaplanan μ_A ve s_A değerleri (birimi cm) verilmiştir. Ek-B’de ise EDP, MTK00 ve MTK04 çevrimsel davranış modellerine sahip TSD sistemler için hesaplanan μ_A ve s_A değerleri verilmiştir.

Tablo 4.1: TSD sistemlerde Z1 için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)

T (s)	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	4.75	2.86	5.96	4.07	6.41	6.76	4.89	1.54
	0.2	3.66	2.79	3.64	2.65	4.41	4.36	3.37	1.84
	0.3	3.59	3.08	3.12	1.52	3.59	3.74	2.90	1.25
	0.4	3.26	2.78	2.98	1.52	3.50	3.00	2.93	1.05
0.5	0.1	5.81	3.63	6.98	4.25	6.37	6.14	6.09	1.84
	0.2	4.98	3.67	4.52	2.16	5.42	4.79	4.58	1.69
	0.3	5.02	4.31	4.36	1.96	5.12	4.39	4.75	1.88
	0.4	5.01	4.44	4.44	1.60	4.45	3.91	4.13	1.47
0.6	0.1	6.36	3.57	7.77	4.67	6.12	4.75	6.00	2.93
	0.2	5.87	3.93	5.77	2.87	6.74	6.43	6.13	2.66
	0.3	5.53	3.78	5.69	4.10	6.29	6.08	5.51	2.50
	0.4	5.57	3.74	5.42	2.66	5.63	5.38	5.42	2.57
0.7	0.1	7.48	4.42	8.16	4.98	6.48	5.11	7.11	4.22
	0.2	5.93	3.01	7.56	3.82	7.73	7.53	6.53	3.96
	0.3	5.54	2.78	7.09	3.40	7.39	8.48	6.91	5.22
	0.4	5.17	2.55	6.44	1.66	6.94	7.95	7.01	4.33
0.8	0.1	8.53	6.08	9.00	6.02	7.61	6.33	8.65	4.96
	0.2	6.60	4.39	8.65	6.16	7.54	6.47	6.96	3.22
	0.3	5.82	2.88	8.05	4.34	6.86	5.93	7.90	4.02
	0.4	5.98	3.00	7.40	2.36	6.60	6.25	7.74	3.61
0.9	0.1	8.82	6.37	10.42	7.09	8.36	7.82	9.79	5.23
	0.2	7.69	5.30	10.30	7.76	8.70	8.72	7.74	2.62
	0.3	7.01	4.17	9.99	7.94	7.58	6.98	8.39	4.45
	0.4	7.23	4.60	8.08	3.69	6.51	5.89	8.36	4.62
1.0	0.1	9.25	6.34	10.93	8.37	9.35	8.38	9.64	5.73
	0.2	9.87	7.72	10.30	7.14	8.98	7.96	9.45	3.78
	0.3	9.14	5.95	10.98	9.06	9.40	8.85	8.75	3.48
	0.4	8.18	4.62	10.85	8.74	8.77	7.62	9.21	4.16
1.1	0.1	11.46	6.60	11.53	8.75	9.93	7.84	10.11	6.89
	0.2	10.20	5.76	10.85	8.88	9.65	7.54	10.16	4.54
	0.3	10.51	5.28	10.48	7.25	9.66	7.57	10.45	4.12
	0.4	10.17	4.92	10.45	7.37	10.05	8.27	11.62	5.31
1.2	0.1	12.73	8.11	13.16	8.75	10.82	8.97	11.21	8.23
	0.2	11.03	6.24	12.06	8.95	10.04	8.14	10.84	5.22
	0.3	10.97	5.37	12.06	8.02	10.56	9.68	11.24	4.71
	0.4	11.39	6.00	11.12	6.05	11.28	10.67	11.81	5.34

Tablo 4.2: TSD sistemlerde Z2 için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)

T (s)	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	11.15	11.44	7.65	5.32	9.70	9.23	10.04	6.75
	0.2	6.21	4.53	6.80	5.77	4.85	3.49	5.06	2.37
	0.3	3.86	1.61	4.92	3.55	4.00	1.85	4.04	1.65
	0.4	3.60	1.20	4.03	2.24	4.29	1.92	4.09	1.90
0.5	0.1	13.19	12.62	9.15	7.77	11.58	11.45	10.45	8.55
	0.2	8.23	6.09	7.83	7.44	6.48	4.07	7.01	3.71
	0.3	5.53	2.86	7.11	8.30	4.68	1.92	5.47	3.18
	0.4	4.52	1.36	6.58	5.80	4.79	2.29	5.15	2.48
0.6	0.1	14.35	13.62	10.52	11.23	12.74	13.38	12.58	9.29
	0.2	9.97	6.54	8.35	7.99	6.40	3.24	6.43	4.11
	0.3	6.69	3.42	9.14	10.44	6.25	3.64	5.99	3.23
	0.4	6.36	2.25	7.31	8.30	6.32	3.82	6.18	3.28
0.7	0.1	13.48	13.24	11.42	10.31	13.94	15.74	14.42	11.03
	0.2	10.42	7.36	8.31	5.67	9.66	4.82	8.33	4.09
	0.3	7.81	4.16	8.95	6.43	8.33	2.65	7.12	2.68
	0.4	7.73	3.19	8.69	7.06	8.33	2.92	7.32	3.01
0.8	0.1	13.89	13.50	12.60	9.13	16.63	16.43	16.56	12.34
	0.2	10.72	7.14	11.14	9.17	11.09	7.53	8.82	4.16
	0.3	8.29	4.18	8.12	4.25	8.64	3.55	7.91	3.83
	0.4	8.15	3.35	8.60	5.00	8.03	2.09	7.25	2.22
0.9	0.1	13.64	13.72	12.16	8.80	17.50	17.09	17.41	14.61
	0.2	10.13	6.82	13.61	12.89	11.52	7.79	9.46	5.30
	0.3	9.51	4.77	10.64	7.12	9.91	3.33	9.19	3.81
	0.4	9.53	3.79	9.71	5.73	10.06	2.70	9.55	4.66
1.0	0.1	15.79	14.58	12.73	6.96	18.96	16.32	18.41	12.15
	0.2	11.29	8.02	17.04	16.95	10.94	6.73	10.75	8.45
	0.3	11.85	6.63	13.87	11.45	10.57	4.19	10.43	4.90
	0.4	10.46	4.32	11.03	6.34	11.30	3.93	11.58	6.87
1.1	0.1	17.46	16.89	13.44	7.38	19.50	16.69	18.58	12.33
	0.2	14.10	11.82	17.25	17.22	14.47	9.77	14.56	10.45
	0.3	12.66	8.37	17.12	16.04	14.34	6.74	14.00	8.63
	0.4	14.38	10.35	15.28	13.57	13.75	6.17	13.55	8.43
1.2	0.1	19.03	20.32	16.04	9.47	21.19	17.82	18.39	12.88
	0.2	16.38	15.53	14.75	11.46	17.16	13.07	17.32	14.05
	0.3	14.44	10.14	17.29	16.34	14.78	6.42	16.54	11.28
	0.4	14.02	10.52	15.45	13.22	14.91	6.71	14.38	7.23

Tablo 4.1 - Tablo 4.3'te verilen sonuçlar incelendiğinde, standart sapma değerlerinin, yani maksimum ötelenme taleplerinin setlere ait ortalama ötelenme talepleri etrafındaki saçılımının EMP çevrimsel davranış modeline sahip TSD sistemler için yüksek olduğu görülmektedir. Benzer durum, Ek-B'de diğer çevrimsel

davranış modellerine sahip TSD sistemler için verilen maksimum ötelenme talepleri için de geçerlidir.

Tablo 4.3: TSD sistemlerde Z3 için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)

T (s)	F_y/W	Set1		Set2		Set3		Set4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	14.97	15.89	12.23	13.28	12.45	15.06	13.41	15.66
	0.2	9.26	9.11	8.01	7.57	10.56	13.45	9.43	10.15
	0.3	8.72	9.41	6.99	7.43	8.18	9.10	7.50	8.08
	0.4	6.58	6.49	5.86	5.07	6.32	6.27	5.99	5.72
0.5	0.1	16.27	15.46	13.23	12.85	15.58	17.03	14.45	16.64
	0.2	10.74	9.16	9.12	8.53	11.59	15.28	10.87	10.90
	0.3	10.88	10.80	9.19	9.53	9.87	11.79	7.83	7.46
	0.4	7.34	5.67	6.86	4.74	8.74	8.65	7.81	6.58
0.6	0.1	15.45	14.32	14.06	13.39	17.74	18.76	13.40	12.14
	0.2	12.63	13.05	12.12	11.81	12.76	16.10	12.72	12.09
	0.3	11.61	12.70	10.95	12.34	10.75	11.15	9.01	7.08
	0.4	10.99	9.00	9.67	8.24	10.20	9.53	8.00	4.73
0.7	0.1	16.03	16.26	15.89	15.84	19.31	20.85	13.63	9.97
	0.2	15.15	15.24	14.69	14.49	15.94	17.75	14.00	11.52
	0.3	12.88	12.46	12.62	11.23	13.77	14.87	10.94	6.84
	0.4	11.09	7.86	10.43	6.23	12.88	12.02	8.73	4.34
0.8	0.1	17.16	19.38	17.32	18.31	20.86	25.07	14.92	12.98
	0.2	15.54	11.99	14.10	11.18	15.45	16.89	15.29	13.68
	0.3	16.83	15.22	15.09	13.14	15.48	16.86	13.84	10.47
	0.4	13.02	9.90	12.53	8.27	14.17	15.22	11.52	7.84
0.9	0.1	18.35	20.20	20.88	19.27	22.44	29.83	19.46	16.24
	0.2	15.34	12.46	14.16	10.43	17.87	18.46	15.37	11.29
	0.3	16.83	15.38	15.98	13.99	14.42	12.10	15.48	11.08
	0.4	14.96	11.45	14.35	10.30	14.66	14.43	12.97	6.50
1.0	0.1	20.41	21.75	22.95	19.52	24.59	31.88	21.35	18.83
	0.2	17.20	14.13	16.63	11.98	20.06	19.92	16.64	10.00
	0.3	18.70	17.31	19.29	17.11	15.98	14.56	17.84	13.19
	0.4	17.32	16.85	18.32	14.83	16.39	14.77	15.05	6.97
1.1	0.1	23.57	25.39	23.00	22.05	25.88	32.81	22.39	21.09
	0.2	17.57	14.80	18.60	12.05	20.95	18.91	17.38	12.19
	0.3	18.89	14.43	18.11	11.88	18.06	17.31	17.56	9.60
	0.4	18.35	13.46	18.10	11.67	16.68	15.01	18.84	11.02
1.2	0.1	26.06	28.57	23.64	24.46	29.14	33.56	23.81	25.67
	0.2	18.81	13.65	19.30	11.37	23.57	27.55	17.44	10.86
	0.3	19.74	15.01	19.32	13.98	19.70	18.41	17.71	10.08
	0.4	19.29	13.12	19.43	11.03	18.33	16.35	18.30	8.02

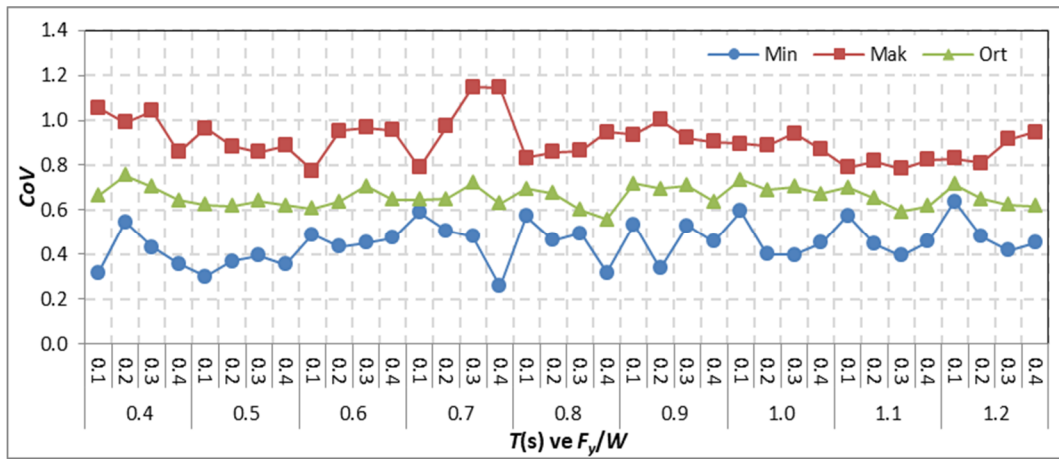
İstatistiksel olarak rastgele verilerin saçılımının göstergesi olarak kullanılan parametrelerden birisi de, standart sapmanın ortalamaya oranını ifade eden varyasyon katsayısıdır (CoV) ve Denklem 4.1 ile verilmiştir. CoV değerlerinin

yüksek olması ortalama etrafındaki saçılımın yüksek olduğunu ifade etmektedir. Çalışma kapsamında, TSD sistemler ve setler için hesaplanan CoV değerleri değerlendirilmiştir.

$$CoV = \mu_{\Delta} / s_{\Delta} \quad (4.1)$$

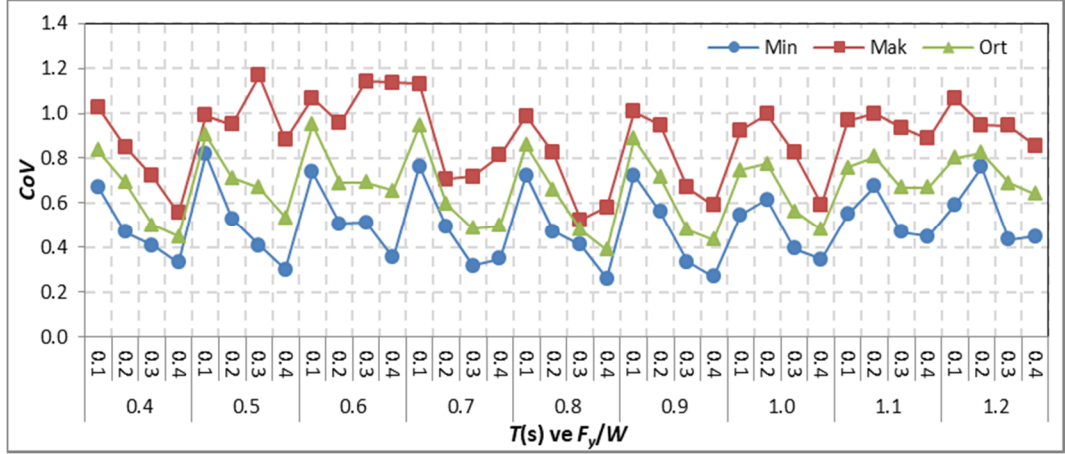
Şekil 4.1 – Şekil 4.3’te, EMP çevrimsel modeline sahip TSD sistemler için sırası ile Z1, Z2 ve Z3 sınıfı zeminler ile uyumlu setlerden elde edilen CoV değerleri verilmiştir. Şekillerde yatay eksen TSD sistemlerin periyodunu (T) ve yatay dayanım oranını (F_y/W) ifade etmektedir. Bilindiği gibi her bir zemin sınıfı için dört ivme seti kullanılmaktadır. Şekillerde, bu dört set için elde edilen CoV değerlerinin minimumu, maksimumu ve ortalaması yer almaktadır.

Şekil 4.1, incelendiğinde, tüm TSD sistemler dikkate alındığında her bir set için hesaplanan CoV değerlerinin yaklaşık olarak 0.2-1.2 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu aralığın geniş bir aralık olduğu söylenebilir. Öte yandan, ortalama CoV değerleri incelendiğinde, ortalama olarak 0.6-0.8 arasında rastgele değişen CoV değerlerinden bahsetmek mümkündür.



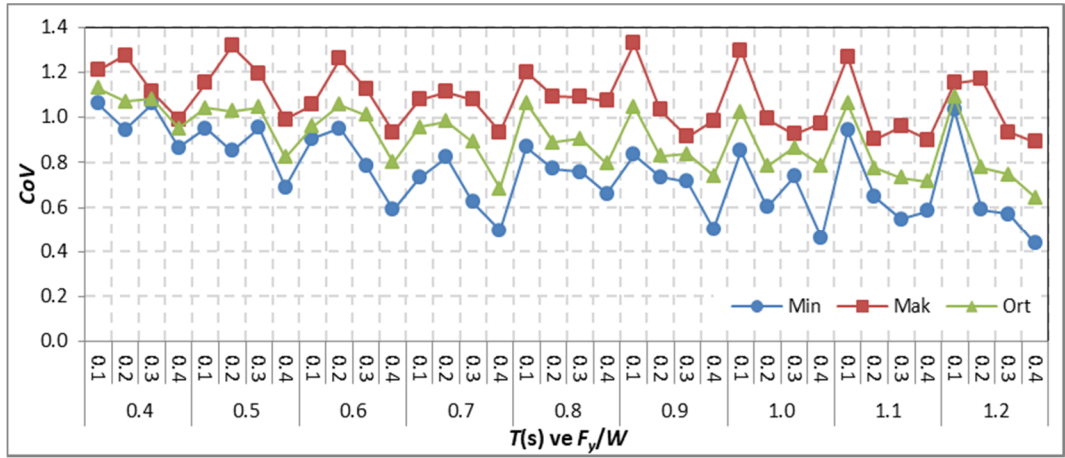
Şekil 4.1: Z1 ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)

Şekil 4.2, incelendiğinde, Z2 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için hesaplanan CoV değerlerinin de yaklaşık olarak 0.2-1.2 aralığında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, ortalama CoV değerlerinin, Z1 sınıfına oranla daha geniş bir aralıkta rastgele değiştiği (yaklaşık olarak 0.4-1.0 arasında) görülmektedir.



Şekil 4.2: Z2 ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)

Şekil 4.3, incelendiğinde, Z3 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için hesaplanan CoV değerlerinin yaklaşık olarak 0.4-1.4 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu zemin sınıfı için ötelenme taleplerinin set içerisindeki saçılımı biraz daha yüksektir. Bu durumla uyumlu olarak, ortalama CoV değerlerinin de yaklaşık olarak 0.6-1.2 arasında değiştiği görülmektedir.



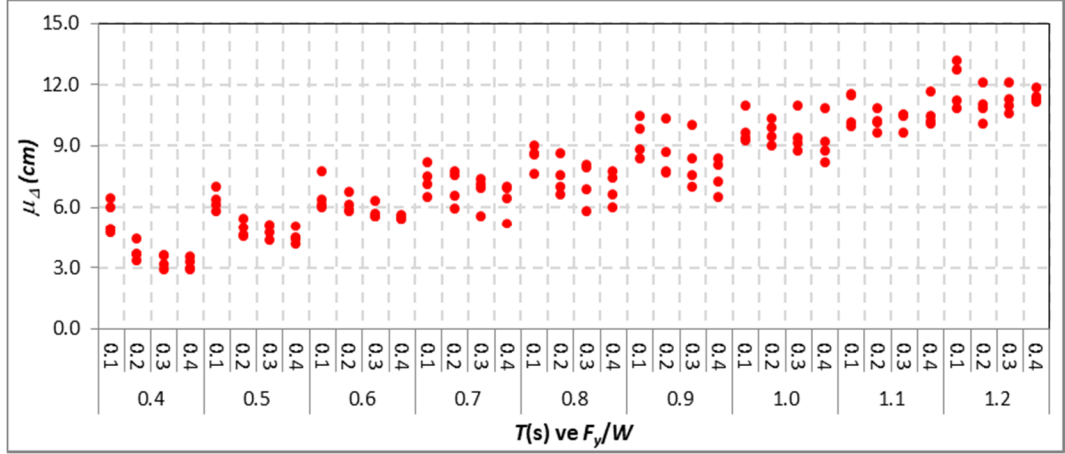
Şekil 4.3: Z3 ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)

Şekil 4.1 – Şekil 4.3'te, EMP çevrimsel davranış modeline sahip TSD sistemler için verilen sonuçlar, DBYBHY ile uyumlu gerçek ivme kaydı setleri kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilecek maksimum ötelenme taleplerinin set içerisindeki saçılımının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, Ek-C'de (yukarıdaki şekillerin aynısı, diğer çevrimsel modeller için de elde edilecek ve ek olarak verilmiştir.) diğer çevrimsel davranış modellerine sahip TSD sistemler için verilen CoV değerleri incelendiğinde de

görülmektedir. EDP çevrimsel davranış modeline ait TSD sistemler için elde edilen ortalama CoV değerleri Z1 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.5-0.8 arasında, Z2 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.4-0.8 arasında ve Z3 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.6-1.1 arasında değişmektedir. MTK00 çevrimsel davranış modeline ait TSD sistemler için elde edilen ortalama CoV değerleri Z1 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.5-0.9 arasında, Z2 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.4-1.0 arasında ve Z3 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.7-1.1 arasında değişmektedir. MTK04 çevrimsel davranış modeline ait TSD sistemler için elde edilen ortalama CoV değerleri ise Z1 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.6-0.9 arasında, Z2 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.4-1.0 arasında ve Z3 sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.8-1.1 arasında değişmektedir. Bilindiği gibi, DBYBHY ile uyumlu ivme kaydı seti seçimi için, sette yer alan kayıtlara ait spektrumların ortalaması ile hedef spektrum arasında belirli bir uyum gözetilmekte iken, setteki her bir ivme kaydına ait spektrum ile hedef spektrum arasında herhangi bir uyum gözetilmemektedir. Bu durumda, belirli bir periyot için ivme kayıtlarına ait spektral ivme değerlerinin hedef spektrum için aynı periyoda ait spektral ivme değeri etrafındaki saçılımı kontrol edilememektedir. Dolayısıyla ivme değerlerine ait saçılım yüksek olabilmekte, bu durum, bu kayıtlar kullanılarak elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin saçılımının da yüksek olmasına sebep olmaktadır.

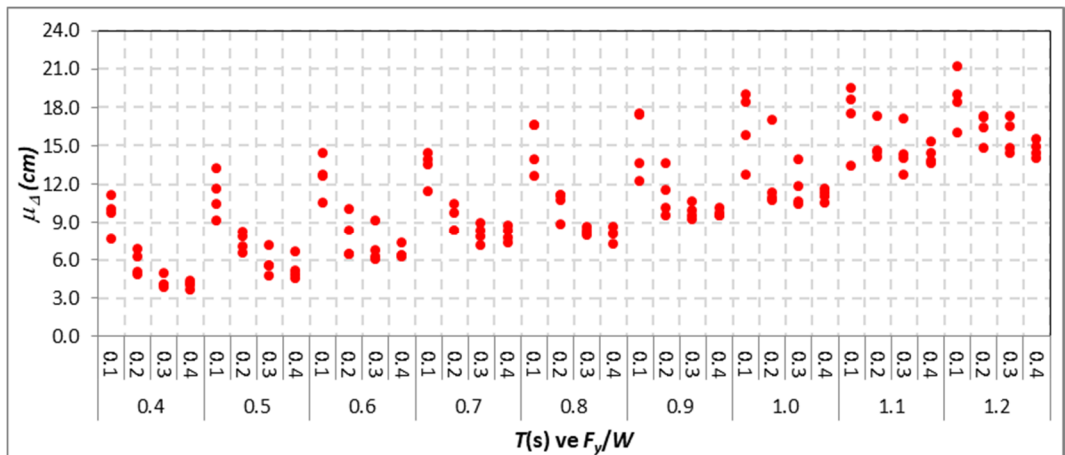
DBYBHY'e göre, tasarım ve performans değerlendirmesi amacı ile ivme setinde yer alan kayıtlardan elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması kullanılabilir. Buna göre, tasarım esnasında ötelenme taleplerinin saçılımı dikkate alınmamış olmaktadır. Ancak, özellikle maksimum ötelenme taleplerindeki belirsizliğin dikkate alınacağı güvenilirlik ya da olasılık esaslı yaklaşımlar için saçılımın da hesaplanarak göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Şekil 4.4 – Şekil 4.6'da, daha önce Tablo 4.1 – Tablo 4.3'te verilen ve EMP çevrimsel modeline sahip TSD sistemler için sırasıyla Z1, Z2 ve Z3 sınıfı zeminlerle uyumlu ivme setleri dikkate alınarak hesaplanan μ_A değerleri grafik olarak verilmiştir. Her bir zemin sınıfı ile uyumlu dört ivme seti kullanıldığından, her bir TSD için dört farklı μ_A değeri şekillerde görülmektedir.



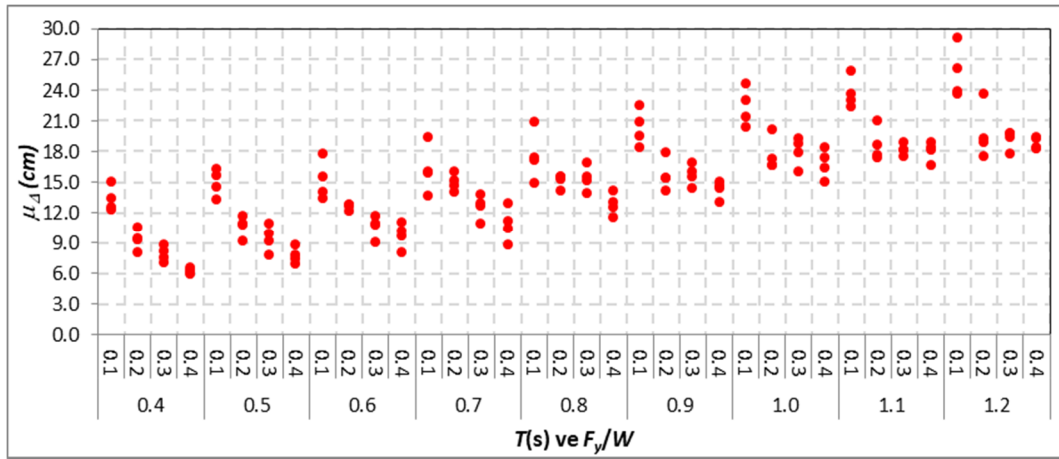
Şekil 4.4: Z1 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)

Şekil 4.4 incelendiğinde, herhangi TSD sistem için dört farklı ivme kaydı setine ait μ_{Δ} değerlerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği görülmektedir. Örneğin $T=0.4s$ ve $F_y/W=0.1$ olan TSD sistem için dört farklı ivme setine ait μ_{Δ} değerleri 4.75cm, 5.96cm, 6.41cm ve 4.89cm olarak hesaplanmıştır. Yani, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı ivme kaydı setleri kullanıldığında, ivme setine bağlı olarak farklı ötelenme talepleri elde edilebildiği görülmektedir. Şekil 4.4'e göre, TSD sistemin periyodunun artması ile ötelenme talebinin beklendiği gibi arttığı görülmektedir. $T=0.4s$ için 3.0cm-6.0cm civarında olan μ_{Δ} değerleri $T=1.2s$ olduğunda 10.0cm-13.0cm civarına yükselmektedir. Yatay dayanım oranı arttıkça daha düşük periyoda sahip TSD sistemlerde ötelenme talebinin azaldığı belirgin bir şekilde gözlenmekte iken, periyot yükseldikçe yatay dayanım oranının ötelenme talebi üzerindeki etkisi azalmaktadır.



Şekil 4.5: Z2 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)

Şekil 4.5'e göre, Z2 sınıfı zemin için de herhangi TSD sistem için dört farklı ivme kaydı setine ait μ_{Δ} değerlerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu zemin sınıfı için elde edilen μ_{Δ} değerleri, Z1 sınıfı zemin ile kıyaslandığında daha yüksektir. Örneğin $T=0.4s$ ve $F_y/W=0.1$ olan TSD sistem için Z1 ile uyumlu dört farklı ivme setine ait μ_{Δ} değerleri 4.75cm, 5.96cm, 6.41cm ve 4.89cm iken Z2 ile uyumlu dört farklı ivme setine ait μ_{Δ} değerleri 11.15cm, 7.65cm, 9.70cm ve 10.04cm olarak hesaplanmıştır. TSD sistemin periyodunun artması ile ötelenme talebinin artması, periyot yükseldikçe yatay dayanım oranının ötelenme talebi üzerindeki etkisinin azalması bu zemin sınıfı için elde edilen sonuçlarda da gözlenmektedir. $T=0.4s$ için yaklaşık olarak 4.0cm-11.0cm arasında değişen μ_{Δ} değerleri $T=1.2s$ olduğunda yaklaşık olarak 13.0cm-21.0cm arasında değişmektedir.

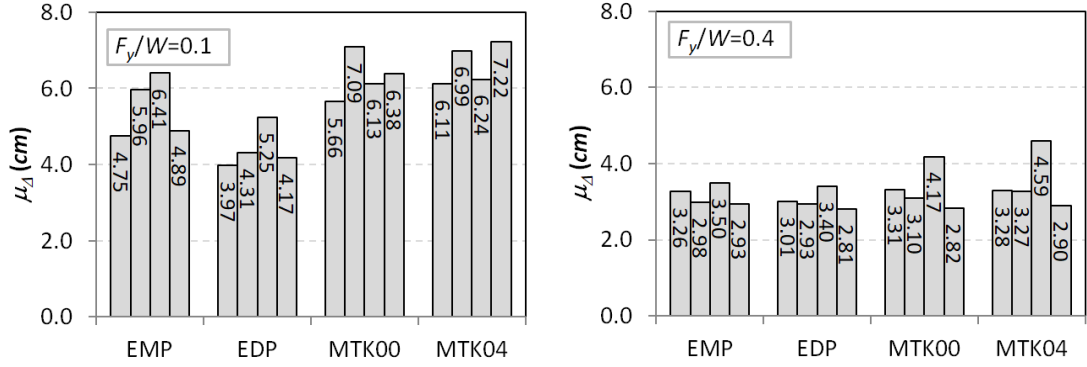


Şekil 4.6: Z3 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)

Zemin sınıfı Z3 olduğunda, TSD sistemler için ivme setlerine ait μ_{Δ} değerleri daha da artmaktadır. Bu zemin sınıfı için de, periyot arttıkça ötelenme taleplerinin arttığı gözlenebilmektedir. $T=0.4s$ için yaklaşık olarak 6.0cm-15.0cm arasında değişen μ_{Δ} değerleri $T=1.2s$ olduğunda yaklaşık olarak 18.0cm-30.0cm arasında değişmektedir.

Talepler üzerinde, dikkate alınan çevrimsel davranış modelinin etkisi de değerlendirilmiştir. Bu amaçla, Tablo 4.1- Tablo 4.3 ve Ek-B'da verilen μ_{Δ} değerleri kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle bu çalışmada kullanılan en düşük ve en yüksek periyot ile en düşük ve en yüksek yatay dayanım oranı değerlerine sahip TSD

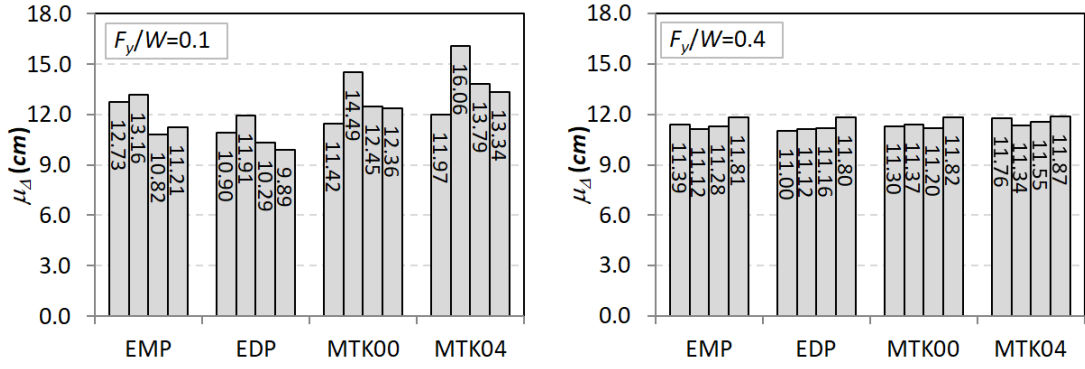
sistemler için Z1 sınıfı zeminler ile uyumlu ivme setlerinden elde edilen μ_{Δ} değerleri Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.7: Z1 ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri ($T=0.4s$)

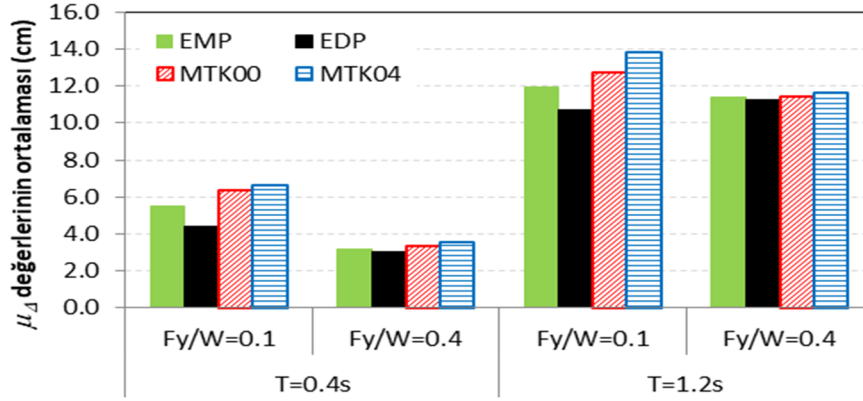
Şekil 4.7’de $T=0.4s - F_y/W=0.10$ ve $T=0.4s - F_y/W=0.40$ olan TSD sistemler için μ_{Δ} değerleri görülmektedir. Her bir çevrimsel davranış modeli için dört farklı sete ait değerler çubuk diyagram üzerinde gösterilmiştir. Örneğin EMP modeli için dört farklı sete ait μ_{Δ} değerleri 4.75cm, 5.96cm, 6.41cm ve 4.89cm’dir. Çevrimsel davranış modelleri için elde edilen taleplerin tek bir değer kullanılarak karşılaştırılması amacıyla, dört ivme setinden elde edilen μ_{Δ} değerlerinin de ortalaması hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değer, aynı hedef spektrumla uyumlu farklı setlerden elde edilecek μ_{Δ} değerlerinin eğilimi hakkında da bize fikir verecektir. Şekil 4.7’ye göre $T=0.4s - F_y/W=0.10$ olan TSD sistem ve EMP modeli için dört farklı set için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin (4.75, 5.96, 6.41 ve 4.89) ortalaması 5.50cm olmaktadır. Aynı TSD sistemde, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için bu değer sırasıyla 4.42cm, 6.31cm ve 6.64cm olmaktadır.

$T=0.4s - F_y/W=0.40$ olan TSD sistemde, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için dört farklı ivme setine ait μ_{Δ} değerlerinin ortalaması ise sırasıyla 3.17cm, 3.04cm, 3.35cm ve 3.51cm olarak hesaplanmıştır. Bu değerler dikkate alınarak MTK00 ve MTK04 modelleri için elde edilen ötelenme taleplerinin EMP ve EDP modelleri için elde edilen ötelenme taleplerine oldukça yakın olduğu söylenebilir. Yani, yatay dayanım oranı arttığında ötelenme talepleri üzerinde çevrimsel modelin etkisi azalmaktadır.



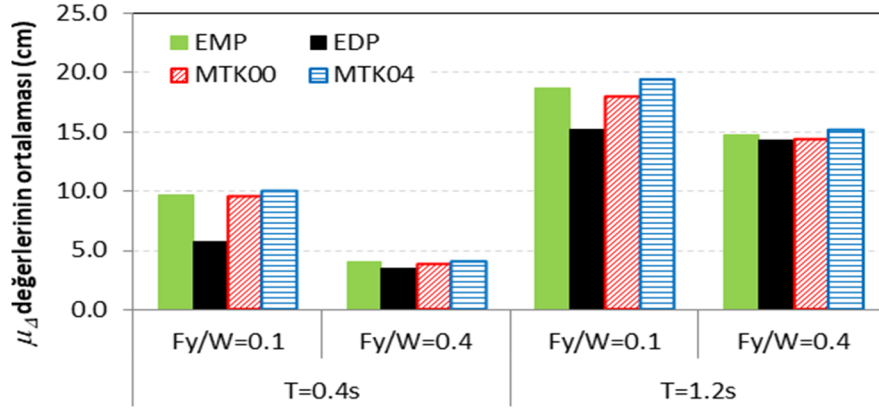
Şekil 4.8: Z1 ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri (T=1.2s)

$T=1.2s - F_y/W=0.10$ olan TSD sistemde, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için dört farklı ivme setine ait μ_{Δ} değerlerinin (Şekil 4.8) ortalaması sırasıyla 11.98cm, 10.75cm, 12.68cm ve 13.79cm olarak hesaplanmıştır. $T=1.2s - F_y/W=0.40$ olan TSD sistemde ise, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için dört farklı ivme setine ait μ_{Δ} değerlerinin ortalaması sırasıyla 11.40cm, 11.27cm, 11.42cm ve 11.63cm olarak hesaplanmıştır.

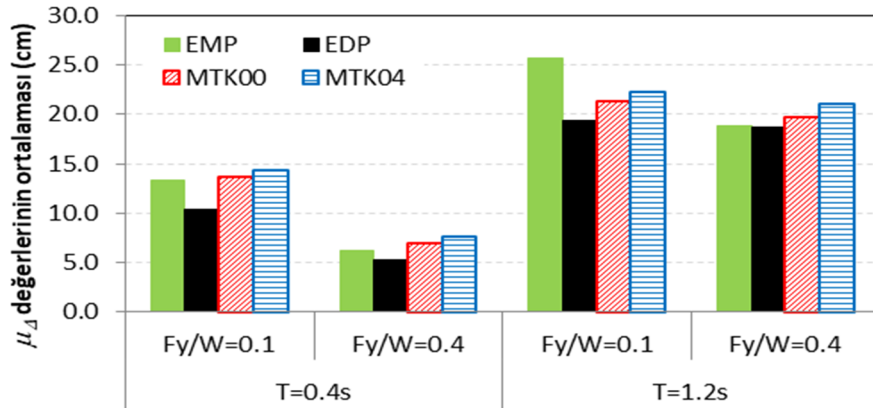


Şekil 4.9: Z1 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de dikkate alınan TSD sistemler için Z1, Z2 ve Z3 sınıf zeminlerle uyumlu setler için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin ortalaması sırasıyla Şekil 4.9, Şekil 4.10 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.10: Z2 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması



Şekil 4.11: Z3 ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması

Burada kısaca özetlenen sonuçlara göre, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 çevrimsel modelleri için elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği, genel olarak EMP ve EDP çevrimsel modellerine kıyasla, MTK00 ve MTK04 çevrimsel modelleri için hesaplanan ötelenme taleplerinin daha fazla olduğu söylenebilir.

4.2 TBDY İle Uyumlu Setler İçin Analiz Sonuçları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler için kullanılacak ivme kaydı setleri TBDY’de tanımlanan ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Her zemin sınıfı için, her biri on bir ivme kaydına sahip dört farklı ivme seti kullanılmıştır.

TBDY’ye göre zaman tanım alanında analizlerde en az onbir kayıt kullanılması durumunda, yapısal tepkilerin ortalaması dikkate alınabilmektedir. İvme kaydı setlerinde onbir kayıt bulunduğundan, her bir ivme seti için maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması hesaplanmıştır. Farklı titreşim periyodu (T), yatay dayanım oranı (F_y/W) ve çevrimsel davranış modeline sahip TSD sistemlerin analizi sonucu, ivme setlerinde yer alan ivme kayıtlarının her biri için maksimum ötelenme talepleri (Δ_{mak}) elde edilmiştir. Daha sonra, her bir ivme seti için maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması (μ_{Δ}) ve standart sapması (s_{Δ}) hesaplanmıştır.

Tablo 4.4, Tablo 4.5 ve Tablo 4.6’da sırası ile ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminler için elde edilen ivme setleri kullanılarak EMP çevrimsel davranış modeline sahip TSD sistemler için hesaplanan μ_{Δ} ve s_{Δ} değerleri (birimi cm) verilmiştir. Ek-B’de ise EDP, MTK00 ve MTK04 çevrimsel davranış modellerine sahip TSD sistemler için hesaplanan μ_{Δ} ve s_{Δ} değerleri verilmiştir.

Tablo 4.4: TSD sistemlerde ZB için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)

T (s)	F_y/W	Set1		Set2		Set3		Set4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	2.30	1.99	1.92	1.82	1.68	0.65	1.98	1.37
	0.2	1.73	1.34	1.53	0.78	1.61	0.73	1.54	0.90
	0.3	1.76	1.44	1.49	0.68	1.56	0.54	1.53	0.87
	0.4	1.80	1.52	1.69	1.02	1.58	0.45	1.54	0.86
0.5	0.1	2.69	2.10	2.74	2.38	2.38	1.28	2.36	1.73
	0.2	2.21	1.72	2.19	1.28	2.06	0.87	2.09	1.60
	0.3	2.06	1.17	2.25	1.23	2.00	0.56	2.07	1.28
	0.4	2.17	1.45	2.27	1.27	2.13	0.68	1.97	1.16
0.6	0.1	2.85	2.01	3.00	2.46	2.73	1.22	2.90	2.10
	0.2	2.53	1.64	2.85	2.62	2.61	0.80	2.48	1.50
	0.3	2.36	1.42	2.32	1.60	2.47	0.65	2.46	1.49
	0.4	2.39	1.57	2.33	1.55	2.51	0.71	2.37	1.35
0.7	0.1	3.08	1.65	2.86	2.50	2.88	1.09	3.05	2.19
	0.2	2.83	2.09	3.24	3.65	2.68	0.77	2.89	1.72
	0.3	3.00	2.15	3.07	2.91	2.72	0.78	2.85	1.66
	0.4	2.89	1.76	2.94	2.51	2.73	0.79	2.97	1.81
0.8	0.1	3.17	1.84	3.07	2.46	3.21	1.66	3.52	2.40
	0.2	3.09	1.58	4.01	5.06	3.31	1.24	3.32	2.06
	0.3	3.47	2.09	3.39	3.12	3.46	1.63	3.36	2.03
	0.4	3.45	2.02	3.14	2.35	3.39	1.45	3.60	2.34
0.9	0.1	3.47	1.94	3.48	3.50	3.53	1.93	3.88	2.52
	0.2	3.65	1.99	4.02	4.49	3.52	1.59	3.44	1.89
	0.3	3.58	1.89	4.12	4.84	3.54	1.67	3.74	2.40
	0.4	3.58	1.89	3.64	3.33	3.55	1.69	3.71	2.34
1.0	0.1	3.71	2.24	4.51	4.79	4.03	1.74	3.68	2.09
	0.2	4.16	2.54	4.29	3.60	3.94	1.66	3.88	2.12
	0.3	4.08	2.42	4.49	4.25	3.89	1.57	3.94	2.24
	0.4	4.07	2.41	4.33	3.77	4.07	1.92	3.94	2.23
1.1	0.1	4.13	2.77	5.02	4.95	4.19	1.37	4.00	2.10
	0.2	4.66	2.99	4.61	3.62	4.69	2.27	4.55	2.88
	0.3	4.56	2.83	4.75	4.07	4.64	2.17	4.72	3.27
	0.4	4.56	2.82	4.74	4.02	4.64	2.17	4.66	3.16
1.2	0.1	4.17	2.28	5.32	5.15	4.98	2.11	4.52	2.92
	0.2	5.07	3.25	4.82	4.04	5.14	2.41	4.61	3.13
	0.3	5.04	3.24	4.94	4.43	5.09	2.30	4.83	3.70
	0.4	5.04	3.24	5.10	4.92	5.09	2.30	4.80	3.64

Tablo 4.5: TSD sistemlerde ZC için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)

T (s)	F_y/W	Set1		Set2		Set3		Set4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	4.91	4.45	7.15	11.46	6.36	9.32	5.93	5.81
	0.2	4.10	4.59	5.77	6.97	4.51	4.41	4.34	3.96
	0.3	3.26	3.21	4.25	3.90	3.85	2.80	4.06	3.11
	0.4	3.13	2.38	3.35	2.79	3.49	2.22	3.17	2.59
0.5	0.1	6.06	4.98	8.25	13.90	8.01	11.85	6.16	6.27
	0.2	4.06	4.14	6.77	8.87	4.93	4.28	4.63	3.85
	0.3	4.64	4.49	4.71	4.02	4.52	3.29	3.98	2.75
	0.4	4.02	3.46	3.75	2.34	3.94	2.52	3.93	2.86
0.6	0.1	5.88	5.37	10.34	16.42	9.34	13.44	7.78	7.54
	0.2	4.49	3.78	7.46	9.59	4.89	3.92	5.15	3.88
	0.3	4.98	4.32	5.59	4.03	4.95	3.39	4.49	3.14
	0.4	4.94	4.50	4.45	2.57	4.84	3.31	4.39	2.79
0.7	0.1	6.54	5.51	11.63	18.35	10.36	15.30	8.65	8.72
	0.2	5.60	4.24	9.18	14.15	6.16	7.09	5.95	5.43
	0.3	5.07	3.67	6.19	6.03	5.87	4.30	5.53	5.08
	0.4	5.41	4.07	5.89	5.65	5.59	4.08	5.28	4.99
0.8	0.1	7.87	6.90	12.46	18.40	10.82	16.60	9.49	9.22
	0.2	5.95	5.02	10.70	17.68	7.92	11.13	6.69	5.98
	0.3	6.10	4.65	6.90	8.28	6.75	5.13	6.20	5.50
	0.4	5.68	3.79	6.12	5.55	6.31	4.25	6.22	5.36
0.9	0.1	8.99	7.93	11.99	18.76	11.51	17.07	10.19	10.29
	0.2	7.64	6.90	10.92	18.28	8.38	10.78	7.30	6.39
	0.3	7.33	6.17	7.87	8.36	7.34	5.52	6.66	5.07
	0.4	7.39	5.29	7.20	6.37	6.90	4.23	6.48	4.71
1.0	0.1	8.88	8.30	11.36	19.70	11.02	17.11	9.87	10.17
	0.2	7.27	5.60	11.31	16.35	8.50	10.11	7.71	6.54
	0.3	8.30	7.19	7.98	6.99	6.57	3.91	7.15	4.89
	0.4	7.51	5.57	7.92	6.41	7.33	4.94	7.95	5.85
1.1	0.1	10.21	9.40	12.44	20.78	11.71	17.06	10.01	9.77
	0.2	8.37	6.50	11.49	17.35	9.82	12.30	8.99	7.53
	0.3	8.80	7.23	9.56	10.01	8.20	7.23	8.38	6.23
	0.4	9.31	7.82	9.75	9.39	8.00	6.57	8.45	6.35
1.2	0.1	10.26	8.54	14.35	22.22	12.38	18.13	9.74	9.21
	0.2	9.99	7.96	12.78	20.62	11.24	15.44	9.41	8.09
	0.3	9.38	7.13	10.65	12.54	9.27	7.95	9.19	6.88
	0.4	9.46	7.26	9.65	9.24	9.35	7.86	9.44	7.27

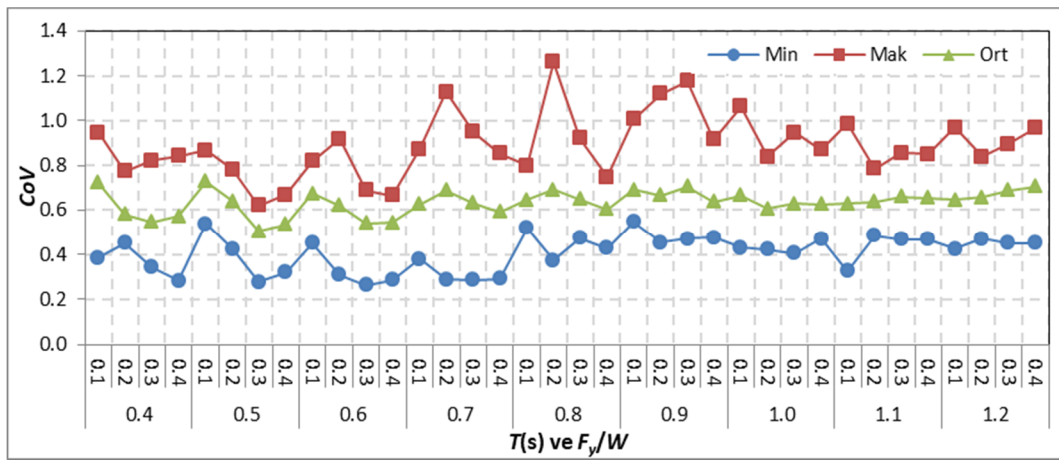
Tablo 4.6: TSD sistemlerde ZD için μ_A ve s_A değerleri (EMP modeli)

T (s)	F_y/W	Set1		Set2		Set3		Set4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	7.80	6.86	8.00	9.27	8.35	5.66	7.30	4.20
	0.2	4.93	3.44	7.08	8.49	5.43	3.27	5.19	3.35
	0.3	3.95	2.55	5.63	6.57	4.35	2.77	5.20	5.14
	0.4	3.56	1.93	5.66	6.56	4.20	2.59	4.90	5.32
0.5	0.1	8.70	7.32	8.11	9.26	8.90	6.22	8.85	5.23
	0.2	6.26	4.86	7.85	9.19	7.33	4.37	5.88	3.50
	0.3	5.55	3.07	6.39	6.03	6.34	3.06	5.94	3.45
	0.4	5.33	3.01	6.77	6.47	5.82	2.57	6.17	4.59
0.6	0.1	8.69	7.61	8.81	8.80	9.84	6.19	9.47	5.48
	0.2	7.94	6.45	8.74	9.93	8.16	5.06	6.08	3.26
	0.3	6.27	4.04	8.06	8.88	7.12	3.26	5.85	3.49
	0.4	6.42	4.19	7.34	7.35	6.48	3.19	6.30	3.92
0.7	0.1	10.13	8.68	11.04	9.72	12.03	7.41	10.87	6.53
	0.2	9.21	7.60	9.90	12.17	8.24	6.42	7.17	4.17
	0.3	7.41	4.94	8.25	7.88	7.63	4.02	7.15	4.44
	0.4	7.23	4.54	7.62	5.95	7.16	3.00	7.46	5.83
0.8	0.1	10.71	8.97	12.29	12.80	13.23	8.11	10.66	6.50
	0.2	8.69	7.44	11.56	12.00	8.87	4.61	8.39	4.60
	0.3	9.27	8.43	9.81	9.26	7.94	3.43	7.83	4.34
	0.4	8.30	6.14	8.14	5.29	8.55	4.59	7.64	4.18
0.9	0.1	11.04	8.88	13.65	14.83	13.21	7.30	12.17	8.02
	0.2	11.11	8.95	11.10	10.35	11.29	6.12	9.51	5.56
	0.3	10.78	8.79	10.34	9.69	10.86	6.51	9.27	4.95
	0.4	10.45	8.77	10.10	8.62	10.25	5.15	9.22	5.17
1.0	0.1	12.59	10.33	13.44	13.60	14.04	7.33	13.20	8.64
	0.2	10.94	8.14	12.05	12.30	13.60	7.00	11.84	6.52
	0.3	12.50	9.16	12.26	13.42	12.52	6.67	10.28	5.22
	0.4	11.20	7.75	11.05	10.19	11.77	5.92	10.19	4.91
1.1	0.1	14.94	12.81	13.69	13.33	15.25	9.90	12.51	7.79
	0.2	11.26	7.78	12.59	12.71	13.65	6.03	10.92	5.26
	0.3	12.56	8.61	11.43	10.69	13.12	6.58	11.55	6.20
	0.4	12.73	9.04	11.74	11.28	13.36	6.95	12.00	6.50
1.2	0.1	15.77	13.23	14.62	15.11	17.30	11.40	12.66	7.72
	0.2	12.95	9.91	12.05	11.50	13.95	8.78	11.64	5.67
	0.3	12.97	9.08	12.92	12.26	13.90	8.53	12.63	7.05
	0.4	12.77	8.59	11.77	9.72	13.70	6.91	12.56	6.61

Şekil 4.12 – Şekil 4.14’te, EMP çevrimsel modeline sahip TSD sistemler için sırası ile ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminler ile uyumlu setlerden elde edilen CoV değerleri verilmiştir. Şekillerde yatay eksen TSD sistemlerin periyodunu (T) ve yatay dayanım oranını (F_y/W) ifade etmektedir.

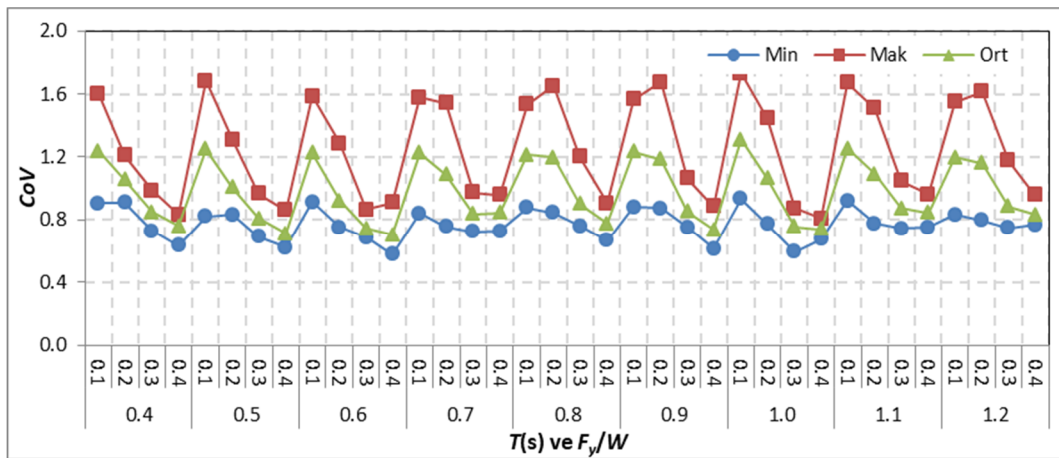
Bilindiği gibi her bir zemin sınıfı için dört ivme seti kullanılmaktadır. Şekillerde, bu dört set için elde edilen CoV değerlerinin minimumu, maksimumu ve ortalaması yer almaktadır.

Şekil 4.12, incelendiğinde, tüm TSD sistemler dikkate alındığında her bir set için hesaplanan CoV değerlerinin yaklaşık olarak 0.3-1.3 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu aralığın geniş bir aralık olduğu söylenebilir. Öte yandan, ortalama CoV değerleri incelendiğinde, ortalama olarak 0.5-0.7 arasında rastgele değişen CoV değerlerinden bahsetmek mümkündür.



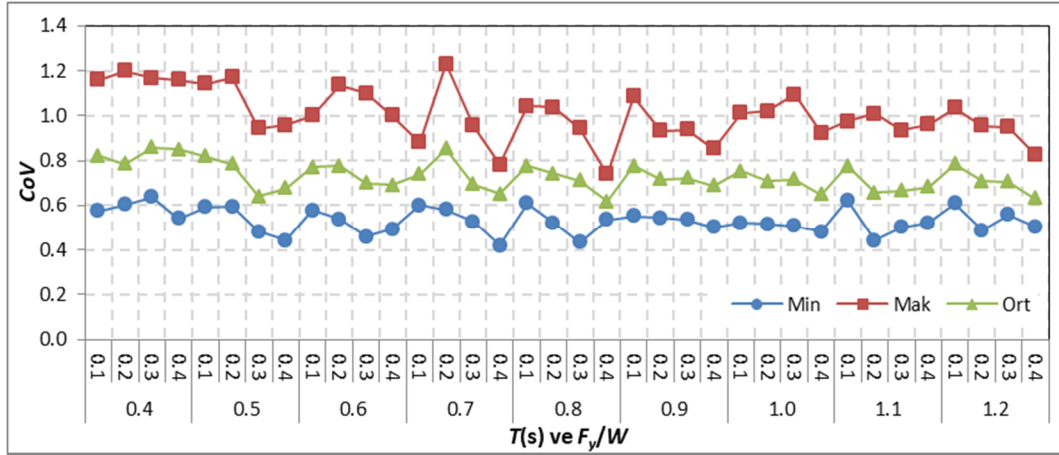
Şekil 4.12: ZB ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)

Şekil 4.13, incelendiğinde, ZC sınıfı zeminlerle uyumlu setler için hesaplanan CoV değerlerinin yaklaşık olarak 0.6-1.8 aralığında değiştiği görülmektedir. Ayrıca, ortalama CoV değerlerinin, yaklaşık olarak 0.7-1.3 arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.13: ZC ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)

Şekil 4.14, incelendiğinde, ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için hesaplanan CoV değerlerinin yaklaşık olarak 0.4-1.2 aralığında değiştiği görülmektedir. Bu zemin sınıfı için ortalama CoV değerlerinin de yaklaşık olarak 0.6-0.9 arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.14: ZD ile uyumlu setler için CoV değerleri (EMP model)

Şekil 4.12 – Şekil 4.14’te, EMP çevrimsel davranış modeline sahip TSD sistemler için verilen sonuçlar, TBDY ile uyumlu gerçek ivme kaydı setleri kullanılarak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz ile elde edilecek maksimum ötelenme taleplerinin set içerisindeki saçılımının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum,

Ek-C’de (yukarıdaki şekillerin aynısı, diğer çevrimsel modeller için de elde edilecek ve ek olarak verilmiştir.) diğer çevrimsel davranış modellerine sahip TSD sistemler için verilen CoV değerleri incelendiğinde de görülmektedir. EDP çevrimsel davranış modeline ait TSD sistemler için elde edilen ortalama CoV değerleri ZB sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.5-0.7 arasında, ZC sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.6-1.2 arasında ve ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.6-0.9 arasında değişmektedir. MTK00 çevrimsel davranış modeline ait TSD sistemler için elde edilen ortalama CoV değerleri ZB sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.5-0.7 arasında, ZC sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.7-1.4 arasında ve ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.6-1.0 arasında değişmektedir. MTK04 çevrimsel davranış modeline ait TSD sistemler için elde edilen ortalama CoV değerleri ise ZB sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.5-0.7 arasında, ZC sınıfı

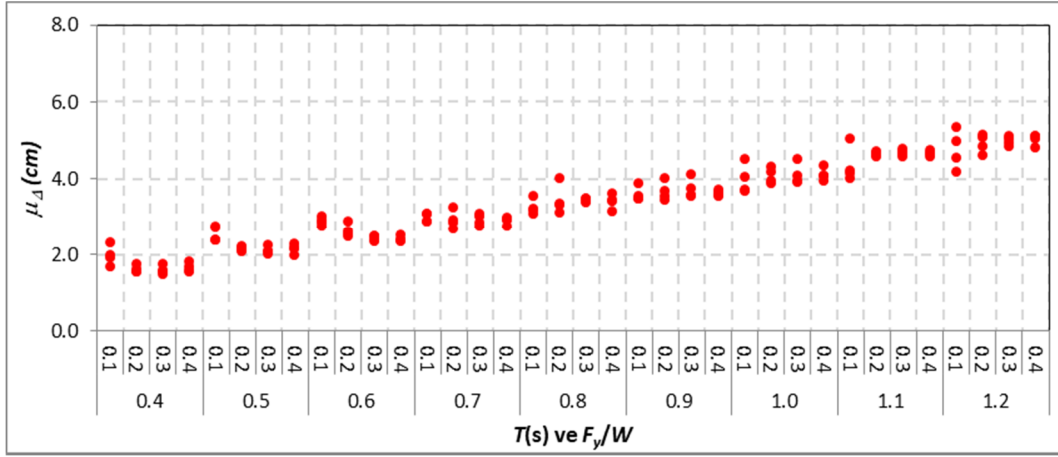
zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.7-1.4 arasında ve ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için yaklaşık olarak 0.6-1.0 arasında değişmektedir. Bilindiği gibi, DBYBHY'ye benzer şekilde TBDY ile uyumlu ivme kaydı seti seçimi için, sette yer alan kayıtlara ait spektrumların ortalaması ile hedef spektrum arasında belirli bir uyum gözetilmekte iken, setteki her bir ivme kaydına ait spektrum ile hedef spektrum arasında herhangi bir uyum gözetilmemektedir. Bu durumda, belirli bir periyot için ivme kayıtlarına ait spektral ivme değerlerinin hedef spektrum için aynı periyoda ait spektral ivme değeri etrafındaki saçılımı kontrol edilememektedir. Dolayısıyla ivme değerlerine ait saçılım yüksek olabilmekte, bu durum, bu kayıtlar kullanılarak elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin saçılımının da yüksek olmasına sebep olmaktadır.

TBDY'ye göre, tasarım ve performans değerlendirmesi amacı ile ivme setinde yer alan kayıtlardan elde edilen maksimum ötelenme taleplerinin ortalaması kullanılabilir. Buna göre, tasarım esnasında ötelenme taleplerinin saçılımı dikkate alınmamış olmaktadır. Ancak, özellikle maksimum ötelenme taleplerindeki belirsizliğin dikkate alınacağı güvenilirlik ya da olasılık esaslı yaklaşımlar için saçılımın da hesaplanarak göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

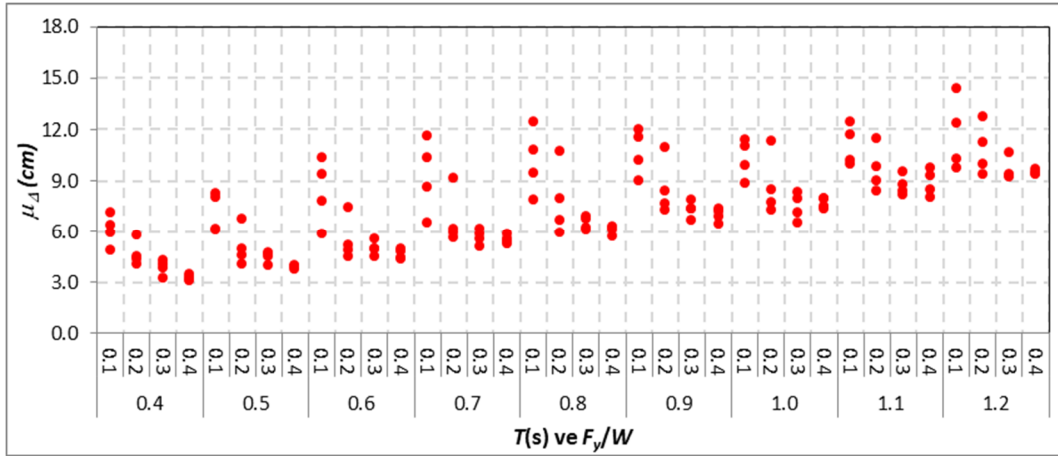
Şekil 4.15 – Şekil 4.17'de, daha önce Tablo 4.4 – Tablo 4.6'da verilen ve EMP çevrimsel modeline sahip TSD sistemler için sırasıyla ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminlerle uyumlu ivme setleri dikkate alınarak hesaplanan μ_A değerleri grafik olarak verilmiştir. Her bir zemin sınıfı ile uyumlu dört ivme seti kullanıldığından, her bir TSD için dört farklı μ_A değeri şekillerde görülmektedir.

Şekil 4.15 incelendiğinde, herhangi TSD sistem için dört farklı ivme kaydı setine ait μ_A değerlerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği görülmektedir. Örneğin $T=0.4s$ ve $F_y/W=0.1$ olan TSD sistem için dört farklı ivme setine ait μ_A değerleri 2.30cm, 1.92cm, 1.68cm ve 1.98cm olarak hesaplanmıştır. TSD sistemin periyodunun artması ile ötelenme talebinin beklendiği gibi arttığı görülmektedir. $T=0.4s$ için 1.5cm-2.5cm civarında olan μ_A değerleri $T=1.2s$ olduğunda 4.0cm-5.0cm civarına yükselmektedir. Yatay dayanım oranı arttıkça daha düşük periyoda sahip TSD sistemlerde ötelenme talebinin azaldığı belirgin bir

şekilde gözlenmekte iken, periyot yükseldikçe yatay dayanım oranının ötelenme talebi üzerindeki etkisi azalmaktadır.

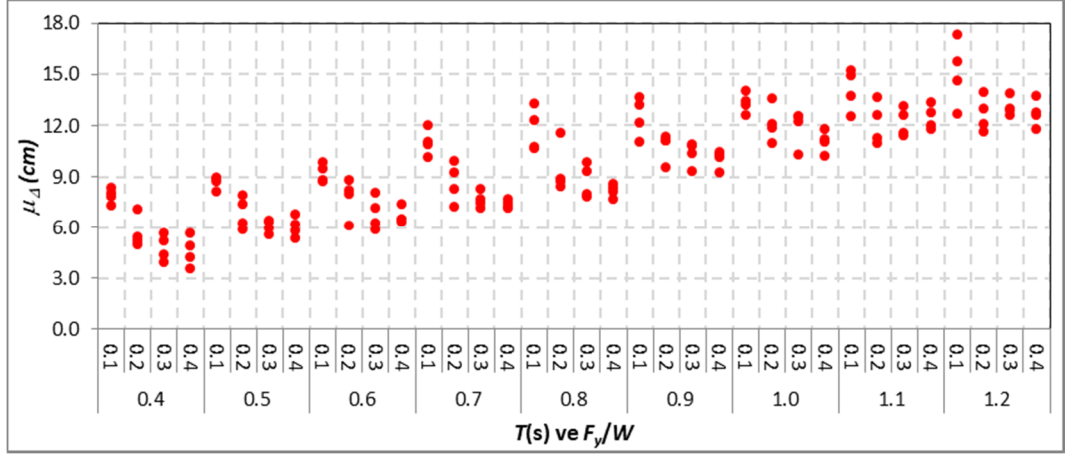


Şekil 4.15: ZB ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)



Şekil 4.16: ZC ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)

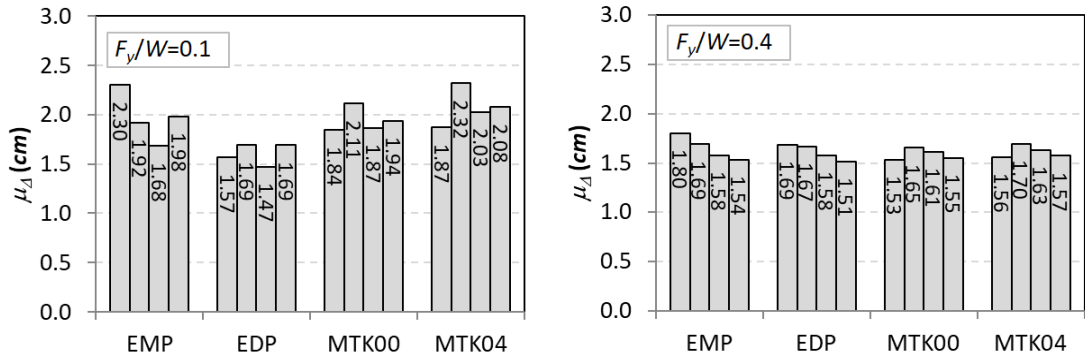
Şekil 4.16'ya göre, ZC sınıfı zemin için de herhangi TSD sistem için dört farklı ivme kaydı setine ait μ_{Δ} değerlerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu zemin sınıfı için elde edilen μ_{Δ} değerleri, ZB sınıfı zemin ile kıyaslandığında daha yüksektir. TSD sistemin periyodunun artması ile ötelenme talebinin artması, periyot yükseldikçe yatay dayanım oranının ötelenme talebi üzerindeki etkisinin azalması bu zemin sınıfı için elde edilen sonuçlarda da gözlenmektedir. $T=0.4s$ için yaklaşık olarak 3.0cm-7.0cm arasında değişen μ_{Δ} değerleri $T=1.2s$ olduğunda yaklaşık olarak 9.0cm-15.0cm arasında değişmektedir.



Şekil 4.17: ZD ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerleri (EMP model)

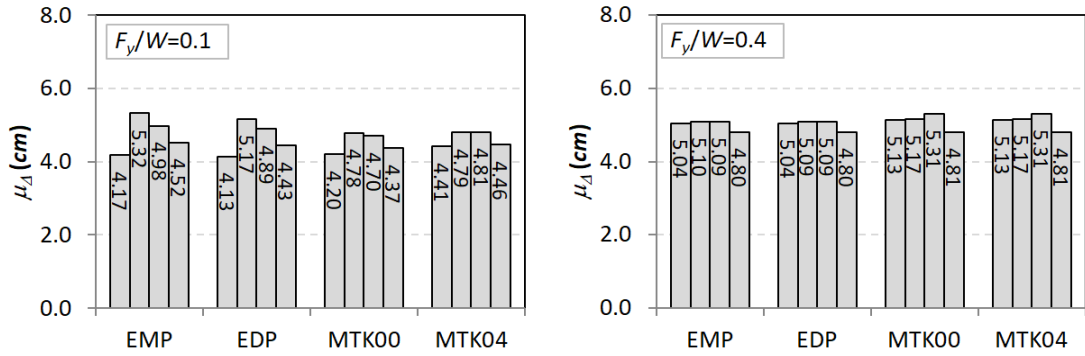
Zemin sınıfı ZD olduğunda, TSD sistemler için ivme setlerine ait μ_{Δ} değerleri daha da artmaktadır. Bu zemin sınıfı için de, periyot arttıkça ötelenme taleplerinin arttığı gözlenebilmektedir. $T=0.4s$ için yaklaşık olarak 3.0cm-10.0cm arasında değişen μ_{Δ} değerleri $T=1.2s$ olduğunda yaklaşık olarak 11.0cm-16.0cm arasında değişmektedir.

Talepler üzerinde, dikkate alınan çevrimsel davranış modelinin etkisi de değerlendirilmiştir. Bu amaçla, Tablo 4.4- Tablo 4.6 ve Ek-B'da verilen μ_{Δ} değerleri kullanılmıştır. Bu amaçla öncelikle bu çalışmada kullanılan en düşük ve en yüksek periyot ile en düşük ve en yüksek yatay dayanım oranı değerlerine sahip TSD sistemler için Z1 sınıfı zeminler ile uyumlu ivme setlerinden elde edilen μ_{Δ} değerleri Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'da verilmiştir.



Şekil 4.18: ZB ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_{Δ} değerleri ($T=0.4s$)

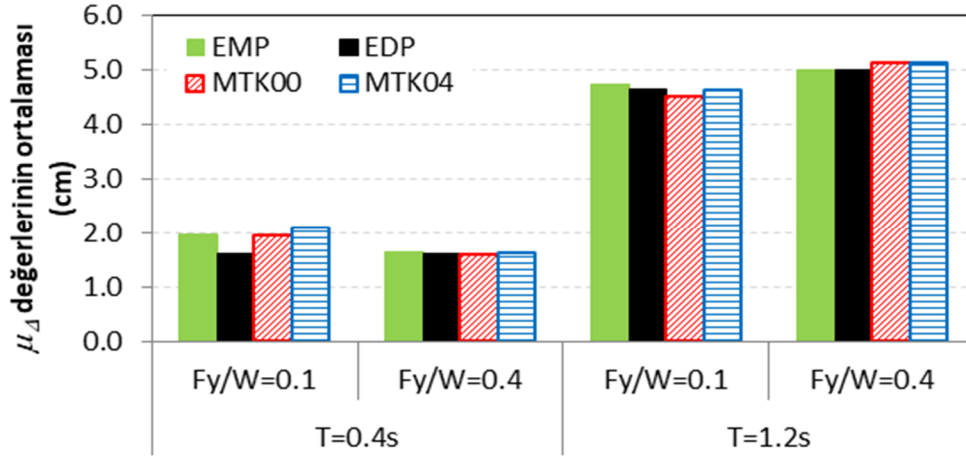
Şekil 4.18’de $T=0.4s - F_y/W=0.10$ ve $T=0.4s - F_y/W=0.40$ olan TSD sistemler için μ_Δ değerleri görülmektedir. Her bir çevrimsel davranış modeli için dört farklı sete ait değerler çubuk diyagram üzerinde gösterilmiştir. Örneğin MTK04 modeli için dört farklı sete ait μ_Δ değerleri 1.87cm, 2.32cm, 2.03cm ve 2.08cm’dir. Çevrimsel davranış modelleri için elde edilen taleplerin tek bir değer kullanılarak karşılaştırılması amacıyla, dört ivme setinden elde edilen μ_Δ değerlerinin de ortalaması hesaplanmıştır. Şekil 4.18’e göre $T=0.4s - F_y/W=0.10$ olan TSD sistem ve MTK04 modeli için dört farklı set için hesaplanan μ_Δ değerlerinin (1.87, 2.32, 2.03 ve 2.08) ortalaması 2.07cm olmaktadır. Aynı TSD sistemde, EMP, EDP ve MTK00 modelleri için bu değer sırasıyla 1.97cm, 1.61cm ve 1.94cm olmaktadır. $T=0.4s - F_y/W=0.40$ olan TSD sistemde, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için dört farklı ivme setine ait μ_Δ değerlerinin ortalaması ise sırasıyla 1.65cm, 1.61cm, 1.59cm ve 1.62cm olarak hesaplanmıştır.



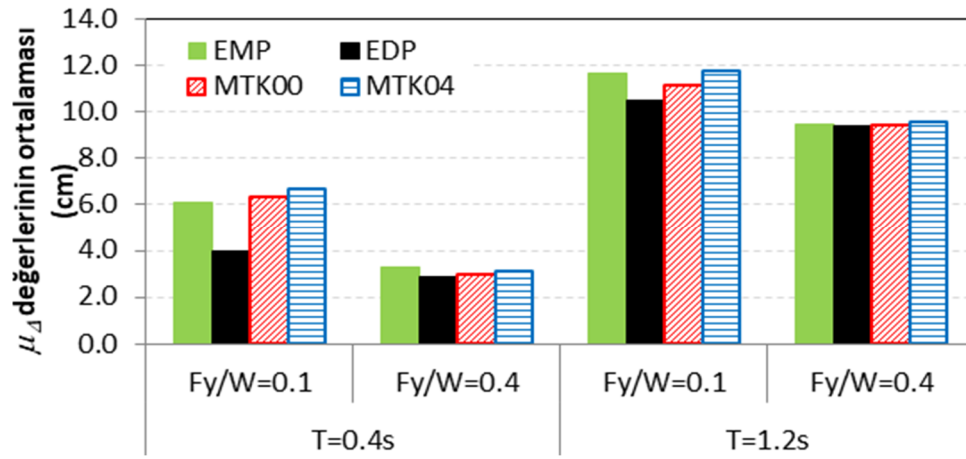
Şekil 4.19: ZB ile uyumlu setler için çevrimsel model μ_Δ değerleri ($T=1.2s$)

$T=1.2s - F_y/W=0.10$ olan TSD sistemde, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için dört farklı ivme setine ait μ_Δ değerlerinin (Şekil 4.19) ortalaması sırasıyla 4.75cm, 4.65cm, 4.51cm ve 4.62cm olarak hesaplanmıştır. $T=1.2s - F_y/W=0.40$ olan TSD sistemde ise, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 modelleri için dört farklı ivme setine ait μ_Δ değerlerinin ortalaması sırasıyla 5.01cm, 5.01cm, 5.10cm ve 5.10cm olarak hesaplanmıştır.

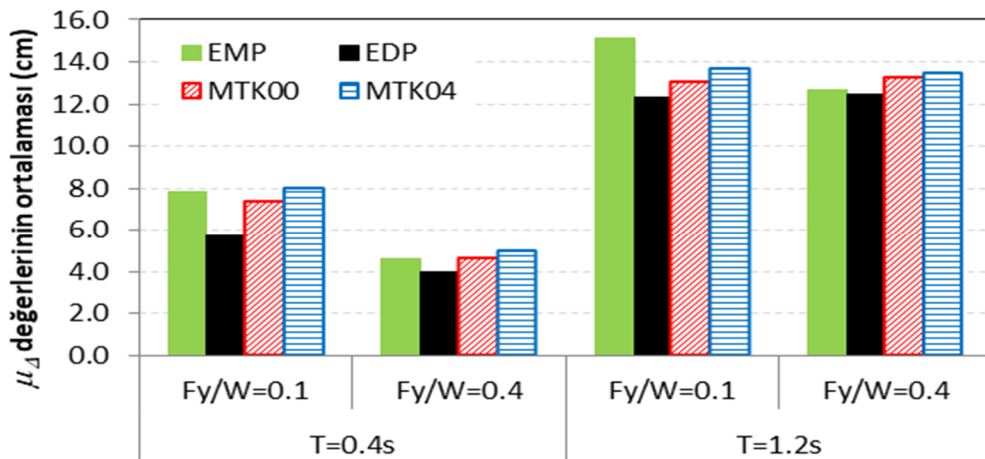
Şekil 4.18 - Şekil 4.19’da dikkate alınan TSD sistemler için ZB, ZC ve ZD sınıfı zeminlerle uyumlu setler için hesaplanan μ_Δ değerlerinin ortalaması sırasıyla Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.20: ZB ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması



Şekil 4.21: ZC ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması

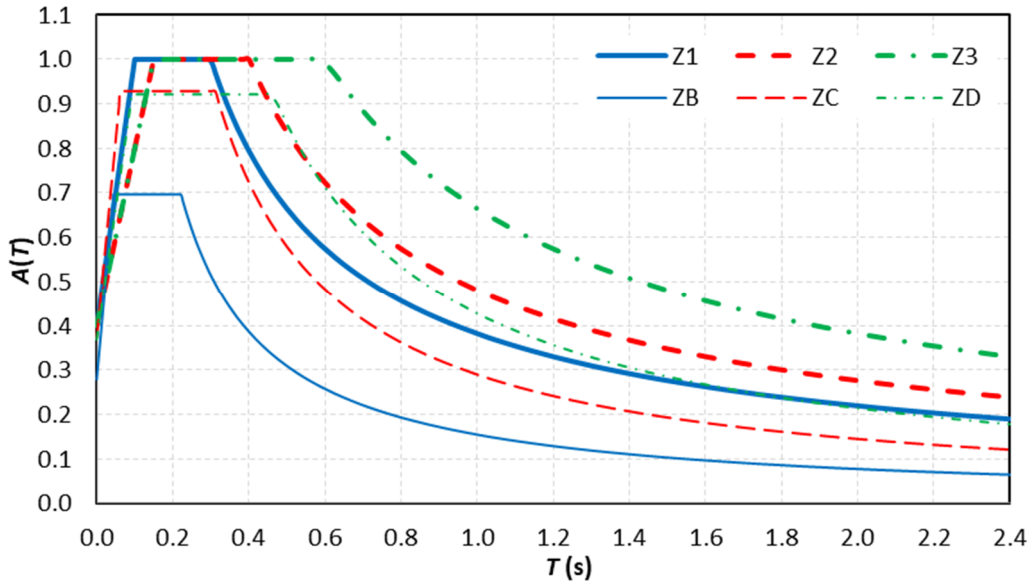


Şekil 4.22: ZD ile uyumlu setler için μ_{Δ} değerlerinin ortalaması

Burada kısaca özetlenen sonuçlara göre, EMP, EDP, MTK00 ve MTK04 çevrimsel modelleri için elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği söylenebilir.

4.3 Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Bu bölümde DBYBHY ve TBDY’de tanımlanan yerel zemin sınıfları ile uyumlu ivme setlerinden elde edilen ötelenme talepleri karşılaştırılmıştır. Bilindiği gibi, herhangi bir yerel zemin sınıfı ile uyumlu ivme setlerinin elde edilmesi amacıyla ilgili zemin sınıfı için tanımlanmış tasarım ivme spektrumu, hedef spektrum olarak kullanılmıştır. Dolayısıyla her bir ivme setine ait ortalama ivme spektrum, ilgili yerel zemin sınıfına ait hedef spektrum ile uyumlu olacak şekilde ivme setleri elde edilmiştir. Şekil 4.23’te DBYBHY ve TBDY’de yerel zemin sınıfları için tanımlanan ivme spektrumları verilmiştir. DBYBHY’te tanımlanan Z1, Z2 ve Z3 zemin sınıflarına ait ivme spektrumları kalın çizgilerle gösterilirken, TBDY’de tanımlanan ZB, ZC ve ZD zemin sınıflarına ait ivme spektrumları daha ince çizgiler ile temsil edilmiştir.



Şekil 4.23: DBYBHY ve TBDY ivme spektrumları

Şekil 4.23’e göre Z1-ZB, Z2-ZC ve Z3-ZD olarak eşleştirilecek zemin sınıflarına ait ivme spektrumları karşılaştırıldığında, DBYBHY’te tanımlanan ivme

spektrumunun herhangi bir periyoda karşılık gelen değerinin, TBDY’de tanımlanan ivme spektrumunun aynı periyoda karşılık gelen değerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Örneğin $T=0.4s$ için Z1 ve ZB sınıf zeminlere ait spektral ivme sırasıyla 0.79g ve 0.39g olarak hesaplanmaktadır. Aynı periyot için Z2 ve ZC sınıfı zeminlere ait spektral ivme değerleri ise sırasıyla 1.00g ve 0.72g olarak hesaplanmaktadır. Seçilen bazı periyot değerleri için zemin sınıflarına ait spektral ivme değerleri Tablo 4.7’de verilmiştir.

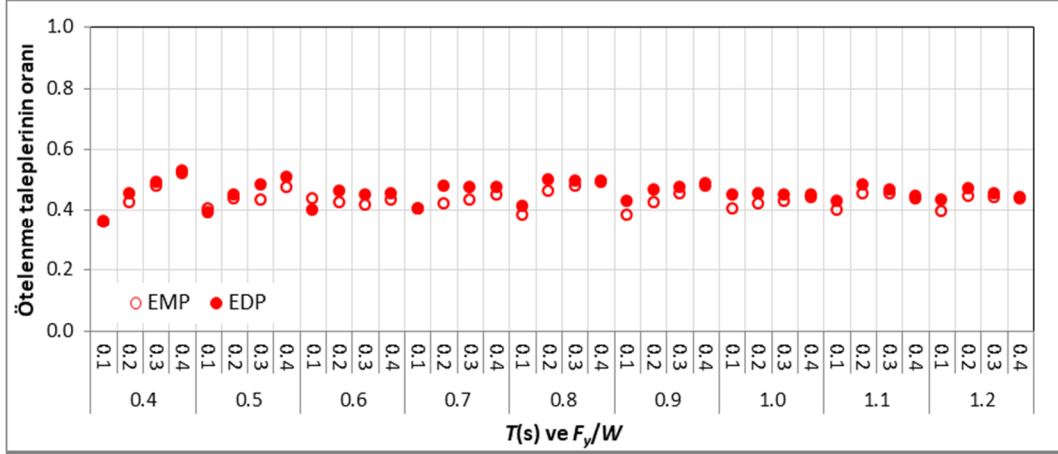
Tablo 4.7: Örnek periyot değerleri için spektral ivme değerleri (g)

$T(s)$	Z1	ZB	Z2	ZC	Z3	ZD
0.2	1.00	0.70	1.00	0.93	1.00	0.92
0.4	0.79	0.39	1.00	0.72	1.00	0.92
1.0	0.38	0.15	0.48	0.29	0.66	0.43
2.0	0.22	0.08	0.28	0.14	0.38	0.21

Burada şunu belirtmek gerekir ki, DBYBHY’de herhangi bir yerel zemin sınıfı için tanımlanan ivme spektrumu, aynı deprem bölgesinde yer alan tüm konumlar için aynı olmaktadır. Örneğin, DBYBHY’te Z1 sınıfı zemin için tanımlanmış ivme spektrumu Denizli il sınırları içerisindeki herhangi bir konumda yer alan tüm yapılar için aynıdır. Oysa, TBDY’ye göre herhangi bir yerel zemin sınıfına ait ivme spektrumu, yapının bulunduğu konuma göre değişmektedir. Yani, örneğin TBDY’de ZB zemin sınıfı için tanımlanmış ivme spektrumu, Denizli il sınırları içerisindeki farklı konumlar farklı olmaktadır. Dolayısıyla Şekil 4.3’te verilen TBDY ile ilgili ivme spektrumların, bu çalışmada dikkate alınan konum için geçerli olduğu ve farklı bir konum için daha farklı spektrumlar elde edilebileceği unutulmamalıdır. Her iki yönetmelik ile uyumlu ivme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin karşılaştırılması esnasında bu durum dikkate alınacaktır.

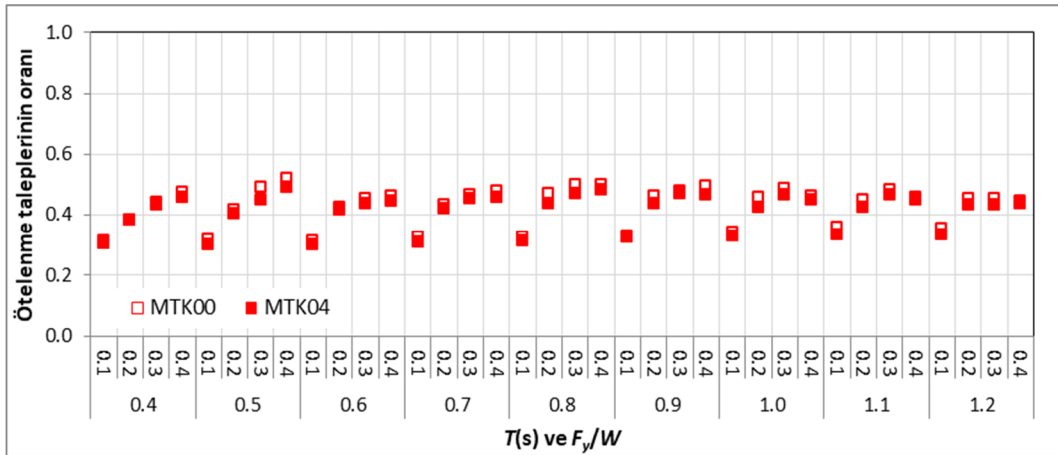
DBYBHY ve TBDY ile uyumlu ivme setleri için elde edilen ötelenme taleplerinin karşılaştırılması amacıyla, μ_{Δ} değerleri kullanılmıştır. Bilindiği gibi her bir zemin sınıfı için dört ivme seti kullanılmıştır. Bu sebeple, her bir TSD sistem için ilgili zemin sınıfı ile uyumlu dört ivme setine ait μ_{Δ} değerlerinin ortalaması, her bir yönetmelik dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. TBDY ile uyumlu setler için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin ortalaması, DBYBHY ile uyumlu setler için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin ortalamasına bölünerek birimsiz oranlar elde edilmiştir.

Şekil 4.24 ve Şekil 4.25'te, Z1-ZB sınıfı zeminler için hesaplanan oranlar görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için oranlar Şekil 4.24'te, MTK00 ve MTK04 modelleri için oranlar Şekil 4.25'te verilmiştir.



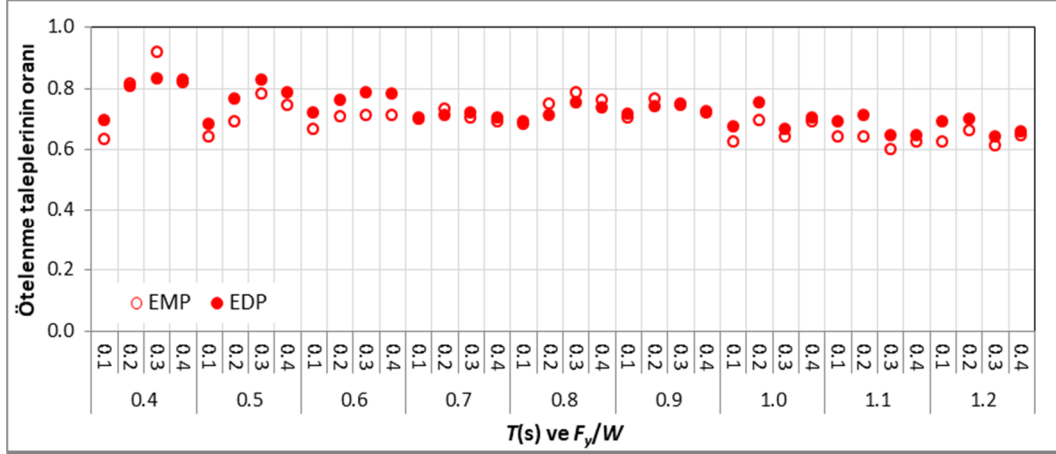
Şekil 4.24: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z1-ZB zemin, EMP-EDP modelleri)

Şekil 4.24'e göre, TBDY'de tanımlanan ZB sınıfı zemin ile uyumlu setler için elde edilen ötelenme taleplerinin, DBYBHY'de tanımlanan Z1 sınıfı zemin ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerinin yaklaşık olarak %50'si civarında olduğu ve bunun tüm TSD sistemler için geçerli olduğu söylenebilir. EMP ve EDP modelleri için hesaplanan oranlar da birbirine oldukça yakındır. Şekil 4.25'te MTK00 ve MTK04 modelleri için de oranın $F_y/W=0.1$ olan TSD sistemler için 0.30, diğer TSD sistemler için 0.50 civarında olduğu görülmektedir.



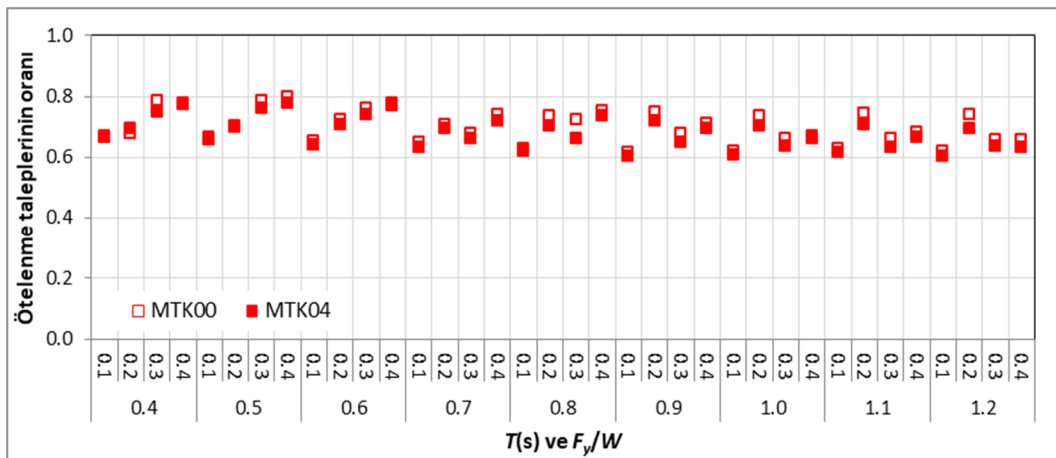
Şekil 4.25: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z1-ZB zemin, MTK00-MTK04 modelleri)

Şekil 4.26 ve Şekil 4.27’de, Z2-ZC sınıfı zeminler için hesaplanan oranlar görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için oranlar Şekil 4.26’da, MTK00 ve MTK04 modelleri için oranlar Şekil 4.27’de verilmiştir.



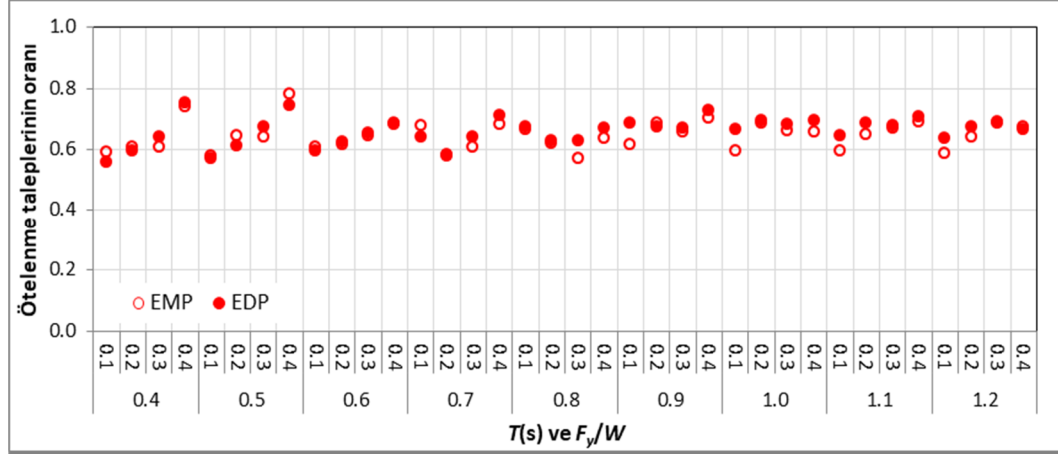
Şekil 4.26: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z2-ZC zemin, EMP-EDP modelleri)

Şekil 4.26’ya göre, TBDY’de tanımlanan ZC sınıfı zemin ile uyumlu setler için elde edilen ötelenme taleplerinin, DBYBHY’de tanımlanan Z2 sınıfı zemin ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerinin yaklaşık olarak %60-%80’i civarında değiştiği söylenebilir. TSD sistemlerin periyodunun artması ile oranın %60 civarına doğru azaldığı görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için hesaplanan oranlar yine birbirine oldukça yakındır. Şekil 4.27’de MTK00 ve MTK04 modelleri için de oranın 0.6-0.8 arasında değiştiği görülmektedir.



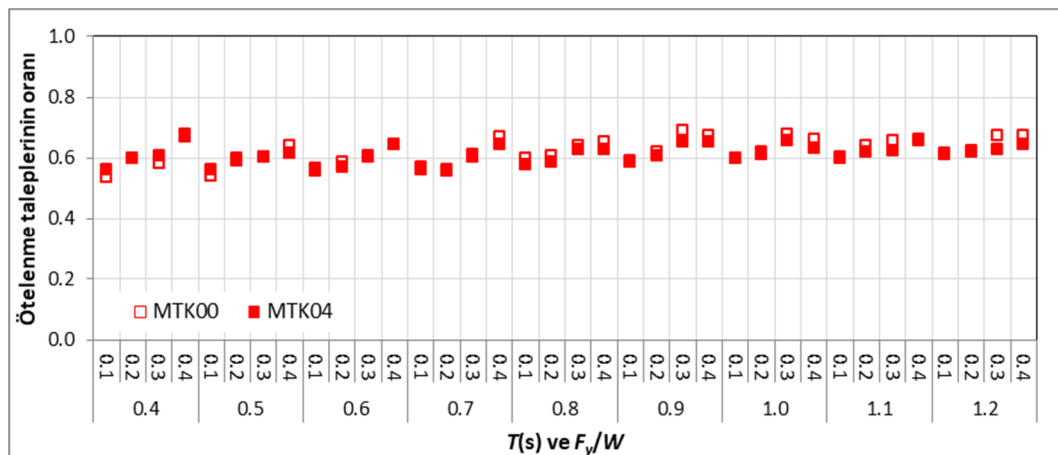
Şekil 4.27: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z2-ZC zemin, MTK00-MTK04 modelleri)

Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’da, Z3-ZD sınıfı zeminler için hesaplanan oranlar görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için oranlar Şekil 4.28’de, MTK00 ve MTK04 modelleri için oranlar Şekil 4.29’da verilmiştir.



Şekil 4.28: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z3-ZD zemin, EMP-EDP modelleri)

Şekil 4.28’e göre, TBDY’de tanımlanan ZD sınıfı zemin ile uyumlu setler için elde edilen ötelenme taleplerinin, DBYBHY’de tanımlanan Z3 sınıfı zemin ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerinin yaklaşık olarak %60-%80’i civarında değiştiği söylenebilir. EMP ve EDP modelleri için hesaplanan oranlar yine birbirine yakındır. Şekil 4.29’da MTK00 ve MTK04 modelleri için de oranın tüm TSD sistemler için 0.6 civarında olduğu görülmektedir.

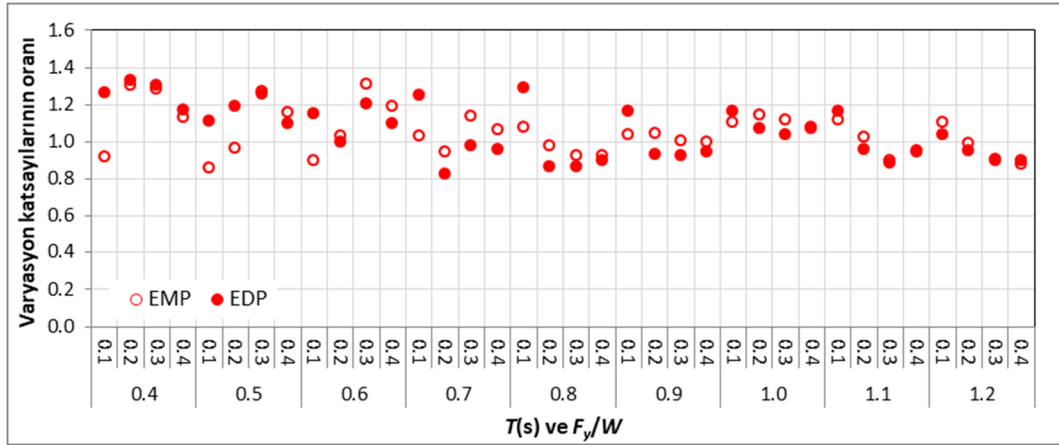


Şekil 4.29: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin birbirine oranı (Z3-ZD zemin, MTK00-MTK04 modelleri)

Şekil 4.24 - Şekil 4.29'da özetlenen sonuçlar, TBDY'de zemin sınıflarına ait tasarım spektrumlarının tanımlanması ile ilgili değişikliklerin, belirli bir konumda yer alan yapı için, zaman tanım alanında analizler ile elde edilecek ötelenme talepleri üzerinde değişikliğe sebep olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, Şekil 4.24 – Şekil 4.29'da verilen oranların, yapının bulunduğu konuma bağlı olarak değişeceği, bazen daha düşük bazen de daha yüksek oranların elde edilmesinin mümkün olduğu söylenebilir.

DBYBHY ve TBDY ile uyumlu ivme setleri için elde edilen ötelenme taleplerinin set içerisindeki saçılımının karşılaştırılması amacıyla CoV değerleri kullanılmıştır. Her bir TSD sistem için ilgili zemin sınıfı ile uyumlu dört ivme setine ait CoV değerleri, her bir yönetmelik dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. DBYBHY ile uyumlu setler için hesaplanan CoV değerlerinin ortalaması, TBDY ile uyumlu setler için hesaplanan CoV değerlerinin ortalamasına bölünerek birimsiz oranlar elde edilmiştir.

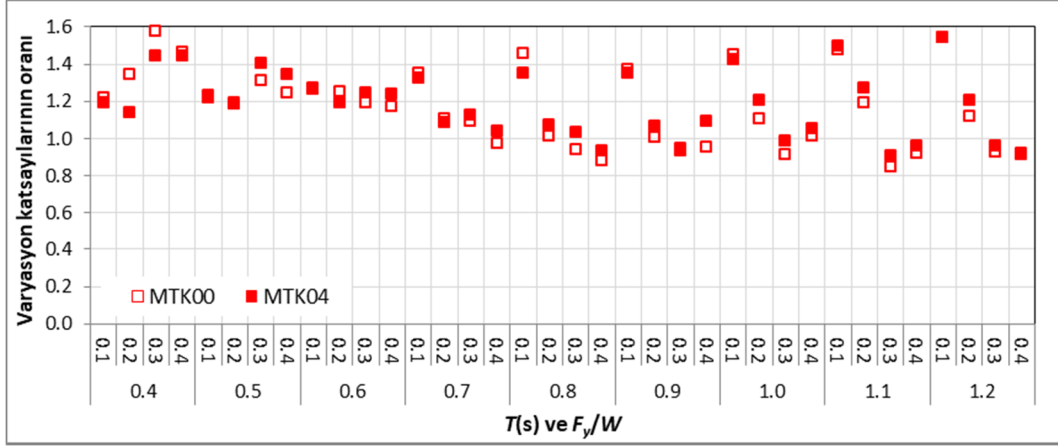
Şekil 4.30 ve Şekil 4.31'de, Z1-ZB sınıfı zeminler için hesaplanan oranlar görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için oranlar Şekil 4.30'da, MTK00 ve MTK04 modelleri için oranlar Şekil 4.31'de verilmiştir.



Şekil 4.30: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z1-ZB zemin, EMP-EDP modelleri)

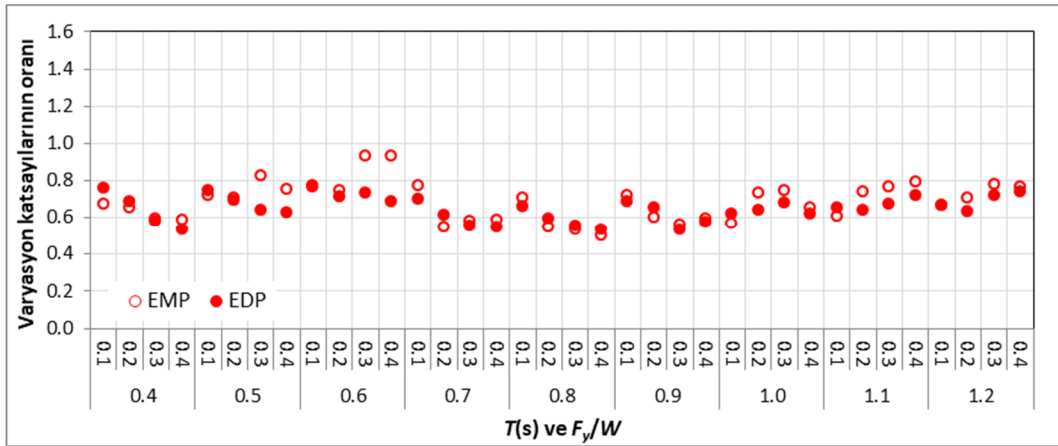
Şekil 4.30'a göre, DBYBHY'de tanımlanan Z1 sınıfı zemin ile uyumlu setler için elde edilen ötelenme taleplerine ait saçılımın, TBDY'de tanımlanan Z2 sınıfı zemin ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerine ait saçılma oranı rastgele olarak değişmektedir ve 1.0'den daha yüksek veya daha düşük

olabilmektedir. Şekil 4.31'e göre, MTK00 ve MTK04 modelleri için bu oran $T=0.7s$ ve daha düşük periyot değerleri için 1.0'den yüksek iken daha büyük periyot değerleri için 1.0'den yüksek veya düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.31: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z1-ZB zemin, MTK00-MTK04 modelleri)

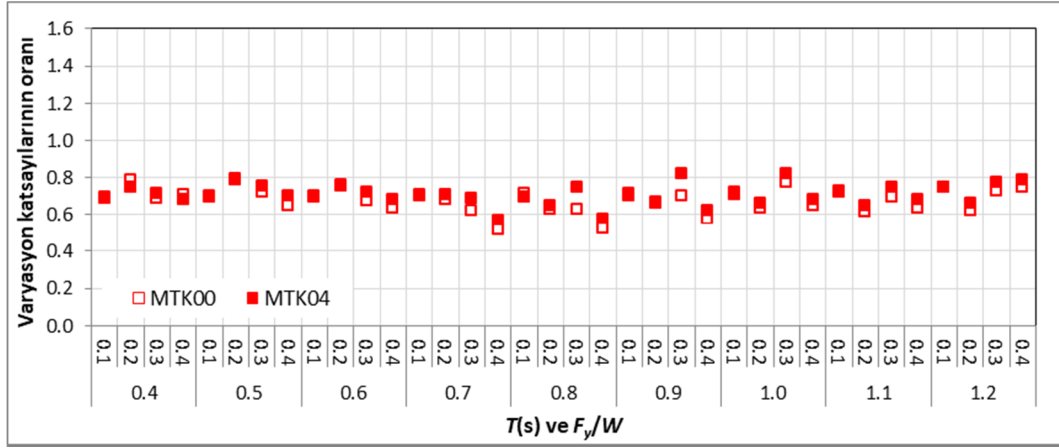
Şekil 4.32 ve Şekil 4.33'te, Z2-ZC sınıfı zeminler için hesaplanan oranlar görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için oranlar Şekil 4.32'de, MTK00 ve MTK04 modelleri için oranlar Şekil 4.33'te verilmiştir.



Şekil 4.32: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının oranı (Z2-ZC zemin, EMP-EDP modelleri)

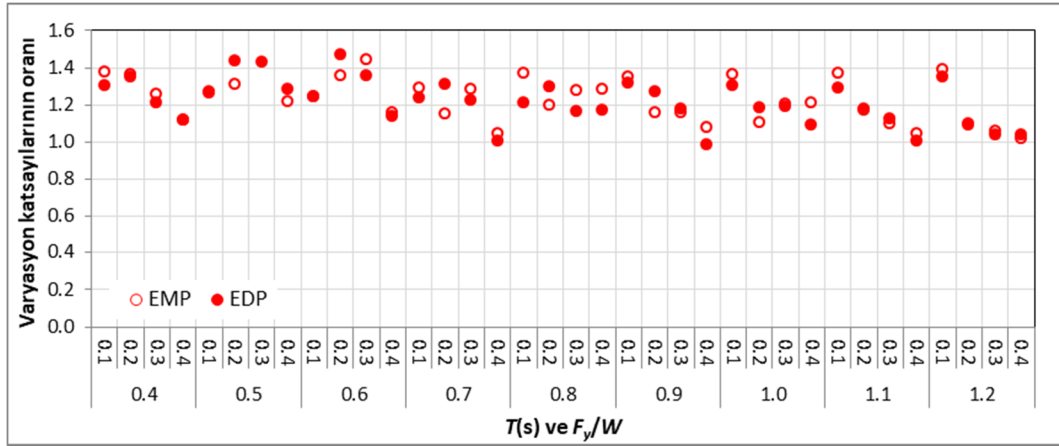
Şekil 4.32'ye göre, DBYBHY'de tanımlanan Z2 sınıfı zemin ile uyumlu setler için elde edilen ötelenme taleplerine ait saçılım, TBDY'de tanımlanan ZC sınıfı zemin ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerine ait saçılıma göre

daha düşüktür. Şekil 4.33'e göre MTK00 ve MTK04 modelleri için de benzer durum söz konusudur.



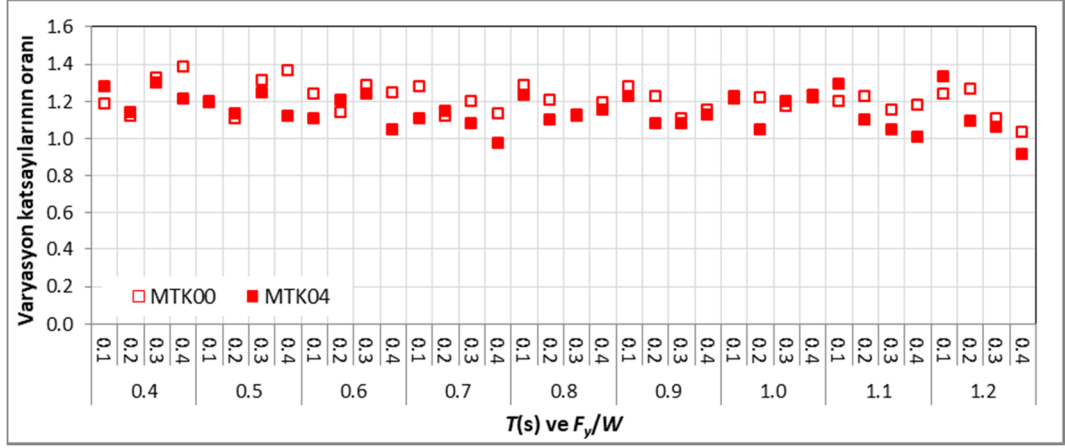
Şekil 4.33: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z2-ZC zemin, MTK00-MTK04 modelleri)

Şekil 4.34 ve Şekil 4.35'te, Z3-ZD sınıfı zeminler için hesaplanan oranlar görülmektedir. EMP ve EDP modelleri için oranlar Şekil 4.34'te, MTK00 ve MTK04 modelleri için oranlar Şekil 4.35'te verilmiştir.



Şekil 4.34: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z3-ZD zemin, EMP-EDP modelleri)

Şekil 4.34'e göre, DBYBHY'de tanımlanan Z3 sınıfı zemin ile uyumlu setler için elde edilen ötelenme taleplerine ait saçılım, TBDY'de tanımlanan ZD sınıfı zemin ile uyumlu setlerden elde edilen ötelenme taleplerine ait saçılıma göre daha yüksektir. Şekil 4.35'e göre MTK00 ve MTK04 modelleri için de benzer durum söz konusudur.



Şekil 4.35: İvme setlerinden elde edilen ötelenme taleplerinin saçılımının birbirine oranı (Z3-ZD zemin, MTK00-MTK04 modelleri)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, şu anda yürürlükte olan DBYBHY ve yakın zamanda yürürlüğe girmesi beklenen TBDY ile uyumlu olacak şekilde oluşturulmuş farklı gerçek ivme kaydı setleri ile yapılacak zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizlerle elde edilecek maksimum ötelenme taleplerinin dağılımını değerlendirmek ve birbirleri ile karşılaştırmaktır. Bu amaçla, farklı özelliklere sahip tek serbestlik dereceli (TSD) sistemlerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiş ve bu sistemler için maksimum ötelenme talepleri elde edilmiştir.

DBYBHY ile uyumlu zaman tanım alanında analizler için kullanılan ivme kaydı setleri, birinci derece deprem bölgesinde bulunan ve bina önem katsayısı $I=1$ olan binalar için 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi temsil eden tasarım ivme spektrumları (hedef spektrum) ile uyumlu olacak şekilde elde edilmiştir. Yerel zemin sınıfları Z1, Z2 ve Z3 için tanımlanmış hedef spektrumlar ayrı ayrı dikkate alınmış ve her bir zemin sınıfı için dört farklı ivme kaydı seti elde edilmiştir. Her bir ivme kaydı setinde 7 ivme kaydı bulunmaktadır.

TBDY ile uyumlu ivme setleri için, bu yönetmelikte tanımlanan DD-2 deprem düzeyi dikkate alınmıştır. Yatay ivme spektrumlarının tanımlanmasında, Denizli ili sınırları içerisindeki Denizli-Tavas-Altınova Mahallesi'nde yer alan bir konum (Enlem: 37.5301897, Boylam: 28.94119220) ele alınmıştır. Bu konum için ZB, ZC ve ZD yerel zemin sınıflarına ait yatay ivme spektrumları, hedef spektrum olarak seçilmiştir. Her bir zemin sınıfı için dört farklı ivme kaydı seti elde edilmiştir. Her bir ivme kaydı setinde 11 ivme kaydı bulunmaktadır.

Tez çalışmasında ele alınan TSD sistemlerin titreşim periyodu 0.4s-1.2s arasında (0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, 1.1, 1.2) ve yatay dayanım oranı 0.1-0.4 arasında (0.1, 0.2, 0.3, 0.4) değişmektedir. TSD sistemlerin doğrusal olmayan davranışı için dört farklı çevrimsel model dikkate alınmıştır: Elastik-Mükemmel Plastik (EMP), akma sonrası dayanım artışını da dikkate alan Elastik- Doğrusal Plastik (EDP) ve iki farklı Modifiye Takeda modeli (MTK00, MTK04). Bu iki model arasındaki fark, yük geri çevrildiğinde rijitliğin değişip değişmemesidir. Rijitlik, yük

geri çevrildiğinde, MTK00 modelinde başlangıç rijitliğine eşit iken MTK04 modelinde başlangıç rijitliğine göre daha düşüktür.

Bir sette bulunan ivme kayıtlarından elde edilen maksimum yatay ötelenme taleplerinin (Δ_{mak}) set için hesaplanan ortalaması (μ_{Δ}) ve standart sapması (s_{Δ}) değerlendirme için dikkate alınmıştır.

Tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucunda aşağıda maddeler halinde ifade edilen sonuçlara ulaşılmıştır:

- a) Hem DBYBHY hem de TBDY ile uyumlu setler için hesaplanan Δ_{mak} değerlerinin, TSD sistemin periyoduna bağlı olarak arttığı gözlenmiştir. Bu durumun, ele alınan tüm zemin sınıfları ve çevrimsel davranış modelleri için geçerli olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak setler için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin de periyoda bağlı olarak arttığı gözlenmiştir.
- b) Belirli bir zemin sınıfına ait hedef spektrum ile uyumlu olacak şekilde oluşturulan farklı ivme setleri için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin birbirine yakın olmakla beraber farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Bu durumun, hem DBYBHY hem de TBDY için geçerli olduğu görülmüştür.
- c) Her iki yönetmeliğe göre de tasarım veya performans değerlendirmesi için μ_{Δ} değeri kullanılabilir. Aynı konumda ve benzer yerel zemin sınıfı üzerinde bulunduğu varsayılan bir TSD sistem için DBYBHY ve TBDY ile uyumlu setlerden elde edilen μ_{Δ} değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Bunun sebebinin TBDY’de yerel zemin sınıflarına ait hedef spektrumların tanımında yapılan değişiklik olduğu anlaşılmaktadır. Üstelik hedef spektrum, yapının bulunduğu konuma bağlı olarak da değişmektedir. DBYBHY ve TBDY hedef spektrumlarının farklı olması, bu spektrumlarla uyumlu olarak elde edilecek ivme setleri için hesaplanan μ_{Δ} değerlerinin de farklı olmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla bir yapı için, bulunulan konuma bağlı olarak DBYBHY ile uyumlu setlerden elde edilen μ_{Δ} değerleri, TBDY ile uyumlu setlerden elde edilen μ_{Δ} değerlerinden daha yüksek ya da daha düşük olabilecektir.
- d) TSD sistemler için, bir ivme setinde yer alan kayıtlardan elde edilen Δ_{mak} değerlerinin o sete ait μ_{Δ} değeri etrafındaki saçılımının yüksek olduğu

görülmüştür. Bu durum DBYBHY ve TBDY ile uyumlu tüm setler için geçerlidir. Her iki yönetmeliğe göre ivme setleri elde edilirken sete ait ortalama spektrum ile hedef spektrum arasındaki uyum dikkate alınmaktadır. Ancak tek tek sette yer alan kayıtlara ait spektrum ile hedef spektrum arasında bir uyum gözlemlenmemektedir. Bu durumda, herhangi bir periyot değeri için ivme kayıtlarına ait spektral ivme değerlerinin saçılımı kontrol edilememekte ve yüksek olmaktadır. Dolayısıyla, TSD sistemlerin analizinden elde edilen Δ_{mak} değerlerinin set içerisindeki saçılımı da yüksek olmaktadır.

Çalışmada ele alınan konunun daha geniş bir ölçüde değerlendirilebilmesi amacı ile aşağıda yer alan çalışmaların yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

- a) Bu çalışmada, her bir zemin sınıfı ile uyumlu olacak şekilde dört farklı ivme seti kullanılmıştır. Daha fazla sayıda ivme seti kullanılması, istatistiksel değerlendirme amacı ile yapılacak çalışmalar için daha fazla veri elde etmek açısından faydalı olacaktır.
- b) Farklı periyot, yatay dayanım oranı ve çevrimsel davranış modelleri dikkate alınarak benzer çalışmalar yapılabilir. Özellikle daha yüksek periyotlu sistemlerin dikkate alınması da bu konudaki çalışmalara katkı sağlayacaktır.
- c) Düzlem çerçeve veya üç boyutlu sistemler dikkate alınarak yapılacak benzer çalışmalar da bu konudaki mevcut bilgi birikimine katkı sağlayacaktır.

6. KAYNAKLAR

ABYYHY-1975. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (1975).

ABYYHY-1998. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (1998).

Ancheta, T.D., Darragh, R.B., Stewart, J.P., Seyhan, E., Silva, W.J., Chiou, B.S.J., Wooddell, K.E., Graves, R.B., Kottke, A.R., Boore, D.M., Kishida, T. ve Donahue, J.L., “NGA-West2 Database”, *Earthquake Spectra*, 989-1005, (2014).

Ambraseys, N.N., Douglas, J., Rinaldis, D., Berge, T.C., Suhadolc, P., Costa, G., Sigbjornsson, R. ve Smit, P., “Dissemination of european strong-motion data”, vol. 2, Cd-Rom collection. UK: *Engineering and Physical Sciences Research Council*, (2004).

ASCE., Seismic evaluation of existing buildings: *American Society of Civil Engineers (ASCE Standard)*, 31-03, America, (2003).

Bakioğlu, M., *Cisimlerin Mukavemeti*, İstanbul: Beta Basım, (2001).

Bazzurro, P. ve Luco, N., “Accounting for uncertainty and correlation in earthquake loss estimation”, *Proceedings of the 9th International Conference on Structural Safety and Reliability (ICOSSAR)*, Rome, Italy, (2005).

Beyer, K. ve Bommer, J., “Selection and scaling of real accelerograms for bi-axial loading”, *Journal of Earthquake Engineering*, 11, 13-45, (2007).

Bommer, J.J. ve Acevedo, A.B., “The use of real earthquake accelerograms as input to dynamic analysis”, *Journal of Earthquake Engineering*, Special Issue, 8(1),43–91, (2004).

Bommer, J.J. ve Ruggeri, C., “The specification of acceleration time-histories in seismic codes”, *Euro Earthquake Engineering*, 16, 3-16, (2002).

Canbay, E., Ersoy, U., Özcebe, G., Sucuoğlu, H. ve Wasti, S.T. , *Binalar için deprem mühendisliği temel ilkeleri*, Ankara: OTDÜ Geliştirme Vakfı, (2008).

Celep, Z. ve Kumbasar, N., *Deprem mühendisliğine giriş*, İstanbul: Beta Dağıtım, (2004).

Celep, Z., *Betonarme taşıyıcı sistemlerde doğrusal olmayan davranış ve çözümleme*, İstanbul: Beta Dağıtım, (2008).

Chopra, A.K., *Dynamics of Structures: theory and applications to earthquake engineering*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, (1995).

D'Ambrisi, A. ve Mezzi, M., “A probabilistic approach for estimating the seismic response of EP SDOF systems”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 34, 1737-1753, (2005).

DBYBHY, Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, (2007).

Demir, A., “Deprem Yönetmeliği ile uyumlu setler kullanılarak dinamik ötelenme taleplerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü İnşaat Mühendisliği ABD*, Denizli, (2015).

Eurocode-8, Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, Seismic actions and rules for buildings, EN1998-1-2004, European Committee for Standardization, Brussels, (2004).

Fahjan, Y.M., “Türkiye deprem yönetmeliği tasarım ivme spektrumuna uygun gerçek deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklendirilmesi”, *İMO Teknik Dergi*, 4423-4444, (2008).

FEMA 356, Prestandart and commentary for the seismic rehabilitation of buildings, *Federal Emergency Management Agency*, Washington, (2000).

FEMA-440, Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, *Federal Emergency Management Agency*, Washington, (2005).

Garcia, R.J. ve Miranda, E., “Probabilistic estimation of maximum inelastic displacement demands for performance-based design”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 9, 1235-1254, (2007).

Garcia, R.J. ve Miranda, E., “On the influence of strong – ground motion duration on residual displacement demands”, *Earthquakes and Structures Vol 1*, No 4, (2010).

GB., Code for seismic design of buildings, 50011- 2001, *Architecture and Building Press*, Beijing, China, (2001).

Ghobarah, A., “Performance-based design in earthquake engineering”, *State of Development Engineering Structures*, Vol (23), 878-884, (2001).

Hatzigeorgiou, G.D. ve Beskos, D.E., “Inelastic displacement ratios for SDOF structures subjected to repeated earthquakes”, *Engineering Structures*, 31, 2744-2755, (2009).

Iervolino, I., Maddaloni, G. ve Cosenza, E., “Eurocode 8 compliant real record sets for seismic analysis of structures”, *Journal of Earthquake Engineering*, 12, 54-90, (2008).

Iervolino, I., Galasso, C. ve Cosenza, E., “REXEL: Computer aided record selection for code-based seismic structural analysis”, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 8, 339-362, (2010).

İnel, M., Meral, E. ve Özmen, H.B., “Betonarme binalarda eşdeğer tek serbestlik dereceli sistem ve 3-B doğrusal elastik olmayan dinamik analiz deplasman taleplerinin karşılaştırılması”, 2. *Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı*, Hatay, (2013).

Jeong, S.H., Lee, K.W. ve Jang, W.S., Prism, A program for seismic response analysis of SDOF system, Earthquake Engineering Research Group at the INHA University, (2010).

Kayhan, A.H., “Armoni araştırması ile ivme kaydı seçimi ve ölçeklendirme”, *İMO Teknik Dergi*, 23, 5751-5775, (2012).

Kayhan, A.H., Korkmaz, K.A. ve Irfanoğlu, A., “Selecting and scaling real ground motion records using harmony search algorithm”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 31, 941-953, (2011).

Kayhan A.H. ve Demir A., “Statistical evaluation of drift demands of rc frames using code-compatible real ground motion record sets”, *Structural Engineering and Mechanics*, 60(6), 953-977, (2016).

Katsanos, I.E., Sextos, G.A. ve Manolis, D.G., “Selection of earthquake ground motion records: A State- of- the- art- review from a structural engineering perspective”, *Soil Dynamics And Earthquake Engineering*, 30, 157-169, (2010).

Lin, Y. ve Miranda, E., “Estimation of maximum roof displacement demands in regular multistory buildings”, *Journal of Engineering Mechanics ASCE*, 136, 1-11, (2009).

Luş, H., *Yapı Dinamiği Teori ve Deprem Mühendisliği Uygulamaları*, Palme Yayıncılık, (2015).

Manolis, G.D., “Stochastic soil dynamics”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 22, 3-15, (2002).

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

Newmark, N.M., "A method of computation for structural dynamics", *Journal of the Engineering Mechanics Division*, 85(3), 67-94, (1959).

Otani, S., "SAKE, A computer program for inelastic response of R/C frames to earthquakes/report, *Civil Engineering Studies*, Univ Of Illinois At Urbana, Champaign, (1974).

Özmen, B., Nurlu, M. ve Gürler, H., Coğrafi bilgi sistemi ile deprem bölgelerinin incelenmesi, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, (1997).

Özmen, H.B., "Düşük ve orta yükseklikteki betonarme yapıların deprem performanslarını etkileyen faktörlerin irdelenmesi", Doktora Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Denizli, (2011).

Padgett, J.E. ve Desroches, R., "Sensitivity of seismic response and fragility to parameter uncertainty", *Journal of Structural Engineering*, 12, 1710-1718, (2007).

Priestley, M.J.N., Calvi, G.M. and Kowalsky, M.J., "Displacement-based seismic design of structures", IUSS Press, Pavia, Italy, (2007).

Riddell, R., Garcia, J.E. ve Garces, E., "Inelastic deformation response of SDOF systems subjected to earthquakes", *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 31, 515-538, (2002).

SEAOC Vision 2000 Committee. Performance-based seismic engineering, Report Prepared by Structural Engineers Association of California, Sacramento, California, (1995).

Takeda, T., Sozen, M.A. and Nielson, N.N., "Reinforced concrete response to simulated earthquakes", *Journal of Structural Divisions*, (ASCE), 96, 2557-2573, (1970).

TBDY, Türkiye bina deprem yönetmeliği, Afet ve Acil Durum Başkanlığı, Ankara, (2018).

Tekin, G., "Probabilistic earthquake response analysis of single degree of freedom structures", Yüksek Lisans Tezi, *Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, (2010).

USCS, Unified soil classification system. Headquarters Department of the Army, Washington, (2001).

Youd, T.L., Bardet, J.P. and Bray J.D. (Editors), Kocaeli, Turkey earthquake of 17 August 1999, Reconnaissance report, *Earthquake Spectra* 16 (Suppl. A), 65–96, (2000).

EKLER

7. EKLER

EK A Analizler İçin Kullanılan Gerçek İvme Kayıtlarına Ait Bilgiler

Tablo A.1: Z1 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
1	357-Y	Umbria	29.04.1984	5.6	ST134	A	0.091	37	21
2	642-Y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST225	A	0.618	23	35
3	5270-Y	Mt. Vatnafjoll	25.05.1987	6.0	ST2486	A	0.339	25	35
4	6272-Y	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2568	A	0.409	42	50
5	292-Y	Campano Lucano	23.11.1980	6.9	ST98	A	0.588	25	66
6	5272-Y	Mt. Vatnafjoll	25.05.1987	6.0	ST2487	A	0.243	24	35
7	467-Y	Chenoua	29.10.1989	5.9	ST181	A	0.343	50	20
8	639-X	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST226	A	0.815	29	28
9	960-Y	Sicilia-Orientale	13.12.1990	5.6	ST296	A	0.640	50	38
10	412-X	Golbasi	06.06.1986	5.8	ST161	A	0.167	34	15
11	6262-Y	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2496	A	0.662	31	56
12	6333-X	South Iceland	21.06.2000	6.4	ST2487	A	0.199	28	62
13	604-X	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST225	A	0.212	37	29
14	642-X	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST225	A	0.524	23	35

Tablo A.1 (devam) : Z1 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
15	6267-X	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2565	A	0.222	46	70
16	646-Y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST234	A	0.280	17	28
17	410-Y	Golbasi	05.05.1986	6.0	ST161	A	0.538	29	18
18	385-X	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST155	A	0.438	15	60
19	243-Y	Valnerina	19.09.1979	5.8	ST82	A	0.218	47	29
20	4678-X	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2557	A	0.707	32	70
21	5271-X	Mt. Vatnafjoll	25.05.1987	6.0	ST2483	A	0.138	42	35
22	960-X	Sicilia-Orientale	13.12.1990	5.6	ST296	A	0.710	50	38
23	6278-Y	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2552	A	1.070	41	82
24	6331-X	South Iceland	21.06.2000	6.4	ST2486	A	0.513	22	62
25	410-X	Golbasi	05.05.1986	6.0	ST161	A	0.383	29	18
26	6272-X	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2568	A	0.251	42	50

Tablo A.2: Z2 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
1	572-Y	Patras	14.07.1993	5.6	ST178	B	0.423	27	18
2	6494-Y	Duzce 1	12.11.1999	7.2	ST3134	B	0.714	11	38
3	946-Y	Potenza	05.05.1990	5.8	ST103	B	0.324	24	48
4	211-Y	Montenegro	15.04.1979	5.8	ST67	B	0.813	41	20
5	7161-X	Firuzabad	20.06.1994	5.9	ST3296	B	0.279	48	24
6	612-X	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST228	B	0.897	38	105
7	474-X	Filippias	16.06.1990	5.5	ST123	B	0.339	38	16
8	530-Y	Racha	15.06.1991	6.0	ST200	B	1.032	40	44
9	244-Y	Valnerina	19.09.1979	5.8	ST83	B	0.230	39	23
10	7067-X	Altinsac	15.11.2000	5.5	ST608	B	0.130	38	96
11	6142-Y	Aigion	15.06.1995	6.5	ST1331	B	0.911	43	38
12	352-Y	Biga	05.07.1983	6.1	ST131	B	0.434	45	19
13	761-Y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST265	B	0.801	21	50
14	7257-X	Masjed-E-Soleyman	25.09.2002	5.6	ST3373	B	0.382	13	34
15	142-Y	Friuli	15.09.1976	6.0	ST14	B	0.370	41	26
16	6144-X	Aigion	15.06.1995	6.5	ST1332	B	0.261	42	30
17	6447-X	Izmit	11.11.1999	5.6	ST3140	B	0.084	36	42
18	760-Y	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST265	B	0.229	34	54
19	232-X	Montenegro	24.05.1979	6.2	ST77	B	0.560	20	28
20	474-Y	Filippias	16.06.1990	5.5	ST123	B	0.338	38	16
21	759-X	Umbria Marche	26.09.1997	5.7	ST265	B	0.370	32	52
22	6138-Y	Aigion	15.06.1995	6.5	ST1330	B	0.337	43	38

Tablo A.3: Z3 sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükklük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
1	1230-X	Izmit	17.08.1999	7.6	ST576	C	0.898	39	52
2	6978-Y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3273	C	0.700	25	28
3	375-Y	Lazio Abruzzo	07.05.1984	5.9	ST149	C	0.609	45	26
4	360-Y	Umbria	29.04.1984	5.6	ST41	C	0.466	43	28
5	141-X	Friuli	15.09.1976	6.0	ST12	C	0.211	46	15
6	602-X	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST224	C	1.144	27	29
7	6606-Y	Izmit	11.11.1999	5.6	ST2571	C	0.361	37	68
8	6975-Y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3272	C	0.512	26	34
9	648-Y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST221	C	0.668	13	40
10	7010-Y	Izmit	11.11.1999	5.6	ST772	C	0.239	41	50
11	360-X	Umbria	29.04.1984	5.6	ST41	C	0.515	43	28
12	151-X	Friuli	15.09.1976	6.0	ST33	C	0.810	11	25
13	1908-X	Filippias	16.06.1990	5.5	ST126	C	0.194	44	23
14	379-Y	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST1034	C	0.457	38	28
15	1230-Y	Izmit	17.08.1999	7.6	ST576	C	1.266	39	52
16	6962-Y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3271	C	0.151	50	110
17	648-X	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST221	C	0.902	13	40
18	555-Y	Kallithea	18.03.1993	5.8	ST10	C	0.133	41	30

Tablo A.4: ZB sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
1	140y	Friuli	15.09.1976	6.0	ST36	A	0.484	32	29
2	369x	Lazio Abruzzo	07.05.1984	5.9	ST109	A	0.351	44	22
3	385y	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST155	A	0.455	15	60
4	357y	Umbria	29.04.1984	5.6	ST134	A	0.091	37	21
5	6265y	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2494	A	0.562	29	70
6	638x	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST233	A	0.711	17	28
7	467y	Chenoua	29.10.1989	5.9	ST181	A	0.343	50	20
8	5272y	Mt. Vatnafjoll	25.05.1987	6.0	ST2487	A	0.243	24	35
9	5655x	NE of BanjaLuka	13.08.1981	5.7	ST2950	A	0.730	10	24
10	629y	Umbria Marche	06.10.1997	5.5	ST225	A	0.187	36	21
11	4560y	Bovec	12.04.1998	5.6	ST727	A	0.097	38	36
12	628y	Umbria Marche	06.10.1997	5.5	ST226	A	0.364	42	19
13	362x	Umbria	29.04.1984	5.6	ST137	A	0.346	27	23
14	1891y	Kranidia	25.10.1984	5.5	ST1320	A	0.255	23	17
15	140x	Friuli	15.09.1976	6.0	ST36	A	0.868	32	29
16	243x	Valnerina	19.09.1979	5.8	ST82	A	0.165	47	29
17	412x	Golbasi	06.06.1986	5.8	ST161	A	0.167	34	15

Tablo A.4 (devam): ZB sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
18	603y	Umbria Marche	26.09.1997	5.7	ST225	A	0.266	35	28
19	639x	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST226	A	0.815	29	28
20	6100y	Kozani	13.05.1995	6.5	ST1315	A	0.194	50	26
21	243y	Valnerina	19.09.1979	5.8	ST82	A	0.218	47	29
22	6262x	South Iceland	17.06.2000	6.5	ST2496	A	0.540	31	56
23	359x	Umbria	29.04.1984	5.6	ST136	A	0.497	17	82
24	382y	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST140	A	0.147	16	21
25	646x	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST225	A	0.524	23	35
26	357x	Umbria	29.04.1984	5.6	ST134	A	0.066	37	21
27	638y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST233	A	0.748	17	28
28	410x	Golbasi	05.05.1986	6.0	ST161	A	0.383	29	18
29	598x	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST222	A	0.247	27	28
30	647y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST222	A	0.155	27	28
31	1891x	Kranidia	25.10.1984	5.5	ST1320	A	0.349	23	17
32	383y	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST153	A	0.201	14	18
33	7158y	Firuzabad	20.06.1994	5.9	ST3293	A	0.193	39	24
34	604x	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST225	A	0.212	37	29

Tablo A.5: ZC sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükölük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
1	6144x	Aigion	15.06.1995	6.5	ST1332	B	0.261	42	30
2	352y	Biga	05.07.1983	6.1	ST131	B	0.434	45	19
3	7155x	Firuzabad	20.06.1994	5.9	ST3290	B	0.414	20	15
4	1720y	Dinar	01.10.1995	6.4	ST543	B	0.384	47	25
5	247x	Valnerina	19.09.1979	5.8	ST279	B	0.419	23	24
6	7067x	Altinsac	15.11.2000	5.5	ST608	B	0.130	38	96
7	1859x	NW Kefallinia island	27.02.1987	5.7	ST1303	B	0.335	35	21
8	139x	Friuli	15.09.1976	6.0	ST35	B	1.558	25	25
9	6330x	South Iceland	21.06.2000	6.4	ST2482	B	1.087	21	52
10	142y	Friuli	15.09.1976	6.0	ST14	B	0.370	41	26
11	5273y	Mt. Vatnafjoll	25.05.1987	6.0	ST2488	B	0.310	45	40
12	569x	Patras	14.07.1993	5.6	ST166	B	0.333	30	16
13	244y	Valnerina	19.09.1979	5.8	ST83	B	0.230	39	23
14	6964x	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3269	B	0.547	25	46
15	1245y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST598	B	0.510	25	105
16	532y	Racha	15.06.1991	6.0	ST202	B	0.423	50	38
17	7155y	Firuzabad	20.06.1994	5.9	ST3290	B	0.244	20	15

Tablo A.5 (devam): ZC sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
18	1711x	Ano Liosia	07.09.1999	6.0	ST1255	B	0.855	20	30
19	49y	Friuli	06.05.1976	6.5	ST14	B	0.860	42	40
20	946x	Potenza	05.05.1990	5.8	ST103	B	0.346	24	48
21	946y	Potenza	05.05.1990	5.8	ST103	B	0.324	24	48
22	761x	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST265	B	1.070	21	50
23	5273x	Mt. Vatnafjoll	25.05.1987	6.0	ST2488	B	0.334	45	40
24	6499x	Duzce 1	12.11.1999	7.2	ST3140	B	0.280	42	42
25	1996x	Anchialos	30.04.1985	5.6	ST1355	B	0.247	15	22
26	6444x	Izmit	11.11.1999	5.6	ST3135	B	0.314	31	38
27	5798x	Gulf of Akaba	23.11.1995	5.7	ST2989	B	0.356	32	50
28	502y	Racha	03.05.1991	5.6	ST200	B	0.246	28	27
29	7067y	Altinsac	15.11.2000	5.5	ST608	B	0.114	38	96
30	6496y	Duzce 1	12.11.1999	7.2	ST3135	B	0.298	45	42
31	6330y	South Iceland	21.06.2000	6.4	ST2482	B	1.618	21	52
32	569y	Patras	14.07.1993	5.6	ST166	B	0.509	30	16
33	381y	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST141	B	0.213	32	16

Tablo A.6: ZD sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükölük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
1	6446y	Izmit	11.11.1999	5.6	ST3139	C	0.313	48	42
2	375y	Lazio Abruzzo	07.05.1984	5.9	ST149	C	0.609	45	26
3	600y	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST223	C	1.041	22	54
4	6962x	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3271	C	0.130	50	110
5	360x	Umbria	29.04.1984	5.6	ST41	C	0.515	43	28
6	601x	Umbria Marche	26.09.1997	5.7	ST224	C	0.452	27	28
7	7010y	Izmit	11.11.1999	5.6	ST772	C	0.239	41	50
8	379x	Lazio Abruzzo	11.05.1984	5.5	ST1034	C	0.392	38	28
9	6960x	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3266	C	0.303	27	96
10	335x	Alkion	25.02.1981	6.3	ST121	C	1.144	25	28
11	151x	Friuli	15.09.1976	6.0	ST33	C	0.810	11	25
12	950x	Sicilia-Orientale	13.12.1990	5.6	ST288	C	0.376	45	34
13	555y	Kallithea	18.03.1993	5.8	ST10	C	0.133	41	30
14	6962y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3271	C	0.151	50	110
15	600x	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST223	C	1.685	22	54
16	1230x	Izmit	17.08.1999	7.6	ST576	C	0.898	39	52
17	624y	Umbria Marche	06.10.1997	5.5	ST232	C	1.780	15	37

Tablo A.6 (devam): ZD sınıfı zeminler için kullanılan ivme kayıtları ve özellikleri

Sıra	Kayıt kodu	Deprem ismi	Tarihi	Büyükük	İstasyon kodu	Zemin sınıfı	PGA (m/s ²)	Uzaklık (km)	Süre (s)
18	7010x	Izmit	11.11.1999	5.6	ST772	C	0.171	41	50
19	141x	Friuli	15.09.1976	6.0	ST12	C	0.211	46	15
20	601y	Umbria Marche	26.09.1997	5.7	ST224	C	0.479	27	28
21	555x	Kallithea	18.03.1993	5.8	ST10	C	0.148	41	30
22	6960y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3266	C	0.494	27	96
23	644y	Umbria Marche	14.10.1997	5.6	ST223	C	0.326	29	29
24	6498y	Duzce 1	12.11.1999	7.2	ST3139	C	1.123	28	42
25	170x	Basso Tirreno	15.04.1978	6.0	ST46	C	0.719	18	30
26	6975y	Izmit	13.09.1999	5.8	ST3272	C	0.512	26	34
27	7129x	Seferihisar	10.04.2003	5.7	ST858	C	0.765	42	58
28	602x	Umbria Marche	26.09.1997	6.0	ST224	C	1.144	27	29
29	1708x	Ano Liosia	07.09.1999	6.0	ST1253	C	0.816	19	44

EK B Maksimum Ötelenme Taleplerinin Ortalaması ve Standart Sapması

Tablo B.1: Z1 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	3.97	2.38	4.31	3.30	5.25	6.32	4.17	2.27
	0.2	2.75	1.64	3.14	1.89	4.33	5.02	2.93	1.28
	0.3	2.99	2.03	2.96	1.32	3.69	4.03	2.72	0.99
	0.4	3.01	2.38	2.93	1.42	3.40	2.98	2.81	0.97
0.5	0.1	4.68	2.81	5.65	3.99	5.78	6.53	5.06	2.03
	0.2	3.98	2.55	4.25	2.16	5.07	5.10	4.14	1.51
	0.3	4.02	2.89	4.04	1.76	4.81	4.25	4.19	1.39
	0.4	4.26	3.22	4.25	1.39	4.28	3.59	3.87	1.18
0.6	0.1	5.70	3.30	6.75	4.70	6.33	6.30	5.93	3.00
	0.2	5.11	3.13	5.28	2.48	5.97	5.37	5.35	2.00
	0.3	4.99	2.96	5.18	2.91	5.78	5.32	5.14	2.14
	0.4	5.08	2.95	5.22	2.09	5.44	5.00	5.20	2.17
0.7	0.1	6.39	3.57	7.02	4.94	6.66	6.06	6.47	4.10
	0.2	5.19	2.39	6.53	2.60	6.32	5.15	5.61	2.54
	0.3	5.33	2.73	6.67	2.72	6.29	5.87	6.03	3.32
	0.4	5.09	2.62	6.35	1.54	6.21	6.09	6.47	3.30
0.8	0.1	6.72	4.14	7.48	5.18	7.03	6.04	7.46	4.62
	0.2	5.89	3.28	7.57	4.22	6.91	5.43	6.34	2.33
	0.3	5.70	2.80	7.45	3.12	6.63	5.63	7.44	3.10
	0.4	5.96	3.05	7.24	1.98	6.65	6.37	7.56	3.23
0.9	0.1	7.29	4.52	8.42	5.66	7.29	6.58	8.38	5.03
	0.2	7.18	4.47	8.70	4.92	7.68	6.89	7.40	2.41
	0.3	6.91	4.01	9.21	6.14	7.31	6.65	7.83	3.24
	0.4	7.13	4.40	7.91	3.31	6.53	5.95	7.97	3.66
1.0	0.1	8.26	5.23	8.64	5.79	8.38	7.07	8.59	5.53
	0.2	8.73	6.21	9.10	5.26	8.56	7.25	9.05	3.48
	0.3	8.70	5.63	10.05	6.75	8.85	7.77	8.65	3.38
	0.4	7.98	4.66	10.37	7.51	8.60	7.34	9.18	4.12
1.1	0.1	9.45	5.30	9.83	6.57	9.62	7.59	9.35	5.87
	0.2	9.38	5.50	9.49	5.61	9.18	6.83	9.95	4.29
	0.3	10.04	5.64	9.94	5.98	9.40	7.16	10.57	4.24
	0.4	9.92	5.58	10.14	6.63	10.05	8.32	11.57	5.23
1.2	0.1	10.90	6.35	11.91	7.43	10.29	8.21	9.89	6.00
	0.2	10.22	6.09	10.61	5.92	9.35	6.94	10.78	5.08
	0.3	10.53	5.86	11.28	6.26	10.50	9.54	11.21	4.66
	0.4	11.00	6.49	11.12	6.05	11.16	10.49	11.80	5.32

Tablo B.2: Z2 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	6.18	5.27	5.95	4.68	5.19	3.99	5.45	4.03
	0.2	4.31	2.96	4.32	2.93	3.40	1.66	3.49	1.50
	0.3	3.74	1.67	3.96	2.31	3.15	0.98	3.27	0.88
	0.4	3.53	1.14	3.59	1.69	3.47	1.25	3.37	1.06
0.5	0.1	7.84	7.24	6.97	5.22	6.47	4.86	6.61	4.96
	0.2	6.10	4.07	5.53	3.64	4.74	2.59	4.68	1.75
	0.3	4.96	2.37	4.99	3.35	4.06	1.33	4.24	1.28
	0.4	4.32	1.10	5.23	3.21	4.34	1.61	4.46	1.53
0.6	0.1	9.21	9.35	7.72	5.94	8.06	6.72	7.81	5.89
	0.2	7.58	4.67	6.13	4.48	5.39	2.44	5.35	2.51
	0.3	6.07	2.87	6.19	4.39	5.27	1.83	5.37	2.43
	0.4	5.88	1.58	5.56	3.87	5.52	2.30	5.58	2.26
0.7	0.1	10.39	10.48	8.84	6.33	9.73	8.45	9.28	6.70
	0.2	8.35	5.63	7.32	4.54	7.86	3.64	7.04	3.01
	0.3	7.35	3.75	7.72	4.70	7.61	2.35	6.59	2.24
	0.4	7.54	3.13	7.46	4.58	7.81	2.47	6.97	2.57
0.8	0.1	11.25	10.71	9.96	6.85	11.62	10.04	10.87	7.47
	0.2	9.28	5.99	8.69	5.48	9.18	5.46	7.96	3.63
	0.3	8.08	3.97	7.80	3.63	8.24	3.04	7.93	4.14
	0.4	8.15	3.31	8.65	4.93	7.95	2.06	7.69	3.03
0.9	0.1	11.99	11.28	10.53	7.19	12.83	11.81	11.59	8.89
	0.2	9.76	6.22	10.19	7.10	9.93	5.70	9.06	5.13
	0.3	9.26	4.50	9.70	5.55	9.65	3.04	8.66	2.98
	0.4	9.47	3.72	9.41	5.24	9.90	2.55	9.41	4.29
1.0	0.1	12.81	11.33	11.46	6.98	14.37	13.10	13.50	9.24
	0.2	10.78	7.34	12.28	8.28	10.26	5.18	9.18	4.67
	0.3	11.33	5.95	12.19	8.35	10.28	3.55	10.11	4.29
	0.4	10.28	4.17	10.86	6.16	11.26	3.88	10.98	5.43
1.1	0.1	13.12	11.86	12.76	7.62	15.41	14.16	14.59	10.29
	0.2	12.15	8.68	13.13	9.49	13.06	7.51	12.86	6.94
	0.3	12.41	8.10	14.40	10.51	13.33	5.54	12.77	5.96
	0.4	13.99	9.78	13.68	9.78	13.22	5.44	12.77	6.55
1.2	0.1	13.98	12.80	14.24	8.54	16.83	14.94	15.81	11.02
	0.2	13.50	9.82	13.97	9.45	15.08	9.70	14.86	8.97
	0.3	14.19	9.79	15.66	13.46	14.31	5.86	14.97	7.69
	0.4	13.80	10.11	14.68	11.77	14.88	6.60	13.98	6.33

Tablo B.3: Z3 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	10.85	11.62	9.78	10.78	11.42	16.69	9.34	8.82
	0.2	7.82	7.60	7.16	6.86	9.79	13.45	6.11	5.20
	0.3	6.09	5.26	5.89	4.51	8.15	10.28	5.29	4.47
	0.4	5.04	4.06	5.06	3.24	6.47	7.03	4.56	3.52
0.5	0.1	12.42	13.13	11.07	12.04	12.70	17.96	10.83	10.29
	0.2	9.97	9.64	8.84	9.25	10.77	15.05	7.92	6.48
	0.3	8.16	6.70	7.90	6.22	9.78	11.90	6.58	4.96
	0.4	7.15	5.55	6.86	4.82	8.65	8.85	6.54	4.60
0.6	0.1	13.33	13.39	11.74	12.09	13.63	17.39	11.91	11.18
	0.2	11.25	11.82	10.87	11.08	11.39	15.66	9.85	8.21
	0.3	9.89	8.66	9.19	8.22	10.96	12.71	8.16	5.11
	0.4	9.76	6.33	8.72	5.92	10.27	10.26	7.76	4.42
0.7	0.1	13.60	12.49	12.01	11.37	13.95	16.11	12.94	11.23
	0.2	13.62	13.11	12.82	12.34	12.78	15.35	12.03	9.34
	0.3	11.58	9.69	11.29	8.88	12.39	13.17	9.85	5.64
	0.4	10.06	6.19	9.87	5.19	11.85	11.10	8.41	3.87
0.8	0.1	13.40	11.86	12.22	10.13	14.65	16.25	13.87	11.44
	0.2	14.83	12.98	13.76	12.40	13.08	14.13	12.83	10.07
	0.3	14.21	10.85	13.34	9.41	13.48	13.76	11.65	7.19
	0.4	11.76	7.60	11.69	6.51	13.20	13.29	11.11	6.86
0.9	0.1	14.07	13.48	13.62	11.36	15.80	18.43	14.95	11.04
	0.2	14.67	12.33	13.80	11.57	14.84	15.27	14.16	10.41
	0.3	15.21	12.02	14.38	10.37	15.25	15.47	12.99	7.60
	0.4	13.01	7.28	12.57	5.97	15.21	15.99	12.46	5.94
1.0	0.1	15.93	14.89	15.88	12.58	18.30	20.19	16.14	12.23
	0.2	15.35	11.46	14.95	9.92	17.50	17.42	15.32	9.64
	0.3	16.68	13.66	16.86	12.16	15.60	13.81	15.21	8.76
	0.4	15.07	11.37	16.04	9.94	17.02	16.38	14.71	6.39
1.1	0.1	17.58	16.37	16.58	13.89	19.89	21.17	17.53	14.53
	0.2	15.78	11.54	16.10	8.82	18.65	17.70	15.55	9.62
	0.3	17.53	12.62	17.49	11.44	17.37	16.54	16.51	8.39
	0.4	17.20	11.30	16.89	9.01	16.56	14.80	17.64	9.11
1.2	0.1	19.21	18.28	17.81	15.20	21.59	22.49	18.64	16.99
	0.2	17.88	12.62	17.90	10.41	19.10	18.30	16.61	9.86
	0.3	18.41	11.98	17.84	10.69	18.75	16.70	17.62	9.90
	0.4	19.06	12.95	19.37	10.85	18.25	16.19	18.08	7.67

Tablo B.4: Z1 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	5.66	4.05	7.09	5.83	6.13	7.02	6.38	5.00
	0.2	3.93	2.77	4.25	3.66	4.98	5.67	3.48	1.83
	0.3	3.32	2.42	3.09	1.75	4.36	5.52	2.87	1.32
	0.4	3.31	2.35	3.10	1.68	4.17	5.04	2.82	1.05
0.5	0.1	6.44	4.74	7.47	5.78	6.55	7.15	7.59	5.95
	0.2	4.82	3.32	4.96	3.38	5.66	5.80	3.89	1.46
	0.3	3.95	3.00	3.90	1.60	5.09	5.53	4.20	1.54
	0.4	3.76	2.70	3.84	1.28	4.92	5.22	3.82	1.22
0.6	0.1	7.47	5.47	8.19	6.69	7.21	8.00	8.61	7.26
	0.2	5.86	3.94	5.55	3.55	6.08	6.06	4.47	1.36
	0.3	4.88	2.68	5.18	2.41	5.88	6.16	5.27	2.03
	0.4	4.83	2.84	4.95	1.38	5.78	6.33	5.16	2.10
0.7	0.1	8.27	5.76	9.10	7.45	7.95	8.76	9.29	8.58
	0.2	6.49	4.33	6.87	4.30	6.81	6.30	5.12	1.57
	0.3	5.47	3.00	6.56	2.93	6.64	6.75	5.69	2.55
	0.4	5.26	2.80	6.35	1.53	6.54	6.81	6.02	2.38
0.8	0.1	8.81	6.66	10.05	8.33	8.84	9.62	10.12	9.23
	0.2	6.74	4.47	7.69	4.38	7.06	5.84	6.00	1.83
	0.3	6.26	3.60	7.35	3.26	6.43	5.76	6.74	2.65
	0.4	6.34	3.56	6.95	1.27	6.74	6.99	7.06	2.55
0.9	0.1	9.42	6.67	10.95	8.43	10.04	11.02	11.01	9.89
	0.2	7.51	4.60	8.34	4.57	7.45	6.51	7.70	3.01
	0.3	6.93	4.08	8.63	4.02	7.37	6.76	7.40	2.79
	0.4	7.04	4.13	7.71	2.79	6.79	6.53	7.87	3.49
1.0	0.1	9.70	7.12	12.16	9.88	11.08	11.32	11.26	10.46
	0.2	8.36	5.13	8.90	4.63	8.46	6.81	9.04	4.50
	0.3	8.16	4.81	9.16	4.47	8.13	6.40	8.66	3.23
	0.4	8.19	4.99	9.54	5.11	8.50	7.11	9.38	4.40
1.1	0.1	10.33	6.76	13.06	11.19	11.76	11.77	11.92	10.88
	0.2	9.21	5.08	9.85	6.82	9.81	7.88	10.14	5.73
	0.3	10.12	5.78	9.38	4.83	9.33	7.30	9.83	3.52
	0.4	10.36	6.22	9.28	4.80	9.94	8.32	11.39	5.19
1.2	0.1	11.42	7.49	14.49	11.43	12.45	12.40	12.36	11.28
	0.2	9.80	5.35	11.19	7.43	9.47	7.07	11.86	7.40
	0.3	10.83	6.32	11.01	5.64	10.63	9.47	11.45	4.73
	0.4	11.30	6.86	11.37	6.48	11.20	10.56	11.82	5.17

Tablo B.5: Z2 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	9.80	9.52	8.35	7.35	10.26	11.85	9.47	8.23
	0.2	7.25	6.74	6.14	5.26	5.51	4.19	5.95	5.86
	0.3	4.46	2.55	4.55	3.28	3.82	1.71	4.05	2.21
	0.4	3.62	1.53	4.20	2.95	3.71	1.73	3.61	1.49
0.5	0.1	11.06	10.99	8.74	8.04	12.20	13.93	10.86	9.19
	0.2	9.07	8.36	6.84	5.69	6.16	4.20	6.67	5.86
	0.3	6.02	3.58	5.51	3.68	4.71	1.91	4.99	2.93
	0.4	4.81	1.47	5.27	3.49	4.21	1.50	4.31	1.56
0.6	0.1	12.44	13.05	9.48	8.83	13.98	15.68	12.13	10.47
	0.2	10.06	9.35	7.80	6.61	6.93	4.18	7.11	5.80
	0.3	7.00	3.69	6.06	3.75	5.72	1.98	6.12	3.57
	0.4	6.13	2.05	5.81	3.65	5.30	1.79	5.68	2.32
0.7	0.1	13.45	15.05	10.45	9.54	15.21	17.09	13.25	11.38
	0.2	10.98	10.11	8.56	7.10	8.59	5.26	8.53	6.58
	0.3	7.84	3.99	8.01	4.98	6.93	2.09	7.42	4.04
	0.4	7.17	3.05	7.08	3.77	6.82	1.74	7.00	2.82
0.8	0.1	14.59	16.10	11.42	10.17	16.75	18.98	14.71	12.61
	0.2	11.98	10.33	9.57	7.45	9.60	5.10	9.83	7.75
	0.3	8.83	4.42	8.73	5.18	8.32	3.26	8.29	4.68
	0.4	8.14	3.23	7.70	3.74	7.94	2.17	7.88	3.31
0.9	0.1	15.64	16.56	12.43	10.51	17.61	18.59	16.02	13.62
	0.2	12.81	10.92	10.84	8.51	10.28	6.20	9.99	8.11
	0.3	10.53	5.98	10.28	6.23	9.42	2.43	9.77	6.25
	0.4	9.92	4.05	8.86	3.95	9.59	2.32	9.66	4.75
1.0	0.1	16.07	17.20	13.41	11.14	18.15	19.34	17.20	14.22
	0.2	13.57	11.71	11.70	8.65	12.06	7.78	11.12	7.98
	0.3	12.35	8.26	11.90	7.80	10.74	4.02	11.19	7.77
	0.4	11.40	5.74	10.38	5.36	11.05	3.61	11.04	5.29
1.1	0.1	16.66	18.16	14.66	12.07	19.01	19.75	18.10	15.46
	0.2	14.45	12.52	12.89	8.51	14.40	10.84	13.17	7.94
	0.3	13.34	10.04	13.50	8.48	13.28	6.10	13.44	8.29
	0.4	13.07	9.23	12.39	6.67	12.71	4.81	12.40	5.46
1.2	0.1	17.34	19.09	15.89	13.28	19.74	19.98	18.86	16.16
	0.2	15.28	13.16	13.83	10.30	16.43	14.08	14.13	7.23
	0.3	15.30	11.77	13.91	10.52	14.73	6.26	15.11	9.03
	0.4	14.80	11.40	13.76	10.33	14.09	5.31	14.40	7.10

Tablo B.6: Z3 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	14.02	15.10	13.53	13.37	14.17	16.77	12.87	12.77
	0.2	9.95	9.93	8.81	8.24	11.11	14.38	10.07	9.88
	0.3	9.47	10.68	8.31	9.37	8.87	11.62	7.77	7.36
	0.4	6.98	7.35	6.91	6.38	7.93	10.54	5.56	5.35
0.5	0.1	15.48	17.11	15.13	15.17	15.93	18.53	14.35	14.15
	0.2	11.35	10.38	9.72	9.08	12.15	15.73	11.59	10.69
	0.3	11.42	11.76	9.93	11.19	10.27	12.63	8.99	7.87
	0.4	8.94	8.67	8.44	8.28	9.66	11.63	7.15	5.05
0.6	0.1	15.98	17.83	16.18	16.46	16.75	19.75	16.04	16.38
	0.2	13.06	12.18	11.71	10.85	13.48	16.65	12.59	10.74
	0.3	12.62	13.36	11.11	12.19	11.00	12.82	10.88	8.38
	0.4	11.10	9.31	10.07	9.17	10.97	13.04	9.43	6.22
0.7	0.1	17.43	19.89	16.96	17.21	17.35	20.77	17.71	18.31
	0.2	16.44	14.99	13.44	11.29	14.96	16.63	13.46	11.29
	0.3	13.60	13.02	13.52	12.82	13.08	14.75	12.39	9.22
	0.4	12.13	9.70	11.60	8.48	12.38	13.17	10.25	6.28
0.8	0.1	18.14	21.30	18.24	18.81	18.34	21.55	17.70	16.67
	0.2	17.10	15.92	14.55	13.90	15.71	17.64	14.63	12.26
	0.3	14.44	11.72	14.19	11.64	13.45	15.15	12.84	8.51
	0.4	13.22	10.12	13.21	8.82	13.61	15.38	12.10	7.47
0.9	0.1	20.37	23.43	19.29	19.14	19.18	22.08	18.03	16.99
	0.2	18.25	17.38	15.61	14.71	17.22	18.52	15.77	12.60
	0.3	15.10	11.86	14.71	11.50	15.30	16.20	14.51	9.87
	0.4	14.22	10.47	13.86	8.37	15.10	15.80	13.65	6.97
1.0	0.1	20.26	22.16	20.05	19.44	20.72	21.72	19.40	18.17
	0.2	19.38	18.54	17.91	14.66	17.81	17.51	17.54	14.40
	0.3	16.24	13.23	15.29	10.45	16.49	16.39	17.55	12.42
	0.4	16.37	14.43	16.21	12.13	16.63	15.29	15.50	7.70
1.1	0.1	21.00	22.99	20.82	20.53	21.03	21.84	19.91	18.29
	0.2	20.88	19.70	19.10	14.61	17.96	17.77	19.03	16.38
	0.3	17.76	13.17	16.51	10.65	17.45	16.11	19.44	14.00
	0.4	18.53	14.73	18.07	13.80	17.39	16.85	17.75	9.30
1.2	0.1	21.06	23.47	21.62	20.88	21.59	23.49	20.85	18.71
	0.2	22.18	20.52	19.90	14.73	19.06	18.19	21.40	18.62
	0.3	20.00	13.85	18.06	10.85	17.75	15.83	19.90	14.07
	0.4	19.72	13.11	20.26	13.41	17.92	15.95	20.76	11.50

Tablo B.7: Z1 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	6.11	4.58	6.99	5.19	6.24	7.00	7.22	5.70
	0.2	4.46	3.41	4.58	3.35	5.25	5.74	3.76	1.69
	0.3	3.58	2.67	3.35	1.86	4.64	5.95	3.17	1.56
	0.4	3.28	2.35	3.27	1.84	4.59	5.84	2.90	1.09
0.5	0.1	7.02	5.14	8.17	6.68	7.08	8.03	8.41	6.87
	0.2	5.23	4.02	5.19	3.51	6.20	6.24	4.33	1.80
	0.3	4.24	3.20	4.40	2.23	5.65	6.37	4.54	1.90
	0.4	3.86	2.83	4.12	1.55	5.44	6.46	4.05	1.59
0.6	0.1	8.03	5.81	9.18	7.90	7.98	9.00	9.13	8.21
	0.2	6.01	4.23	5.95	3.95	6.54	6.64	4.95	1.90
	0.3	5.11	3.00	5.46	3.03	6.26	6.75	5.51	2.28
	0.4	4.87	2.86	5.22	1.79	6.24	7.29	5.31	2.16
0.7	0.1	8.79	6.37	10.24	8.52	8.91	10.10	9.98	8.95
	0.2	6.63	4.56	7.34	4.58	7.24	7.04	5.76	2.05
	0.3	5.90	3.63	6.81	3.44	6.85	7.00	5.70	2.55
	0.4	5.46	3.08	6.63	1.93	7.10	7.97	6.13	2.44
0.8	0.1	9.68	7.08	11.33	9.18	10.24	11.78	10.98	9.80
	0.2	7.29	5.06	8.33	5.32	7.50	6.63	6.76	2.49
	0.3	6.99	4.62	7.80	4.11	7.03	6.93	6.84	2.76
	0.4	6.75	4.16	7.14	1.63	7.07	7.84	7.22	2.59
0.9	0.1	10.28	7.12	12.41	10.77	11.35	12.61	11.33	10.55
	0.2	8.53	5.55	8.67	5.53	7.93	7.42	8.38	3.64
	0.3	7.43	4.88	8.50	4.21	7.82	7.31	7.73	3.13
	0.4	7.42	4.77	8.80	5.04	7.31	7.85	7.87	3.49
1.0	0.1	10.77	7.81	13.47	12.32	12.72	12.85	11.83	11.24
	0.2	9.56	6.19	9.67	6.23	8.95	7.68	9.55	5.01
	0.3	9.06	6.04	9.30	4.77	8.42	7.12	8.73	3.41
	0.4	8.68	5.75	9.34	4.63	9.20	8.36	9.53	4.54
1.1	0.1	11.70	8.01	14.67	13.51	13.16	13.85	12.77	12.04
	0.2	9.96	6.19	10.65	8.62	10.32	8.74	10.80	6.30
	0.3	10.67	6.58	9.67	5.46	9.90	8.40	10.27	3.95
	0.4	10.45	6.37	9.65	5.63	10.29	8.90	11.45	5.24
1.2	0.1	11.97	7.85	16.06	13.87	13.79	14.26	13.34	12.64
	0.2	10.63	6.67	11.91	9.22	9.91	7.82	11.74	6.97
	0.3	11.55	7.27	11.52	6.70	11.49	10.31	11.52	4.75
	0.4	11.76	7.71	11.34	6.44	11.55	10.50	11.87	5.25

Tablo B.8: Z2 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	10.40	10.07	8.23	7.42	11.11	12.72	9.76	8.06
	0.2	7.93	7.05	6.51	5.58	5.70	3.73	5.92	5.01
	0.3	5.10	3.05	4.88	3.55	4.37	2.00	4.77	2.95
	0.4	3.73	1.22	4.71	3.61	3.90	1.79	3.71	1.56
0.5	0.1	12.01	12.80	9.03	8.43	13.07	14.94	11.29	9.41
	0.2	9.43	8.73	7.62	6.98	6.40	3.83	7.04	6.37
	0.3	6.50	3.67	5.79	3.93	5.16	2.24	5.76	4.13
	0.4	5.33	1.95	5.74	4.21	4.76	1.99	4.90	2.01
0.6	0.1	13.64	14.85	9.98	8.93	15.05	16.75	13.08	11.12
	0.2	10.62	9.71	8.66	7.79	7.49	4.33	8.34	7.73
	0.3	7.00	3.43	6.55	4.38	5.92	2.02	6.67	4.54
	0.4	6.56	2.51	6.07	4.02	5.64	2.17	6.30	3.16
0.7	0.1	14.90	16.85	11.32	9.78	16.41	18.12	14.31	11.99
	0.2	12.08	10.92	9.56	8.58	9.11	5.80	9.22	8.39
	0.3	8.19	4.23	8.68	5.89	7.14	2.21	8.12	5.72
	0.4	7.20	2.68	7.22	4.16	6.80	1.97	7.77	3.98
0.8	0.1	16.24	18.11	12.33	10.78	17.32	19.11	15.53	13.05
	0.2	13.31	12.05	11.04	9.37	10.34	5.51	10.60	8.31
	0.3	9.91	5.88	10.22	7.76	9.14	3.88	9.57	7.20
	0.4	8.37	3.39	8.23	4.48	8.23	2.39	8.85	4.88
0.9	0.1	17.50	19.63	13.38	11.58	18.52	20.27	16.70	13.80
	0.2	14.78	13.62	12.08	10.09	11.26	6.50	10.66	7.99
	0.3	12.17	8.88	11.55	8.15	9.95	2.95	10.70	8.71
	0.4	10.84	5.14	9.25	4.62	9.95	2.72	9.98	5.29
1.0	0.1	18.45	20.73	14.30	11.85	18.84	21.19	18.49	16.17
	0.2	15.24	14.50	12.82	10.31	13.31	9.05	11.75	8.02
	0.3	13.53	10.26	13.05	9.54	11.43	4.25	12.31	9.74
	0.4	12.26	7.20	11.02	6.22	11.36	3.88	11.40	5.89
1.1	0.1	18.98	21.48	15.35	12.85	20.39	21.91	19.48	17.05
	0.2	16.54	16.06	14.11	10.67	15.44	11.54	13.94	8.47
	0.3	14.80	11.88	14.65	10.36	13.41	6.22	14.17	10.13
	0.4	13.50	10.00	13.27	8.13	13.07	5.12	12.95	6.75
1.2	0.1	19.65	22.25	16.55	14.05	21.06	21.86	20.44	18.27
	0.2	18.08	17.49	14.98	12.27	17.52	14.25	15.29	9.33
	0.3	16.08	12.97	14.64	11.71	14.87	6.41	16.04	11.04
	0.4	15.62	12.49	15.18	12.69	14.58	5.84	14.98	8.45

Tablo B.9: Z3 sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	14.70	15.76	14.30	13.75	14.89	17.41	13.04	12.53
	0.2	10.40	10.19	9.43	8.87	11.87	14.60	10.91	10.35
	0.3	10.15	11.54	9.06	10.50	9.32	11.80	8.17	7.41
	0.4	7.64	8.03	7.50	7.10	8.98	12.28	5.98	5.78
0.5	0.1	16.83	18.77	16.62	16.72	16.22	18.85	15.37	15.39
	0.2	13.06	12.46	10.59	10.18	12.81	15.60	12.63	11.43
	0.3	12.55	13.00	10.70	12.29	10.72	13.00	9.78	8.39
	0.4	9.82	9.37	9.16	9.13	10.75	13.83	8.17	5.92
0.6	0.1	18.50	21.16	17.88	18.35	17.35	20.13	17.45	18.07
	0.2	14.98	14.78	13.18	13.01	14.31	16.76	14.13	12.68
	0.3	13.39	14.07	12.21	13.69	11.87	14.17	11.18	8.72
	0.4	11.57	9.55	10.66	9.71	12.43	15.61	9.54	6.00
0.7	0.1	20.39	23.41	19.11	19.92	18.58	20.96	18.90	19.47
	0.2	17.38	16.15	15.09	13.86	16.27	18.21	15.25	13.79
	0.3	14.23	13.52	14.07	13.40	13.56	15.40	12.58	8.97
	0.4	12.26	9.92	12.04	8.76	13.70	16.67	10.84	6.84
0.8	0.1	21.49	24.76	20.24	21.10	19.55	21.65	18.68	17.90
	0.2	18.79	16.97	15.23	13.98	16.69	17.80	17.04	15.96
	0.3	15.60	13.16	15.14	13.06	14.15	15.97	14.98	10.97
	0.4	14.58	12.26	13.82	9.82	15.65	19.79	12.34	7.53
0.9	0.1	22.41	25.25	21.01	21.42	19.94	21.43	19.28	17.37
	0.2	19.72	18.27	15.93	13.53	17.76	18.68	18.37	17.90
	0.3	16.03	13.06	15.72	12.74	15.90	16.76	17.22	13.74
	0.4	15.35	13.35	14.80	11.04	16.36	18.16	14.14	7.55
1.0	0.1	21.87	24.98	21.32	22.19	21.30	21.43	19.59	17.17
	0.2	20.72	19.22	18.64	12.61	18.65	17.93	20.13	19.16
	0.3	17.79	14.88	16.17	11.85	16.46	16.30	20.18	16.72
	0.4	17.65	17.08	17.41	14.94	17.53	17.56	17.00	9.65
1.1	0.1	22.44	26.00	22.41	23.47	21.42	21.96	20.70	17.99
	0.2	21.68	19.75	19.01	11.80	19.32	18.08	21.54	21.15
	0.3	20.58	17.22	18.06	13.31	17.32	15.99	21.94	17.94
	0.4	20.03	17.45	19.29	16.38	17.46	16.92	19.18	11.07
1.2	0.1	22.93	26.83	22.83	24.00	21.33	21.07	21.69	19.00
	0.2	22.60	20.68	19.62	11.78	21.06	18.41	22.84	21.14
	0.3	22.67	17.54	19.72	13.53	19.50	17.82	22.90	19.35
	0.4	21.28	15.65	20.42	13.30	19.57	19.76	22.54	14.28

Tablo B.10: ZB sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	1.57	0.96	1.69	1.38	1.47	0.55	1.69	1.12
	0.2	1.53	0.99	1.48	0.79	1.52	0.56	1.47	0.81
	0.3	1.60	1.03	1.48	0.68	1.52	0.49	1.49	0.82
	0.4	1.69	1.21	1.67	0.98	1.58	0.45	1.51	0.81
0.5	0.1	2.01	1.06	2.37	2.06	1.96	0.90	1.99	1.36
	0.2	1.90	0.98	2.13	1.21	1.95	0.72	1.88	1.25
	0.3	1.96	0.91	2.21	1.18	2.00	0.56	2.05	1.26
	0.4	2.09	1.19	2.26	1.23	2.13	0.68	1.97	1.16
0.6	0.1	2.34	1.20	2.69	2.25	2.43	0.98	2.44	1.62
	0.2	2.43	1.53	2.69	2.29	2.58	0.77	2.34	1.35
	0.3	2.30	1.26	2.32	1.58	2.47	0.65	2.39	1.37
	0.4	2.34	1.44	2.31	1.50	2.51	0.71	2.37	1.34
0.7	0.1	2.74	1.36	2.68	2.11	2.63	0.87	2.71	1.72
	0.2	2.73	1.79	3.12	3.26	2.66	0.73	2.85	1.67
	0.3	2.92	1.94	3.02	2.76	2.72	0.78	2.85	1.66
	0.4	2.87	1.72	2.92	2.45	2.73	0.79	2.97	1.82
0.8	0.1	2.93	1.43	2.94	2.10	2.83	0.91	3.19	2.02
	0.2	3.08	1.57	3.80	4.41	3.25	1.10	3.27	1.97
	0.3	3.44	2.02	3.31	2.87	3.44	1.57	3.35	2.03
	0.4	3.45	2.02	3.14	2.34	3.39	1.45	3.60	2.34
0.9	0.1	3.34	1.68	3.23	2.78	3.21	1.21	3.73	2.45
	0.2	3.65	1.98	3.86	3.98	3.51	1.58	3.45	1.91
	0.3	3.58	1.89	4.04	4.60	3.55	1.68	3.74	2.40
	0.4	3.58	1.89	3.62	3.26	3.55	1.69	3.71	2.34
1.0	0.1	3.63	2.10	4.10	3.54	3.83	1.42	3.67	2.14
	0.2	4.12	2.47	4.21	3.36	3.91	1.61	3.88	2.12
	0.3	4.08	2.42	4.45	4.13	3.89	1.57	3.94	2.24
	0.4	4.07	2.41	4.33	3.75	3.89	1.57	3.94	2.23
1.1	0.1	3.69	2.07	4.76	4.23	4.13	1.27	3.93	2.00
	0.2	4.63	2.93	4.47	3.18	4.66	2.22	4.57	2.92
	0.3	4.56	2.83	4.75	4.06	4.64	2.17	4.68	3.23
	0.4	4.56	2.82	4.73	4.01	4.64	2.17	4.66	3.16
1.2	0.1	4.13	2.25	5.17	4.73	4.89	1.86	4.43	2.97
	0.2	5.04	3.21	4.61	3.37	5.11	2.35	4.55	2.98
	0.3	5.04	3.24	4.85	4.14	5.09	2.30	4.82	3.69
	0.4	5.04	3.24	5.09	4.91	5.09	2.30	4.80	3.64

Tablo B.11: ZC sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	3.73	3.38	4.61	5.78	3.84	4.20	3.66	3.29
	0.2	2.78	2.28	3.67	3.66	3.22	2.55	2.88	2.06
	0.3	2.92	2.59	3.00	1.94	2.83	1.67	2.95	1.98
	0.4	2.86	2.08	2.92	2.10	3.00	1.73	2.76	1.99
0.5	0.1	4.23	3.56	5.86	7.82	4.59	5.60	4.40	3.78
	0.2	3.33	2.64	4.96	4.68	4.23	3.24	3.63	2.62
	0.3	3.74	2.89	4.06	2.98	3.84	2.36	3.46	2.25
	0.4	3.76	2.99	3.56	1.88	3.57	2.03	3.54	2.28
0.6	0.1	4.72	4.05	7.45	10.70	6.05	7.62	5.34	4.48
	0.2	3.89	2.99	5.73	5.32	4.35	3.22	4.66	3.40
	0.3	4.18	3.07	5.14	3.56	4.61	2.85	4.11	2.67
	0.4	4.39	3.43	4.44	2.52	4.64	2.99	4.17	2.57
0.7	0.1	5.69	4.74	8.40	13.23	6.94	9.65	5.79	5.31
	0.2	5.07	3.59	6.47	7.22	5.19	4.69	5.04	4.21
	0.3	4.82	3.37	5.76	5.31	5.46	3.79	5.07	4.35
	0.4	5.26	3.83	5.49	4.81	5.33	3.61	4.84	4.09
0.8	0.1	6.56	5.56	9.28	14.95	7.76	11.32	6.68	6.07
	0.2	5.54	4.37	7.28	8.93	6.42	6.66	5.73	4.83
	0.3	5.82	4.18	6.38	6.93	6.30	4.48	5.69	4.65
	0.4	5.64	3.76	6.09	5.48	6.11	3.87	5.98	5.00
0.9	0.1	7.38	6.17	10.01	16.28	8.76	12.54	7.37	6.73
	0.2	6.64	4.86	8.27	10.47	7.12	6.94	6.77	5.56
	0.3	7.08	5.42	7.47	7.47	6.97	4.94	6.34	4.60
	0.4	7.23	5.05	7.08	6.14	6.84	4.15	6.43	4.64
1.0	0.1	7.53	6.41	10.43	17.65	9.22	13.85	8.00	7.33
	0.2	6.87	4.84	10.01	12.18	7.53	7.25	7.53	6.13
	0.3	7.69	5.97	7.79	6.63	6.52	3.82	7.26	5.01
	0.4	7.44	5.45	7.87	6.33	7.30	4.89	7.84	5.67
1.1	0.1	8.36	6.79	11.46	18.88	10.21	14.78	8.53	7.53
	0.2	8.22	6.28	10.49	13.79	8.92	9.66	8.83	7.21
	0.3	8.35	6.39	9.37	9.36	8.05	6.88	8.35	6.18
	0.4	9.02	7.36	9.40	8.61	7.86	6.16	8.39	6.24
1.2	0.1	9.09	7.23	13.00	19.92	10.95	15.78	9.01	8.10
	0.2	9.73	7.63	11.31	15.98	10.07	11.66	9.10	7.53
	0.3	9.34	7.07	10.17	11.07	9.17	7.66	9.21	6.88
	0.4	9.46	7.25	9.46	8.76	9.25	7.58	9.44	7.26

Tablo B.12: ZD sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (EDP model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	6.13	5.57	6.25	7.65	5.61	4.23	5.05	3.14
	0.2	4.27	2.76	5.02	5.20	4.59	3.11	4.50	3.21
	0.3	3.45	2.05	4.62	4.47	3.84	2.45	4.36	3.86
	0.4	3.30	1.59	4.64	4.49	3.65	1.88	4.30	4.22
0.5	0.1	7.31	6.98	7.20	8.72	6.52	4.95	5.85	3.70
	0.2	5.46	3.45	6.45	7.01	5.85	3.61	5.20	3.14
	0.3	5.27	2.85	5.52	4.71	5.59	2.85	5.47	3.29
	0.4	4.87	2.51	5.80	4.74	5.39	2.36	5.67	4.06
0.6	0.1	8.09	7.86	7.98	8.98	7.41	5.18	6.72	4.16
	0.2	7.00	4.94	7.93	8.45	6.59	3.66	5.60	3.29
	0.3	6.07	3.70	6.55	5.88	6.43	3.12	5.96	3.74
	0.4	6.24	3.82	6.28	5.11	6.25	3.10	6.24	3.92
0.7	0.1	9.08	8.39	8.58	8.62	8.31	5.27	7.79	4.50
	0.2	7.69	5.47	8.80	9.63	6.98	4.25	6.50	3.66
	0.3	6.82	4.22	7.87	7.24	7.13	3.28	7.15	4.73
	0.4	6.95	4.22	7.23	5.13	7.06	2.98	7.34	5.77
0.8	0.1	9.90	9.02	8.56	8.25	9.64	5.55	8.44	4.74
	0.2	8.16	6.33	10.15	9.88	8.17	4.27	7.75	4.19
	0.3	8.24	6.42	9.48	8.74	7.66	3.22	7.70	4.25
	0.4	7.86	5.50	8.35	5.74	8.18	3.88	7.69	4.27
0.9	0.1	10.43	9.76	9.24	8.19	10.85	5.44	9.60	4.68
	0.2	9.88	7.58	10.66	10.27	9.64	4.42	8.59	4.47
	0.3	9.93	7.57	9.68	8.24	10.07	5.17	9.08	4.71
	0.4	10.09	7.86	9.56	7.70	10.02	4.70	9.07	4.91
1.0	0.1	11.39	10.67	10.39	9.41	11.90	5.59	10.47	4.62
	0.2	10.68	7.66	10.56	9.64	11.94	5.01	10.77	5.44
	0.3	11.43	7.78	10.64	9.53	11.75	5.52	9.99	4.72
	0.4	11.05	7.56	10.70	9.51	11.66	5.70	10.17	4.86
1.1	0.1	12.41	11.45	11.48	10.31	12.16	6.51	10.20	4.86
	0.2	11.03	7.81	10.92	9.25	12.83	5.07	10.59	5.07
	0.3	11.87	7.78	11.00	9.79	12.84	6.08	11.15	5.60
	0.4	12.10	8.13	11.42	10.60	13.04	6.32	11.72	5.94
1.2	0.1	13.08	11.39	12.20	11.16	13.49	6.92	10.47	5.00
	0.2	12.76	9.64	10.89	9.19	13.14	6.71	11.51	5.48
	0.3	12.70	8.84	12.11	10.59	13.15	6.70	12.23	6.42
	0.4	12.43	8.09	11.47	9.12	13.59	6.73	12.39	6.35

Tablo B.13: ZB sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	1.84	0.99	2.11	2.14	1.87	1.02	1.94	1.45
	0.2	1.51	1.02	1.75	1.32	1.49	0.58	1.61	0.94
	0.3	1.51	0.84	1.63	0.92	1.48	0.41	1.41	0.73
	0.4	1.53	0.78	1.65	0.91	1.61	0.52	1.55	0.85
0.5	0.1	2.13	1.00	2.38	2.34	2.11	1.17	2.28	1.69
	0.2	1.82	0.83	2.35	1.98	2.00	0.75	1.93	1.25
	0.3	1.98	0.93	2.26	1.30	2.12	0.71	2.09	1.29
	0.4	2.11	1.17	2.23	1.04	2.16	0.75	2.02	1.19
0.6	0.1	2.28	1.16	2.62	2.61	2.42	1.16	2.51	1.94
	0.2	2.12	0.94	2.40	1.93	2.46	0.69	2.37	1.33
	0.3	2.30	1.22	2.38	1.70	2.56	0.68	2.39	1.31
	0.4	2.28	1.20	2.35	1.57	2.60	0.73	2.39	1.32
0.7	0.1	2.75	1.41	2.83	2.90	2.69	1.03	2.94	2.06
	0.2	2.52	1.16	2.87	2.58	2.78	0.95	2.80	1.64
	0.3	2.77	1.49	2.92	2.49	2.81	0.80	2.88	1.69
	0.4	2.90	1.67	2.85	2.25	2.83	0.81	2.99	1.85
0.8	0.1	2.89	1.27	3.12	3.12	2.90	1.02	3.35	2.26
	0.2	3.09	1.54	3.35	2.96	3.20	1.09	3.26	1.98
	0.3	3.29	1.71	3.34	2.95	3.36	1.48	3.40	2.06
	0.4	3.38	1.85	3.22	2.54	3.36	1.55	3.55	2.25
0.9	0.1	3.23	1.50	3.57	3.84	3.26	1.15	3.68	2.37
	0.2	3.70	2.01	3.56	3.11	3.57	1.54	3.54	1.99
	0.3	3.66	1.94	3.56	3.14	3.58	1.56	3.75	2.37
	0.4	3.69	1.96	3.57	3.14	3.59	1.58	3.74	2.31
1.0	0.1	3.49	1.73	4.29	4.39	3.69	1.21	3.63	2.04
	0.2	3.92	2.15	4.08	2.80	4.07	1.65	3.90	2.18
	0.3	4.06	2.41	4.48	4.00	4.05	1.61	3.98	2.25
	0.4	4.06	2.41	4.44	3.86	4.05	1.62	3.99	2.25
1.1	0.1	3.95	2.12	4.69	4.27	4.20	1.35	3.98	2.19
	0.2	4.46	2.63	4.35	2.80	4.58	1.85	4.23	2.35
	0.3	4.62	2.87	4.79	4.10	4.79	2.21	4.53	3.09
	0.4	4.63	2.88	4.77	3.99	4.79	2.20	4.58	3.23
1.2	0.1	4.20	2.27	4.78	3.70	4.70	1.11	4.37	2.72
	0.2	4.99	3.05	4.58	3.16	5.17	2.04	4.44	2.70
	0.3	5.13	3.29	4.86	4.06	5.29	2.26	4.67	3.25
	0.4	5.13	3.29	5.17	5.03	5.31	2.28	4.81	3.67

Tablo B.14: ZC sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	5.50	5.12	7.60	13.70	6.67	11.58	5.44	5.98
	0.2	3.36	3.04	5.79	8.64	4.09	4.92	3.66	3.19
	0.3	3.15	2.85	4.04	4.03	3.18	2.40	2.89	1.95
	0.4	3.06	2.63	3.05	2.19	2.90	1.61	2.74	1.87
0.5	0.1	6.11	5.62	8.71	16.09	7.69	13.74	6.06	6.60
	0.2	4.07	3.38	7.04	10.49	4.65	5.29	4.35	3.27
	0.3	3.73	3.07	5.18	4.59	4.01	2.86	3.74	2.63
	0.4	3.87	3.18	4.09	2.52	3.49	1.94	3.40	2.09
0.6	0.1	6.63	6.31	9.28	17.23	8.74	15.51	6.66	7.49
	0.2	4.63	3.66	8.00	12.39	5.48	6.03	5.02	4.02
	0.3	4.40	3.43	5.36	4.64	4.73	2.92	4.48	3.60
	0.4	4.33	3.23	4.80	3.29	4.53	2.68	4.16	2.73
0.7	0.1	7.50	6.91	9.75	17.67	9.31	16.90	7.42	8.43
	0.2	5.31	3.95	8.57	14.49	6.34	7.84	5.76	5.33
	0.3	4.90	3.37	5.50	5.47	5.25	3.57	4.86	4.02
	0.4	5.16	3.50	5.39	4.78	5.31	3.47	4.95	4.49
0.8	0.1	7.89	7.35	10.16	18.02	9.89	17.50	8.11	8.90
	0.2	6.37	5.06	9.57	16.22	7.38	9.42	6.79	6.46
	0.3	5.96	4.35	6.41	6.62	6.44	4.53	5.96	4.83
	0.4	5.86	4.06	5.98	5.55	6.35	4.00	5.69	4.41
0.9	0.1	8.26	7.57	10.79	18.62	10.27	17.59	8.66	9.23
	0.2	6.96	5.21	10.41	17.78	8.12	9.86	7.33	6.74
	0.3	6.92	4.57	7.14	6.71	6.60	4.02	6.55	4.84
	0.4	6.85	4.45	6.82	5.47	6.67	3.84	6.72	5.01
1.0	0.1	8.75	7.72	11.41	19.70	10.90	18.37	9.23	9.73
	0.2	7.32	5.38	11.16	18.82	8.85	11.76	8.25	7.44
	0.3	7.64	5.65	8.34	7.82	7.18	5.04	7.42	5.32
	0.4	7.22	5.00	7.66	6.06	6.93	4.28	7.56	5.38
1.1	0.1	9.54	8.34	12.19	21.46	11.62	18.97	9.70	10.06
	0.2	8.57	6.85	12.51	20.68	10.30	14.00	9.44	8.29
	0.3	8.51	6.48	9.78	10.78	8.47	7.62	8.62	6.66
	0.4	8.61	6.60	9.39	9.05	8.14	6.38	8.33	6.12
1.2	0.1	9.99	7.94	12.52	21.61	12.03	19.19	9.88	9.80
	0.2	9.46	7.65	13.18	22.01	11.58	16.46	9.85	8.62
	0.3	9.28	6.96	10.39	11.58	9.25	7.81	9.84	7.81
	0.4	9.31	6.89	9.69	9.20	8.96	6.66	9.53	7.40

Tablo B.15: ZD sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK00 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	7.60	7.07	7.85	9.93	7.48	5.37	6.50	4.36
	0.2	6.53	6.08	6.20	7.93	5.98	4.95	5.20	3.80
	0.3	5.18	3.92	5.22	5.70	5.02	3.39	4.71	4.14
	0.4	4.03	2.34	5.39	5.21	4.31	2.38	4.80	4.72
0.5	0.1	8.43	7.92	8.82	10.87	8.45	5.86	7.38	5.03
	0.2	7.59	6.83	6.64	8.20	6.73	5.58	5.97	4.29
	0.3	6.31	4.52	6.44	7.30	6.24	4.21	5.45	3.93
	0.4	5.25	3.12	6.06	5.77	5.34	2.74	5.29	4.06
0.6	0.1	9.16	8.50	10.00	12.38	9.20	6.25	8.37	5.54
	0.2	8.72	7.67	7.31	7.83	7.23	5.47	6.57	5.01
	0.3	7.25	5.55	7.12	7.67	7.00	4.58	6.24	4.30
	0.4	6.82	4.57	6.95	6.43	6.59	3.66	6.47	4.81
0.7	0.1	9.59	8.90	10.80	13.46	10.13	6.43	9.17	5.74
	0.2	9.71	8.74	7.61	7.62	8.09	5.87	7.39	5.06
	0.3	8.67	7.04	7.92	7.64	7.80	5.27	7.41	5.14
	0.4	7.86	5.35	8.21	7.05	7.36	3.87	7.58	5.78
0.8	0.1	10.37	9.76	11.37	13.56	11.25	7.11	10.36	6.29
	0.2	10.42	10.10	9.17	8.50	9.59	6.42	8.40	5.30
	0.3	10.03	9.18	9.04	8.35	8.15	4.92	8.05	4.89
	0.4	8.42	6.47	9.21	7.26	8.59	4.76	7.85	4.36
0.9	0.1	10.88	10.24	12.00	13.72	11.81	7.30	10.68	6.61
	0.2	11.37	10.31	9.60	9.25	10.99	6.59	9.50	5.73
	0.3	11.25	9.51	10.18	9.88	10.19	5.83	9.51	5.77
	0.4	9.66	6.83	9.53	7.52	9.95	4.69	9.20	5.07
1.0	0.1	11.23	10.59	12.99	15.63	12.28	7.19	11.67	7.05
	0.2	12.23	10.61	10.17	9.91	12.16	6.80	10.48	5.63
	0.3	11.58	8.84	11.07	11.08	11.57	5.26	10.36	5.38
	0.4	10.67	7.26	9.99	8.06	11.58	5.36	10.65	5.57
1.1	0.1	11.79	10.94	13.39	16.11	12.56	7.75	11.93	7.31
	0.2	13.43	11.59	11.33	11.15	13.40	7.36	11.24	5.71
	0.3	11.97	8.73	11.34	10.40	12.51	5.96	11.03	5.65
	0.4	12.10	8.41	10.72	9.35	12.90	6.23	11.82	6.30
1.2	0.1	12.42	11.62	13.67	15.24	13.55	8.55	12.48	7.50
	0.2	13.61	10.51	11.43	10.63	14.04	7.73	12.05	6.16
	0.3	12.84	9.27	12.24	10.82	14.21	7.58	11.82	5.64
	0.4	13.58	10.05	12.82	12.06	13.81	6.75	12.81	6.67

Tablo B.16: ZB sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	1.87	1.04	2.32	2.33	2.03	1.11	2.08	1.54
	0.2	1.56	1.03	1.98	1.95	1.60	0.66	1.75	1.08
	0.3	1.60	1.01	1.73	1.13	1.57	0.48	1.50	0.82
	0.4	1.56	0.84	1.70	1.00	1.63	0.54	1.57	0.88
0.5	0.1	2.12	1.10	2.51	2.64	2.17	1.13	2.41	1.87
	0.2	1.88	0.85	2.54	2.38	2.08	0.75	2.02	1.34
	0.3	1.98	0.92	2.33	1.44	2.10	0.67	2.05	1.23
	0.4	2.07	1.06	2.33	1.27	2.17	0.74	2.05	1.23
0.6	0.1	2.43	1.34	2.78	2.98	2.52	1.12	2.68	2.13
	0.2	2.19	1.00	2.66	2.65	2.55	0.76	2.41	1.36
	0.3	2.33	1.28	2.45	1.83	2.55	0.68	2.41	1.35
	0.4	2.24	1.10	2.38	1.66	2.60	0.73	2.39	1.32
0.7	0.1	2.85	1.50	2.99	3.22	2.82	1.08	3.15	2.26
	0.2	2.57	1.23	3.02	3.01	2.87	1.06	2.87	1.68
	0.3	2.82	1.55	2.94	2.55	2.82	0.80	2.95	1.78
	0.4	2.91	1.70	2.85	2.25	2.83	0.81	3.00	1.87
0.8	0.1	3.09	1.47	3.45	3.86	3.10	1.16	3.52	2.39
	0.2	3.11	1.55	3.40	3.14	3.24	1.18	3.30	2.04
	0.3	3.32	1.77	3.37	3.04	3.38	1.54	3.42	2.10
	0.4	3.38	1.86	3.22	2.54	3.42	1.74	3.55	2.25
0.9	0.1	3.50	1.74	3.90	4.38	3.52	1.37	3.81	2.53
	0.2	3.76	2.10	3.59	3.20	3.63	1.66	3.64	2.15
	0.3	3.66	1.94	3.84	4.09	3.58	1.56	3.76	2.39
	0.4	3.69	1.96	3.62	3.30	3.59	1.58	3.74	2.31
1.0	0.1	3.81	2.01	4.48	4.61	3.90	1.47	3.87	2.29
	0.2	3.95	2.19	4.06	2.73	4.10	1.72	3.94	2.27
	0.3	4.08	2.43	4.49	4.01	4.05	1.61	3.98	2.25
	0.4	4.06	2.41	4.44	3.86	4.05	1.62	3.99	2.25
1.1	0.1	4.15	2.33	4.83	4.43	4.34	1.54	4.18	2.39
	0.2	4.53	2.75	4.35	2.81	4.67	2.01	4.26	2.39
	0.3	4.62	2.87	4.84	4.27	4.79	2.21	4.59	3.24
	0.4	4.63	2.88	4.77	3.99	4.79	2.20	4.59	3.25
1.2	0.1	4.41	2.52	4.79	3.80	4.81	1.28	4.46	2.84
	0.2	4.97	3.09	4.58	3.16	5.17	2.04	4.44	2.70
	0.3	5.13	3.29	4.89	4.15	5.29	2.26	4.68	3.30
	0.4	5.13	3.29	5.17	5.03	5.31	2.28	4.81	3.67

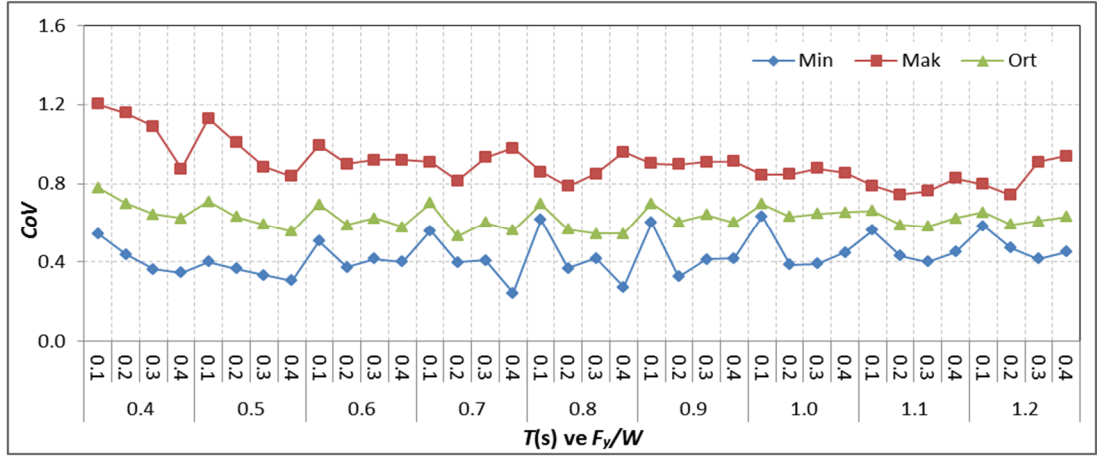
Tablo B.17: ZC sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	5.70	5.23	8.03	14.39	7.11	12.49	5.66	6.26
	0.2	3.72	3.19	6.20	9.27	4.29	4.88	3.90	3.30
	0.3	3.38	3.01	4.29	4.14	3.44	2.64	3.21	2.33
	0.4	3.29	2.97	3.31	2.45	2.97	1.73	2.90	1.95
0.5	0.1	6.36	5.89	8.88	16.26	8.21	14.73	6.47	7.24
	0.2	4.41	3.56	7.39	11.21	4.93	5.45	4.73	3.68
	0.3	3.95	3.27	5.20	4.47	4.33	2.97	4.18	3.33
	0.4	4.06	3.39	4.44	2.84	3.72	2.13	3.88	2.68
0.6	0.1	7.00	6.58	9.57	17.50	9.23	16.36	7.37	8.16
	0.2	4.91	3.90	8.34	13.16	5.88	6.62	5.69	5.02
	0.3	4.44	3.35	5.34	4.57	4.95	3.11	4.65	3.65
	0.4	4.39	3.32	5.12	3.88	4.82	2.86	4.58	3.36
0.7	0.1	7.82	7.11	10.62	19.11	9.80	17.58	7.70	8.45
	0.2	5.77	4.32	9.00	15.34	6.77	8.87	6.18	6.02
	0.3	5.16	3.58	5.70	5.89	5.43	3.54	4.94	4.08
	0.4	5.18	3.50	5.28	4.52	5.36	3.51	5.01	4.49
0.8	0.1	8.10	7.44	11.02	20.04	10.51	18.87	8.58	9.69
	0.2	6.71	5.27	10.20	17.25	7.70	9.81	7.22	7.03
	0.3	6.23	4.51	6.65	7.14	6.75	5.16	6.12	5.00
	0.4	5.94	4.14	6.40	6.29	6.53	4.26	5.92	4.74
0.9	0.1	8.46	7.39	11.58	20.76	10.94	19.19	8.99	9.65
	0.2	7.25	5.50	11.18	18.98	8.73	11.17	7.89	7.27
	0.3	7.34	5.13	7.52	7.22	6.98	4.75	6.95	5.38
	0.4	7.06	4.72	7.15	6.01	6.69	3.86	6.96	5.35
1.0	0.1	9.33	8.27	12.26	22.36	11.52	19.68	9.56	10.15
	0.2	7.59	5.64	11.83	19.95	9.47	12.96	8.53	7.73
	0.3	7.65	5.61	8.76	8.78	7.57	5.70	7.98	6.04
	0.4	7.38	5.23	8.04	6.71	7.19	4.77	7.83	5.73
1.1	0.1	10.44	9.32	12.89	22.99	12.24	20.50	10.18	10.29
	0.2	8.90	7.17	13.13	22.19	10.72	14.71	9.70	8.55
	0.3	8.55	6.53	9.98	11.24	8.65	7.85	8.86	7.13
	0.4	8.61	6.59	9.50	9.19	8.43	7.03	8.54	6.45
1.2	0.1	10.65	9.00	13.17	22.96	12.75	20.74	10.47	10.53
	0.2	9.81	7.88	13.87	23.71	12.12	17.52	10.08	8.82
	0.3	9.33	7.02	10.55	11.83	9.20	7.53	10.13	8.31
	0.4	9.37	7.00	9.76	9.38	9.45	7.74	9.54	7.42

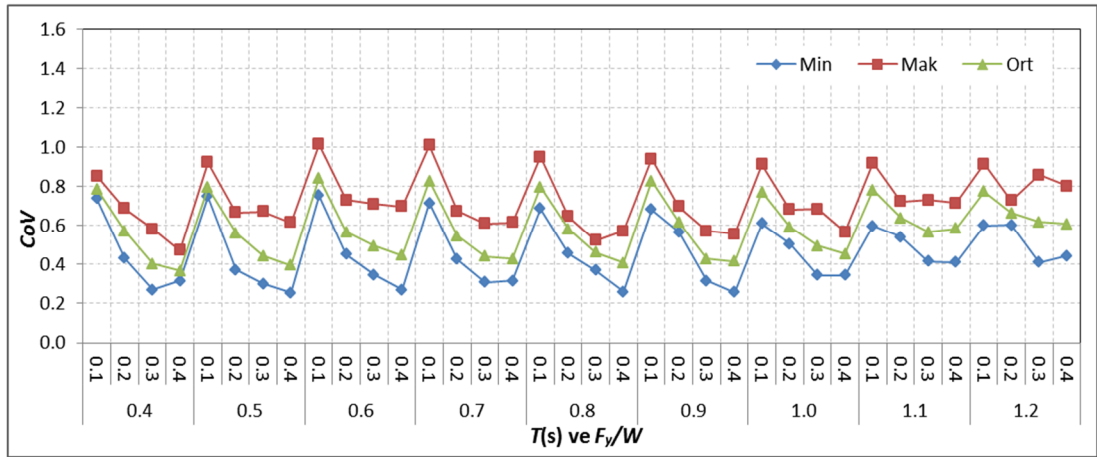
Tablo B.18: ZD sınıfı zemin için μ_A ve s_A değerleri (cm) (MTK04 model)

$T(s)$	F_y/W	Set 1		Set 2		Set 3		Set 4	
		μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A	μ_A	s_A
0.4	0.1	8.20	7.76	8.41	10.46	8.17	5.75	7.16	4.69
	0.2	6.98	6.55	6.41	8.22	6.36	5.03	5.76	4.34
	0.3	5.77	4.45	5.84	6.31	5.77	4.02	5.00	3.99
	0.4	4.46	2.78	5.92	5.88	4.69	2.74	5.06	4.74
0.5	0.1	9.25	8.93	9.59	11.59	9.26	6.18	8.34	5.44
	0.2	8.39	7.84	6.79	8.16	7.18	5.51	6.57	4.83
	0.3	7.12	5.49	6.79	7.73	6.66	4.62	5.85	4.37
	0.4	5.79	3.65	6.31	6.11	5.58	3.21	5.61	4.30
0.6	0.1	9.90	9.54	10.55	12.57	10.15	6.58	9.29	6.23
	0.2	9.65	8.97	7.65	8.06	7.98	6.11	7.08	5.40
	0.3	8.15	6.75	7.30	7.78	7.62	5.19	6.42	4.45
	0.4	7.35	5.23	7.34	7.03	6.97	4.21	6.85	5.38
0.7	0.1	10.26	10.14	11.40	13.69	11.26	7.05	10.42	6.70
	0.2	10.76	10.15	8.29	8.76	8.79	6.47	7.87	5.45
	0.3	9.31	8.10	8.59	8.88	7.87	5.32	7.56	5.49
	0.4	8.06	5.66	8.68	7.79	7.72	4.49	7.13	4.49
0.8	0.1	11.00	10.91	12.09	14.42	12.09	7.67	11.24	7.14
	0.2	11.16	10.86	9.48	9.12	10.27	6.79	8.86	5.69
	0.3	10.50	9.27	10.08	10.56	8.68	5.63	8.30	5.27
	0.4	8.97	7.09	9.53	7.72	8.90	5.08	8.08	4.72
0.9	0.1	11.64	11.65	12.57	14.49	12.59	7.84	11.77	7.50
	0.2	12.21	11.39	9.84	9.09	11.84	7.29	9.65	5.77
	0.3	11.50	9.89	11.19	12.19	10.31	5.80	9.48	5.53
	0.4	10.11	7.38	9.93	8.42	10.09	4.73	9.41	5.49
1.0	0.1	12.11	12.12	12.91	14.52	13.15	7.98	12.27	7.46
	0.2	13.03	11.84	10.75	10.73	13.19	7.41	10.92	5.80
	0.3	12.06	9.65	11.87	12.91	12.16	6.02	10.26	5.19
	0.4	10.67	7.30	10.72	9.55	11.80	5.62	10.79	5.80
1.1	0.1	12.74	12.55	13.39	14.87	13.74	8.40	12.64	7.40
	0.2	13.84	12.09	11.15	9.82	13.82	7.68	11.78	5.90
	0.3	12.82	10.38	11.57	11.13	13.14	6.96	11.02	5.47
	0.4	13.10	10.69	11.82	11.55	12.92	6.26	12.15	6.92
1.2	0.1	13.19	12.56	14.04	15.46	14.68	9.41	12.83	7.45
	0.2	15.03	13.06	11.54	10.24	14.41	8.24	12.93	6.73
	0.3	14.02	11.31	12.67	12.16	14.62	8.35	11.98	5.78
	0.4	13.89	10.94	13.45	13.71	13.82	6.77	12.82	6.67

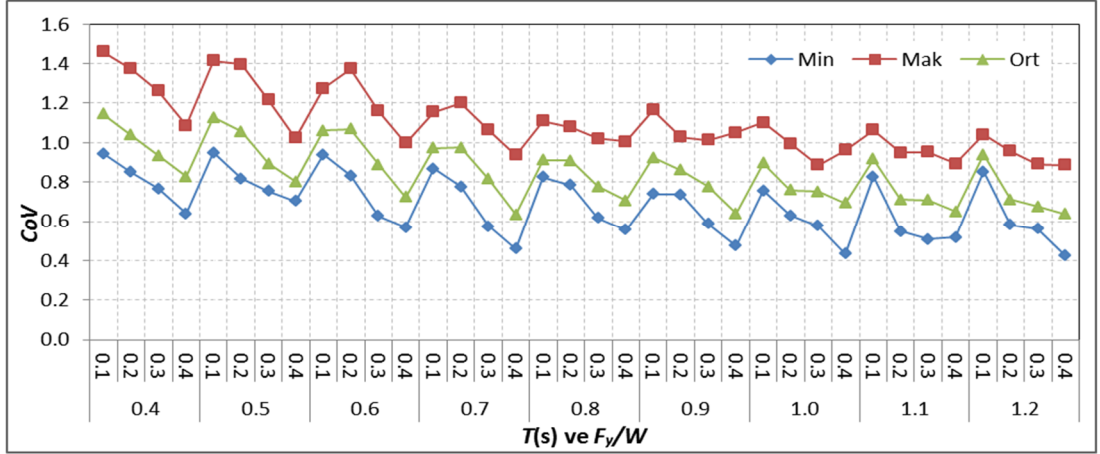
EK C CoV değerlerinin minimumu, maksimumu ve ortalaması



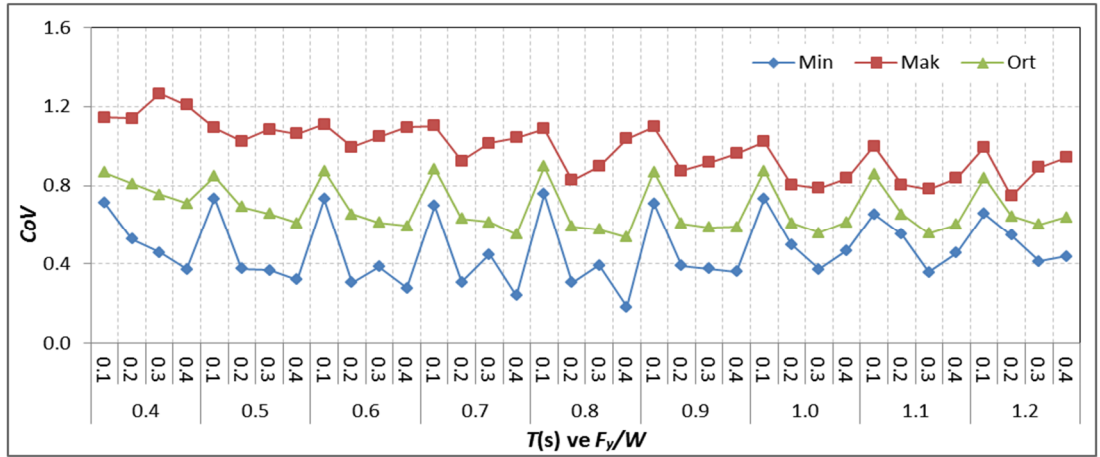
Şekil C.1: Z1 ile uyumlu setlerde CoV değerlerine ait bilgi (EDP modeli)



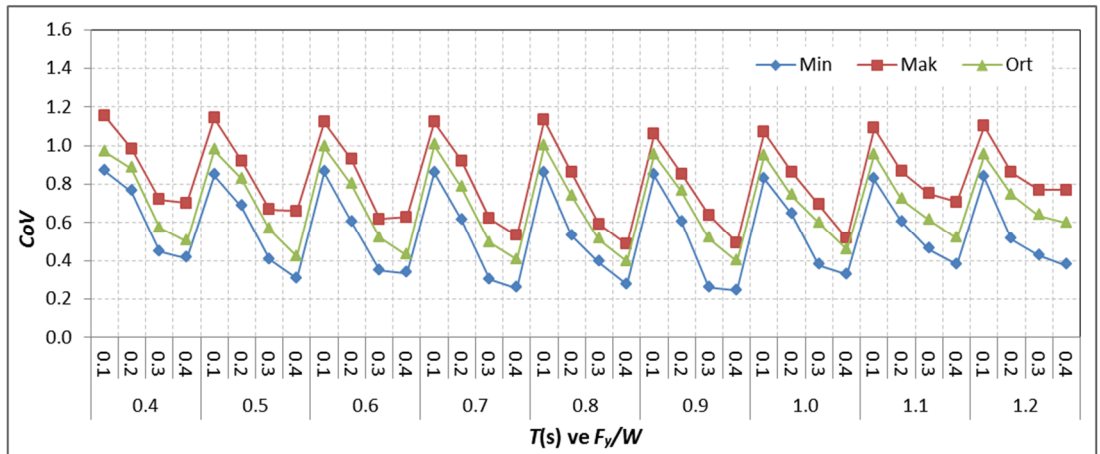
Şekil C.2: Z2 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)



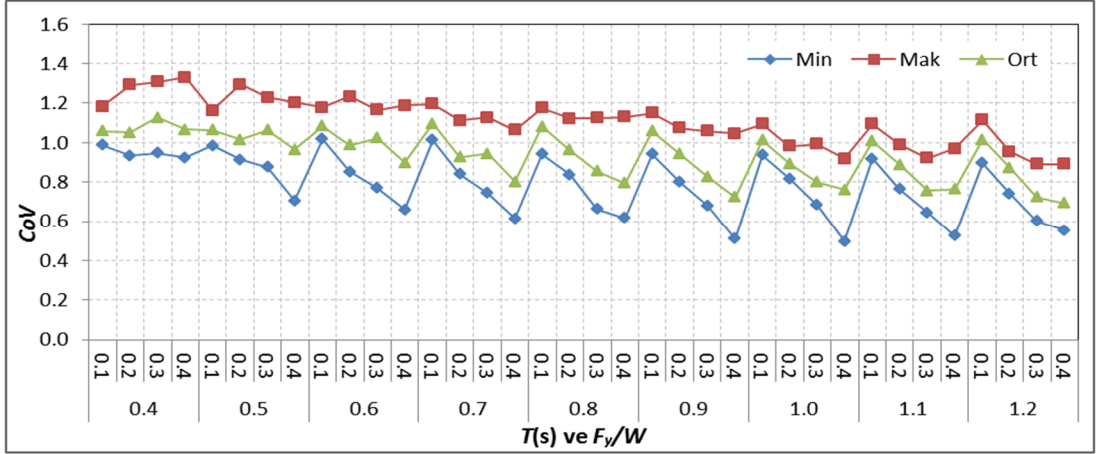
Şekil C.3: Z3 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)



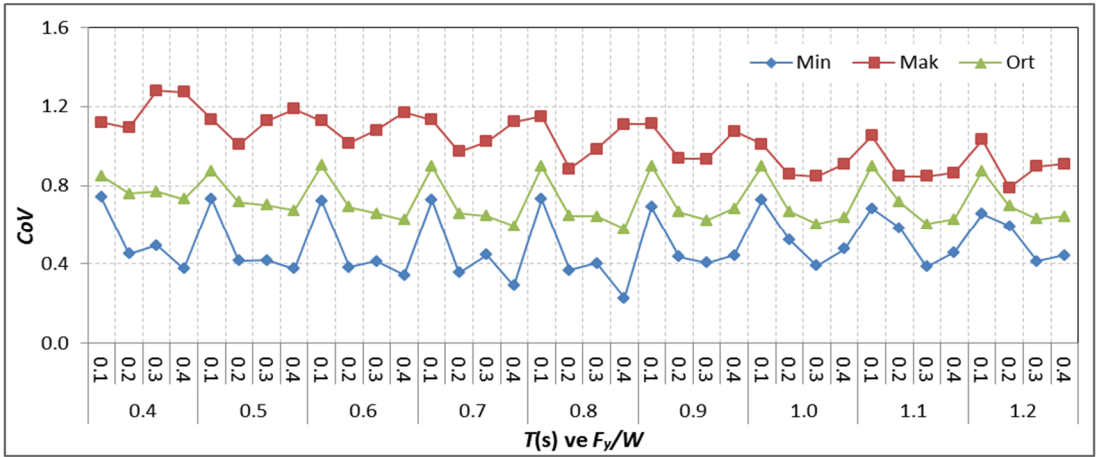
Şekil C.4: Z1 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)



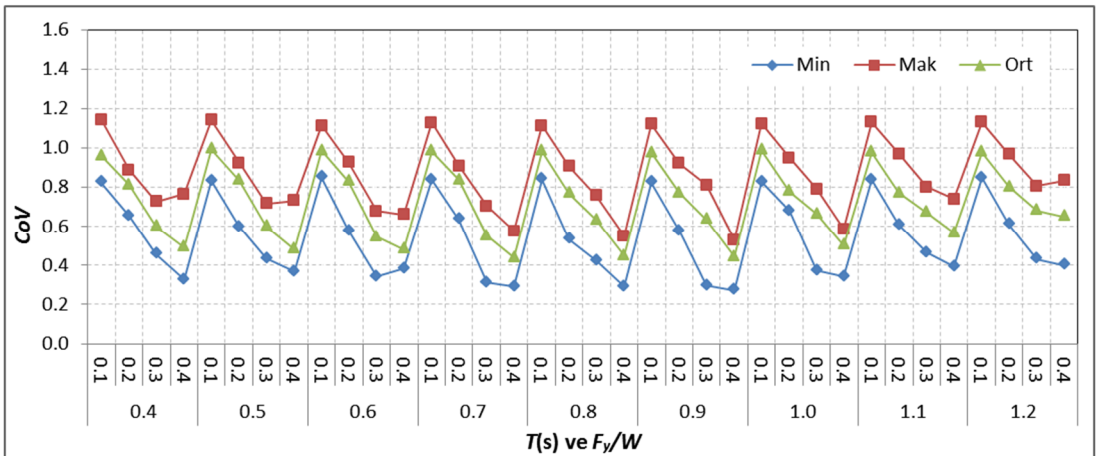
Şekil C.5: Z2 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)



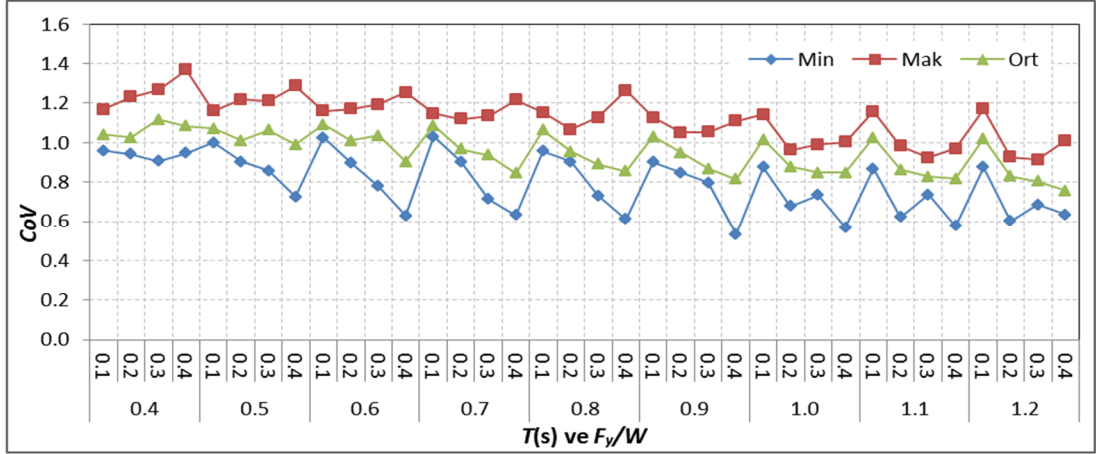
Şekil C.6: Z3 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)



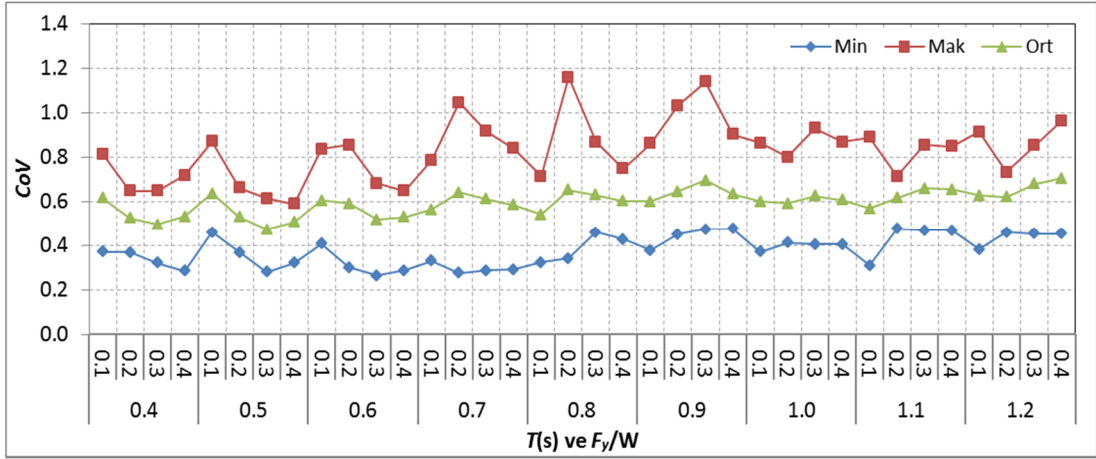
Şekil C.7: Z1 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)



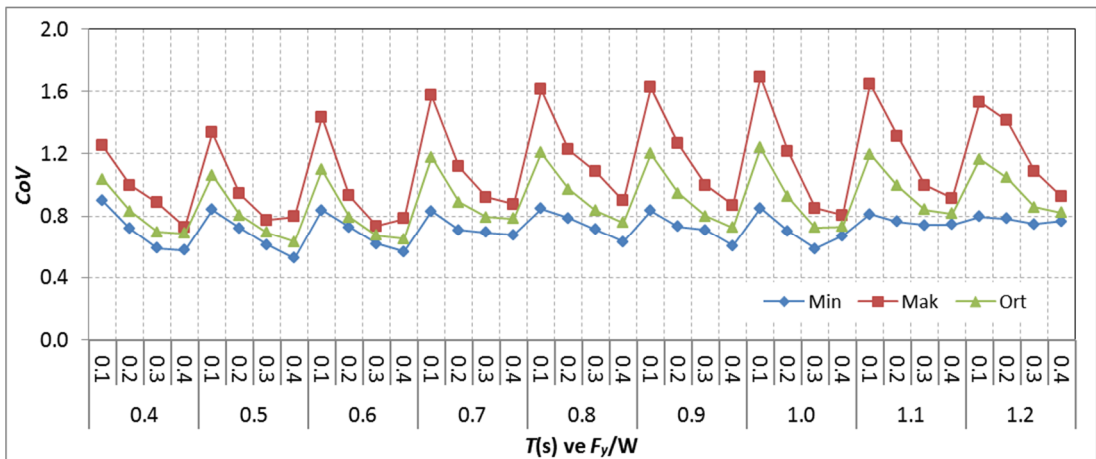
Şekil C.8: Z2 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)



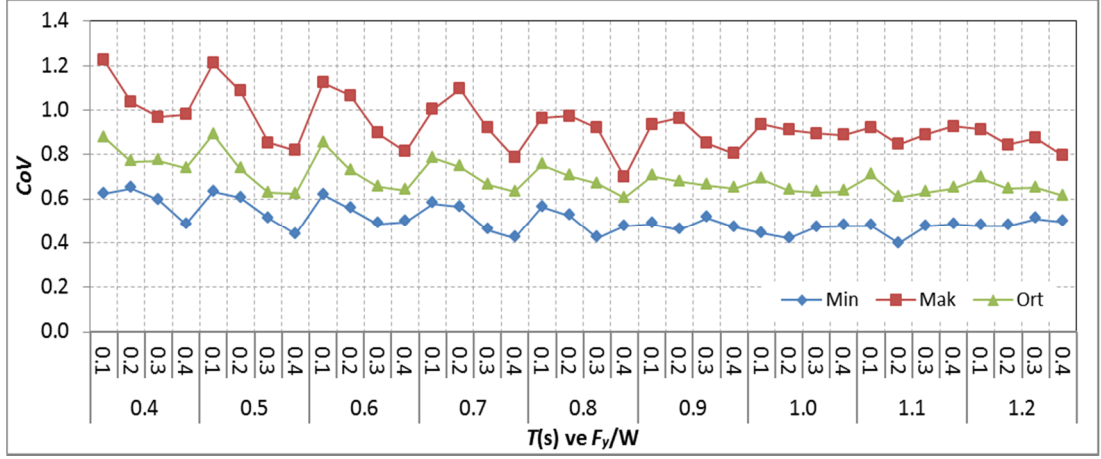
Şekil C.9: Z3 ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)



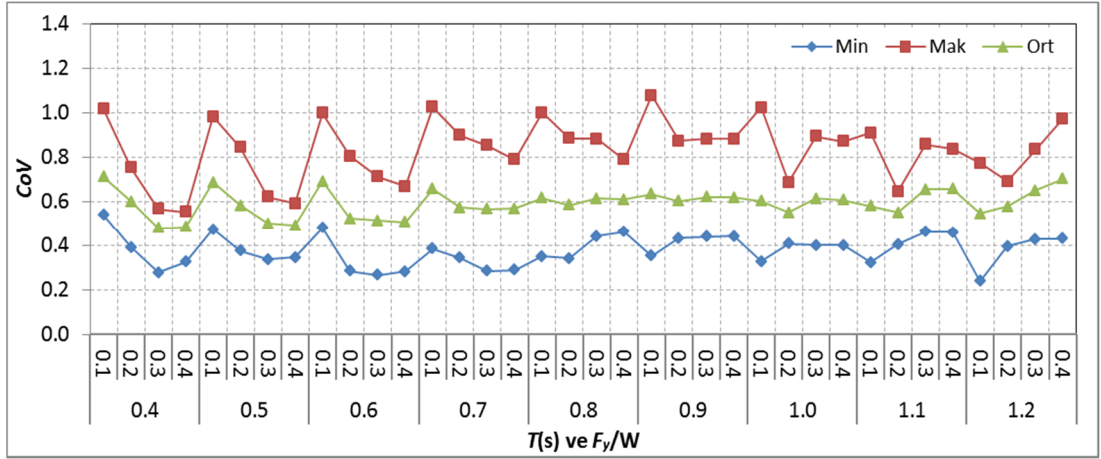
Şekil C.10: ZB ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)



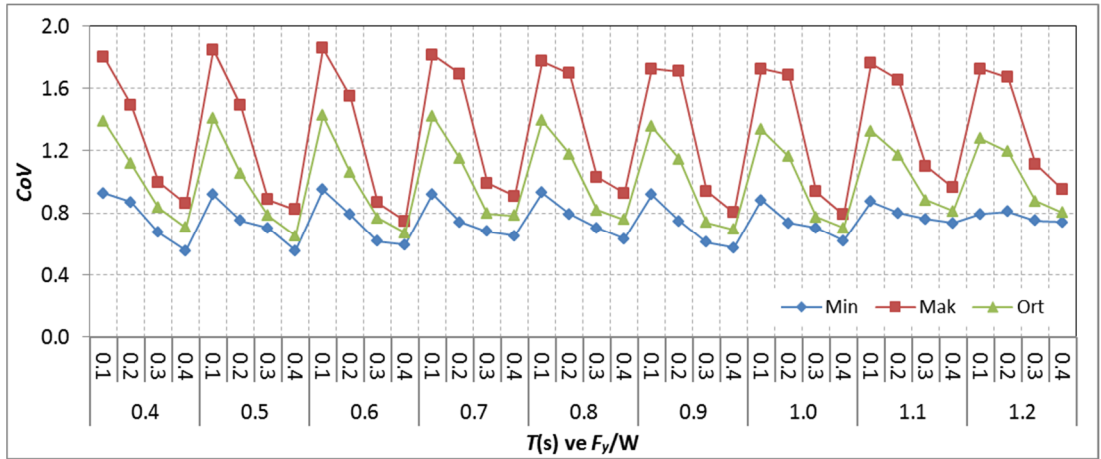
Şekil C.11: ZC ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)



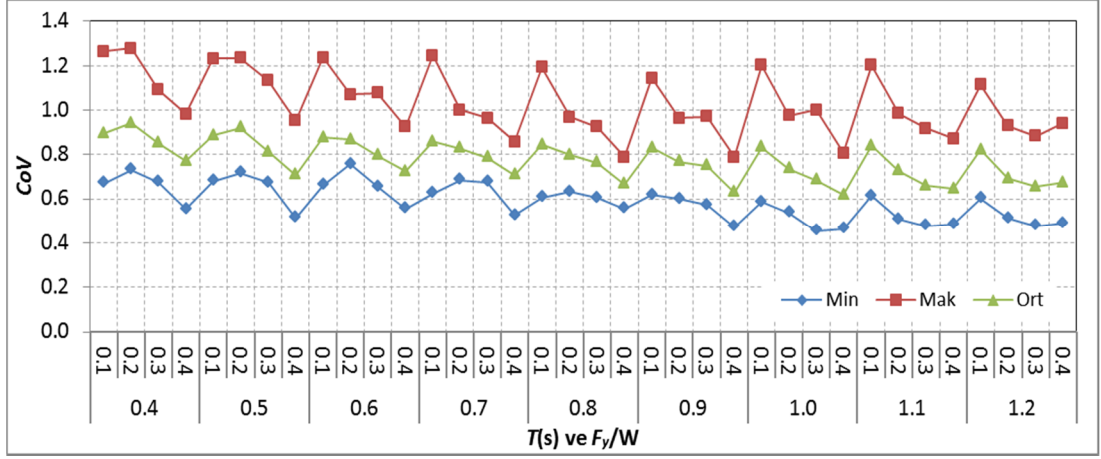
Şekil C.12: ZD ile uyumlu setlerde CoV değerleri (EDP modeli)



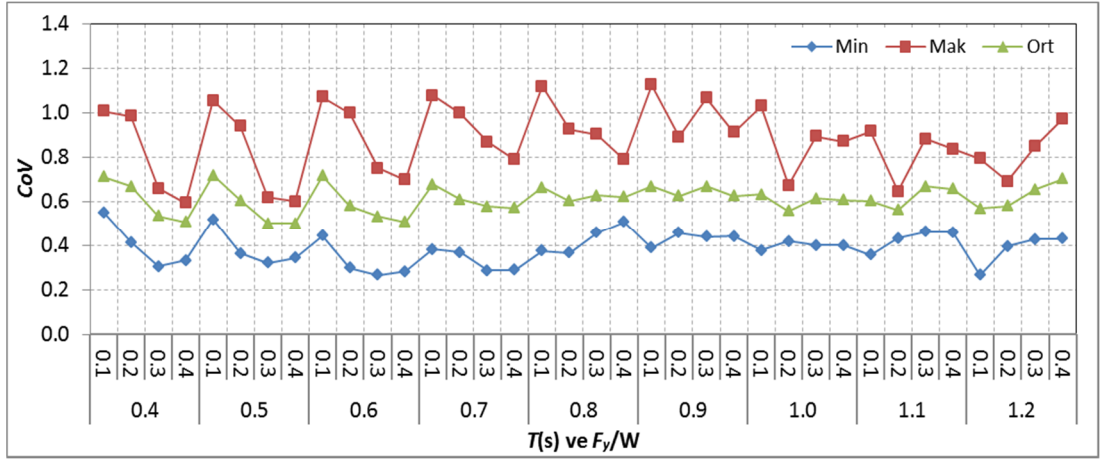
Şekil C.13: ZB ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)



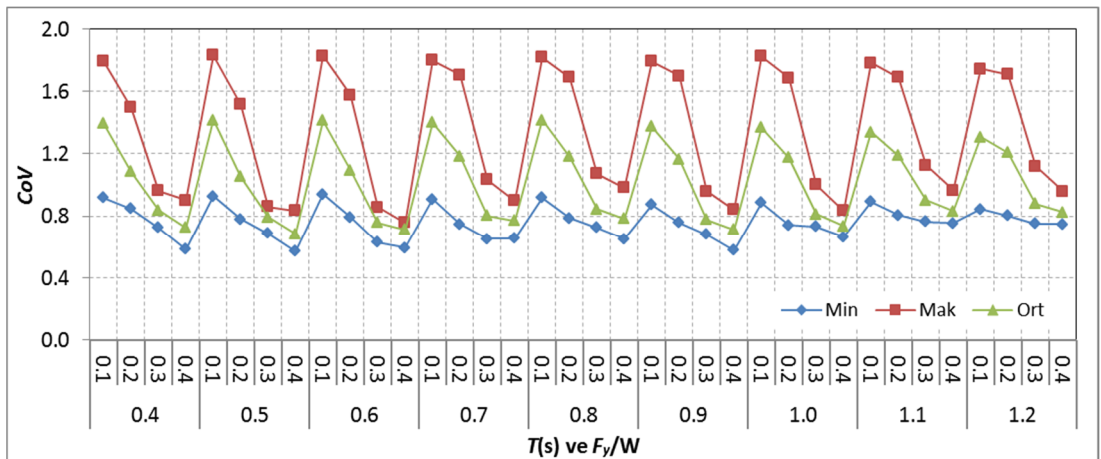
Şekil C.14: ZC ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)



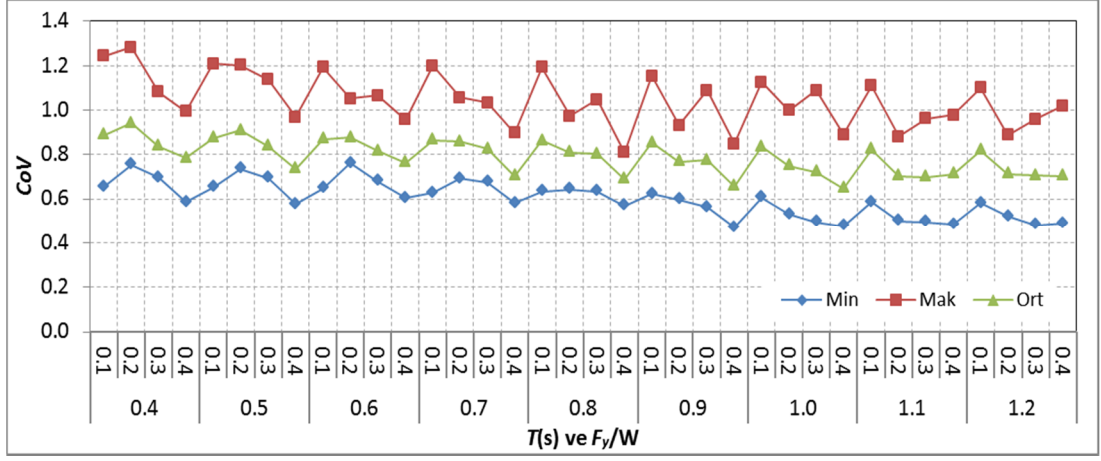
Şekil C.15: ZD ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK00 modeli)



Şekil C.16: ZB ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)



Şekil C.17: ZC ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)



Şekil C.18: ZD ile uyumlu setlerde CoV değerleri (MTK04 modeli)

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammed Ali ELYASİNO

Doğum Yeri ve Tarihi : Edlib – Suriye 01.02.1969

Lisans Üniversite : Halep Üniversitesi (Aleppo University)

Elektronik posta : muhammed.ali69@hotmail.com

İletişim Adresi : Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü