



**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ
YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYILARI ÜZERİNE
BİR İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan YILDIZ

UŞAK, 2019

**T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ YEREL ZEMİN ETKİ
KATSAYILARI ÜZERİNE BİR İNCELEME**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hakan YILDIZ

UŞAK, 2019

Hakan YILDIZ tarafından hazırlanan ‘**Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Yerel Zemin Etki Katsayıları Üzerine Bir İnceleme**’ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN

Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.....

Bu çalışma jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Elif Çağda KANDEMİR MAZANOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi

Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi.....

Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Pamukkale Üniversitesi.....

Tarih 25/06/19

Bu tez ile Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Doç. Dr. Murat Kemal KARACAN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hakan YILDIZ



TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYILARI ÜZERİNE BİR İNCELEME

(Yüksek Lisans Tezi)

Hakan YILDIZ

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAZİRAN, 2019**

ÖZET

Depremler ülkemizde çok büyük can kaybına ve maddi hasarlara sebep olan etkenlerden biridir ve deprem etkilerinin anlaşılması, inşaat mühendisliğinin önde gelen konuları arasındadır. Bu nedenle, zemin koşullarının ana kayadan çoğu mühendislik yapısının yer aldığı zemin yüzeyine değişiminin incelenmesi amacındaki bu tez gerçekleştirilmiştir. Farklı özellik, frekans içeriği ve genliğe sahip, taban kayası formuna benzer 84 kayıtlık bir girdi seti oluşturulmuştur. Bu setin 100 farklı zeminden geçmesi durumunda oluşacak ivme kayıtları analizler sonucunda belirlenmiştir. Böylelikle 8400 ivme kaydından oluşan farklı zemin sınıfı, frekans içeriği ve genliğe sahip bir ivme kaydı set elde edilmiştir. Oluşturulan bu ivme seti kullanılarak zemin büyütmesi ve yönetmeliklerde kullanılan Yerel Zemin Etki Katsayıları ile ilgili çeşitli bilgiler elde edilmiştir. Zeminlerin taban kayasından yüzeye doğru deprem hareketi genliğini büyütebildiği veya küçültebildiği durumların oluşabileceği gözlenmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen Yerel Zemin Etki Katsayıları ve TBDY-2018 değerleri arasında önemli farklar bulunmaktadır. Çalışma kapsamında elde edilen Yerel Zemin Etki Katsayıları'nın ortalama, maksimum, %90 ve %80 güvenlik düzeyleri için değerleri tezde sunulmuştur. Yapılan gözlemlerden önemli biri de, yönetmeliğimizde ZF zemin sınıfı için özel analiz istenmesinin doğru bir yaklaşım olduğudur. ZF zemin sınıfı diğer zeminlere göre farklı bir eğilim göstermekte ve benzer kayma dalga hızına sahip zeminlere göre önemli büyütme değerlerine ulaşabilmektedir.

Bilim Kodu: İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Anahtar Kelimeler: Yerel zemin etki katsayıları, yer hareketi, tepki spektrumu, ivme kaydı, taban kayası, ProShake, büyütme oranı.

Sayfa Adedi: 94

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN



ALTERATION OF THE SEISMIC GROUND MOTION WITH RESPECT TO SOIL LAYER PROPERTIES

(Master Dissertation)

Hakan YILDIZ

**UŞAK UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
HAZİRAN, 2019**

ABSTRACT

Earthquakes are one of the major causes of casualties and material damage in our country and understanding the effects of earthquakes is one of the leading subjects of civil engineering. For this reason, this study has been carried out to investigate the change of earthquake waves from bedrock to the surface of the ground. An input set of 84 records, similar to basement rock form with different characteristics, frequency content and amplitude, is formed. Output form of the acceleration records when this set passes through 100 different soil profiles are determined. Thus, a set of 8400 acceleration records with different site class, frequency content and amplitude has been obtained. In addition, using this acceleration set, various information has been obtained related to soil amplification and local site coefficients used in regulations. It has been observed that soil profiles may increase or decrease the amplitude of the earthquake movement from the base rock to the surface. There are significant differences between obtained local site coefficients and TBEC-2018 values. The values of the average, maximum, and with 90% and 80% safety levels of the local site coefficients obtained within the scope of the study are presented. One of the important observations is that, it seems as a right approach to ask for specific analysis for the ZF site class in our regulation. The ZF site class shows a different trend and can reach significant magnification values compared to the other sites with similar shear wave velocity.

Science Code: Department of Civil Engineering

Key words: Local ground impact factor, ground motion, response spectrum, acceleration record, bedrock, ProShake, amplification ratio

Page Number: 94

Supervisor: Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN



TEŞEKKÜR

UŞak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde ‘Yüksek Lisans Tezi’ olarak hazırladığım bu çalışmanın planlanmasında ve yürütülmesinde, çalışmalarım süresince bilgi ve hoşgörüsüyle desteğini ve ilgisini esirgemeyen Sayın Hocam Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN’e,

Yüksek lisans tezimin düzenlenmesinde görüş ve önerilerini esirgemeyen değerli jüri üyesi hocalarım Doç. Dr. Elif Çağda KANDEMİR MAZANOĞLU ve Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI’ ya,

Tez süresince çalışmalarına yardımcı olan İnŐ. Yük. Müh. Hakan YILMAZ’ a ve Ar. Gör. Ziya ÇAKICI’ ya,

Benim bugünlere gelmemde emeği geçen, eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek veren Aileme,

Ve Sevgisini hiçbir zaman eksik etmeyen biricik EŐim ile henüz aramıza katılmayan kızımız Gülnihal’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Konu ve Kapsam ve Önceki Çalışmalar.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	4
1.3. Çalışmanın Organizasyonu.....	5
2. DİKKATE ALINAN ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE MODELLENMESİ.....	7
3. İVME KAYDI SETİNİN OLUŞTURULMASI.....	12
3.1. Türkiye’de Gerçekleşen Yıkıcı Depremlerin Özellikleri.....	14
3.2. Gerçek Deprem Kaydı Seçimi.....	17
3.3. Ters Evrişim (Deconvolution) ile Elde Edilen Kayıtlar.....	20
3.4. Ölçeklenmiş Kayıtlar.....	27
3.5. Sentetik Kayıtlar.....	31
3.6. Elde Edilen İvme Kaydı Seti.....	33
4. İVME KAYDININ ZEMİN ÖZELLİKLERİ İLE DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ.....	38
4.1. Örnek Zemin Analizi.....	38
4.2. Çıktı Zemin İvme Spektrumları ve Büyütme Oranları.....	41
5. TBDY YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYILARININ İNCELENMESİ.....	57
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	64
KAYNAKLAR.....	69
EK-A.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	94

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Kum Malzemeye ait Kayma Dalgası Hızı – Derinlik Grafiği	11
Şekil 2.2. Kil Malzemeye ait Kayma Dalgası Hızı – Derinlik Grafiği	11
Şekil 3.1. Örnek lokasyonlar [14]	21
Şekil 3.2. Kullanılan lokasyonlar (lokasyon 6) [14]	22
Şekil 3.3. Kullanılan lokasyonlar (lokasyon 19) [14]	23
Şekil 3.4. Kullanılan lokasyonlar (lokasyon 30) [14]	24
Şekil 3.5. ProShake programında girilen profilin tabaka özellikleri [29]	25
Şekil 3.6. ProShake programında girilen ivme kaydı ve özellikleri [29]	26
Şekil 3.7. Ters evrişim sonucu girilen kaydın PGA değerinin aşağı tabakadaki azalımı [29] ..	26
Şekil 3.8. Tüm doğal ve ölçeklenmiş kayıtların arasındaki PGV-Vmax/Amax ilişkisi	28
Şekil 3.9. Eldeki tüm doğal ve ölçeklenmiş kayıtların arasındaki PGV- Predominant Periyot ilişkisi	29
Şekil 3.10. Eldeki tüm doğal ve ölçeklenmiş kayıtların arasındaki PGV- ortalama periyot ilişkisi	29
Şekil 3.11. SeismoArtif programında taban kayası özelliği seçeneği [37]	31
Şekil 3.12. Eldeki tüm doğal ve sentetik kayıtların arasındaki PGV-Vmax/Amax ilişkisi ...	32
Şekil 3.13. Eldeki tüm doğal ve sentetik kayıtların arasındaki PGV- predominant periyot ilişkisi	32
Şekil 3.14. Eldeki tüm doğal ve sentetik kayıtların arasındaki PGV- ortalama periyot ilişkisi	33
Şekil 4.1. 0-0.2g PGA aralığındaki ivme kayıtlarının Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi	39
Şekil 4.2. 0.2-0.4g PGA aralığındaki ivme kayıtlarının Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi	39
Şekil 4.3. 0.4-0.6g PGA aralığındaki ivme kayıtlarının Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi	40
Şekil 4.4. 3 farklı PGA aralığındaki ivme setlerinin Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi ortalamaları	40

Şekil 4.5. B grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu.....	41
Şekil 4.6. C grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu.....	42
Şekil 4.7. D grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu.....	42
Şekil 4.8. E grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu.....	43
Şekil 4.9. F grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu.....	43
Şekil 4.10. B grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	44
Şekil 4.11. C grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	44
Şekil 4.12. D grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	45
Şekil 4.13. E grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	45
Şekil 4.14. F grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	46
Şekil 4.15. B grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	46
Şekil 4.16. C grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	47
Şekil 4.17. D grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	47
Şekil 4.18. E grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	48
Şekil 4.19. F grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	48
Şekil 4.20. B grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	49
Şekil 4.21. C grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	49
Şekil 4.22. D grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	50

Şekil 4.23. E grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	50
Şekil 4.24. F grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	51
Şekil 4.25. B grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	51
Şekil 4.26. C grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	52
Şekil 4.27. D grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	52
Şekil 4.28. E grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	53
Şekil 4.29. F grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	53
Şekil 4.30. B grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	54
Şekil 4.31. C grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	54
Şekil 4.32. D grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	55
Şekil 4.33. E grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	55
Şekil 4.34. F grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri).....	56

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1. İvme kaydı ve DBYBHY-2007 ortalama çatı yer değıştirme talep değeri ve oranları [11]	3
Çizelge 2.1. Zemin Profilleri ve Özellikleri.....	7
Çizelge 2.2. Zemin Profilleri ve Özellikleri (Devamı)	8-9
Çizelge 2.3. Kum ve Kil Malzemeye ait V_s Ortalama ve Standart Sapma Değeri.....	10
Çizelge 3.1. Türkiye’de gerçekteşen yıkıcı depremlerin özellikleri	14-16
Çizelge 3.2. Peer veri tabanından elde edilen kayıtlar.....	18
Çizelge 3.3. Japonya veri tabanından elde edilen kayıtlar [25]	19
Çizelge 3.4. İtalya veri tabanından elde edilen tek ivme kaydı [28].....	19
Çizelge 3.5. İvme kaydı setinde kullanılan ölçeklenmiş ivme kayıtları	30
Çizelge 3.6. İlk 3 grup ivme kaydı seti bilgileri	34-37
Çizelge 5.1. Kısa periyot bölgesi için değeriendirilen ivme kaydı sayıları	58
Çizelge 5.2. 1.0 sn periyot için değeriendirilen ivme kaydı sayıları.....	58
Çizelge 5.3. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (ortalama).....	59
Çizelge 5.4. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (ortalama).....	59
Çizelge 5.5. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (maksimum).....	61
Çizelge 5.6. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (maksimum)	61
Çizelge 5.7. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%90 güvenlik düzeyi)..	62
Çizelge 5.8. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%80 güvenlik düzeyi)..	62
Çizelge 5.9. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%90 güvenlik düzeyi).....	63
Çizelge 5.10. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%80 güvenlik düzeyi).....	63
Çizelge 5.11. Tez kapsamında incelenen zeminlere ait bilgiler.....	74

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler

Açıklama

A_{max}	Maksimum ivme
T_m	Mean (ortalama) periyot
T_p	Predominant periyot
V_{max}	Maksimum hız
V_s	Makaslama dalga hızı
(V_s)₃₀	Zemin ilk 30 metre makaslama dalga hızı

Kısaltmalar

Açıklama

PGD	Peak Ground Displacement (Maksimum Yer Deplasmanı)
PGV	Peak Ground Velocity (Maksimum Yer Hızı)
ProShake	Professional Shake
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
USGS	United States Geological Survey

1. GİRİŞ

1.1. Konu ve Kapsam ve Önceki Çalışmalar

Yerel zemin durumunun, yer hareketinin önemli özellikleri olan genlik ve frekans içeriğini önemli oranda etkileyebileceği bilinmektedir [1]. Geçmiş depremlerdeki aletsel ölçümler de, zemin tabakalarının yer hareketini gerek zaman gerekse frekans tanım alanında etkilediklerini göstermektedir. Bu durumlara çeşitli örnekler verilebilir. Bunlardan bazıları:

1967 Karakas depreminde, zemin tabakaları ile yapının benzer periyoda sahip olması durumu olarak tanımlanabilecek rezonans gözlenmiştir. Karakas bölgesindeki zemin rijitliği göreceli olarak düzgün dağılmış olduğundan yapısal hasarın büyük bir bölümüne, zemin derinliğindeki değişimin sebep olduğu iddia edilmiştir [2].

1985 Meksika depreminde odaktan 400 km uzakta yumuşak zemin tabakaları, sert zeminlere göre dalga genliklerini 5 kat daha fazla büyüterek, üzerindeki yüksek yapıları (10–20 katlı) ağır hasara uğratmıştır [3]. 2 saniye periyodundaki spektral ivmelerin bu yumuşak kil tabakalarında, kayadakine oranla 15-20 kat daha büyük olduğu belirlenmiştir [4].

1989 Loma Prieta depreminde ise yumuşak kil zeminlerin bulunduğu bazı bölgelerdeki düşük frekans spektral değerlerdeki büyütme oranlarının 3 ile 6 kat arasında olduğu görülmektedir [5].

Ülkemizden örneklere değinilecek olursa: 1999 Kocaeli depreminde İstanbul’ da ölçülen faya yaklaşık eşit uzaklıkta gözlenen en büyük ivme değerlerinin (Maslak 0.05g, Ataköy 0.17g ve Ambarlı 0.25g) yaklaşık 5 kat değişim göstermesi söylenebilir [6].

Tezcan vd. [7] 1999 Kocaeli depremi dış merkezinin 120 km batısında bulunan Avcılar (İstanbul) bölgesindeki zemin büyütmesi olgusunu 8 temsili zemin profil kombinasyonunu ile Shake programını kullanarak incelemiştir. Analizlerde, 1999 Kocaeli

depremi İzmit kaydı farklı modifikasyonlar ile kullanılmıştır. Analiz sonuçları büyütme faktörleri 2.5 ile 5 arasında değişen, 0.70, 1.00 ve 1.60 sn lerde üç pik periyota işaret etmiştir. Bu durumun 1999 Kocaeli depreminde, bölgede periyotları 0.70 ile 1.00 sn arasında değişebilen 5-8 katlı binalarda gözlenen hasar ile uyumlu olduğu düşünülebilir. Avcılar' daki hasarın uzak kuvvetli yer hareketine rağmen ana kayadaki düşük ivme ile birlikte yumuşak zemin tabakalarında zemin büyütmesinin bir sonucu olduğu ileri sürülmektedir.

Deprem dalgalarının zemin ile değişimine daha birçok örnek verilebilir ancak konunun uzamaması için bu kadar örnek ile yetinilmiştir.

Bu bilgilere uygun olarak deprem yönetmeliklerinde ivme spektrumları zemin durumuna göre farklı olarak verilmektedir. TBDY-2018'de zemin tanımları ile ilgili olarak detaylı açıklamaların yer aldığı bir bölüm bulunmaktadır. Bölüm 16 Tablo 16.1 de verilen bilgilere göre zemin sınıfları belirlenmektedir. Bu zemin sınıflarına ve ilgili arazi ivme değerlerine uygun olarak da tepki spektrumu değerleri belirlenmektedir (Bölüm 2). Şu halde tepki spektrumları depremlerin yapı üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde kritik önemdedir.

Yönetmeliğimizde zeminlerin tanımlanması ile ilgili olarak detaylı bilgiler verilmektedir Bu bilgiler ile yönetmelik 2. Bölümde verilen spektrum değerlerinin ve Yerel Zemin Etki Katsayılarının uyum sağlaması yönetmeliğin tutarlılığı, güvenli ve ekonomik yapıların inşa edilmesi açısından önemli bir konudur. Ancak yönetmeliğimizde verilen zemin sınıflandırması ile uyumlu ivme kayıtlarının elde edilerek değerlendirme yapılması zorluklar içermektedir. Mevcut depremlere ait ivme kayıtları genel olarak literatürde ilk 30 m kayma dalga hızına göre yer almaktadır ancak istenilen özelliklere göre sınıflandırıldığında bazı gruplar için deprem kaydı bulunmasında yetersizlikler mevcuttur [8]. Yönetmeliğimiz tanımlamasına uygun zeminlere ait geniş kapsamlı bir ivme kaydı setinin oluşturulması, şimdilik ancak çalışmada önerildiği gibi teorik yöntemlerle mümkün görünmektedir. İstenilen özellikte gerçek ivme kaydı bulunmasında sıkıntı olduğu literatürde de dile getirilmektedir [9]. Bu sebeple yönetmelikte verilen zemin tanımları, Yerel Zemin Etki Katsayıları, spektrumların uygunluğu önerilen kapsamda bir çalışma ile incelenmiş değildir. Bu bir eksiklik olarak görülebilir.

Tez Danışmanı Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN ivme kayıtlarının alındığı zeminlerin ilk 30 m kayma dalga hızına göre DBYBHY-2007 [10] zemin grupları ile eşleşebileceği varsayımı ile deplasman talep değerleri üzerine bir çalışma yapmıştır [11]. 864 bina modeli ve 264 ivme kaydı için 228096 deplasman talebi analizi içeren bu çalışma sonuçlarına göre 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan depremin ve 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem grupları için ortalama değerler dikkate alındığında yönetmeliğe göre hesaplanan deplasman istemlerinin güvensiz yönde olabileceği görülmüştür. Bazı zemin grupları için de sınıra çok yakın değerler elde edilmiştir (Çizelge 1.1).

Ancak yukarıda belirtilen nedenler ile tam yönetmeliğimize uygun ivme kaydı seti oluşturulamadığından durumun net olarak ortaya konması mümkün olmamıştır. Bununla birlikte, yönetmelik spektrum değerlerinin güvensiz olabileceğine dair işaretler elde edildiği düşünülebilir.

Çizelge 1.1. İvme kaydı ve DBYBHY-2007 ortalama çatı yer değiştirme talep değerleri ve oranları [11]

İvme Grubu	Zemin Grubu	Çatı Yer Değiştirme (m)		Oran (Kayıt/Yönetmelik)
		İvme Kaydı	Yönetmelik	
0,2g	A/Z1	0,039	0,030	1,32
	B/Z2	0,043	0,037	1,16
	C/Z3	0,046	0,049	0,95
	D/Z4	0,049	0,063	0,78
0,4g	A/Z1	0,070	0,060	1,17
	B/Z2	0,076	0,075	1,02
	C/Z3	0,078	0,102	0,77
	D/Z4	0,076	0,140	0,54
0,6g	A/Z1	0,086	0,090	0,96
	B/Z2	0,103	0,113	0,91
	C/Z3	0,112	0,156	0,72
	D/Z4	0,124	0,219	0,57

Yönetmeliğimiz 2. Bölümünde Tablo 2.1 ve 2.2 ile verilen Yerel Zemin Etki Katsayıları analiz veya tasarımda dikkate alınan deprem büyüklüğü ile direkt olarak ilgili olduğundan bu katsayıların parametrik bir çalışma ile incelenmesinin faydalı olacağı

düşünülmüştür. Yapılan çalışma ile bu değerler ile ilgili olarak daha fazla bilgi elde edilmiş olacaktır.

Ayrıca çalışmanın ara ürünü olarak yönetmeliğimiz zemin tanımlamalarına uygun elde edilmiş en az 100 zemin grubuna farklı frekans içeriği ve genliğe sahip 84 deprem kaydının taban kayasından uygulanması ile elde edilecek 8400 adet ivme kaydı seti konu ile ilgili çalışma yapmak isteyenler için önemli bir kaynak teşkil edebilir. Bu ivme kaydı seti ile konu ile ilgili çalışmaların önemli ölçüde artması ve kısa zamanda önemli bilgi birikimi sağlanması, ülkemiz yönetmeliğini de dikkate alan bilimsel yayınların artması mümkün olacaktır.

Deprem dalgalarının zemin ile değişimi ile ilgili literatürde çalışmalar mevcuttur. Ancak bunlar kısıtlı zemin değişkenliği ve kısıtlı sayıda ivme kaydı için yapılmış durumdadır. Ayrıca bu çalışmalarda çoğunlukla deprem kayıtlarının yapılara etkisini ifade eden spektrum değerlerinden çok, yer hareketi özelliklerindeki değişim değerlendirilmektedir. Bu değişimlerin yapılara etkilerinin değerlendirilmesi daha kısıtlı olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla yapılan çalışma amacına uygun araştırmalar açısından da literatürde eksiklik mevcut olduğu düşünülebilir.

1.2. Çalışmanın Amacı

- Yönetmeliğimiz zemin tanımlamalarına uygun elde edilmiş farklı frekans içeriği ve genliğe sahip 8400 adetlik ivme kaydı seti ve bu setin oluşturulması ile bilimsel literatüre sağlanacak fayda, buna bağlı olarak ülkemiz bilimsel yayınlarının artmasına katkı,
- Tez Danışmanı Doç. Dr. Hayri ÖZMEN' in yapmış olduğu önemli sayıda ivme kaydı ve yapı modeli ile güvensiz yönde olması ihtimali bulunan yönetmelik spektrumlarının değerlendirilmesi,
- Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2. Bölümünde Tablo 2.1 ve 2.2 ile verilen Yerel Zemin Etki Katsayıları ile ilgili olarak daha fazla bilgi elde edilmesi,

- Literatüre göre çok daha kapsamlı bir çalışma ile farklı zeminlerden geçen deprem dalga özelliklerinin değişiminin zemin durumuna bağlı olarak değerlendirilmesi.

Olarak belirlenmiştir.

Bu amaca ulaşabilmek için parametrik bir çalışma planlanmıştır. Bu çalışmanın ara hedefleri:

- TBDY-2018’de verilen zemin sınıflandırmasına uyumlu en az 100 farklı zemin durumu tanımlanması,
- Taban kayası yapısına uygun farklı genlik ve frekans içeriğinde 84 adet kayda sahip ivme kaydı girdi seti oluşturulması,
- Bu kayıtların tanımlanan zeminlere taban kayasından uygulanması ile zemin üzerinde 8400 farklı ivme kaydı elde edilmesi,
- Bu kayıt özelliklerinin değerlendirilmesi,
- Elde edilen veriler ışığında Türk Bina Deprem Yönetmeliği 2. Bölümünde Tablo 2.1 ve 2.2 ile verilen Yerel Zemin Etki Katsayıları’nın geçerliliğine yönelik durumun irdelenmesi.

1.3. Çalışmanın Organizasyonu

Tezin birinci bölümü olan Giriş kısmında konu ile ilgili literatür bilgileri, yerel zemin koşullarının deprem davranışına etkilerine dair örnekler verilmiştir. Konunun amaç ve kapsamı açıklanmıştır.

İkinci bölümde zemin modellemesinin nasıl yapıldığı, dikkate alınan değerlerin nasıl belirlendiğine dair bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde girdi ivme kaydı setinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar anlatılmış, gerçek ivme kayıtlarının seçimi, ters evrişim metodu ile elde edilen ivme kayıtları, ölçeklenmiş ve sentetik ivme kayıtlarının seçiminde dikkate alınan hususlar belirtilmiştir. Son olarak elde edilen girdi ivme kayıtlarının bilgileri verilmiştir.

Dördüncü bölümde ivme kaydının zemin özellikleri ile değişimi incelenmiş, örnek zemin analizi için farklı PGA aralıklarındaki büyütme oranları grafikleri gösterilmiş, çıktı zemin ivme spektrumları ve büyütme oranları grafiklerine de yer verilmiştir.

Beşinci bölümde çalışma kapsamında elde edilen Yerel Zemin Etki Katsayıları verilmiş ve bu değerlerin TBDY-2018 [12] ile karşılaştırılması sunulmuştur. Ortaya çıkan farklılıklar ile ilgili fiziksel yorum ve destekleyici literatür kaynakları verilmiştir.

Altıncı bölüm olan Sonuç ve Öneriler kısmında tez çalışmaları sonucunda elde edilen bilgiler özetlenmiş ve öneriler sunulmuştur.

2. DİKKATE ALINAN ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE MODELLENMESİ

TBDY-2018 incelendiğinde önceki yönetmelikten farklı olarak zemin sınıflandırmasının UBC benzeri (UBC-1997, 1997) [13] üst 30 m zemin ortalama kayma dalga hızına ($(V_s)_{30}$) göre yapılmış olduğu görülmektedir. Ayrıca önceki yönetmelikten farklı olarak ZF adlı bir zemin sınıfı getirilmiş ve bu çeşit zeminlerde özel çalışma yapılması gerektiği belirtilmiştir. Buna göre ZF sınıfı olarak tanımlanan zeminlerin yüzeyindeki deprem yer hareketini belirlemek üzere sahaya özel zemin davranış analizinin yapılması zorunludur (TBDY-2018, Bölüm 16.5). Bu sebeple ZF dışarıda bırakılarak Çizelge 2.1’de görülen 32 adet zemin üst profili içeren bir model seti oluşturulmuştur.

Çizelge 2.1. Zemin Profilleri ve Özellikleri

Zemin No	Tabaka	Birim	Kalınlık (m)	Bir. Ağırlık (kN/m^3)	Max. Kayma Mod, (MPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)	$(V_s)_{30}$ (m/s)	1. Zemin Sınıfı
1	1	Sağlam, sert Kayalar	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00	1500,00	ZA
2	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	Sonsuz	25,00	1472,57	760,00	760,00	ZB
3	1	Kum	3,00	18,60	37,18	140,00	760,87	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
4	1	Kil	3,00	15,70	31,38	140,00	760,87	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
5	1	Çakıl	3,00	16,70	33,38	140,00	760,87	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
6	1	Kum	3,00	18,60	1095,59	760,00	1366,91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
7	1	Kil	3,00	15,70	924,77	760,00	1366,91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
8	1	Çakıl	3,00	16,70	983,68	760,00	1366,91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
9	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	30,00	25,00	1472,57	760,00	760,00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		

Çizelge 2.2. Zemin Profilleri ve Özellikleri (Devamı)

Zemin No	Tabaka	Birim	Kalınlık (m)	Bir, Ağırlık (kN/m ³)	Max, Kayma Mod, (MPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)	(Vs) ₃₀ (m/s)	1, Zemin Sınıfı
10	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	30,00	25,00	3255,40	1130,00	1130,00	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
11	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15,00	25,00	1472,57	760,00	1008,85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
12	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15,00	25,00	3255,40	1130,00	1288,97	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
13	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	3,00	25,00	1472,57	760,00	1366,91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
14	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	3,00	25,00	3255,40	1130,00	1452,44	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
15	1	Kum	15,00	18,60	61,46	180,00	321,43	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
16	1	Kil	15,00	15,70	51,87	180,00	321,43	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
17	1	Çakıl	15,00	16,70	55,18	180,00	321,43	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
18	1	Kum	15,00	18,60	245,83	360,00	580,65	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
19	1	Kil	15,00	15,70	207,50	360,00	580,65	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
20	1	Çakıl	15,00	16,70	220,71	360,00	580,65	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
21	1	Kum	15,00	18,60	1095,59	760,00	1008,85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
22	1	Kil	15,00	15,70	924,77	760,00	1008,85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
23	1	Çakıl	15,00	16,70	983,68	760,00	1008,85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
24	1	Kum	30,00	18,60	61,46	180,00	180,00	ZE
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
25	1	Kil	30,00	15,70	51,87	180,00	180,00	ZE
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
26	1	Çakıl	30,00	16,70	55,18	180,00	180,00	ZE
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
27	1	Kum	30,00	18,60	138,28	270,00	270,00	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
28	1	Kil	30,00	15,70	116,72	270,00	270,00	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		

Zemin No	Tabaka	Birim	Kalınlık (m)	Bir, Ağırlık (kN/m ³)	Max, Kayma Mod, (MPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)	(V _s) ₃₀ (m/s)	1, Zemin Sınıfı
29	1	Çakıl	30,00	16,70	124,15	270,00	270,00	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
30	1	Kum	30,00	18,60	594,84	560,00	560,00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
31	1	Kil	30,00	15,70	502,09	560,00	560,00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		
32	1	Çakıl	30,00	16,70	534,07	560,00	560,00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25,50	5851,01	1500,00		

TBDY-2018'e göre zeminin yalnız üst 30 m'lik kısmına önem verilmektedir. Bu kabulün incelenmesi ve zemin modellerinin arttırılması için bu 32 adet zemin üst profillerinin alt tabakalarında kullanılacak olan malzemeler kum ve kil olarak belirlenmiştir. Bu maksatla her bir üst profilin altına taban kayası üstünde 50 m ve 100 m'lik tabakalar bulunması ile oluşan zeminlerin davranışı analiz edilmiştir. En üst tabakası taban kayasının kendisi olan zemin profilleri (ivme kaydının kendisi) çıkarıldığında böylelikle 92 adet zemin profili sayısına ulaşılmıştır. Sonrasında farklı ağırlıklı olarak ZF zemin tanımına uygun 8 adet daha zemin profili eklenerek zemin model sayısı 100'e çıkarılmıştır. Böylece 100x84=8400 gibi ciddi bir örnek ve analiz sayısına ulaşılmıştır. TBDY 2018'e göre ZA grubu ilk 30 m kayma dalga hızı 1500 m/s'den yüksek olan kaya zeminleri içermektedir. Bu zeminler taban kayası tanımına yakın olduğundan bunlar ivme kayıtlarının kendisine karşılık gelmektedir. Bu sebeple analiz sonuçlarında ZA grubu zeminlere yer verilmemiştir. Tüm zeminlere ait bilgiler EK-A'da ve elektronik olarak da rapor ekinde yer alan elektronik tablo dosyasında verilmiştir.

Zemin profillerindeki tabakalarda bulunan malzemelerin hacim ağırlıkları Dr. Turgay Beyaz'ın 2004 yılında yapmış olduğu 'Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye için Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi' adlı doktora tezi dikkate alınarak belirlenmiştir. Tez kapsamında yapılan çalışmalarda bu değerler ülkemiz ivme kaydı istasyonlarından alınan zeminin düşey stratigrafisi belirlendikten sonra kuyu jeofiziği yöntemiyle belirlenmiştir. Ölçümler, yüzeyde oluşturulan dalga sinyallerinin kuyu içindeki jeofona varmasına kadar geçen süreden yararlanılarak yapılmıştır [14].

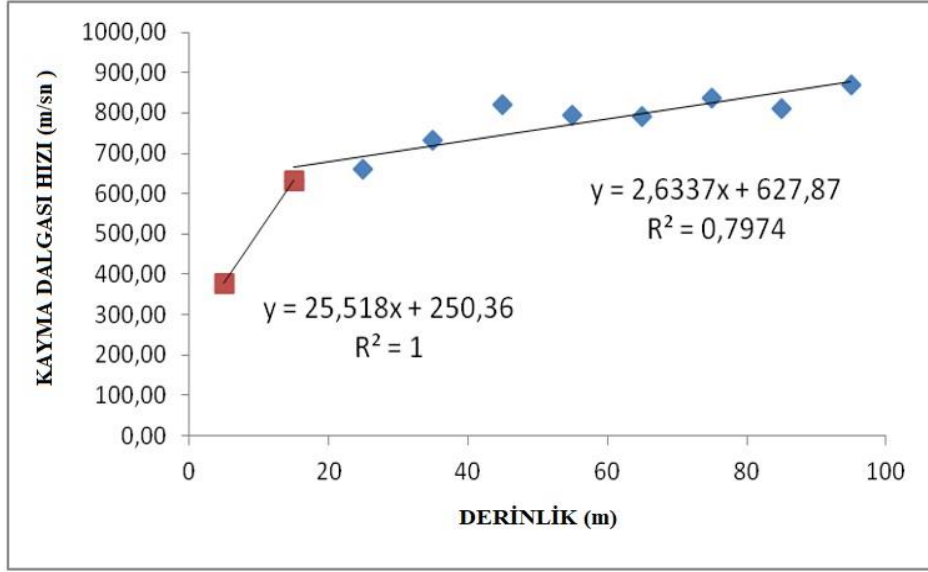
32 adet zemin modelinin altında yer alacak olan 50 m kum ve kil için istenilen derinlikteki kayma dalgası hızlarını belirlemek için yine aynı tez içerisindeki stratigrafilerde 0-100 m arası 5'er metre aralıklarla o malzemeye ait kayma dalgası hızları belirlenmiştir. Bu verilere ait ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Tüm bu verileri elde ettikten sonra istenilen derinlikteki V_s değerine en az hata ile ulaşmak amacıyla V_s ve derinlik değerleri arasında bir ilişki oluşturulması hedeflenmiştir. Kum ve kil malzemeye ait belirtilen iki parametrenin kullanıldığı grafiklerde farklı eğilim sebebiyle derinliği az olan bölge (5-15m) için ayrı, derinliği artarak devam eden bölge için (15 - 95 m) için ise ayrı bir denklem ilişkisi oluşturulması uygun görülmüştür (Şekil 2.1 ve 2.2).

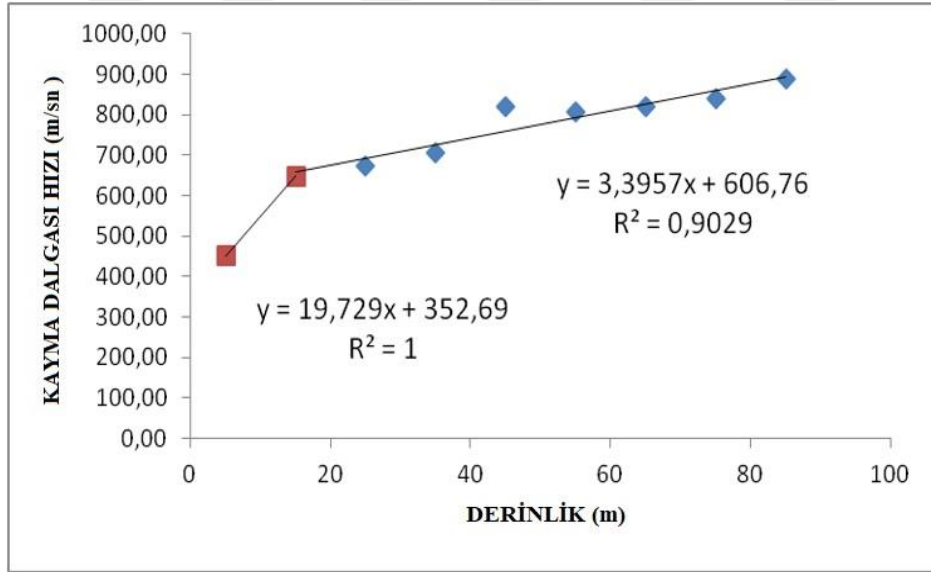
Çizelge 2.3. Kum ve Kil Malzemeye ait V_s Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

Derinlik (m)	Kum V_s (m/s)		Kil V_s (m/s)	
	Ortalama	Standart Sapma	Ortalama	Standart Sapma
5	377,95	105,41	451,33	188,43
15	633,13	137,43	648,63	216,08
25	659,75	120,32	673,80	170,93
35	733,80	186,15	708,33	207,46
45	820,94	171,56	821,00	117,44
55	796,44	176,96	808,56	174,66
65	792,24	166,27	821,07	168,52
75	837,07	136,30	840,43	147,34
85	810,50	177,62	890,56	138,65
95	870,67	129,77	699,00	44,64

Denklemlerden elde edilen korelasyon katsayılarınının 1.0 değerine yakın olması değerler arasındaki ilişkinin güçlü seviyede olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.1. Kum Malzemeye ait Kayma Dalgası Hızı – Derinlik Grafiği



Şekil 2.2. Kil Malzemeye ait Kayma Dalgası Hızı – Derinlik Grafiği

3. İVME KAYDI SETİNİN OLUŞTURULMASI

İvme kaydı setinin doğaya uygun olması bakımından gerçek deprem kayıtlarından oluşmasına önem verilmiştir. İvme kayıtlarının taban kayası tanımına uygun olarak sert kaya zeminde kaydedilmiş gerçek deprem kayıtlarından seçilmesi amaçlanmıştır. Farklı genlik ve frekans içeriğinde kayıtlar seçilmesi parametrik çalışmanın amacı ve doğru değerlendirmelere ulaşılması açısından önemli görülmektedir.

Genlik açısından genel olarak yönetmeliklerde pik yer ivmesi ivme dikkate alındığından ivme kayıtları PGA (Maksimum yer ivmesi) olarak 0 ve 0.6g arasında her 0.05g'lik adımda farklı sayılarda kayıt bulunacak şekilde seçilmiştir. İlk 4 grupta (0-0.2g) 8'er, sonraki 4 grupta (0.2-0.4 g) 7'şer, son (0.4-0.6g) 4 grupta ise 6'şar deprem kullanılmıştır. Çalışma önerisinde belirtilen 0 ve 0.7g arasında her 0.05g'lik adımda 5 kayıt bulunacak şekilde seçilememesinin sebebi bu yüksek PGA değerine sahip kayıtların mevcut olmamasıdır. PGA değeri 0.6g üzerinde olan hiçbir kayıt bulunmaması bu öneriyi uygulanamaz kılmıştır. Ayrıca zeminlerin ivme kaydını deprem genliklerini arttıracak şekilde etkilemesi ile yapılar açısından daha kritik olan büyük genlikli ivme kaydı açısından; çıktı ivme kayıtlarının daha zengin olması beklenebilir. Bu durum, girdi ivme kayıtlarının büyük genlik yerine daha küçük genlikli depremlerden daha çok sayıda içermesinin uygunluğuna işaret etmektedir.

Bu şekilde toplam kayıt sayısı çalışma öncesinde öngörülen 70 yerine 84'e çıkmıştır. Böylece kapsam %20 genişlemiş ve göz önüne alınan ivme kayıt sayısı arttığından çalışma kapsamındaki toplam analiz sayısı da artmıştır. Her bir aralıkta farklı sayıda deprem kullanılmasının sebebi farklı zeminlerle yaptığımız pilot evrişim (convolution) çalışmalarında düşük genlikli kayıtların PGA değerlerinin 1-3 kat arasında artış göstermesidir. Bu ciddi artış gözleminden dolayı düşük ivmeli kayıtlara belli oranda ağırlık verilmiştir. Her 0.05g adımında farklı frekans içeriğini yansıtan kayıtlar bulunması için, seçilen kayıtların ivme spektrumları incelenerek, farklı predominant periyot ve PGV/PGA

değerlerine sahip olmasına dikkat edilmiştir. Bilindiği gibi predominant periyot, ivme kaydı frekans içeriğindeki en büyük genliğe sahip dalganın periyodu olarak tanımlanmaktadır. PGV/PGA oranı ise basit harmonik bir dalga için $T/2\pi$ değerine sahiptir [1]. PGV/PGA oranının frekans içeriği ve ivme spektrumunun şekli ile ilgili önemli bir belirteç olduğu bilinmektedir [15,16,17,18,19,20].

İvme kaydı seçimine büyük hassasiyet gösterilmiştir. Bununla birlikte ivme kaydı seçimi çalışmanın başlangıcında öngörülenden çok daha zor olmuş ve önemli miktarda emek ve zamanımıza mal olmuştur. İstenilen özellikte ivme kaydı setinin oluşturulması için kaydedilen doğal deprem setlerinde önemli eksiklikler bulunmaktadır. Böyle bir çalışmanın literatürde daha önce yapılmamış olmasının nedenlerinden birinin de bu ivme kaydı eksikliği olduğu söylenebilir.

Bazı aralıklar için, istenilen özelliklere sahip gerçek deprem ivme kaydı bulunamaması durumunda, sentetik ivme kayıtları üretilmesi, bilinen bazı zeminlerde elde edilmiş kayıtların ters evrişim (deconvolution) ile taban kayası haline ulaşılması ve/veya küçük değerlerde olmak üzere bazı ivme kayıtlarının ölçeklenmesi düşünülmüştür. Aynı zamanda üretilen sentetik kayıtların veya ölçeklenen kayıtların özelliklerinin gerçek deprem kayıtlarına uygun olmasına özen gösterilmiştir. Bu şekilde farklı genlik ve frekans içeriğine sahip 84 ivme kaydı seçilmiştir.

İvme kaydı seçimini 4 ana başlıkta inceleyebiliriz;

- Gerçek Deprem Kayıtları
- Türk Deprem Kayıtlarının Ters Evrişim Yöntemiyle Taban Kayası Özelliğinde Kullanılması
- Mevcut Depremlerin Ölçeklenmesi
- Sentetik (Artificial) Deprem Kayıtları

3.1. Türkiye’de Gerçekleşen Yıkıcı Depremlerin Özellikleri

Çalışma kapsamında Türkiye odaklı bir çalışma yürütülmesi açısından Türkiye depremlerine yönelik bir ön araştırmanın yararlı olacağı öngörülmüştür. Evrensel ve Türkiye’de gerçekleşen depremlerin bazı noktalarda birbirinden farklı olmadığı düşünülmüş olsa da Türkiye’de daha önce gerçekleşmiş yıkıcı (can veya mal kaybı yaşanmış, magnitüd ≥ 6 olan) depremlerin odak derinliği ve fay mekanizması açısından incelenmesinin genel karakteri saptama açısından yararlı olacağı düşünülmüştür. Çizelge 3.1’de 1903-2011 yılları arasında ülkemizde gerçekleşmiş yıkıcı depremler bulunmaktadır. Bu depremlere ait bilgiler farklı kaynaklardan alınmış olduğundan [21, 22, 23] herbiri tek tek AFAD’ın veritabanı değerleri ile kontrol edilip magnitüd, magnitüd türleri ve odak derinliği parametreleri uyumlu bir şekilde elde edilmiştir [23].

Bazı depremlerin mekanizma bilgisi olmadığından fayların eğiklik açısı (rake angle) değerlerine bakılarak mekanizma türleri belirlenmiştir [24]. Fay atım mekanizması bilgisi için AFAD, TÜBİTAK ve ODTÜ ortak çalışması olan ‘Türkiye Ulusal Kuvvetli Yer Hareketi Veri Tabanı’ kaynak alınmıştır [23]. Tüm bu araştırmalara karşın 1935 ve öncesi bazı depremlerde fay mekanizma bilgisine ulaşılamamıştır. Elde edilen tüm bilgiler Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Türkiye’de gerçekleşen yıkıcı depremlerin özellikleri

Tarih	Zaman	Yer	Enlem	Boylam	Can Kaybı	Magnitüd	Odak Derin. (km)	Mekanizma
1903	01:46	Malazgirt, Muş	39,14	42,65	600	6,3 (MS)	30	
1912	03:29	Mürefte Tekirdağ	40,75	27,20	216	7,4 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1914	00:07	Burdur	37,82	30,27	300	7 (MS)	10	
1924	16:34	Horasan, Erzurum	40,00	42,10	60	6,8 (MS)	10	
1928	02:29	İzmir	38,50	28,00	50	6,2 (MS)	35	
1929	08:37	Suşehri, Sivas	40,20	37,90	64	6,1 (MS)	10	
1935	16:41	Erdek, Balıkesir	40,40	27,50	5	6,2 (MS)	35	

Tarih	Zaman	Yer	Enlem	Boylam	Can Kaybı	Magnitüd	Odak Derin. (km)	Mekanizma
1938	12:59	Kırşehir	39,10	34,00	160	6,6 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1939	02:36	Dikili,İzmir	39,10	26,80	60	6,6 (MS)	10	
1939	23:57	Erzincan	39,77	39,53	32700	7,9 (MS)	20	Doğrultu Atımlı
1942	19:01	Bigadiç,Balıkesir	39,20	28,20	16	6,1 (MS)	10	
1942	14:03	Erbaa,Tokat	40,87	36,47	3000	7 (MS)	10	
1943	17:32	Hendek, Adapazarı	40,60	30,50	336	6,6 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1943	22:24	Ladik,Samsun	41,05	33,72	4000	7,2 (MS)	10	
1944	03:25	Gerede,Bolu	40,80	32,20	3959	7,3 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1944	04:34	Ayvalık,Balıkesir	39,37	26,53	30	6,8 (MS)	40	Normal
1949	20:43	Karlıova,Bingöl	39,54	40,57	450	6,7 (MS)	40	Doğrultu Atımlı
1951	18:36	Kurşunlu,Çankırı	40,88	32,87	50	6,9 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1953	21:06	Yenice, Çanakkale	40,02	27,53	265	7,2 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1955	09:07	Söke,Aydın	37,55	27,05	23	6,8 (MS)	40	Normal
1957	04:25	Fethiye,Muğla	36,50	28,60	67	7,1 (MS)	80	Doğrultu Atımlı
1957	06:36	Abant,Bolu	40,67	31,00	52	7,1 (MS)	10	Doğrultu Atımlı
1964	16:31	Manyas,Balıkesir	40,10	27,93	23	7 (MS)	34	Normal
1966	12:23	Varto,Muş	39,17	41,56	2396	6,9 (MS)	26	Ters
1967	16:56	Mudurnu, Adapazarı	40,67	30,69	89	6,8 (MS)	33	Doğrultu Atımlı
1968	10:19	Bartın	41,79	32,31	29	6,5 (MS)	5	Doğrultu Atımlı
1969	03:48	Alaşehir,Manisa	38,50	28,40	53	6,5 (MS)	4	Normal
1970	23:02	Gediz,Kütahya	39,20	29,50	1086	7,2 (MS)	18	Normal
1971	16:44	Bingöl	38,83	40,52	1000+	6,8 (MS)	3	Doğrultu Atımlı
1975	12:20	Lice,Diyarbakır	38,50	40,70	2385	6,6 (MS)	32	Ters
1976	14:22	Muradiye, Van	39,12	44,03	3840	7,2 (MW)	9	Doğrultu Atımlı
1983	07:12	Erzurum	40,33	42,19	1155	6,6 (MW)	15	Doğrultu Atımlı
1992	17,18	Erzincan	39,70	39,69	498	6,6 (MW)	22	Doğrultu Atımlı
1995	17:57	Dinar, Afyon	38,06	30,13	90	6,4 (MW)	31	Normal
1998	16:55	Ceyhan, Adana	36,88	35,31	146	6,3 (MS)	10	Doğrultu Atımlı

Tarih	Zaman	Yer	Enlem	Boylam	Can Kaybı	Magnitüd	Odak Derin. (km)	Mekanizma
1999	18:57	Düzce	40,75	31,16	894	7,14(MW)	11	Doğrultu Atımlı
2002	07:11	Sultandağı, Afyon	38,57	31,27	44	6,5 (MW)	5	Normal
2003	05:26	Pülümür, Tunceli	39,46	39,79	1	6 (MW)	15	Doğrultu Atımlı
2003	00:27	Bingöl	39,01	40,46	177	6,3 (MW)	10	Doğrultu Atımlı
2010	04:32	Karakoçan, Elâzığ	38,87	39,99	41	6,1 (MW)	5	Doğrultu Atımlı
2011	01:41	Tabanlı, Van	38,76	43,36	601	7,1 (MW)	19	Ters

Yerin 0-60 km. derinliğinde olan depremler sığ depremler olarak nitelendirilir. Yerin 60-300 km. derinliklerinde olan depremler orta derinlikte olan depremlerdir. Derin depremler ise yerin 300 km'den fazla derinlikte gerçekleşen depremlerdir. Türkiye'de gerçekleşen çoğu deprem sığ deprem kategorisindedir. Derin depremler çok daha geniş alanlarda hissedilir fakat verdikleri hasar buna ters orantılı olarak azdır. Sığ depremler ise dar alanlarda çok daha fazla hasar verirler [23].

Fay atım mekanizması açısından incelendiğinde tespit edilen 32 deprem içerisinde 22 adet doğrultu atımlı, 7 adet normal atımlı, 3 adet ise ters atımlı fay özelliğine sahip deprem bulunmaktadır. %68,75 oranla doğrultu atımlı fayların Türkiye'de yıkıcı deprem oluşturma yönünden dominant olduğu görülmüştür. %21,88 oranla normal atımlı fayların da ülkemizde önemli bir paya sahip olduğu bununla beraber ters atımlı fay özelliğine sahip depremlerin %9,37 oranla daha düşük sayıda olduğu tespit edilmiştir.

Bu bilgiler hem Türkiye'de gerçekleşmiş hem de ülkemiz dışında gerçekleşmiş depremler arasında mevcut parametreler ışığında bir kıyaslama yapmak açısından yararlı olabilir.

3.2. Gerçek Deprem Kaydı Seçimi

Bu safhada yapılan seçimler kayıt setinin ana iskeletini oluşturacağından her bir depremin farklı karakterde olması varılacak sonuçlar açısından önemlidir. Bu yüzden çalışmada ana hedeflerden biri olan taban kayası özelliğindeki depremleri seçmek önemli bir zaman almıştır. Bunun sebebi taban kayası karakterini temsil eden üst 30 m için hesaplanan kayma dalgası hızı olan $(V_s)_{30}$ (Shear wave velocity) değerinin yaklaşık 1500 m/s civarında kabul edilmesi ve bu kabule yakın değerler hedeflenmesidir.

İlk olarak PEER (Pacific Earthquake Engineering Center) kuvvetli yer hareketi veritabanından $(V_s)_{30}$ değeri 1500 m/s den büyük olan depremlerle bir set oluşturması hedeflenmiştir. Aynı zamanda sığ depremler ve EpiD (episantr yüzey düşümünün istasyona olan uzaklığı) değeri düşük olan depremler seçilmeye çalışılmıştır. Bu değerler Türkiye’de gerçekleşen yıkıcı deprem karakterine uygun olma açısından önem arz etmektedir. Veritabanında gerçekleştirilen hem kayıt bazlı hem de istasyon bazlı aramalarda 17 adet kayıta ulaşılmıştır (Çizelge 3.2).

Dr. Turgay Beyaz’a ait ‘Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye için Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi’ adlı doktora tezinde ulusal ivme kaydı istasyonlarımıza ait elde edilen sondaj kesitlerinde (56 adet) farkedilmiştir ki; bir zeminde 1500 m/s gibi hızlara ulaşmadan 1000-1200 m/s gibi dalga hızlarında da taban kayasına ulaşmak mümkün olabilmektedir [14]. Buna dayanarak filtreler güvenli bir bölgede kalmak adına 1300 m/s den yüksek hızlar şeklinde kullanılmıştır. Devam eden süreçte PEER veritabanının yeterli olmadığı anlaşıldığından diğer bölge ve ülkelerin veritabanlarını araştırılmıştır. Bunlar Japonya, ABD, Yeni Zelanda, İtalya ve Genel Avrupa veritabanı olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Peer veri tabanından elde edilen kayıtlar [8]

Sıra	Deprem Adı	Dosya Adı	(V_s) ₃₀ (m/s)	Bileşke	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	Uzaklık (km)
1	14219360	14219360\CICLCHHE.AT2	1464,00	90	0,011	0,213	0,004	21,65
2	Chuetsu-oki	CHUETSU\TCGH17EW.AT2	1432,75	90	0,026	0,713	0,535	113,77
3	Niigata, Japan	NIIGATA\TCGH17EW.AT2	1432,75	90	0,047	1,408	0,575	84,13
4	Iwate	IWATE\TCGH17NS.AT2	1432,75	0	0,060	2,930	1,438	250,04
5	Niigata, Japan	NIIGATA\TCGH17NS.AT2	1432,75	0	0,062	1,455	0,898	84,13
6	Iwate	IWATE\TCGH17EW.AT2	1432,75	90	0,085	2,571	1,130	250,04
7	Coyote Lake	COYOTELK\G01230.AT2	1428,14	230	0,089	4,456	0,812	12,57
8	Morgan Hill	MORGAN\G01320.AT2	1428,14	320	0,098	2,806	0,804	38,63
9	Hollister-03	HOLLISTR\A-G01157.AT2	1428,14	157	0,101	2,660	0,152	11,09
10	Coyote Lake	COYOTELK\G01320.AT2	1428,14	320	0,118	9,159	1,852	12,57
11	Chi-Chi, Taiwan	CHICHI\HWA003-N.AT2	1525,85	0	0,135	23,284	6,678	80,53
12	Hollister-03	HOLLISTR\A-G01247.AT2	1428,14	247	0,139	3,843	0,202	11,09
13	Northridge-01	NORTHR\PAC265.AT2	2016,13	265	0,328	22,730	4,826	20,36
14	Northridge-01	NORTHR\PAC175.AT2	2016,13	175	0,382	38,336	5,252	20,36
15	Loma Prieta	LOMAP\G01000.AT2	1428,14	0	0,441	29,866	7,028	28,64
16	Loma Prieta	LOMAP\G01090.AT2	1428,14	90	0,516	41,830	7,214	28,64
17	Landers	LANDERS\LCN345.AT2	1369,00	345	0,580	23,623	11,896	44,02

İlk olarak COSMOS web sitesi üzerinden kayıt bulma işlemine başlanmıştır [25]. Bu veri tabanında bulunan 105 adet kaydın yalnızca 8 tanesi kullanılabilmiştir (Çizelge 3.3). Bunun sebebi uygun PGA değerini birçok kaydın sağlayamamasıdır. Bunun yanında ‘Up’ bileşenleri zaten düşey doğrultuda olduğundan kullanılamamıştır. Bu açılarından verimli kaydın 8 âdete düşmesi normal görünmektedir.

Çizelge 3.3. Japonya veri tabanından elde edilen kayıtlar [25]

Sıra	Deprem Adı	Dosya Adı	(V _s) ₃₀ (m/s)	Bileşke	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	Uzaklık (km)
1	Tottori, Japan	TOTTORI,1\YMGH06NS.AT2	2100	0	0,005	1,392	1,304	236,0
2	Shikoku2	EHHM010104252340EW2	2000	90	0,161	2,578	0,304	36,5
3	Western Tottori12	OKYH090010061330NS2	1600	0	0,181	8,168	3,061	28,5
4	Western Tottori6	OKYH080010061330EW2	1400	0	0,190	7,526	2,773	43,5
5	Western Tottori8	OKYH080010061330NS2	1400	90	0,232	8,235	1,944	43,5
6	Western Tottori4	OKYH070010061330NS2	1400	0	0,253	11,903	5,181	29,5
7	Western Tottori16	OKYH100010061330NS2	2200	0	0,289	11,181	2,586	47,5
8	Western Tottori10	OKYH090010061330EW2	1600	90	0,290	8,886	4,250	28,5

Sonrasında USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu) veri tabanında yapılan aramalarda o ana kadar elde ettiğimiz kayıtlardan farklı başka hiç bir kayda rastlanmamıştır [26]. Bu sitede (V_s)₃₀ değeri girişi arama kısmında olmadığından çıkan sonuçlar tek tek kontrol edilerek sonuca ulaşılmıştır. Bu durum Yeni Zelanda veri tabanı için de kendini tekrar etmiştir [27]. Yapılan kontrollerde ulaşılan 90 adet kaydın elde edildiği istasyonların hiçbirinde istenilen (V_s)₃₀ değeri sağlanamadığından bu veri tabanından da bir sonuç elde edilememiştir.

İtalya'ya ait arşivde sadece 1 adet yüksek ivmeli ve kriterlere uygun ivme kaydı elde edip sete eklenebilmiştir [28]. İstasyon bazlı aramada (V_s)₃₀ değeri 1300-3000m/s girildikten sonra 3 istasyona ait verilere ulaşılmıştır. Fakat bu 3 istasyona ait kayıtlardan sadece 1 tanesinde uygun PGA değeri tespit edilebilmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. İtalya veri tabanından elde edilen tek ivme kaydı [28]

Sıra	Deprem Adı	Dosya Adı	(V _s) ₃₀ (m/s)	Bileşke	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	Uzaklık (km)
1	CENTRAL_ITALY	IV.MI05.HNE.D.20090407.17473.C.ACC	Eurocode A	90	0,592	21,132	1,506	3,6

Tüm bu araştırmalar sonucunda öngördüğümüz ivme kaydı setinin önemli kısmı gerçek deprem kayıtlarından elde edilebilmiştir.

3.3. Ters Evrişim (Deconvolution) ile Elde Edilen Kayıtlar

İvme kaydı seçiminde yaşanan taban kayası özelliğindeki deprem sayısının yetersizliği bazı alternatif çözümlere yönelmeyi gerekli kılmıştır. Bunlardan bir tanesi de ters evrişim tekniğidir. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için deprem kaydınının alındığı istasyonun bulunduğu zemin özelliklerine sahip olunması gerekmektedir. Ters evrişim tekniğini ivme kayıtlarındaki zemin etkisini gidermek ve kaydı zeminin en alt seviyesi olan taban kayasına taşımak olarak özetleyebiliriz.

Ters evrişim tekniği ile ivme kaydı oluşturulması özellikle Türkiye depremlerinin ivme kaydındaki ağırlığının artırılması için arzu edilmiştir. Bu şekilde taban kayası özelliği taşımadığından ivme kaydı setine katılmayan bazı Türkiye depremlerinin dikkate alınması mümkün olmuştur.

Belli bir derinlikteki hareket zemin yüzeyindeki cihazlar tarafından kaydedilir. Bu esnada yüzeye kadar olan tabakaların ve özelliklerinin etkisi transfer fonksiyonu deprem kaydı da çıkış fonksiyonu kabul edilirse geriye dönük hesaplar ile kaydın ilk değeri belirlenebilir [14]. Yer özelliklerini içeren bir fonksiyonu ve yer içi özelliklerini tanımlayan katsayıları elde edilebilirse kayıt bu fonksiyon süzgecinden geçirilerek istenen ana veri elde edilebilir. Bu işleme ters evrişim (deconvolution) denilmektedir.

Ters evrişim işleminde deprem kayıt istasyonunun dinamik zemin özelliklerine ihtiyaç duyulur. Bu özellikler bilindiğinde, çıktı verilerine filtreleme ve ters evrişim işlemi uygulanarak sisteme gelen ilk dalga özellikleri belirlenebilir. Tüm bu işlemler ile ilgili hesaplamalar ProShake 2.0 programı kullanılarak yaptırılmıştır.

Tüm bu işlemleri yapabilmek için sağlıklı kayıt alabilen istasyonların stratigrafileri gereklidir. Bu istasyonların tabakaları ve özellikleri 2004 yılında Dr. Turgay Beyaz'ın yapmış olduğu 'Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye için Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi' adlı doktora tezinden alınmıştır.

LOKASYON 1			Modelde Kullanılan Kayıy Stratigrafisi				
Kıymanın Orijinal Stratigrafisi			Modelde Kullanılan Kayıy Stratigrafisi				
Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tanım	Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tanım	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
0			0				
4		Az çakıllı kum	8		Kum	18,64	296
10		Az kumlu çakıl	10				
11		Çok az kumlu siltli çakıl	20		Çakıl	20,60	824
20			22				
22		Çakıllı siltli ince kum	30		Kum	18,64	615
30			30				
37		Az çakıllı kumlu kil	37		Kil	15,70	333
40		Az kumlu çakıl	40		Çakıl	20,60	824
48			48				
50		Az kumlu çakıl	50		Kum	18,64	650
60			60				
65		Kıyru Tabana (Az çakıllı kum)	65		Kıyru Tabana (Kum)	18,64	750
70			70				
80			80				
90			90				
100			100				

LOKASYON 2			Modelde Kullanılan Kayıy Stratigrafisi				
Kıymanın Orijinal Stratigrafisi			Modelde Kullanılan Kayıy Stratigrafisi				
Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tanım	Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tanım	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
0			0				
4		Az kumlu çakıl	4		Kum	18,64	333
6		Bloklu çakıllı kil kum	6				
10		Kil kum	10		Kum	18,64	536
20			20				
22		Bloklu kumlu çakıl	22		Çakıl	20,60	667
30		Çakıllı kumlu silt	30		Silt	16,7	520
36		Kil çakıllı in kum	36				
38		Çakıllı kil kum	40				
40		Çakıllı kil kum	40		Kum	18,64	1071
42		Çakıllı kil kum	42				
48		Çakıllı siltli kum	50				
50			50				
52		Kil kum	52		Kum	18,64	471
58		Kumlu çakıl	58				
60			60		Çakıl	20,60	571
65			65				
70		Kil çakıllı kum	70		Kum	18,64	875
72		Kayaç katman	70		Kıyru Tabana (Ana Kaya)	25,51	1500
72		Kıyru Tabana (Ana Kaya)	72				
80			80				
90			90				
100			100				

Şekil 3.1. Örnek lokasyonlar [14]

Tez içeriğinde Şekil 3.1’de görüldüğü gibi zemin özellikleri hem tabaka kalınlığı hem de tabaka cinsi açıkça görülmektedir. Bunun yanında birim hacim ağırlığı ve V_s (kayma dalgası hızı) değeri de elimizde olduğundan ters evrişim işlemi yapmak mümkün olmaktadır.

Tez içerisinde bu şekilde toplam 56 adet stratigrafi bulunmaktadır. Bunların arasından lokasyon no 6, 19 ve 30 kullanılmıştır, Bu lokasyonların kullanılmasının sebebi öngörülen taban kayası V_s değerine sondaj sonunda ulaşmış olması ve bu istasyonlarda uygun kayıtların bulunmasıdır.

LOKASYON 6								
Kuyunun Orjinal Stratigrafisi				Modelde Kullanılan Kuyu Stratigrafisi				
Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tanım		Derinlik (m)	Stratigrafisi	Tanım	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
0		Kumlu kil		0		Kil	15,70	200
-2		Çakıllı kumlu kil						
-5		Killi çakıllı kum		-5		Kum	18,64	700
-10				-10				
-12		Bloklu çakıl		-12		Çakıl	20,60	500
-14		Killi çakıl						
-17		Kil		-17		Kil	15,70	750
-20		Killi çakıl		-20		Çakıl	20,60	211
-24				-24				
		Çakıllı kumlu kil				Kil	15,70	643
-30				-30				
-33		Bloklu killi çakıl		-33				
-37		Killi çakıl				Çakıl	20,60	750
-40		Kumlu çakıl		-40				
-41								
-45		Bloklu çakıl						
-50				-50				
-51		Ana Kaya		-51		Ana Kaya	25,51	1500
-60				-60				
-70				-70				
-80				-80				
-90				-90				
-100				-100				

Şekil 3.2. Kullanılan lokasyonlar (lokasyon 6) [14]

LOKASYON 19							
Kuyunun Orjinal Stratigrafisi			Modelde Kullanılan Kuyu Stratigrafisi				
Derinlik (m)	Stratigrafi	Tanım	Derinlik (m)	Stratigrafi	Tanım	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
0		Çakıllı kumlu kil	0		Kil	15,70	667
-10		Çakıllı kum	-8		Kum	18,64	857
-20		Çakıllı kumlu kil	-14		Kil	15,70	1111
-30			-20		Kil	15,70	455
-40		Kumlu kil	-24				
-50		Çakıllı kumlu kil	-30		Kil	15,70	833
-60		Kumlu çakıllı kil	-34				
-70		Çakıllı kumlu kil	-40		Kil	15,70	769
-80		Çakıllı kumlu kil	-44				
-90		Killi kumlu çakıl	-50		Kil	15,70	1000
-96		Çakıl boyutu kayaç kırntısı	-54				
-100		Kuyu tabanı (Kaya)	-60		Kil	15,70	1000
			-64				
			-70		Kil	15,70	1000
			-74				
			-80		Kil	15,70	769
			-84		Kuyu tabanı (Kaya)	25,51	1200
			-90				
			-100				

Şekil 3.3. Kullanılan lokasyonlar (lokasyon 19) [14]

LOKASYON 30							
Kuyunun Orjinal Stratigrafisi			Modelde Kullanılan Kuyu Stratigrafisi				
Derinlik (m)	Stratigrafi	Tanım	Derinlik (m)	Stratigrafi	Tanım	γ (kN/m ³)	V_s (m/s)
0		Çakıllı kil	0		Kil	15,70	364
-10		Çakıllı killi kum	-8		Kum	18,64	125
			-10				
-20		Çakıllı kumlu kil	-14		Kil	15,70	520
			-20				
-30		Çakıllı killi kum	-27		Kum	18,64	350
			-30				
		Kum ve çakıl boyutu kısıntı	-34		Çakıl	20,60	600
			-40				
-40		Kuyu tabanı (Kaya)	-40		Kuyu tabanı (Kaya)	25,51	1000
-50			-50				
-60			-60				
-70			-70				
-80			-80				
-90			-90				
-100			-100				


Şekil 3.4. Kullanılan lokasyonlar (lokasyon 30) [14]

Şekil 3.5'te ProShake programında lokasyon 6'nın tabakalanması görülmektedir. Aynı stratigrafiyle uyumlu olarak 8 tabakadan oluşmaktadır ve ilgili tüm parametreleri şekilde girilmiştir.

Şekil 3.6'da ise bu lokasyona tanımlanan 6 adet ivme kaydı görülmektedir. Kayda ait temel parametreler de program tarafından otomatik olarak yazılmaktadır. Sağdaki 'object motion plots' kısmından da kayda ait istenen spektrum ya da grafik çizdirilebilmektedir.

Ters evrişim için en sol alta 'object motion location' en üst tabaka numarası girilecektir. Bunun sebebi elimizdeki deprem kaydının en üst seviyede kaydedilmiş olmasıdır. Yazılım yardımıyla bu ivme kaydının en alt tabakadaki hali elde edilebilmektedir.

Şekil 3.7'de ise orijinal kaydın PGA değeri 0,023 iken ters evrişim sonucunda bu değerin 0,016 ya düştüğü görülmektedir. Tüm bu işlemler sonucunda artık elimizde taban kayası özelliğinde yeni depremler bulunmaktadır ve böylelikle ivme kaydı seti özellikle de Türkiye depremleri açısından daha da zenginleştirilmiştir.

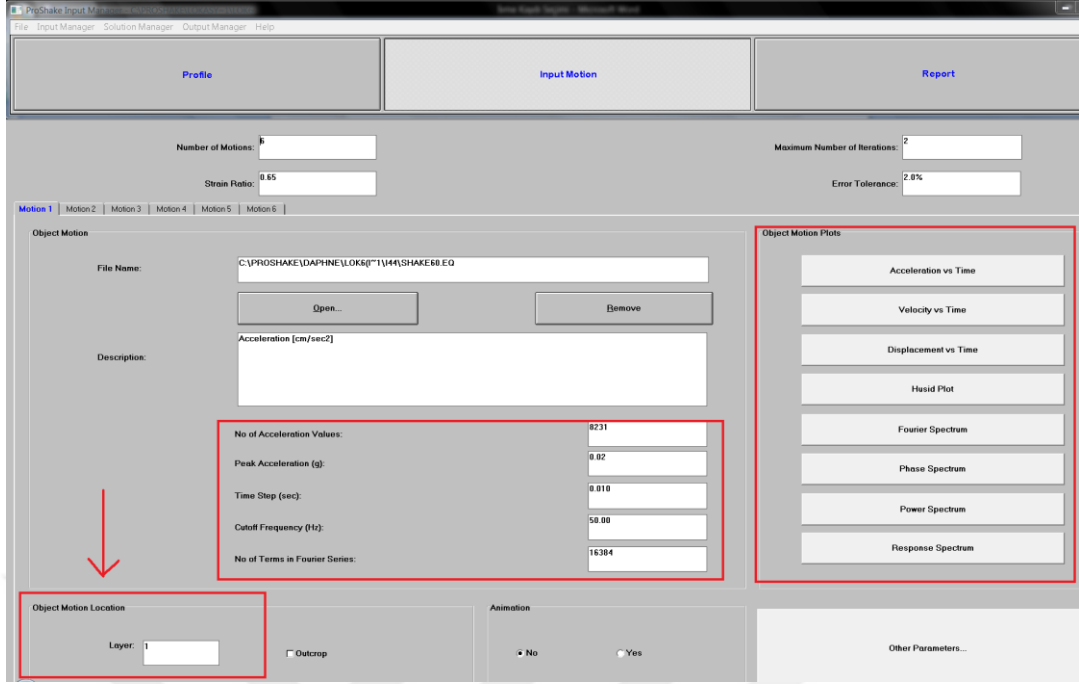


The screenshot shows the ProShake Input Manager software interface. The main window displays a stratigraphic profile for 'lokasyon 6'. The profile is defined by 8 layers. The 'Summary Data' table is as follows:

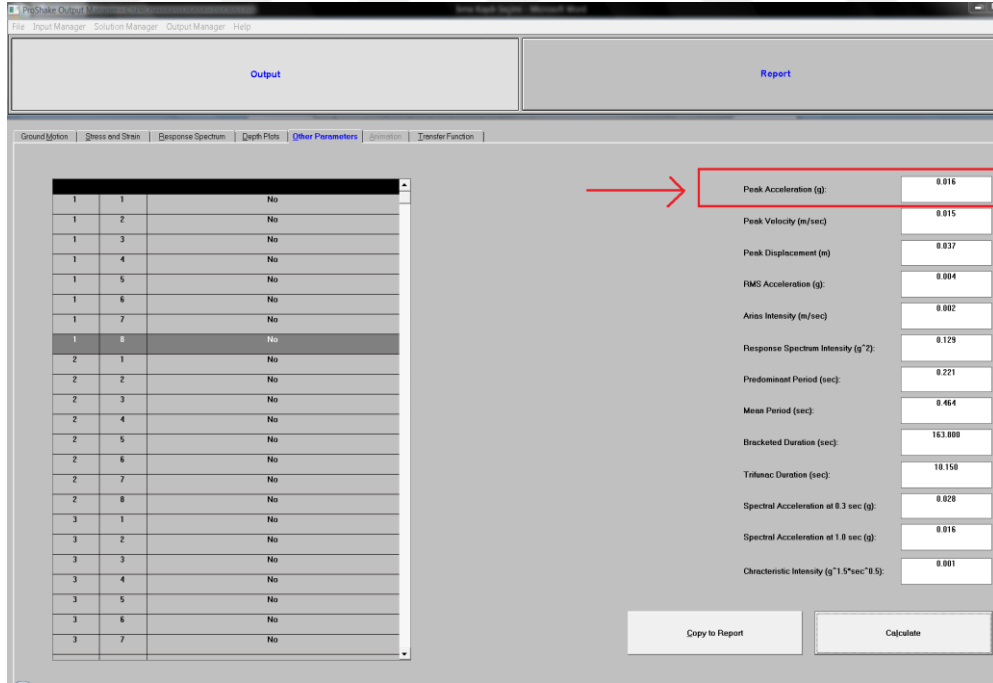
Layer No.	Soil Type	Thickness (ft)	Thickness (m)	Unit Weight (pcf)	Unit Weight (kN/m³)	Shear Modulus (ksi)	Shear Modulus (MPa)
1	clay	16.4	4.9	122.8	19.2	0.0001	0.0001
2	sand	23.0	7.0	114.7	18.3	0.0004	0.0004
3	gravel	16.4	5.0	109.7	17.4	0.0004	0.0004
4	clay	5.0	1.5	100.7	16.0	0.0004	0.0004
5	gravel	13.1	4.0	105.2	16.7	0.0004	0.0004
6	clay	29.5	9.0	130.4	20.9	0.0004	0.0004
7	gravel	5.1	1.5	140.7	22.6	0.0004	0.0004
8	bedrock	infinite	162.4	122.8	19.2	402.1	27.8

The interface also includes fields for 'Profile Title' (lokasyon 6), 'No. of Layers' (8), and 'Depth to Water Table' (ft and m). At the bottom, there are buttons for 'Select Output', 'Units' (U.S. and S.I.), and 'View Profile'.

Şekil 3.5. ProShake programında girilen profilin tabaka özellikleri [29]



Şekil 3.6. ProShake programında girilen ivme kaydı ve özellikleri [29]



Şekil 3.7. Ters evrişim sonucu girilen kaydın PGA değerinin aşağı tabakadaki azalımı [29]

3.4. Ölçeklenmiş Kayıtlar

Ters evrişim tekniği ivme kaydı setini zenginleştirmiş olsa da öngörülen kayıt sayısına ulaşamadığından bazı depremlerin ölçekleyerek kullanılması düşünülmüştür. Bu işlem yapılırken dikkat edilmesi gereken en önemli unsur ölçekleme işlemi yapılırken kullanılacak olan değerin (ölçek) eldeki kaydın karakteristiğini bozmayacak bir seviyede olmasıdır. Bu şekilde kullanılan ivme kayıtları ile gerçekçi sonuçlardan uzaklaşılması ihtimali ortaya çıkmaktadır.

Literatürde zaman tanım alanında doğrusal ölçekleme gibi ivme kayıtlarını ölçekleme teknikleri mevcuttur. Bu yöntemde ivme kaydı belirlenen sabit bir katsayı ile çarpılır ve aşağı veya yukarı doğru istenen hedef spektrumuna yaklaştırılır. Bu yöntemde ivme kayıtlarının frekans içerikleri bir değişikliğe uğramamaktadır. Zaman tanım alanında ölçekleme tekniğinde tasarım spektrumu ile eldeki ivme spektrumu arasındaki farkın azaltılması amacıyla en küçük kareler kullanılmaktadır [30].

Bu çalışmada ölçekleme işlemi ivme kaydındaki ivme değerlerinin sabit bir değerle çarpılarak kayıt setinde ihtiyaç duyulan PGA değerlerine ulaştırılması şeklinde yapılmıştır.

Benzer çalışmada maksimum ivme değeri 0,25-4,00 dışında bir katsayı ile ölçeklendiğinde kayıtların spektral davranışlarının belirsiz olduğu gözlemlenmiştir [31].

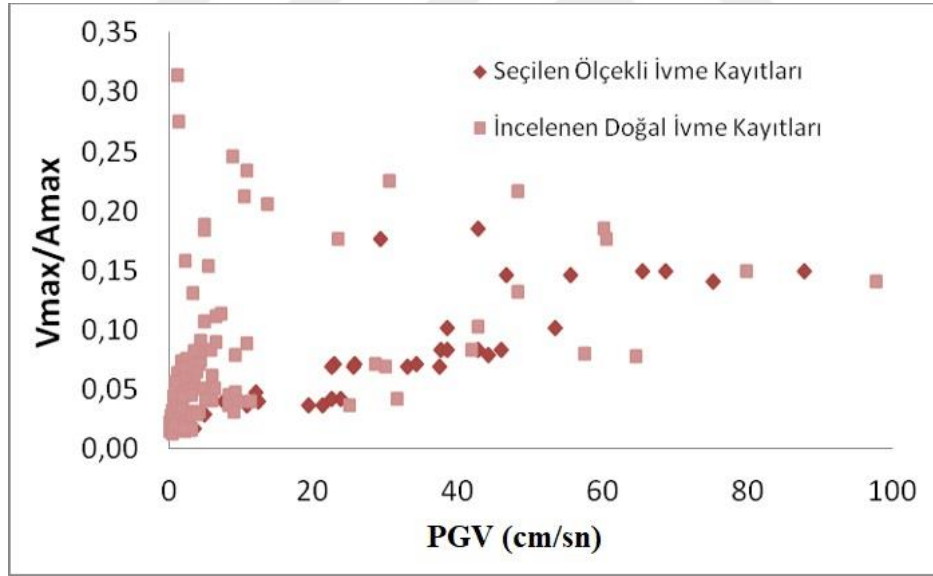
Gerçek deprem kayıtları üzerinde yapılacak ölçekleme işleminin belirli limitleri aşmaması farklı çalışmalarda önerilmektedir. Doğrusal analizlerde en fazla 4 kabul edilirken; doğrusal olmayan analizlerde ölçek katsayısının 0,5-2 aralığında olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca sıvılaşma işlemleri için bu katsayının 2 den fazla olmaması önerilmektedir [32, 33, 34].

Tüm bu sonuçlara bakıldığında uygun bir ölçek aralığı tespit edilmesi gerekmektedir. Mevcut kayıtların V_{max}/A_{max} , ortalama periyot ve predominant periyot gibi değerlerinin belli oranda korunarak ölçeklenmesi depremin frekans içeriği-genlik ilişkisini bozmadan daha doğru sonuçlara ulaşma açısından önemli görülmektedir.

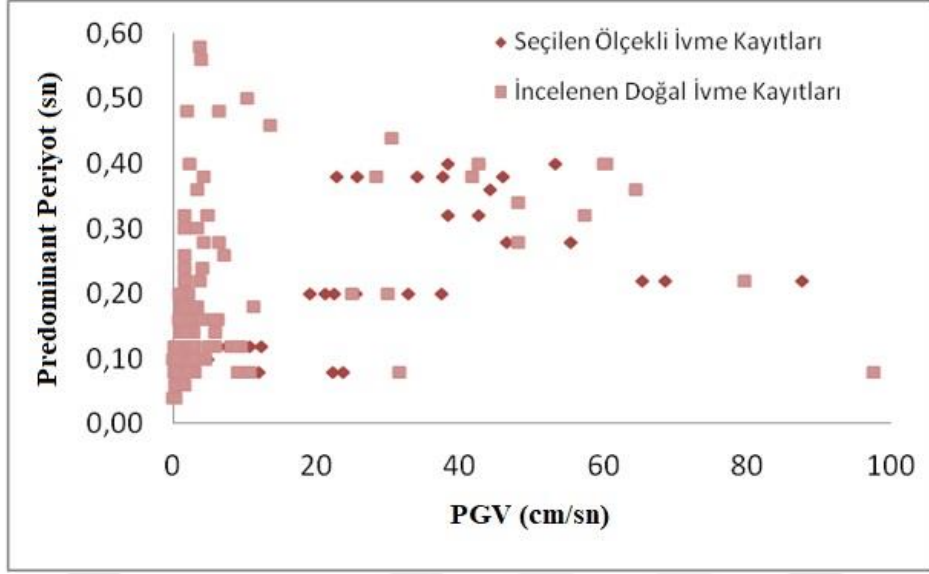
Frekans içeriği-genlik ilişkisinin bozulmaması amacıyla mevcut literatürden çok daha dar bir aralık olarak maksimum ölçek değerinin 1,3 ve minimum ölçek değerinin ise 0,7 olarak alınması uygun görülmüştür.

şekil 3.8, 3.9 ve 3.10'da çalışma kapsamında incelenen doğal ve ivme setinde kullanılan ölçekli depremler için genlik (PGV) ve farklı frekans içeriği parametreleri ilişkileri verilmiştir. Bu ilişkiler incelendiğinde ölçekli depremlerin doğal depremlerden ayırması (farklı bir noktada toplanma, tüm doğal depremlerin altında, üstünde, ileri veya gerisinde yoğunlaşma, vb.) gibi bir görüntünün oluşmadığı görülmektedir. Bu durum ölçekleme ile ivme kayıtlarının frekans-genlik ilişkisinin bozulmadığını göstermektedir.

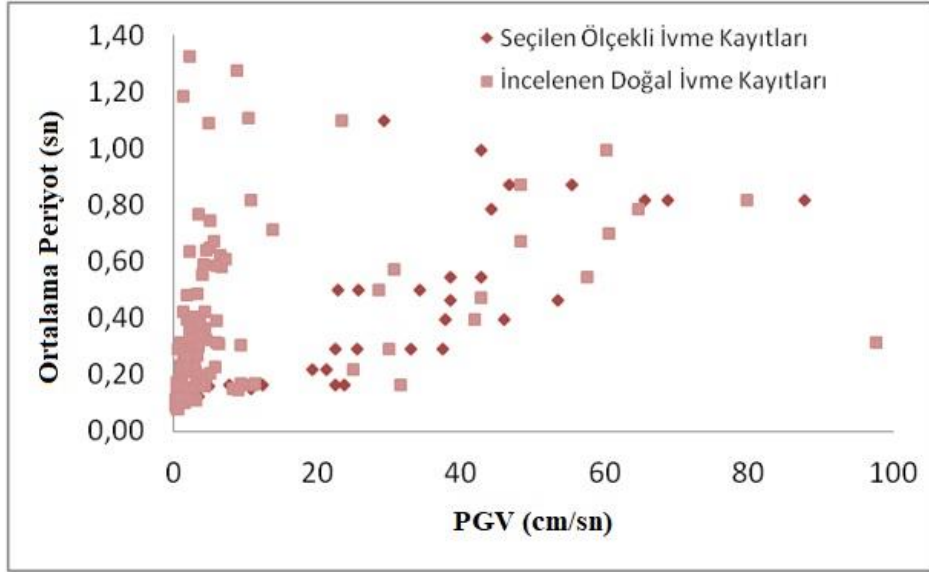
Genlik parametresi olarak PGV'nin kullanılma nedeni literatürde bu parametrenin diğer ivme kaydı parametreleri ile korelasyonu en yüksek parametre olarak gösterilmesidir [35, 36].



şekil 3.8. Tüm doğal ve ölçeklenmiş kayıtların arasındaki PGV-Vmax/Amax ilişkisi



Şekil 3.9. Eldeki tüm doğal ve ölçeklenmiş kayıtların arasındaki PGV- Predominant Periyot ilişkisi



Şekil 3.10. Eldeki tüm doğal ve ölçeklenmiş kayıtların arasındaki PGV- ortalama periyot ilişkisi

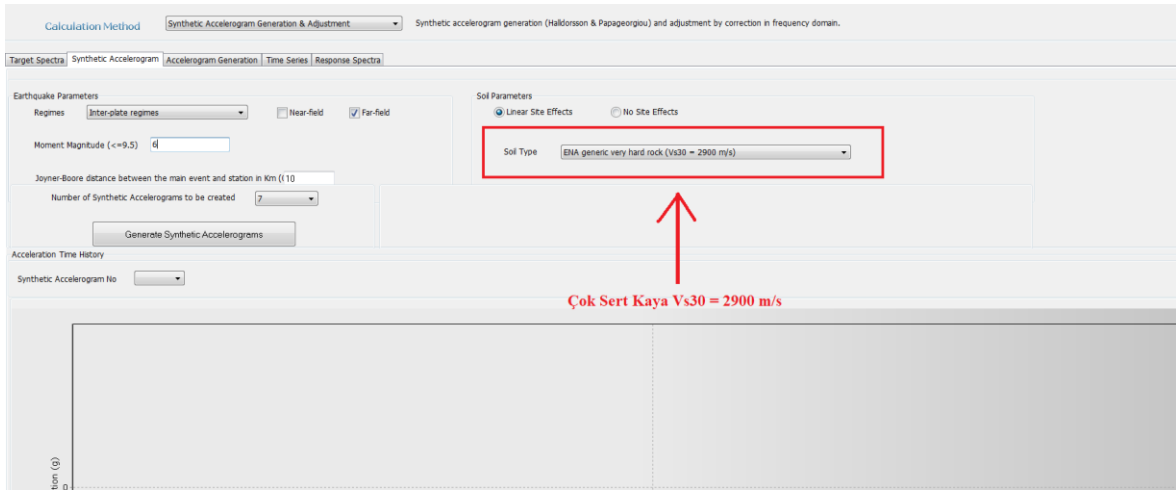
Çizelge 3.5. İvme kaydı setinde kullanılan ölçeklenmiş ivme kayıtları

Sıra	Grup No	PGA Aralık (g)	Deprem Adı	Dosya Adı	(V _s) ₃₀ (m/s)	Ölçek	Bileşke	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGD (cm)	Uzaklık (km)
1	GRUP 3	0,1-0,15	Shikoku2	EHHM010104252340EW2	2000,00	0,90	90	0,142	2,320	0,274	36,50
2	GRUP 4	0,15-0,2	Chi-Chi Taiwan	CHICHI\HWA003-N.AT2	1525,85	1,25	0	0,168	29,105	8,348	80,53
3			Hollister-03	HOLLISTR\A-G01247.AT2	1428,14	1,25	247	0,174	4,804	0,253	11,09
4			Western Tottori6	OKYH080010061330EW2	1400,00	0,80	0	0,190	7,526	2,773	43,50
5	GRUP 5	0,2-0,25	Shikoku2	EHHM010104252340EW2	2000,00	1,30	90	0,210	3,351	0,395	36,50
6			LOK30I1455NS	55NS	1000,00	0,85	0	0,235	42,604	35,282	
7	GRUP 6	0,25-0,3	Western Tottori4	OKYH070010061330NS2	1400,00	1,30	0	0,253	11,903	5,181	29,50
8			Western Tottori8	OKYH080010061330NS2	1400,00	1,30	90	0,299	10,705	2,527	43,50
9	GRUP 7	0,3-0,35	Western Tottori6	OKYH080010061330EW2	1400,00	1,30	0	0,315	12,229	4,506	43,50
10			LOK30 I14 55 EW	55 EW	1000,00	1,10	90	0,324	46,473	16,133	
11			Northridge-01	NORTHR\PAC265.AT2	2016,13	0,80	265	0,328	22,730	4,826	20,36
12			Loma Prieta	LOMAP\G01000.AT2	1428,14	0,75	0	0,331	22,399	5,271	28,64
13	GRUP 8	0,35-0,4	Northridge-01	NORTHR\PAC265.AT2	2016,13	0,90	265	0,370	25,572	5,429	20,36
14			Loma Prieta	LOMAP\G01000.AT2	1428,14	0,85	0	0,375	25,403	5,974	28,64
15			Northridge-01	NORTHR\PAC175.AT2	2016,13	0,90	175	0,382	38,336	5,252	20,36
16			LOK30 I14 55 EW	55 EW	1000,00	1,30	90	0,386	55,325	19,206	
17	GRUP 9	0,4-0,45	LOK30 I14 53 EW	53EW	1000,00	0,82	90	0,448	65,333	52,142	
18	GRUP 10	0,45-0,5	Loma Prieta	LOMAP\G01090.AT2	1428,14	0,90	90	0,463	37,562	6,492	28,64
19			LOK30 I14 53 EW	53EW	1000,00	0,86	90	0,470	68,520	54,685	
20			LOK 30 I22 293 NS	293 NS	1000,00	0,70	90	0,473	38,309	11,574	
21			Loma Prieta	LOMAP\G01000.AT2	1428,14	1,10	0	0,485	32,853	7,731	28,64
22			Northridge-01	NORTHR\PAC265.AT2	2016,13	1,20	265	0,492	34,096	7,239	28,64
23	GRUP 11	0,5-0,55	LOK 30 I22 293 NS	293 NS	1000,00	0,78	90	0,526	42,565	12,860	
24			Northridge-01	NORTHR\PAC175.AT2	2016,13	1,25	175	0,531	53,245	7,295	20,36
25			CENTRAL_ITALY	IV.MI05.HNE.D.20090407.174737.C.ACC	Eurocode A	0,77	90	0,537	19,143	1,365	3,60
26			Landers	LANDERS\LCN260.AT2	1369,00	0,77	260	0,546	75,119	54,290	44,02
27			Landers	LANDERS\LCN345.AT2	1369,00	0,71	345	0,549	22,332	11,246	44,02
28	GRUP 12	0,55-0,6	Loma Prieta	LOMAP\G01000.AT2	1428,14	1,25	0	0,551	37,332	8,785	28,64
29			Loma Prieta	LOMAP\G01090.AT2	1428,14	1,10	90	0,565	45,908	7,934	28,64
30			LOK30 I22 293 EW	293 EW	1000,00	0,72	90	0,573	44,083	9,943	
31			Landers	LANDERS\LCN345.AT2	1369,00	0,75	345	0,580	23,623	11,896	44,02
32			CENTRAL_ITALY	IV.MI05.HNE.D.20090407.174737.C.ACC	Eurocode A	0,85	90	0,592	21,132	1,506	3,60
33			LOK30 I14 53 EW	53EW	1000,00	1,10	90	0,600	87,641	69,946	

3.5. Sentetik Kayıtlar

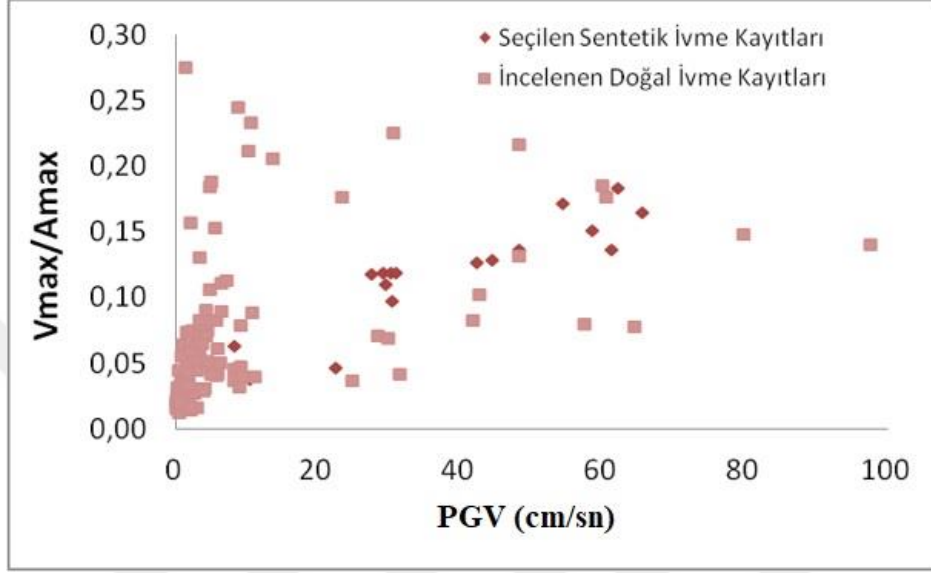
İvme kaydı seti, doğal, ölçeklenmiş ve ters evrişim tekniği ile elde edilen ivme kayıtları kullanılarak belli bir zenginliğe ulaşsa da yalnız bu yöntemler ile istenilen seviyede ivme kaydı oluşturulması mümkün olmamıştır. Bunun sebebi gerçek deprem kayıtlarının ve ters evrişim tekniği ile üretilen kayıtların oldukça az olmasıdır. Ölçekleme yönteminin de çokça kullanılmasıyla set içinde aynı özellikli depremler baskın olabileceğinden sete sentetik kayıt eklenmesi gerekli olmuştur.

Sentetik kayıtlar üretilirken elde edilen depremlerin doğal depremlere uygun olmasına önem verilmiştir. Tezde dikkate alınan taban kayası özelliğindeki depremleri üretebilmek ilk dikkat edilmesi gereken hususlardan biridir. Bu amaçla çalışma için SeismoArtif programının kullanılması yazılıma taban kayası özelliği girilebildiğinden uygun görülmüştür [37]. Şekil 3.11’de görüldüğü üzere programda çok sert kaya değeri girilerek ivme kaydı üretilebilmektedir. Bunun dışında spesifik bir magnitüd değeri tanımlanabilmektedir.

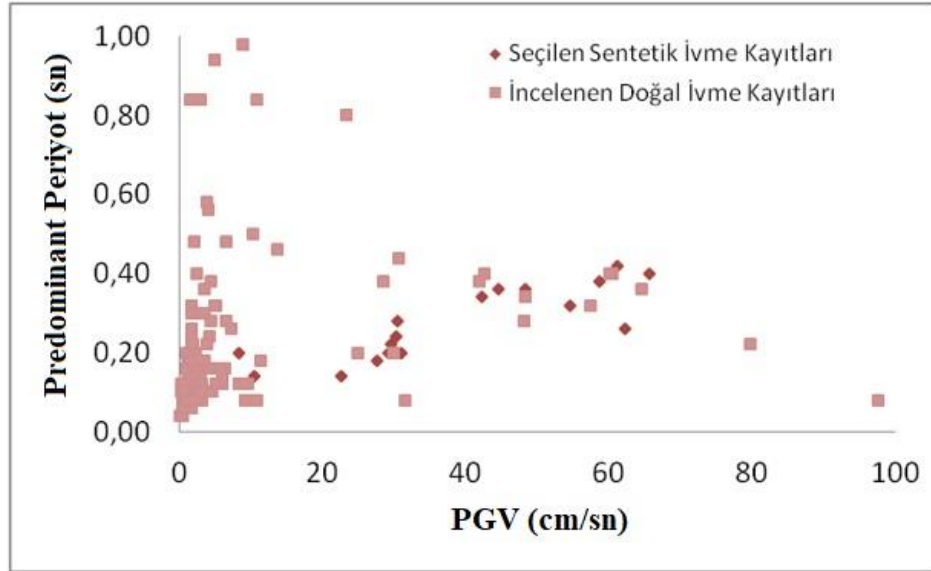


Şekil 3.11. SeismoArtif programında taban kayası özelliği seçeneği [37]

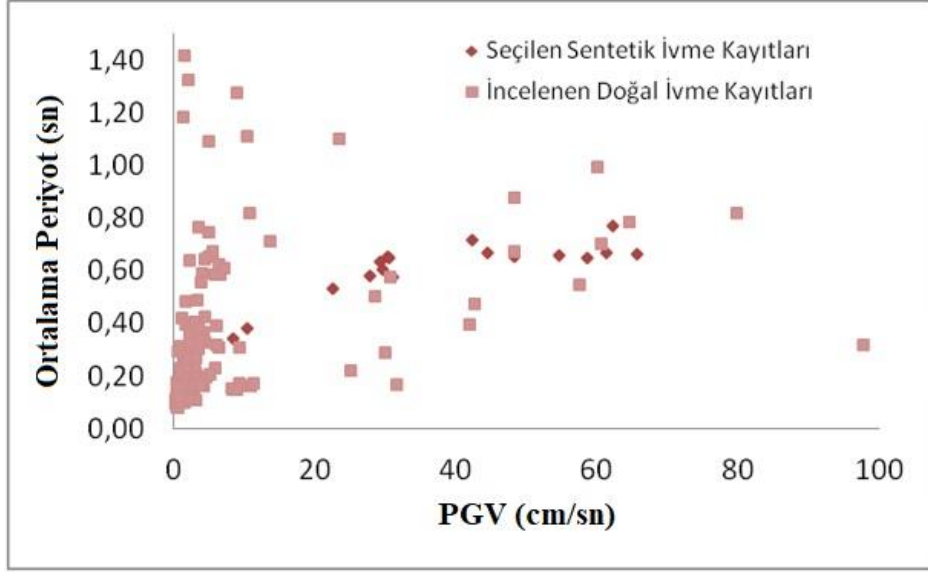
Tüm bu çalışmalar sonrasında ise üretilen sentetik kayıtların doğal kayıtlarla olan uyumu PGV-Vmax/Amax, PGV-Tp, PGV-Tm bazında grafiksel olarak incelenmiştir. Deneme yanılma yoluyla çok sayıda farklı frekans içeriğinde ivme kaydı üretilmiş, doğal kayıtlardan uzaklaşanlar elenmiştir.



Şekil 3.12. Eldeki tüm doğal ve sentetik kayıtların arasındaki PGV-Vmax/Amax ilişkisi



Şekil 3.13. Eldeki tüm doğal ve sentetik kayıtların arasındaki PGV- predominant periyot ilişkisi



Şekil 3.14. Eldeki tüm doğal ve sentetik kayıtların arasındaki PGV- ortalama periyot ilişkisi

3.6. Elde Edilen İvme Kaydı Seti

Farklı dört yöntemle oluşturulmuş olan ivme kaydı seti çalışmaları sonucunda 84 adet deprem kaydına sahip bir set elde edilmiştir (Çizelge 3.6). Bu kapsamda ivme kayıtlarının hem taban kayası tanımına uygun hem de farklı genlik ve frekans içeriğine sahip kayıtlar olduğu düşünülmektedir. Öncelik Türkiye depremlerine ve gerçek deprem kayıtlarına verilmiş daha sonra ters evrişim, ölçekleme, sentetik kayıt üretme teknikleri kullanılarak set son haline getirilmiştir.

Her bir grup içinde fay tipi, deprem özellikleri, frekans içeriği, ivme kaydı üretim yolu (doğal, ters evrişim, sentetik, ölçekli) açılarından farklı özellik ve dağılımda ivme kaydı bulunmasına özen gösterilmiştir. Ülkemiz ve Dünya'nın kalanında istenilen özellikte kaydedilmiş doğal ivme kaydı sayısının son derece az olması sebebiyle ivme kaydı setinin oluşturulması oldukça zaman alıcı ve büyük çaba gerektiren bir işlem olmuştur.

Türkiye depremlerinin sayısının artırılması amacıyla Türkiye için ters evrişim ile üretilen bazı depremlerin ölçeklenmesi yoluna da gidilmiştir. İvme kaydı setinde ilgili eksikliğin giderilmesi için elde kalan son yol sentetik ivme kaydı üretimidir. İvme kaydının tamamen sentetik olmasından ise ters evrişim ve ölçekleme yoluyla elde edilmesi tercih edilmiştir.

Çizelge 3.6. İlk 3 grup ivme kaydı seti bilgileri

Sıra	Grup No	PGA Aralık	Deprem Adı	(V _s) ₃₀ (m/s)	Bileşke	PGA (g)	PGV (cm/s)	Fay Tipi	Ölçek	Tip
1	GRUP 1	0,00-0,05	Tottori, Japan	2100	0	0,005	1,392	Strike-Slip	1,00	Orijinal
2			14219360	1464	90	0,011	0,213	Strike-Slip	1,00	Orijinal
3			LOK6I4460NS	1500	0	0,016	1,155	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
4			LOK30I1447NS	1000	0	0,024	1,066	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
5			Chuetsu-oki	1433	90	0,026	0,713	Reverse	1,00	Orijinal
6			Artificial 5	2900		0,036	0,925		1,00	Sentetik
7			Niigata, Japan	1433	90	0,047	1,408	Reverse	1,00	Orijinal
8			Chi-Chi, Taiwan	1526	90	0,050	10,270	Reverse-Oblique	1,00	Orijinal
9	GRUP 2	0,05-0,1	LOK6I463NS	1500	0	0,052	3,412	NORMAL	1,00	Ters Evrişim
10			Artificial 9	2900		0,057	1,709		1,00	Sentetik
11			Iwate	1433	0	0,060	2,930	Reverse	1,00	Orijinal
12			Niigata, Japan	1433	0	0,062	1,455	Reverse	1,00	Orijinal
13			LOK30I163NS	1000	0	0,074	1,163	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
14			Iwate	1433	90	0,085	2,571	Reverse	1,00	Orijinal
15			Coyote Lake	1428	230	0,089	4,456	Strike-Slip	1,00	Orijinal
16			Morgan Hill	1428	320	0,098	2,806	Strike-Slip	1,00	Orijinal
17	GRUP 3	0,1-0,15	Hollister-03	1428	157	0,101	2,660	Strike-Slip	1,00	Orijinal
18			LOK19I6120EW	1200	90	0,107	23,649	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
19			Coyote Lake	1428	320	0,118	9,159	Strike-Slip	1,00	Orijinal
20			LOK30I2223EW	1000	90	0,123	2,030	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
21			Chi-Chi, Taiwan	1526	0	0,135	23,284	Reverse-Oblique	1,00	Orijinal
22			Artificial 22	2900		0,132	8,220		1,00	Sentetik
23			Hollister-03	1428	247	0,139	3,843	Strike-Slip	1,00	Orijinal
24			Shikoku2	2000	90	0,142	2,320		0,90	Ölçekli

Çizelge 3.6. İkinci 3 grup ivme kaydı seti bilgileri (Devamı)

25	GRUP 4	0,15-0,2	Artificial 25	2900		0,153	10,328		1,00	Sentetik
26			Shikoku2	2000	90	0,161	2,578		1,00	Orijinal
27			Chi-Chi, Taiwan	1526	0	0,168	29,105	Reverse-Oblique	1,25	Ölçekli
28			Hollister-03	1428	247	0,174	4,804	Strike-Slip	1,25	Ölçekli
29			Western Tottori12	1600	0	0,181	8,168	Unknown	1,00	Orijinal
30			LOK19I6120NS	1200	0	0,184	38,998	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
31			Western Tottori6	1400	0	0,190	7,526		0,80	Ölçekli
32			LOK30I2230EW	1000	90	0,194	3,093	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
33			GRUP 5	0,2-0,25	Artificial 33	2900		0,203	22,456	
34	Shikoku2	2000			90	0,210	3,351		1,30	Ölçekli
35	LOK30I2230NS	1000			0	0,218	3,371	Strike-Slip	1,00	Ters Evrişim
36	Western Tottori8	1400			90	0,232	8,235		1,00	Orijinal
37	LOK30I1455NS	1000			0	0,235	42,604	Strike-Slip	0,85	Ters Evrişim-Ölçekli
38	Artificial 38	2900				0,240	27,581		1,00	Sentetik
39	Artificial 39	2900				0,249	29,037		1,00	Sentetik
40	GRUP 6	0,25-0,3	Western Tottori4	1400	0	0,253	11,903		1,30	Ölçekli
41			Artificial 41	2900		0,260	30,213		1,00	Sentetik
42			Artificial 42	2900		0,264	30,858		1,00	Sentetik
43			Artificial 43	2900		0,273	29,512		1,00	Sentetik
44			Western Tottori16	2200	0	0,289	11,181		1,00	Orijinal
45			Western Tottori10	1600	90	0,290	8,886		1,00	Orijinal
46			Western Tottori8	1400	90	0,299	10,705		1,30	Ölçekli

Çizelge 3.6. Üçüncü 3 grup ivme kaydı seti bilgileri (Devamı)

47	GRUP 7	0,3-0,35	Western Tottori6	1400	0	0,315	12,229		1,30	Ölçekli
48			Artificial 49	2900		0,319	30,352		1,00	Sentetik
49			LOK30 I14 55 EW	1000	90	0,324	46,473	Strike-Slip	1,10	Ters Evrişim-Ölçekli
50			Northridge-01	2016	265	0,328	22,730	Reverse	0,80	Ölçekli
51			Loma Prieta	1428	0	0,331	22,399	Reverse-Oblique	0,75	Ölçekli
52			Artificial 52	2900		0,339	42,184		1,00	Sentetik
53			Artificial 53	2900		0,346	62,140		1,00	Sentetik
54			GRUP 8	0,35-0,4	Artificial 54	2900		0,352	44,406	
55	Artificial 55	2900				0,361	48,213		1,00	Sentetik
56	Northridge-01	2016			265	0,370	25,572	Reverse	0,90	Ölçekli
57	Loma Prieta	1428			0	0,375	25,403	Reverse-Oblique	0,85	Ölçekli
58	Northridge-01	2016			175	0,382	38,336	Reverse	0,90	Ölçekli
59	LOK30 I14 55 EW	1000			90	0,386	55,325	Strike-Slip	1,30	Ters Evrişim-Ölçekli
60	Artificial 60	2900				0,394	58,504		1,00	Sentetik
61	GRUP 9	0,4-0,45			Artificial 61	2900		0,405	65,569	
62			Northridge-01	2016	265	0,410	28,413	Reverse	1,00	Orijinal
63			Artificial 62	2900		0,412	75,806		1,00	Orijinal
64			Northridge-01	2016	175	0,425	42,596	Reverse	1,00	Orijinal
65			Loma Prieta	1428	0	0,441	29,866	Reverse-Oblique	1,00	Orijinal
66			LOK30 I14 53 EW	1000	90	0,448	65,333	Strike-Slip	0,82	Ters Evrişim-Ölçekli

Çizelge 3.6. Son 3 grup ivme kaydı seti bilgileri (Devamı)

67	GRUP 10	0,45-0,5	Artificial 63	2900		0,456	61,113		1,00	Sentetik
68			Loma Prieta	1428	90	0,463	37,562	Reverse-Oblique	0,90	Ölçekli
69			LOK30 I14 53 EW	1000	90	0,470	68,520	Strike-Slip	0,86	Ters Evrişim-Ölçekli
70			LOK 30 I22 293 NS	1000	90	0,473	38,309	Strike-Slip	0,70	Ters Evrişim-Ölçekli
71			Loma Prieta	1428	0	0,485	32,853	Reverse-Oblique	1,10	Ölçekli
72			Northridge-01	2016	265	0,492	34,096	Reverse-Oblique	1,20	Ölçekli
73	GRUP 11	0,5-0,55	Loma Prieta	1428	90	0,516	41,830	Reverse-Oblique	1,00	Orijinal
74			LOK 30 I22 293 NS	1000	90	0,526	42,565	Strike-Slip	0,78	Ters Evrişim-Ölçekli
75			Northridge-01	2016	175	0,531	53,245	Reverse	1,25	Ölçekli
76			CENTRAL_ITALY	Eurocode A	90	0,537	19,143	NORMAL	0,77	Ölçekli
77			Landers	1369	260	0,546	75,119	Strike-Slip	0,77	Ölçekli
78			Landers	1369	345	0,549	22,332	Strike-Slip	0,71	Ölçekli
79	GRUP 12	0,55-0,6	Loma Prieta	1428	0	0,551	37,332	Reverse-Oblique	1,25	Ölçekli
80			Loma Prieta	1428	90	0,565	45,908	Reverse-Oblique	1,10	Ölçekli
81			LOK30 I22 293 EW	1000	90	0,573	44,083	Strike-Slip	0,72	Ters Evrişim-Ölçekli
82			Landers	1369	345	0,580	23,623	Strike-Slip	0,75	Ölçekli
83			CENTRAL_ITALY	Eurocode A	90	0,592	21,132	NORMAL	0,85	Ölçekli
84			LOK30 I14 53 E	1000	90	0,600	87,641	Strike-Slip	1,10	Ölçekli

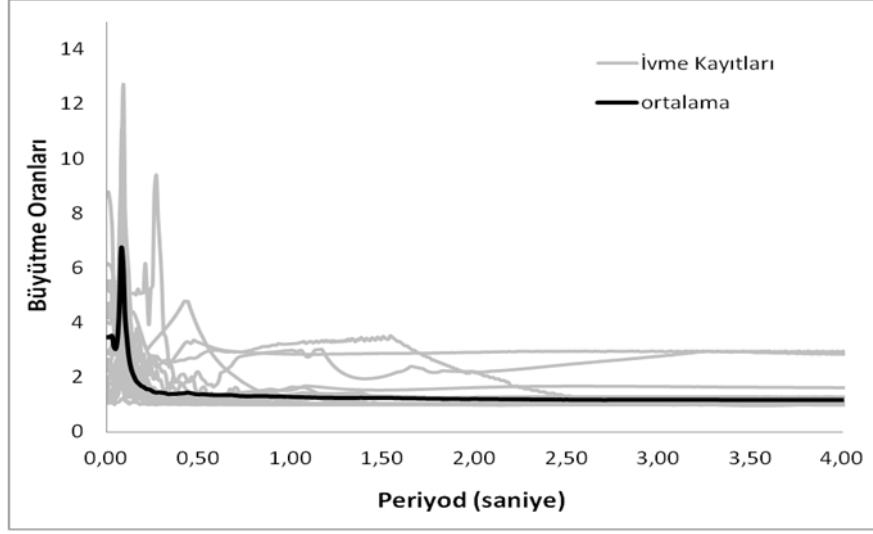
4. İVME KAYDININ ZEMİN ÖZELLİKLERİ İLE DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Bu kısımda; zemin büyütmesi, farklı zemin grupları için çıktı ivme kaydı ve spektrumları ProShake 2.0 yazılımı kullanılarak hesaplanmış ve zemin özellikleri ile büyütme arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

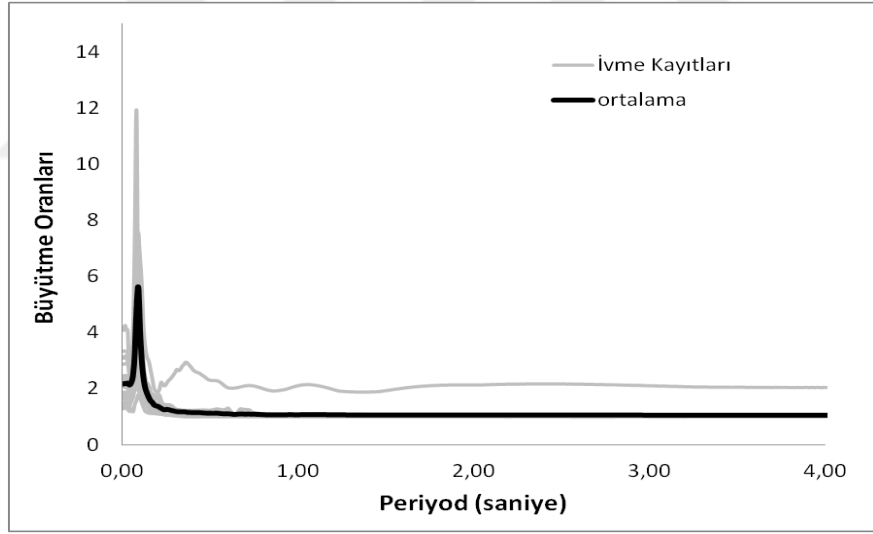
4.1. Örnek Zemin Analizi

Tamamlanan analizler ile ilgili olarak bir zemin için örnek sonuçlar Şekil 4.1-4.4 arasında verilmiştir. Örnek analiz sonuçları verilen zemin Z21 nolu zemindir. Diğer zeminler de benzer davranışa sahiptir. Bu zemin için 84 ivme kaydından her biri ve ortalaması için; Büyütme Oranları (İlgili periyot için çıktı/girdi spektral ivme oranları) 0-0.2 g PGA değerine sahip ivme kayıtları için Şekil 4.1, 0.2-0.4 g için Şekil 4.2 ve 0.4-0.6 g için Şekil 4.3'te verilmiştir. Analizlerde 0 -10 sn arası değerler elde edilmiş olmasına rağmen grafik değerleri değişimin nispeten daha yüksek olduğu ve mühendislik yapılarının büyük kısmını etkileyen ilk 4 sn için verilmiştir.

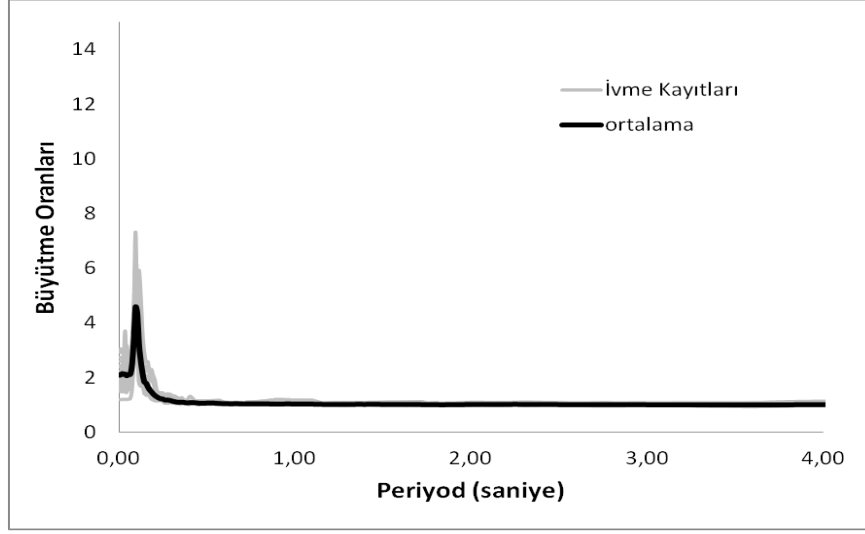
İvme kaydı genliğinin artışı ile büyütme oranlarının beklendiği gibi daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 4.4). Daha büyük PGA değerlerine sahip 0.4-0.6 PGA grubunun yüksek periyot değerlerinde daha yüksek büyütme oranlarına sahip olması bu ivme kayıtlarının daha büyük periyotlu dalgalar açısından daha zengin olmasına yorulabilir.



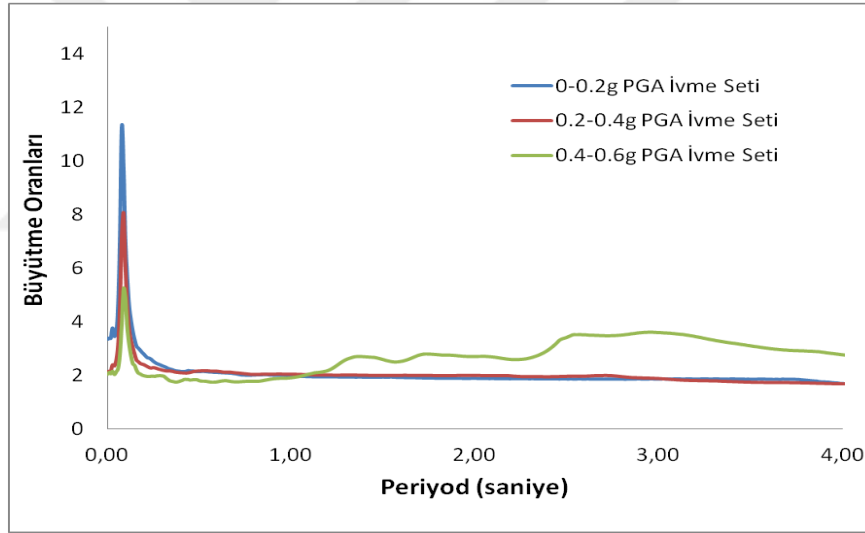
Şekil 4.1. 0-0.2g PGA aralığındaki ivme kayıtlarının Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi



Şekil 4.2. 0.2-0.4g PGA aralığındaki ivme kayıtlarının Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi



Şekil 4.3. 0.4-0.6g PGA aralığındaki ivme kayıtlarının Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi



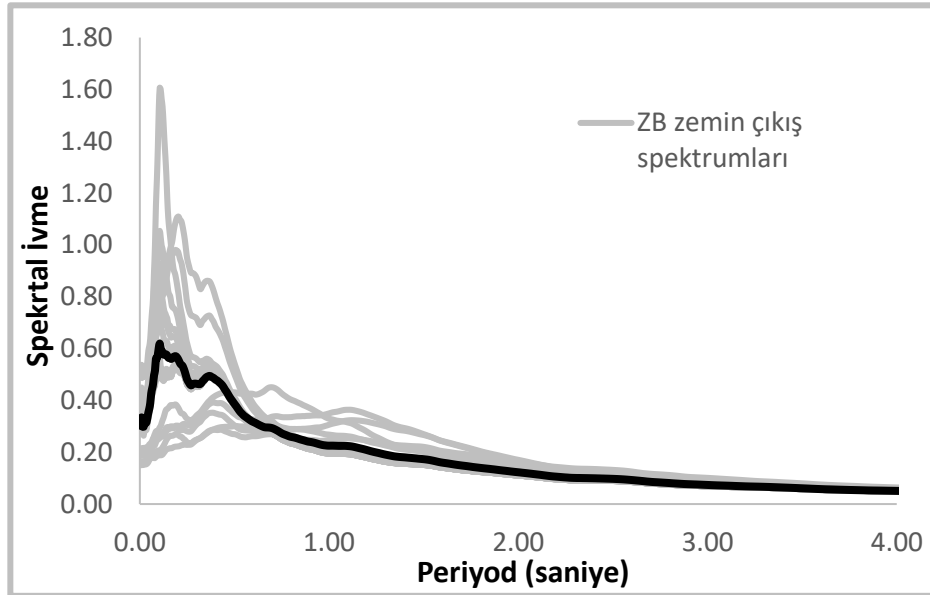
Şekil 4.4. 3 farklı PGA aralığındaki ivme setlerinin Z21 için büyütme oranı-periyod ilişkisi ortalamaları

Şekiller incelendiğinde küçük depremler için büyütme oranlarının daha fazla olduğu ve hemen tüm ivme kayıtları için en büyük amplifikasyonun 0.08 sn civarında gerçekleştiği görülmektedir. Bu zeminin üst tabaka V_s değerinin 760 m/s olduğu ve zemin kalınlığının 15 m olduğu görülmektedir. Genel olarak kullanılan formülasyona göre zemin periyot değerinin $4H/V_s$ olduğu hatırlanırsa zemin periyodunun 0.079 sn olduğu görülmektedir. Analiz sonuçlarının bu değer ile örtüştüğü görülmektedir.

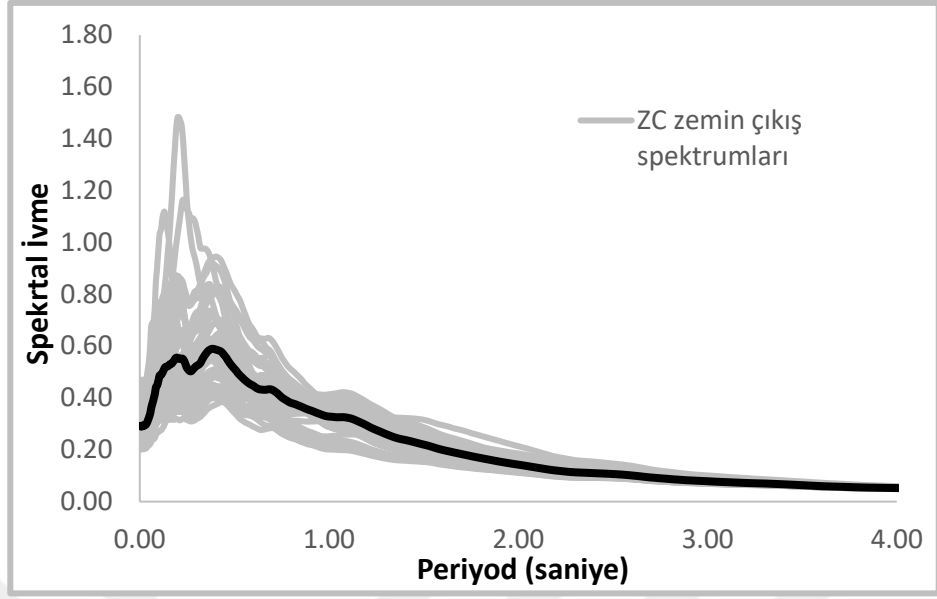
4.2. Çıktı Zemin İvme Spektrumları ve Büyütme Oranları

Tez kapsamında yapılan sekiz bini aşkın analiz sonucunda elde edilen çıktı spektrumlarına ait grafikler aşağıda verilmiştir (Şekil 4.5-4.9). Her zemin grubunda farklı zemin profilleri ve bunlara ait yüzlerce ivme kaydı bulunduğu için, her ivme kaydının tek tek verilmesi durumunda grafiğin anlaşılabilir bir hal alacağı öngörülmüştür. Bazı grafikler 800 den fazla ivme kaydının verisini ihtiva etmektedir. Bu sebeple, grafiklerde her bir ivme kaydı sonucu değil, ivme kayıtlarının her zeminde ortalama değerini gösteren çizgiler gri ve bunlara ait ortalama ise koyu siyah olarak verilmiştir. Spektrum analiz sonuçları 10 sn periyot değerine kadar elde edilmiş olsa da, grafiklerde daha anlaşılır olması bakımından ilk 4 sn gösterilmiştir.

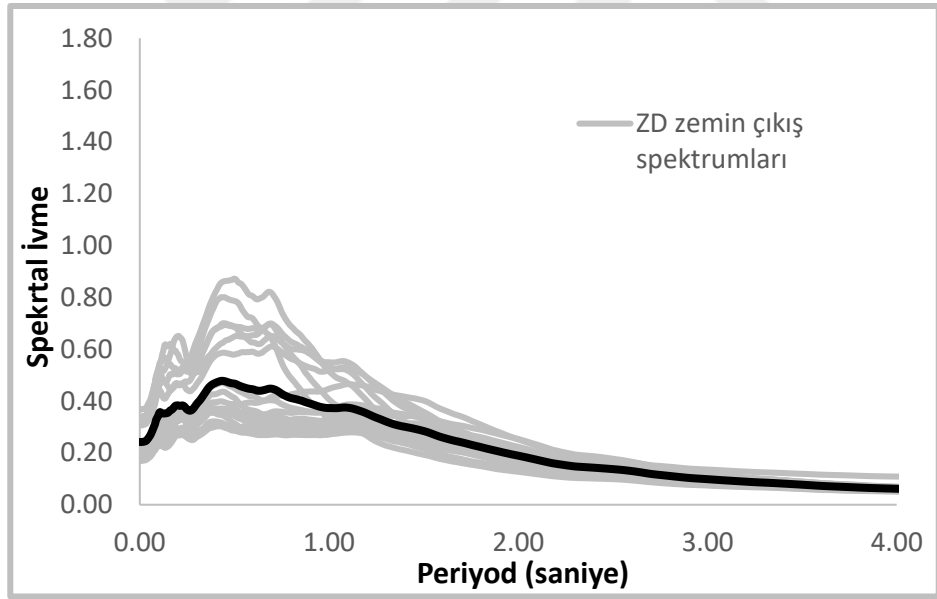
TBDY 2018'e göre ZA grubu ilk 30 m kayma dalga hızı 1500 m/s'den yüksek olan kaya zeminleri içermektedir. Bu zeminler taban kayası tanımına yakın olduğundan bunlar ivme kayıtlarının kendisine karşılık gelmektedir. Bu sebeple analiz sonuçlarında ZA grubu zeminlere yer verilmemiştir.



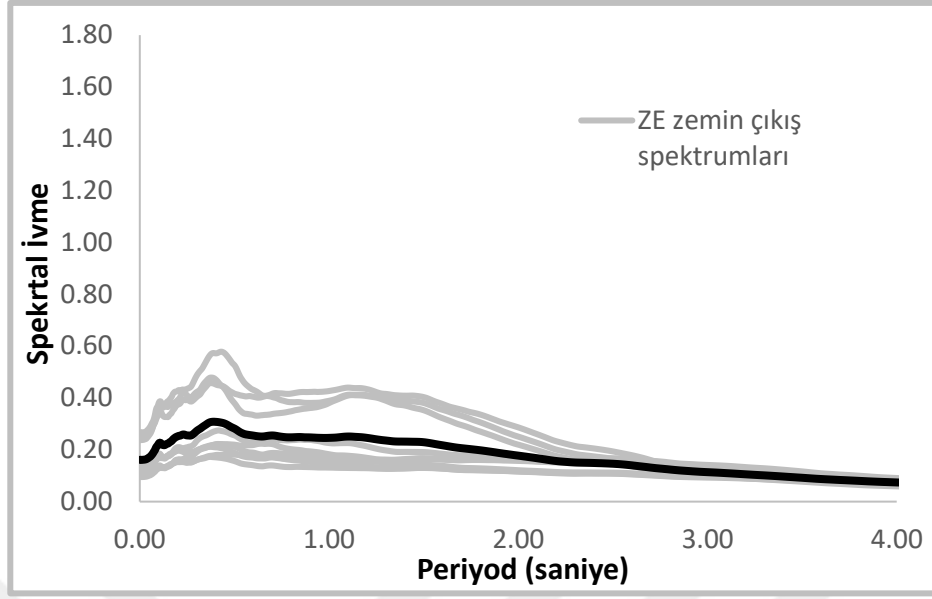
Şekil 4.5. B grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu



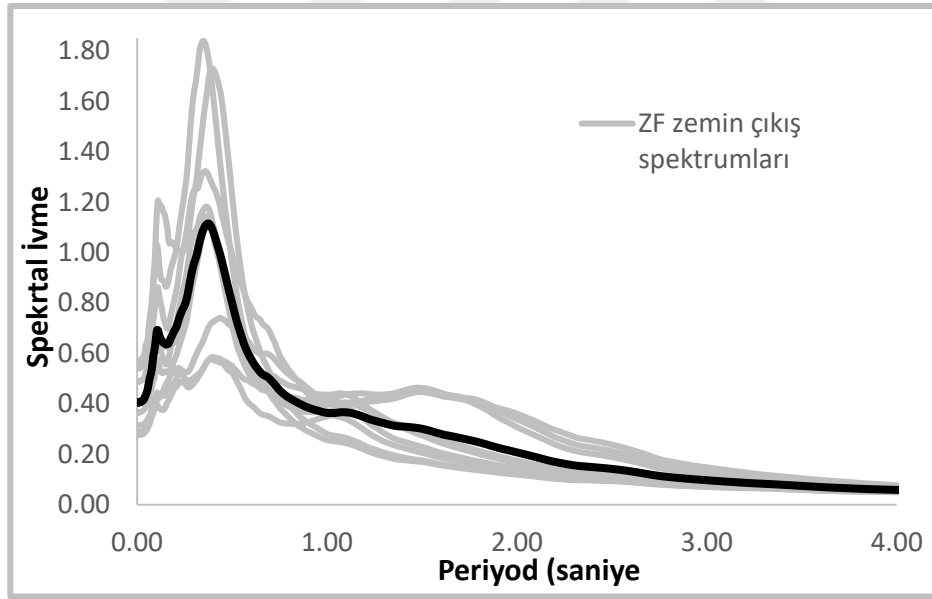
Şekil 4.6. C grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu



Şekil 4.7. D grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu

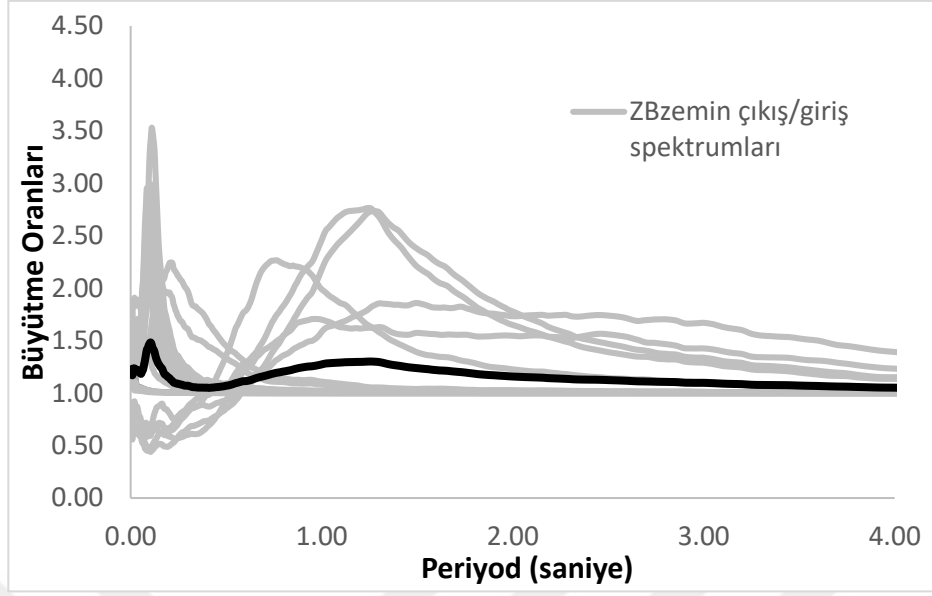


Şekil 4.8. E grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu

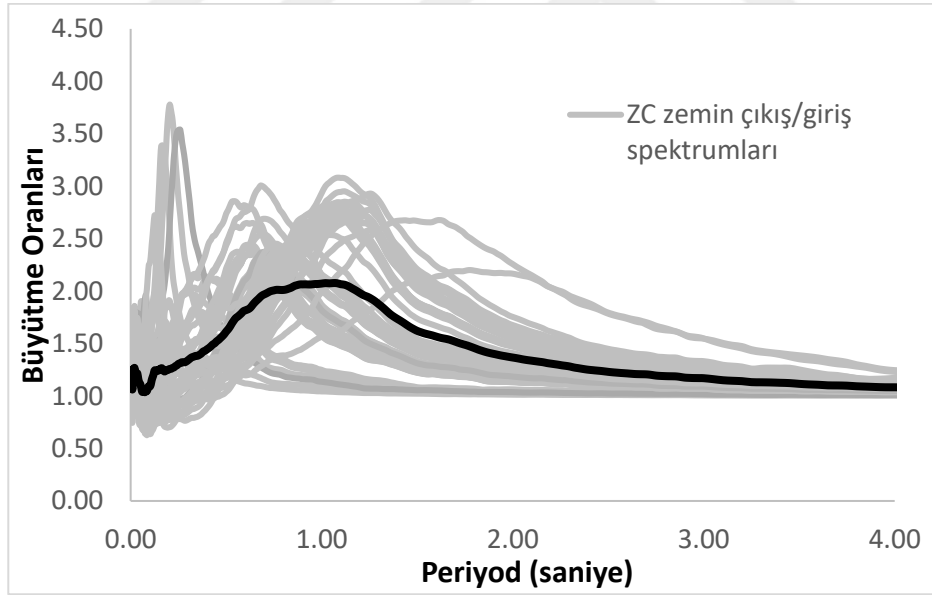


Şekil 4.9. F grubu zeminler için elde edilen çıktı ivme spektrumu

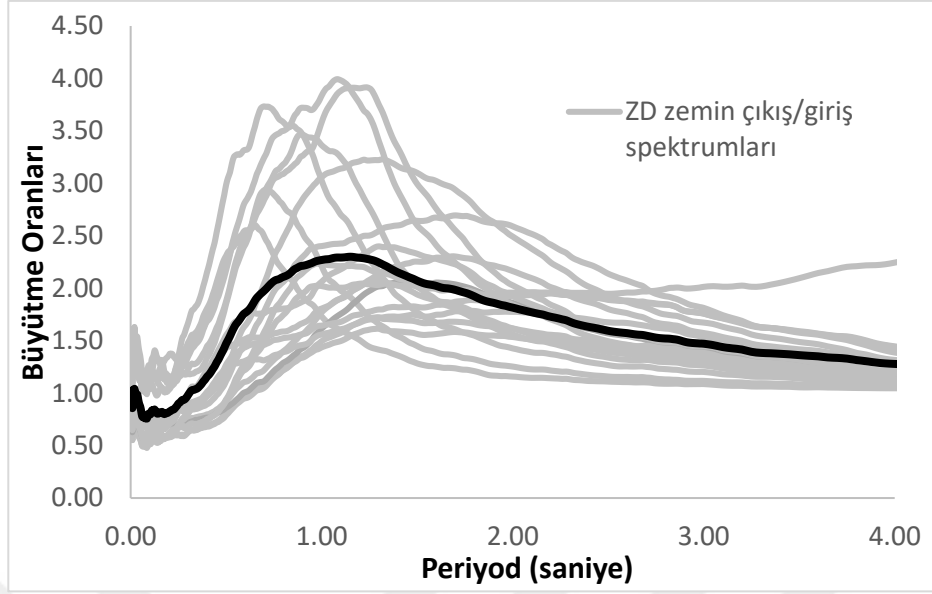
Şekil 4.10-4.14'te analiz sonucu elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri) verilmiştir.



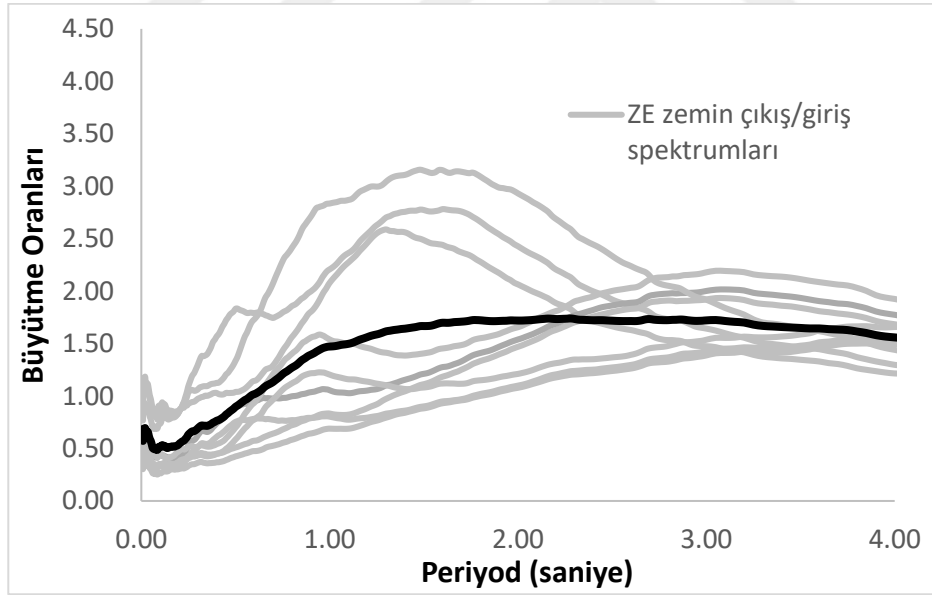
Şekil 4.10. B grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



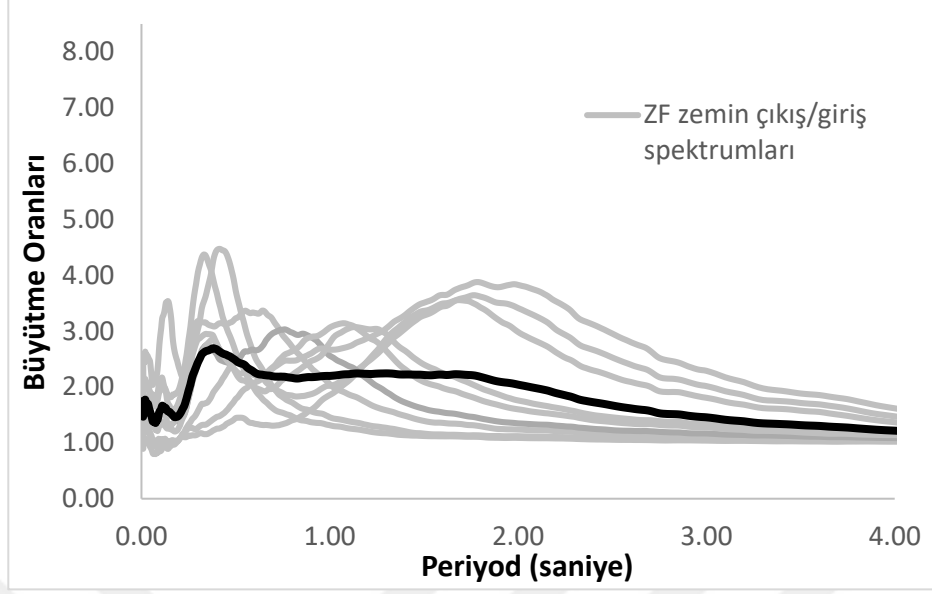
Şekil 4.11. C grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



Şekil 4.12. D grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)

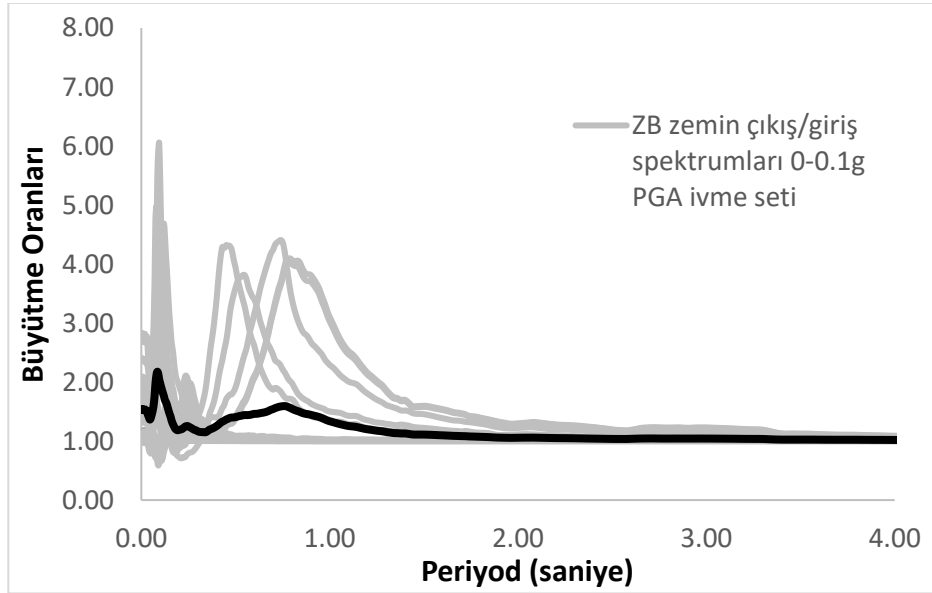


Şekil 4.13. E grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)

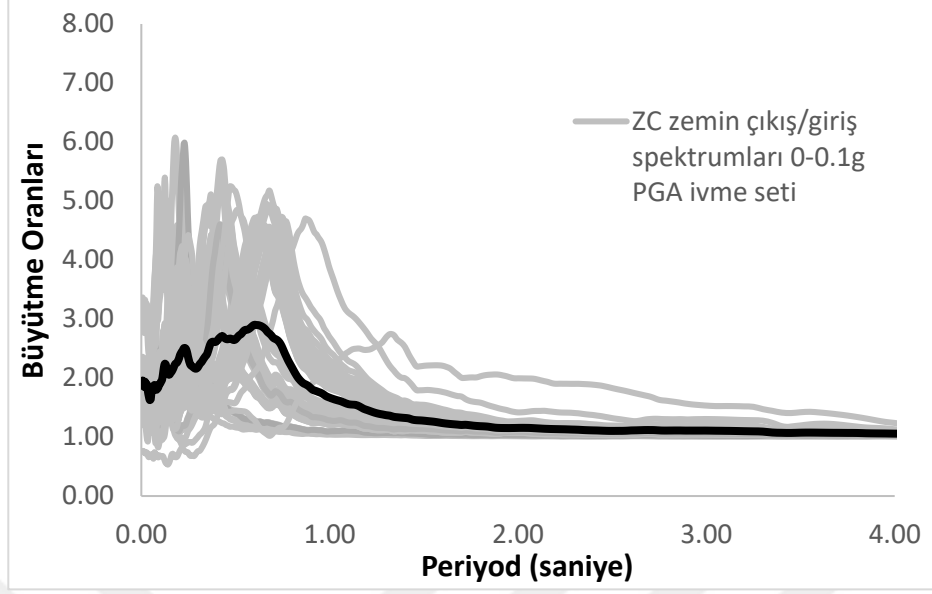


Şekil 4.14. F grubu zeminler için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)

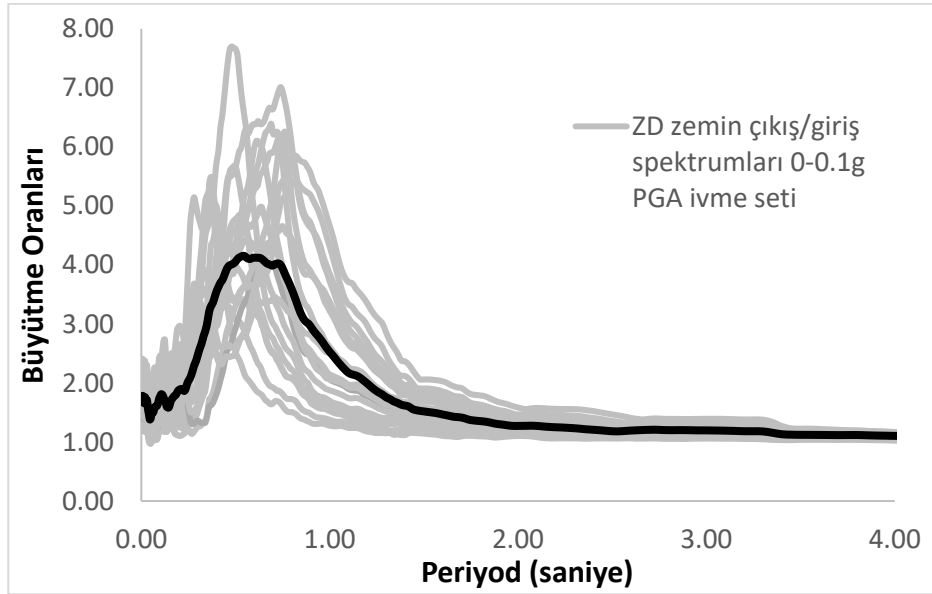
Şekil 4.15-4.34'te analiz sonucu elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri) depremler PGA değerleri olarak 0-0.1g, 0.1-0.2g, 0.2-0.4g ve 0.4-0.6g gruplarına ve farklı zemin türlerine ayrılarak verilmiştir.



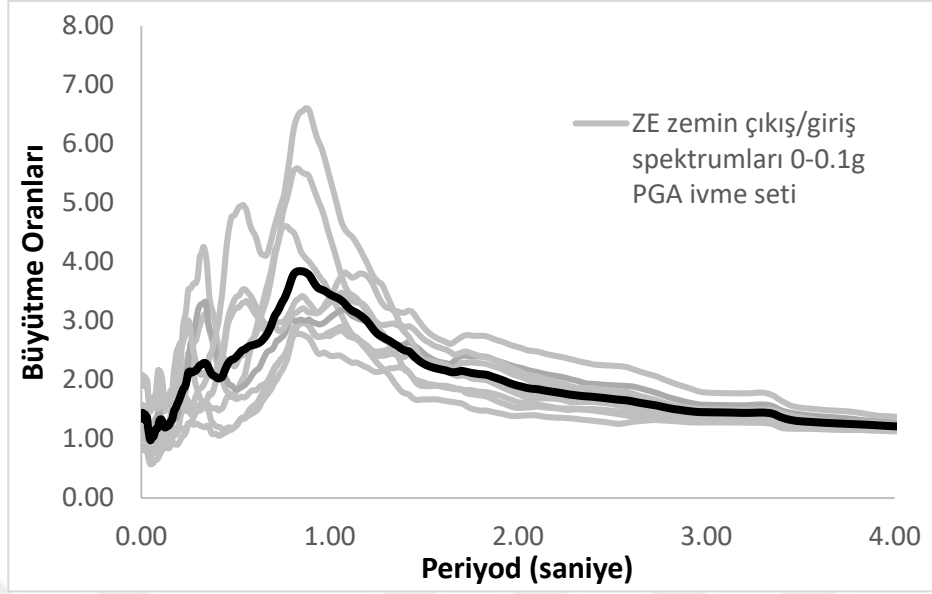
Şekil 4.15. B grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



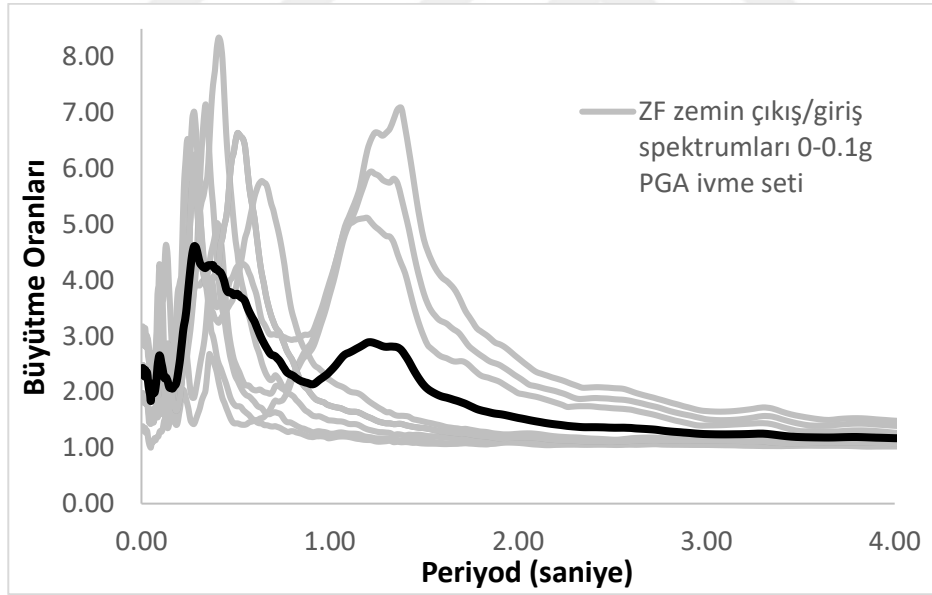
Şekil 4.16. C grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



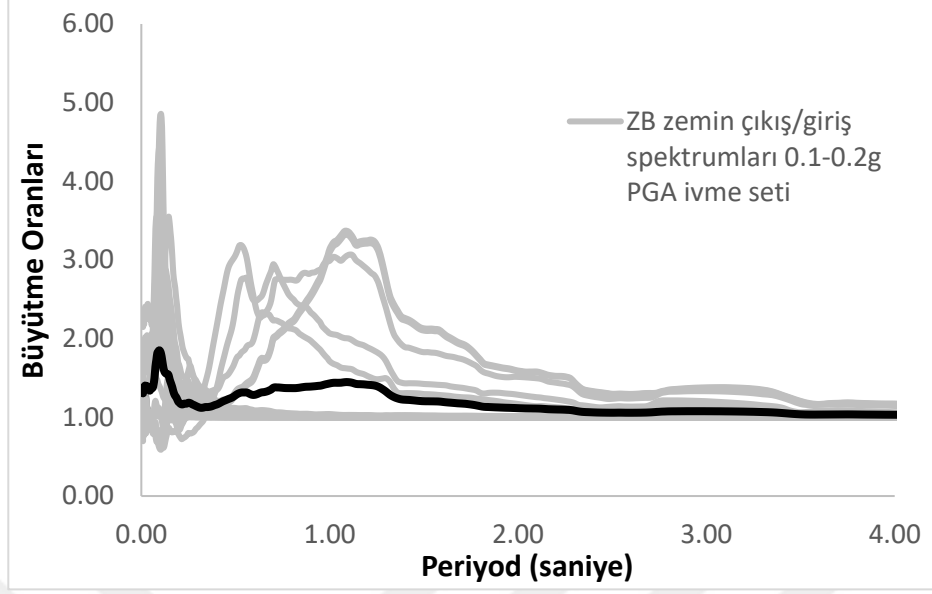
Şekil 4.17. D grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



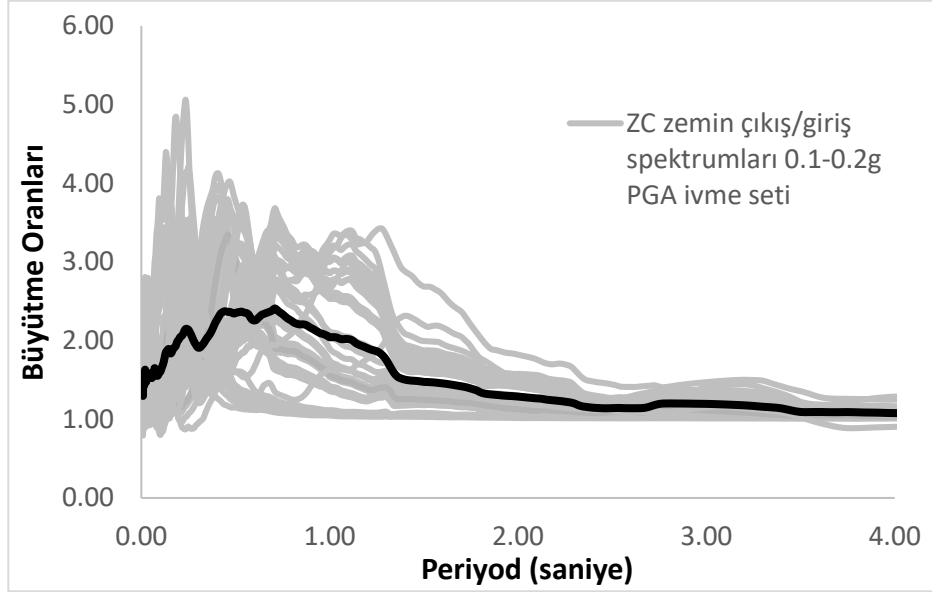
Şekil 4.18. E grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



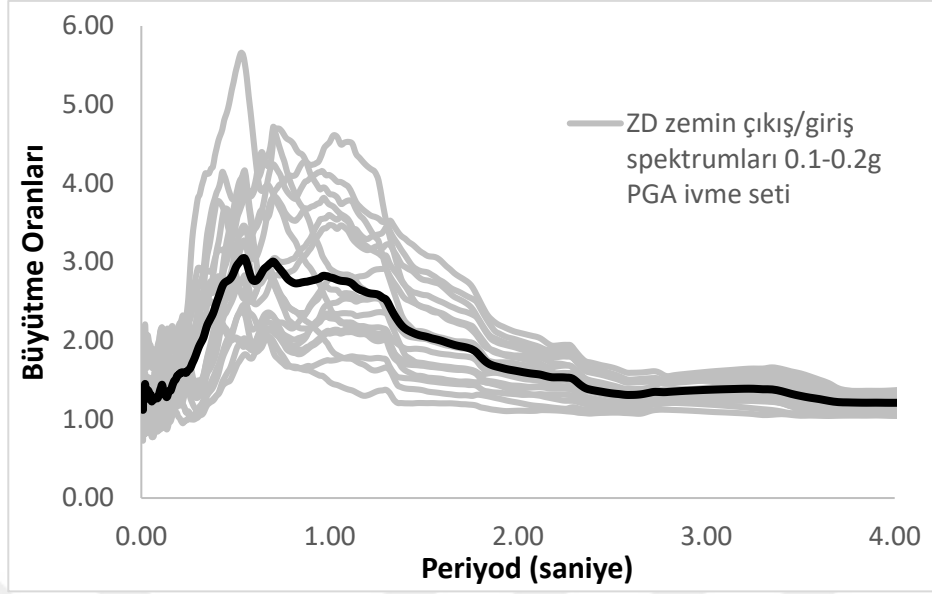
Şekil 4.19. F grubu zeminler ve 0-0.1g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



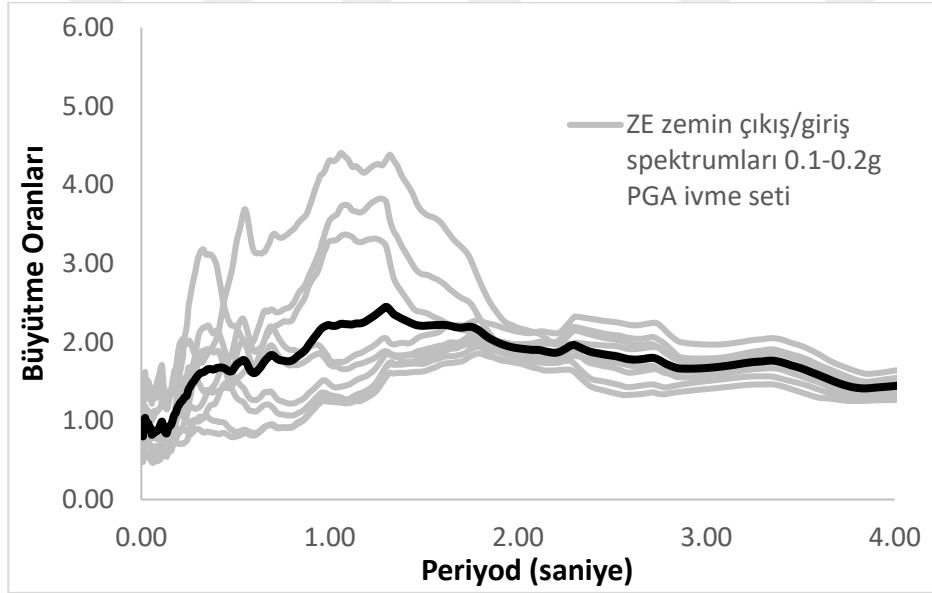
Şekil 4.20. B grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



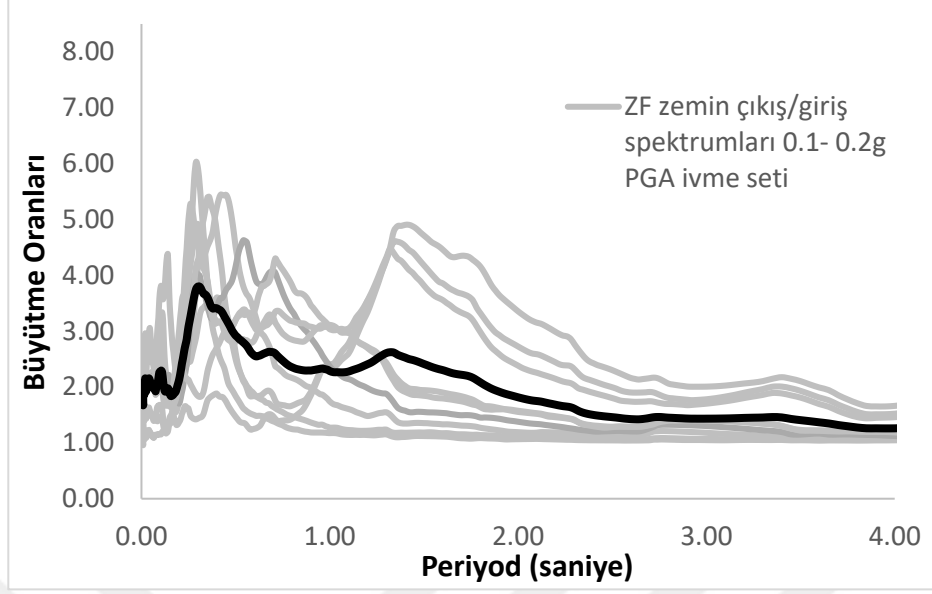
Şekil 4.21. C grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



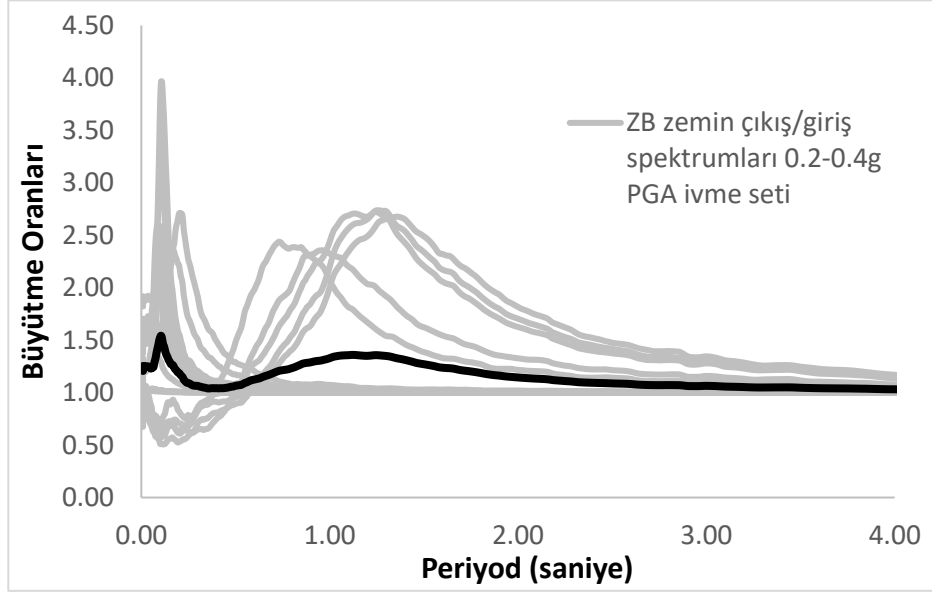
Şekil 4.22. D grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



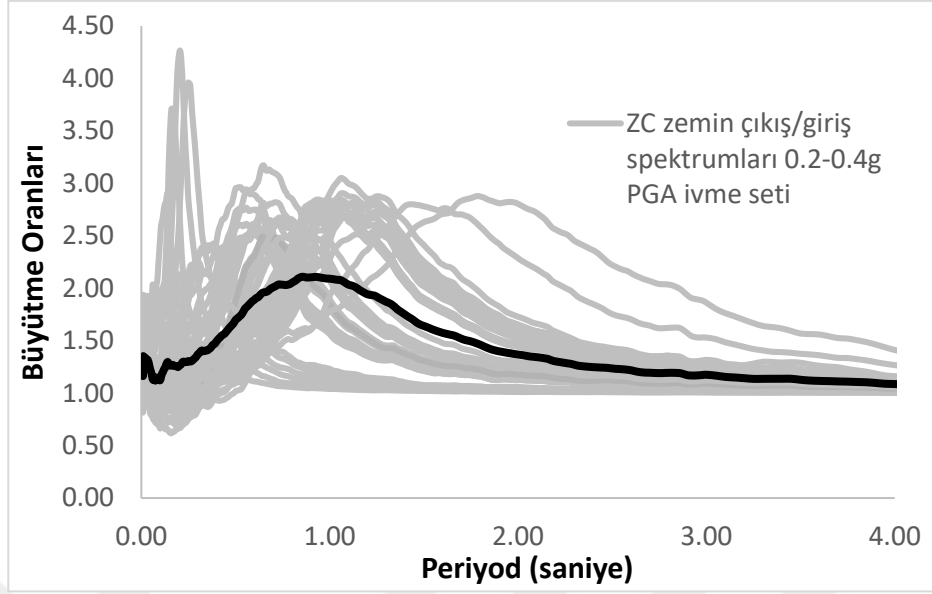
Şekil 4.23. E grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



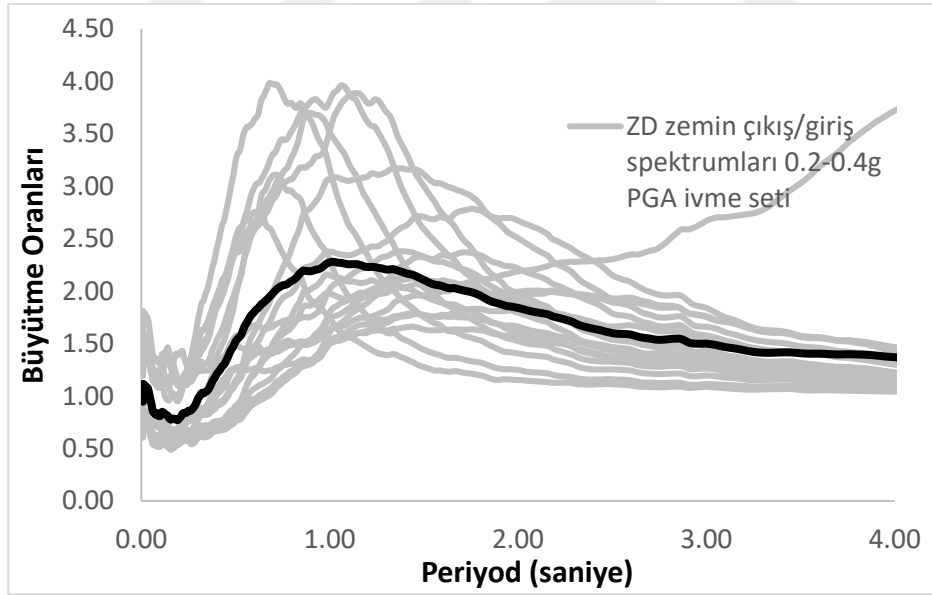
Şekil 4.24. E grubu zeminler ve 0.1-0.2g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



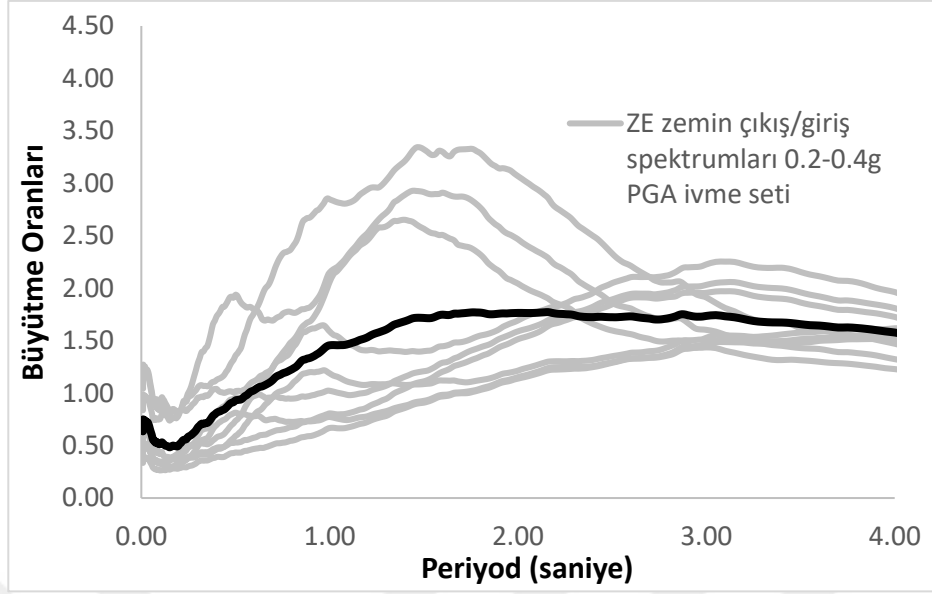
Şekil 4.25. B grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



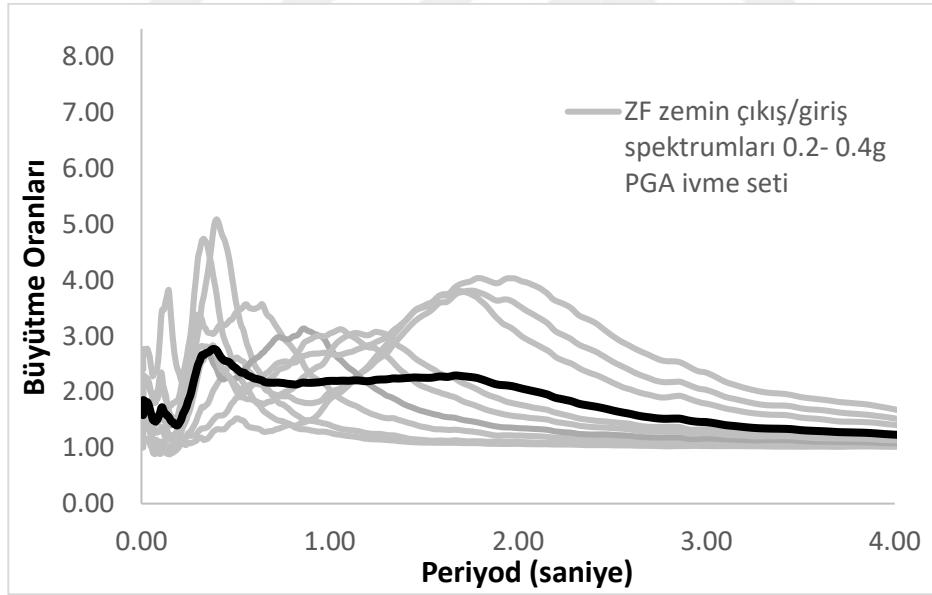
Şekil 4.26. C grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



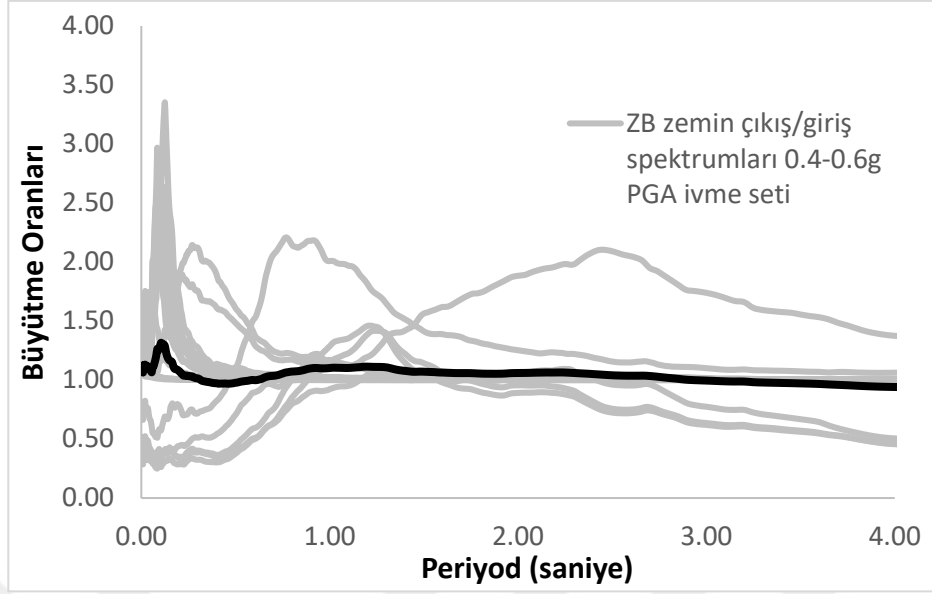
Şekil 4.27. D grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



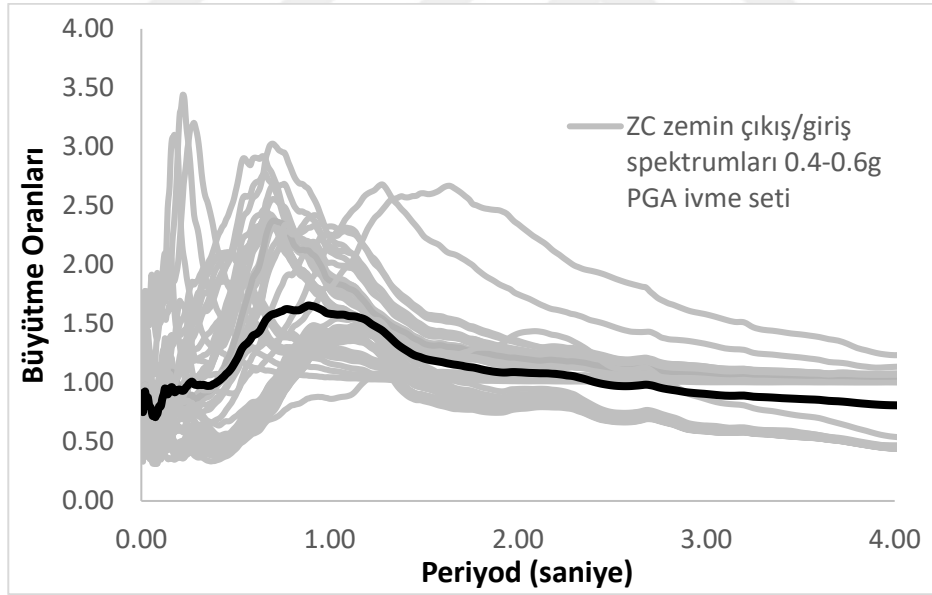
Şekil 4.28. E grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



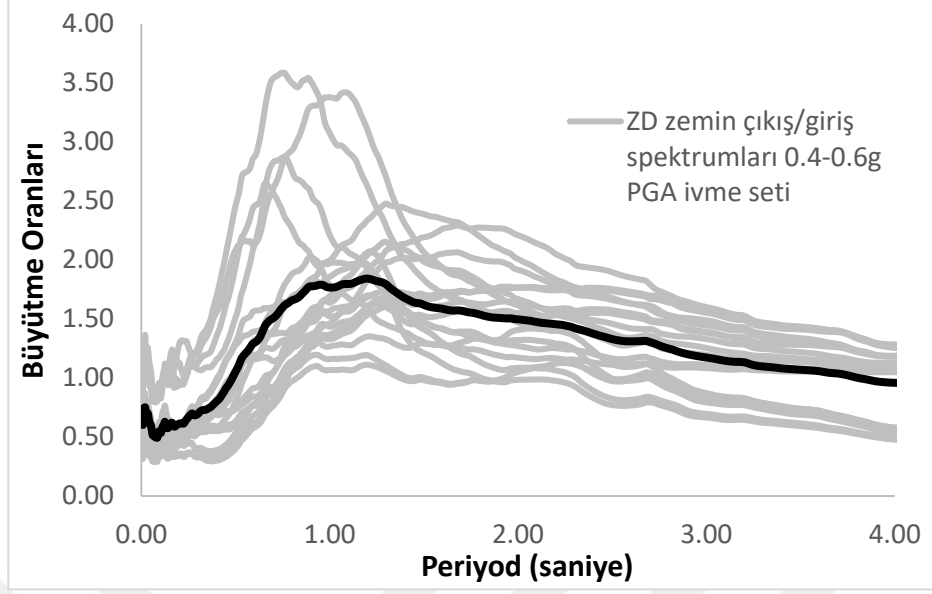
Şekil 4.29. F grubu zeminler ve 0.2-0.4g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



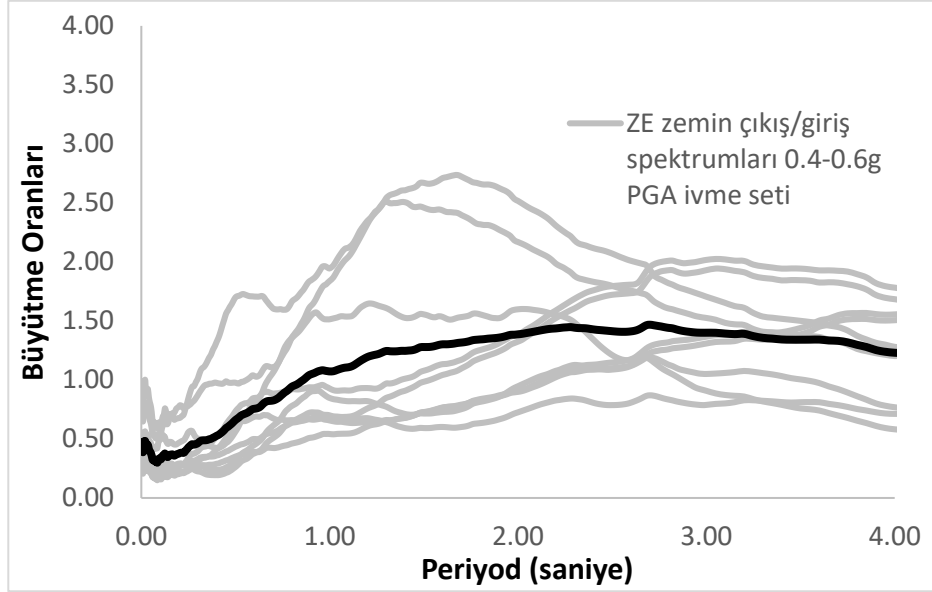
Şekil 4.30. B grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



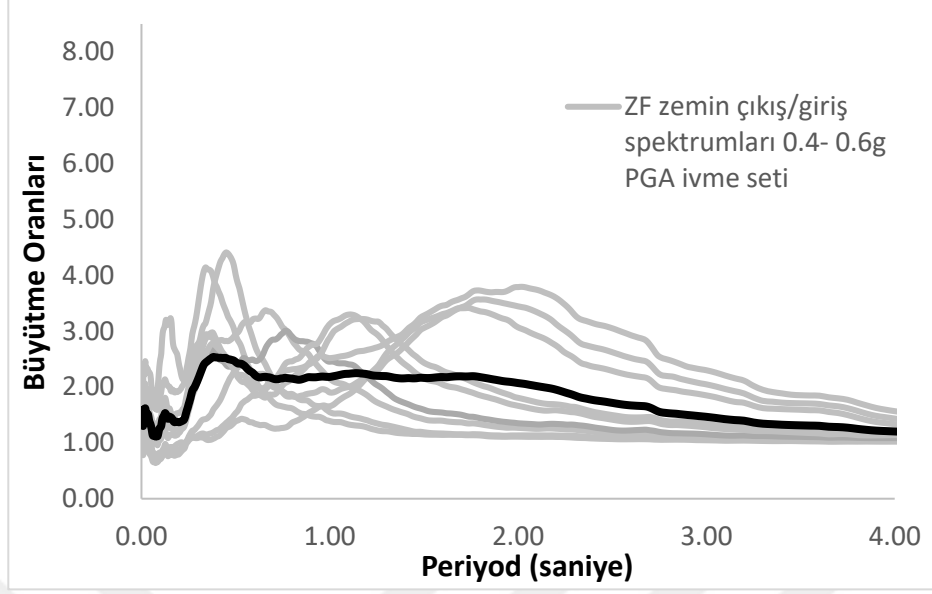
Şekil 4.31. C grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



Şekil 4.32. D grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



Şekil 4.33. E grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)



Şekil 4.34. F grubu zeminler ve 0.4-0.6g ivme kayıtları için elde edilen çıkış/giriş ivme spektrum oranları (büyütme değerleri)

5. TBDY YEREL ZEMİN ETKİ KATSAYILARININ İNCELENMESİ

TBDY-2018 spektrum değerlerini en büyük oranda etkileyen parametreler Tablo 2.1'de verilen Yerel Zemin Etki Katsayıları'dır. Bu değerler, tüm ülkemiz zemin durumu (V_s)₃₀ değeri 760 m/s olan bir zemin olarak varsayılarak verilen harita spektral ivme katsayılarının, yerel zemin koşulları dikkate alınarak modifiye edilmesi için kullanılmaktadır. Başka bir deyişle yerel zemin koşullarının hesaba dâhil edilmesi bu katsayılar yoluyla yapılmaktadır.

Yönetmelik tanımına uygun Yerel Zemin Etki Katsayısı tablo verilerinin hazırlanan ivme kaydı seti kapsamında hangi değerlerde olduğunun belirlenmesi amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma için öncelikle yönetmelikte referans zemin olarak alınan (V_s)₃₀ değeri 760 m/s olan bir zemin seti tanımlanmıştır. Bu zemin setinde ortalama (V_s)₃₀ değeri 745.11 m/s olan ve 760 m/s değerinden en fazla %3.5 farka sahip 14 adet zemin bulunmaktadır. Her bir zemin grubunda yer alan ivme kayıtlarının ortalama spektral ivme değerlerinin, referans zemin setine ait ortalama spektral ivme değerlerine bölünmesiyle Yerel Zemin Etki Katsayıları hesaplanmıştır.

Bu hesaplamada kapsamın daha geniş olması bakımından yönetmelikte dikkate alınmamasına rağmen Kısa Periyot bölgesi için $S_S=0.1$ ve 1.0 saniye periyot için $S_1=0.05, 0.7, 0.8$ ve 0.9 spektral ivme oranları için de inceleme yapılmıştır. Her grupta yer alan ivme kaydı sayısı Çizelge 5.1 ve 5.2'de verilmiştir. ZA grubu (V_s)₃₀ değeri 1500 m/s'den büyük olan ve nadir karşılaşılan sağlam sert kaya bir zemin olduğundan ve çalışma kapsamında ilgili veri sayısı sınırlı olduğundan incelemeye dâhil edilmemiştir.

Çizelge 5.1 ve 5.2 incelendiğinde her grup için farklı sayılarda ivme kaydı bulunduğu görülmektedir. Bunun sebebi bu değerlerin çalışma başında belirlenememesidir. Her bir ivme kaydı farklı zeminlerden geçtikten sonra elde edilen spektral ivme oranına göre belirli bir grupta yer almaktadır. Çalışma başında bu değerler tahmin edilemeyeceğinden gruplar

arasında düzgün dağılım oluşması beklenemez. Ancak hemen her grupta fikir verecek sayıda deprem kaydı bulunduğu düşünülebilir.

Çalışma kapsamında elde edilen ortalama Yerel Zemin Etki Katsayıları Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.4'te verilmiştir. Çizelgelerde bulunan değerler ile TBDY-2018 arasında farklar bulunduğu görülmektedir.

Çizelge 5.1. Kısa periyot bölgesi için değerlendirilen ivme kaydı sayıları

Yerel Zemin Sınıfı	0.1*	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
Referans	70	378	182	266	126	42	42
ZB	90	486	234	342	162	54	54
ZC	225	1215	585	855	405	135	135
ZD	90	486	234	342	162	54	54
ZE	45	243	117	171	81	27	27
ZF	45	243	117	171	81	27	27

* Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.2. 1.0 sn periyot için değerlendirilen ivme kaydı sayıları

Yerel Zemin Sınıfı	0.05*	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70*	0.80*	0.90*
Referans	98	196	70	42	112	182	112	56	42	42
ZB	126	252	90	54	144	234	144	72	54	54
ZC	315	630	225	135	360	585	360	180	135	135
ZD	126	252	90	54	144	234	144	72	54	54
ZE	63	126	45	27	72	117	72	36	27	27
ZF	63	126	45	27	72	117	72	36	27	27

* Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.3. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (ortalama)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_s						
	0.10*	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
ZB	0.9	0.9 (0.9)	1.0 (0.9)	1.1 (0.9)	1.1 (0.9)	1.1 (0.9)	1.1 (0.9)
ZC	1.4	1.3 (1.3)	1.1 (1.3)	0.9 (1.2)	0.9 (1.2)	0.9 (1.2)	0.9 (1.2)
ZD	1.2	1.1 (1.6)	0.8 (1.4)	0.6 (1.2)	0.6 (1.1)	0.6 (1.0)	0.6 (1.0)
ZE	1.1	0.8 (2.4)	0.6 (1.7)	0.3 (1.3)	0.3 (1.1)	0.4 (0.9)	0.4 (0.8)
ZF	1.7	1.6	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.1 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.4. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (ortalama)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 sn periyot için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_1									
	0.05*	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70*	0.80*	0.90*
ZB	0.8	0.8 (0.8)	0.8 (0.8)	0.8 (0.8)	0.7 (0.8)	0.7 (0.8)	0.7 (0.8)	0.7	0.7	0.7
ZC	1.1	1.1 (1.5)	1.1 (1.5)	1.1 (1.5)	1.1 (1.5)	1.1 (1.5)	1.1 (1.4)	1.1	1.1	1.1
ZD	1.5	1.5 (2.4)	1.5 (2.2)	1.6 (2.0)	1.4 (1.9)	1.2 (1.9)	1.2 (1.7)	1.1	1.1	1.1
ZE	2.0	1.4 (4.2)	1.3 (3.3)	1.2 (2.8)	0.9 (2.4)	0.7 (2.2)	0.7 (2.0)	0.6	0.6	0.6
ZF	2.3	1.6	1.5	1.2	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.2 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Kısa periyot Yerel Zemin Etki Katsayısı değerleri incelendiğinde ZB grubundaki tüm değerlerin yönetmelikte verilen 0.9'dan büyük olduğu görülmektedir. $S_s \leq 0.25$ grubu için bu değer yönetmeliğe oldukça yakın olan 0.9 olsa da $S_s = 0.50$ için 1.0 civarı ve diğer tüm değerler için 1.10 değerine yakın olduğu görülmektedir. Bu durumda yönetmelik değerlerinin ortalamalar dikkate alındığından yaklaşık %10 ila %20 arasında düşük olduğunu göstermektedir.

ZC grubunda $S_s \leq 0.25$ sütunu için yönetmelik ile uyumlu değerler elde edilmiştir. Ancak, $S_s = 0.50$ sütunundan itibaren yönetmelik değerlerinin altında değerler bulunmuştur. Aslına bakılacak olursa bu değerlerden itibaren hep yönetmelik değerlerinden düşük; hatta ZF sınıfı haricinde 1.0 değerinden düşük değerler elde edilmiştir. Yönetmelikte ZE zemin sınıfı $S_s = 1.25$ ve $S_s = 1.50$ grupları haricinde hep büyütme (1.0'dan büyük değerler) öngörülmüştür. Ancak çalışma sonuçları bununla uyumlu değildir. Çalışma sonuçlarına göre ZC için $S_s = 0.75$ 'ten itibaren ve tüm ZD, ZE sınıfı zeminlerde ivme değerlerinin büyümesi değil küçülmesi söz konusudur. Benzer yönetmeliğe göre düşük değerler elde edilmesi durumu

Çizelge 5.4’te verilen 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı değerlerinin tamamında görülmektedir.

Bu durumun anlaşılması için deprem dalgasının anakayadan zemin profili üst noktasına iletilmesi sırasında gerçekleşen olayların fiziki durumunu incelemek gereklidir. Genel olarak derin zemin tabakalarının yoğunluğu ve V_s değeri yüzeydekilere oranla daha büyüktür. Bu sebeple anakayadan yukarı doğru yayılan bir deprem dalgasının azalan yoğunluk ve V_s değeri sebebiyle genliğinde artış olması beklenebilir [1]. Artan genlikle ivme değerlerinin büyümesi beklenir. Ancak, ivme değerlerinin büyük olması zeminlere gelen tekrarlı kayma gerilmelerinin büyük olmasına yol açmaktadır. Bu durum yumuşak ve gevşek zemin tabakalarında dayanımın aşılmasıyla lineer bölge dışına çıkılarak elasto-plastik davranışlara neden olacaktır. Yani zayıf zemin tabakaları düşük dayanım değerleri sebebiyle içlerinden geçen dalgaları aynı güçle aktaramayabilir. Bu durumda, bu tabakalar bir izolatör gibi davranarak ivme değerlerinin sınırlanmasına yol açabilir.

Yani zayıf zeminler açısından 2 farklı etki durumu bulunduğu görülmektedir. Dalga yayılması sırasında düşük yoğunluk ve V_s değeri sebebiyle dalga genliklerinin artması beklenirken, düşük dayanım sebebiyle gerilme ve ivme değerlerinin sınırlanması da söz konusu olabilir.

Zayıf zeminlerde daha düşük spektral ivme değerlerinin dikkate alınması yaygın mühendislik mantığına ters görüldüğünden daha çok ilk durum dikkate alınarak zayıf zeminler için daha büyük spektral ivme değerlerinin verilmesi yönetmelikçe de uygun görülmüştür. Ancak, zayıf zeminlerin ivme değerlerini sınırlandırarak yapı hasarını azalttığına dair gözlemler, genel kaniya ters düşmesine rağmen, literatürde de yer almaktadır.

Trifunac [38] 10 Mart 1933, Long Beach, Kaliforniya depreminde büyük yer deformasyonu ve farklı zemin hareketleri yaşanan yerler (su ve gaz boru dağıtım sistemlerinde kırılmalar ile belirlenmiştir) ile yüksek bina hasarı yaşanan bölgelerin önemli miktarda ayrışma gösterdiğini belirtmiştir. Aynı durum 1994 Northridge, Kaliforniya depremi sonrasında da gözlenmiştir [39]. Bu gözlemlerden yola çıkarak deprem kaynağına yakın bölgelerde bina hasarının yumuşak veya kötü zemin koşulları sebebiyle oluştuğuna dair “basitleştirici ve yaygın” yorumların yanlış olduğu kanaatine varılmış aslında orta ila büyük

zemin deformasyonlarının gerçekleştiği bölgelerde potansiyel bina hasarında önemli oranda azalma beklenebileceği iddia edilmiştir [38]. Başka bir çalışmada da San Fernando 1971 ve Northridge 1994 depremleri hasar dağılımları incelenerek zemin davranışının lineer bölge dışına çıktığı durumlarda bina hasarının daha az olduğu ifade edilmiştir [39].

Birbirleri ile ters sonuçlara sahip zemin büyütme dinamikleri sebebiyle, çalışma kapsamında elde edilen Yerel Zemin Etki Katsayılarının önceki çizelgelerde verilen ortalama değerleri yanında ulaşılabilen maksimum değerlerinin de incelenmesi gerekli görülmüştür. Bu değerler Çizelge 5.5 ve 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.5. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (maksimum)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_s						
	0.10*	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
ZB	1.6	2.9 (0.9)	3.6 (0.9)	3.1 (0.9)	2.7 (0.9)	1.1 (0.9)	2.2 (0.9)
ZC	4.0	5.2 (1.3)	3.8 (1.3)	3.8 (1.2)	3.4 (1.2)	2.8 (1.2)	2.6 (1.2)
ZD	2.4	2.3 (1.6)	1.6 (1.4)	1.4 (1.2)	1.5 (1.1)	1.3 (1.0)	1.5 (1.0)
ZE	2.3	1.6 (2.4)	1.2 (1.7)	0.9 (1.3)	1.1 (1.1)	1.0 (0.9)	0.9 (0.8)
ZF	3.3	3.6	3.4	3.1	2.7	1.9	1.8

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.1 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.6. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (maksimum)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 sn periyot için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_1									
	0.05*	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70*	0.80*	0.90*
ZB	1.9	1.9 (0.8)	1.7 (0.8)	1.6 (0.8)	1.4 (0.8)	0.7 (0.8)	1.2 (0.8)	1.2	1.2	1.2
ZC	5.3	8.5 (1.5)	5.7 (1.5)	1.8 (1.5)	1.6 (1.5)	2.1 (1.5)	1.5 (1.4)	1.5	1.5	1.5
ZD	3.3	3.5 (2.4)	3.0 (2.2)	2.4 (2.0)	2.5 (1.9)	2.1 (1.8)	2.2 (1.7)	2.4	2.4	2.2
ZE	3.9	3.9 (4.2)	3.4 (3.3)	2.5 (2.8)	2.0 (2.4)	1.7 (2.2)	1.5 (2.0)	1.4	1.3	1.2
ZF	6.8	3.4	2.1	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.2 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.5 ve 5.6 incelendiğinde görüldüğü gibi ortalama değerlerde görülen genel düşüklük maksimum değerler için oldukça farklı bir durum ortaya koymaktadır. Yönetmelikte önerilen kimi değerlerin birkaç katına varan büyütme söz konusudur. Zayıf zeminler ortalama olarak spektral ivmelerde bazı durumlarda azaltıcıya etkiye sahip olabilirken, oldukça önemli büyütme potansiyelini de barındırmaktadır. Bu durum yönetmelik değerlerinin yüksekliğini önemli ölçüde desteklemektedir.

Çizelge 5.5 incelendiğinde yalnız ZE zemin sınıfı için $S_s=0.75$ değeri ve daha büyük bazı gruplar için küçülme söz konusudur. Bu değerlerden $S_s=1.25$ ve 1.50 için yönetmelikçe de küçülme öngörülmüştür.

Çizelge 5.5 ve 5.6 incelendiğinde maksimum değerlerin ZE hariç yönetmelik değerlerinden büyük olduğu görülmektedir. Değerler maksimum olduğundan bu beklenen bir durum olabilir. Ancak ZE için yönetmelik değerlerinin fazlaca büyük seçilmiş olması da düşünülebilir.

Yönetmeliklerin güvenli yönde kalması beklentisi açısından ortalama değerlerden büyük olması makul karşılanabilir. Ancak maksimum değerlerin seçilmesi de ekonomik açıdan uygun olmayabilir. Bu sebeple olasılıksal bir değerlendirme yapılması uygun görülmüştür. Spektral ivme değerleri log-normal dağılıma sahip varsayılarak [40] %90 ve %80 güvenlik seviyesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları hesaplanarak Çizelge 5.7, 5.8, 5.9 ve 5.10'da verilmiştir.

Çizelge 5.7. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%90 güvenlik düzeyi)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_s						
	0.10*	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
ZB	1.6	1.7 (0.9)	1.9 (0.9)	2.0 (0.9)	2.0 (0.9)	1.8 (0.9)	1.8 (0.9)
ZC	1.8	1.9 (1.3)	1.9 (1.3)	2.0 (1.2)	2.0 (1.2)	1.8 (1.2)	1.8 (1.2)
ZD	1.6	1.7 (1.6)	1.7 (1.4)	1.8 (1.2)	1.8 (1.1)	1.7 (1.0)	1.7 (1.0)
ZE	1.7	1.7 (2.4)	1.7 (1.7)	1.8 (1.3)	1.8 (1.1)	1.7 (0.9)	1.7 (0.8)
ZF	1.8	1.8	1.9	2.0	2.0	1.8	1.8

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.1 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.8. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%80 güvenlik düzeyi)

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için <i>Yerel Zemin Etki Katsayısı</i> F_s						
	0.10*	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
ZB	1.3	1.3 (0.9)	1.2 (0.9)	1.2 (0.9)	1.2 (0.9)	1.2 (0.9)	1.2 (0.9)
ZC	1.3	1.3 (1.3)	1.2 (1.3)	1.2 (1.2)	1.2 (1.2)	1.2 (1.2)	1.2 (1.2)
ZD	1.3	1.3 (1.6)	1.2 (1.4)	1.2 (1.2)	1.1 (1.1)	1.2 (1.0)	1.2 (1.0)
ZE	1.3	1.2 (2.4)	1.2 (1.7)	1.1 (1.3)	1.1 (1.1)	1.2 (0.9)	1.2 (0.8)
ZF	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.1 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.9. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%90 güvenlik düzeyi)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1									
	0.05*	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70*	0.80*	0.90*
ZB	1.5	1.6 (0.8)	1.4 (0.8)	1.6 (0.8)	1.4 (0.8)	1.4 (0.8)	1.4 (0.8)	1.4	1.4	1.3
ZC	1.6	1.8 (1.5)	1.6 (1.5)	1.6 (1.5)	1.4 (1.5)	1.4 (1.5)	1.4 (1.4)	1.4	1.4	1.4
ZD	1.7	1.8 (2.4)	1.6 (2.2)	1.7 (2.0)	1.5 (1.9)	1.5 (1.8)	1.6 (1.7)	1.7	1.6	1.6
ZE	1.7	1.9 (4.2)	1.8 (3.3)	1.9 (2.8)	1.7 (2.4)	1.6 (2.2)	1.5 (2.0)	1.5	1.5	1.5
ZF	2.6	1.9	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.2 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Çizelge 5.10. 1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı (%80 güvenlik düzeyi)

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 sn periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1									
	0.05*	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70*	0.80*	0.90*
ZB	1.3	1.4 (0.8)	1.3 (0.8)	1.3 (0.8)	1.3 (0.8)	1.3 (0.8)	1.2 (0.8)	1.2	1.2	1.2
ZC	1.4	1.5 (1.5)	1.4 (1.5)	1.4 (1.5)	1.3 (1.5)	1.3 (1.5)	1.3 (1.4)	1.3	1.3	1.3
ZD	1.5	1.6 (2.4)	1.4 (2.2)	1.4 (2.0)	1.3 (1.9)	1.4 (1.8)	1.4 (1.7)	1.5	1.4	1.4
ZE	1.5	1.6 (4.2)	1.6 (3.3)	1.6 (2.8)	1.5 (2.4)	1.4 (2.2)	1.4 (2.0)	1.3	1.3	1.3
ZF	2.2	1.6	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.23	1.3	1.3

Not: () içinde verilen TBDY-2018 Tablo 2.2 değeridir. *Yönetmelikte bulunmayan değer

Bu aşamada çalışma amacını aşar şekilde verilen değerlerin en doğru değerler olduğu ve yönetmeliğe yansıtılması gerektiği savunulmamaktadır. Çalışma önerisinde belirtildiği gibi bu çalışma kapsam ve kullanılan kaynaklar bakımından konunun son noktasına ulaşıldığı iddiasında asla değildir. Konuya dair bir pencere açılması amacındadır ve verilen değerlerin incelenmesi ile konu ile ilgili literatürün zenginleşmesi amaçlanmıştır.

Yapılan gözlemlerden önemli biri de, ZF zemin sınıfı için özel analiz istenmesinin doğru bir yaklaşım olduğudur. Özellikle Çizelge 5.3 ve 5.4 incelendiğinde ZF zemin sınıfının diğer zeminlere göre farklı bir eğilim gösterdiği ve kayma dalga hızının düşüklüğüne karşın önemli büyütme değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Depremler ülkemizin önemli bir gerçeği ve ülkemizde çok büyük can kaybı ve maddi hasarlara sebep olan etkenlerden biridir. Bu sebeple deprem etkilerinin anlaşılması, ülkemizde inşaat mühendisliğinin önde gelen konuları arasındadır. Deprem etkilerinin yönetmeliklerce tanımlanmasında en büyük etkiye sahip parametreler yerel zemin koşulları ile ilişkilidir. Bu nedenle, zemin koşullarının anakayadan çoğu mühendislik yapısının yer aldığı zemin yüzeyine değişiminin incelenmesi amacındaki bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Parametrik bir çalışmaya imkân verecek ölçüde gerçek depremlere ait yeterli çeşitlikte ivme kaydı bulunmadığından, öncelikle istenilen özelliklere sahip bir ivme kaydı seti oluşturulması amaçlanmıştır. Farklı özellik, frekans içeriği ve genliğe sahip, taban kayası formuna benzer 84 kayıtlık bir girdi seti oluşturulmuştur. Bu set çalışma kapsamında tanımlanan 100 farklı zeminden geçmesi durumunda oluşacak ivme kayıtları analizler sonucunda belirlenmiştir. Böylelikle 8400 ivme kaydından oluşan farklı zemin sınıfı, frekans içeriği ve genliğe sahip bir set elde edilmiştir. Bu ivme setine, ivme kayıtları ile ilgili özelliklere ve çalışmanın bu kısmı ile ilgili diğer bilgilere yayınlanan makale kapsamında <http://dx.doi.org/10.17515/resm2019.116ea0209ds> adresinden ulaşılabilir.

Elde edilen bu ivme seti kullanılarak zemin büyütmesi ve yönetmeliklerde yerel zemin koşullarının dikkate alınmasında kullanılan Yerel Zemin Etki Katsayıları ile ilgili çeşitli bilgiler elde edilmiştir. Çalışma sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- İstenilen özelliklere sahip istenilen sayıda ivme kaydı bulunmasında büyük zorluklar bulunmaktadır. Çalışma süresince bu zorlukları girdi ivme kaydı seçilmesinde önemli oranda tecrübe etmiş bulunmaktayız. Parametrik ve kapsamlı şekilde yerel zemin koşullarının deprem kaydına etkilerinin incelenmesi, ancak çalışmada ele alındığı gibi zemin analizleri yoluyla olabileceği düşünülmektedir.

- Ülkemiz deprem özellikleri incelenmiş ve genel karakteristiğine dair veriler Çizelge 3.1 kapsamında verilmiştir. Çizelge 3.1’de verilen bilgiler birçok farklı kaynaktan veri alınması ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda oluşturulmuştur ve çalışma dışında bir kaynaktan aynı zenginlikte mevcut değildir.
- Ülkemiz yıkıcı depremleri incelendiğinde; odak derinliği ortalama değeri 18.61 km olarak hesaplanmaktadır. Yani sığ depremler ülkemizde genel bir deprem karakteristiği olmakla beraber yıkıcı olma açısından da belirleyicidir. Fay atım mekanizması açısından bilgileri tespit edilen 32 deprem içerisinde 22 adet doğrultu atımlı, 7 adet normal atımlı, 3 adet ise ters atımlı fay özelliğine sahip deprem bulunmaktadır. %68.75 oranla doğrultu atımlı fayların Türkiye’de yıkıcı deprem oluşturma yönünden baskın olduğu görülmüştür. %21.88 oranla normal atımlı fayların da ülkemizde önemli bir paya sahip olduğu, bununla beraber ters atımlı fay özelliğine sahip depremlerin %9.37 oranla daha düşük sayıda olduğu tespit edilmiştir.
- Yaygın olan zeminleri temsil eden modeller için genel geçerliliği olan derinlik ve kayma dalga hızı ilişkilerine ihtiyaç duyulabilir. Kum ve kil malzeme için 100 m derinliği kadar kayma dalga hızı ilişkileri, ortalama değer ve standart sapma bilgileri verilmiştir.
- İvme kayıtlarının ölçeklenerek kullanılmasında maksimum ölçek değerinin 1.3 ve minimum ölçek değerinin ise 0.7 olarak alınması durumunda frekans içeriği-genlik ilişkisinin dikkate değer ölçüde bozulmadığı görülmüştür.
- Çalışma kapsamında farklı zemin sınıfı, frekans içeriği ve genliğe sahip 8400 ivme kayıtlık geniş bir set elde edilmiş ve <http://dx.doi.org/10.17515/resm2019.116ea0209ds> adresinde araştırmacıların kullanımına sunulmuştur.
- Zeminlerin taban kayasından yüzeye doğru deprem kaydı genliğini büyütebildiği veya küçültebildiği durumların oluşabileceği gözlenmiştir. Ancak büyütme durumunun daha yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. İlgili genlik değeri arttıkça büyütme oranı azalmaktadır.

- Zemin profilinin girdi ivme kaydını nasıl değiştireceğinin kabaca tahmini için denklemler geliştirilmeye çalışılmıştır. Problemin karmaşıklığı sebebiyle bir üstsezgisel çoklu arama ve eniyileme yöntemi olan genetik algoritma tabanlı bir çalışma yapılmıştır. İvme kaydı frekans içeriğini tanımlamak için 2 farklı parametre geliştirilmiştir. Bu parametreler optimizasyon metodolojisi tarafından yaygın kullanılan predominant periyottan daha uygun bulunarak 2 farklı denklemde seçilmiştir.
- Çalışma kapsamında elde edilen Yerel Zemin Etki Katsayıları ve TBDY-2018 değerleri arasında önemli farklar bulunmaktadır. Bunun sebebinin özellikle zayıf zeminler açısından deprem dalgalarının genliğini etkileyen 2 farklı durum olduğu düşünülmektedir. Dalga yayılması sırasında zayıf zeminlerde düşük yoğunluk ve V_s değeri sebebiyle dalga genliklerinin artması beklenirken, düşük dayanım sebebiyle gerilme ve ivme değerlerinin sınırlanması da söz konusu olabilir. Zayıf zeminlerde daha düşük spektral ivme değerlerinin dikkate alınması yaygın mühendislik mantığına ters görüldüğünden daha çok ilk durum dikkate alınarak zayıf zeminler için daha büyük spektral ivme değerlerinin verilmesi yönetmelikçe de uygun görülmüştür. Ancak, zayıf zeminlerin ivme değerlerini sınırlandırarak yapı hasarını azalttığına dair gözlemler, genel kaniya ters düşmesine rağmen, literatürde de yer almaktadır.
- Yerel Zemin Etki Katsayıları ile ilgili yapılan gözlemlerden önemli biri de, ZF zemin sınıfı için özel analiz istenmesinin doğru bir yaklaşım olduğudur. Özellikle ilgili katsayılar incelendiğinde ZF zemin sınıfının diğer zeminlere göre farklı bir eğilim gösterdiği ve kayma dalga hızının düşüklüğüne karşın önemli büyütme değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Çalışma süreci ve sonuçları değerlendirildiğinde aşağıdaki önerilerde bulunulabileceği değerlendirilmiştir:

- İstenilen özelliklere sahip istenilen sayıda ivme kaydı bulunmasında büyük zorluklar bulunmaktadır. Bu sebeple ülkemiz ivme kaydı istasyonlarının çeşitlendirilmesi ve veri kaydı alımına özen gösterilerek, ülkemiz depremlerine ait ivme kayıtlarının artırılması ve bunların araştırmacıların kullanımına uygun formatta sunulması hizmetine önem verilmelidir. İvme kaydı verisi yanında bu kayıtların elde edildiği istasyonların taban kayasına seviyesine kadar zemin bilgilerinin bulunması kayıtların

kullanımı açısından çok önemlidir. Veri kaydı yapılan tüm istasyonların detaylı zemin analizleri yapılmalı ve kullanıcıların bilgisine sunulmalıdır. Mevcut durumda ivme kaydı istasyonları için sağlanmış olan veriler istenilen düzeyde değildir ve gelişmiş çalışmalar yapılmasına olanak vermemektedir.

- Çalışmanın en önemli sonuçlarından biri elde edilen Yerel Zemin Etki Katsayısı değerleridir. Fakat yukarıda belirtildiği gibi çalışma amacını aşar şekilde elde edilen değerlerin en doğru değerler olduğu ve yönetmeliğe aynen yansıtılması gerektiği savunulmamaktadır. Elde edilen verilerin daha sonraki çalışmaların planlanmasına ışık tutmak amacıyla ve ek verilerle değerlendirmeler yapılmasında kullanımı mümkündür. Bu çerçevede ele alındığında ve çalışmadaki koşullar kapsamında: kısa periyot Yerel Zemin Etki Katsayısı değerleri incelendiğinde ZB grubundaki tüm ortalama değerlerin yönetmelikte verilen 0.9'dan büyük olduğu görülmektedir. Bu sebeple ZB grubu için yönetmelik değerlerinin düşük olma ihtimaline karşılık bu konuda araştırmalar yapılması önerilebilir.
- Ortalama yerine maksimum değerleri de dikkate alınsa ZE zemin sınıfı büyütme değerlerinin yönetmelikte verilenlerden düşük olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen veriler göz önüne alınırsa ZE zemin sınıfı için kısa periyot Yerel Zemin Etki Katsayısı değerlerinin $S_s=0.25$, $S_s=0.50$, $S_s=0.75$ için sırası ile yönetmelikte verilen 2.4 yerine 1.6, 1.7 yerine 1.20 ve 1.30 yerine 1.10 alınması makul görülmektedir.
- ZE zemin sınıfı için 1.0 sn periyot Yerel Zemin Etki Katsayısı değerleri $S_s=0.1$ 'den başlayarak sırası ile yönetmelikte verilen 4.2 yerine 3.9, 3.3 yerine 3.3 (yönetmelik ile aynı) 2.8 yerine 2.5, 2.4 yerine 2.0, 2.2 yerine 1.8, 2.0 yerine 1.5 alınması düşünülebilir.
- Diğer zemin sınıfı değerleri için öneri yapılabilecek seviyede saçılımdan uzak veriler elde edilmemiş olduğu kanaatine varılmıştır.
- ZF zemin sınıfı için özel analiz istenmesine devam edilmesi bu zemin sınıfında gözlenen saçılım ve yüksek büyütme değerleri sebebiyle çalışma sonuçları ile desteklenmektedir.

- Çalışmada elde edilen verilerde de görüldüğü gibi büyütme değerleri önemli saçılıma sahi olabilmektedir. Bu sebeple Yerel Zemin Etki Katsayısı değerlerinin verildiği aralıkların özellikle kısa periyot bölgesi için düşürülmesi (0.25 yerine 0.15 ve 0.10 gibi) ve yönetmeliklerde verilen değerlerin hangi güvenlik düzeyi için ele alınması gerektiğinin tartışılması uygun olabilir.



KAYNAKLAR

- [1] Kramer S,L,, (1996), Geotechnical Earthquake Engineering, Prentice Hall, Pp: 653,
- [2] Rodriguez-Marek, A. vd. 2001. “An Empirical Geotechnical Seismic Site Response Procedure”, Earthquake Spectra, 17, 65–87. <https://doi.org/10.1193/1.1586167>,
- [3] Hays, W. . 1986. “Site Amplification of Earthquake Ground Motion”, içinde *Third U.S. National Conference on Earthquake Engineering*, Charleston, South Carolina, ss. 357–368
- [4] Seed, H. B. vd. 1988. “The Mexico Earthquake of September 19, 1985—Relationships Between Soil Conditions and Earthquake Ground Motions”, Earthquake Spectra, 4, 687–729. <https://doi.org/10.1193/1.1585498>
- [5] Seed, R. vd. 1990. *Preliminary Report on the Principal Geotechnical Aspects of the October 17, 1989, Loma Prieta Earthquake*
- [6] Ansal, A. vd. 2001. “Seismic zonation in Istanbul: A case study”, içinde *Geotechnical Earthquake Engineering and Microzonation Seminar*
- [7] Tezcan, S. S. vd. 2002. “Seismic amplification at Avcılar, Istanbul”, Engineering Structures, 24, 661–667. [https://doi.org/10.1016/S0141-0296\(02\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S0141-0296(02)00002-0)
- [8] PEER 2016. “Pacific Earthquake Engineering Research Center”, Erişim adresi: <http://peer.berkeley.edu/smcat/index.html>
- [9] Bommer, J. J. vd. 2003. “Style-of-faulting in ground-motion prediction equations”, Bulletin of Earthquake Engineering, 1, 171–203. <https://doi.org/10.1023/A:1026323123154>
- [10] DBYBHY-2007 2007. *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, Ankara, Turkey
- [11] Özmen, H. B. 2011. “Düşük ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deprem Performanslarını Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi”, Pamukkale Üniversitesi
- [12] TBDY-2018 2018. *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*, Ankara

- [13] UBC-1997 1997. *Uniform building code*, American Association of Building Officials, Whittier, CA
- [14] Beyaz, T. 2004. “Zemin Etkisinden Arındırılmış Deprem Kayıtlarına Göre Türkiye için Yeni Bir Deprem Enerjisi Azalım Bağıntısının Geliştirilmesi”, Ankara University, Graduate School of Science
- [15] Kianoush, M. R., ve Ghaemmaghami, A. R. 2011. “The effect of earthquake frequency content on the seismic behavior of concrete rectangular liquid tanks using the finite element method incorporating soil-structure interaction”, *Engineering Structures*. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2011.03.009>
- [16] McGuire, R. K. 1978. “Seismic ground motion parameter relations”, *ASCE Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 104, 481–490.
- [17] Tselentis, G. A., ve Danciu, L. 2010. “Probabilistic seismic hazard assessment in Greece - Part 1: Engineering ground motion parameters”, *Natural Hazards and Earth System Science*. <https://doi.org/10.5194/nhess-10-25-2010>
- [18] Tso, W. K. vd. 1992. “Engineering implication of ground motion A/V ratio”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 11, 133–144. [https://doi.org/10.1016/0267-7261\(92\)90027-B](https://doi.org/10.1016/0267-7261(92)90027-B)
- [19] XU, L. vd. 2008. “On Characteristics of Ground Motion Parameters for Special Long-Period Ground Motions”, *Journal of Earthquake Engineering and Engineering Vibration*, 28, 20–27.
- [20] XU, L., ve XIE, L. 2009. “Variations of Seismic Design Acceleration Amplitude with Depth for Underground Structures”, *World Information on Earthquake Engineering*, 25
- [21] Wikipedia-2016 2016. “Wikipedia web site”, Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Türkiye'deki_depremler_listesi
- [22] Kandilli-2016 2016. “Kandilli Observatory web site”, Erişim adresi: <http://www.koeri.boun.edu.tr/new/tr>
- [23] AFAD-2016 2016. “AFAD web sitesi”, Erişim adresi: <http://www.deprem.gov.tr/tr/depremkatalogu>
- [24] Reynolds, G. H., ve Davis, S. J. 1996. *The structural geology of rocks and regions*, USA: John Wiley & Sons Inc.
- [25] Cosmos-2016 2016. “Global Component of the Center for Engineering Strong Motion Data”, Erişim adresi: <https://strongmotioncenter.org>

[26] USGS-2016 2016. “United States Geological Survey”, Erişim adresi:
<https://earthquake.usgs.gov/data/>

[27] GeoNet-2016 2016. “New Zealand Strong Motion Database”, Erişim adresi:
<http://quakesearch.geonet.org.nz/>

[28] Itaca-2016 2016. “Italian Accelometric Archive”, Erişim adresi: <http://itaca.mi.ingv.it/>

[29] ProShake 2,0, (2017), www.proshake.com,

[30] Fahjan, Y., (2008) Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY-2007) tasarım ivme spektrumuna uygun gerçek deprem kayıtlarının seçilmesi ve ölçeklenmesi. İMO Teknik Dergi 19;3 4423-4444

[31] Yağcı, B. 2005. “Microzonation methodologies and a study for Balıkesir”, Balıkesir University, Institute of Science, Department of Civil Engineering

[32] Vatansever, S. 2011. “Gerçek Deprem Kayıtlarının Ölçekleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması”, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü

[33] Krinitzsky, E. L., ve Chang F. K. 1977. *State-of the-Art for Assessing Earthquake Hazards in the United States: Specifying Peak Motions for Design Earthquakes*, Mississippi, USA

[34] Vanmarcke, E. H. 1979. *State-of-the-Art for Assessing Earthquake Hazards in the United States: Representation of Earthquake Ground Motions – Scaled Accelerograms and Equivalent Response Spectra*, Vicksburg, Mississippi, USA

[35] Amiri, G. G., ve Dana, F. M. 2005. “Introduction of the most suitable parameter for selection of critical earthquake”, *Computers and Structures*.
<https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2004.10.010>

[36] Ozmen, H. B., ve Inel, M. 2016. “Damage potential of earthquake records for RC building stock”, *Earthquake and Structures*, 10. <https://doi.org/10.12989/eas.2016.10.6.1315>

[37] SeismoArtif-2016 2016. “SeismoArtif”, Erişim adresi:
<http://www.seismosoft.com/SeismoArtif>

[38] Trifunac, M. D., ve Todorovska, M. I. 1998. “Nonlinear soil response as a natural passive isolation mechanism—the 1994 Northridge, California, earthquake”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 17, 41–51. [https://doi.org/10.1016/S0267-7261\(97\)00028-6](https://doi.org/10.1016/S0267-7261(97)00028-6)

[39] Trifunac, M. D., ve Todorovska, M. I. 2004. “1971 San Fernando and 1994 Northridge, California, earthquakes: did the zones with severely damaged buildings reoccur?”, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 225–239. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2003.11.006>

[40] Wang, J.-P. vd. 2011. “The distribution of annual maximum earthquake magnitude around Taiwan and its application in the estimation of catastrophic earthquake recurrence probability”, *Natural Hazards*, 59, 553–570. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9776-x>





Çizelge 5.11. Tez kapsamında incelenen zeminlere ait bilgiler

Zemin No	Tabaka	Birim	Kalınlık (m)	Bir. Ağırlık (kN/m ³)	Kayma Mod. (MPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)	(V _s) ₃₀ (m/s)	Zemin Sınıfı
1	1	Sağlam, sert Kayalar	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00	1500.00	ZA
2	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	Sonsuz	25.00	1472.57	760.00	760.00	ZB
3	1	Kum	3.00	18.60	37.18	140.00	760.87	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
4	1	Kil	3.00	15.70	31.38	140.00	760.87	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
5	1	Çakıl	3.00	16.70	33.38	140.00	760.87	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
6	1	Kum	3.00	18.60	1095.59	760.00	1366.91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
7	1	Kil	3.00	15.70	924.77	760.00	1366.91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
8	1	Çakıl	3.00	16.70	983.68	760.00	1366.91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
9	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	30.00	25.00	1472.57	760.00	760.00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
10	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	30.00	25.00	3255.40	1130.00	1130.00	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
11	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15.00	25.00	1472.57	760.00	1008.85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
12	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15.00	25.00	3255.40	1130.00	1288.97	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
13	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	3.00	25.00	1472.57	760.00	1366.91	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		

14	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	3.00	25.00	3255.40	1130.00	1452.44	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
15	1	Kum	15.00	18.60	61.46	180.00	321.43	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
16	1	Kil	15.00	15.70	51.87	180.00	321.43	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
17	1	Çakıl	15.00	16.70	55.18	180.00	321.43	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
18	1	Kum	15.00	18.60	245.83	360.00	580.65	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
19	1	Kil	15.00	15.70	207.50	360.00	580.65	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
20	1	Çakıl	15.00	16.70	220.71	360.00	580.65	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
21	1	Kum	15.00	18.60	1095.59	760.00	1008.85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
22	1	Kil	15.00	15.70	924.77	760.00	1008.85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
23	1	Çakıl	15.00	16.70	983.68	760.00	1008.85	ZB
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
24	1	Kum	30.00	18.60	61.46	180.00	180.00	ZE
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
25	1	Kil	30.00	15.70	51.87	180.00	180.00	ZE
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
26	1	Çakıl	30.00	16.70	55.18	180.00	180.00	ZE
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
27	1	Kum	30.00	18.60	138.28	270.00	270.00	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
28	1	Kil	30.00	15.70	116.72	270.00	270.00	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
29	1	Çakıl	30.00	16.70	124.15	270.00	270.00	ZD
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
30	1	Kum	30.00	18.60	594.84	560.00	560.00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
31	1	Kil	30.00	15.70	502.09	560.00	560.00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
32	1	Çakıl	30.00	16.70	534.07	560.00	560.00	ZC
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
33	1	Kil	10.00	15.70	36.02	150.00	375.00	ZF
	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
34	1	Kil	40.00	15.70	36.02	150.00	150.00	ZF

	2	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
35	1	Kil	15.00	15.70	64.04	200.00	454.15	ZF
	2	Kil	25.00	15.70	1076.55	820.00		
	3	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
36	1	Kum	3.00	18.60	37.18	140.00	450.35	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
37	1	Kil	3.00	15.70	31.38	140.00	450.35	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
38	1	Çakıl	3.00	16.70	33.38	140.00	450.35	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
39	1	Kum	3.00	18.60	1095.59	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
40	1	Kil	3.00	15.70	924.77	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		

	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
41	1	Çakıl	3.00	16.70	983.68	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
42	1	Kayalar	30.00	25.00	1472.57	760.00	760.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
43	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	30.00	25.00	3255.40	1130.00	1130.00	ZB
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
44	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15.00	25.00	1472.57	760.00	733.62	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	3	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	4	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	5	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	6	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	7	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
45	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15.00	25.00	3255.40	1130.00	871.31	ZB
	2	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	3	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	4	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	5	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		

	6	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	7	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
46	1	Az ayrışmış, orta sağlam Kayalar	3.00	25.00	1472.57	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
47	1	Az ayrışmış, orta sağlam Kayalar	3.00	25.00	3255.40	1130.00	634.86	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
48	1	Kum	7.50	18.60	61.46	180.00	287.11	ZD
	2	Kum	7.50	18.60	61.46	180.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
49	1	Kil	7.50	15.70	51.87	180.00	287.11	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	518.74	180.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
50	1	Çakıl	7.50	16.70	55.18	180.00	287.11	ZD
	2	Çakıl	7.50	16.70	55.18	180.00		

	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
51	1	Kum	7.50	18.60	245.83	360.00	477.53	ZC
	2	Kum	7.50	18.60	245.83	360.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
52	1	Kil	7.50	15.70	207.50	360.00	477.53	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	207.50	360.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
53	1	Çakıl	7.50	16.70	220.71	360.00	477.53	ZC
	2	Çakıl	7.50	16.70	220.71	360.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
54	1	Kum	7.50	18.60	1095.59	760.00	733.62	ZC
	2	Kum	7.50	18.60	1095.59	760.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		

55	1	Kil	7.50	15.70	924.77	760.00	733.62	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	924.77	760.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
56	1	Çakıl	7.50	16.70	983.68	760.00	733.62	ZC
	2	Çakıl	7.50	16.70	983.68	760.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
57	1	Kum	30.00	18.60	61.46	180.00	180.00	ZE
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
58	1	Kil	30.00	15.70	51.87	180.00	180.00	ZE
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
59	1	Çakıl	30.00	15.70	51.87	180.00	180.00	ZE
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
60	1	Kum	30.00	18.60	138.28	270.00	270.00	ZD

	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
61	1	Kil	30.00	15.70	116.72	270.00	270.00	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
62	1	Çakıl	30.00	16.70	124.15	270.00	270.00	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
63	1	Kum	30.00	18.60	594.84	560.00	560.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
64	1	Kil	30.00	15.70	502.09	560.00	560.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
65	1	Çakıl	30.00	16.70	534.07	560.00	560.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		

	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
66	1	Kil	10.00	15.70	36.02	150.00	314.11	ZF
	2	Kil	7.50	15.70	623.33	623.96		
	3	Kil	7.50	15.70	737.98	678.92		
	4	Kum	7.50	18.60	938.99	703.59		
	5	Kum	7.50	18.60	992.44	723.34		
	6	Çakıl	10.00	16.70	803.48	686.87		
	7	Çakıl	10.00	16.70	845.06	704.42		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
67	1	Kil	40.00	15.70	36.02	150.00	150.00	ZF
	2	Kil	7.50	15.70	913.42	755.32		
	3	Kil	7.50	15.70	976.06	780.79		
	4	Kum	7.50	18.60	1161.72	782.60		
	5	Kum	7.50	18.60	1221.09	802.35		
	6	Çakıl	10.00	16.70	931.40	739.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	976.16	757.09		
	8	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
68	1	Kil	15.00	15.70	64.04	200.00	454.20	ZF
	2	Kil	25.00	15.70	1076.55	820.00		
	3	Kil	7.50	15.70	913.42	755.32		
	4	Kil	7.50	15.70	976.06	780.79		
	5	Kum	7.50	18.60	1161.72	782.60		
	6	Kum	7.50	18.60	1221.09	802.35		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.40	739.53		
	8	Çakıl	10.00	16.70	976.16	757.09		
	9	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
69	1	Kum	3.00	18.60	37.18	140.00	450.35	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		

70	1	Kil	3.00	15.70	31.38	140.00	450.35	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
71	1	Çakıl	3.00	16.70	33.38	140.00	450.35	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
72	1	Kum	3.00	18.60	1095.59	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
73	1	Kil	3.00	15.70	924.77	760.00	617.96	ZC

	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
74	1	Çakıl	3.00	16.70	983.68	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
75	1	Kayalar	30.00	25.00	1472.57	760.00	760.00	ZB
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
76	1	Kayalar	30.00	25.00	3255.40	1130.00	1130.00	ZB
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		

	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
77	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15.00	25.00	1472.57	760.00	733.62	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	3	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	4	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	5	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	6	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	7	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	8	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	9	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	10	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	11	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1045.39	783.48		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
78	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	15.00	25.00	3255.40	1130.00	871.31	ZB
	2	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	3	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	4	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	5	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	6	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	7	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	8	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	9	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	10	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	11	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1045.39	783.48		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		

	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
79	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	3.00	25.00	1472.57	760.00	617.96	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
80	1	Az ayrılmış, orta sağlam Kayalar	3.00	25.00	3255.40	1130.00	634.86	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	377.95	485.86		
	3	Kil	7.50	15.70	643.21	633.83		
	4	Kum	7.50	18.60	890.41	685.15		
	5	Kum	7.50	18.60	942.52	704.91		
	6	Çakıl	10.00	16.70	775.03	674.60		
	7	Çakıl	10.00	16.70	815.88	692.15		
	8	Kil	7.50	15.70	1023.40	799.50		
	9	Kil	7.50	15.70	1089.62	824.96		
	10	Kum	7.50	18.60	1265.66	816.86		
	11	Kum	7.50	18.60	1328.43	836.87		
	12	Çakıl	10.00	16.70	989.85	762.38		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1035.97	779.94		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
81	1	Kum	7.50	18.60	61.46	180.00	287.11	ZD
	2	Kum	7.50	18.60	61.46	180.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		

	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
82	1	Kil	7.50	15.70	51.87	180.00	287.11	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	51.87	180.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
83	1	Çakıl	7.50	16.70	55.18	180.00	287.11	ZD
	2	Çakıl	7.50	16.70	55.18	180.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
84	1	Kum	7.50	18.60	245.83	360.00	477.53	ZC
	2	Kum	7.50	18.60	245.83	360.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		

	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
85	1	Kil	7.50	15.70	207.50	360.00	477.53	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	207.50	360.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
86	1	Çakıl	7.50	16.70	220.71	360.00	477.53	ZC
	2	Çakıl	7.50	16.70	220.71	360.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
87	1	Kum	7.50	18.60	1095.59	760.00	733.62	ZC
	2	Kum	7.50	18.60	1095.59	760.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		

	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
88	1	Kil	7.50	15.70	924.77	760.00	733.62	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	924.77	760.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
89	1	Çakıl	7.50	16.70	983.68	760.00	733.62	ZC
	2	Çakıl	7.50	16.70	983.68	760.00		
	3	Kil	7.50	15.70	836.02	722.61		
	4	Kil	7.50	15.70	775.36	695.90		
	5	Kum	7.50	18.60	974.52	716.78		
	6	Kum	7.50	18.60	1028.97	736.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	824.20	695.67		
	8	Çakıl	10.00	16.70	866.31	713.22		
	9	Kil	7.50	15.70	1130.35	840.24		
	10	Kil	7.50	15.70	1199.39	865.52		
	11	Kum	7.50	18.60	1365.51	848.47		
	12	Kum	7.50	18.60	1429.82	868.22		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1045.29	783.44		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1092.67	801.00		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
90	1	Kum	30.00	18.60	61.46	180.00	180.00	ZE
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		

	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
91	1	Kil	30.00	15.70	51.87	180.00	180.00	ZE
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
92	1	Çakıl	30.00	16.70	55.18	180.00	180.00	ZE
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
93	1	Kum	30.00	18.60	138.28	270.00	270.00	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		

	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
94	1	Kil	30.00	15.70	116.72	270.00	270.00	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
95	1	Çakıl	30.00	16.70	124.15	270.00	270.00	ZD
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
96	1	Kum	30.00	18.60	594.84	560.00	560.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		

	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
97	1	Kil	30.00	15.70	502.09	560.00	560.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
98	1	Çakıl	30.00	16.70	534.07	560.00	560.00	ZC
	2	Kil	7.50	15.70	833.17	721.38		
	3	Kil	7.50	15.70	893.07	746.86		
	4	Kum	7.50	18.60	1084.89	756.28		
	5	Kum	7.50	18.60	1142.35	776.05		
	6	Çakıl	10.00	16.70	887.77	722.00		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.48	739.56		
	8	Kil	7.50	15.70	1271.57	891.18		
	9	Kil	7.50	15.70	1345.29	916.65		
	10	Kum	7.50	18.60	1495.64	887.98		
	11	Kum	7.50	18.60	1562.91	907.73		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1116.73	809.77		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.72	827.34		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
99	1	Kil	10.00	15.70	36.02	150.00	314.11	ZF
	2	Kil	7.50	15.70	623.33	623.96		
	3	Kil	7.50	15.70	737.98	678.92		
	4	Kum	7.50	18.60	938.99	703.59		
	5	Kum	7.50	18.60	992.44	723.34		
	6	Çakıl	10.00	16.70	803.48	686.87		
	7	Çakıl	10.00	16.70	845.06	704.42		

	8	Kil	7.50	15.70	1085.08	823.24		
	9	Kil	7.50	15.70	1153.23	848.70		
	10	Kum	7.50	18.60	1323.35	835.27		
	11	Kum	7.50	18.60	1386.70	855.03		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1021.94	774.64		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1068.79	792.20		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
100	1	Kil	40.00	15.70	36.02	150.00	150.00	ZF
	2	Kil	7.50	15.70	913.42	755.32		
	3	Kil	7.50	15.70	976.06	780.79		
	4	Kum	7.50	18.60	1161.72	782.60		
	5	Kum	7.50	18.60	1221.09	802.35		
	6	Çakıl	10.00	16.70	931.40	739.53		
	7	Çakıl	10.00	16.70	976.16	757.09		
	8	Kil	7.50	15.70	1370.23	925.11		
	9	Kil	7.50	15.70	1446.69	950.57		
	10	Kum	7.50	18.60	1585.55	914.28		
	11	Kum	7.50	18.60	1654.82	934.04		
	12	Çakıl	10.00	16.70	1165.63	827.31		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1215.61	844.86		
	14	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		
101	1	Kil	15.00	15.70	64.04	200.00	454.20	ZF
	2	Kil	25.00	15.70	1076.55	820.00		
	3	Kil	7.50	15.70	913.42	755.32		
	4	Kil	7.50	15.70	976.06	780.79		
	5	Kum	7.50	18.60	1161.72	782.60		
	6	Kum	7.50	18.60	1221.09	802.35		
	7	Çakıl	10.00	16.70	931.40	739.53		
	8	Çakıl	10.00	16.70	976.16	757.09		
	9	Kil	7.50	15.70	1370.23	925.11		
	10	Kil	7.50	15.70	1446.69	950.57		
	11	Kum	7.50	18.60	1585.55	914.28		
	12	Kum	7.50	18.60	1654.82	934.04		
	13	Çakıl	10.00	16.70	1165.63	827.31		
	14	Çakıl	10.00	16.70	1215.61	844.86		
	15	Taban kaya	Sonsuz	25.50	5851.01	1500.00		

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : YILDIZ HAKAN
Uyruğu : T.C
Doğum Tarihi ve Yeri : 10.10.1989 UŞAK
Medeni Hali : Evli
Askerlik : Yedek subay yaptı. (2012-2013)
Telefon : 543 660 55 55
e-mail : hknyildiz@outlook.com.tr

Eğitim Bilgileri

Lisans : Celal Bayar Üniversitesi 2010
Lise : Uşak Lisesi 2006

İş Deneyimi

2011-2012, 2013- 2014: Uşak Küresel Yapı Denetim Şirketi (Kontrol Elemanı)
2014-2018 : Yıldız Mühendislik (Firma Sahibi – Betonarme Proje Hizmeti)

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Futbol, Basketbol, Yüzme, Doğa Yürüyüşü, Seyahat Etmek, Halk Oyunları