



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-
CERRAHPAŞA LİSANSÜSTÜ EĞİTİM
ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İSTANBUL BURGAZADASI'NDA JEOFİZİK VERİLER KULLANILARAK
DEPREM-ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İNCELENMESİ**

ARAL BENLİ

DANIŞMAN

PROF. DR. FERHAT ÖZÇEP

**JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

İstanbul , 2020

Bu çalışma 16.01.2020 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından
Mühendislik Bilimleri Anabilim Dalı, Jeofizik Mühendisliğı Programı Yüksek Lisans Tezi
olarak kabul edilmiştir.

TEZ JÜRİSİ



Prof. Dr. Ferhat ÖZÇEP
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Fakültesi



Doç. Dr. Hakan ALP
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Fakültesi



Prof. Dr. Ali PINAR
Boğaziçi Üniversitesi
Kandilli Rasathanesi Ve Deprem Araştırma
Enstitüsü

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**İSTANBUL BURGAZADASI'NDA JEOFİZİK VERİLER KULLANILARAK DEPREM-
ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Aral BENLİ

İstanbul Cerrahpaşa Üniversitesi
Listansüstü Eğitim Enstitüsü

Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Prens Adaları olarak da bilinen İstanbul adaları, Marmara Denizi'nde dokuz küçük adadan oluşan bir zincirdir. Bizans döneminde Prenslerin sürgün yerleri iken, bugün turistlerin ve İstanbulluların yoğun bir şehir hayatından bir günlüğüne kaçabilmeleri için popüler bir destinasyon haline gelmiştir. Bu dokuz adadan sadece dördü halka açıktır: Büyükada, Burgazada, Heybeliada ve Kınalıada. Burgazada, Burgaz Adası veya kısaca Burgaz (Yunanca: Αντιγόνη, Antigoni) Prens Adaları'ndaki üçüncü en büyük adadır. Ada 2 kilometre uzunluğunda tek bir tepeden oluşuyor. Büyük İskender'in Diadochi'lerinden (haleflerinden) Makedonyalı I. Demetrius, bir kale (Yunanca: kale / kule için Pyrgos) Antigonus I Monoftalmi inşa etti. Ada bu ismi aldı ancak bugün Türkler tarafından genellikle; Burgaz olarak biliniyor. Tez için seçilen Burgazada'da İBB'nin mikrobölgeleme amaçlı elde ettiği kaymadalgası hız bilgisi kullanılmıştır (VS30 hızları). EERA programında bu kayma dalgası verileri kullanılarak 26.09.2019 da gerçekleşen Mw: 5.8 büyüklüğündeki Marmara depremi model deprem kullanılmış. 4 farklı istasyondan alınan Marmara depremi ivme verileri EERA programında kayma dalga hızları ile etkileşime sokularak zemin-deprem etkisi araştırılmıştır. Kayıtları kullanılan istasyonlar ; Burgaz adanın kuzey-batısındaki Silivri ve Marmara Ereğlisi istasyonu , Burgazada 'nın kuzey-doğusundaki Sultanbeyli istasyonu ve doğusundaki Darıca istasyonudur. Ayrıca bu kayma dalgaları DEEPSOIL yazılımında dünya ölçeğindeki depremlerle (Chichi Depremi 1999 Mw 7.6, Coyote Depremi 1979 Mw 5.7, Kocaeli Depremi 1999 Mw 7.5 ve Northridge Depremi 1994 Mw 6.7). etkileşime sokularak spektral ivme grafikleri elde edilmiş ve incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: MASW, Mikrotremor, kayma dalgası hızı , vs30 Mikrobölgeleme , zemin etkileşimi , Burgaz Ada , EERA

ABSTRACT

INVESTIGATION OF EARTHQUAKE-SOIL INTERACTION BY USING GEOPHYSICAL DATA IN ISTANBUL BURGAZADASI

M.Sc Thesis

The islands of Istanbul, also known as the Princes ; Islands, are a chain of nine small islands in the Sea of Marmara. In the Byzantine period, the Princes were the places of exile, but today it has become a popular destination for tourists and Istanbulites to escape from a busy city life for a day. Only four of these nine islands are open to the public: Büyükada, Burgazada, Heybeliada and Kınalıada. Burgazada, Burgas Island, or shortly Burgas (Greek: Αντιγόνη, Antigoni) is the third largest in the Princes Islands. The island consists of a single hill 2 kilometers across. Demetrius I of Macedon, one of the Diadochi (Successors) of Alexander the Great, built a fort (Greek: Pyrgos for fort / tower) Antigonus I Monophthalmus. The island took this name, but is generally known by the Turks today as simply Burgas. In Burgazada, chosen for the thesis, the shear wave velocity information obtained by the IMM for microzonation purposes (VS30 speeds) was used. Using this shear wave data in the EERA program, the Marmara earthquake of magnitude 5.8, occurred on 26.09.2019, was used as a model earthquake. The ground-earthquake effect was investigated by interacting with the shear wave velocities in the EERA program from the Marmara earthquake acceleration data obtained from 4 different stations. Stations whose records were used; Silivri and Marmara Ereğlisi stations in the north-west of Burgazada, Sultanbeyli station in the north-east of Burgazada and Darica station in the east. In addition, spectral acceleration graphs were obtained by analyzing these shear waves with DEEPSOIL software earthquakes (Chichi Earthquake 1999 Mw 7.6, Coyote Earthquake 1979 Mw 5.7, Kocaeli Earthquake 1999 Mw 7.5 and Northridge Earthquake 1994 Mw 6.7).

Aral BENLİ

Istanbul Cerrahpasa University
Graduate Education Institute

Department of Geophysical Engineering

Supervisor : Prof. Dr. Ferhat ÖZÇEP

TEŞEKKÜR

Bu çalıőmam sűresince her tűrlű yardım ve fedakarlıęı saęlayan , bilgi , tecrűbe ve gűler yűzű ile çalıőmama ıőık tutan , çalıőmamın yűneticisi Sayın Prof. Dr. Ferhat Őzep'e teőekkűrű borç bilirim.

Çalıőmamda gerekli bilgileri derlememi saęlayan ve hertűrlű desteęi sunan Doç.Dr Namık Aysal hocama , çalıőmayı , bitirmemde emeęi geçen arkadaőlarıma ve benden maddi manevi hiçbir desteęi esirgemeyen aileme teőekkűr ederim.

Aral BENLİ
İstanbul , Ocak 2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vi

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1 Coğrafi konum ve bilgiler.....	6
2.1.1 İklim.....	7
2.1.2 Nüfus.....	7
2.1.3 Ulaşım	7
2.2 Genel Jeoloji.....	8
3. MATERYAL VE METOD.....	10
3.1 Zemin tepkisi için Eşdeğer-Doğrusal model.....	10
3.1.1 Bir boyutlu stress-strain (gerilme-yerdeğiştirme) ilişkisi.....	10
3.1.2 Doğrusal olmayan stress-strain tepkisine eşdeğer-doğrusal yaklaşım.....	12
3.1.2.1 Model 1.....	13
3.1.2.2 Model 2.....	14
3.2 Bir boyutlu zemin tekisi analizi	15
3.2.1 Serbest yüzey , anakaya ve beton yüzeyinin hareketleri S dalgası.....	18
3.2.2 Geçici hareketler.....	19
3.2.3 Eşdeğer doğrusal yanıtın iteratif yaklaşımı	20
4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR	22
4.1 EERA Programı ile Burgazada vs30 hızları etkileşimi.....	23
4.1.1 Silivri istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları.....	25
4.1.2 Marmara ereğlisi istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları	36
4.1.3 Sultanbeyli istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları	47
4.1.4 Darıca istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları	58
4.1.5 EERA Programı ile 1999 Kocaeli Depremi verilerinin etkileşimi	69
4.2 Deepsoil programı ile Burgazada vs30 zemin hızları – deprem etkileşimi.....	81
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	125
KAYNAKLAR.....	127

EKLER.....	133
Ek 1: EERA açılır menüsü.....	134
Ek 2. EERA’da Deprem verisi görüntüsü.....	135
Ek 3. zemin profilinin geometrisini ve özelliklerini	137
Ek 4. Profil çalışma sayfası.....	138
Ek 5. gerilim – deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri	139
Ek 6. Çalışma sayfası.....	140
Ek 7.Çalışma sayfası ivme ayarları.....	140
Ek 8. Strain çalışma sayfası	141
Ek 9. Ampli çalışma sayfası.....	142
Ek 10. Fourier çalışma sayfası.....	143
Ek 11. Spektrum çalışma sayfası	144
ÖZGEÇMİŞ.....	145

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1: Deprem ile ilişkili kayıpların etkileşimde olduğu parametreler ve özellikler (Özçep, 2010).....	3
Şekil 1.2: Zemin dinamiğinin kapsamı (Schmidt, 2010, Yendien Çizilerek)	
Şekil 2.1: Burgazada uydu görüntüsü	4
Şekil 2.2. İnceleme alanı olan Burgazada'nın jeolojik haritası ve KB-KD kesit (İ.Ozan Çılgın 2006).....	6
Şekil 3.1 Eşdeğer-lineer modelde kullanılan gerilme-şekil değiştirme modelinin şematik gösterimi	8
Şekil 3.2 Eşdeğer-doğrusal model: (a) Histerisiz gerilme-şekil değiştirme eğrisi; ve (b) Kayma deformasyonu kayma modülünün değişimi ve kayma deformasyonu genliği ile sonümlleme oranı.	10
Şekil 3.3 Bir gerilme-şekil değiştirme tepkisi üzerinde net bir şekilde görülebilen ancak bir G _s -g eğrisinden tespit edilmesi zor olan belirli bir şekil yumuşatma durumunu göstermektedir	12
Şekil 3.4 Kritik kayma oranına sahip karmaşık kayma modülü genliğinin normalize değişimi (Model 1).	14
Şekil 3.5 Kritik bir fonksiyon olarak yüklem döngüsü başına harcanan enerjinin normalleştirilmiş değişimi	15
Şekil 3.6 Bir boyutlu katmanlı zemin sistemi (Schnabel ve ark., 1972'den sonra).....	16
Şekil 3.7 Zemin tepki analizinde kullanılan terminoloji.....	19
Şekil 3.8 Eşdeğer doğrusal analizde kayma modülünün yinelenmesi ve kayma gerilimi ile sonümlleme oranı.	21
Şekil 4.1 Vs30 hız değerlerini gösterir harita.....	22
Şekil 4.2 Marmara Depremi'nin Silivri istasyonu kaydı.....	23

Şekil 4.3 Marmara Depremi'nin Marmara Ereğlisi istasyonu kaydı	23
Şekil 4.3 Marmara Depremi'nin Sultanbeyli istasyonu kaydı	24
Şekil 4.4 Marmara Depremi'nin Darıca istasyonu kaydı.....	24
Şekil 4.5 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	25
Şekil 4.6 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	26
Şekil 4.7 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	27
Şekil 4.8 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 550$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	28
Şekil 4.9 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	29
Şekil 4.10 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	30
Şekil 4.11 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	31
Şekil 4.12 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	32
Şekil 4.13 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı	
b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....	33

- Şekil 4.14** a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1150$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**34**
- Şekil 4.15** a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**35**
- Şekil 4.16** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**36**
- Şekil 4.17** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**37**
- Şekil 4.18** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**38**
- Şekil 4.19** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 550$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**39**
- Şekil 4.20** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**40**
- Şekil 4.21** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**41**
- Şekil 4.22** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.....**42**
- Şekil 4.23** a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin

zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi43

Şekil 4.24 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 800 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi44

Şekil 4.25 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi45

Şekil 4.26 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi46

Şekil 4.27 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 300 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi47

Şekil 4.28 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 375 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi48

Şekil 4.29 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi49

Şekil 4.30 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi50

Şekil 4.31 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 600 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi51

Şekil 4.32 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi52

Şekil 4.33 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi53

Şekil 4.34 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi54

Şekil 4.35 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi55

Şekil 4.36 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1150$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi56

Şekil 4.37 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi57

Şekil 4.38 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi58

Şekil 4.39 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi59

Şekil 4.40 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi60

Şekil 4.41 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 550$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.....61

Şekil 4.42 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi62

Şekil 4.43 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi63

Şekil 4.44 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi64

Şekil 4.45 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi65

Şekil 4.46 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi66

Şekil 4.47 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi67

Şekil 4.48 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi68

Şekil 4.49 a) Marmara deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi69

Şekil 4.50 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi70

Şekil 4.51 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi71

Şekil 4.52 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 550$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi72

Şekil 4.53 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi73

Şekil 4.54 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi74

Şekil 4.55 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi75

Şekil 4.56 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi76

Şekil 4.57 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi77

Şekil 4.58 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi78

Şekil 4.59 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 1150$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi79

Şekil 4.60 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı

b) $v_{s30} = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi80

Şekil 4.61. Burgazada $v_{s30}=300$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme tepkisi Deepsoil çıktısı81

Şekil 4.62. Burgazada $v_{s30}=300$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı82

Şekil 4.63. Burgazada $v_{s30}=300$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı83

Şekil 4.64. Burgazada $v_{s30}=300$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	84
Şekil 4.65. Burgazada $v_{s30}=300$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	85
Şekil 4.66. Burgazada $v_{s30}=375$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	86
Şekil 4.67. Burgazada $v_{s30}=375$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	87
Şekil 4.68. Burgazada $v_{s30}=375$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	88
Şekil 4.69. Burgazada $v_{s30}=450$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	89
Şekil 4.70. Burgazada $v_{s30}=375$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	90
Şekil 4.71. Burgazada $v_{s30}=450$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	91
Şekil 4.72. Burgazada $v_{s30}=450$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı gösterir	92
Şekil 4.73. Burgazada $v_{s30}=550$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	93
Şekil 4.74. Burgazada $v_{s30}=550$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	94
Şekil 4.75. Burgazada $v_{s30}=550$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	95
Şekil 4.76. Burgazada $v_{s30}=550$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	96
Şekil 4.77. Burgazada $v_{s30}=600$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	97
Şekil 4.78. Burgazada $v_{s30}=600$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	98
Şekil 4.79. Burgazada $v_{s30}=600$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	99

Şekil 4.80. Burgazada $v_{s30}=600$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	100
Şekil 4.81. Burgazada $v_{s30}=650$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	101
Şekil 4.82. Burgazada $v_{s30}=650$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	102
Şekil 4.83. Burgazada $v_{s30}=650$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	103
Şekil 4.84. Burgazada $v_{s30}=650$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	104
Şekil 4.85. Burgazada $v_{s30}=700$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	105
Şekil 4.85. Burgazada $v_{s30}=700$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	106
Şekil 4.86. Burgazada $v_{s30}=700$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	107
Şekil 4.87. Burgazada $v_{s30}=700$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	108
Şekil 4.88. Burgazada $v_{s30}=700$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	109
Şekil 4.89. Burgazada $v_{s30}=750$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	110
Şekil 4.90. Burgazada $v_{s30}=750$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	111
Şekil 4.91. Burgazada $v_{s30}=750$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	112
Şekil 4.93. Burgazada $v_{s30}=800$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	113
Şekil 4.94. Burgazada $v_{s30}=800$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	114
Şekil 4.95. Burgazada $v_{s30}=800$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	115
Şekil 4.96. Burgazada $v_{s30}=800$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	116

Şekil 4.97. Burgazada $v_{s30}=1150$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	117
Şekil 4.98. Burgazada $v_{s30}=1150$ m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	118
Şekil 4.99. Burgazada $v_{s30}=1150$ m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	119
Şekil 4.100. Burgazada $v_{s30}=1150$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	120
Şekil 4.101. Burgazada $v_{s30}=1500$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	121
Şekil 4.102. Burgazada $v_{s30}=1500$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	122
Şekil 4.103. Burgazada $v_{s30}=1500$ m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı.....	123
Şekil 4.104. Burgazada $v_{s30}=1500$ m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı	124
Şekil 5.1. V_{s30} hızlarına göre spektral ivme ve büyütme değerleri grafiği.	126



1.GİRİŞ

Zeminlerin deprem gibi devirsel (cyclic) yükler altında davranışının (kayma modülü ve sönüm oranının artan birim deformalarla ilişkisi) laboratuvar ve saha verilerine dayanarak incelenmesine yönelik ilk çalışmalar konusunda Hardin ve Drenevich (1972); Seed ve Idris (1970) örnek olarak anılabilir. Zeminlerin dinamik özellikleri ve bunun sonuçlarının geoteknik analizde kullanılması (sıvılaşma, dinamik yamaç stabilitesi, taşıma gücü kaybı vb) konusunda, Finn (1991); Krinitzky ve diğ. (1993), Richard ve diğ. (1993); Ishihara ve Yoshimine (1992); Tokimatsu ve Seed (1984), Siyahi ve Ansal (1993); Majumdar (1971), Siyahi (1992) ve Tokimatsu ve Seed (1984) 'in çalışmaları örnek olarak verilebilir. Zeminlerin deprem ile etkileşiminde öne çıkan önemli olgulardan biri suya doygun kumlu zeminlerin sıvılaşmasıdır. 1964'deki iki büyük deprem (Alaska ($M_w=9.2$) ve Niigata ($M_s=7.5$)) zemin sıvılaşma etkilerinin yeryüzünde ve yapılarda devasa izler bıraktığı iki önemli deprem olmuş, bu tarihten sonra bu olgunun fiziğinin anlaşılmasına ve analizine yönelik saha ve laboratuvar deneyleri yoğun bir şekilde yapılmaya başlanmıştır. Castro (1969); Seed (1976), Seed ve Idriss (1971) Stokoe ve diğ. (1988) gibi bir çok araştırmacı gerek laboratuvar çalışmaları ve gerekse sıvılaşma analizi yönünde saha ölçüm verileri (SPT, CTP ve kayma dalgası hızı) üzerinde çalışmışlardır. Zemin koşullarının deprem yer hareketinin frekans içeriği, genliği ve süresi üzerindeki etkisi büyütme olarak bilinmektedir ve depremler sonucu yapılarda oluşan hasar ve zararların temel nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle zemin ve depremin etkileşimi aynı zamanda depreme dayanıklı olarak yapıların tasarımı ve projelendirilmesinde de çok önemli bir rol oynamaktadır. Zemin büyütme olgusu tarihte ve günümüzde oluşmuş bir çok depremde açık biçimde görülmektedir. Örneğin, 1857 Napoli depremindeki zemin koşullarının etkisini Mallet (1862) rapor etmiş, 1906 San Fransisco depreminin sarsıntıları üzerinde zemin koşullarının etkisini Wood (1908) ve Reid (1910) göstermiştir. Gutenberg (1927) farklı zemin koşullarına sahip mikro-seizm kayıtlarından zemin-bağımlı büyütme faktörlerini geliştirmiştir. Yakın zamanlarda 1985 Michoachan depremi ($M_s=8.1$) episantrı yakınlarında

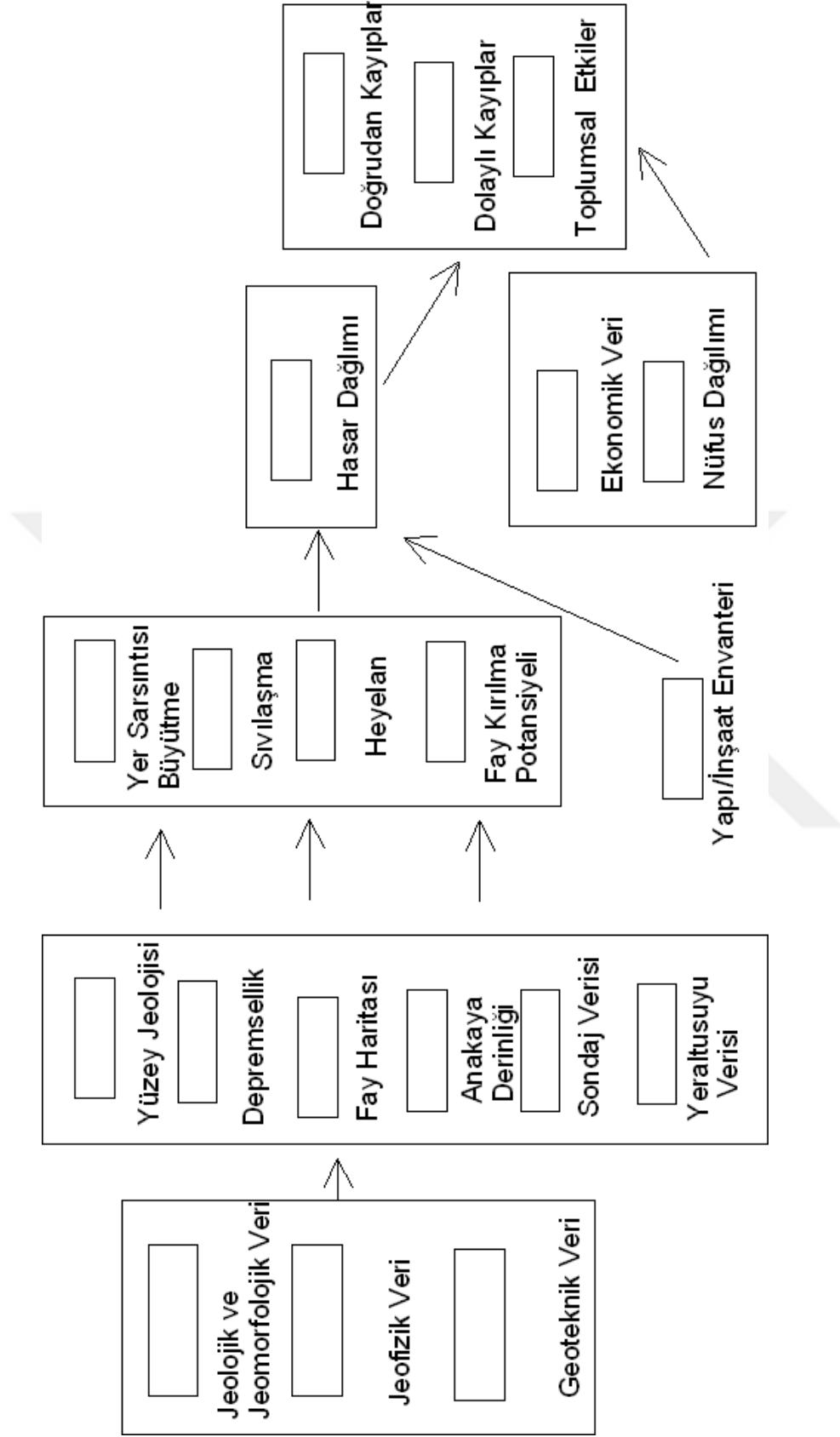
orta düzeyde hasar yapmasına rağmen, Mexico City'de 350 km uzaklıkta çok büyük çaplı hasarlara yol açmıştır. Mexico City (1985) ve Loma Prieta (1989) depremlerinde farklı yerlerde kaydedilen yer hareketlerinin incelenmesi yerel zemin koşulları ile hasarın ilişkisini oluşturmada öncülük ve daha sonra yapılacak bilimsel ve mühendislik çalışmalara da kılavuzluk etmiştir. Zeminlerin göreceli büyütmesinin yerinde belirlenmesine yönelik bir çok teknik son yıllarda geliştirilmiştir. Bu kapsamda ilk ciddi çalışmalar konusunda Nakamura (1985) ve Bard (1988) anılabilir. Deprem- zemin ilişkisinin yada büyütmesinin/tepkisini denetleyen en önemli jeofizik parametre zeminin kayma dalgası hızı (Borcherdt ve diğ., 1991) olduğu için kayma dalgası hızını belirlemeye yönelik klasik jeofizik teknikler (sismik kırılma ve yansıma) yanında modern ölçüm teknikleri geliştirilmiş (cross-hole, down-hole, sismik-CPT gibi kuyu jeofiziği teknikleri, SASW ve MASW gibi yüzey dalgası analiz yöntemleri) ve yoğun olarak bu bağlamda gerek jeofizik camiasının (Park ve diğ., 1999; Xia, ve diğ. 1998; Okada, 2002; vb) ve gerekse geoteknik camiasının (Stokoe ve Hoar, 1978; Stokoe ve diğ., 1988; Nazarian, 1984; Nazarian ve Stokoe, 1984 vb) ilgisine konu olmuştur. Bu bilgi birikiminin ve teknolojik gelişimin olumlu bir sonucu olarak kayma dalgası hızı artık tüm modern depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinin (Eurocode-8, UBC, IBC ve kısmen Türk Deprem Yönetmeliği

gibi) vazgeçilmezi olmuştur. Bu paralelde bir diğer önemli konu jeofizik ölçümlerin standartlarının oluşmasıdır. Bu yönde en önemli gelişme ASTM (American Society of Test and Materials) sismik kırılma, kuyu jeofiziği, cross-hole sismik, georadar, zeminlerin öz direnç ölçümlerikonularında standartlar oluşturmuştur.

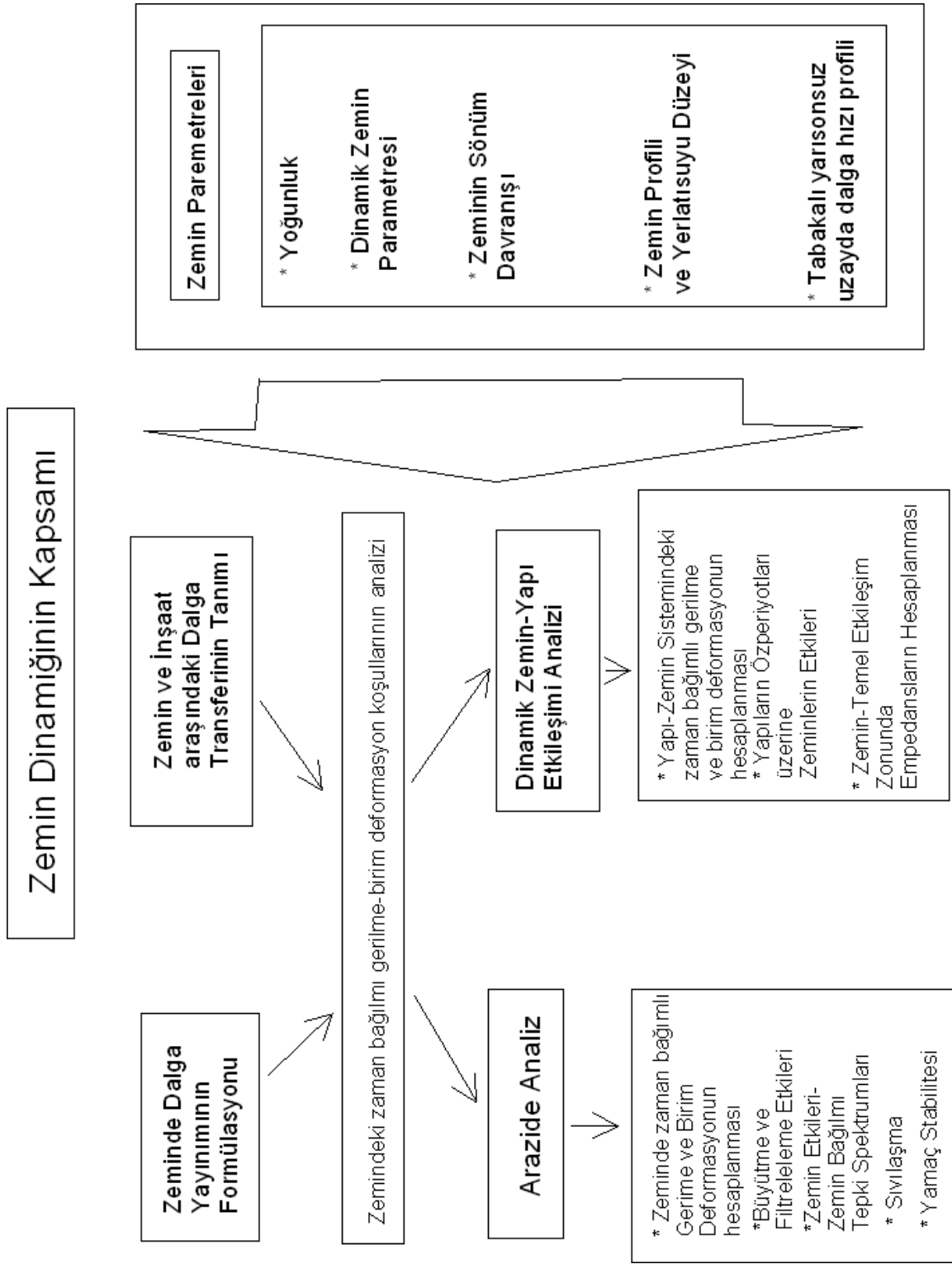
Son yıllarda deprem- zemin- yapı etkisini konusunda jeofizik/geoteknik analiz konusunda kaynak kitap/ders kitabı konusunda literatürde nitelik ve nicelik olarak önemli oranda artış gözlenmektedir (Özçep, 2019). Bu çabanın sonuçları olarak, Ward (1990)'ın editörlüğü'nü yaptığı Amerika Arama Jeofizikçileri Birliği (SEG) tarafından üç cilt olarak yayınlanan "Geotechnical and Environmental Geophysics" isimli kitap, Cambridge Üniversitesi yayınlarından çıkan Sharma (1997)'nin "Engineering and Environmental Geophysics" isimli kitap ve Amerika İnşaat Mühendisleri Odası'nın (ASCE) yayınladığı "**Geophysical Exploration for Engineering and Environmental Investigations**" kitabı örnek olarak verilebilir. Hiç kuşkusuz geoteknik, deprem ve jeofizik mühendislikleri arasında anahtar kitap Kramer

(1997)'in "**Geotechnical Earthquake Engineering**" kitabıdır. Bu kitap depremi merkez alarak geoteknik ve jeofizik konularını kaynaştırıcı, buluşturucu öncü bir rol oynamıştır. Yakın zamanlarda Nazarian ve Diehl (2000)'in editörlüğünü yaptığı "**Use of Geophysical Methods in Construction**", Ansal (2004)'in editörlüğünü yaptığı "**Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation**" ve McDowel ve diğ.(2002)'nin yazdığı "**Geophysics in Engineering Investigations**" isimli kitaplar bu yönde olumlu örnekler olarak göze çarpmaktadır. Bu süreçte, Amerika İnşaat Mühendisleri Odası (American Society of Civil Engineering)'nin kurduğu "Jeofizik Mühendisliği" (Geophysical Engineering) komitesi, Uluslararası Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Birliği (ISSMGE) "**Jeofiziksel Zemin Araştırmaları (Geophysical Site Characterization)**" Komitesi de inşaat mühendisliği sürecinde jeofiziğin, Amerika Arama Jeofizikçileri Birliği'nin "**Sığ Jeofizik Araştırmalar Komitesi (Shallow Surface Geophysics)**"nin ve Çevre ve Mühendislik Jeofiziği Birliği (Environmental and Engineering Geophysical Society)'nin çalışmaları da jeofizik sürecinde konunun önemi ortaya koyması bakımından dikkate değer gelişmelerden olmuştur.

Zemin dinamiği günümüzde geniş açıdan bakıldığında, bir dinamik yük olarak zeminler aracılığıyla yapılara etkiyerek oluşan kayıplar ile ilişkili olarak çok önemli bir yere sahiptir (Şekil 1). Bununla birlikte parsel bazında dinamik zemin-yapı etkileşiminin en önemli unsurudur (Şekil 2.)



Şekil 1.1. Deprem ile ilişkili kayıpların etkileşimde olduğu parametreler ve özellikler (Özçep , 2010)



Şekil 1.2. Zemin dinamiğinin kapsamı (Schmidt, 2010, Yendien Çizilerek)

Geçmiş depremler sırasında, yumuşak zemin sahalarındaki zemin hareketlerinin, yerel zemin koşullarına bağlı olarak, genellikle yakındaki kaya zeminlerden daha büyük olduğu saptanmış gerçeklerdendir (örneğin, Seed ve Idriss, 1968). Zemin sahası tepkilerinin bu büyütmeleri

(amplifikasyonları), yatay zemin tabakaları gibi basitleştirilmiş zemin koşullarını girdi olarak kullanan çeşitli bilgisayar programı kullanılarak simüle edildi.

Bu amaç için geliştirilen ilk bilgisayar programlarından biri SHAKE'dir (Schnabel ve ark. 1972). Piyasaya sürüldükten 25 yıl sonra, SHAKE halen yaygın olarak kullanılmaktadır ve jeoteknik deprem mühendisliğinde referans verilen bir bilgisayar programıdır.

SHAKE, oluşturulan deprem zemin tepkisi; kayma dalgası hızlarından oluşan yatay olarak katmanlı bir zemin-kaya sisteminde hesaplanır.. SHAKE, Kanai (1951), Roesset ve Whitman (1969) ve Tsai ve Houser (1970) 'in dalga yayılım çözümlerine dayanmaktadır. SHAKE, döngüsel zemin davranışının, jeoteknik deprem mühendisliği literatüründe kapsamlı şekilde açıklanan eşdeğer bir doğrusal model kullanılarak simüle edilebileceğini varsaymaktadır (örneğin, Idriss ve Seed, 1968; Seed and Idriss, 1970; ve Kramer, 1996). SHAKE birçok kez geliştirilmiştir (örneğin, frekansa bağlı eşdeğer suş; Sugito, 1995). SHAKE91, SHAKE'ın en son versiyonlarından biridir (Idriss ve Sun, 1992).

1998 yılında, EERA bilgisayar programı, FORTRAN 90'da, SHAKE ile aynı temel kavramlardan başlayarak geliştirilmiştir. EERA, Eşdeğer-Doğrusal Deprem Tepki Analizi anlamına gelir. EERA, eşdeğer doğrusal deprem bölgesi tepki analizinin iyi bilinen kavramlarının modern bir uygulamasıdır. EERA'nın uygulanması, FORTRAN 90'daki dinamik dizi boyutlandırma ve matris işlemlerinin tüm avantajlarından yararlanır. EERA'nın giriş ve çıkışı, elektronik tablolama programı Excel ile tam olarak bütünleştirilmiştir. Zemin-depremetkileşiminde kullanılan modern yazılımlardan biri de DEEPSOIL yazılımıdır. Temelde EERA ile aynı algoritma ile çalışmalardır. EERA ve DEEPSOIL yazılımlarının önemli ortak özelliklerinden biri de ücretsiz olmalıdır. Bu tezde Burgazada da elde edilmiş ortalama kayma hızları EERA ve DEEPSOIL programıyla değerlendirilecektir.

Bu tez için çalışma alanı Burgazada seçilmiştir. Tarihte prenslerin sürgün yeri olarak bilinen prens adalarından halka açık olan en büyük üçüncü adadır ve yüzölçümü 1.5 km²'dir. Diğer prens adalarına oranda daha az popüler olan Burgazada daha çok kalabalıktan uzak ve dinlenme yeri olarak bilinir. Kınalıada ile Heybeliada'nın ortasında bulunmaktadır.

Burgazada zeminlerinde İBB'nin mikrobölgeleme amaçlı elde ettiği Vs30 hız bilgisi kullanılacaktır. Mw: 5.8 büyüklüğündeki 26.09.2019 tarihinde gerçekleşen Silivri depremi 4 farklı istasyonda kaydedilen ivme verileri ile dünyanın çeşitli bölgelerinde oluşmuş depremlerin ivme kayıtlarından oluşan seçilmiş özel yer hareketi verileri bu tez çalışmada girdi deprem verileri olarak kullanılmıştır. Deprem verileri Burgazada'nın kuzey-batısındaki Silivri ve Marmara Ereğlisi istasyon verileri, Burgazada'nın kuzey- doğusundaki Sultanbeyli istasyon verileri ve doğusundaki Darıca istasyonu verileri kullanılarak **EERA** yazılımında kullanılarak zemin-deprem etkisi araştırılmıştır. Ayrıca **DEEPSOIL** yazılımı kullanılarak, bu yazılımın veri tabanında bulundan dünya ölçeğinde oluşmuş depremler kullanılarak Burgazada Vs30 zemin hızları baz alınarak depremlerle etkileşimi de incelenmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

COĞRAFİ KONUM VE BİLGİLER

İnceleme alanı, Burgazada Türkiye'deki 9 prens adasından biridir. Konumu Marmara Denizinde, Kadıköy'ün güneybatısında , Kınalıada ve Heybeliada'nın arasında bulunur. Adalar Trakya-Kocaeli penneleininin güney devamında su üzerinde kalmış kara parçalarıdır Coğrafik konum itibarile kuzeybatı-güneydoğuya doğru Kınalıada, Burgazada, Heybeliada, Büyükada olarak dizilirler. İnceleme alanı olan Burgazada'nın büyüklüğü 1.5km²'dir ve prens adaları içerisindeki en büyük üçüncü adadır. Burgazada'nın yerel konumu 40 derece 52 saniye kuzey enlemi ve 29 derece 03 saniye doğu boylamı arasına düşer. Bölgenin en yüksek tepesi Bayrak Tepe'dir denizden yüksekliği 170 metredir.Bu tezde çalışılacak olan Burgazada'nın uydu görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 2.1: Burgazada uydu görüntüsü

İKLİM

Bölgenin iklimi akdeniz ve karadeniz iklimi arasında değişiklik gösterir. Akdeniz ikliminden kuraklığı , Karadeniz İkliminden de bol yağışı aldığını söyleyebiliriz. Kuraklıktan dolayı bölgede maki bitki örtüsü hakimdir. Bu nedenle bölgenin sıcaklığı İstanbul'a oranla daha fazladır. Ada olduğundan dolayı nem oranı kış aylarında %75 civarı iken yaz aylarında bu %80 lere ulaşmaktadır. Bölge maksimum yağışı sonbaharda güney rüzgarları ve takibindeki kuzey rüzgarlarının etkisiyle alır. Maksimum yağışlarının Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat aylarına rastladığı , diğer aylardaki yağış miktarının giderek azaldığı, Temmuz ve Ağustos aylarında neredeyse bölgede yağış olmadığı görülmektedir. Nem oranının en az olduğu aylar ise Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarıdır.(D.M.İ.G.M verileri; 2002).

Buharlaşma miktarı ise en fazla Haziran-Eylül ayları arasında meydana gelir ortalama buharlaşma miktarı 92,7 mm ile 125,8 mm arasında değişiklik göstermektedir. En çok buharlaşma en sıcak aylarda meydana geldiğinden Ağustos ayında maksimuma ulaşır. En az buharlaşma ise yağışın en çok olduğu ayda Ocak ayında meydana gelir. .(D.M.İ.G.M verileri; 2002).

Adadaki rüzgar hızı ortalama 3,0 m/s dir. Yağışlı kış aylarında bu hız artmaktayken yaz aylarında ise bu hız azalmaktadır. Mart aylarında ortalama hız 3,5 m/s iken Nisan ayında 2,6 m/s dolaylarındadır. Gün içerisinde sabah ve akşam saatlerinde hız değişmekte en rüzgarlı saatler öğlen saatleri olmaktadır.

NÜFUS

Burgazada nüfüsü özellikler bahar aylarının başlamasıyla beraber yaz aylarında en yüksek seviyelere ulaşır. Artan nüfus kış aylarındaki nüfus sayısının yaklaşık 10 katı gibi rakamlara ulaşmaktadır. Ortalama nüfusu 1500 civarı olsa da yaz aylarında 15000 nüfusa ulaşabilir.

Ada'daki evler daha çok yazlık olarak kullanılmakla beraber; yerleşik nüfusun bir bölümü İstanbul'da çalışmakta olduğundan vapur ile günübirlik kente gidip gelmektedirler.

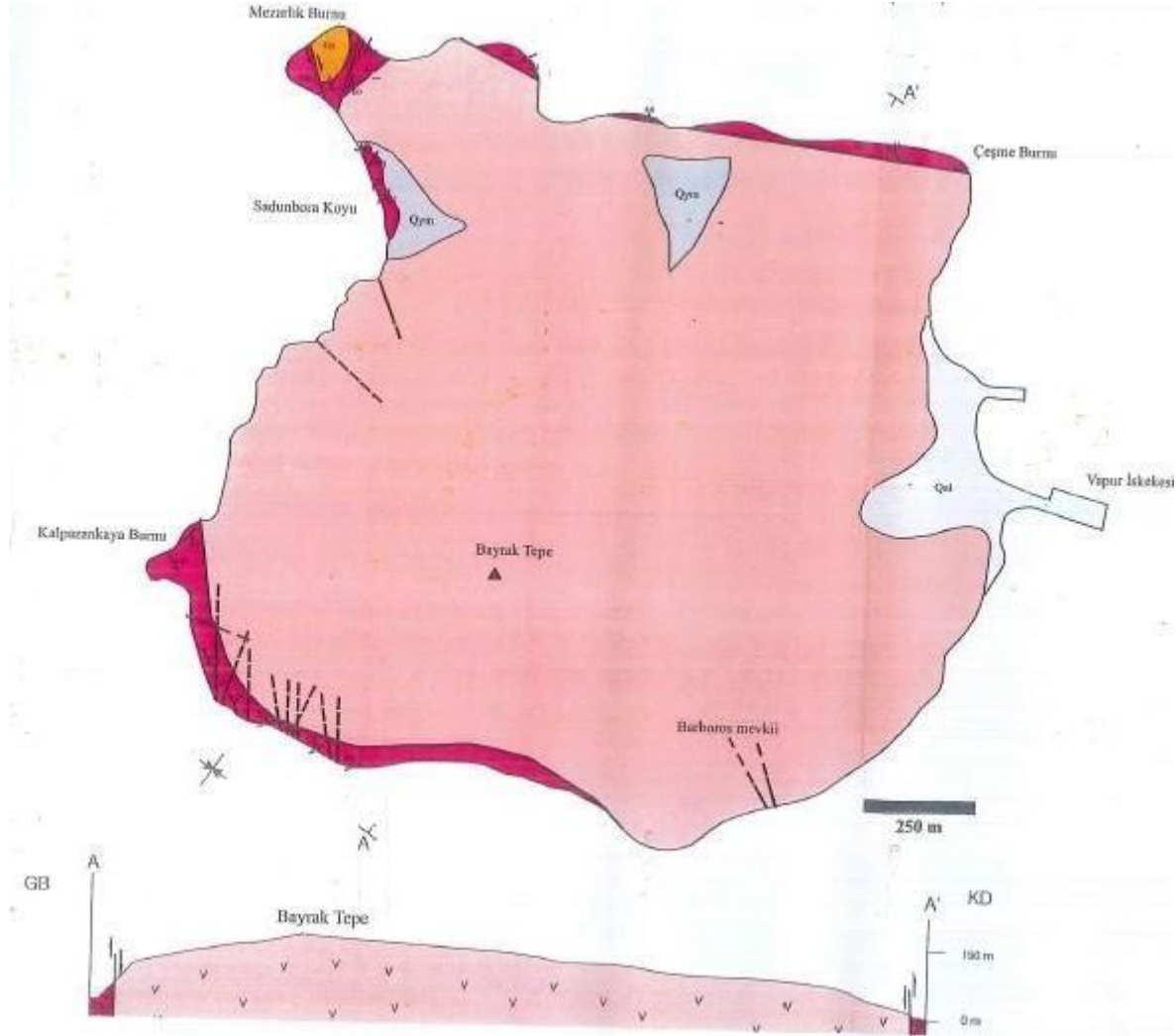
ULAŞIM

Burgazada'ya ulaşım Kadıköy , Bostancı , Sirkeci , Kabataş ve Kartal iskelelerinden vapur ve deniz otobüsü ile yapılmaktadır. Yaz aylarında Kartal ve Bostancıdan özel teknelerde ulaşım sağlamaktadırlar. Ada içinde ise motorlu taşıt bulunmamakta ulaşım fayton ve bisikletle yapılmaktadır.

2.1 GENEL JEOLJISI

Ada'nın genel jeolojisine bakıldığında volkanik kayaların hakim olduğu görülmektedir.

Burgaz Ada'da harita ve mostra ölçekli birçok fayın varlığı bilinmektedir. Tektonizmanın yoğun etkisinde kalan adada harita ölçeğindeki faylar genelde birimlerin sınırlarını oluşturan faylardır. Adanın kuzeyinde ve güneyinde bulunan bu faylar arkozlar ile volkanikleri birbirinden ayırırlar Şekil 2.1.



Şekil 2.2. İnceleme alanı olan Burgazada'nın jeolojik haritası ve KB-KD kesit (İ.Ozan Çılgın 2006)

(Kırmızı; kurtkoy fm , pembe;volkanik fm , Gri tonlar ise Kuvaterner birimleri göstermektedir.)

Şekil 2.1.'de Burgazada'nın kuzeyinde ve güneyinde , arkoz ile volkaniklerin sınırlarını oluşturan fayları gösteren şematik kesit verilmiştir.

Bunlardan adanın kuzey sahili boyunca, düzleminin doğrultusu ve eğimi K80B 85KD olan fay, Çeşme Burnu'dan Mezarlık Burnu'nun doğusuna doğru BKB-DGD yönünde yönelim gösterir. Fay doğrultusu boyunca breşleşmeler gösterir.

Breşleri oluşturan köşeli çakılların boyutları değişkenlik gösterir. Çapı 20 cm varan bu çakıllar demirce zengin bir matriks ile tutturulmuştur. Matriks rengi kırmızı , kahve renkli , çoğunlukla volkanik kayalardan oluşan çakıllar ise beyaz , açık gri renklidir. Bu breşik zonun en iyi gözlemlendiği yer, Çeşme Burnu'nun batısıdır.

Adanın güneyinde yer alan diğer bir büyük ölçekli fay ise , Barbaros mevkiinin güneyinden , Kalpazankaya Burnu'na doğru KB-GD -B ve içbükey yaparak K-G doğrultusuna devam eder. Breşlerin yoğun olarak gözlemlendiği fay zonu ve çevresinde, mostra ölçeğinin birbirini kesen birçok fayların varlığı da görülmüştür. Ayrıca bu zonda arkoz birimi içerisinde makaslama zonlarında meydana gelen "S" şeklinde tansiyon çatlakları ve çiçek yapısı sunan küçük ölçekli kırıkların varlığı dikkat çekmektedir.



3. MATERYAL VE METOD

3.1 Zemin tepkisi için Eşdeğer-Doğrusal model

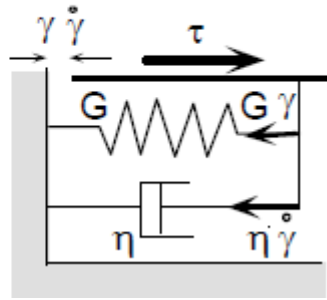
3.1.1 Bir boyutlu stress-strain (gerilme-yerdeğiştirme) ilişkisi

Eşdeğer doğrusal model, Şekil 1'de gösterildiği gibi Kelvin-Voigt modeline dayanan zemin gerilme-şekil değiştirme (stress-strain) tepkisini temsil eder. Kayma gerilmesi τ , kayma birim deformasyonu γ bağlıdır ve hızı $\dot{\gamma}$ aşağıdaki gibidir:

$$\tau = G\gamma + \eta\dot{\gamma} \quad (1)$$

Burada G , kayma modülü ve η viskozitedir. Tek boyutlu bir kayma (gerilmesi), kolununda kayma deformasyonu ve oranı, z derinliğindeki $u(z, t)$ ve t zamanındaki yatay yer değiştirmelerden aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\gamma = \frac{\partial u(z, t)}{\partial z} \quad \text{and} \quad \dot{\gamma} = \frac{\partial \gamma(z, t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 u(z, t)}{\partial z \partial t} \quad (2)$$



Şekil 3.1 Eşdeğer-linear modelde kullanılan gerilme-şekil değiştirme modelinin şematik gösterimi.

Harmonik hareket durumunda, yer değiştirme, şekil değiştirme ve şekil değiştirme hızı:

$$u(z, t) = U(z)e^{i\omega t}, \quad \gamma(z, t) = \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = \Gamma(z)e^{i\omega t} \quad \text{and} \quad \dot{\gamma}(z, t) = i\omega\Gamma(z,t) \quad (3)$$

$U(z)$ ve $G(z)$ sırasıyla yer değiştirme ve kayma gerilmesinin genliğidir. Eşitlik Kullanımı Şekil 3'te, gerinim-gerinme ilişkisi (yani, Denk. 1) harmonik yüklenmeler durumunda olmaktadır:

$$\tau(z, t) = \Sigma(z)e^{i\omega t} = (G + i\omega\eta) \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = G^* \gamma(z, t) \quad (4)$$

G^* ise karmaşık kayma modülü ve $S(z)$ kayma gerilmesinin genliğidir. Kritik sönüm oranı x 'in $x = wh / 2G$ olmasını sağladıktan sonra, karmaşık kesme modülü G^* şöyle olur:

$$G^* = G + i\omega\eta = G(1 + 2i\xi) \quad (5)$$

Tam bir yükleme döngüsü sırasında harcanan enerji, gerilme-şekil değiştirme döngüsü tarafından üretilen alana eşittir, yani:

$$W_d = \oint_{\tau_c} \tau d\gamma \quad (6)$$

Gerilim kontrolündeki harmonik yüklenme durumunda, genlik g_c (yani, $\tau(t) = g_c e w$), Denk. 6 olur:

$$W_d = \int_t^{t+2\pi/\omega} \text{Re}[\tau(t)] \text{Re}\left[\frac{d\gamma}{dt}\right] dt \quad (7)$$

Gerilme ve şekil değiştirme oranının sadece gerçek kısımlarının dikkate alındığı yerler (Meirovitch, 1967). Eşitlik Kullanımı 4, gerilme ve gerilme oranının gerçek parçaları şunlardır:

$$\text{Re}[\tau(t)] = \gamma_c (G \cos \omega t - \omega\eta \sin \omega t) \quad \text{and} \quad \text{Re}\left[\frac{d\gamma}{dt}\right] = -\gamma_c \omega \sin \omega t \quad (8)$$

Son olarak, Denk. 7 olur:

$$W_d = \frac{1}{2} \omega \gamma_c^2 \int_t^{t+2\pi/\omega} [-G \sin 2\omega t + \omega\eta(1 - \cos 2\omega t)] dt = \pi \omega \eta \gamma_c^2 \quad (9)$$

Sistemde depolanan maksimum gerilme enerjisi:

$$W_s = \frac{1}{2} \tau_c \gamma_c = \frac{1}{2} G \gamma_c^2 \quad (10)$$

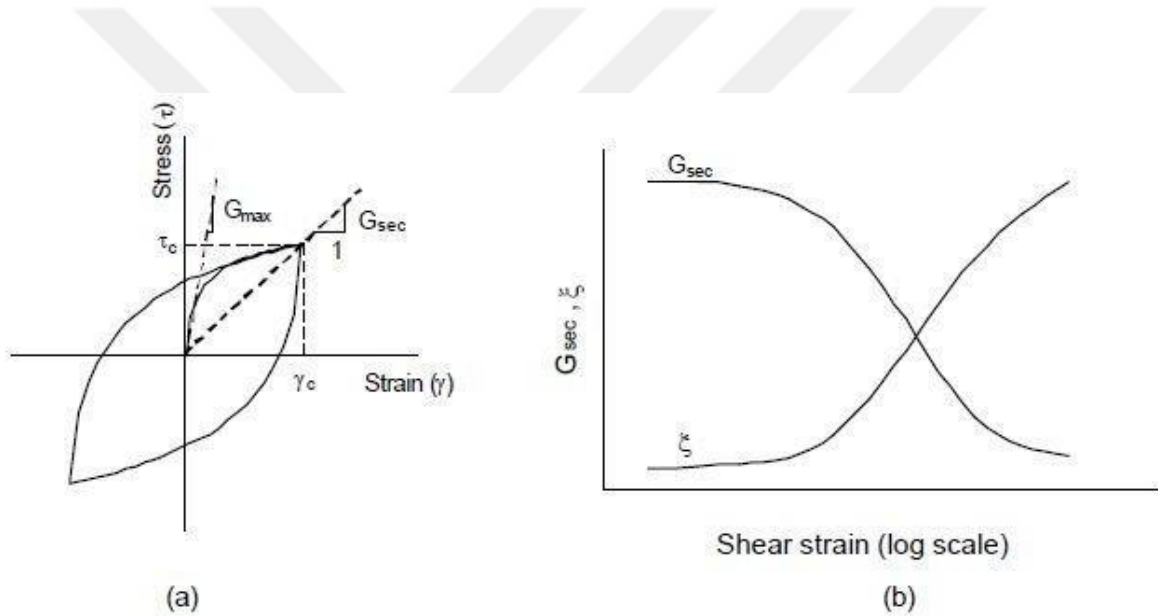
Kritik sönümlenme oranı x , W_d ve W_s cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\xi = \frac{W_d}{4\pi W_s} \quad (11)$$

3.1.2 Doğrusal olmayan stress-strain tepkisine eşdeğer-doğrusal yaklaşım

Eşdeğer doğrusal yaklaşım, bazı doğrusal olmayan zemin için Kelvin-Voigt modelini değiştirmekten ibarettir. Zeminlerin doğrusal olmayan ve histeretik gerilme-şekil değiştirme davranışına, Şekil 3'de gösterildiği gibi döngüsel yükler sırasında yaklaşılmaktadır. Eşdeğer doğrusal kayma modülü G (G), kayma gerginliği g 'ye bağlı olan sekans kayma modülü G_s olarak alınmıştır. Şekil 3a'da gösterildiği gibi, simetrik gerinim kontrollü çevrimlerindeki G_s :

Burada τ_c ve γ_c , sırasıyla kayma gerilmesi ve gerilme genlikleridir. Eşdeğer doğrusal sönümlenme oranı, ξ , geri dönüşümsüz zemin davranışının histerezis gerilimi-gerinme döngüsü ile aynı döngüde aynı enerji kaybını üreten sönümlenme oranıdır. Eşdeğer doğrusal model için veri örnekleri Hardin ve Drnevitch (1970), Kramer (1996), Seed ve Idriss (1970), Seed ve ark. (1986), Sun ve diğ. (1988) ve Vucetic ve Dobry (1991) de bulunabilir.



Şekil 3.2 Eşdeğer-doğrusal model: (a) Histerisiz gerilme-şekil değiştirme eğrisi; ve (b) Kayma deformasyonu kayma modülünün değişimi ve kayma deformasyonu genliği ile sönümlenme oranı.

Saha tepki analizinde, malzeme davranışı genellikle Şekil 2b'de gösterildiği gibi belirlenir. G_s - γ eğrileri, τ - γ gerilme-şekil değiştirme eğrilerinden türetildiği için isteğe bağlı şekillere sahip olamazlar. Örneğin, gerilme yumuşatmanın τ - γ eğrilerinden çıkarılması, karşılık gelen G_s - γ eğrileri üzerinde bazı kısıtlamalar getirir. Deformasyon yumuşatma, gerilme ile gerilmenin azalmasına karşılık gelen gerçek bir fiziksel fenomendir. Dahil edilmesi, en etkileyici zemin yanıtlarının kapsamı dışında kalan karmaşık sayısal teknikleri gerektirir. Bu özel teknikler olmadan, gerginliğin yumuşatılmasının sınırsız sınır değer problemleri ve mekansal ayrıklaştırmaya (yani ağ geometrisi) kuvvetle bağımlı olan sayısal çözümler gibi istenmeyen sayısal etkiler yarattığı gösterilmiştir. Gerginlik yumuşatmanın hariç tutulması şu anlama gelir:

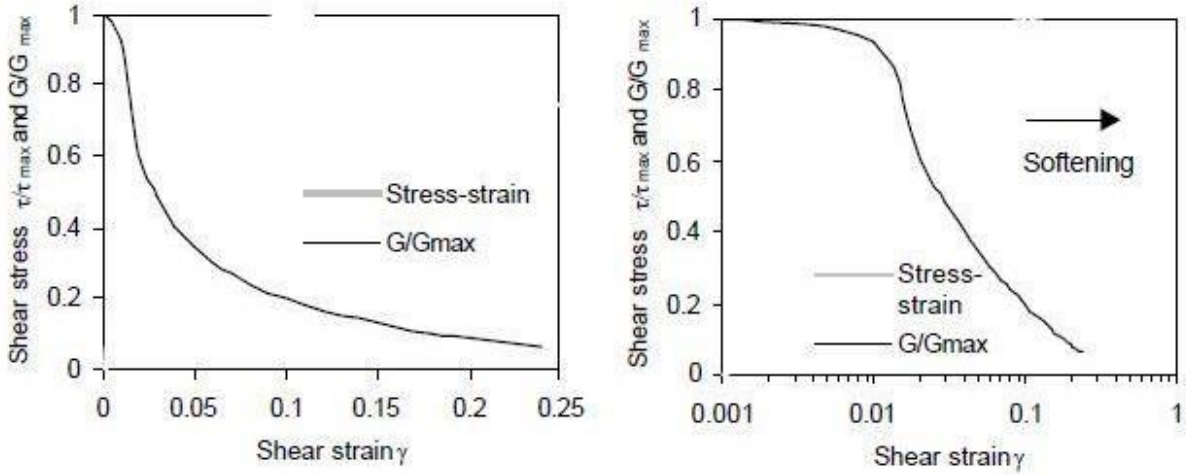
$$\frac{d\tau}{d\gamma} = G_s(\gamma) + \frac{dG_s}{d\gamma} \gamma \geq 0 \quad (13)$$

Ayrık noktalarla belirtilen G_s - γ eğrileri durumunda (G_i, γ_i), Denk. 13 olur:

$$\frac{\Delta G_s}{G_{\max}} \geq - \frac{G_s(\gamma)}{G_{\max}} \frac{\Delta \gamma}{\gamma} \quad (14)$$

Burada ΔG_s 'ler, $\Delta \gamma$ 'deki γ , artışına karşılık gelen ΔG_s 'deki azalmadır ve G_{\max} , G_s 'nin maksimum değeridir. Denk. 14 eşittir:

$$G_{i+1}/G_i \geq 2 - \gamma_{i+1}/\gamma_i \quad (15)$$



Şekil 3.3 Bir gerilme-şekil değiştirme tepkisi üzerinde net bir şekilde görülebilen ancak bir G_s - γ eğrisinden tespit edilmesi zor olan belirli bir şekil yumuşatma durumunu göstermektedir.

Şekil 3b τ/τ_{\max} ve G/G_{\max} eğrilerinde doğrusal ve semogaritmik ölçeklerde çizilen gerilme yumuşatma örneği.

Şekil 3b'de gösterildiği gibi, eşdeğer doğrusal model, kayma gerilimi genliği ile kayma modülünün ve sönme oranının değişimini belirtir. Frekansın stres-gerilme ilişkileri üzerindeki etkilerini belirlemek için ek varsayımlar gerekir. Bu amaçla iki temel model önerilmiştir.

3.1.2.1 Model 1

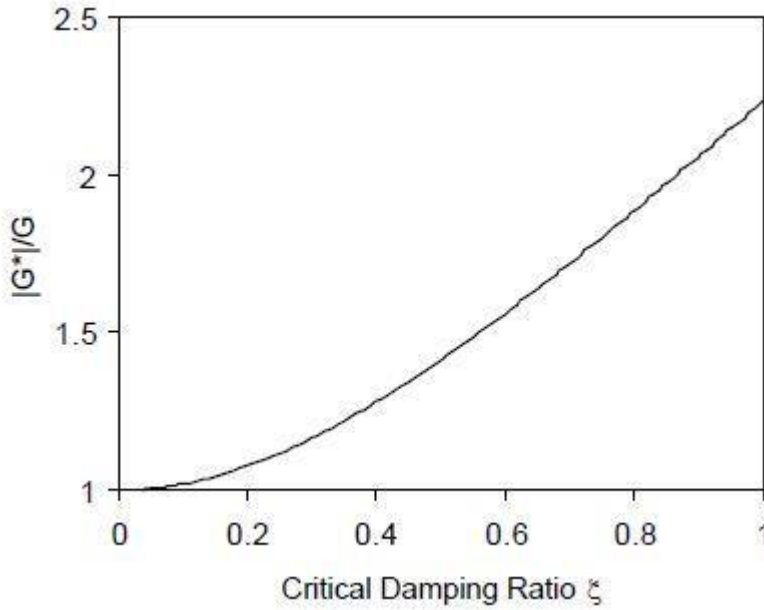
Model 1, SHAKE'nin orijinal versiyonunda kullanılır (Schnabel ve ark. 1972). ξ 'in sabit ve ω 'den bağımsız olduğunu varsayar, ki bu G modülünün ω 'den bağımsız olduğunu gösterir. Bir yükleme döngüsü sırasında harcanan enerji:

$$W_d = 4\pi W_s \xi = 2\pi \xi G \gamma_c^2 = \pi \eta \gamma_c^2 \omega \quad (16)$$

Dağıtılan enerji, ξ , ile doğrusal olarak artar ve ω 'den bağımsızdır; bu, gerilme-şekil değiştirme halkalarının alanının frekanstan bağımsız olduğu anlamına gelir. Kompleks ve gerçek kayma modülünün genlikleri aşağıdakilerle ilgilidir:

$$|G^*| = G \sqrt{1 + 4\xi^2} \quad (17)$$

ki bu $|G^*|$ ξ ile artar. Şekil 5, $|G^*|/G$ 'nin ξ ile varyasyonunu göstermektedir. Kompleks kayma modülünün genliği, ξ % 25'e ulaştığında % 12'ye kadar değişebilir.



Şekil 3.4 Kritik kayma oranına sahip karmaşık kayma modülü genliğinin normalize değişimi (Model 1).

3.1.2.2 Model 2

Model 2, SHAKE 91'de kullanılmıştır (Idriss ve Sun, 1992). Karmaşık kayma modülünün x 'in bir işlevi olduğunu varsayar:

$$G^* = G \left\{ (1 - 2\xi^2) + 2\xi \sqrt{1 - \xi^2} \right\} \quad (18)$$

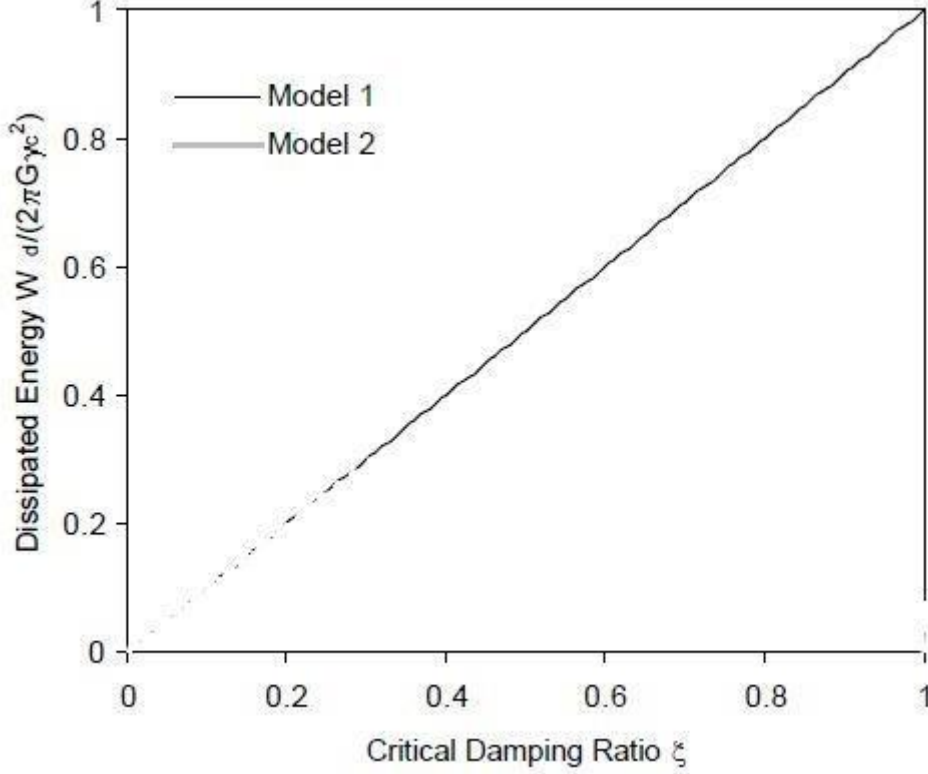
Yukarıdaki varsayım, maddenin davranışın açıklaması ile ilgili belirleyici bir varsayımdır. Bu, kompleks ve gerçek modülün aynı genliğe sahip olduğunu, yani:

$$|G^*| = G \left\{ (1 - 2\xi^2)^2 + 4\xi^2(1 - \xi^2) \right\} = G \quad (19)$$

Bir yükleme döngüsü sırasında harcanan enerji:

$$W_d = \frac{1}{2} \omega \gamma_c^2 \int_t^{t+2\pi/\omega} 2G\xi\sqrt{1-\xi^2} dt = 2\pi G\xi\sqrt{1-\xi^2} \gamma_c^2 \quad (20)$$

Şekil 6, harcanan enerjinin ξ ile değişimini göstermektedir. Model 2'nin harcanan enerjisi, 1'e doğru olduğu gibi sifıra yönelir. Pratik amaçlar için, ξ genellikle % 25'ten azdır. Bu şartlar altında, Model 1 ve 2 tarafından dağıtılan enerjiler benzerdir.



Şekil 3.5 Kritik bir fonksiyon olarak yükleme döngüsü başına harcanan enerjinin normalleştirilmiş değişimi Model 1 ve 2 için sönüm oranı.

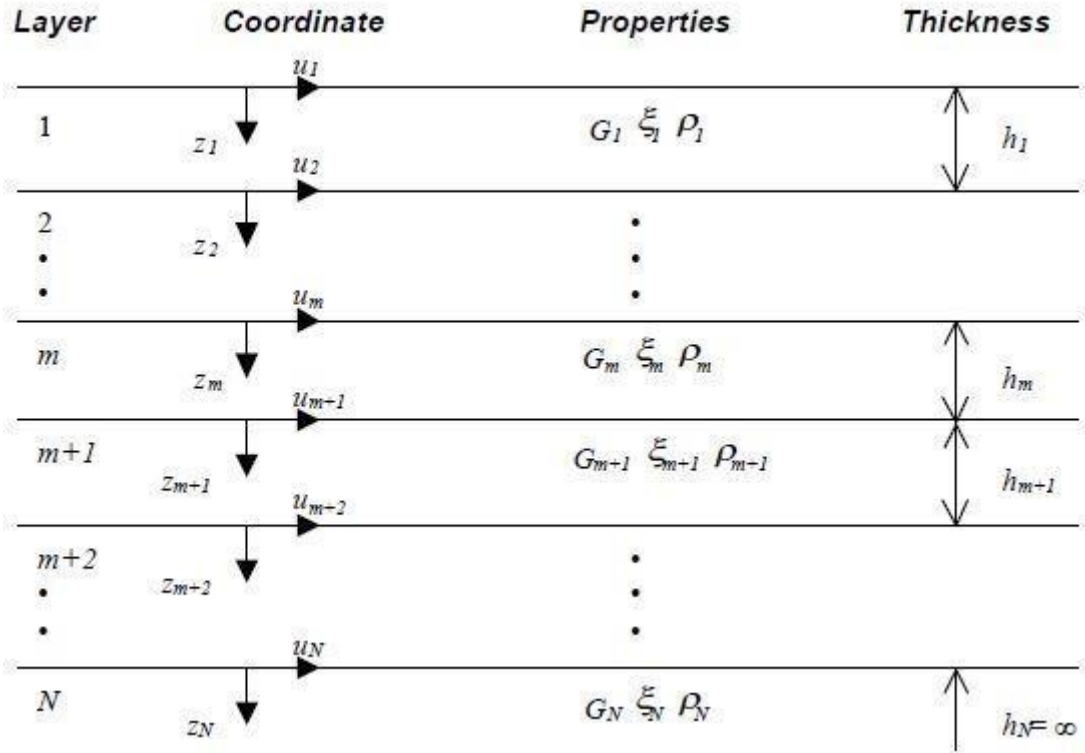
3.2. Bir boyutlu zemin tepki analizi

Şekil 7, bir boyutlu eşdeğer doğrusal alan tepkisi analizinin varsayımlarını şematikleştirmektedir. Şekil 6'da gösterildiği gibi, dikey bir harmonik kayma dalgası, tek boyutlu bir katmanlı sistemde yayılır. Dikey olarak yayılan kayma dalgaları için bir boyutlu hareket denklemi:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial \tau}{\partial z} \quad (21)$$

burada ρ , herhangi bir katmandaki birim kütedir. Tüm katmanlardaki kütlelerin bir Kelvin-Voigt katı (örneğin Denk. 1), Denk. 22 olur:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (22)$$



Şekil 3.6 Bir boyutlu katmanlı zemin sistemi (Schnabel ve ark., 1972'den sonra).

Harmonik dalgalar için, yer değiştirme şöyle yazılabilir:

$$u(z, t) = U(z)e^{i\omega t} \quad (23)$$

Eşitlik Kullanımı 23, Denk. 22 olur:

$$(G + i\omega\eta) \frac{d^2 U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \quad (24)$$

ve aşağıdaki genel çözümü kabul eder:

$$U(x) = Ee^{ik^*z} + Fe^{-ik^*z} \quad (25)$$

Burada $k^{*2} = \frac{\rho\omega^2}{G + i\omega\eta} = \frac{\rho\omega^2}{G^*}$ karmaşık dalga sayısıdır. Kritik sönümlendirme işleminden sonra $\xi = \omega\eta/2G$ olacak şekilde, G^* karmaşık kayma modülü şu şekilde olur:

$$G^* = G + i\omega\eta = G(1 + 2i\xi) \quad (26)$$

Denklemin çözümü 24:

$$u(z,t) = (Ee^{ik^*z} + Fe^{-ik^*z})e^{i\omega t} \quad (27)$$

ve karşılık gelen stres:

$$\tau(z,t) = ik^* G^* (Ee^{ik^*z} - Fe^{-ik^*z})e^{i\omega t} \quad (28)$$

hm kalınlığında m tabakasının üstündeki ($z = 0$) ve altındaki ($z = hm$) yer değiştirmeler:

$$u_m(0,t) = u_m = (E_m + F_m)e^{i\omega t} \text{ and } u_m(h_m,t) = (E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m})e^{i\omega t} \quad (29)$$

M katmanının üstündeki ve altındaki kayma gerilmeleri şunlardır:

$$\tau_m(0,t) = ik_m^* G_m^* (E_m - F_m)e^{i\omega t} \text{ and } \tau_m(h_m,t) = ik_m^* G_m^* (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m})e^{i\omega t} \quad (30)$$

M ve $m + 1$ katmanları arasındaki arayüzde, yer değiştirmeler ve kayma gerilmesi sürekli olmalıdır,

ki bu:

$$u_m(h_m,t) = u_{m+1}(0,t) \text{ and } \tau_m(h_m,t) = \tau_{m+1}(0,t) \quad (31)$$

Eşitliklerin kullanılması. 29 ila 31 katsayıları E_m ve F_m şunlarla ilişkilidir:

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \quad (32)$$

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} (E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}) \quad (33)$$

Denklemler Şekil 32 ve 33, genlikler için aşağıdaki özinyelemeli formülleri verir E_{m+1} and F_{m+1} yi E_m ve F_m cinsinden verir

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 + \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 - \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (34)$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m (1 - \alpha_m^*) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m (1 + \alpha_m^*) e^{-ik_m^* h_m} \quad (35)$$

$m \alpha$, m ve $m + 1$ katmanları arasındaki arayüzdeki karmaşık empedans oranıdır:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} = \sqrt{\frac{\rho_m G_m^*}{\rho_{m+1} G_{m+1}^*}} \quad (36)$$

Özyinelemeli algoritma kayma gerilmesi olmayan üst serbest yüzeyde başlatılır:

$$\tau_1(0, t) = ik_1^* G_1^* (E_1 - F_1) e^{i\omega t} = 0 \quad (37)$$

Bu da 38 ima eder:

$$E_1 = F_1 \quad (38)$$

Denklem. 34 ve 35 daha sonra art arda 2 ila m katmanlarına uygulanır. A_{mn} ile ilgili transfer fonksiyonu m ve n katmanlarının üstündeki yer değiştirmeler,

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (39)$$

$u(z, t)$ ve $i \ddot{u}(z, t)$ ivmesi, aşağıdakiler arasında yer değiştirmeye ilgilidir:

$$\dot{u}(z, t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z, t) \quad \text{and} \quad \ddot{u}(z, t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z, t) \quad (40)$$

Bu nedenle A_{mn} aynı zamanda, üst kısımdaki hızları ve dipolmaları ilgilendiren bir transfer işlevidir. m ve n katmanları:

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \quad (41)$$

Z derinliğinde ve t zamanındaki kesme gerginliği Denk. 25:

$$\gamma(z, t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* (E e^{ik^*z} - F e^{-ik^*z}) e^{i\omega t} \quad (42)$$

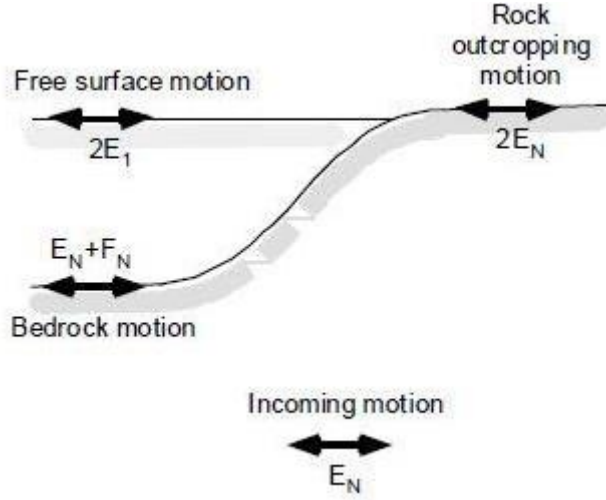
Z derinliğinde ve t zamanında karşılık gelen kayma gerilmesi:

$$\tau(z, t) = G^* \gamma(z, t) \quad (43)$$

3.2.1 Serbest yüzey, gömülü anakaya ve yüzeyde mostra veren ortamdaki hareketler

Şekil 8, zemin tepki analizinde kullanılan dört terimi tanımlar. Serbest yüzey hareketi (free surface motion) bir toprak birikintisinin yüzeyindeki harekettir. Mühendislik Ana kaya hareketi y da gömülü anakaya hareketi (bedrock motion), zemin tabakalarının tabanındaki harekettir.

Yüzeyde mostra veren ortam hareketi (rock outcropping motion), ana kayanın zemin yüzeyine maruz kaldığı bir yerdeki harekettir.



Şekil 3.7 Zemin tepki analizinde kullanılan terminoloji.

Şekil 3.7'de gösterildiği gibi, dikey olarak yukarı doğru yayılan giriş kayma dalgası ana kaya boyunca $2EN$ genliğine sahiptir. Ana kaya hareketi, ana kayanın üstündeki zemin birimleri altında, $EN + FN$ genliğine sahiptir. Ana kaya tırmanma hareketi $2EN$ 'dir, çünkü serbest yüzeylerde kayma gerilimi yoktur (yani, $EN = FN$). Bu nedenle, ana kaya hareketi ve ana kayadan çıkma hareketi ile ilgili transfer fonksiyonu şöyledir:

$$A_{1N}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \quad (44)$$

Serbest yüzeyde $E1 = F1 = 1$ olduğu varsayıldığında, serbest yüzey hareketi ve kaya tırmanma hareketi ile ilgili transfer fonksiyonu şöyledir:

$$A'_{1N}(\omega) = \frac{1}{E_N} \quad (45)$$

3.2.2 Geçici Hareketler

Tek boyutlu zemin

kolon tepkisi için yukarıdaki teori, sabit durum harmonik hareketleri, yani frekans alanındadır. Fourier serisi (örneğin, Bendat ve Piersol, 1986) kullanılarak geçici hareketlerin zaman geçmişine genişletilebilir. Gerçek değerli veya karmaşık değerli bir fonksiyona $x(t)$, aşağıdaki gibi ayrı bir N değerleri dizisi ile yaklaşılabılır:

$$x_n = \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{i\omega_k t_n} = \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{i\omega_k n \Delta t} = \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{2\pi i k n / N} \quad n = 0, \dots, N-1 \quad (46)$$

X_n değerleri, $t_n = nDt$ zamanlarına karşılık gelir; burada Dt , sabit zaman aralığıdır (yani, $n = 0, \dots, N-1$ için $x(nDt) = x_n$). Ayrık frekanslar ω_k :

$$\omega_k = 2\pi \frac{k}{N \Delta t} \quad k = 0, \dots, N-1 \quad (47)$$

Fourier bileşenleri:

$$X_m = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_n e^{-2\pi i k m / N} \quad m = 0, \dots, N-1 \quad (48)$$

X_m katsayıları, aslen Cooley ve Tukey (1965) tarafından geliştirilen Fast Fourier Dönüşüm algoritması ile hesaplanır. İşlem sayısı, Hızlı Fourier Dönüşümü adımı (yani, FFT) haklı gösteren $N \log N$ olarak ölçeklenir.

3.2.3. Eşdeğer doğrusal yanıtın iteratif yaklaşımı

Daha önce Şekil 4'te tarif edildiği gibi, eşdeğer doğrusal model, kesme modülünün ve sönümleme oranının, kesme gerilme genliğinin bir işlevi olduğunu varsayar. SHAKE'de, kayma modülü ve sönme oranı değerleri, her katmanda indüklenen gerilme seviyesi ile tutarlı olmaları için yinelemelerle belirlenir. Şekil 8'de gösterildiği gibi, G_0 ve ξ_0 değerleri küçük gerilme değerlerinde başlatılır ve maksimum kesme gerginliği γ_{max} ve etkili kesme gerilme γ_{eff1} değeri hesapladık. Ardından, bir sonraki yineleme için G_1 ve ξ_1 uyumlu değerleri bulunur. Eşdeğer doğrusal analiz, G ve ξ değerleri, tüm katmanlarda indüklenen gerilme ile uyumlu olana kadar yeni G ve ξ değerleriyle tekrarlanır.

Her katmandaki eşdeğer doğrusal yaklaşım için yineleme prosedürü aşağıdaki gibidir:

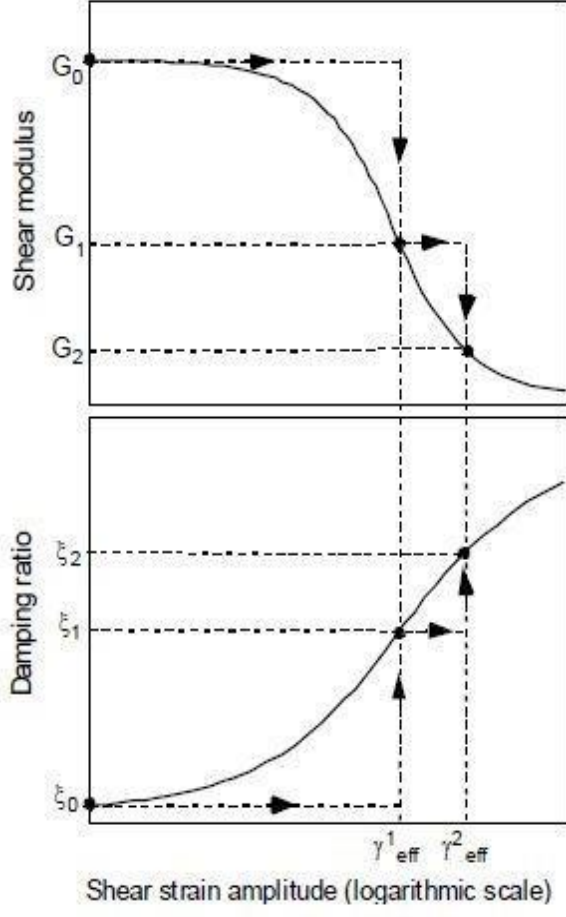
1. G_i ve ξ_i değerlerini küçük gerilme değerlerinde başlatınız.
2. Zemin tepkisini hesaplayın ve her bir tabakadaki kesme gerilimi geçmişlerinden maksimum kesme gerginliği γ_{max} 'ın amplitüdlerini elde edin.
3. Etkili kayma gerinimi verimini g_{max} 'tan belirleyin:

$$\gamma_{eff}^i = R_\gamma \gamma_{max}^i \quad (49)$$

burada R_γ , etkili kesme gerilmesinin, deprem büyüklüğüne bağlı olan maksimum kesme gerilmesine oranıdır. R_γ girişte belirtildi; deprem sırasındaki devir sayısını açıklar. R_γ , tüm katmanlar için aynıdır.

4. Etkili kayma gerinim değerine karşılık gelen yeni eşdeğer lineer G_{i+1} ve ξ_{i+1} değerlerini hesaplayın.
5. Art arda iki iterasyondaki hesaplanan kayma modülü değerleri ile sönümleme oranı arasındaki farklar, tüm katmanlarda önceden belirlenmiş bir değerin altına düşene kadar 2 ila 4 adımlarını tekrarlayın.

Genellikle 8 yineleme yakınsama sağlamak için yeterlidir.



Şekil 3.8 Eşdeğer doğrusal analizde kayma modülünün yinelenmesi ve kayma gerilimi ile sönümleme oranı.

4. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada Burgazada zemin verileri ile model deprem etkileşimi araştırılmıştır.

1. Model deprem olarak EERA programında 26.09.2019 tarihli 5.8Mw Marmara depremi ve 1999 7.5Mw Kocaeli depremi seçilmiş , Marmara depreminin 4 farklı istasyondan ivme verileri (Silivri, Marmara Ereğlisi , Sultanbeyli, Darıca) , Kocaeli depreminin Sakarya istasyonundan alınan ivme verileri kullanılmıştır. DEEPSOIL programında ise; Dünya’da olmuş büyük depremler model olarak kullanılmıştır. Chichi depremi , Coyote depremi , Northridge depremi ve Kocaeli depremi.
2. Burgazada’ya ait Vs30 hızları elde edilmiştir.
3. EERA ve DEEPSOIL programında bu etkileşim incelenmiştir.

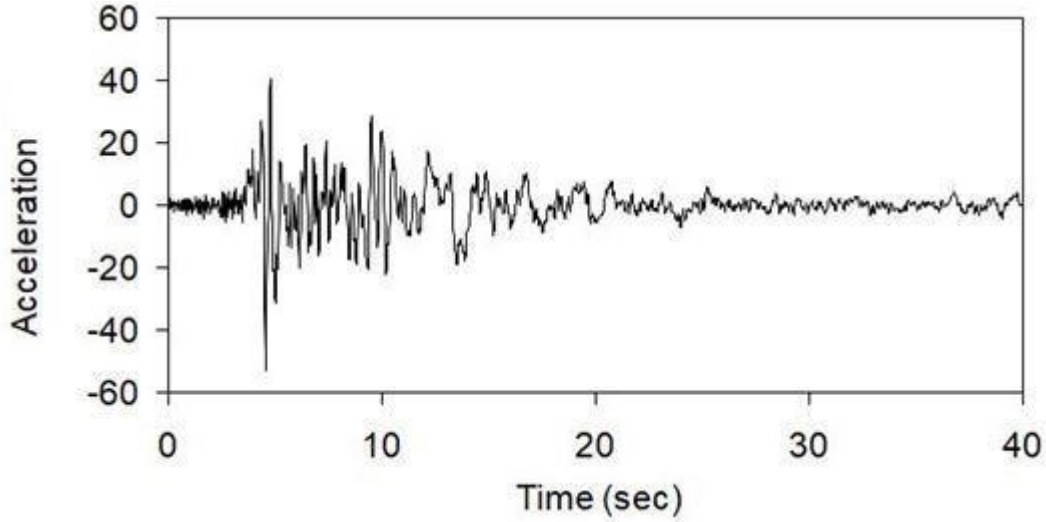


Şekil 4.1 Vs30 hız değerlerini gösterir harita

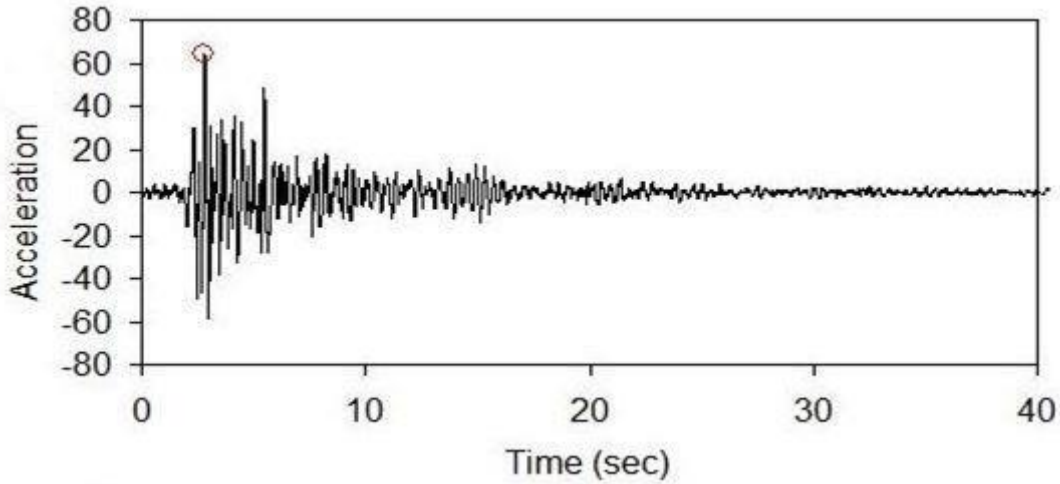
4.1 EERA Programı ile Burgazada vs30 hızları etkileşimi

Ele alınan ilk deprem 5.8 Mw 26.09.2019 tarihinde gerçekleşen Marmara depremidir. Marmara denizinde Silivri açıklarında 7.97 km derinlikte gerçekleşmiştir. Bu tezde bu depremin 4 farklı istasyon verileri kullanılmıştır.

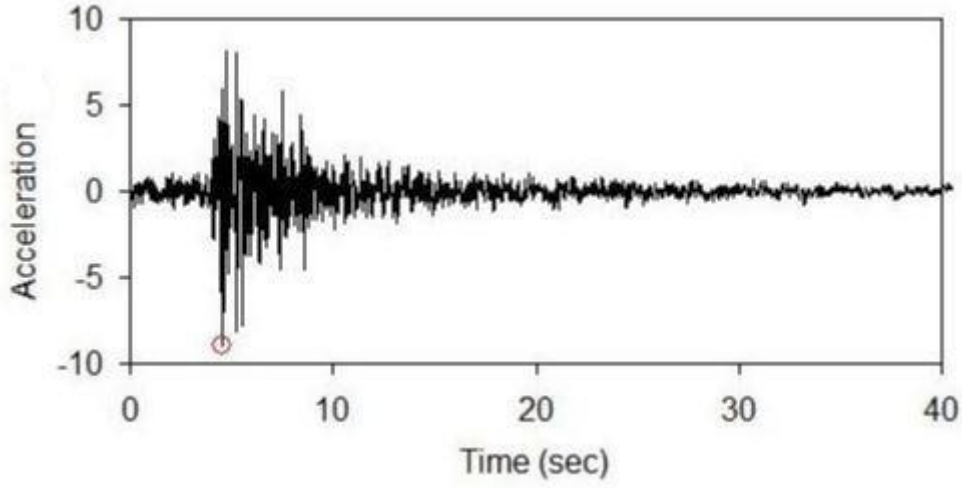
Burgazada'nın kuzey-batısındaki Silivri ve Marmara Ereğlisi istasyon verileri, Burgazada'nın kuzey-doğusundaki Sultanbeyli istasyon verileri ve doğusundaki Darıca istasyonu verileri kullanılmıştır. Bu veriler 0.1 g lik ivme versine ölçeklenmiştir.



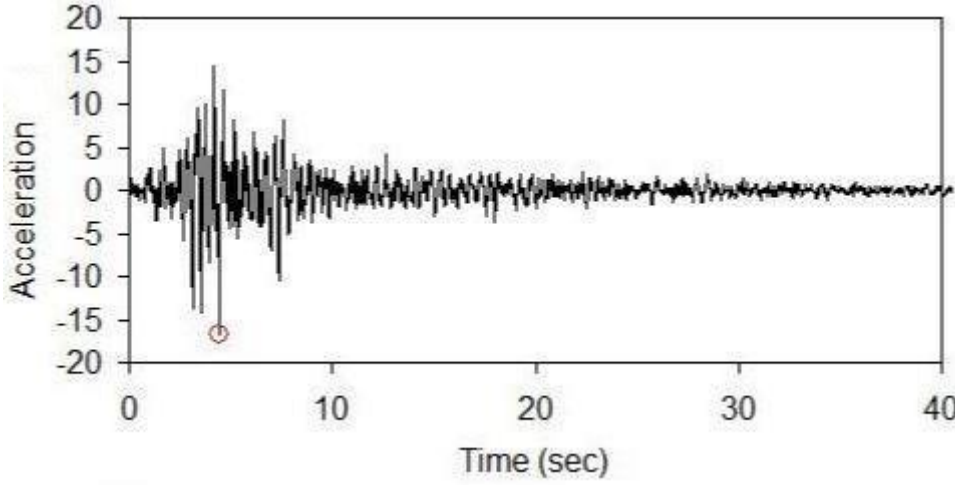
Şekil 4.2 Marmara Depremi'nin Silivri istasyonu kaydı.. Düşey eksen birimi gal'dir



Şekil 4.3 Marmara Depremi'nin Marmara Ereğlisi istasyonu kaydı. Düşey eksen birimi gal'dir



Şekil 4.3 Marmara Depremi'nin Sultanbeyli istasyonu kayıdı. Düşey eksen birimi gal'dir

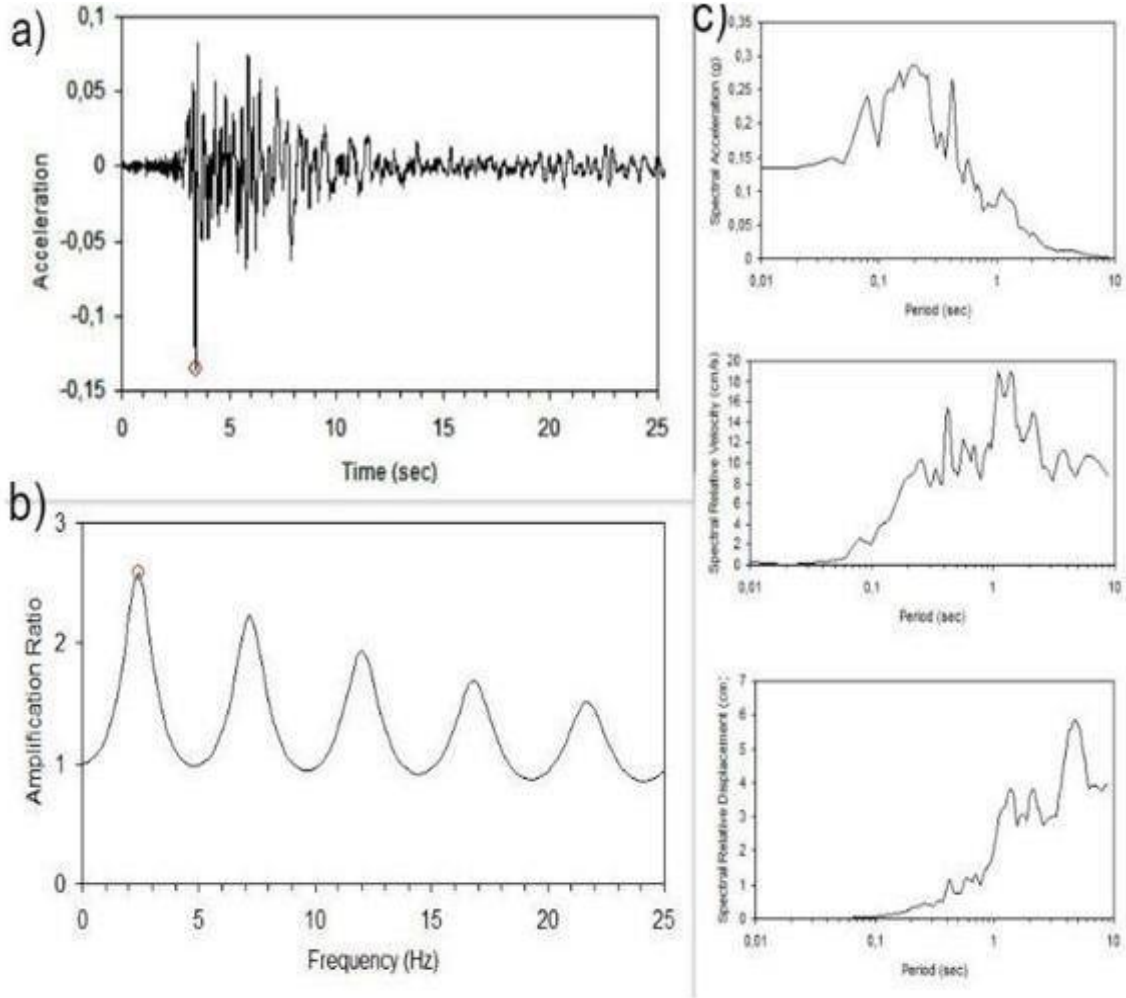


Şekil 4.4 Marmara Depremi'nin Darıca istasyonu kayıdı. Düşey eksen birimi gal'dir

Bu deprem kayıtları ile Şekil 4.1'deki Vs30 hızları etkileşime sokulup zemin büyütmesi ve zemin tepki spektrumları elde edilmiştir.

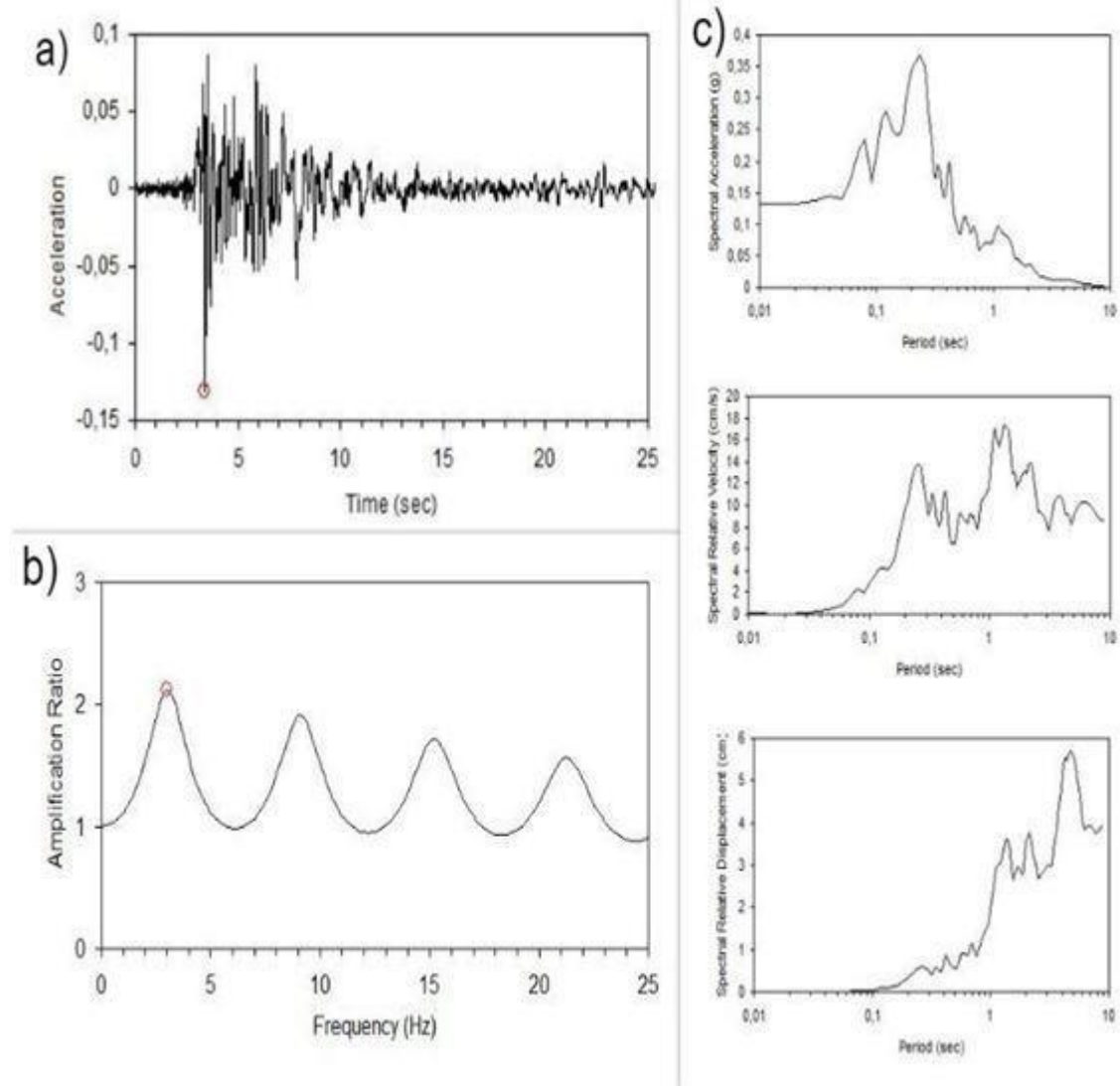
4.1.1 Silivri istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları

Şekil 4.5’de (a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 300 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği , 2.5hz frekansta 2.5 birim büyütme olduğu görülmektedir (c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3 s de 0.3 g olduğu, spektral hız 0.3 vs 2 s de 14 cm/s ve 18cm pik yaptığı ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 7 s de 6 cm olduğu görülmektedir.



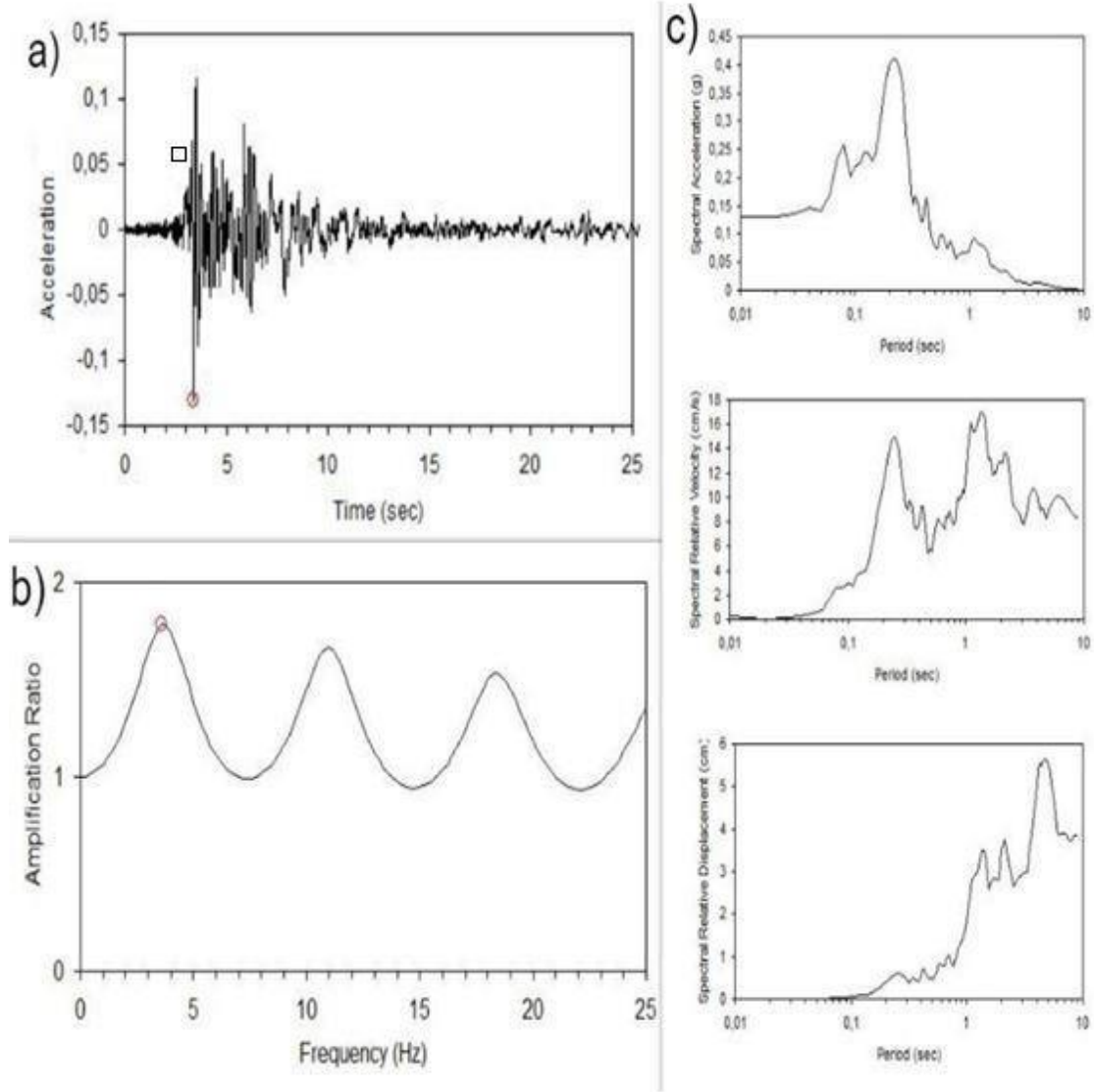
Şekil 4.5 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 300 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileşiminde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi

Şekil 4.6'da a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 375 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3 Hz frekansta 2.1 birimlik büyütme yaptığı görülmektedir. c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.35g olduğu, spektral hızın 0.3s ve 1.5s de 13cm/s ve 16cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 7 s de 5.5 cm olduğu görülmüştür.



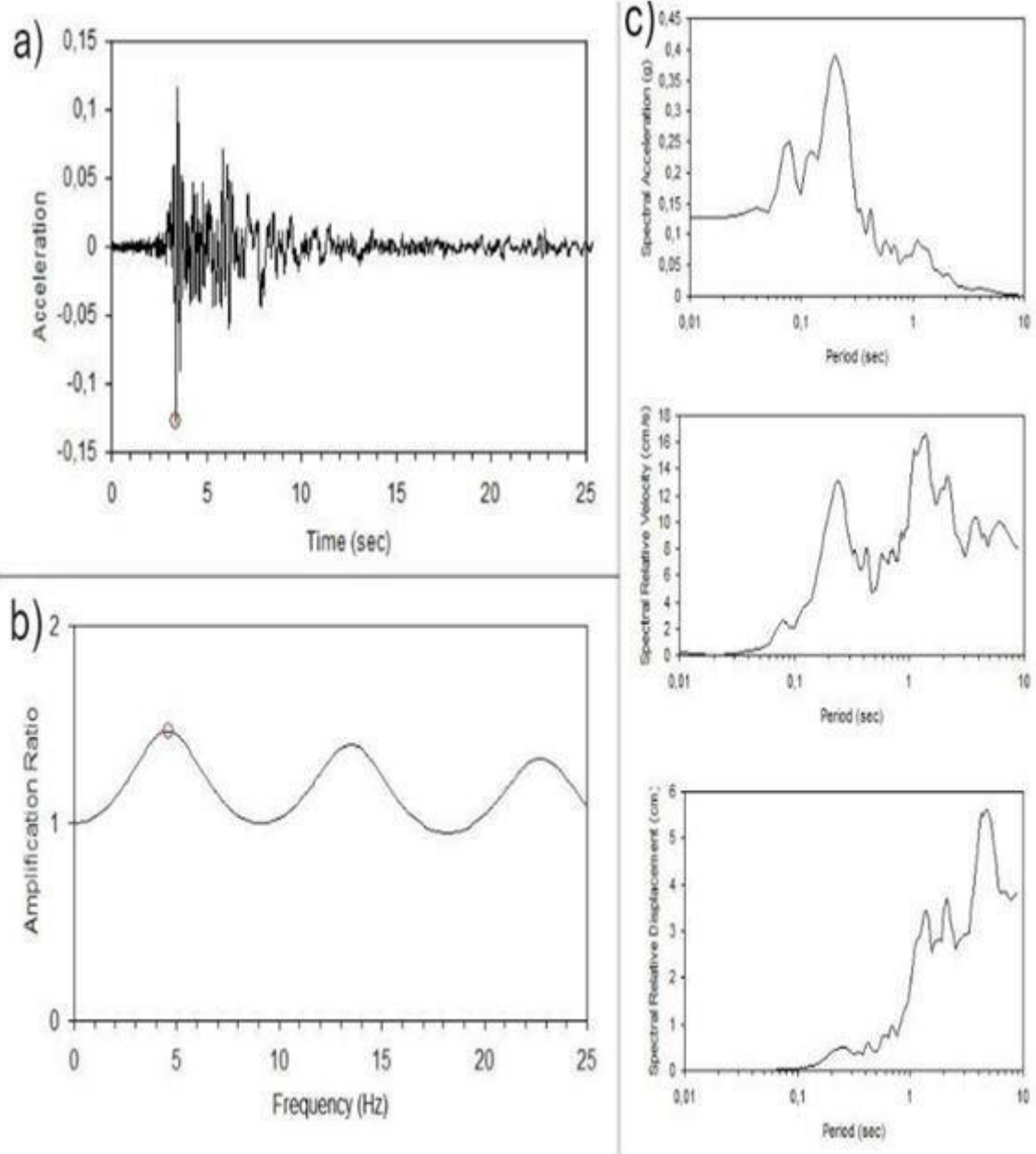
Şekil 4.6 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı **b)** vs30 = 375 m/s hızındaki zeminin büyütme yaptığı görülmektedir **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi

Şekil 4.7’de a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 4 hz frekansta 1.8 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3 s de 0.4 g olduğu , spektral hızın 0.2s ve 0.6s de 14cm/s ve 16cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 6s de 5.5cm olduğu görülmüştür.



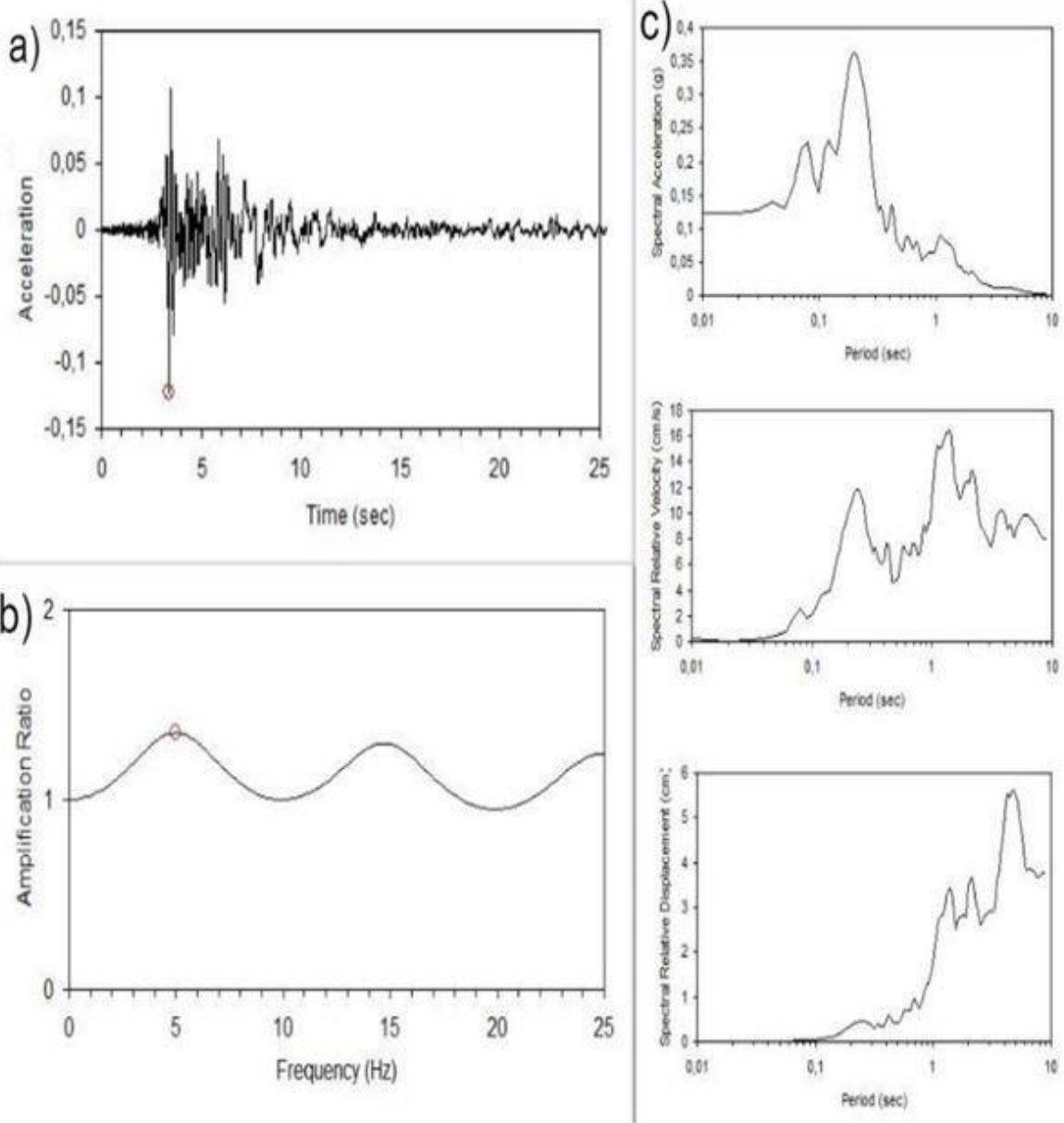
Şekil 4.7 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.8’de a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta de 1.3 birim büyütme olduğu görülmektedir yaptığı görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2 s de 0.4g olduğu, spektral hızın 0.2s ve 1.2s 14cm/s ve 16cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman). 6s de 5.5cm olduğu görülmüştür..



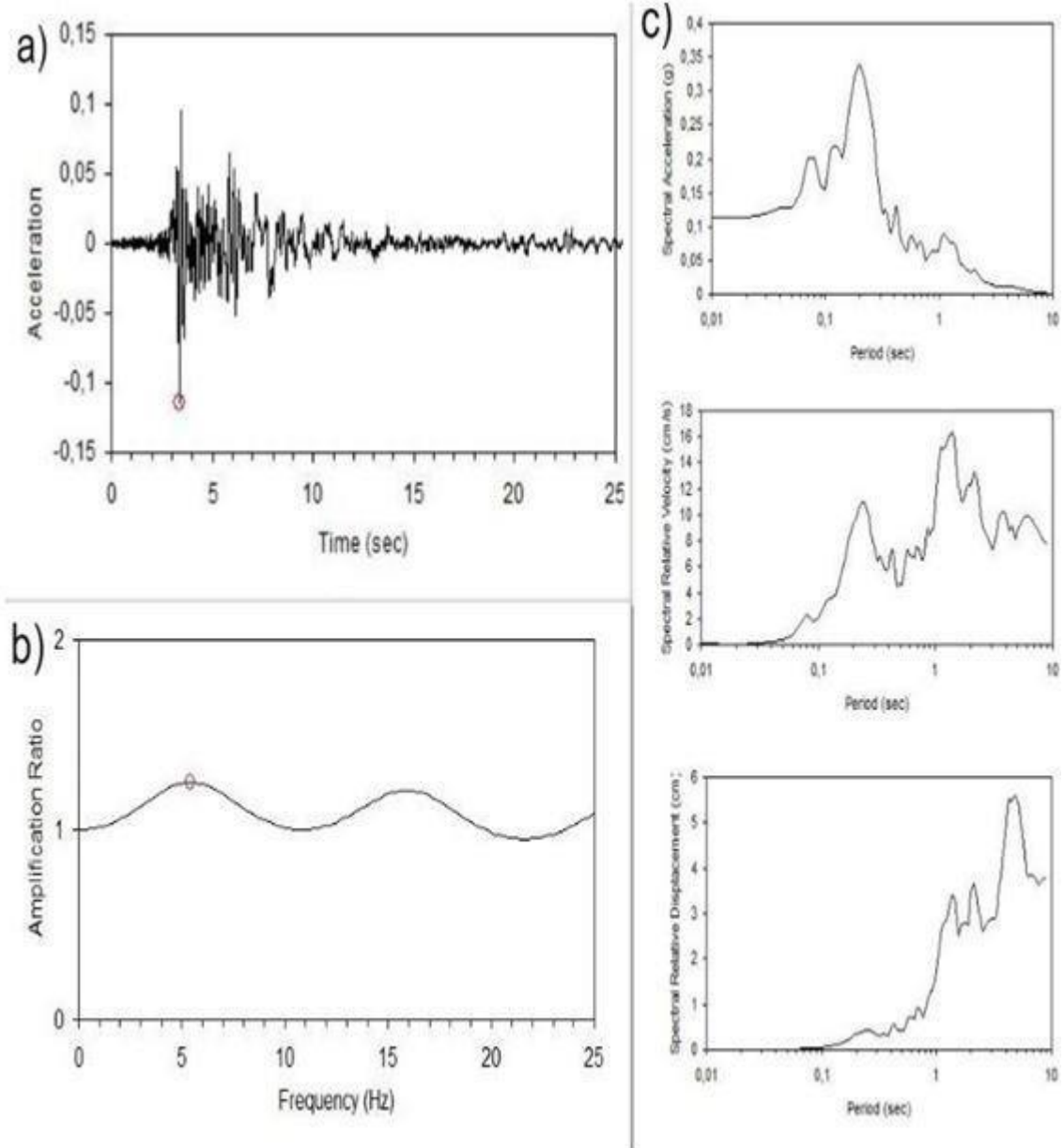
Şekil 4.8 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.9'da a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.3 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.35cm/s, spektral hızın 0.2s ve 1.5s de 12cm/s ve 16cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 6s de 5.5 cm olduğu görüşmüştür.



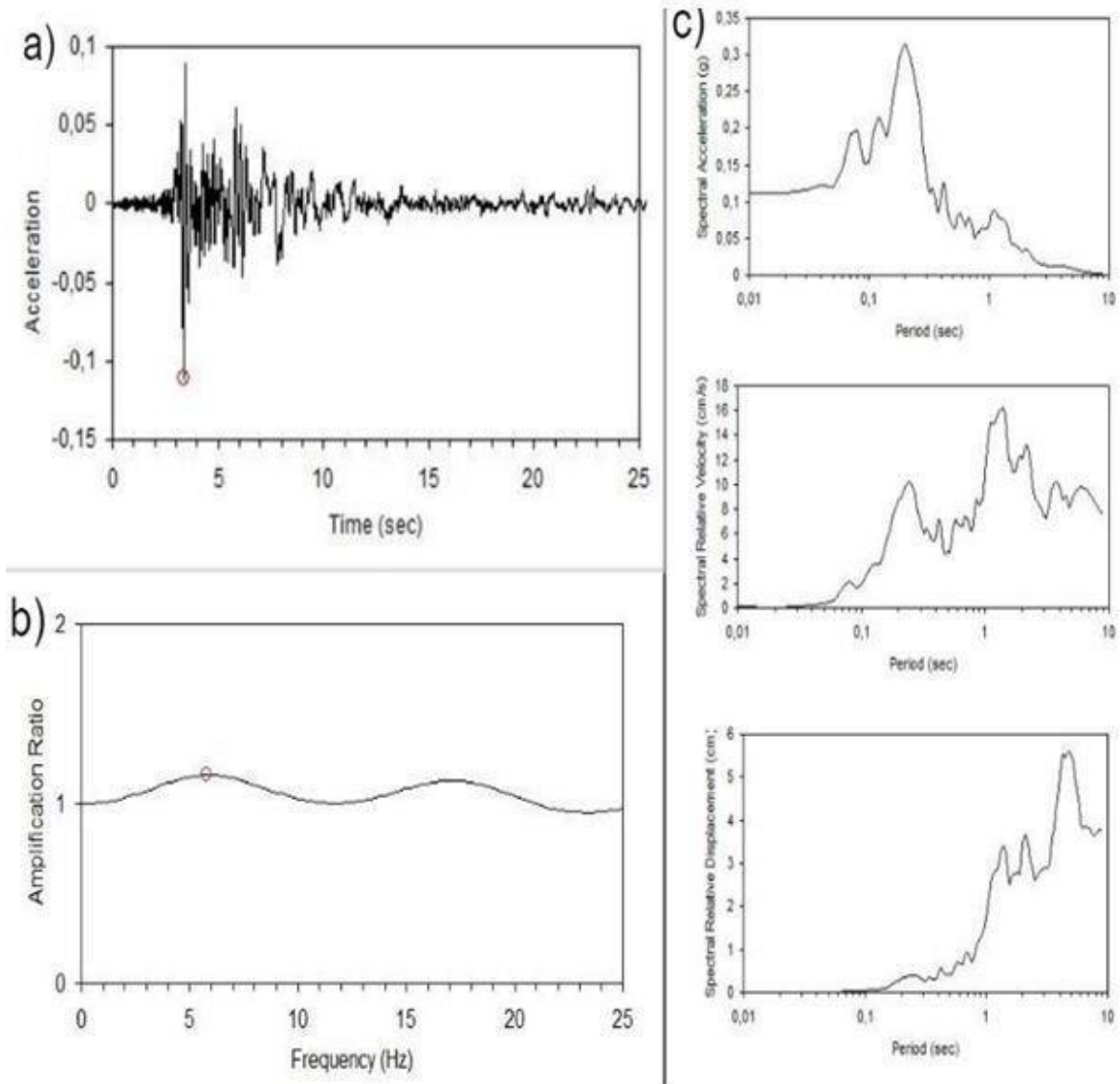
Şekil 4.9 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.10'da a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.2 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.35g olduğu, spektral hızın 0.2s ve 1.2s de 10 cm/s ve 15 cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 7s de 5.5cm olduğu görülmüştür.



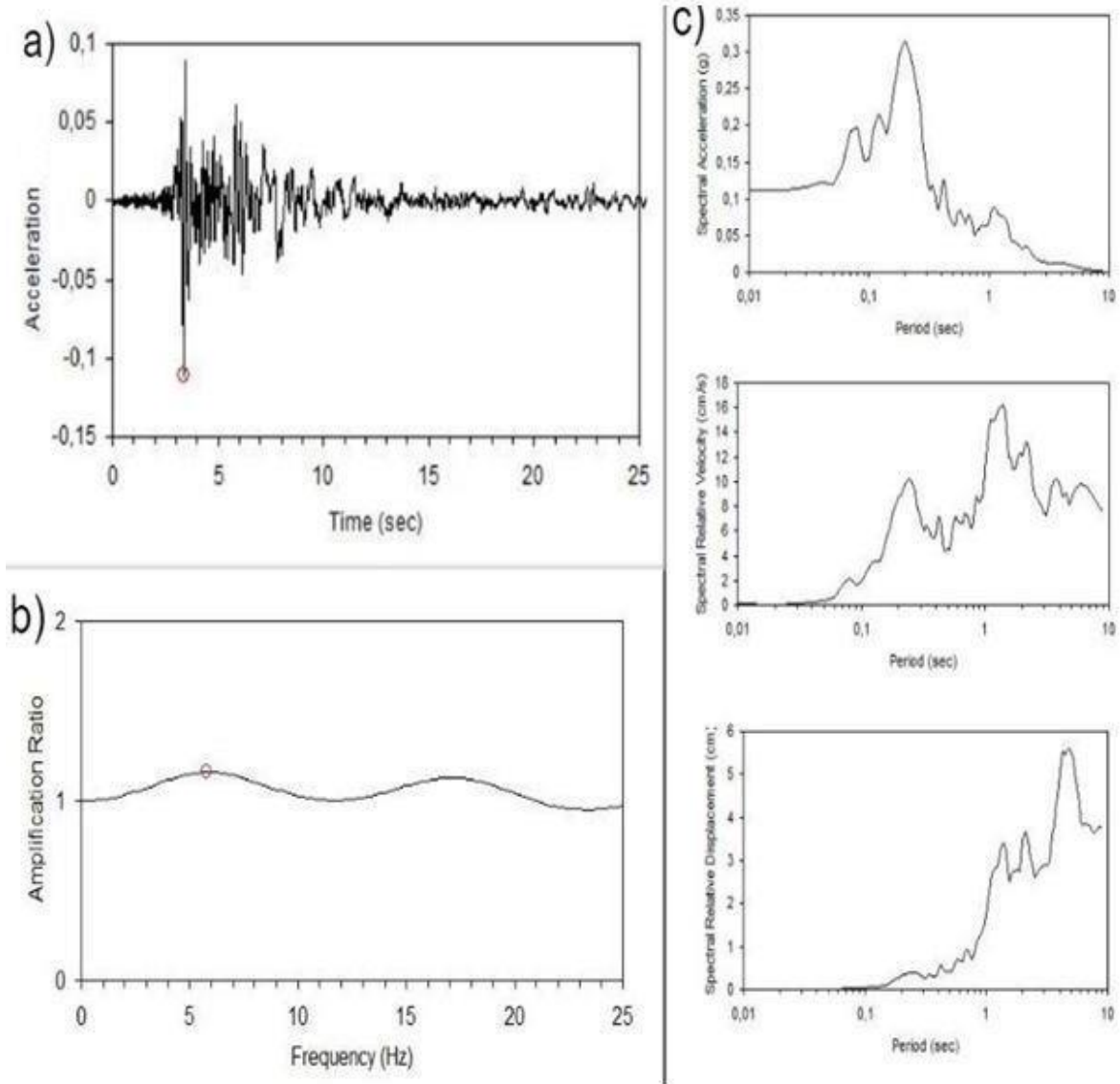
Şekil 4.10 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.11’de a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.2 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.3g olduğu, spektral hızın 0.2s ve 1.2s de 10cm/s ve 16cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 7s de 5.5cm olduğu görülmüştür.



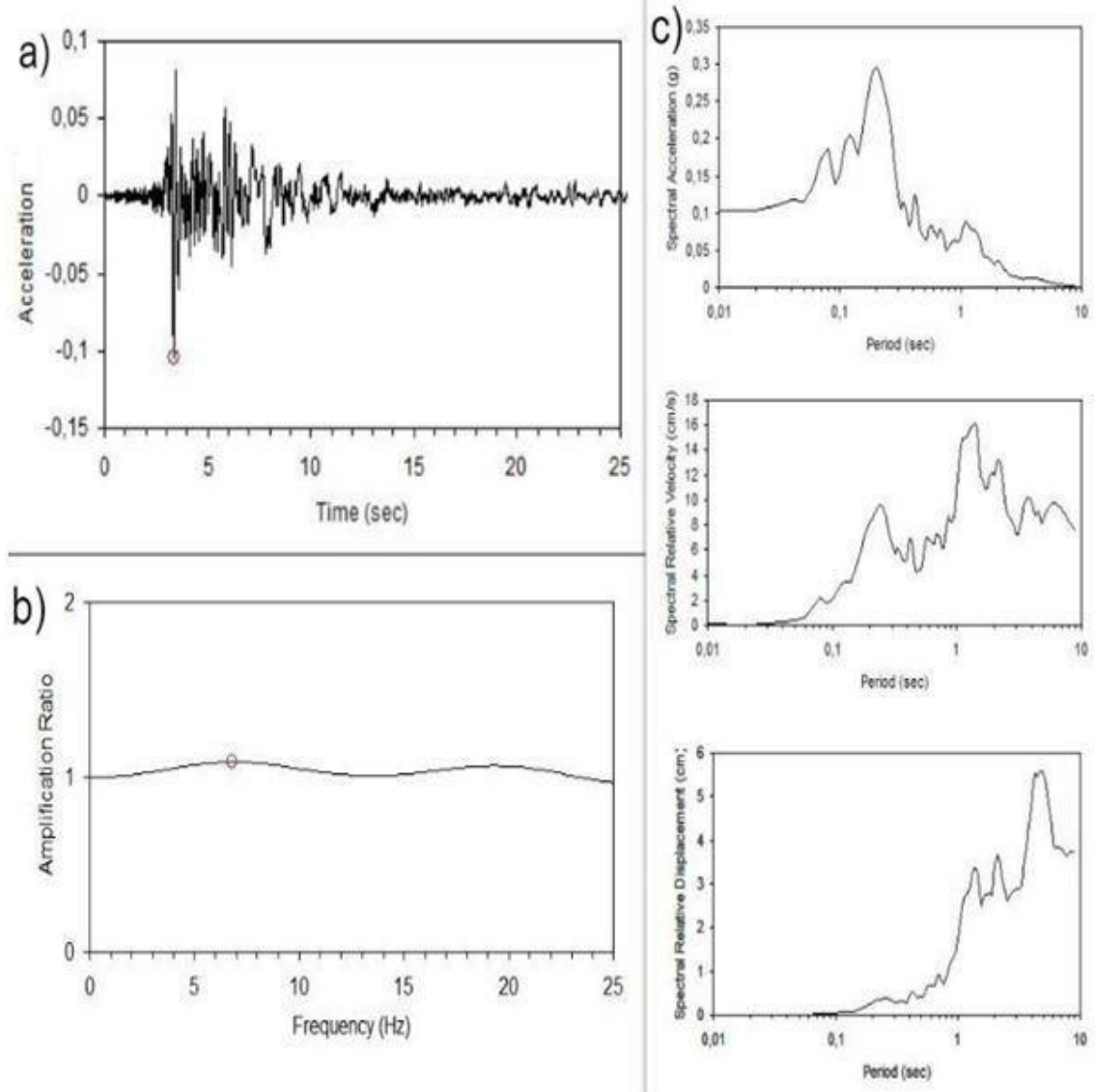
Şekil 4.11 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.12’de a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.2 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.3g olduğu , spektral hızın 0.2s ve 1.2s de 8.5cm/s ve 14 cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin(deplasman) 7s de 5.5cm olduğu görülmüştür.



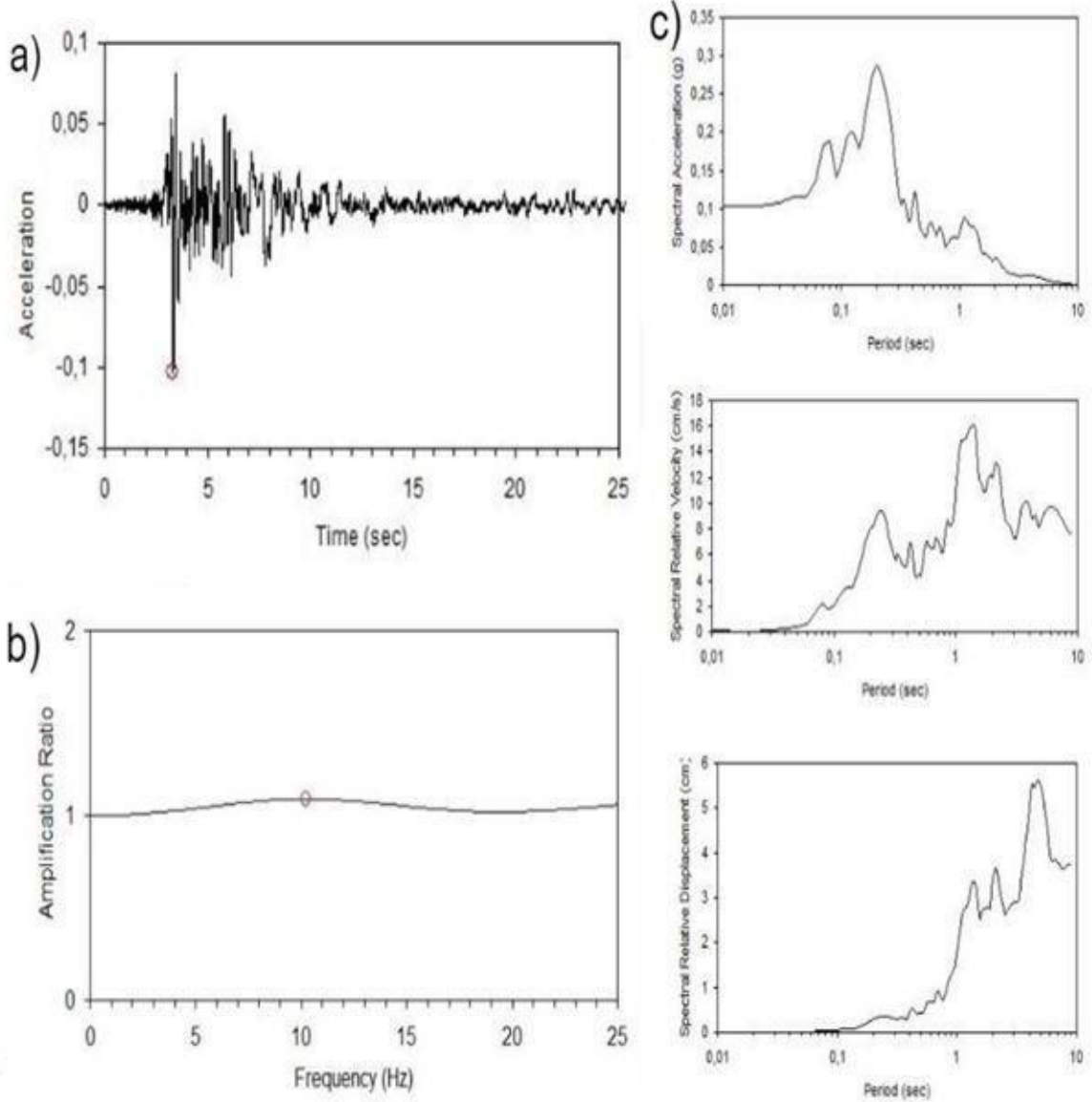
Şekil 4.12 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.13'de a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 7 Hz frekansta de 1.15 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.3g, spektral hızın 0.2s ve 1.1s 8cm/s ve 16cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 7s de 5.5cm olduğu görülmüştür.



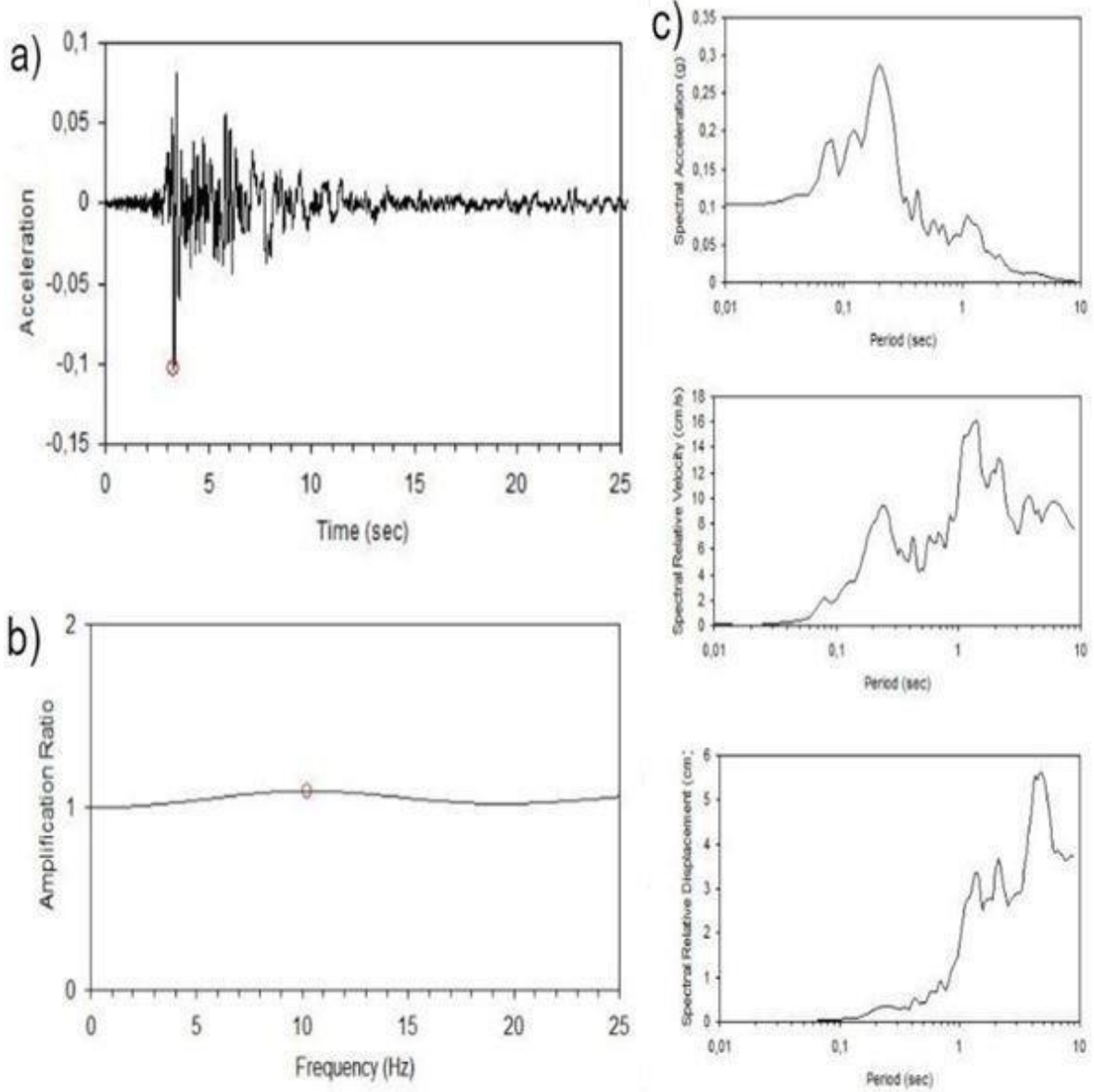
Şekil 4.13 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.14'de a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 11hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.28g, spektral hızın 1.2s de 5.5cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 7s de 5cm olduğu görülmüştür.



Şekil 4.14 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi

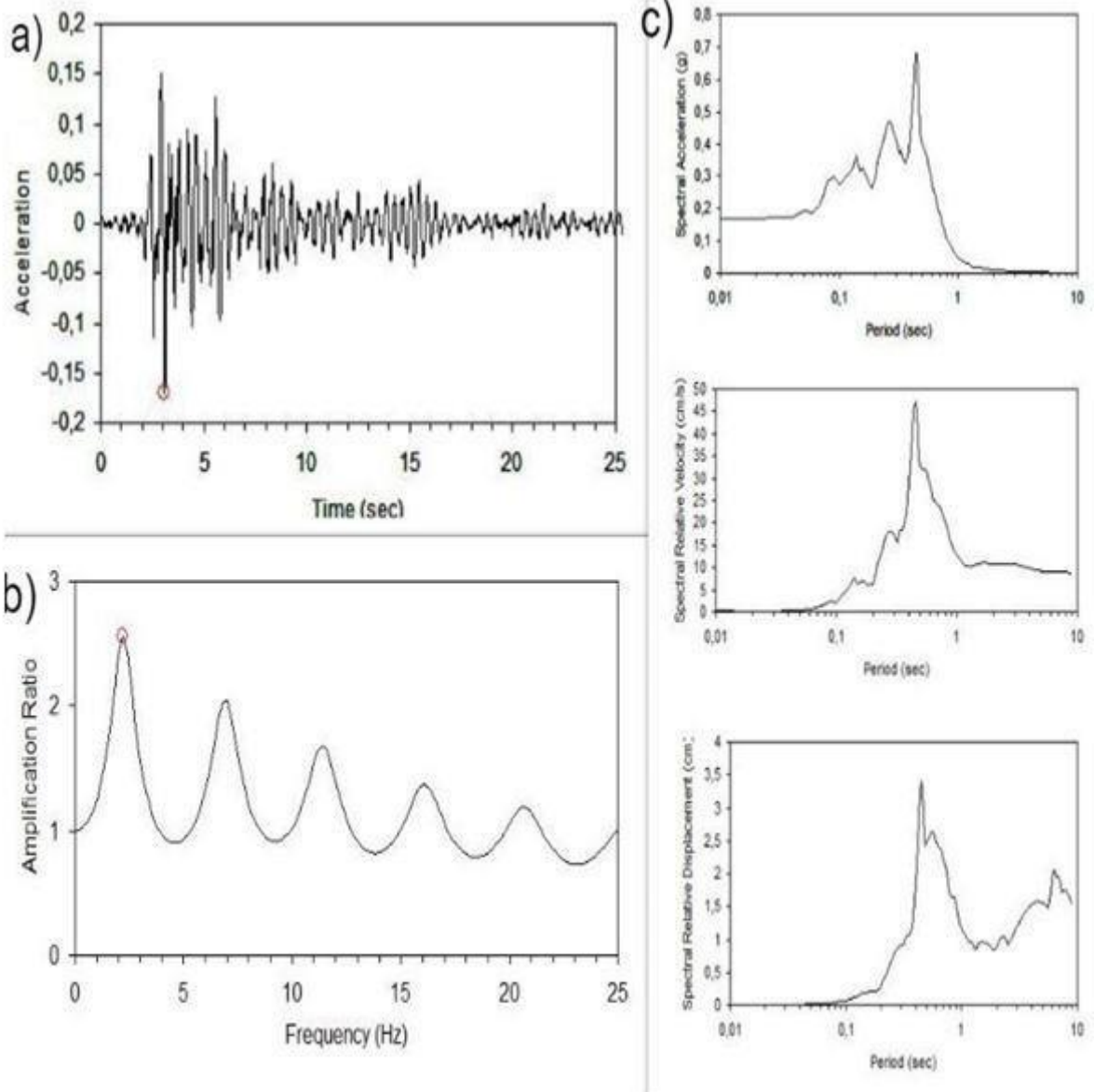
Şekil 4.15’de a) Silivri deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 13 Hz frekansta 1.05 büyütme olduğu
görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.27g, spektral
hızın 1.2s de 16cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman)7s de 5.5cm olduğu
görülmektedir.



Şekil 4.15 a) Marmara deprem verisinin (Silivri istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu
depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme
(deplasman) tepkisi.

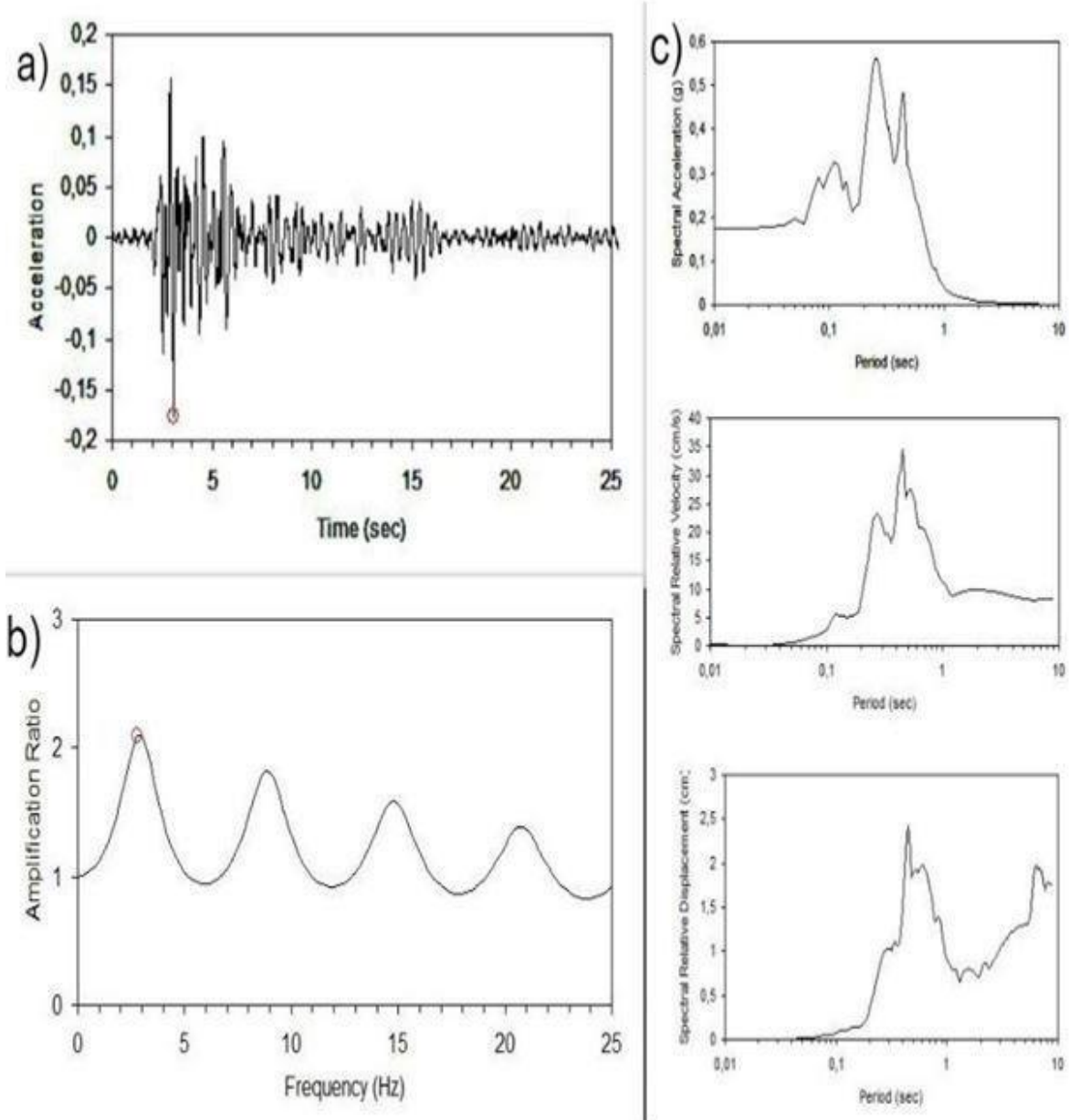
4.1.2 Marmara Ereğlisi istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları

Şekil 4.16'da a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 300 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3hz frekansta 2.5 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.7s de 0.7g , spektral hız 0.5s de 45 cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.5s de 3.5cm olduğu görülmektedir.



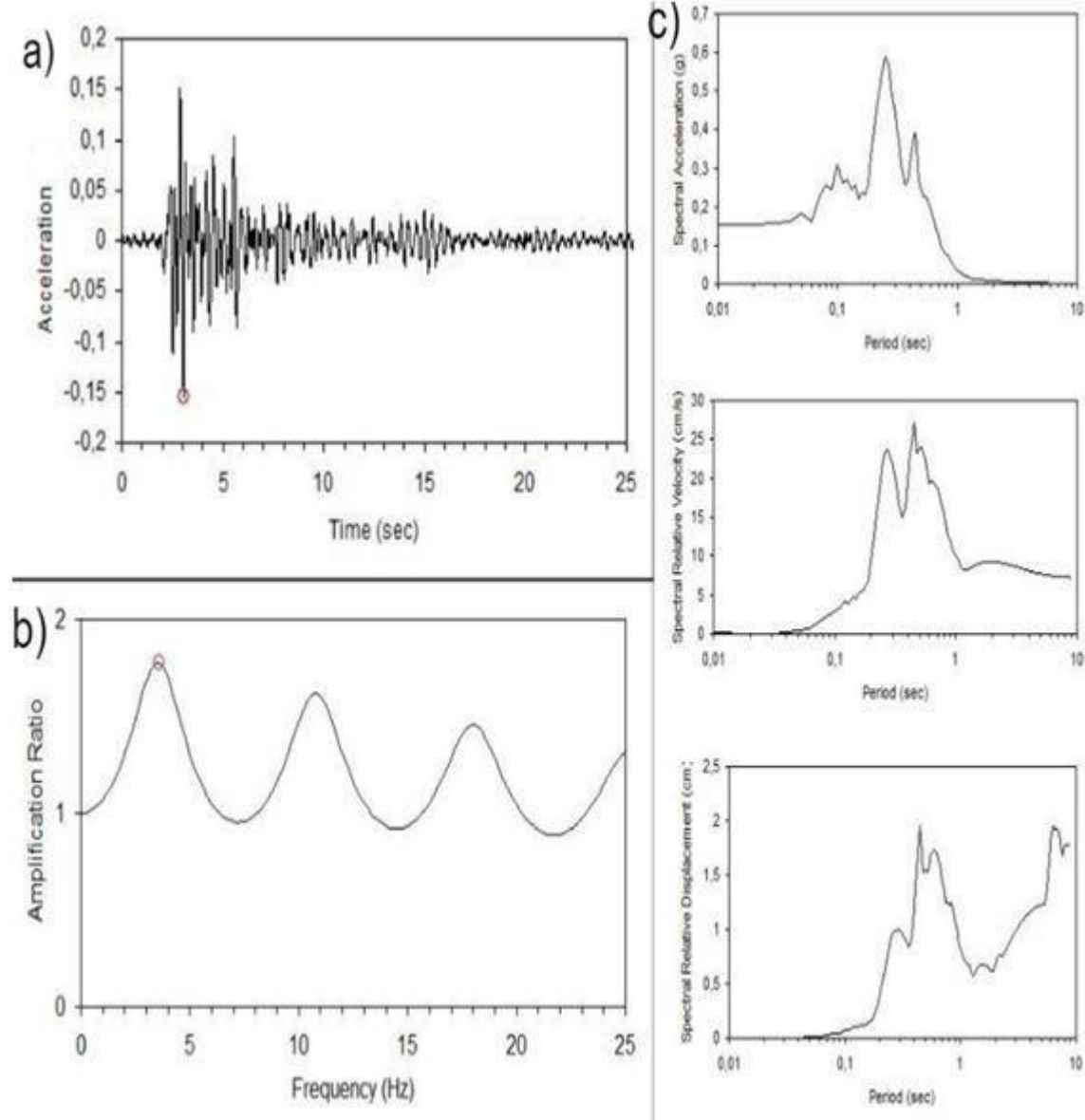
Şekil 4.16 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 300 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.17’de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 375 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3 hz frekansta 2 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.5g, spektral hızın 0.6s de 35cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.5s de 2.5cm olduğu görülmüştür.



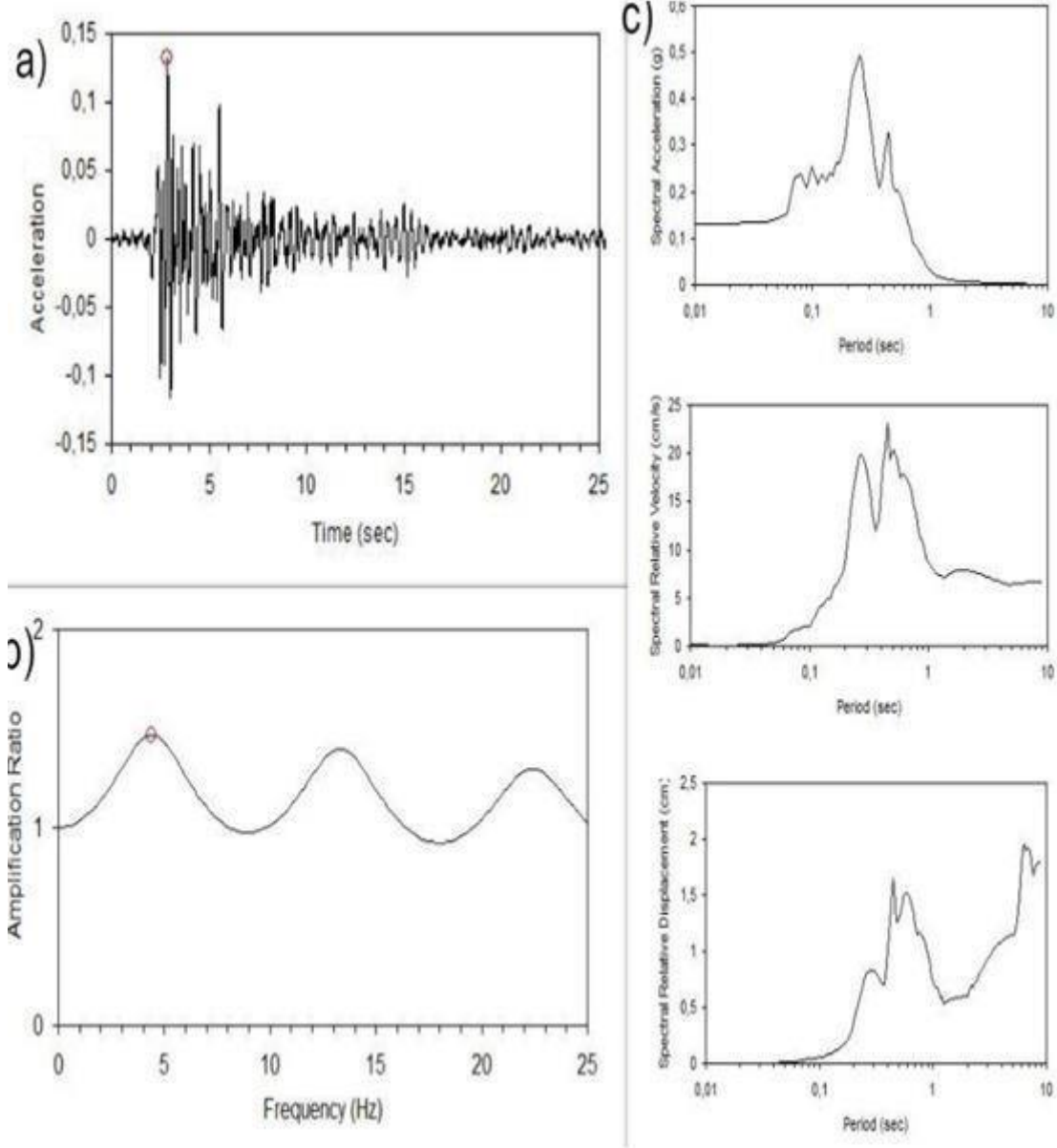
Şekil 4.17 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 375 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.18'de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3 Hz frekansta 1.8 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.6g, spektral hızın 0.3s ve 0.7s de 24cm/s ve 27cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.3s ve 8s de 2cm olduğu görülmektedir.



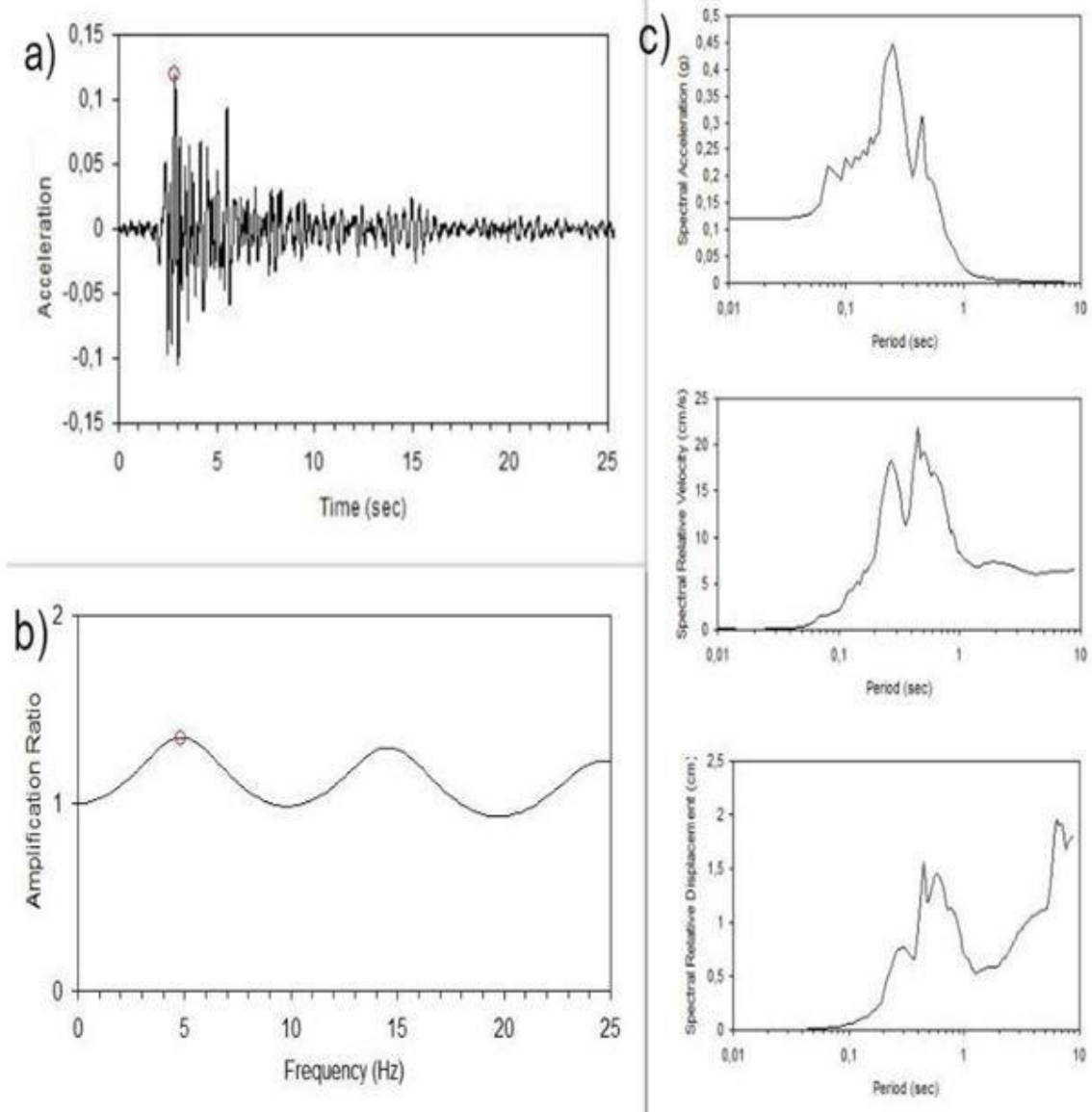
Şekil 4.18 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.19'da a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 4hz frekansta 1.5 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.5g olduğu, spektral hızın 0.7s de 24cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.5s ve 8s de 1.5cm ve 2cm olduğu görülmektedir.



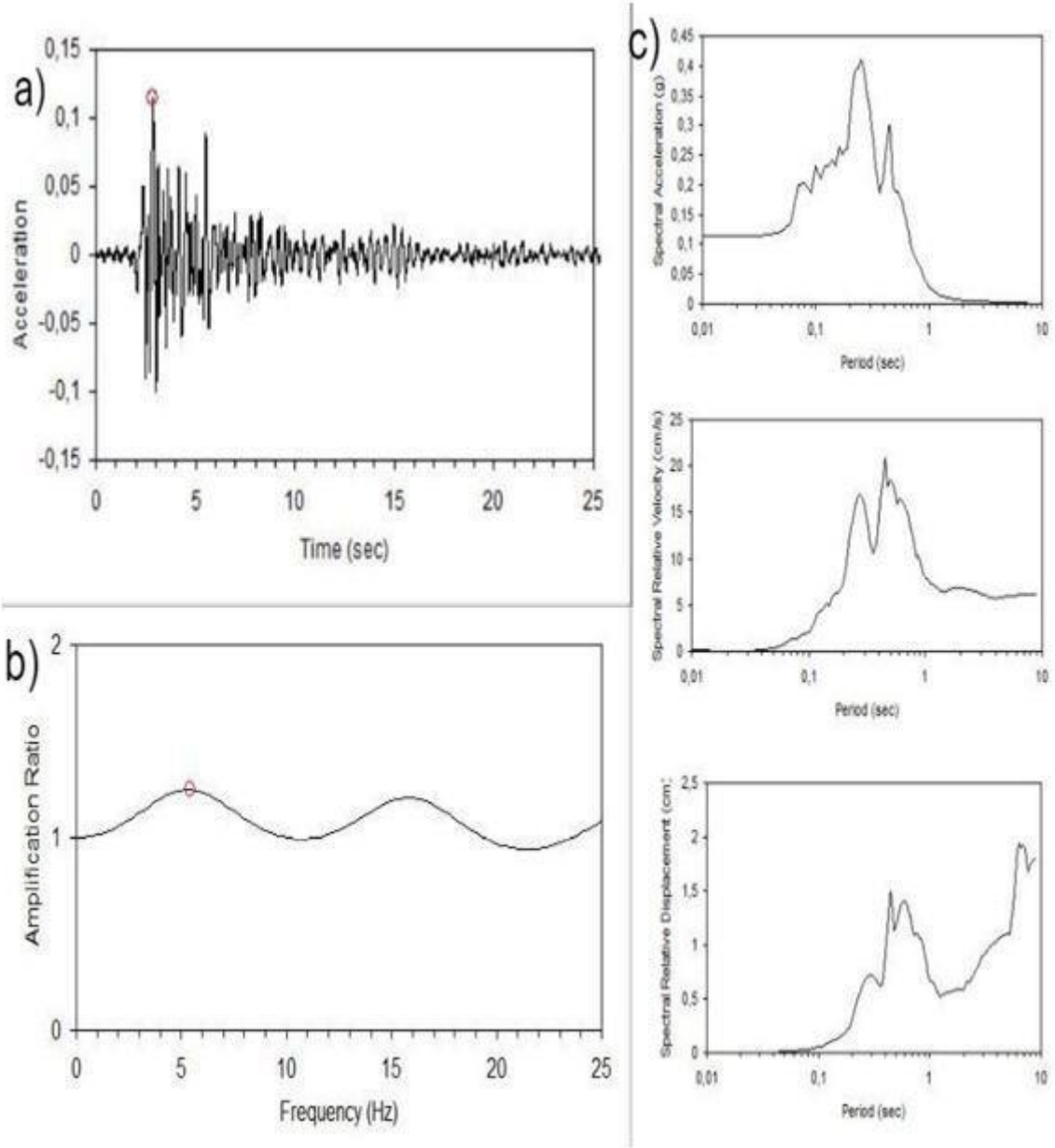
Şekil 4.19 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.20’de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 600 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5 frekansta 1.5 birim büyütme olduğu görülmektedir. c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.25s de 0.45g , spektral hızın 0.2s ve 0.7s de 17cm/s ve 20cm/s olduğu ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 2cm olduğu görülmektedir.



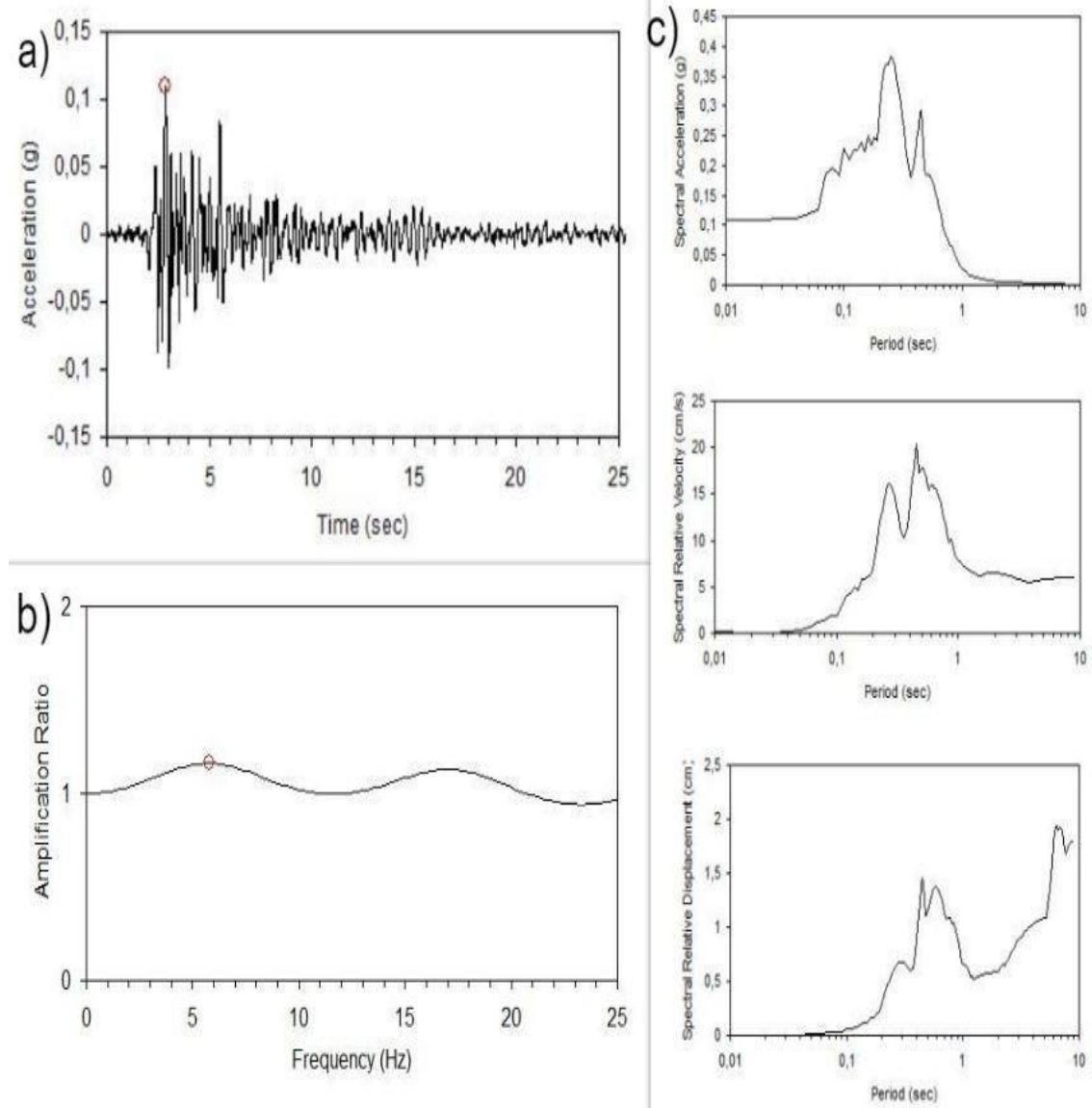
Şekil 4.20 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 600 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.21 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.3 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.4g, spektral hız 0.6s de 21cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 2cm görülmektedir.



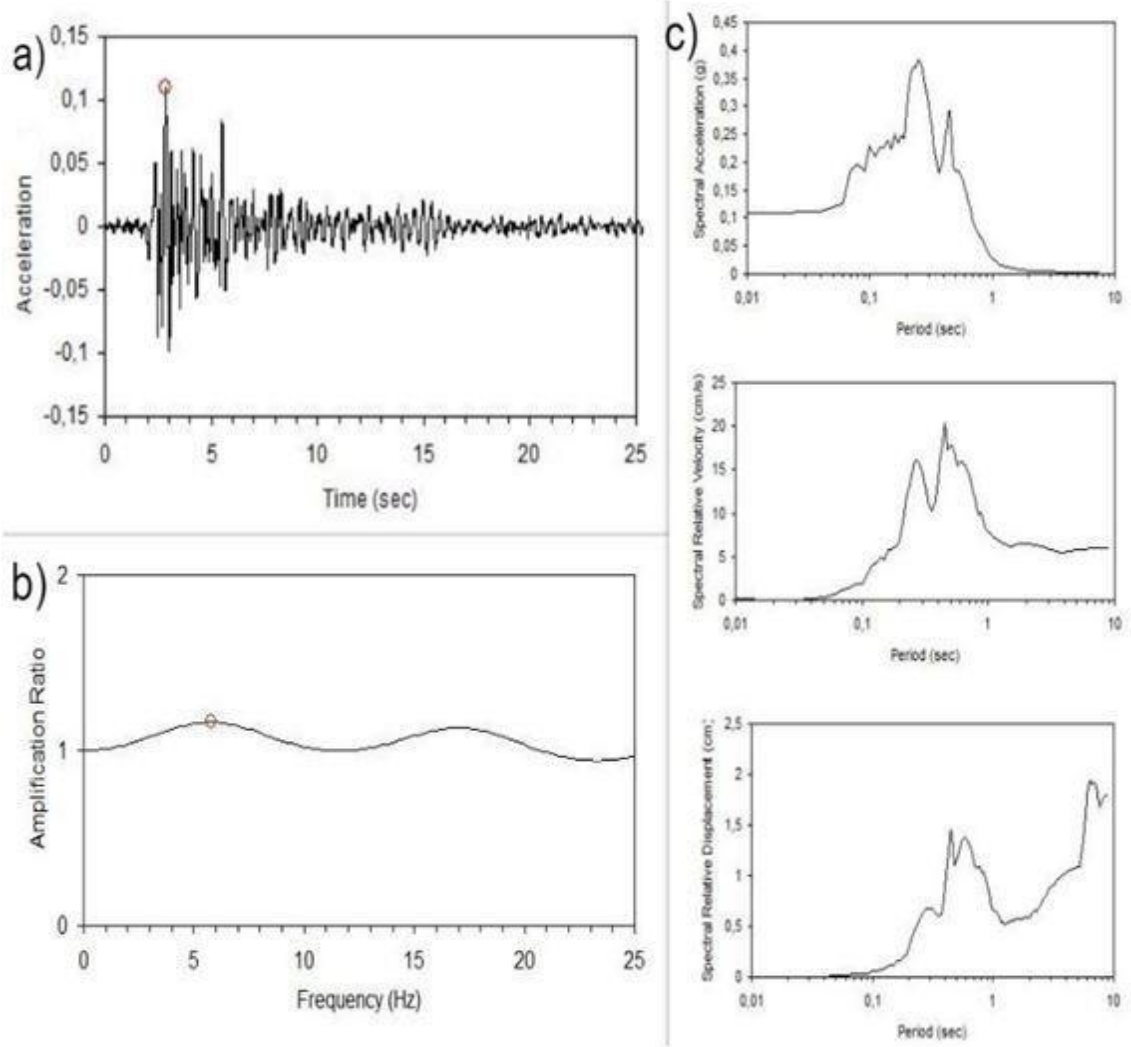
Şekil 4.21 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.22’de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 700 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz te 1.2 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.25s de 0.37g, spektral hızın 0.7s de 20cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 2cm olduğu görülmektedir.



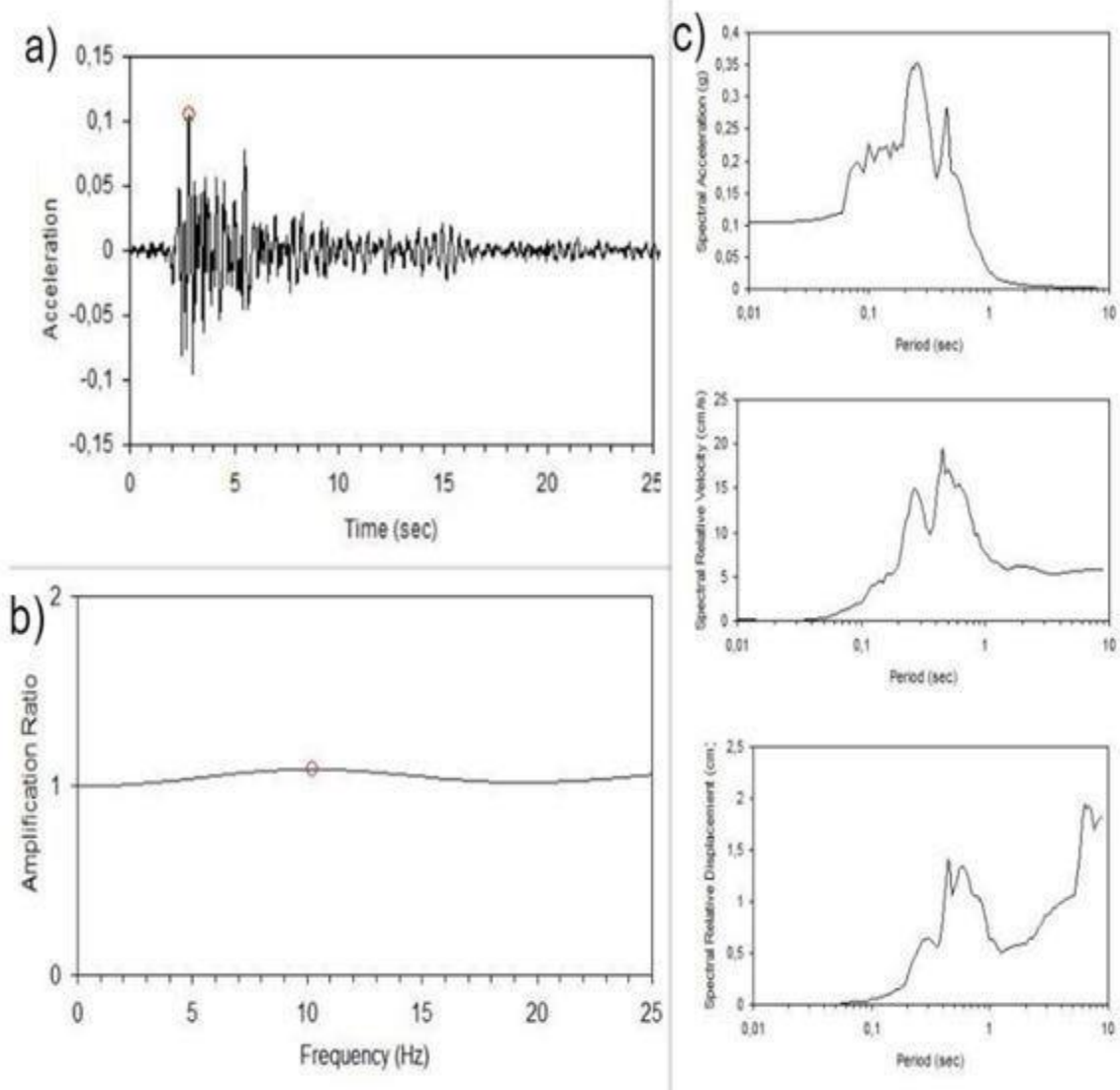
Şekil 4.22 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 700 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.23’de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 750 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.2 birimlik büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.35g , spektral hız 0.6s 19cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.5s ve 8s de 1.7cm ve 2 cm olduğu görülmektedir.



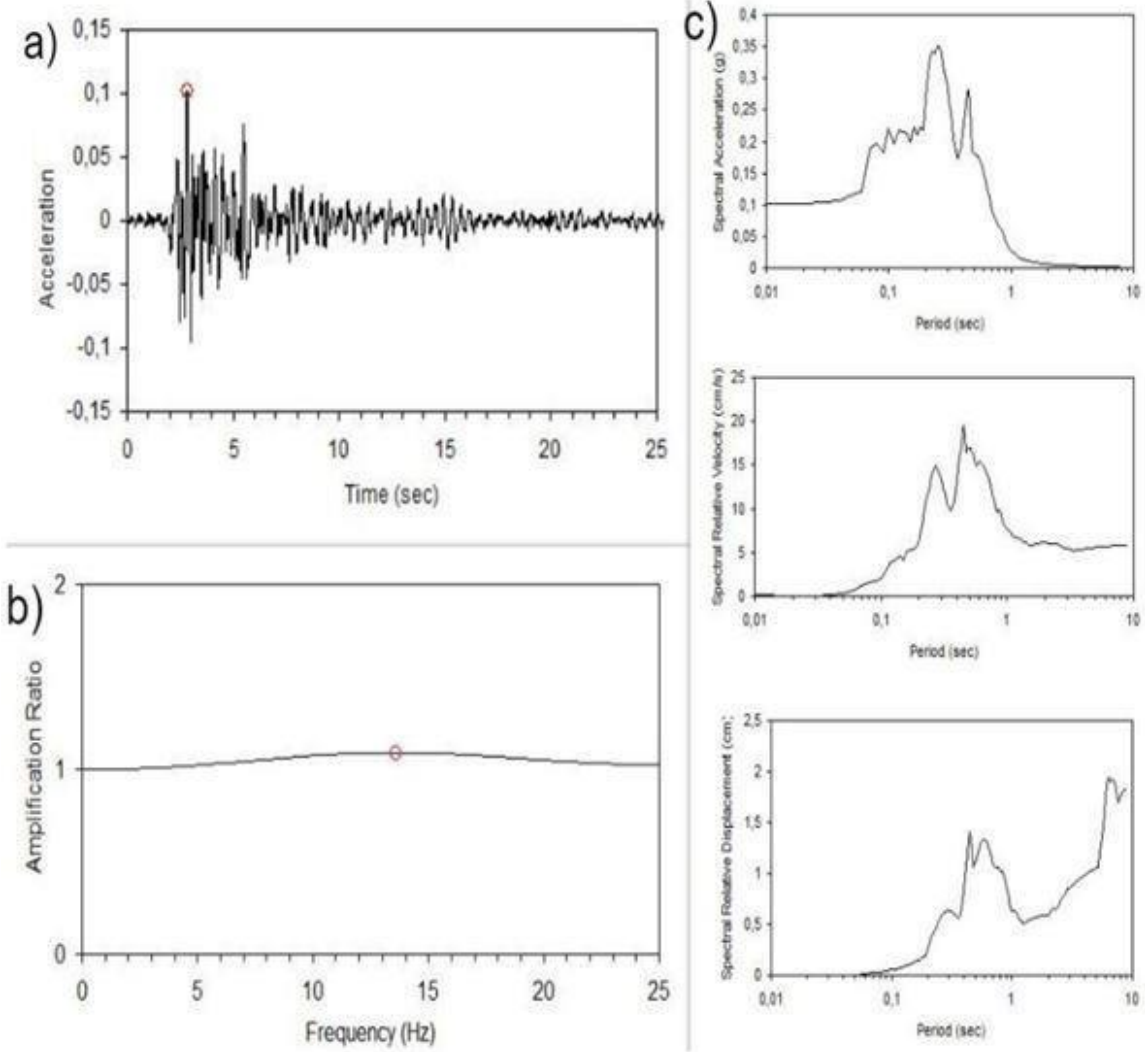
Şekil 4.23 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 750 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.24'de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 800 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 10hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.5s de 0.35g, spektral hızın 0.7s de 16cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.7s ve 8s de 1.4cm ve 1.8cm olduğu görülmektedir.



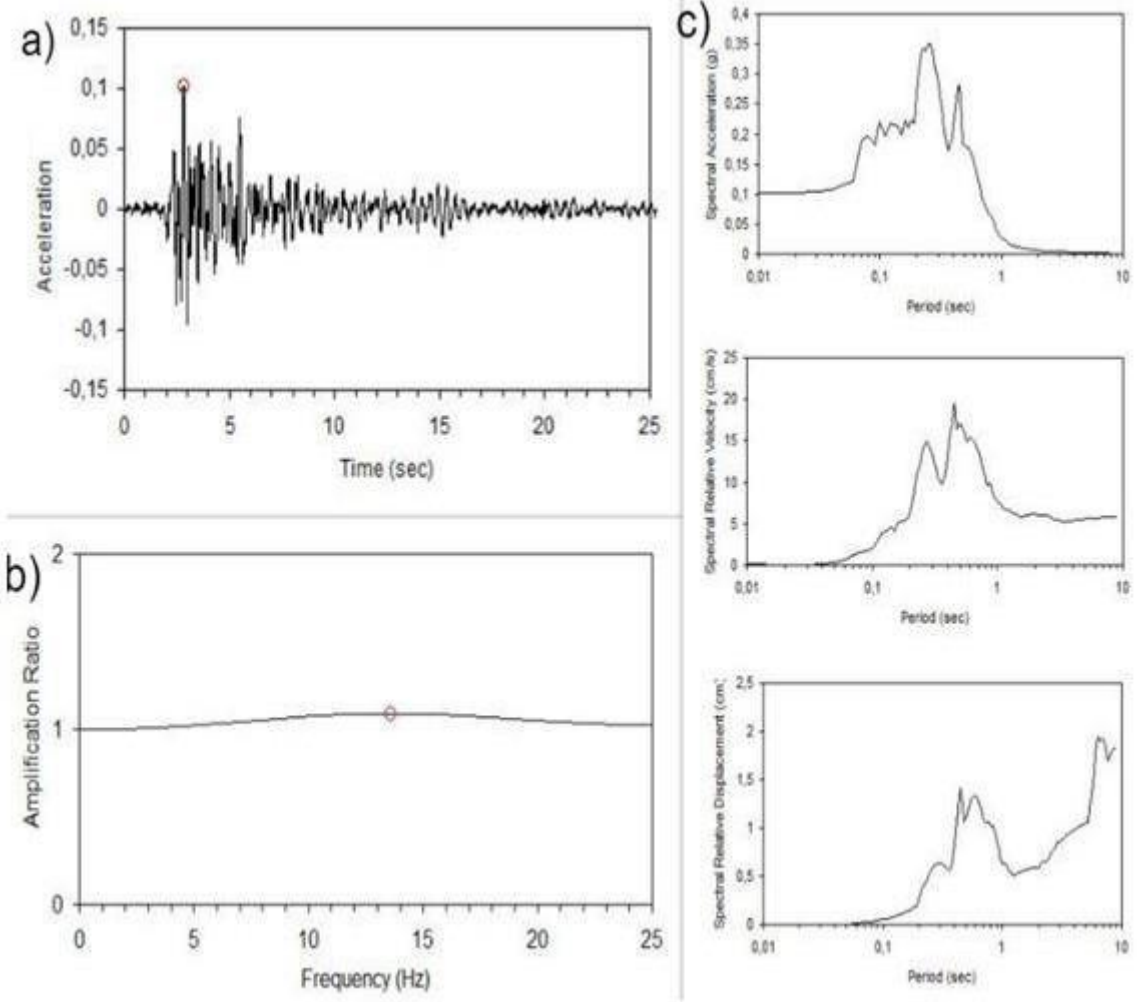
Şekil 4.24 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 800 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.25’de a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 13 hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.35g, spektral hızın 0.3s de 18cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 2cm olduğu görülmektedir.



Şekil 4.25 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 =1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

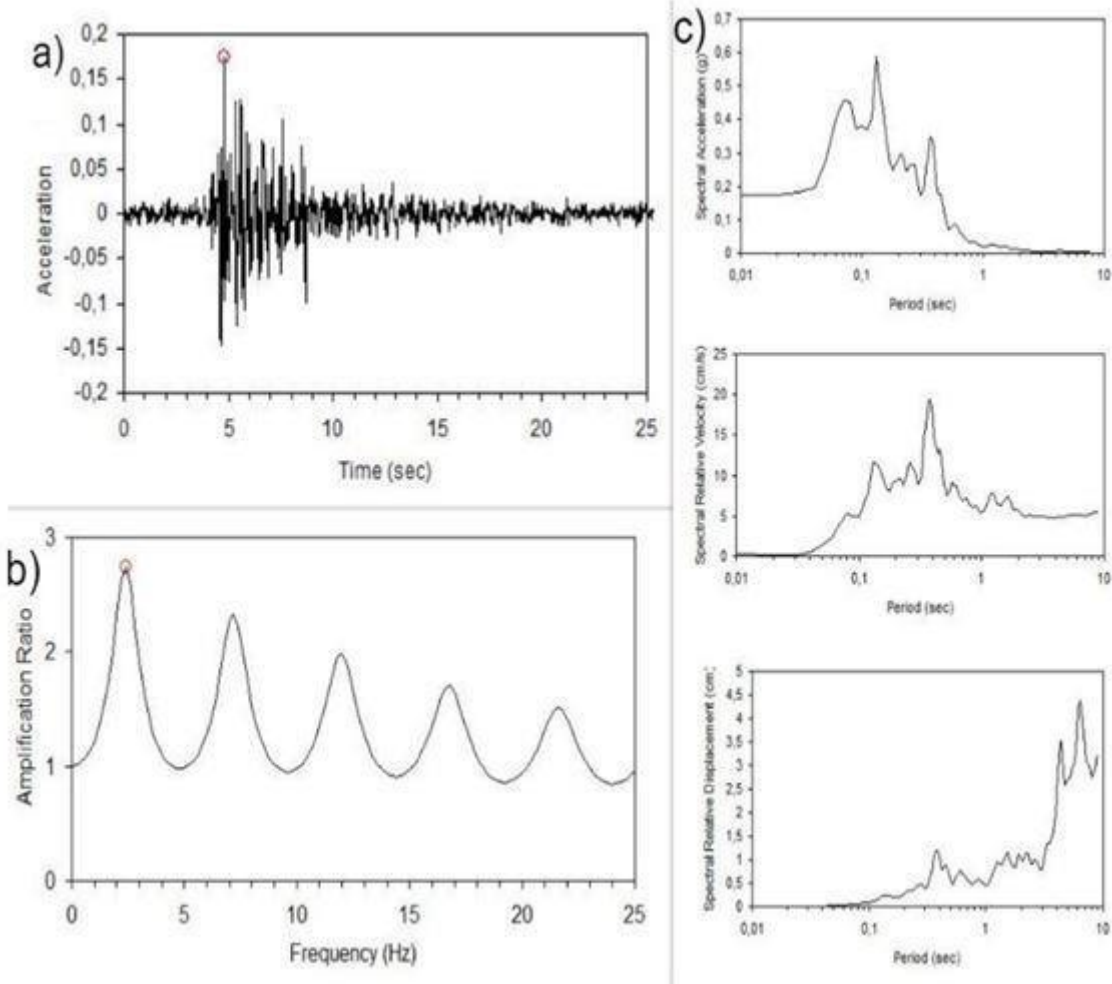
Şekil 4.26 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 14hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3 te 0.35g, spektral hızın 0.7s de 16cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.5s ve 8s de 1.4cm ve 2cm olduğu görülmektedir.



Şekil 4.26 a) Marmara deprem verisinin (Marmara Ereğlisi istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

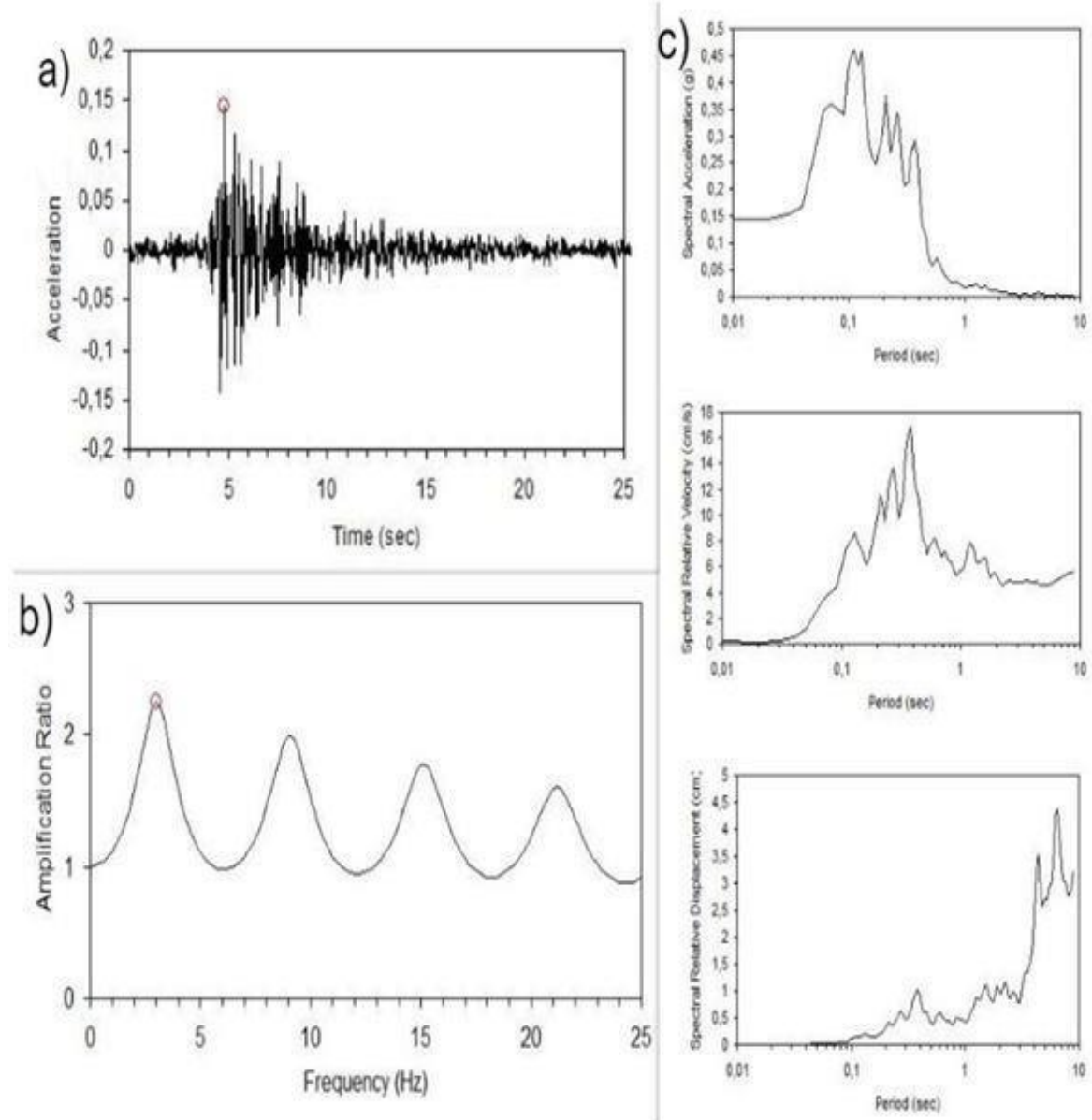
4.1.3 Sultanbeyli istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları

Şekil 4.27 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 2hz frekansta 2.8 birim büyütme olduğu
c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.6g, spektral hızın 0.5s de 20cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 4.5cm olduğu görülmektedir.



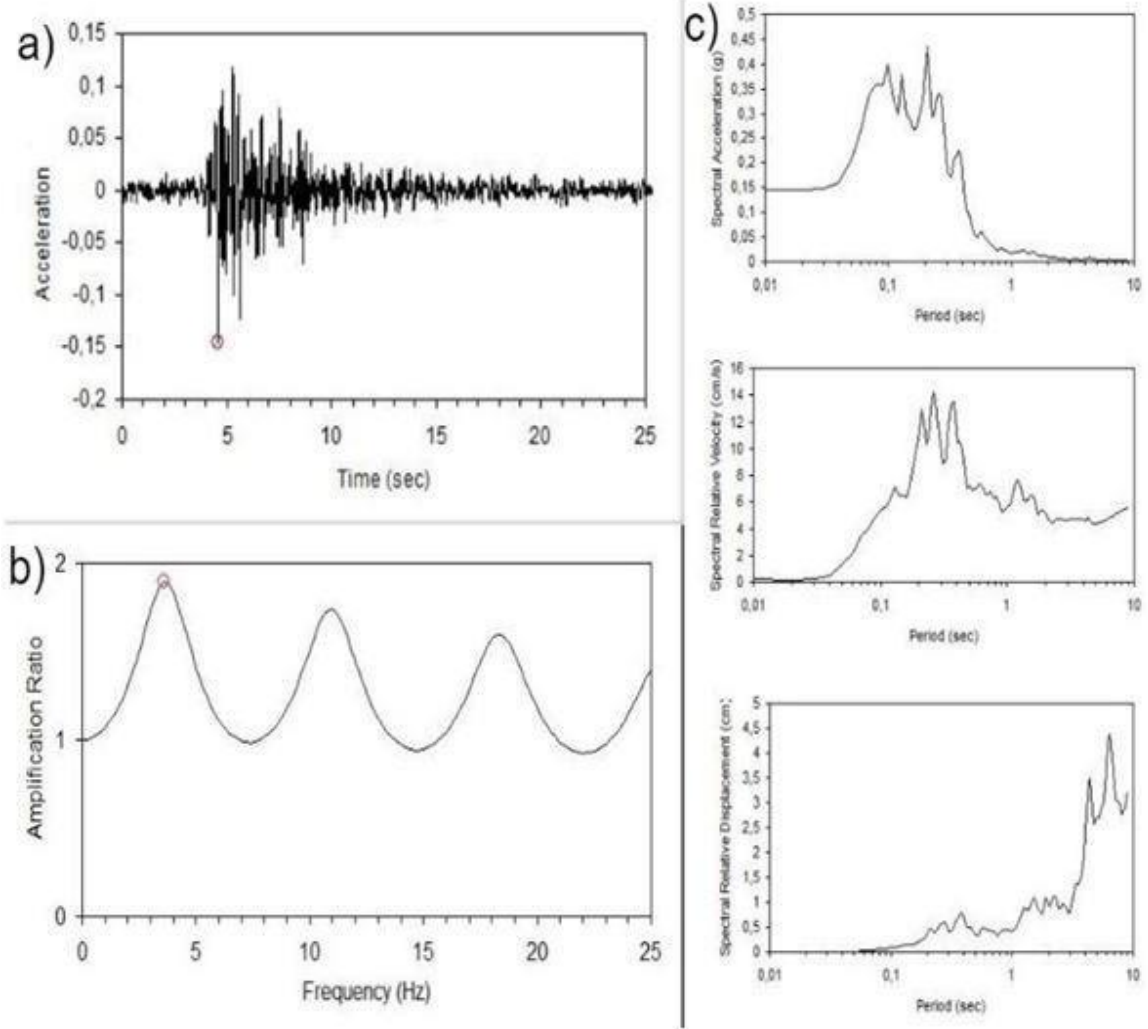
Şekil 4.27 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.28 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3hz frekansta 2.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.45g , spektral hızın 0.5s de 16cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4.5cm görülmektedir.



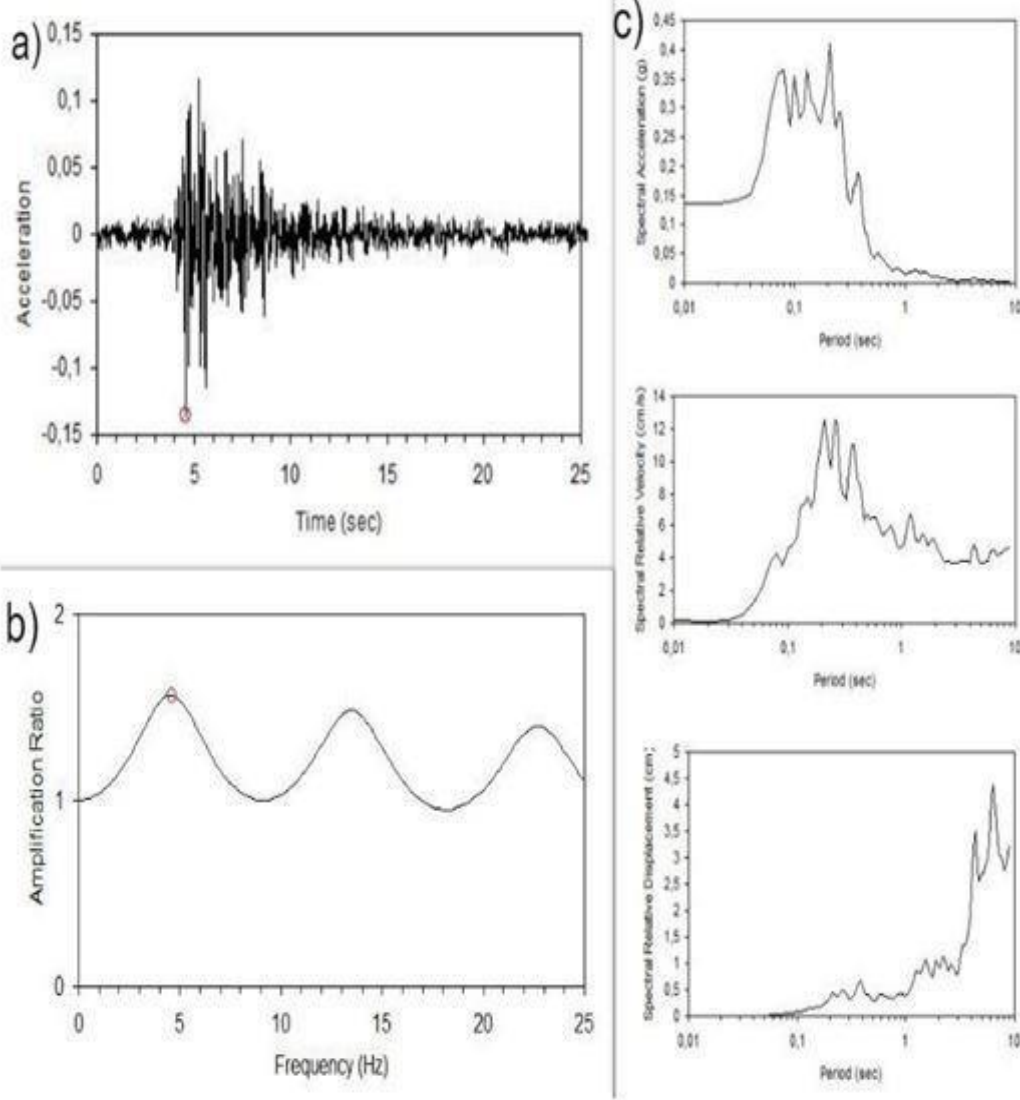
Şekil 4.28 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.29 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3hz frekansta 1.9 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.4g ve 0.2 de 0.45g, spektral hızın 0.3s de 14cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 4.5cm görülmektedir.



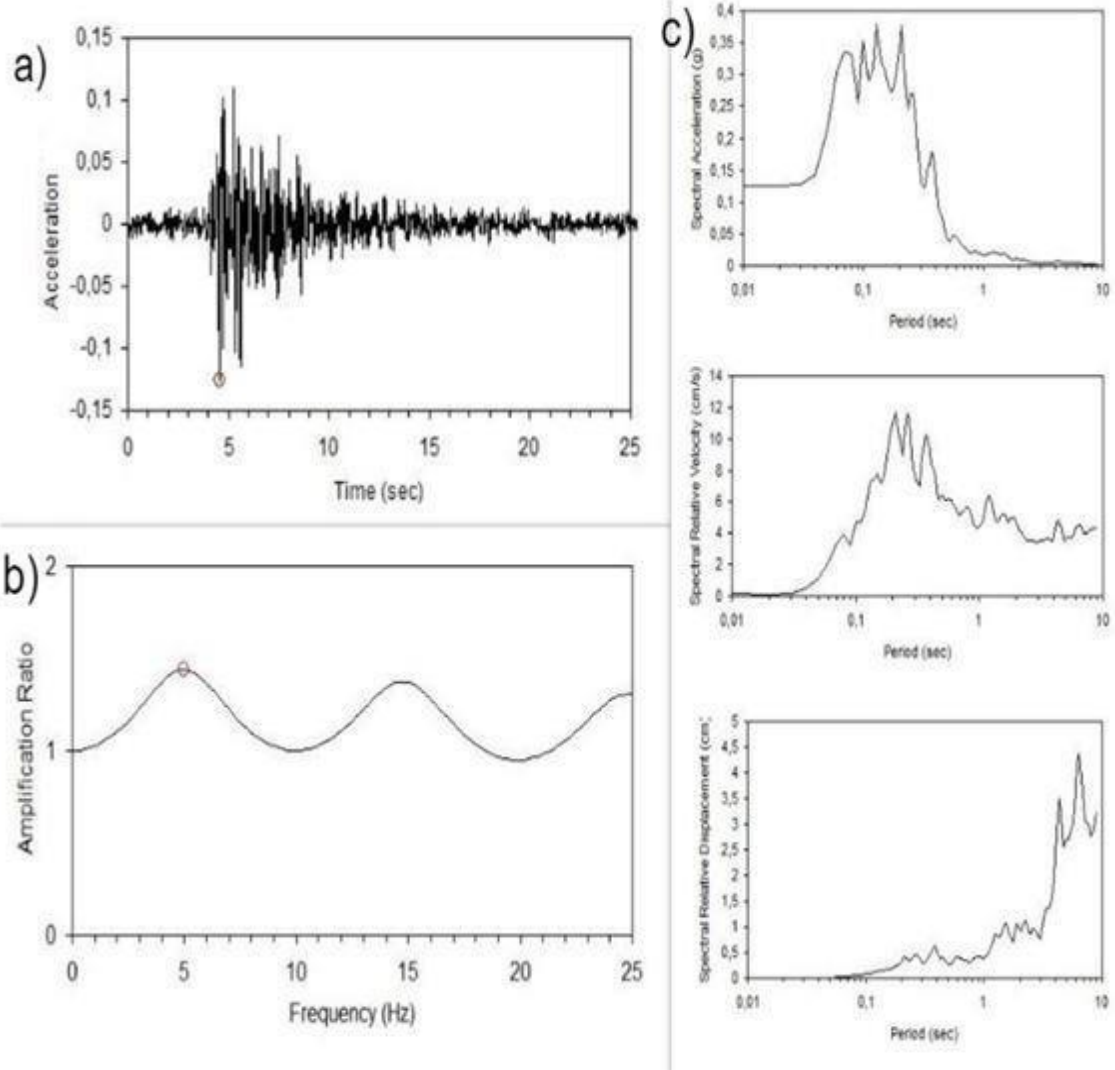
Şekil 4.29 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 450 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.30 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.5 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.09s de 0.35g ve 0.2s de 0.4g, spektral hızın 0.2s de 12cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 8s de 4.5cm olarak görülmektedir



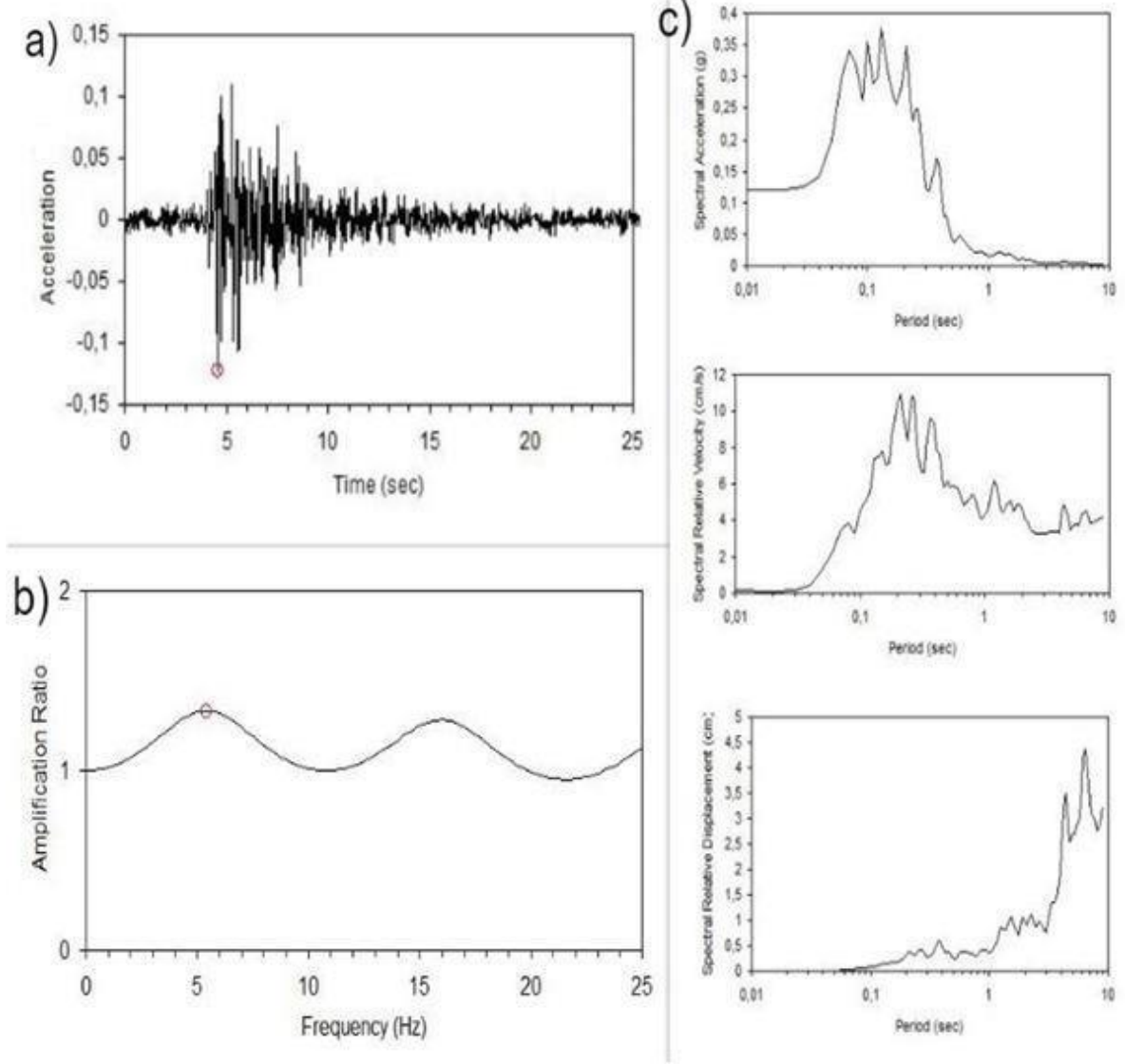
Şekil 4.30 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 550 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.31 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.5 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.09s de 0.35g 0.3s de 0.40g, spektral hızın 0.3s de 12cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



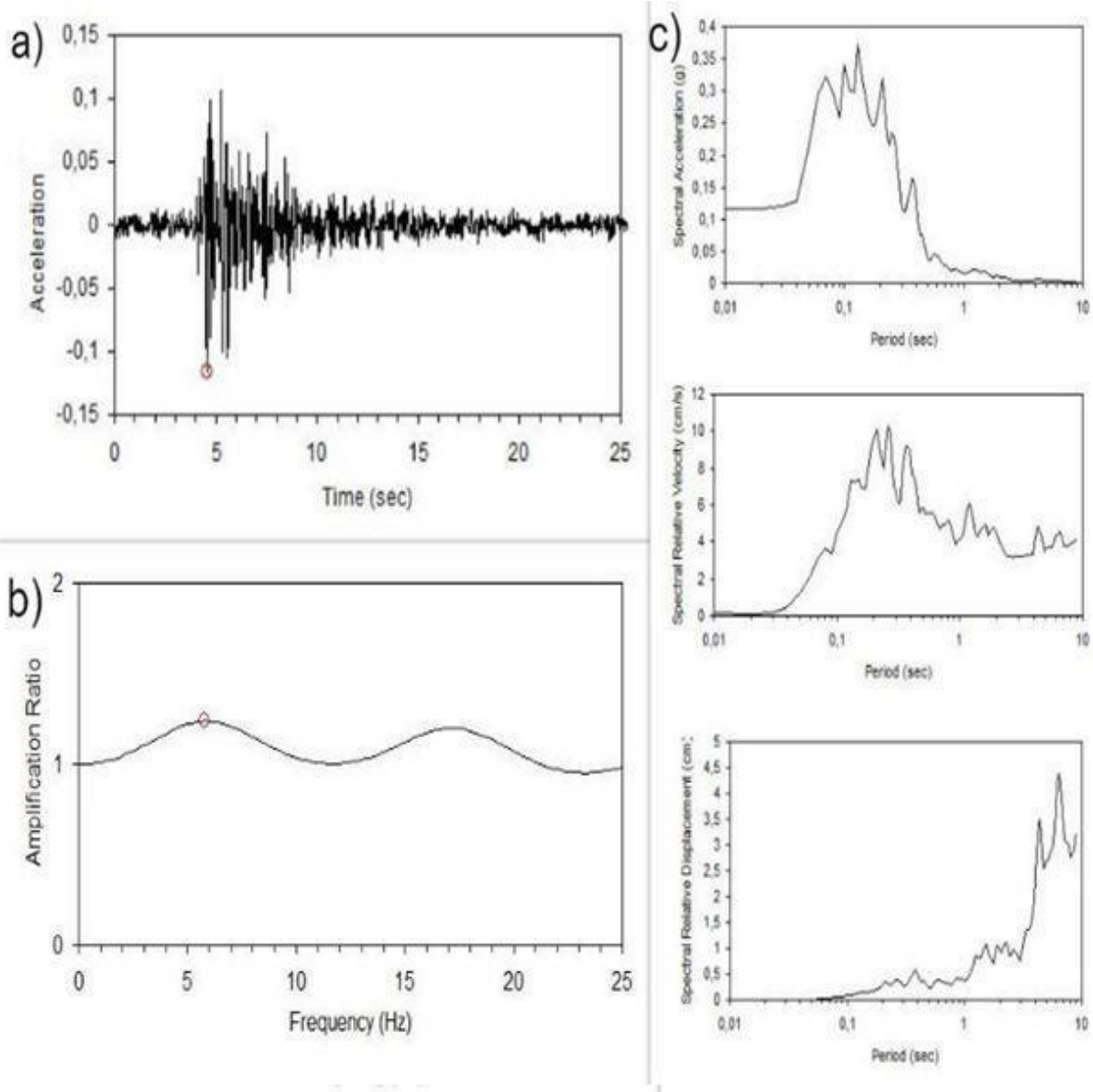
Şekil 4.31 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.32’de a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.4 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.09s 0.35g 0.15s e 0.39g, spektral hız 0.2s de 11cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



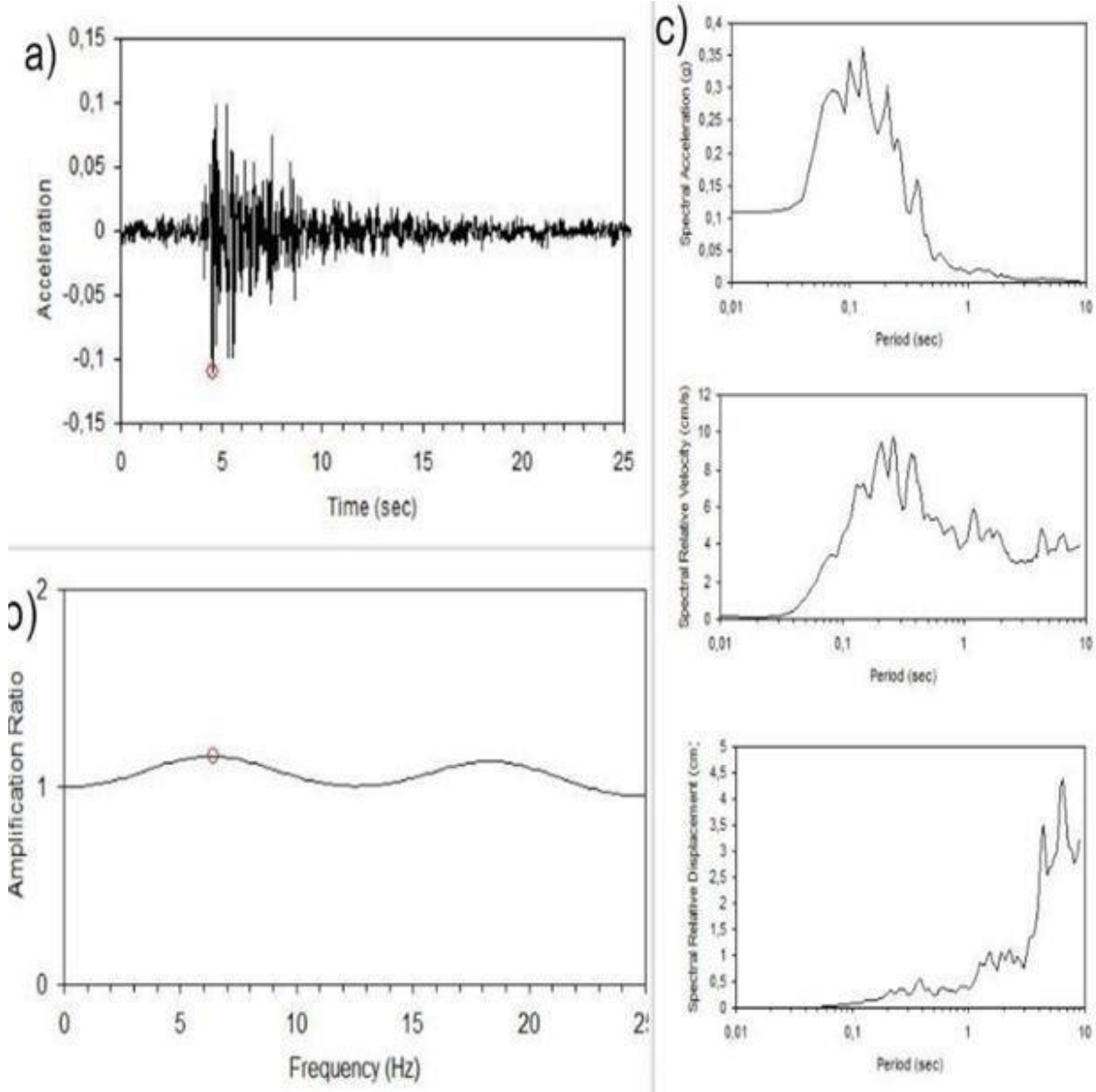
Şekil 4.32 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.33’de a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 700 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6 hz frekansta 1.3 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.38g , spektral hız 0.2s de 10cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



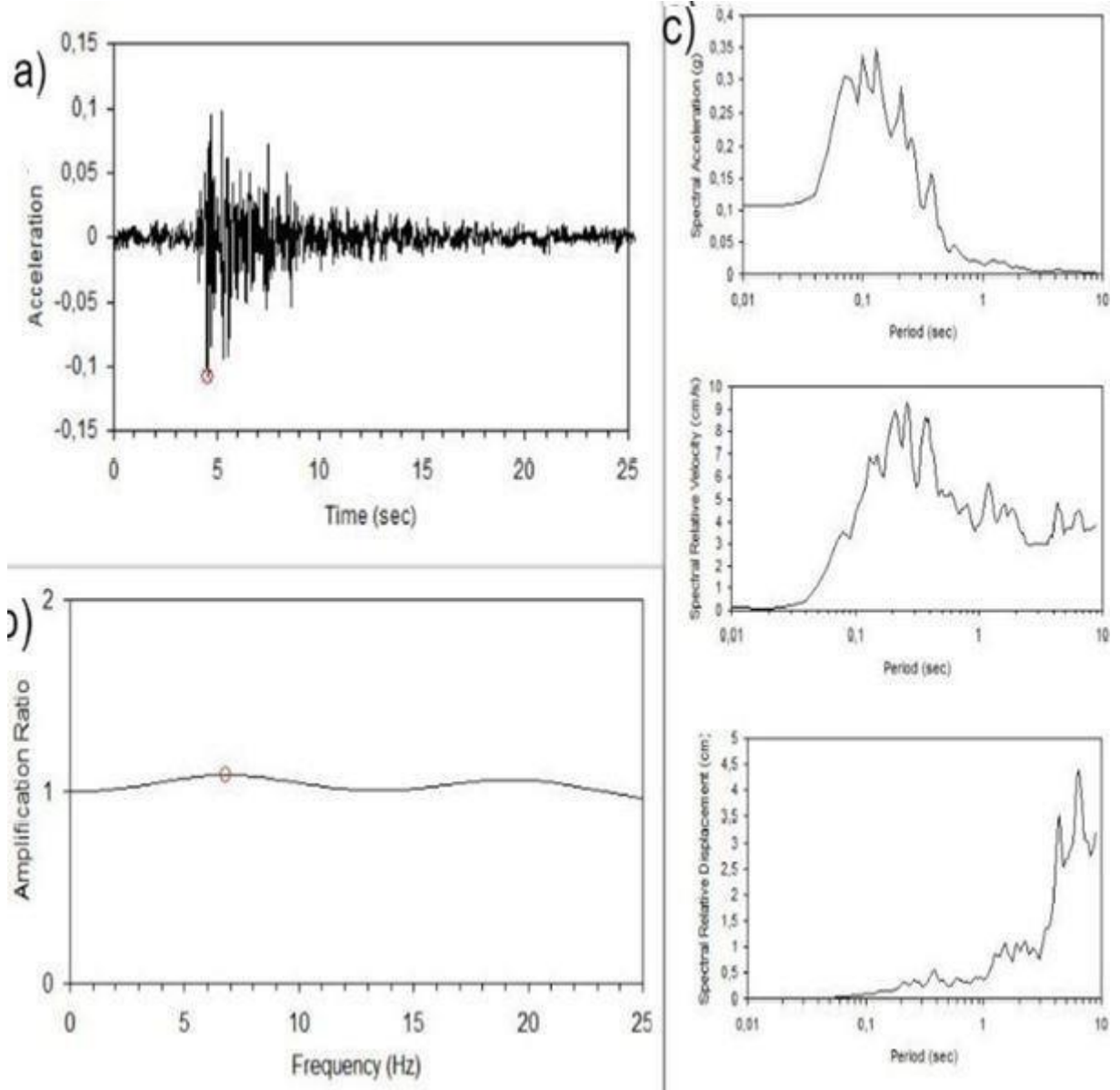
Şekil 4.33 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı **b)** vs30 = 700 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.34'de a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 750 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.25 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.39g, spektral hız 0.3s de 9cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



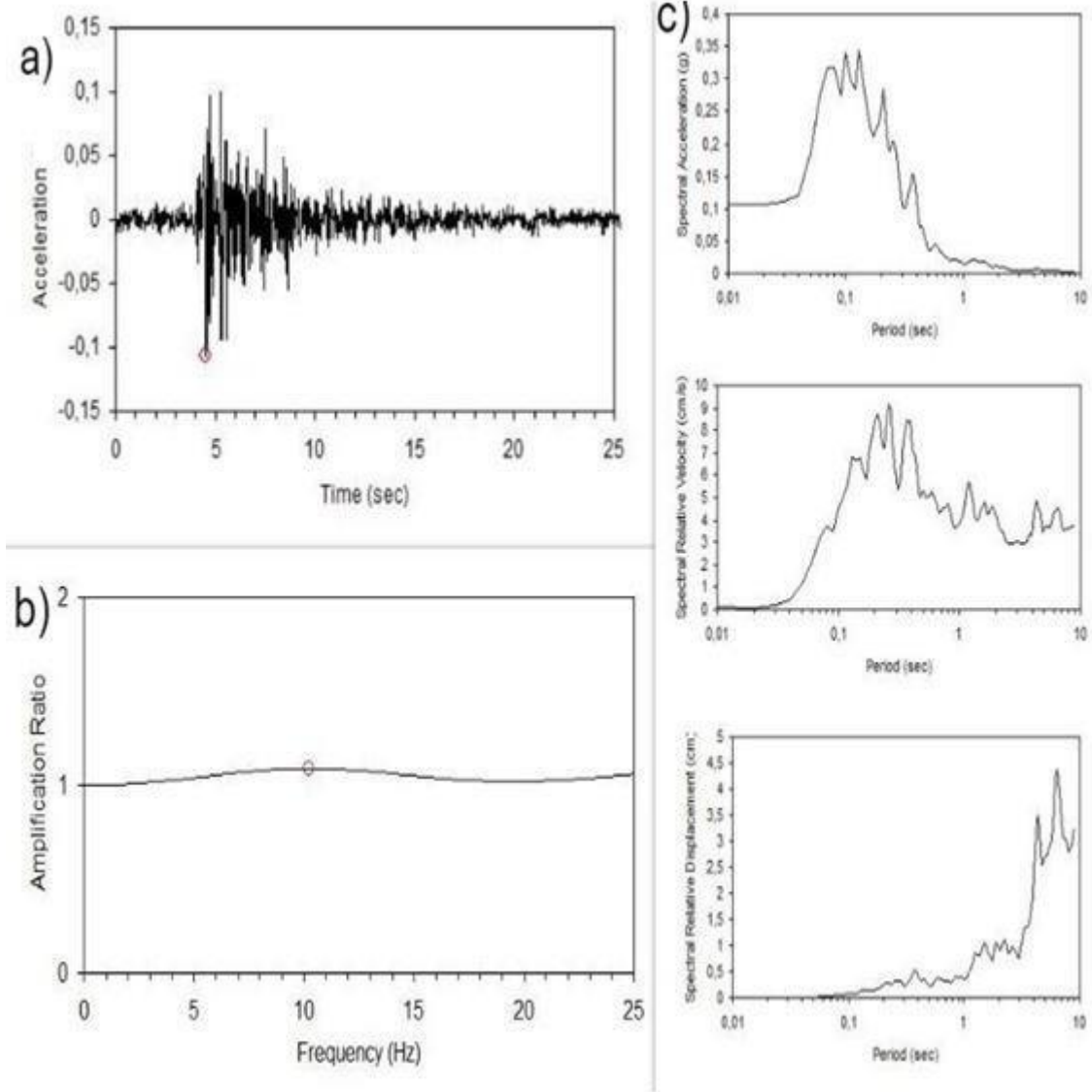
Şekil 4.34 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 750 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.35’de a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 800 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 7 frekansta 1.20 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.35g , spektral hız 0.3s de 9cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



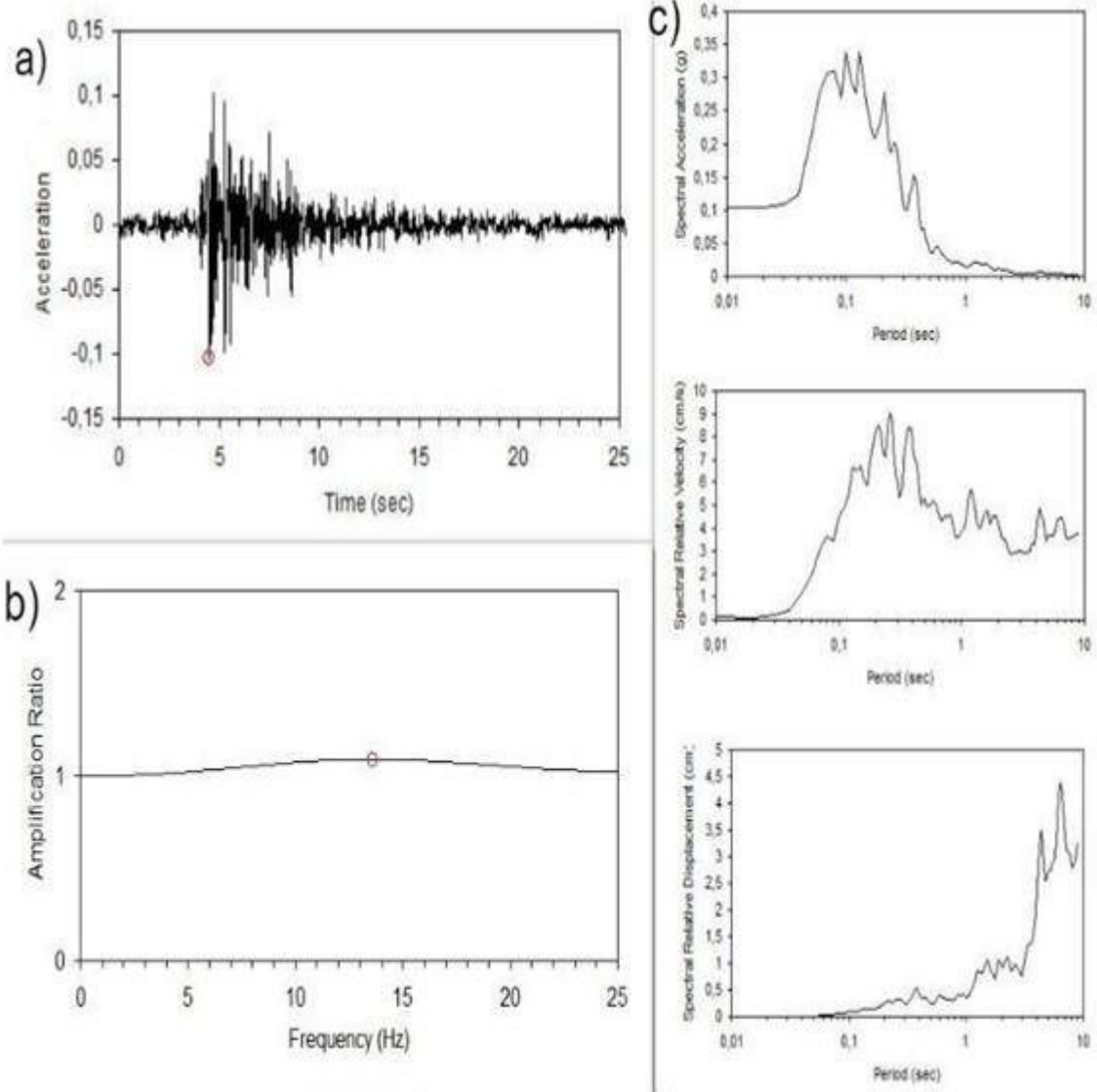
Şekil 4.35 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 800 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.36'da a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 10hz frekansta 1.15 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.3s de 0.34g, spektral hız 0.3s de 9cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



Şekil 4.36 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1150 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

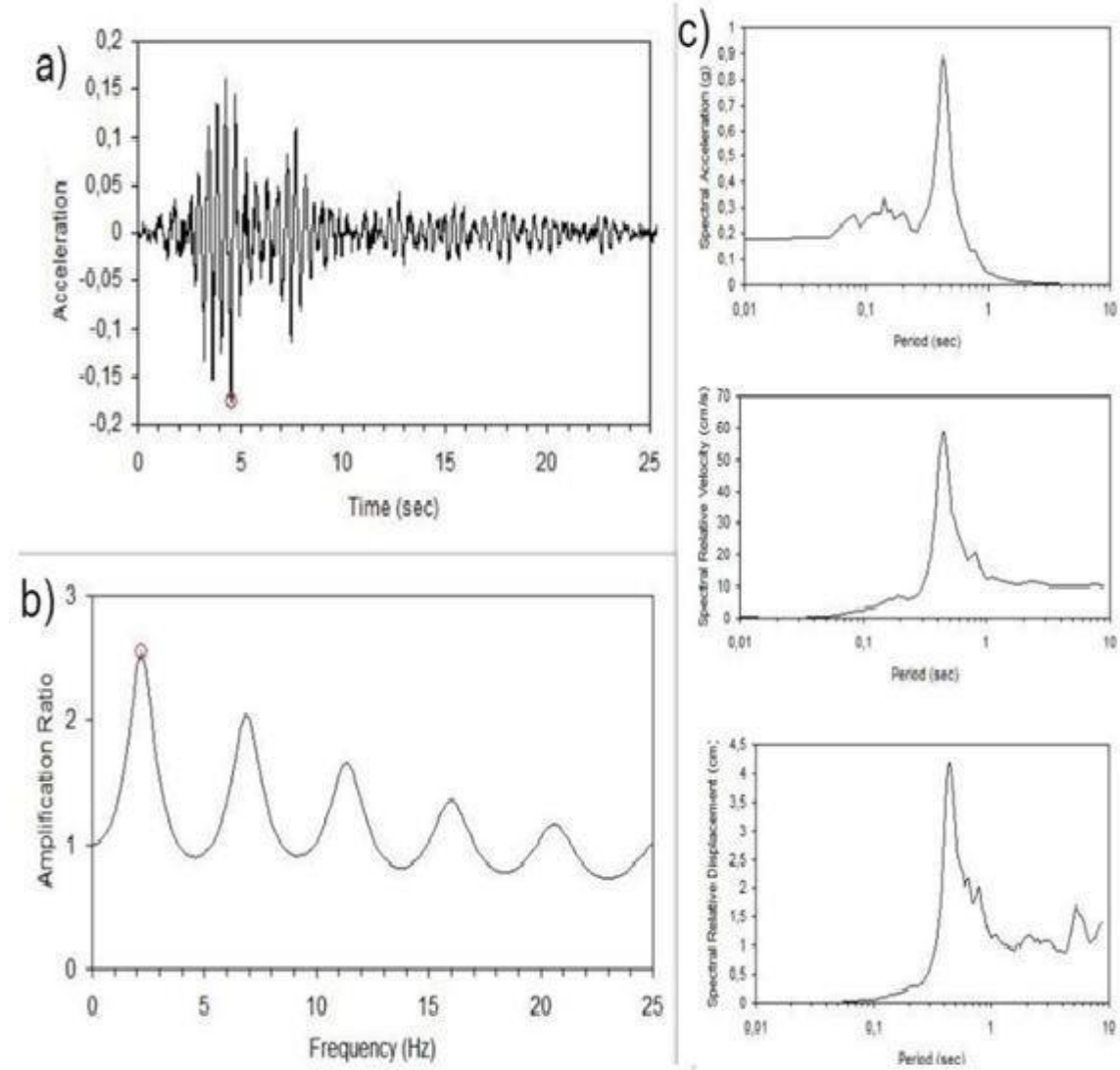
Şekil 4.37’de a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 14hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.2s de 0.35g, spektral hız 0.25s de 9cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 8s de 4cm görülmektedir.



Şekil 4.37 a) Marmara deprem verisinin (Sultanbeyli istasyonu) ivme kaydı b) vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

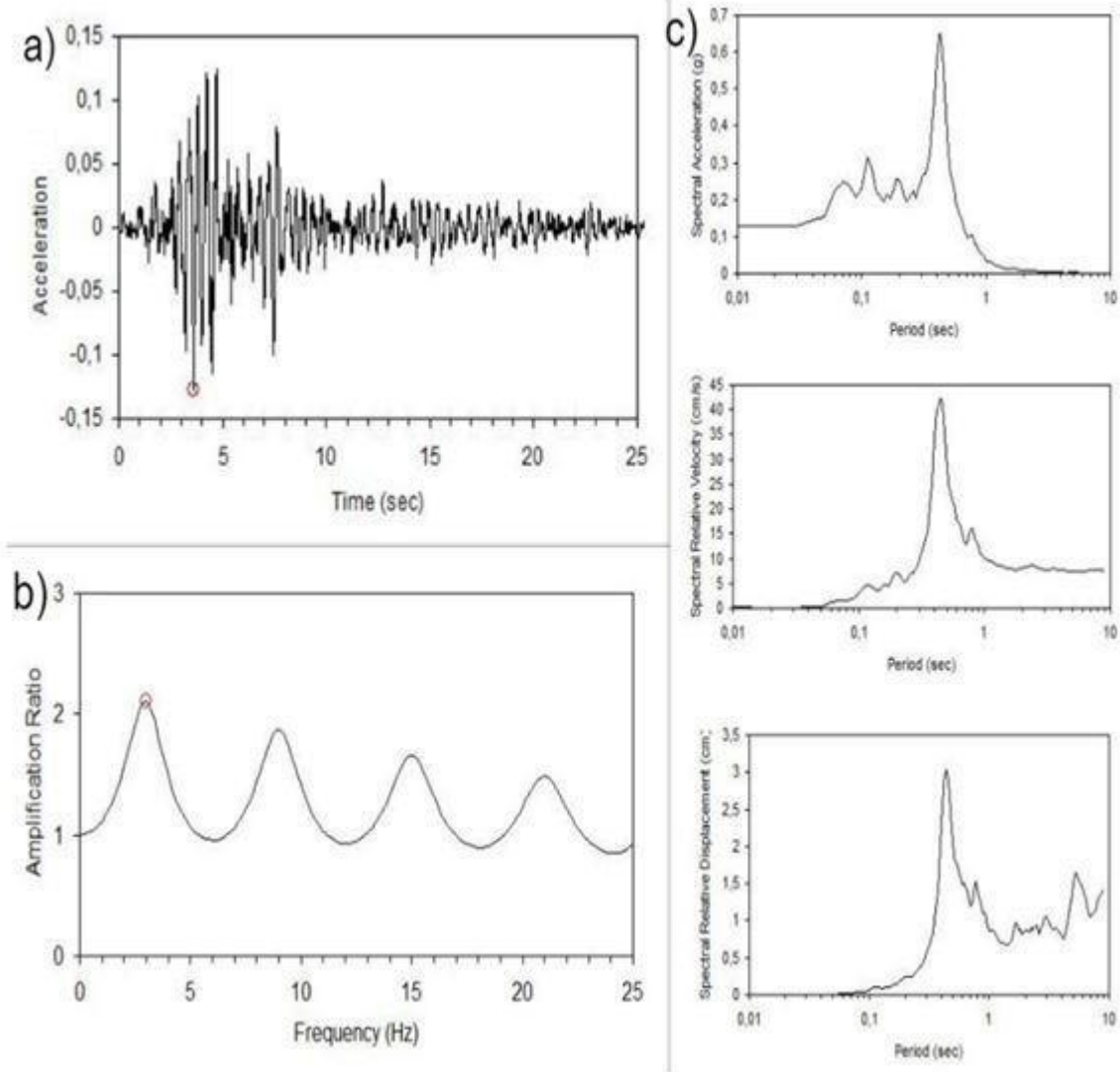
4.1.4 Darıca istasyonu için zemin etkileşimi EERA çıktıları

Şekil 4.38’de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3Hz frekansta 2.7 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.7s de 0.9g , spektral hız 0.7s de 55cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.4s de 4.2cm olduğu görülmektedir.



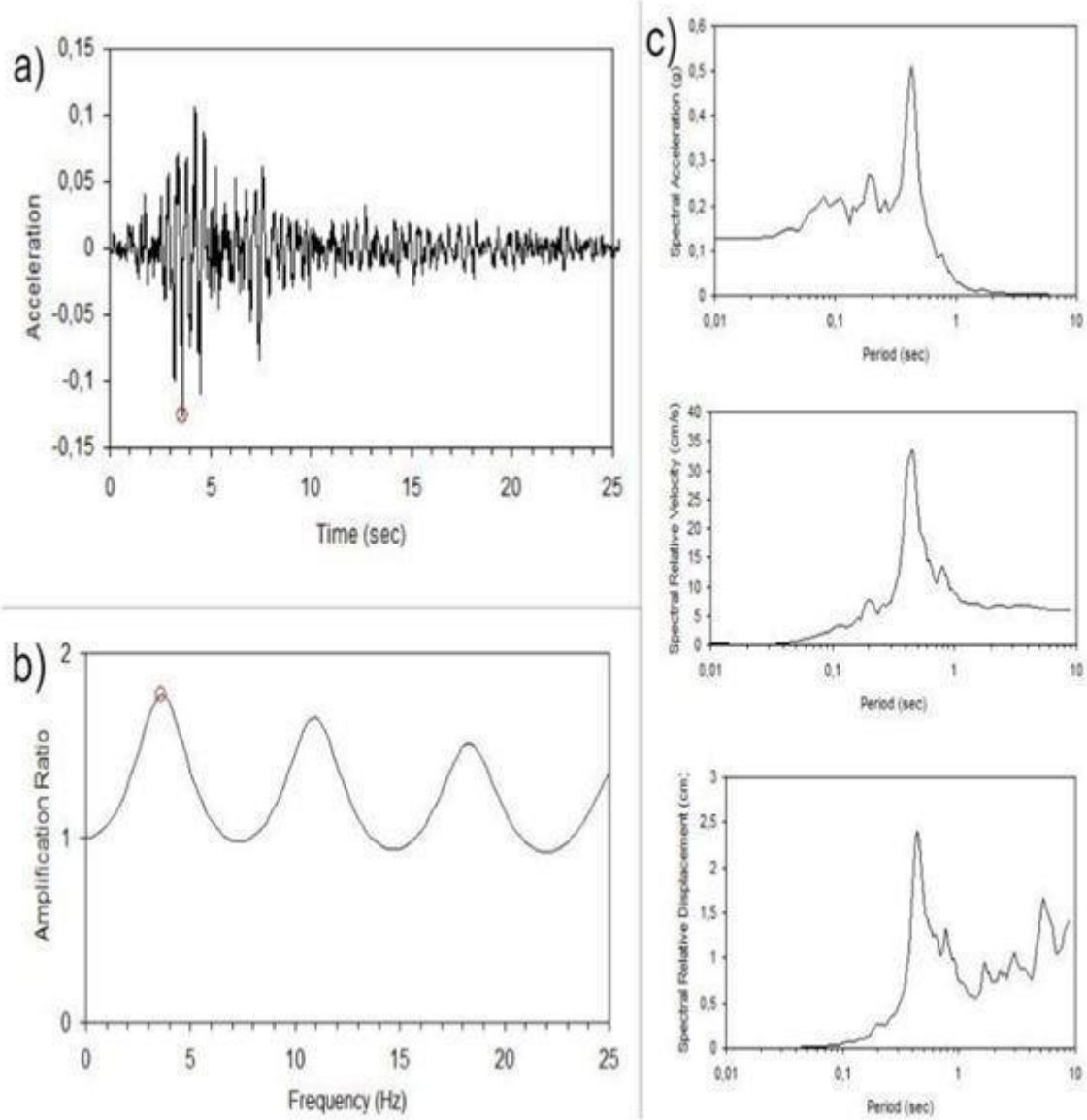
Şekil 4.38 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.39'da a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 3hz frekansta 2.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.65g, spektral hız 0.6s de 40cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.5s de 3cm olduğu görülmektedir.



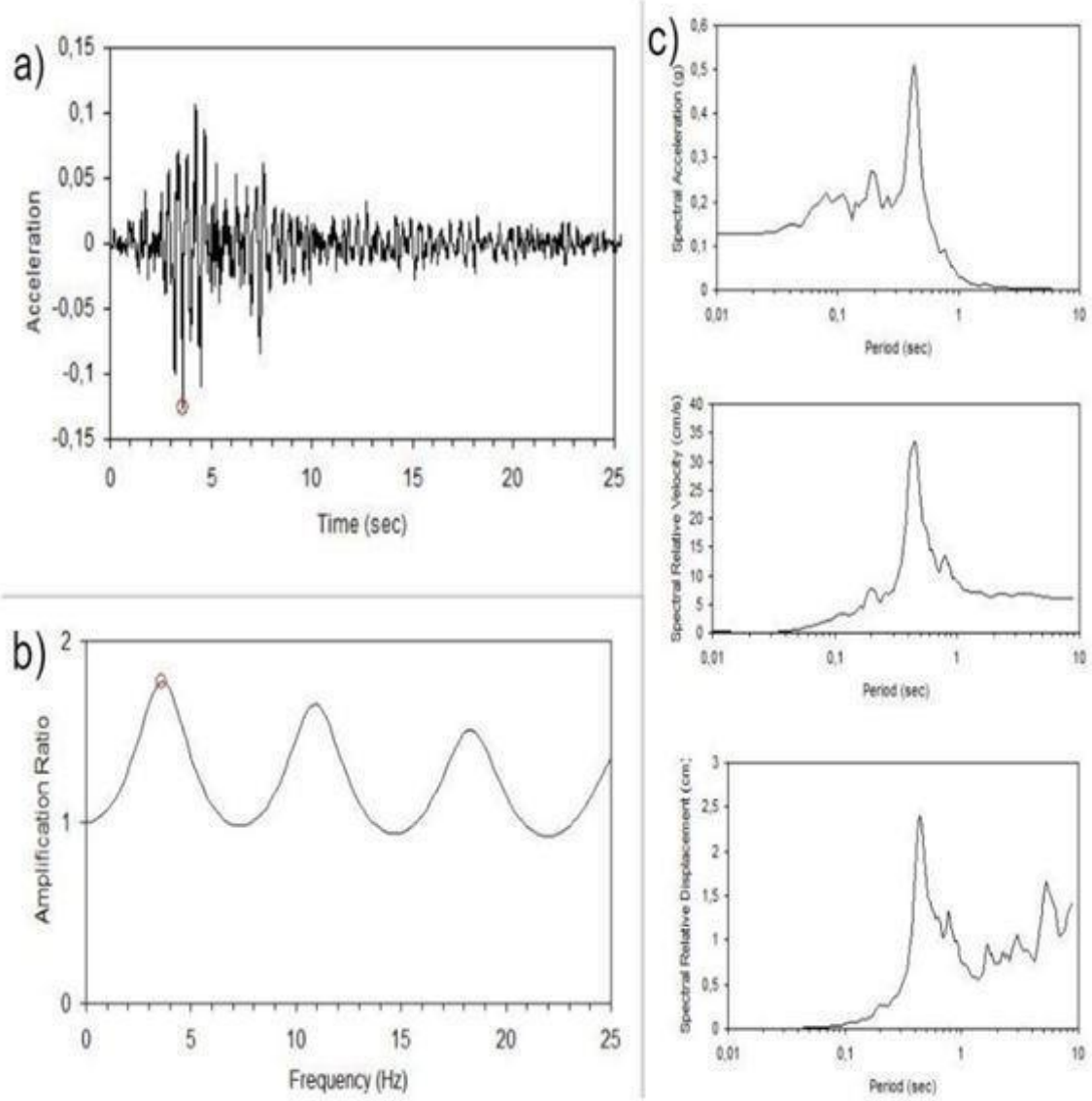
Şekil 4.39 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.40'da a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 4Hz frekansta 1.8 birim büyütme olduğu
görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.5g, spektral
hızın 0.6s de 35cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.3s de 2.4cm olduğu
görülmektedir.



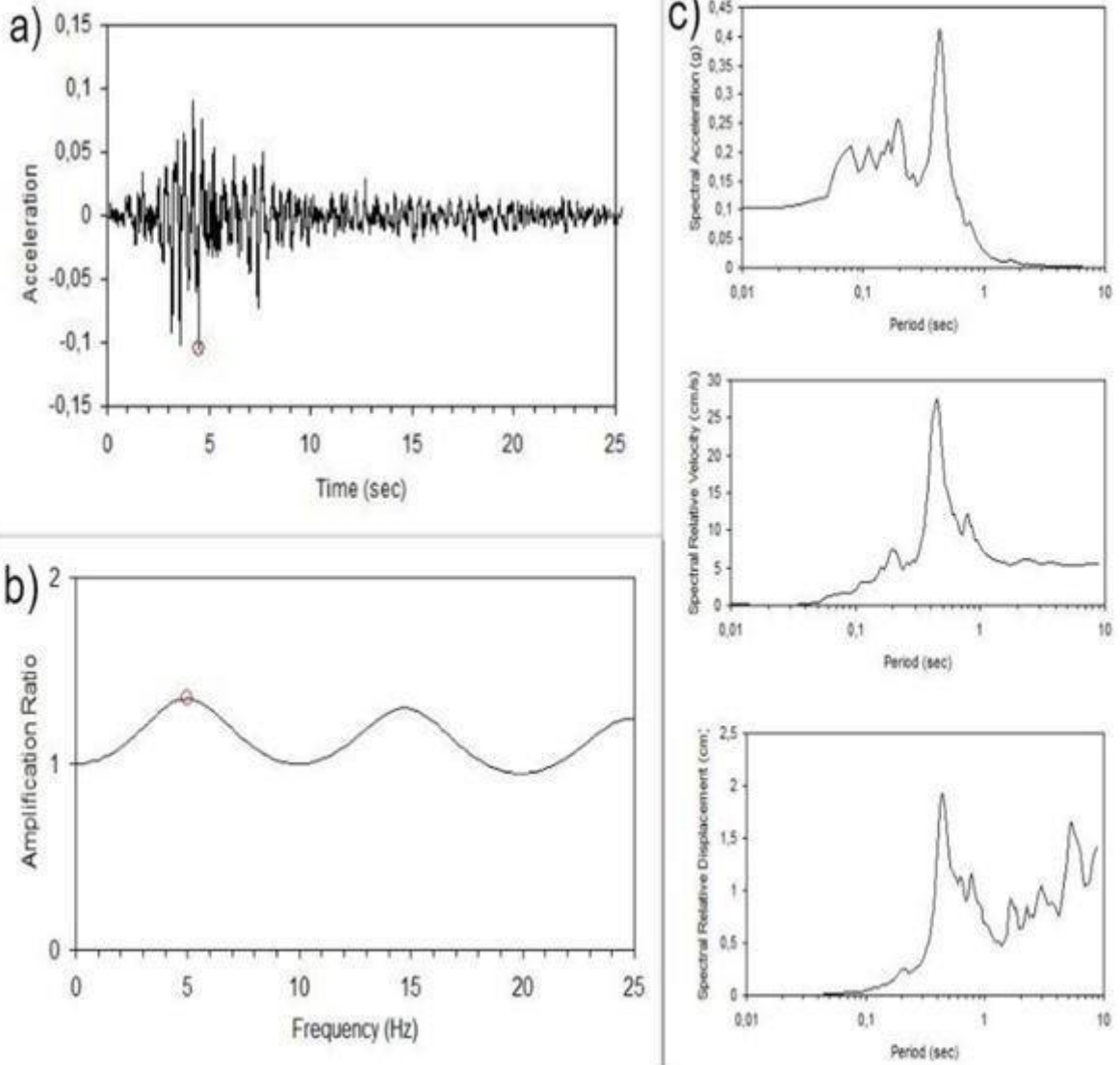
Şekil 4.40 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu
depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme
(deplasman) tepkisi.

Şekil 4.41'de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 550$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.4 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.45g, spektral hızın 0.5s de 30cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.3s de 2cm olduğu görülmektedir.



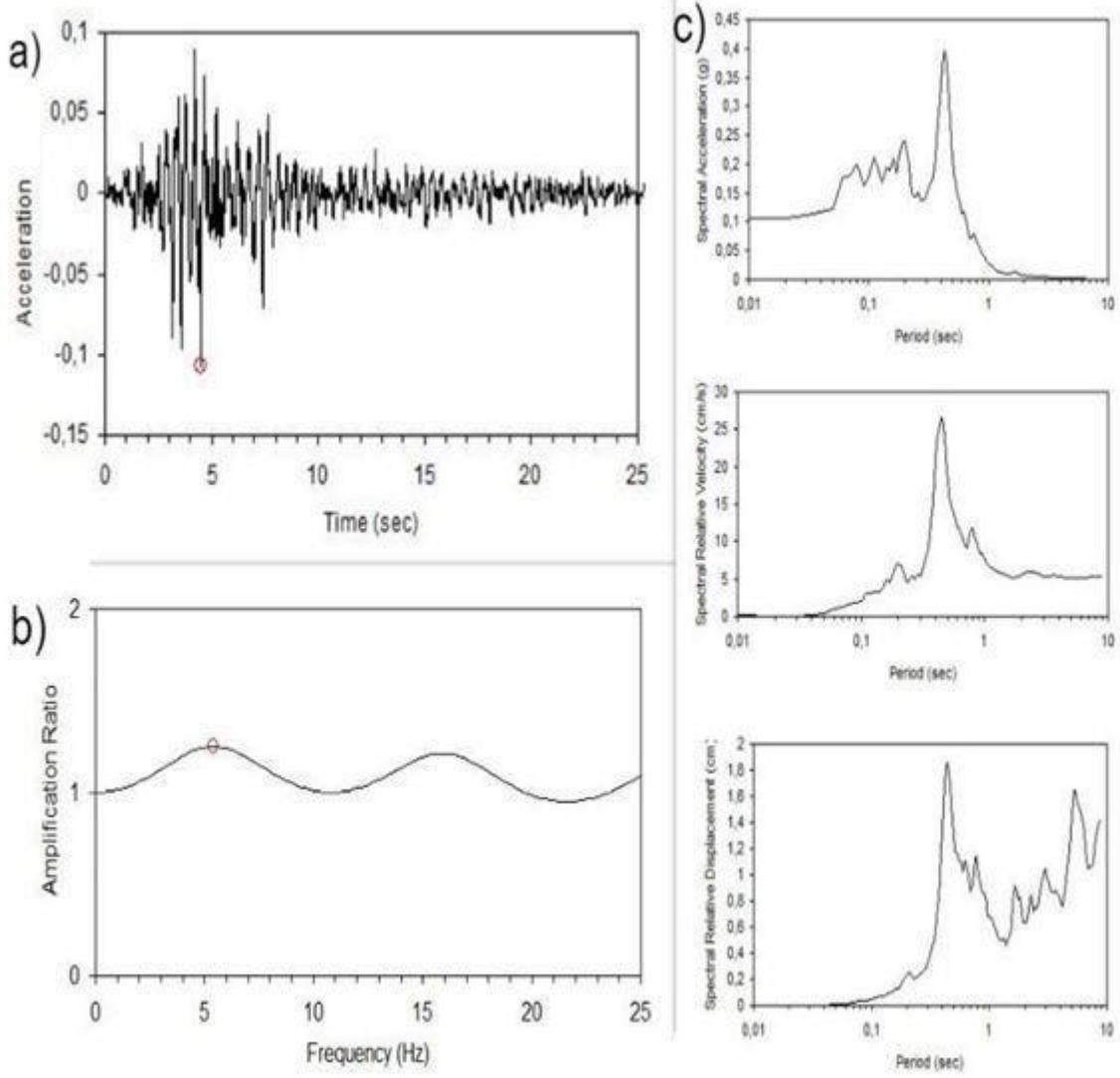
Şekil 4.41 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 550$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.42’de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.4 büyütme olduğu görülmektedir. c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.7s de 0.4g, spektral hızın 0.7s de 27cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) 0.5s de 2cm ve 8s de 1.6cm olduğu görülmektedir.



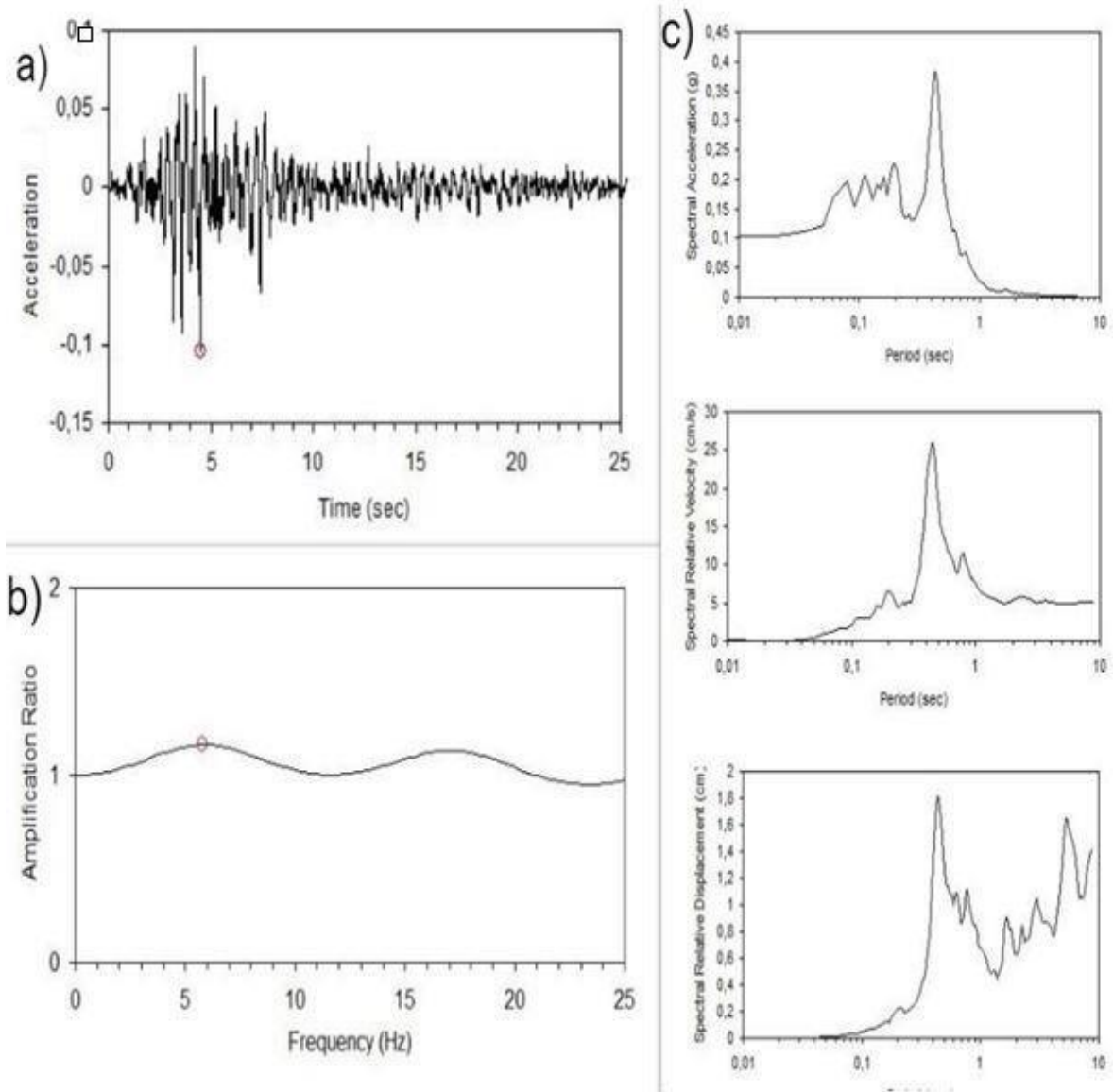
Şekil 4.42 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.43’de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.3 büyütme olduğu
görülmektedir.c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.4g , spektral
hızın 0.6s de 25cm/s ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman). 0.5s de 1.8cm ve 8s de 1.6cm
olduğu görülmektedir.



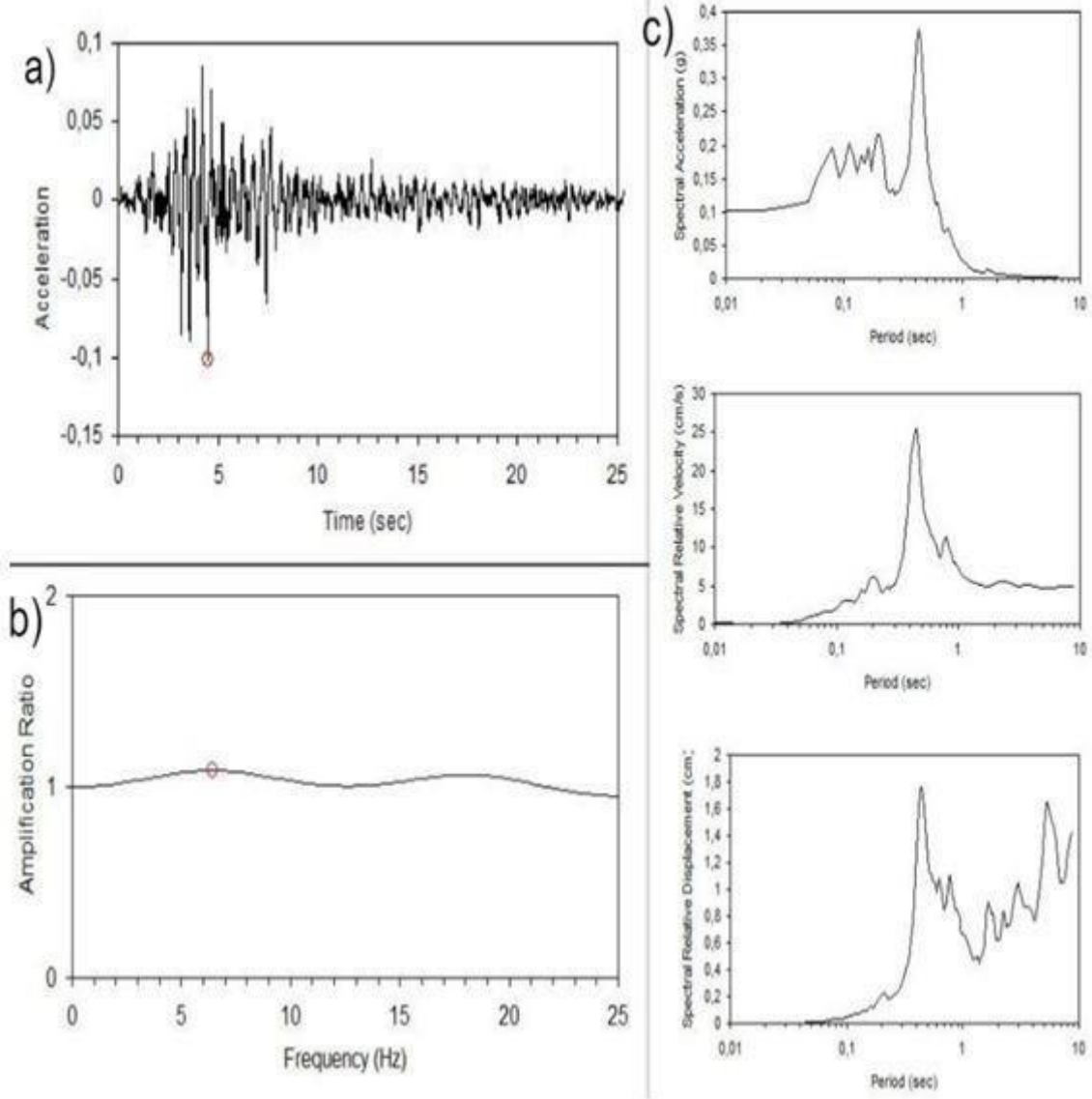
Şekil 4.43 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 650 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu
depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin
(deplasman) tepkisi.

Şekil 4.44’de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 700 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.3 birim büyütme olduğu
görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.4g, spektral
hızın 0.6s de 26cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.5s de 1.8cm ve 8s de 1.6cm
olduğu görülmektedir.



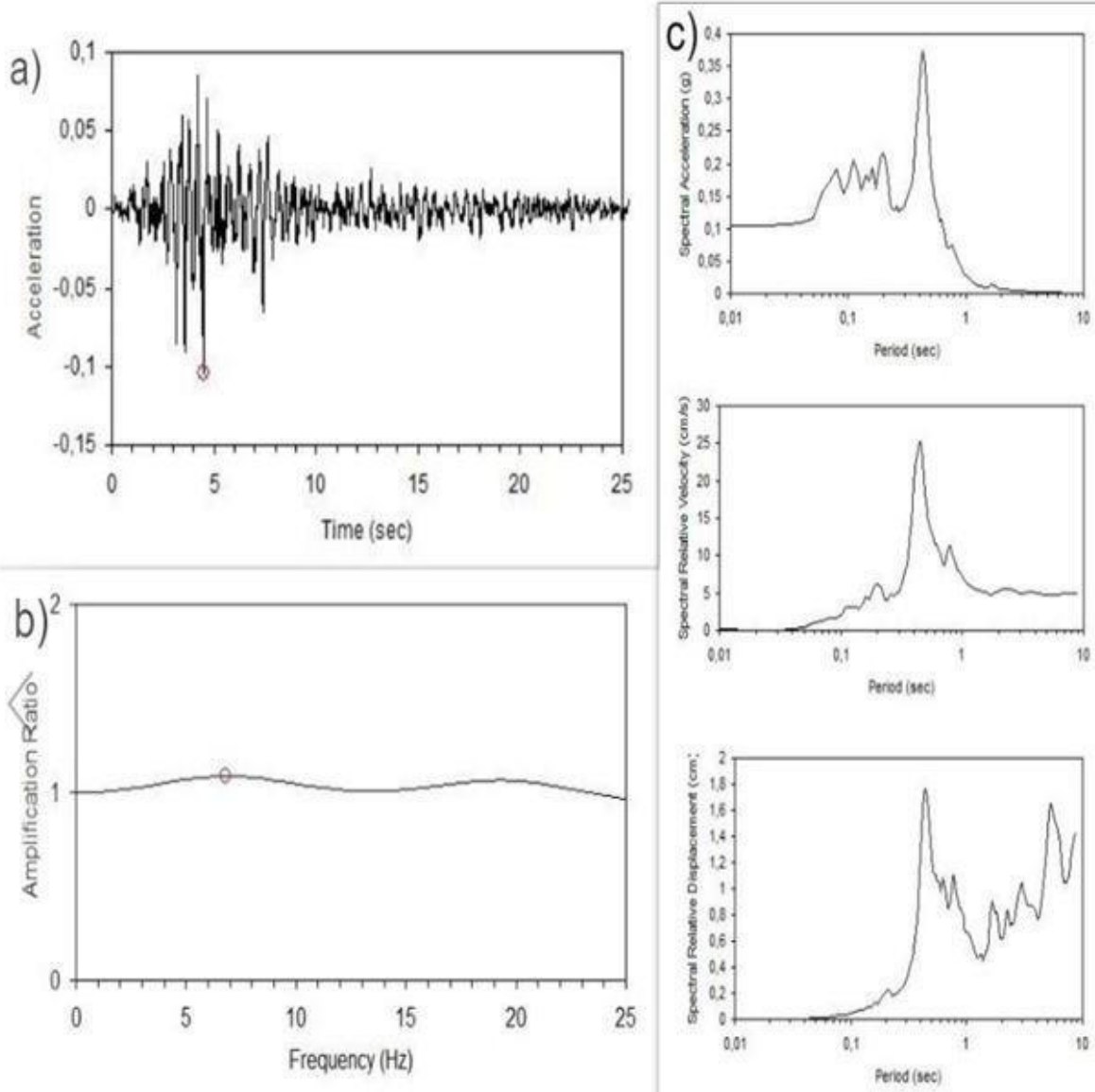
Şekil 4.44 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) vs30 = 700 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.45’de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.25 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.38g, spektral hızın 0.6s de 26cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman). 0.5s de 1.8cm ve 8s de 1.6cm olduğu görülmektedir.



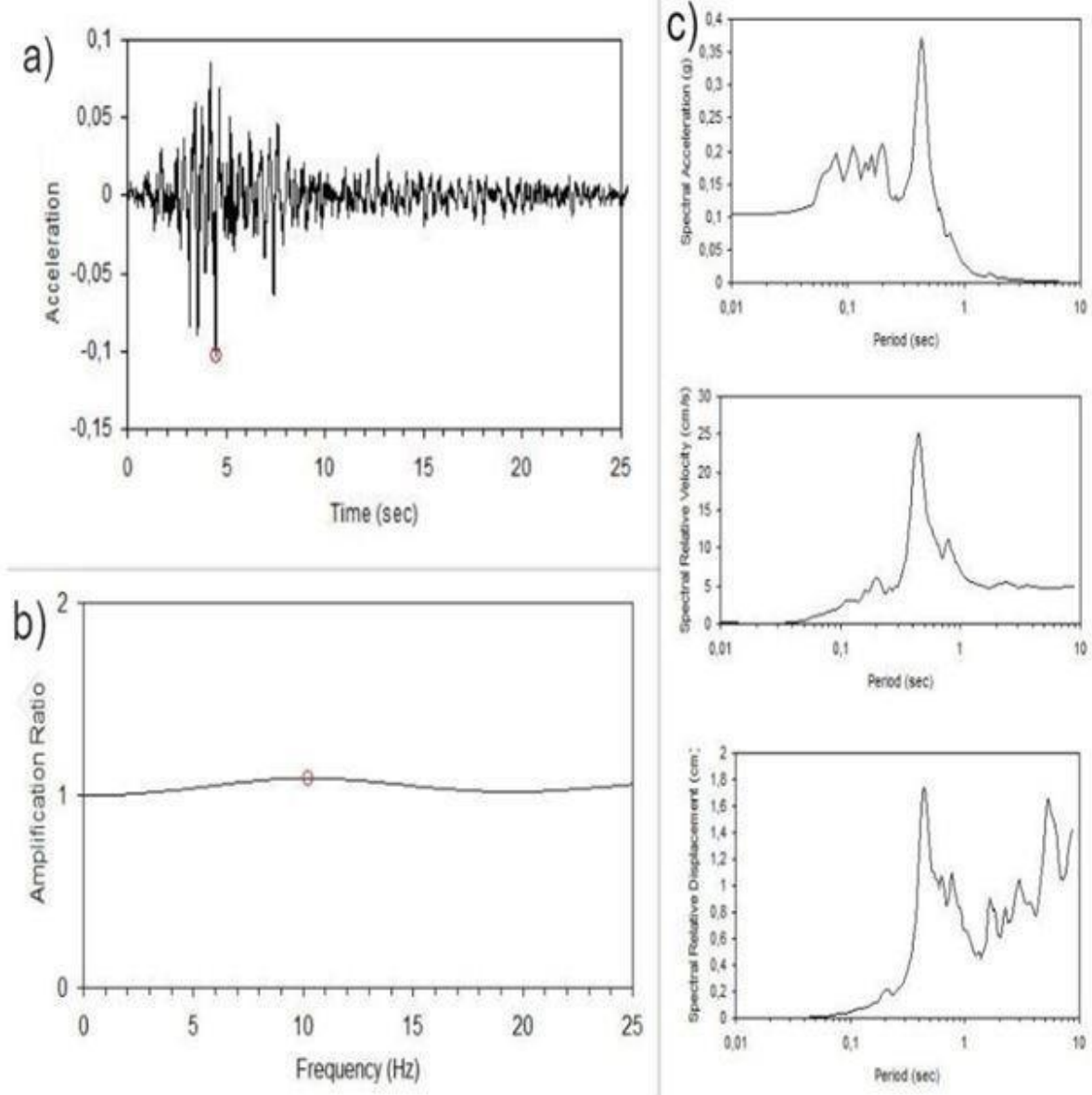
Şekil 4.45 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.46'da a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 7hz frekansta 1.25 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.38g, spektral hızın 0.6s de 25 cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.5s de 1.7cm ve 8s de 1.5cm olduğu görülmektedir.



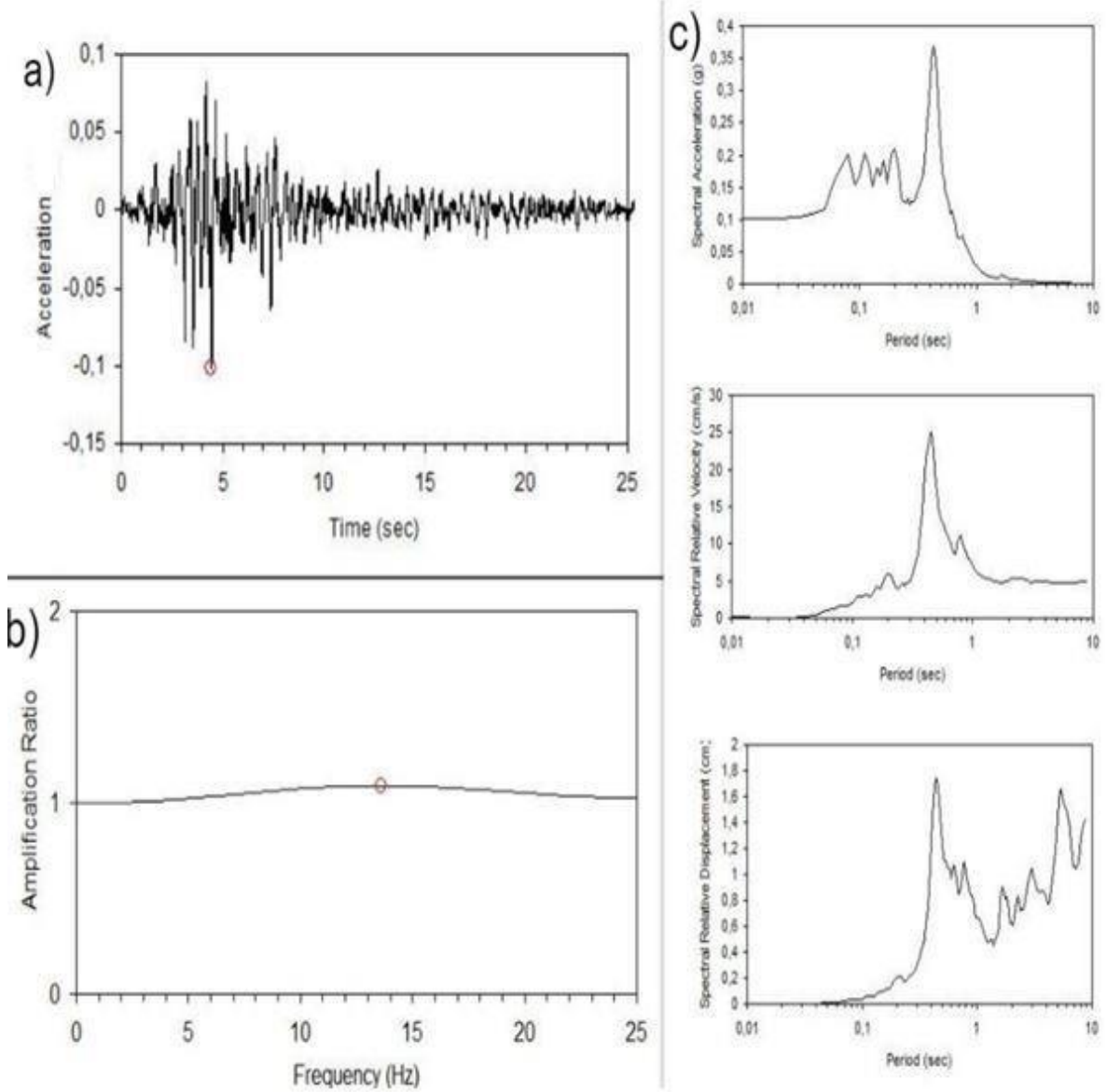
Şekil 4.46a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.47’de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 1150$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği 10hz frekansta 1.15 birim büyütme olduğu görülmektedir c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s de 0.37g, spektral hızın 0.6s de 25 cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.5s de 1.7cm ve 8s de 1.6cm olduğu görülmektedir.



Şekil 4.47 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı
b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.48'de a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı 14hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir b) vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.6s 0.35g, spektral hız 0.7s de 25cm/s ve spektral yerdeğiştirme (deplasman) 0.5s de 1.7cm ve 8s de 1.6cm olduğu görülmektedir.



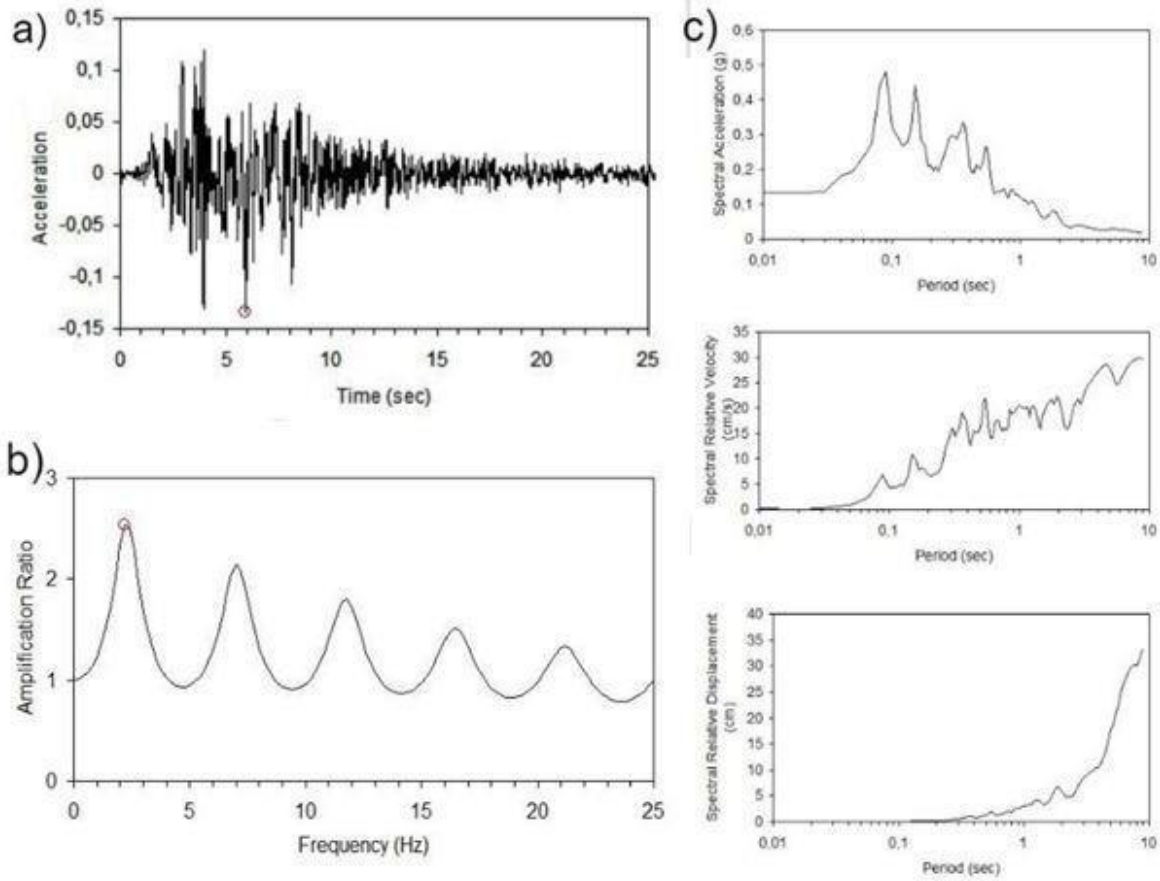
Şekil 4.48 a) Marmara deprem verisinin (Darıca istasyonu) ivme kaydı **b)** vs30 = 1500 m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

4.1.5 EERA Programı ile 1999 Kocaeli Depremi verilerinin etkileşimi

Kocaeli depremi ; 8 Ağustos 1999 tarihinde Kocaeli merkezde 7.2km derinliğinde 7.4Mw olarak kayıtlara geçmiştir.

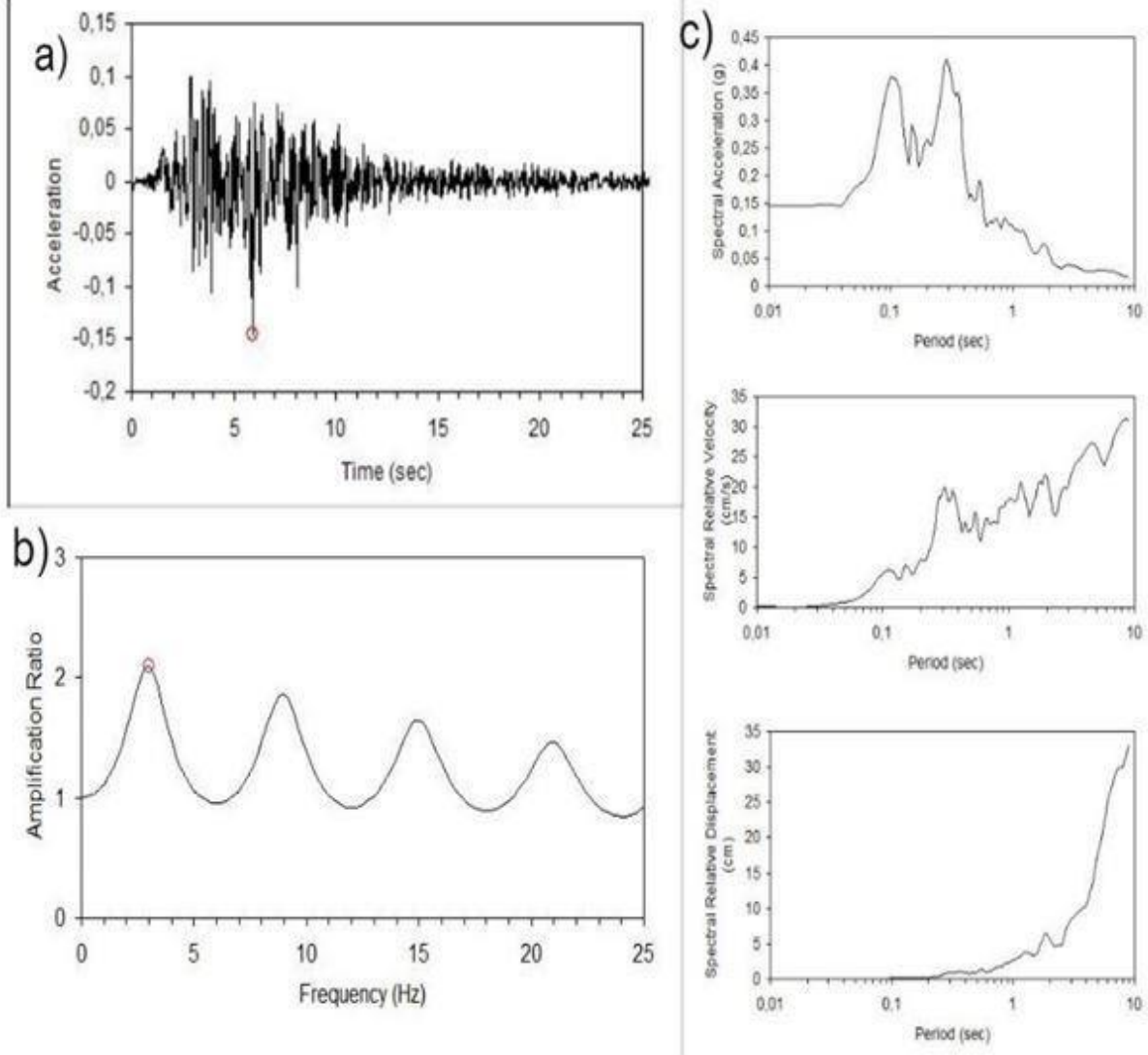
Bu tezde Kocaeli depreminin Sakarya istasyonundan alınan kayıtları kullanılmıştır.İstasyonda Guralp cmg5td sismometre kullanılmıştır.

Şekil 4.49'da a)Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=300$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 2hz frekansta 2.5 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.09s de 0.45g, spektral hız 1-10s arası 20cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hız ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 35cm olduğu görülmektedir.



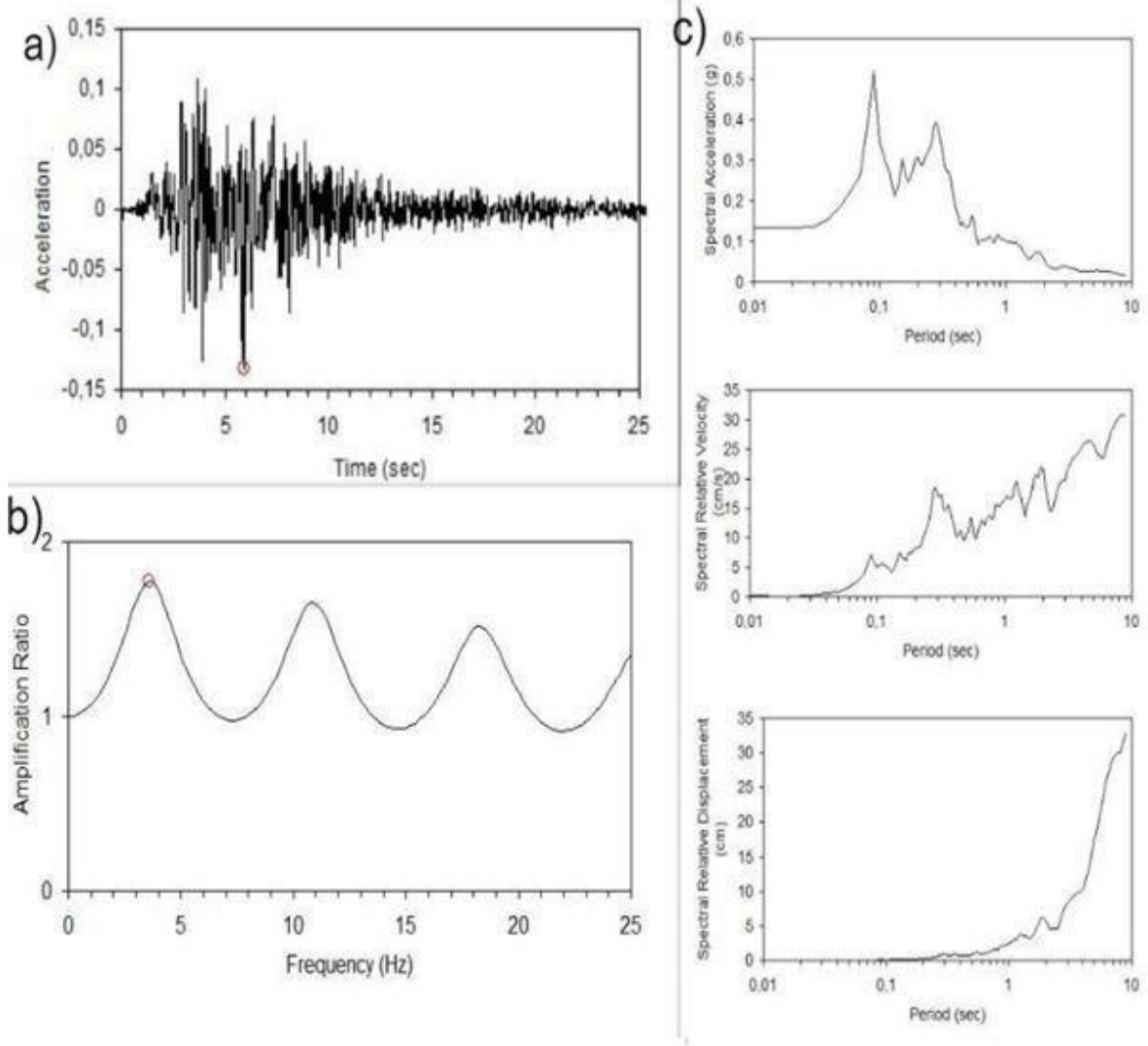
Şekil 4.49 a) Marmara deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 300$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.50'de a) Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=375$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 3Hz frekansta 2.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s ve 0.4s de 0.4g ve 0.45g, spektral hız 1-10s arası 20cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hız ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 30cm olduğu görülmektedir.



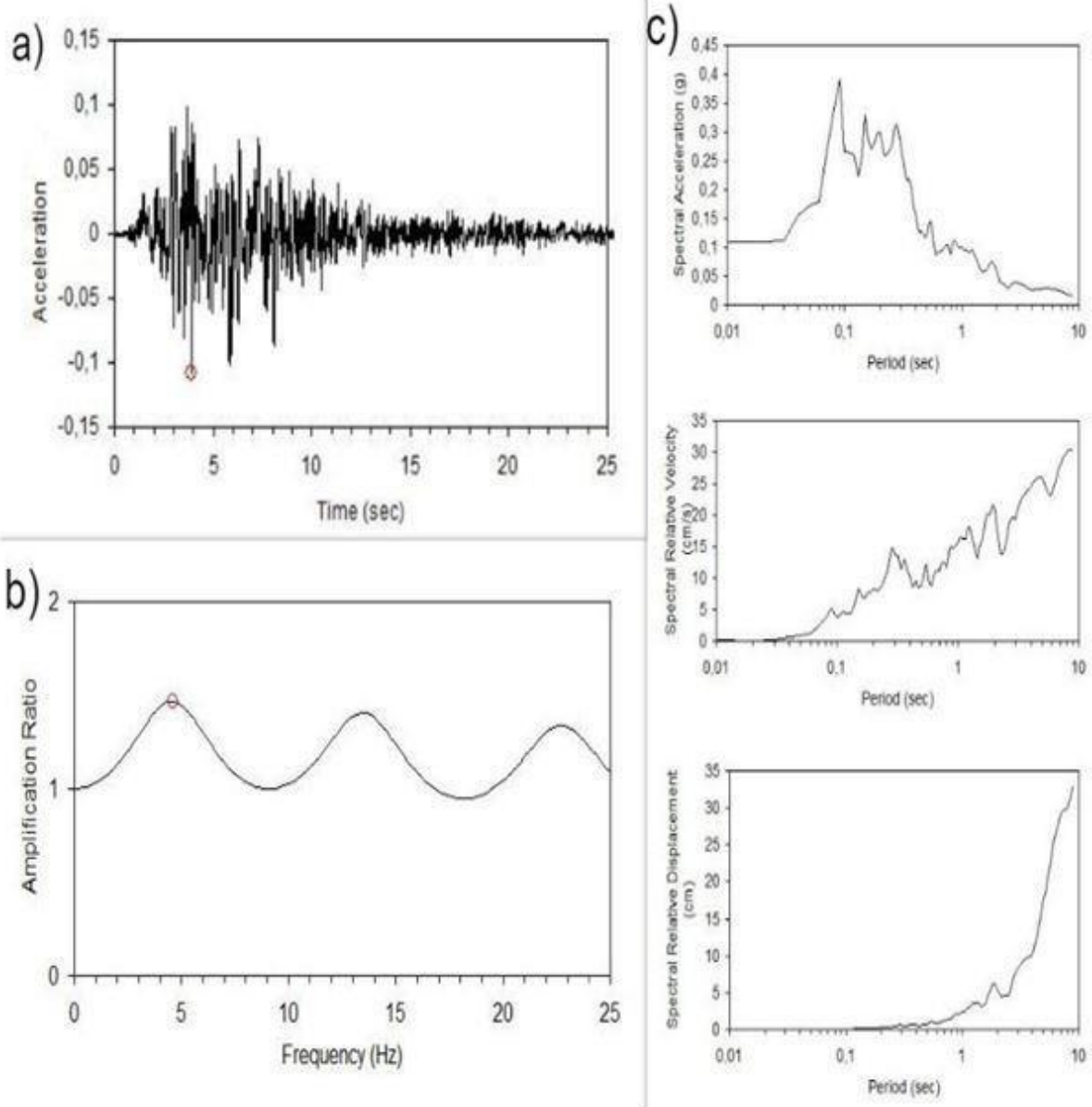
Şekil 4.50 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 375$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.51’de a)Kocaeli depremi’nin ivme kaydı b) $V_s=450$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 4hz frekansta 1.8 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.5g, spektral hız 1-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hız ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 30cm olduğu görülmektedir.



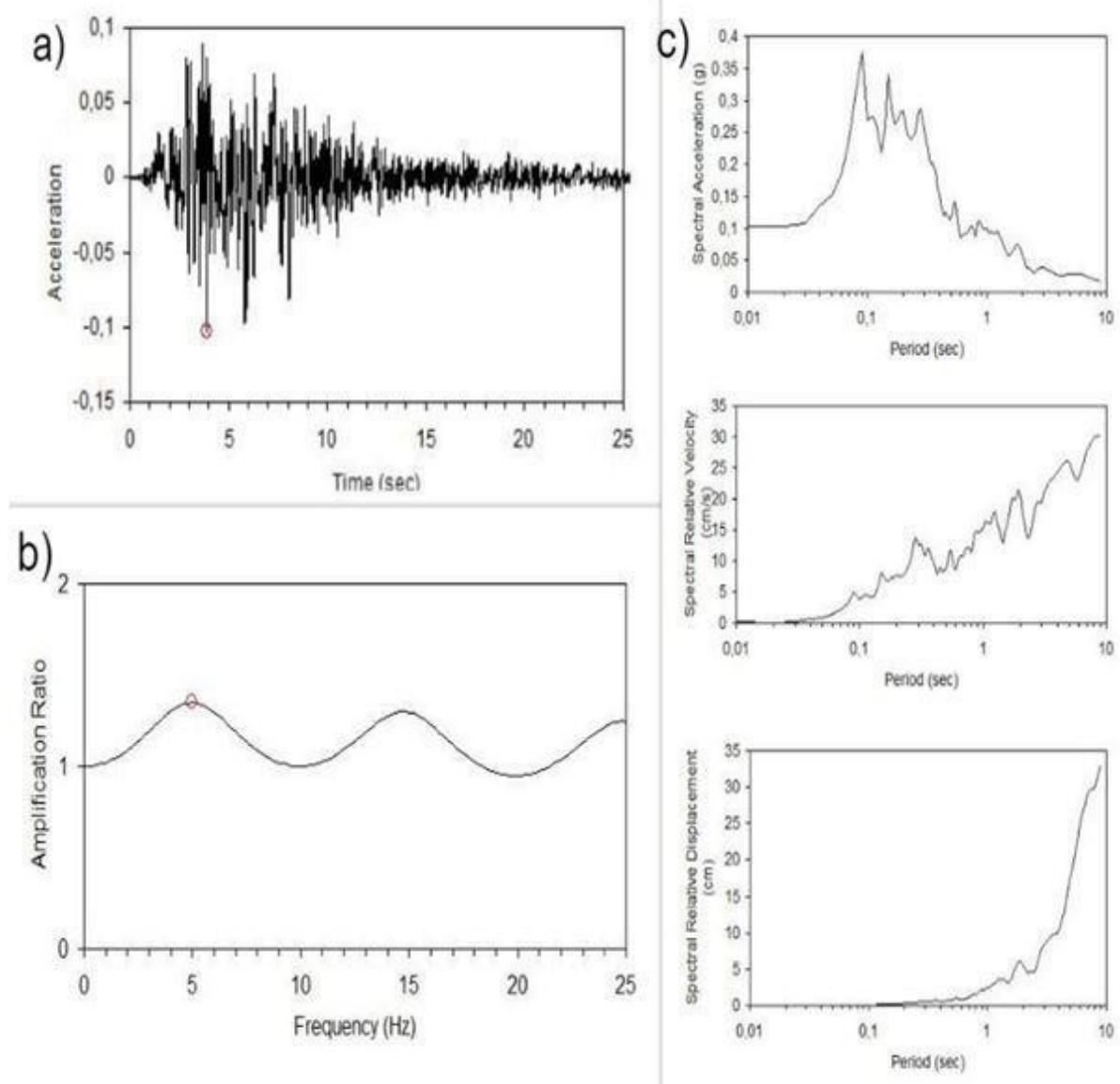
Şekil 4.51 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 450$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.52’de a)Kocaeli depremi’nin ivme kaydı b) $V_s=550\text{m/s}$ hızındaki zemin büyütme grafiği c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.4g olduğu, spektral hızın 1-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hıza sahip olduğunu ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) 10s de 32cm olduğu görülmektedir.



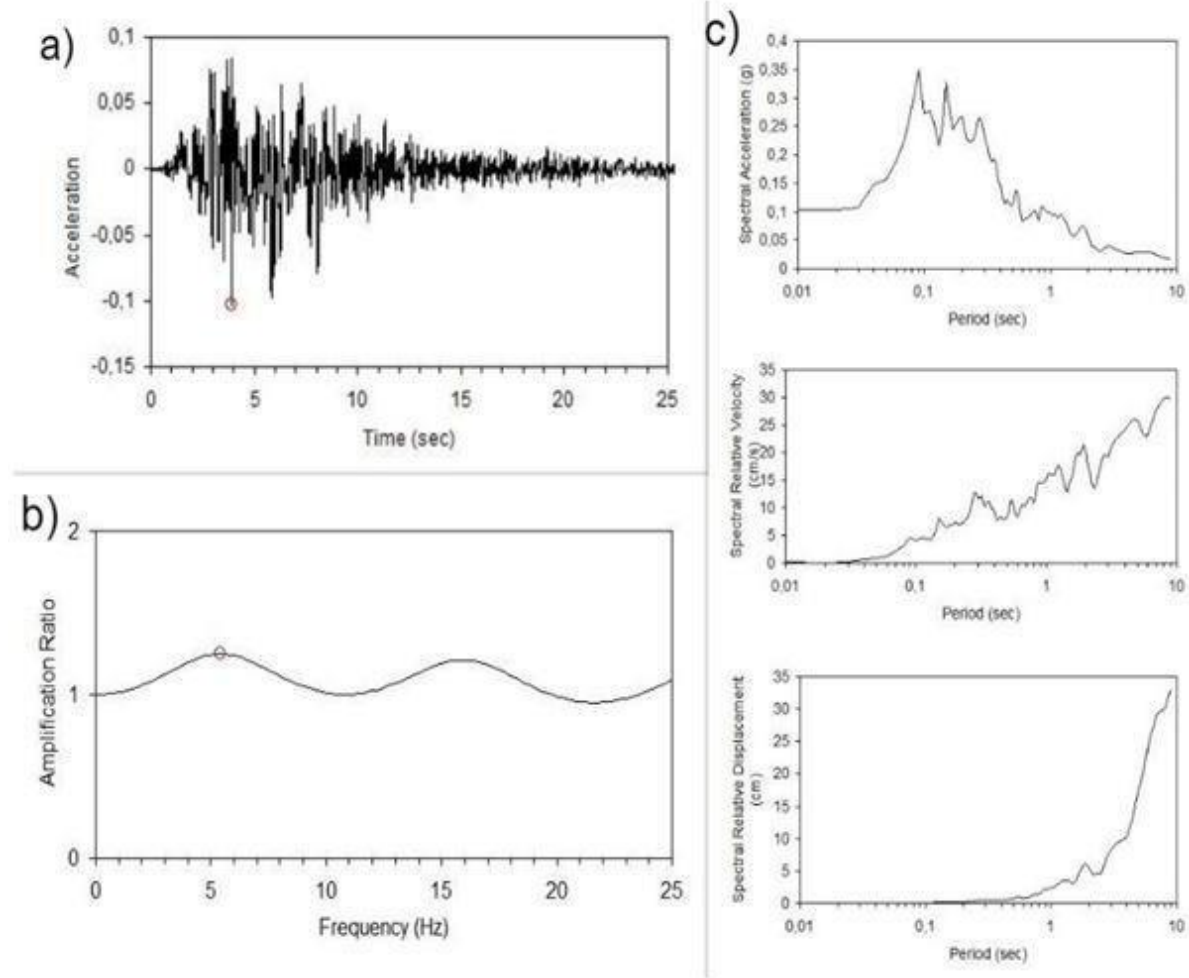
Şekil 4.52 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 550 \text{ m/s}$ hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.53'de a) Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=600$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.5 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.4g olduğu , spektral hızın 1s-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hıza sahip olduğunu ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) 10s de 33cm olduğu görülmektedir.



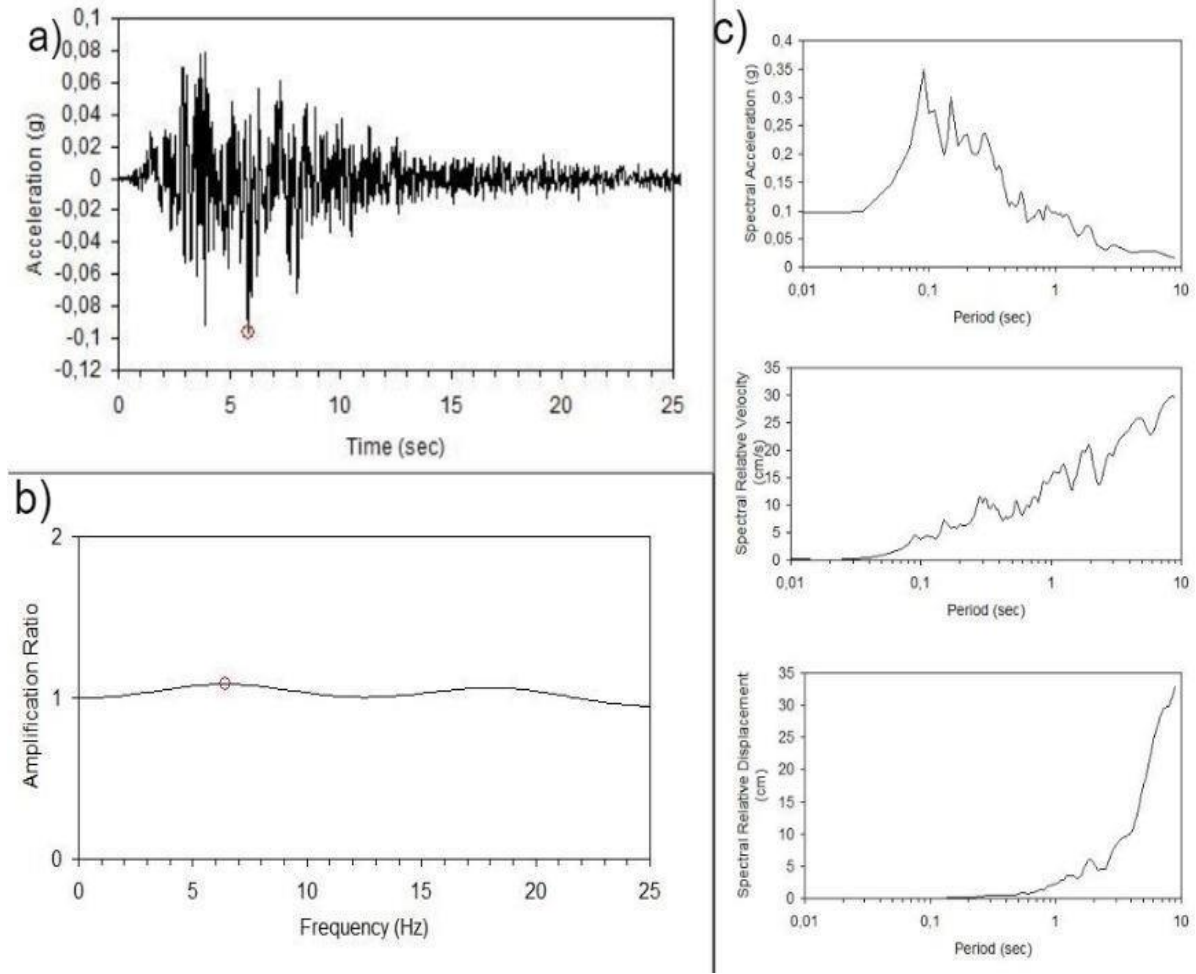
Şekil 4.53 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 600$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.54'de a) Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=650$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 5hz frekansta 1.3 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.35g, spektral hızın 1-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hıza sahip olduğunu ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) 10s e 35cm olduğu görülmektedir.



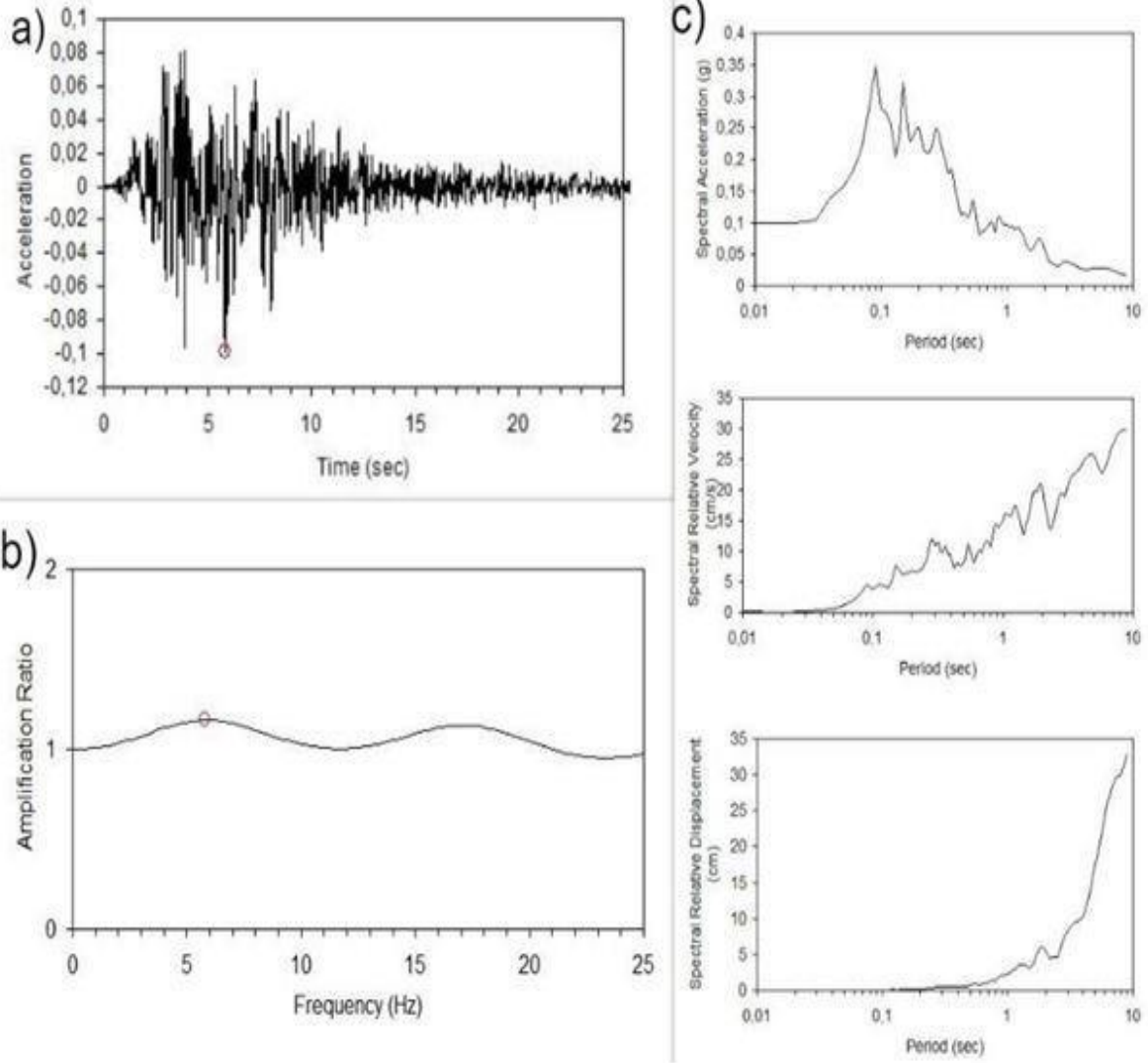
Şekil 4.54 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 650$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğitirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.55’de a)Kocaeli depremi’nin ivme kaydı b) $V_s=700$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.09s da 0.35g olduğu, spektral hızın 1-10s arası 20cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hıza sahip olduğunu ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) 10s de 35cm olduğu görülmektedir.



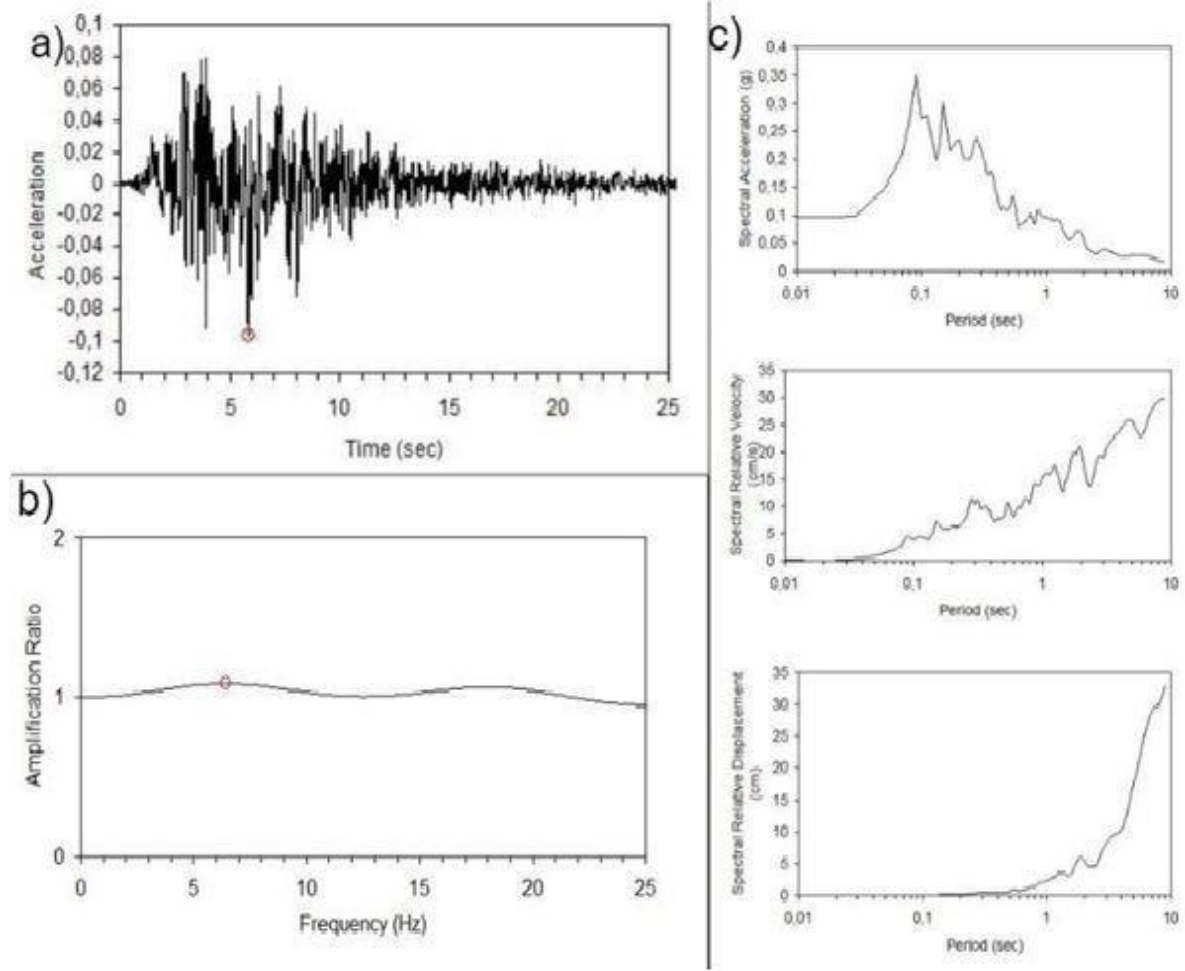
Şekil 4.55 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğitirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.56'da a) Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=700$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.9s de 0.35g den düşük bir ivmeye sahip olduğu, spektral hız 1-10s arası 20cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hıza sahip olduğunu ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 35cm olduğu görülmektedir.



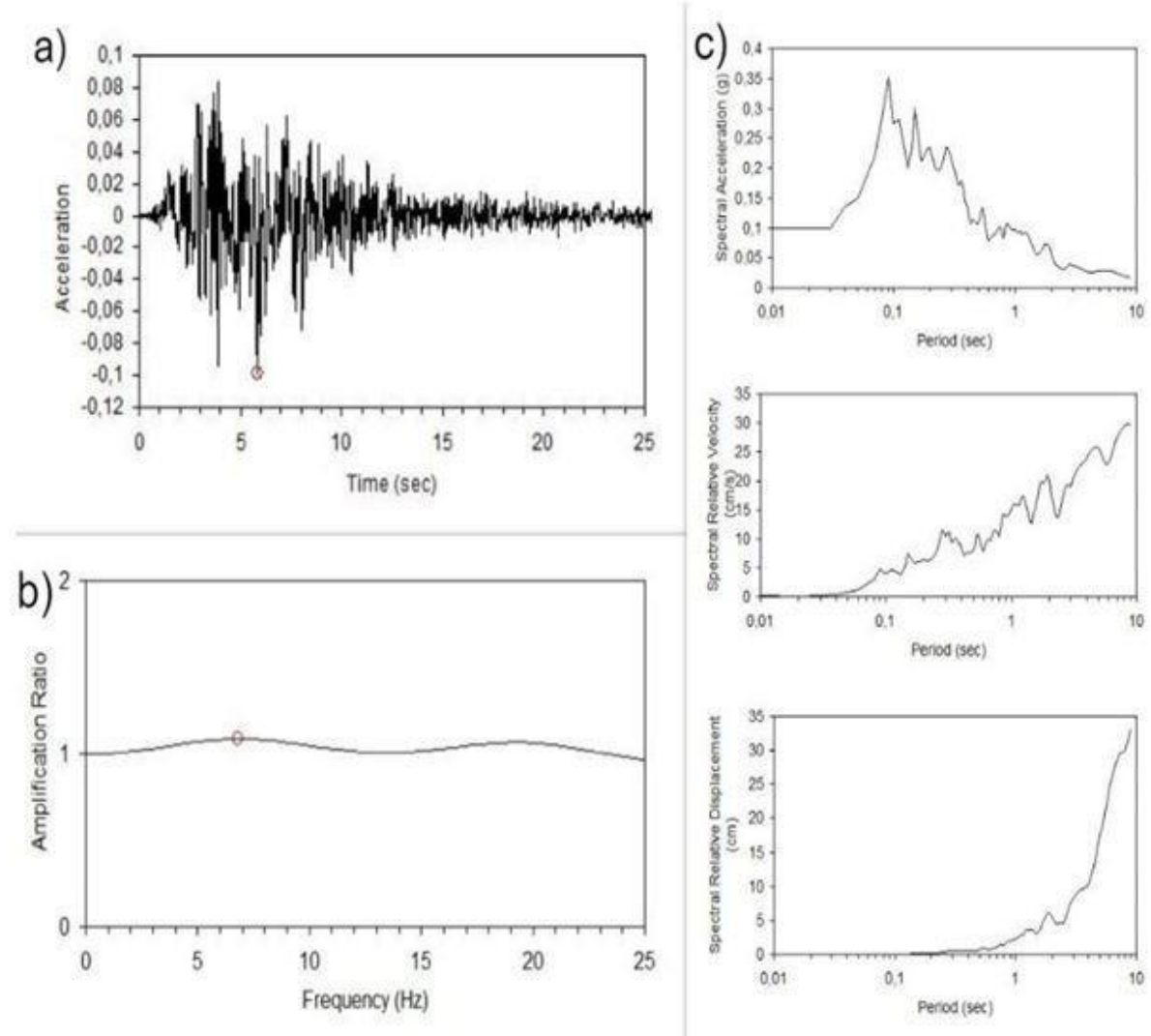
Şekil 4.56 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 700$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.57’de a)Kocaeli depremi’nin ivme kaydı b) $V_s=750$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 6hz frekansta 1.2 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.35g olduğu , spektral hızın 1-10s arası 20cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hıza sahip olduğunu ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) 10s de 33cm olduğu görülmektedir..



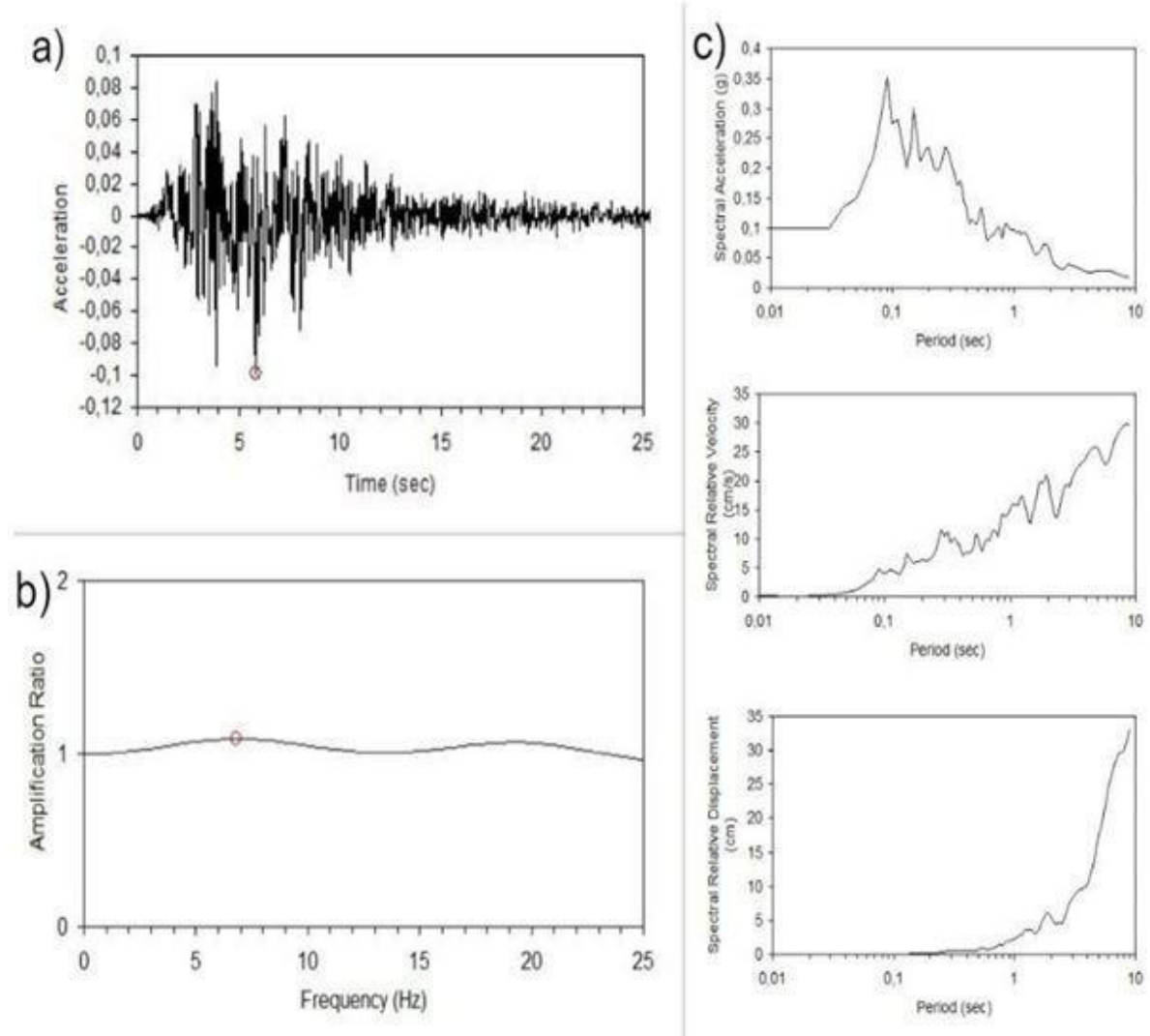
Şekil 4.57 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 750$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yer değiştirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.58 a) Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=800$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 7hz frekansta 1.3 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.35g , spektral hız 1-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hız ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 35cm olduğu görülmektedir.



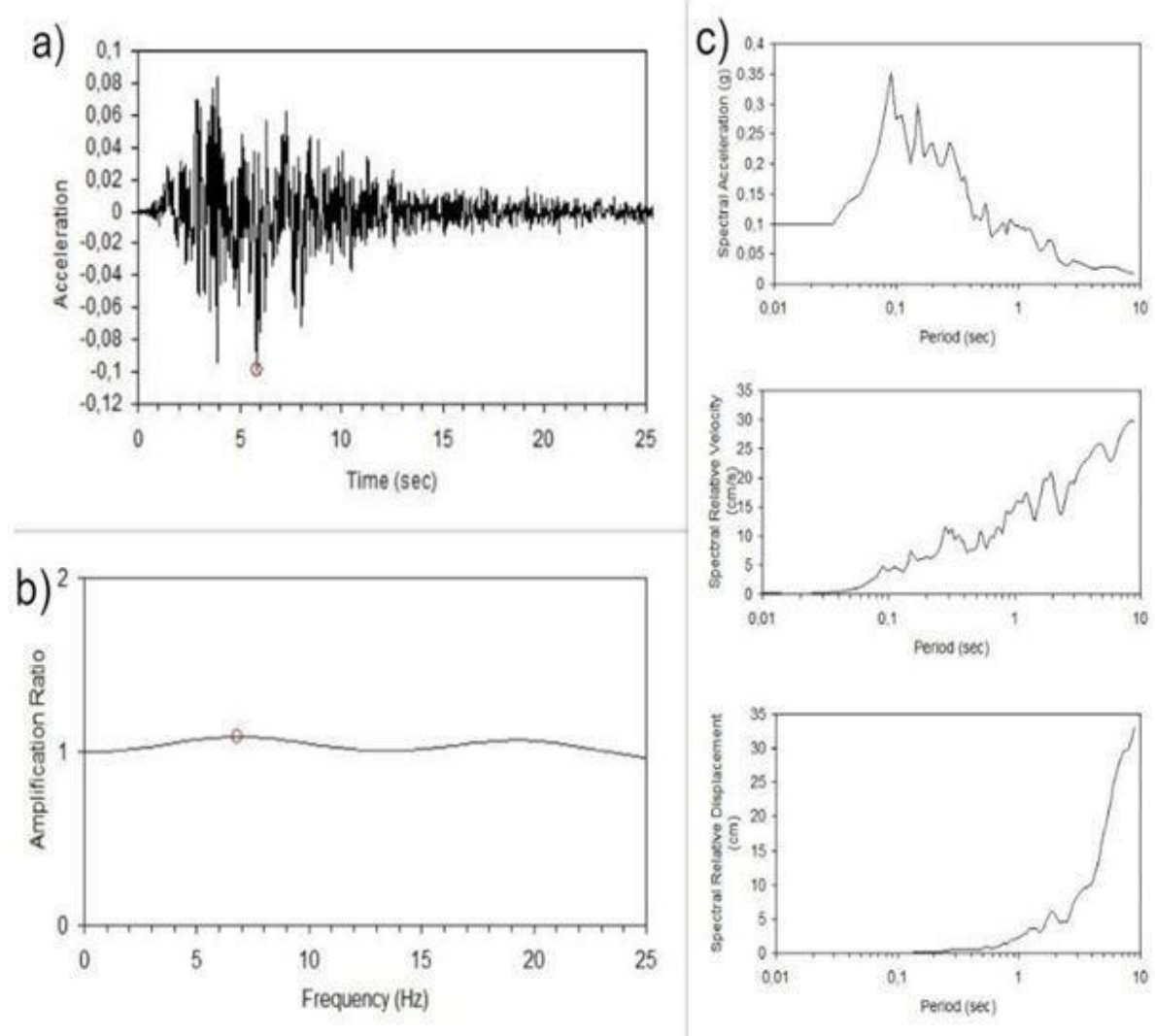
Şekil 4.58 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı b) $v_{s30} = 800$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.59 a) Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=1150$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin , spektral hız 1-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hız ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 34cm olduğu görülmektedir.



Şekil 4.59 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı **b)** $v_{s30} = 1150$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği **c)** sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğirmenin (deplasman) tepkisi.

Şekil 4.60 a)Kocaeli depremi'nin ivme kaydı b) $V_s=1500$ m/s hızındaki zemin büyütme grafiği 10hz frekansta 1.1 birim büyütme olduğu görülmektedir c) zemin tepki spektrumu sırası ile yukarıdan aşağıya doğru spektral ivmenin 0.1s de 0.37g, spektral hız 1-10s arası 15cm/s ile başlayıp 30cm/s ye kadar artan bir hız ve spektral yer değiştirme (deplasman) 10s de 34cm olduğu görülmektedir.

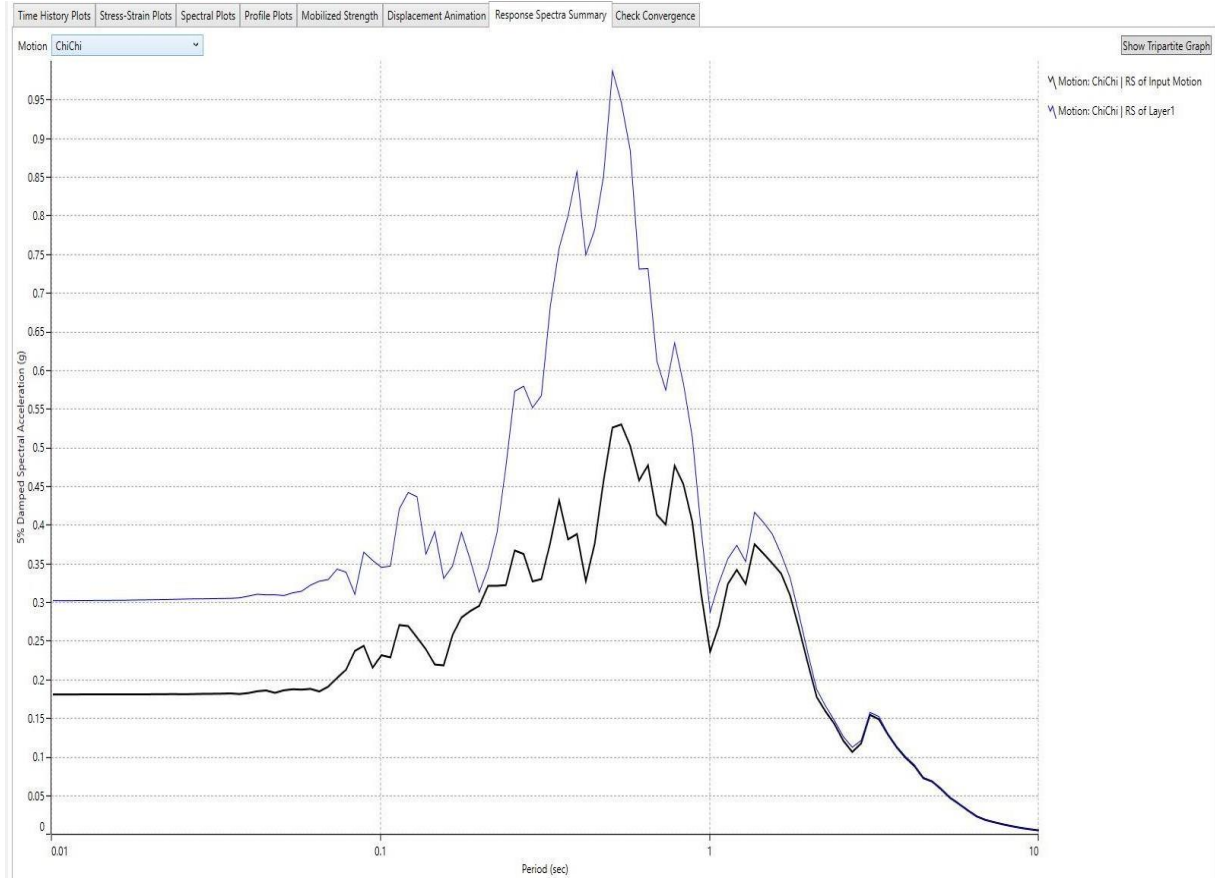


Şekil 4.60 a) Kocaeli deprem verisinin (Sakarya istasyonu) ivme kaydı b) $v_s = 1500$ m/s hızındaki zeminin büyütme grafiği c) sırası ile yukarıdan aşağıya doğru bu depremin zemin ile etkileştiğinde oluşan spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirmenin (deplasman) tepkisi.

4.2 Deepsoil programı ile Burgazada vs30 zemin hızları – deprem etkileşimi

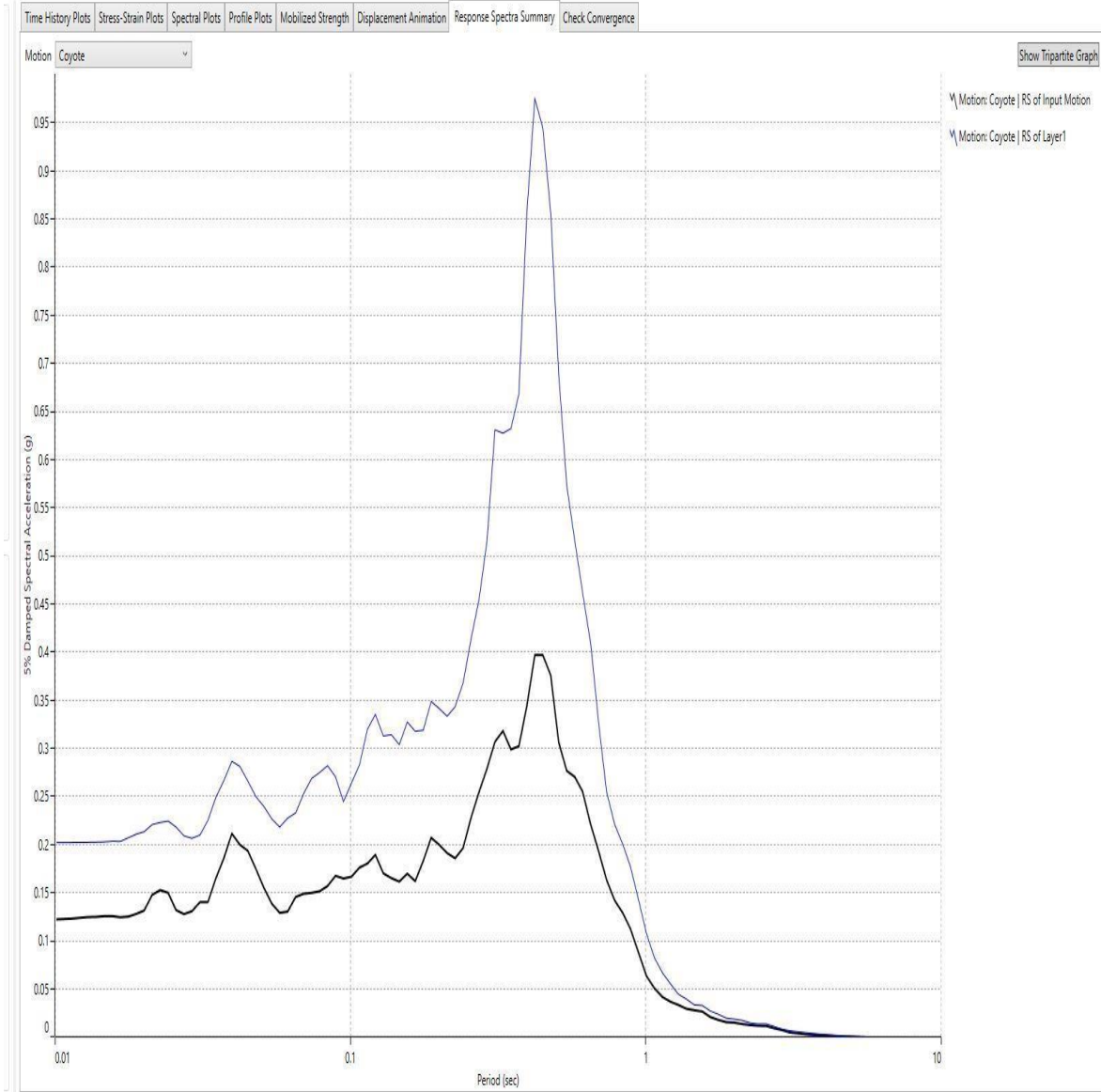
Deepsoil programının veri tabanında bulunan dünya ölçeğinde oluşmuş depremler kullanılarak Burgazada vs30 zemin hızlarının depremlerle etkileşimi incelenmiştir.

Vs30, 300 için Şekil 4.61’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6 s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bir deprem ülkemizde oluşması haline- 0.95g’ın üzerindedir.



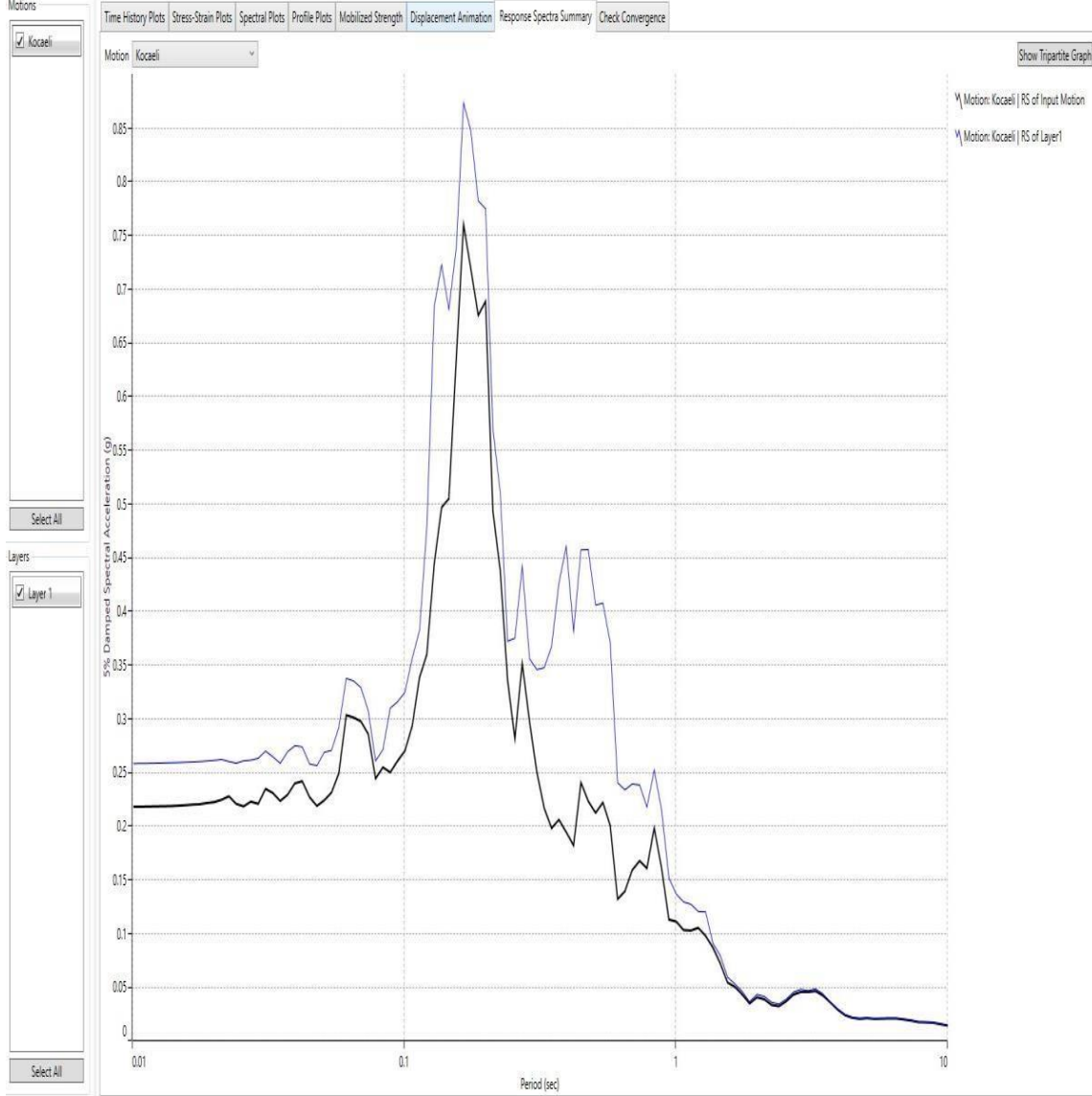
Şekil 4.61. Burgazada vs30=300 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme tepkisi Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 300 için Şekil 4.62’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.95g’nin üzerindedir.



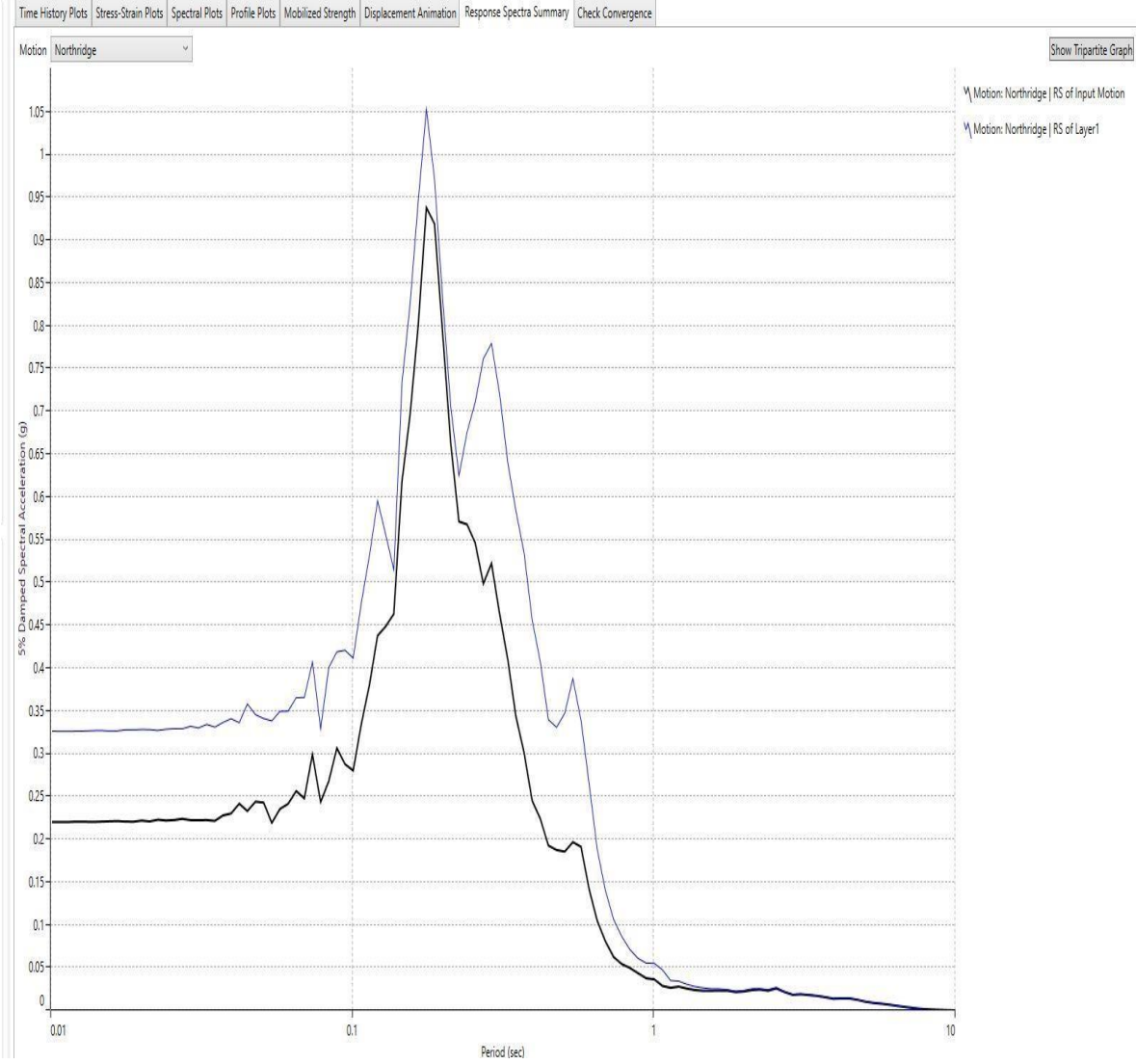
Şekil 4.62. Burgazada vs30=300 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 300 için Şekil 4.63’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 2 s de pik yaptığı ve bu değeri ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.85g’nin üzerindedir.



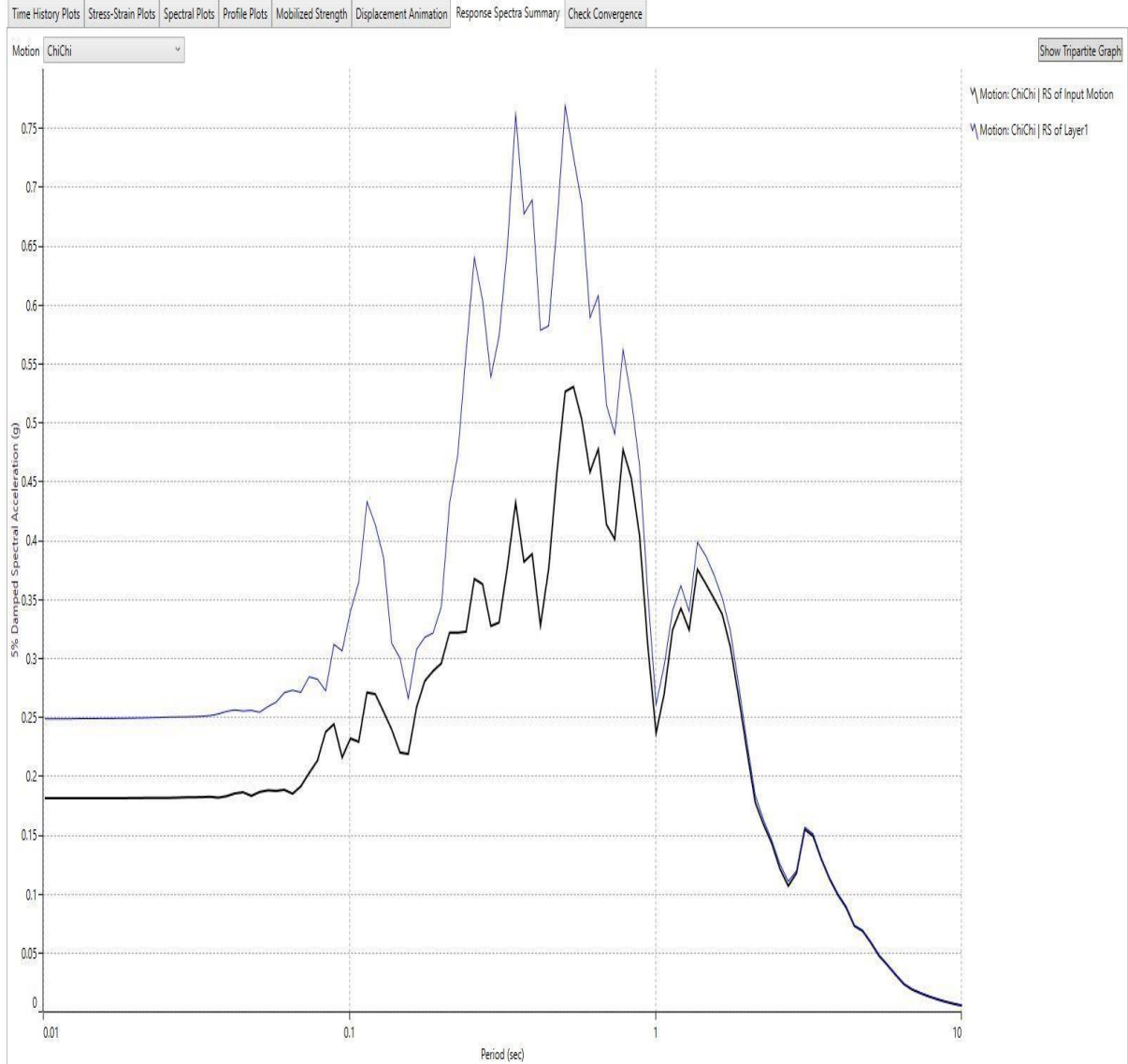
Şekil 4.63. Burgazada vs30=300 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 300 için Şekil 4.64’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.05g’nin üzerindedir.



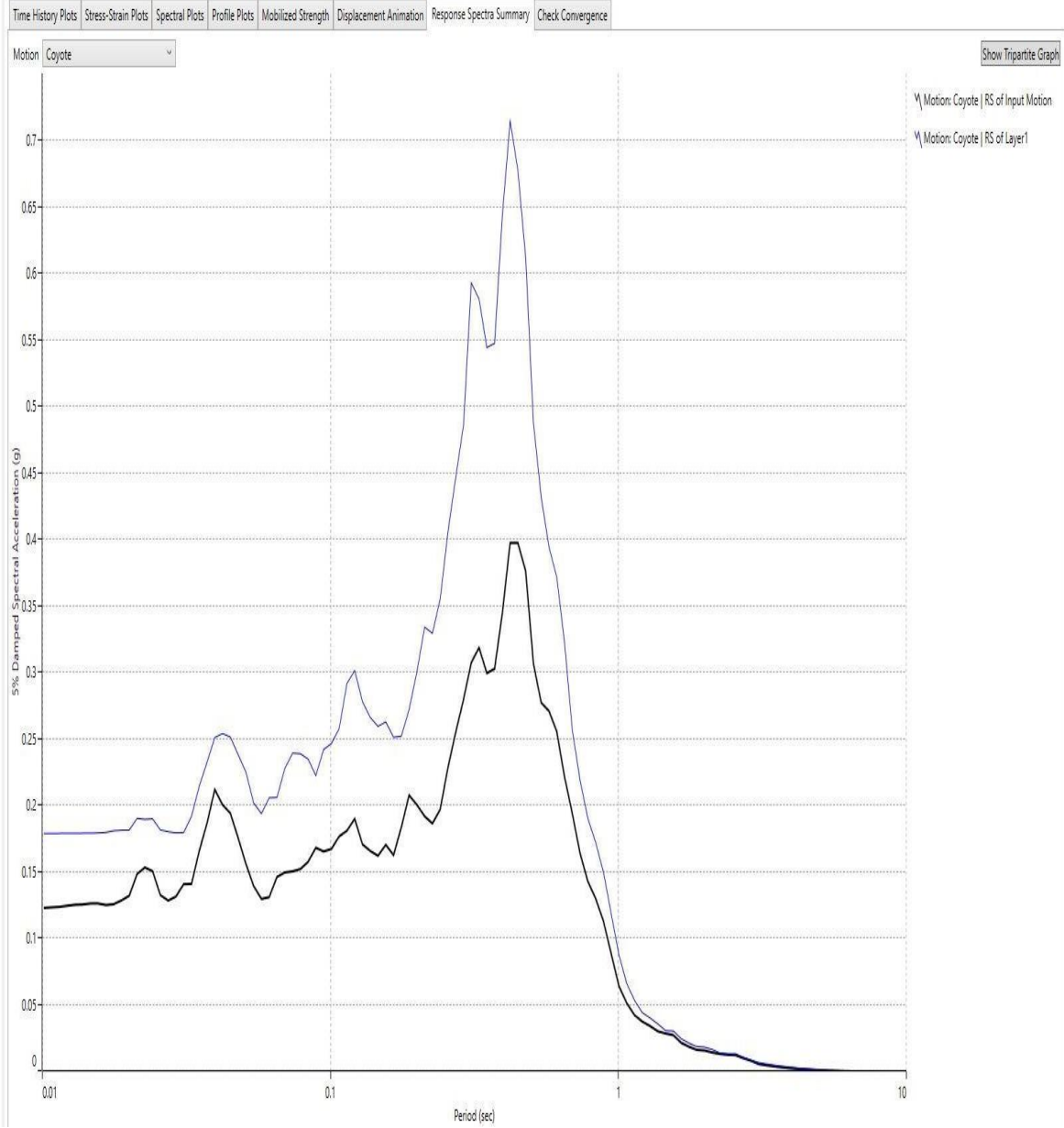
Şekil 4.64. Burgazada vs30=300 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 375 için Şekil 4.65’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.75g’nin üzerindedir.



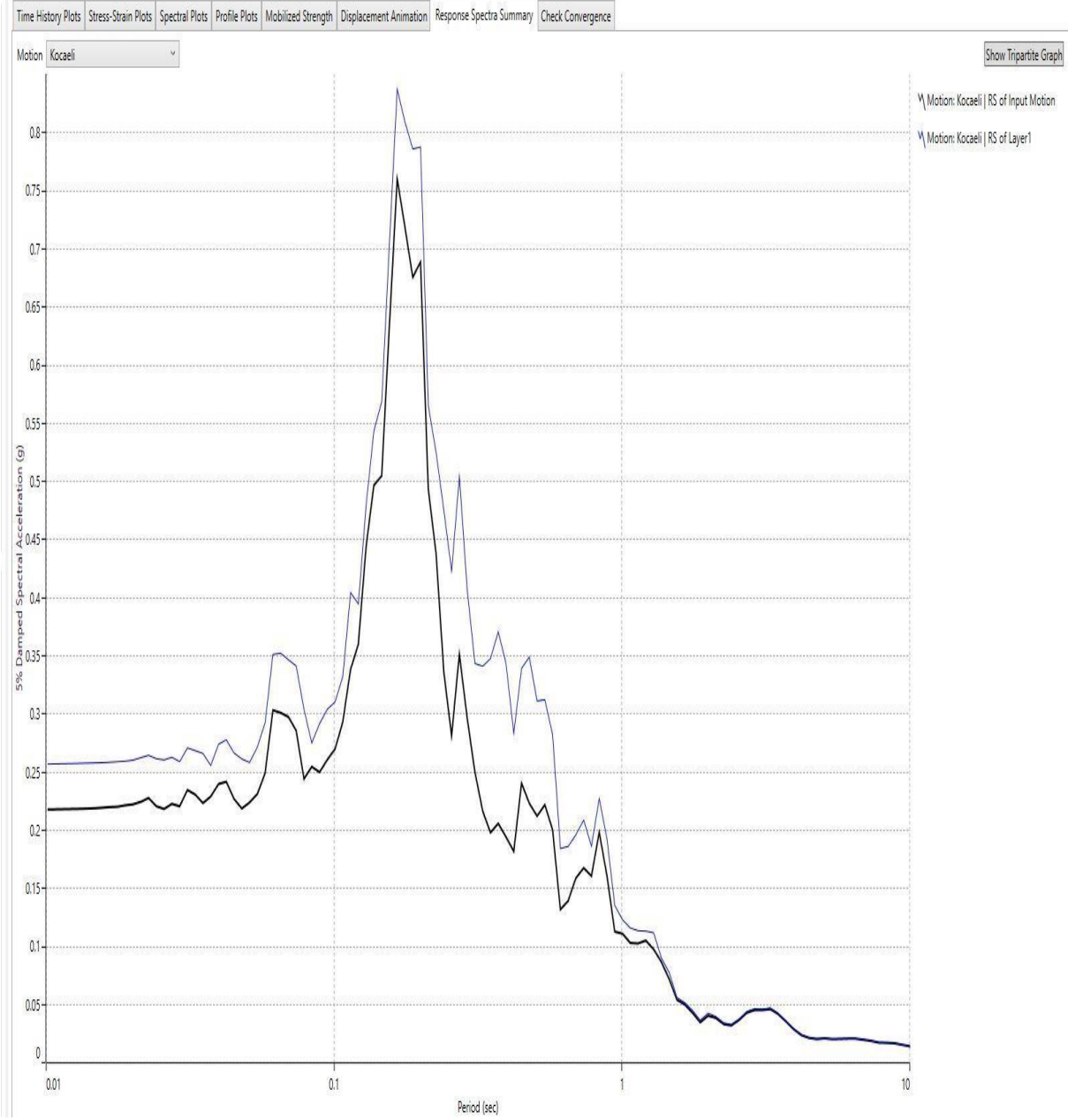
Şekil 4.65. Burgazada vs30=300 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 375 için Şekil 4.66'de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.7g'nin üzerindedir.



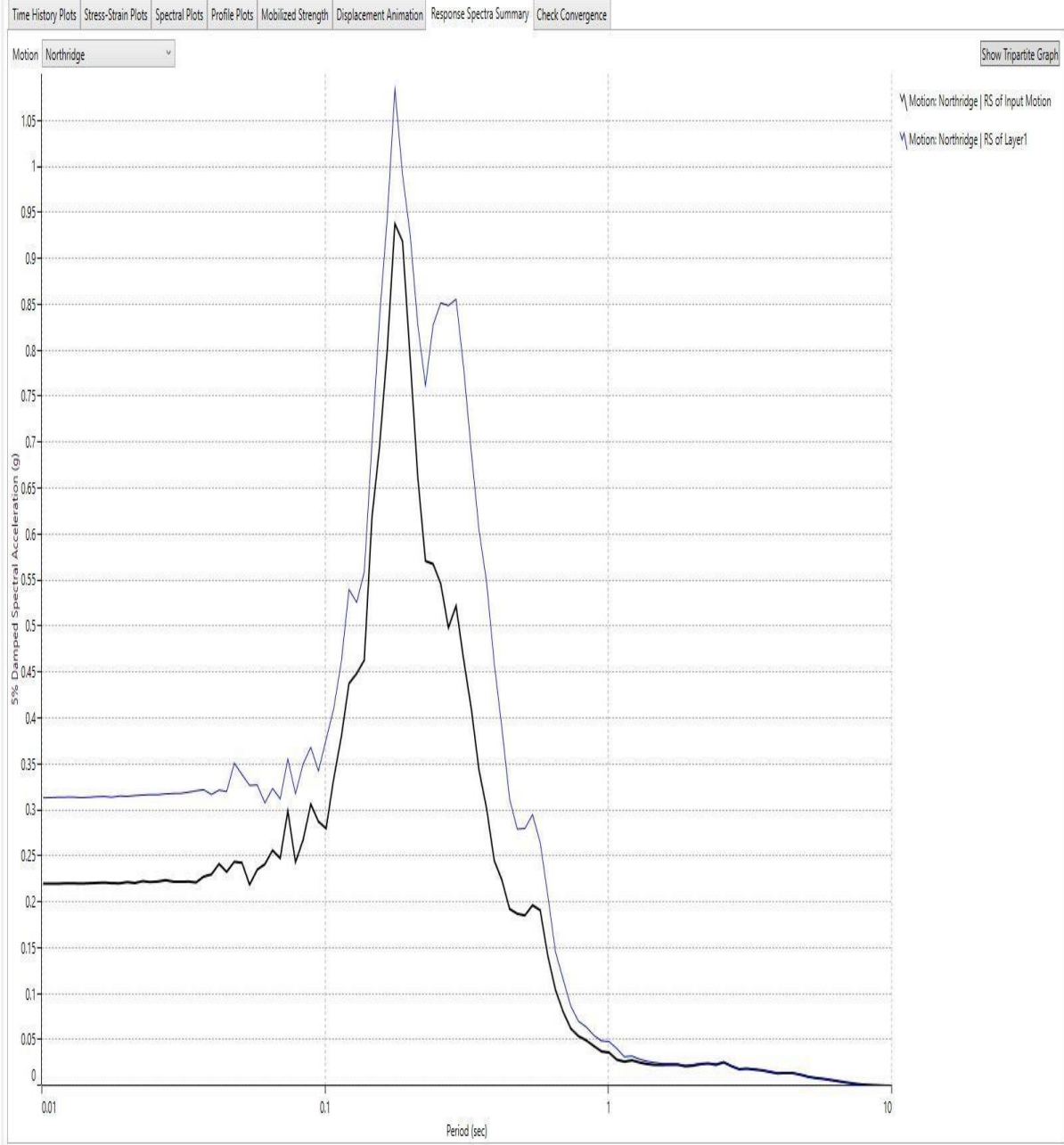
Şekil 4.66. Burgazada vs30=375 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 375 için Şekil 4.67’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.8g’nin üzerindedir.



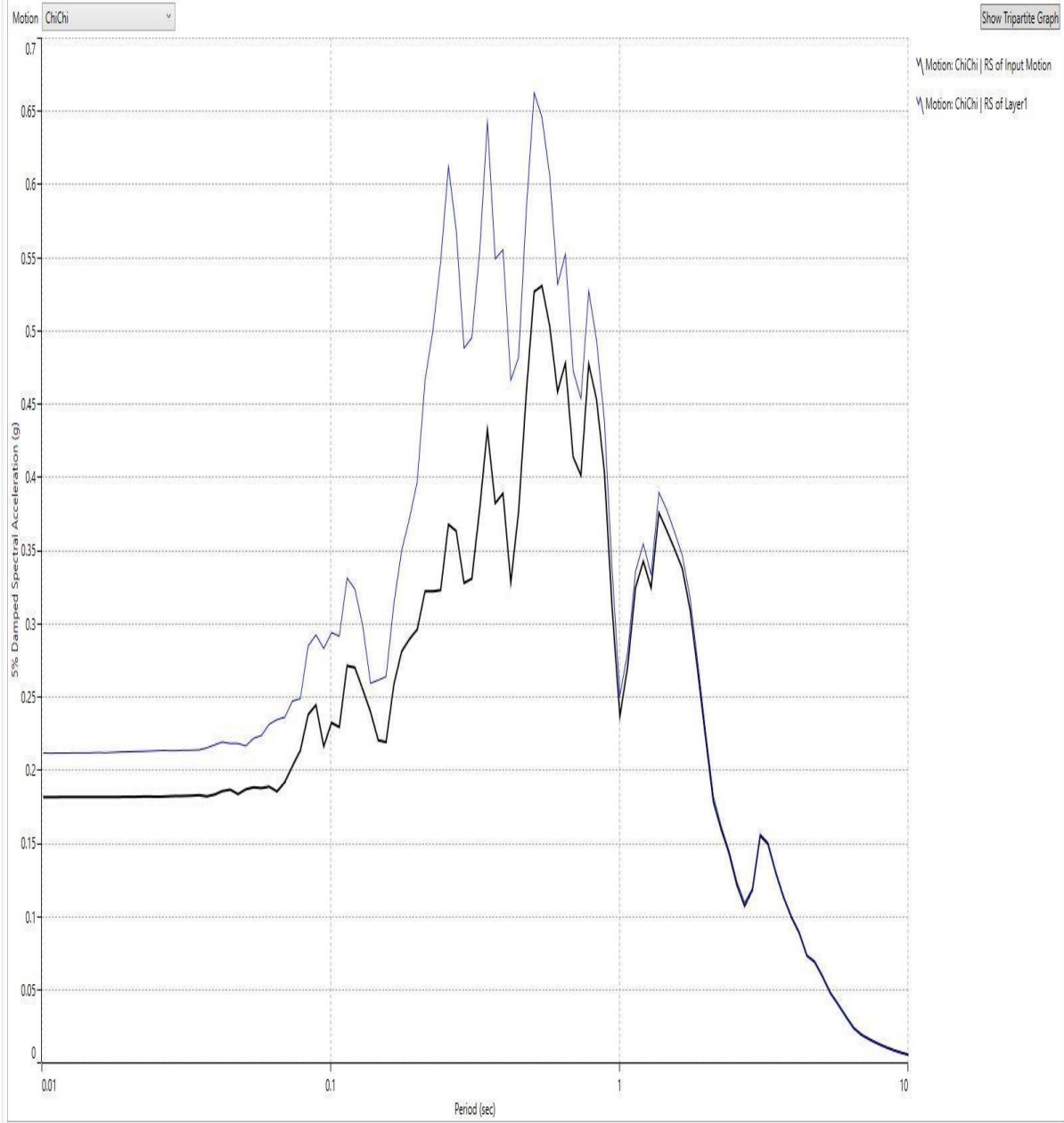
Şekil 4.67. Burgazada vs30=375 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 375 için Şekil 4.68’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.05g’nin üzerindedir.



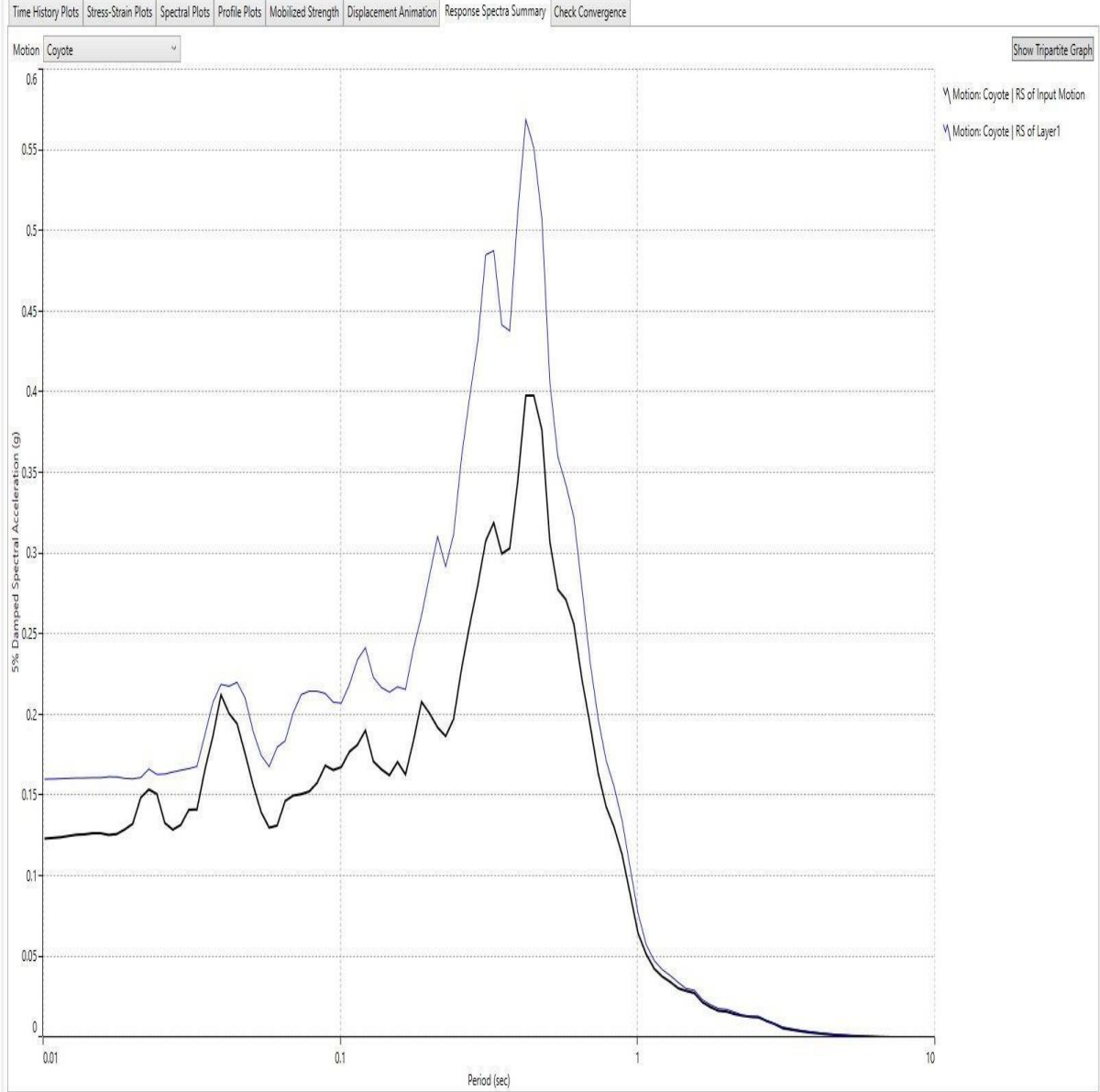
Şekil 4.68. Burgazada vs30=375 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 450 için Şekil 4.69'de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2 s ,0.3s ve 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- ivme aralığının 0.5g , 0.6g , veya 0.65g'nin üzerinde olabileceğidir.



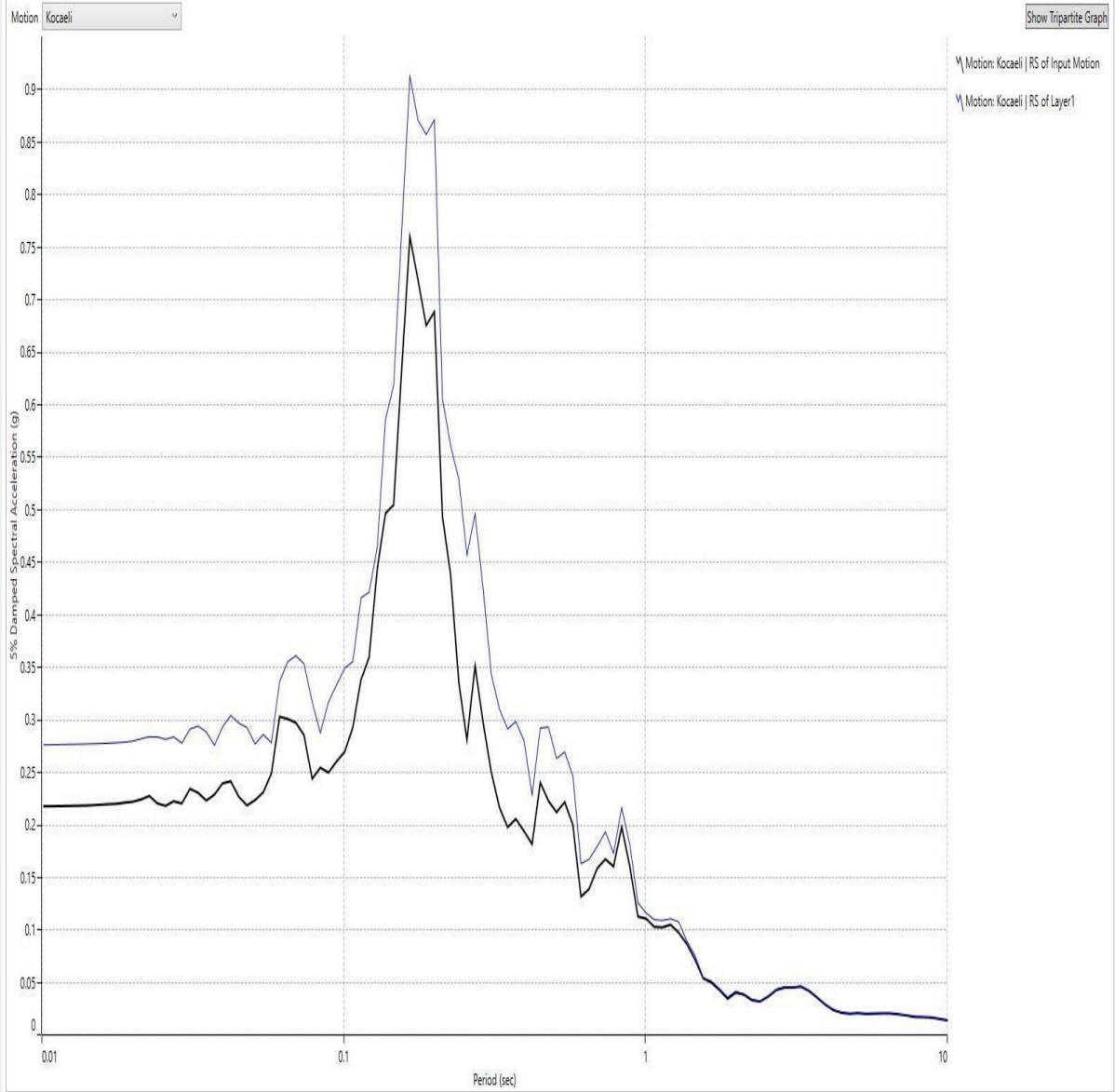
Şekil 4.69. Burgazada vs30=450 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 450 için Şekil 4.70’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.55g’nin üzerindedir.



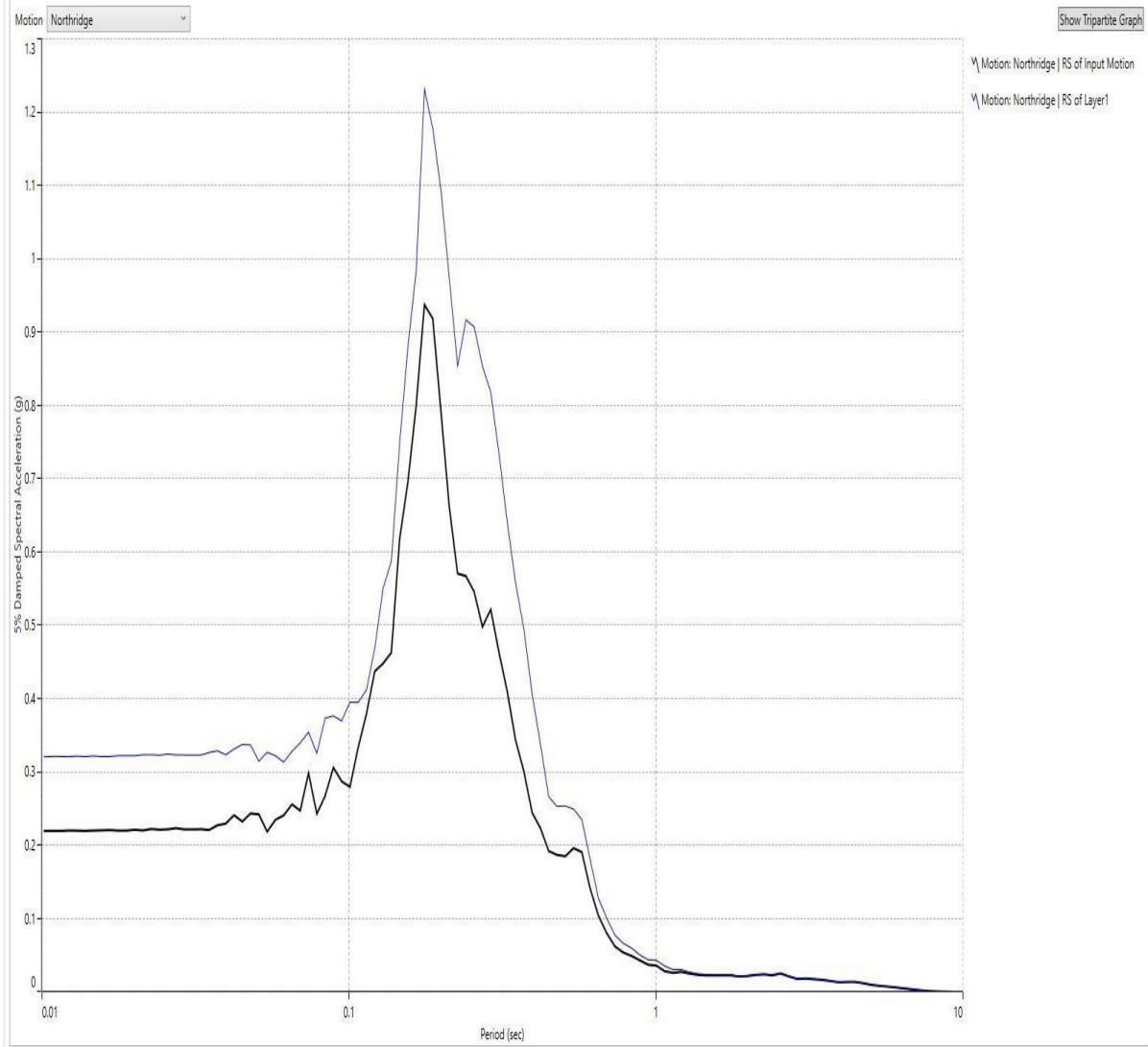
Şekil 4.70. Burgazada vs30=375 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 450 için Şekil 4.71’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.9g’nin üzerindedir.



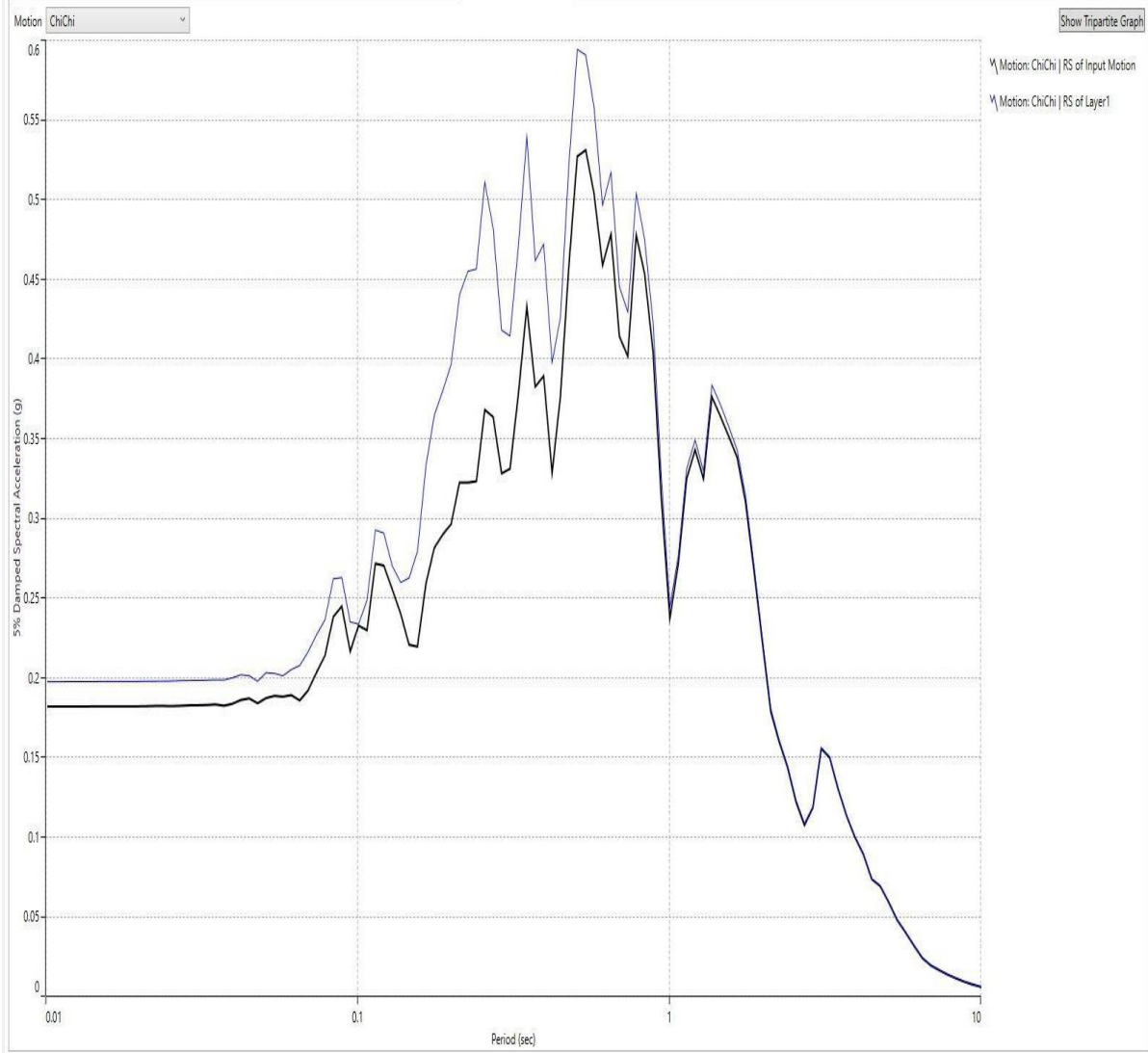
Şekil 4.71. Burgazada vs30=450 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 450 için Şekil 4.72’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.2g’nin üzerindedir.



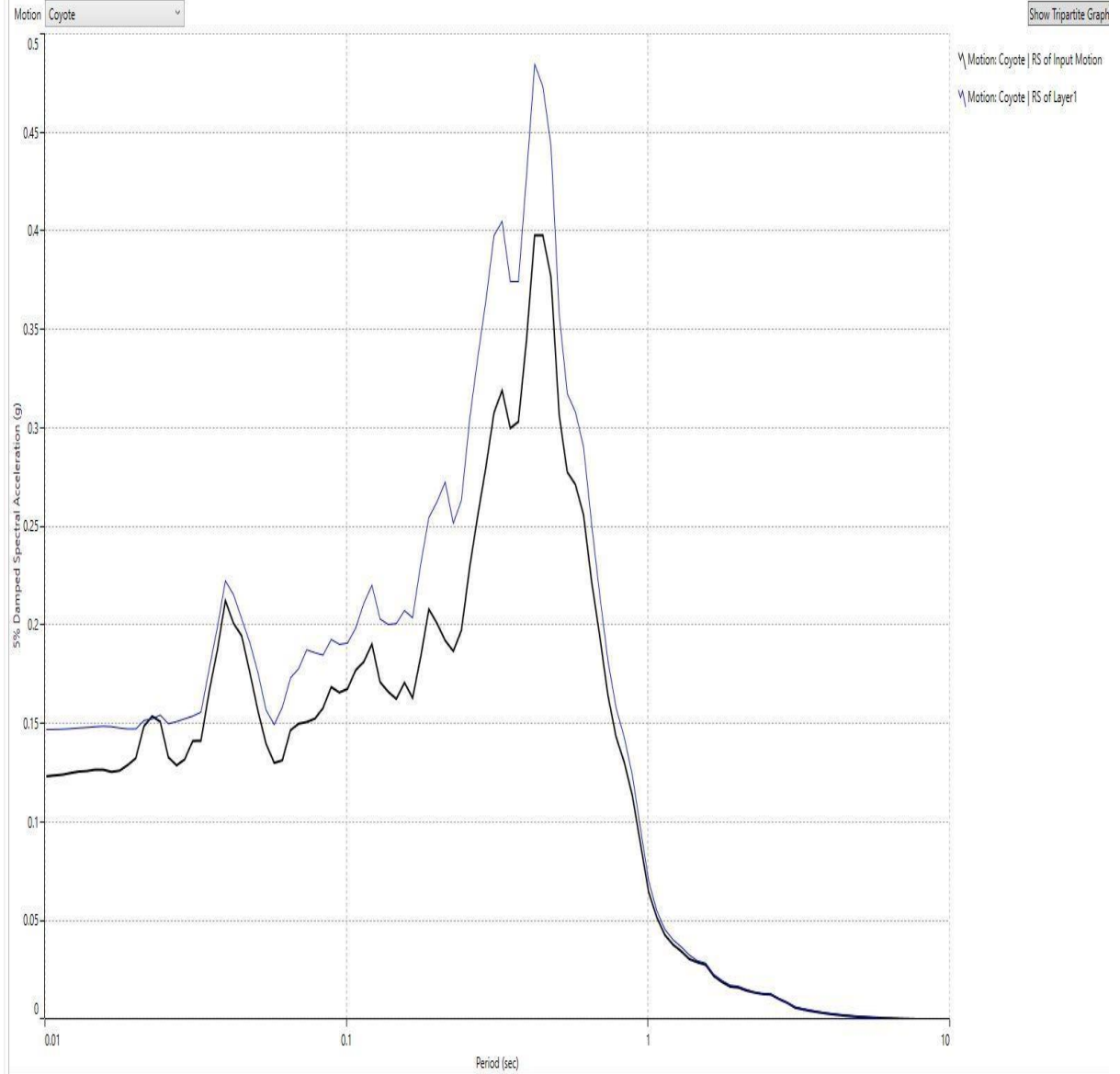
Şekil 4.72. Burgazada vs30=450 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 550 için Şekil 4.73’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2 s ,0.3s ve 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- ivme aralığının 0.45g , 0.50g , veya 0.55g’nin üzerinde olabileceğidir.



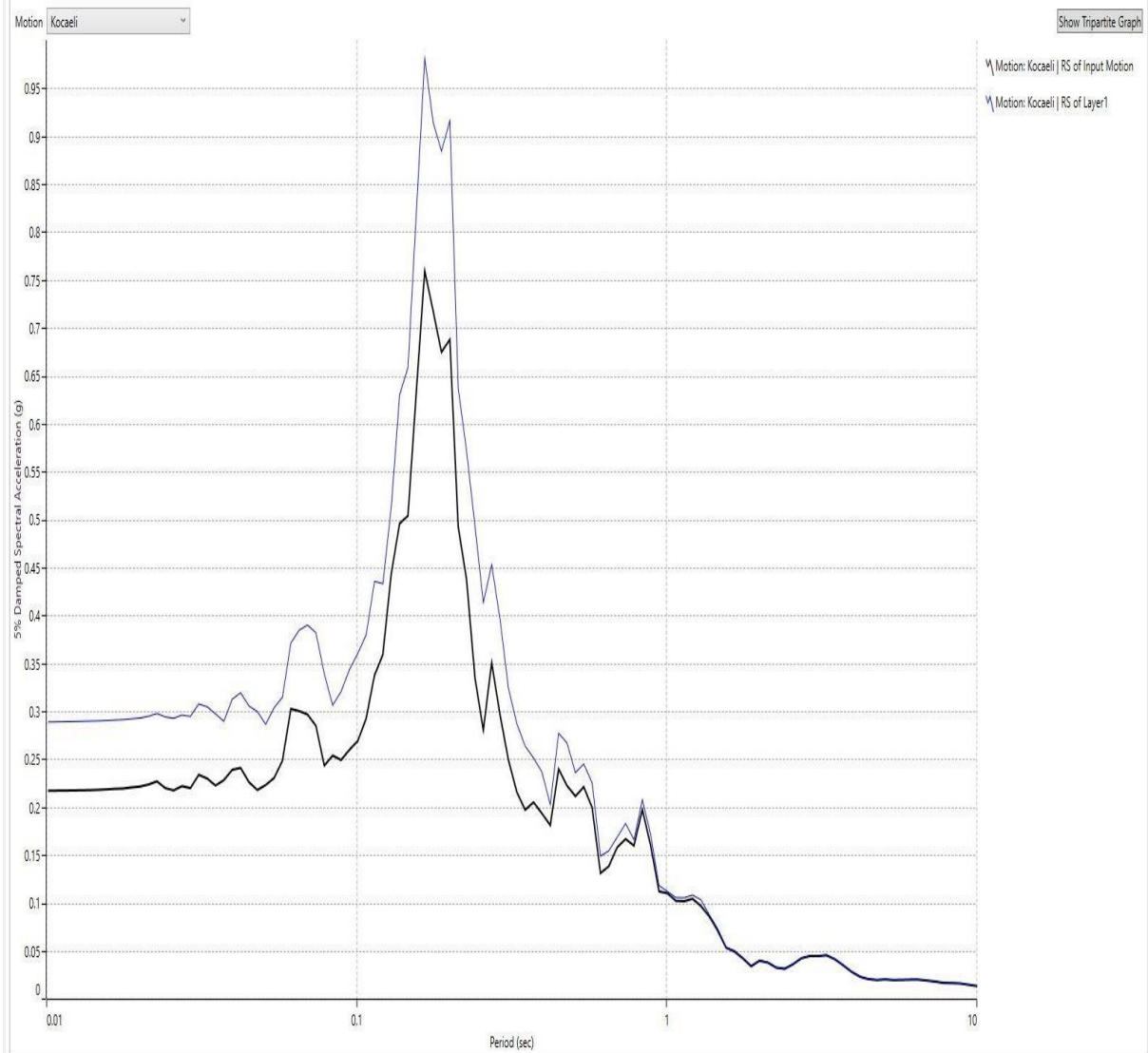
Şekil 4.73. Burgazada vs30=550 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 450 için Şekil 4.74’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.45g’nin üzerindedir.



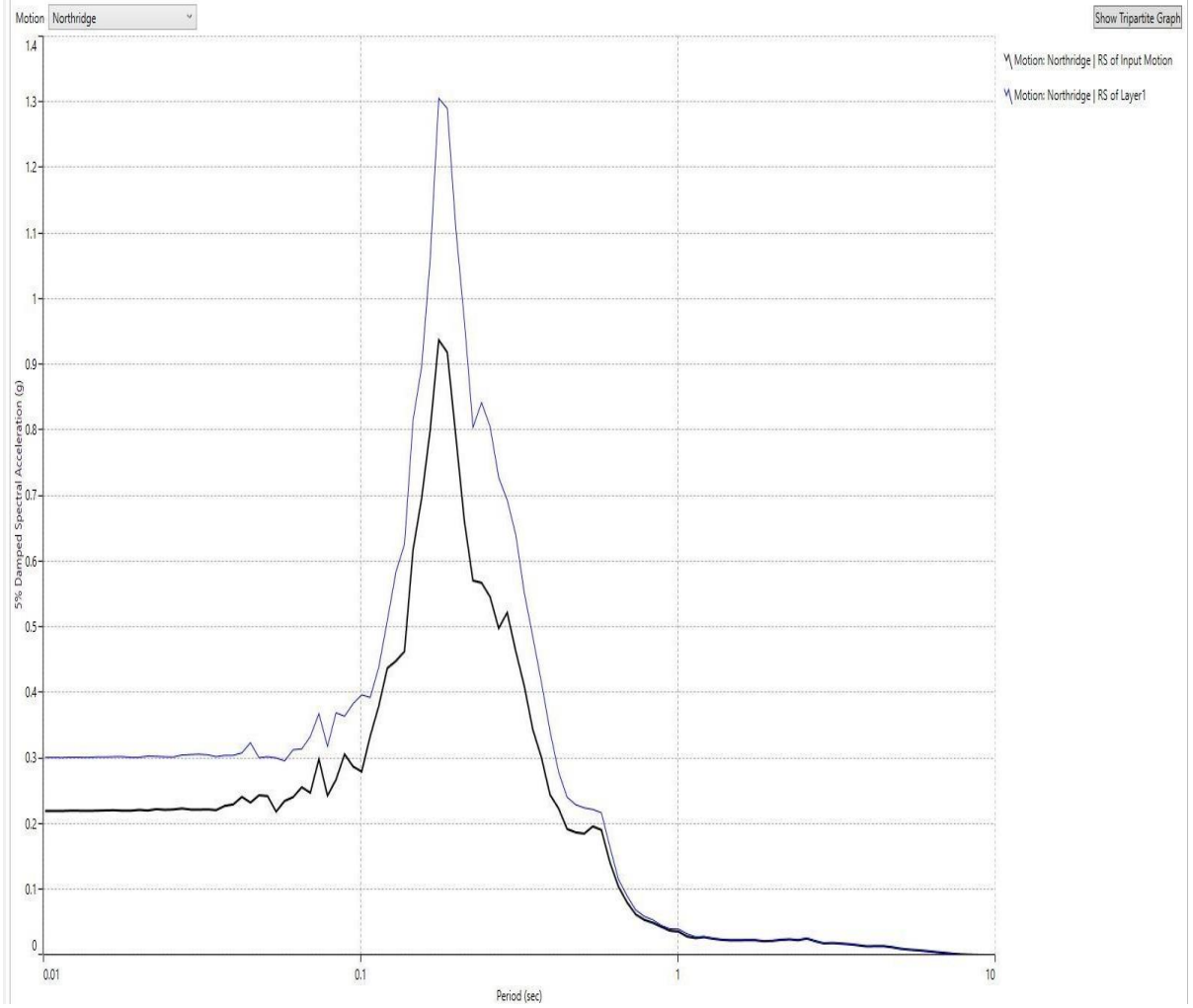
Şekil 4.74. Burgazada vs30=550 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 550 için Şekil 4.75’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.1g’nin üzerindedir.



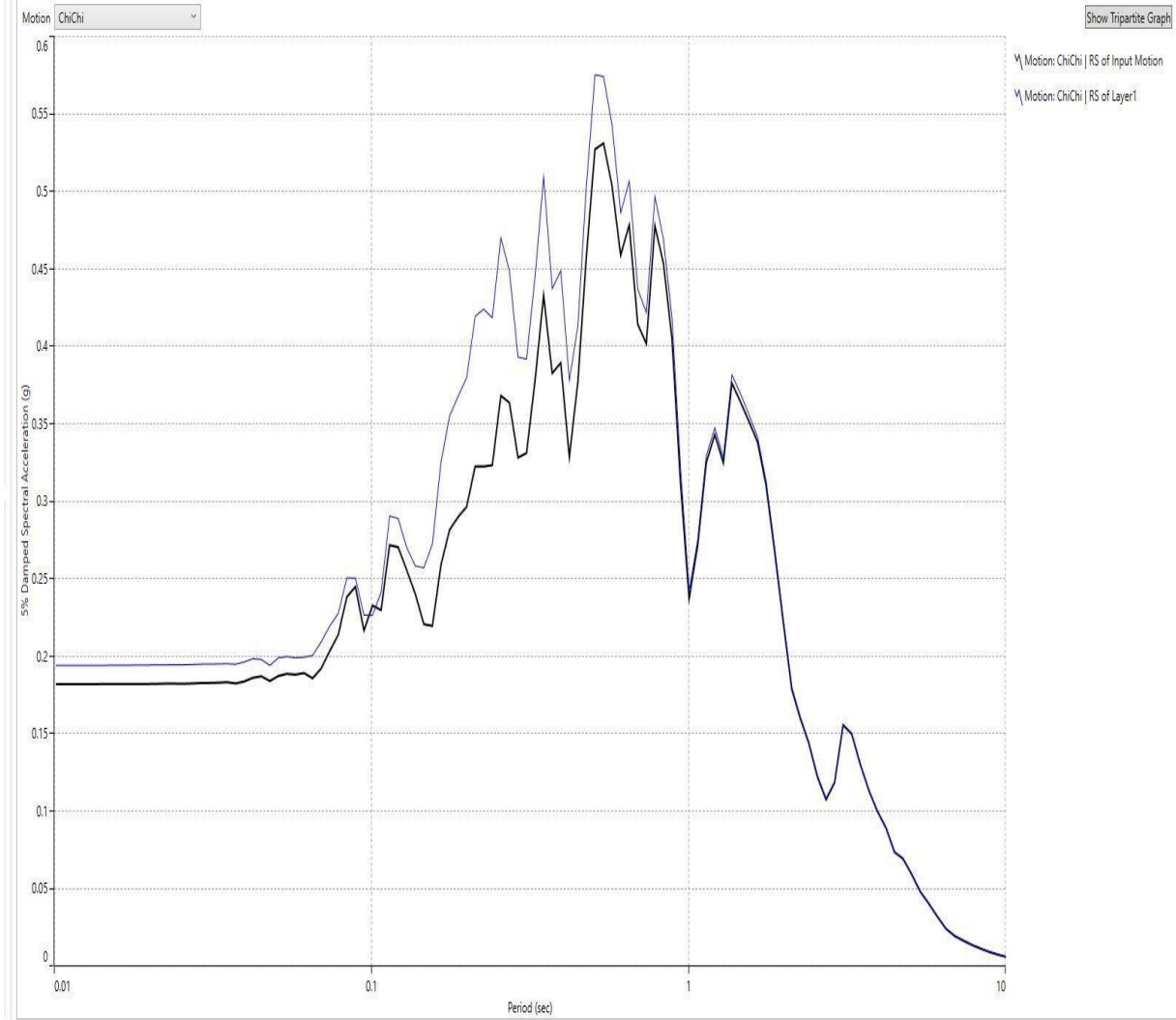
Şekil 4.75. Burgazada vs30=550 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir

Vs30, 550 için Şekil 4.76’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.3g’nin üzerindedir.



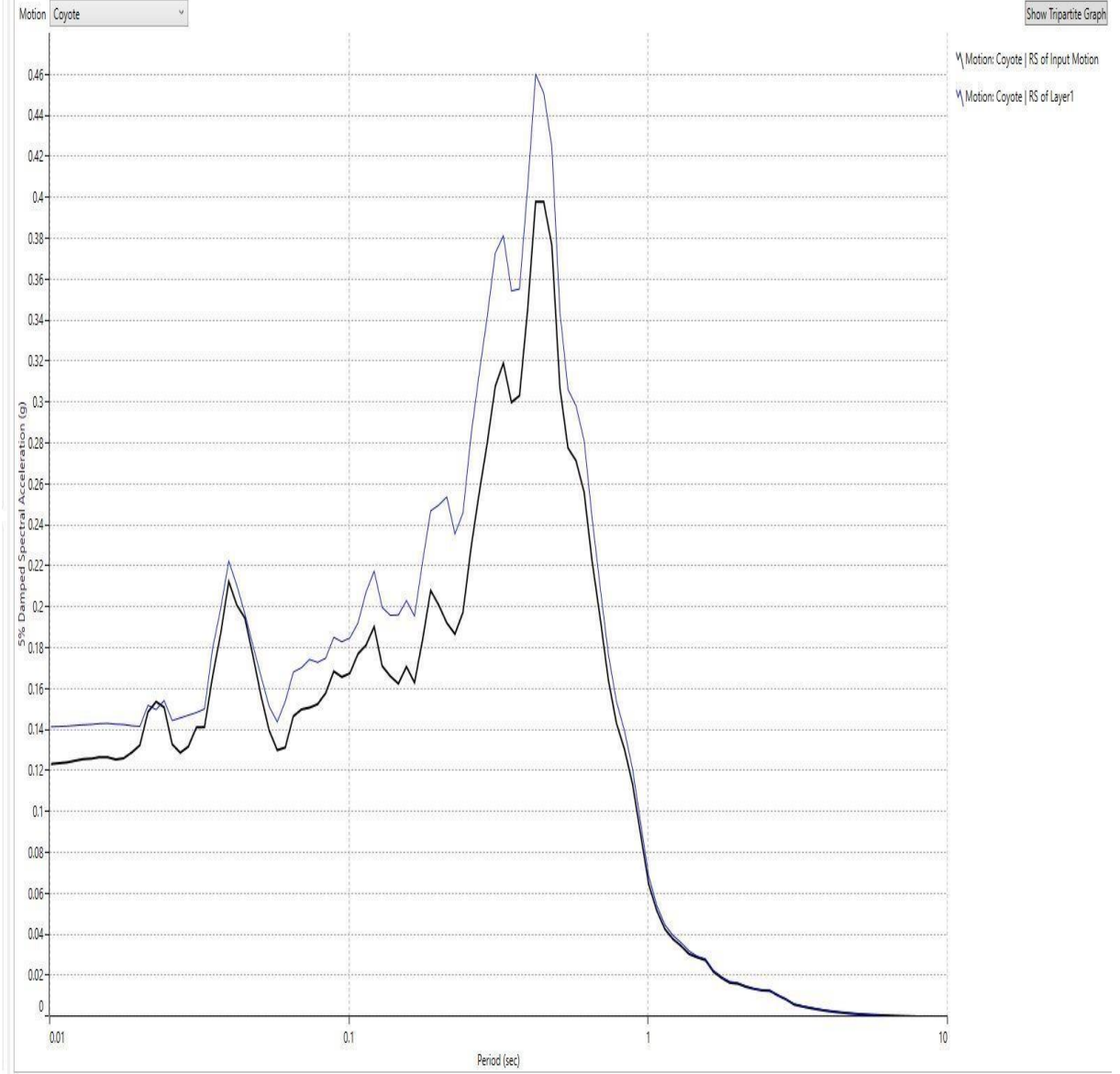
Şekil 4.76. Burgazada vs30=550 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 600 için Şekil 4.77’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2 s ,0.3s ve 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- ivme aralığının 0.45g , 0.5g , veya 0.55g’nin üzerinde olabileceğidir.



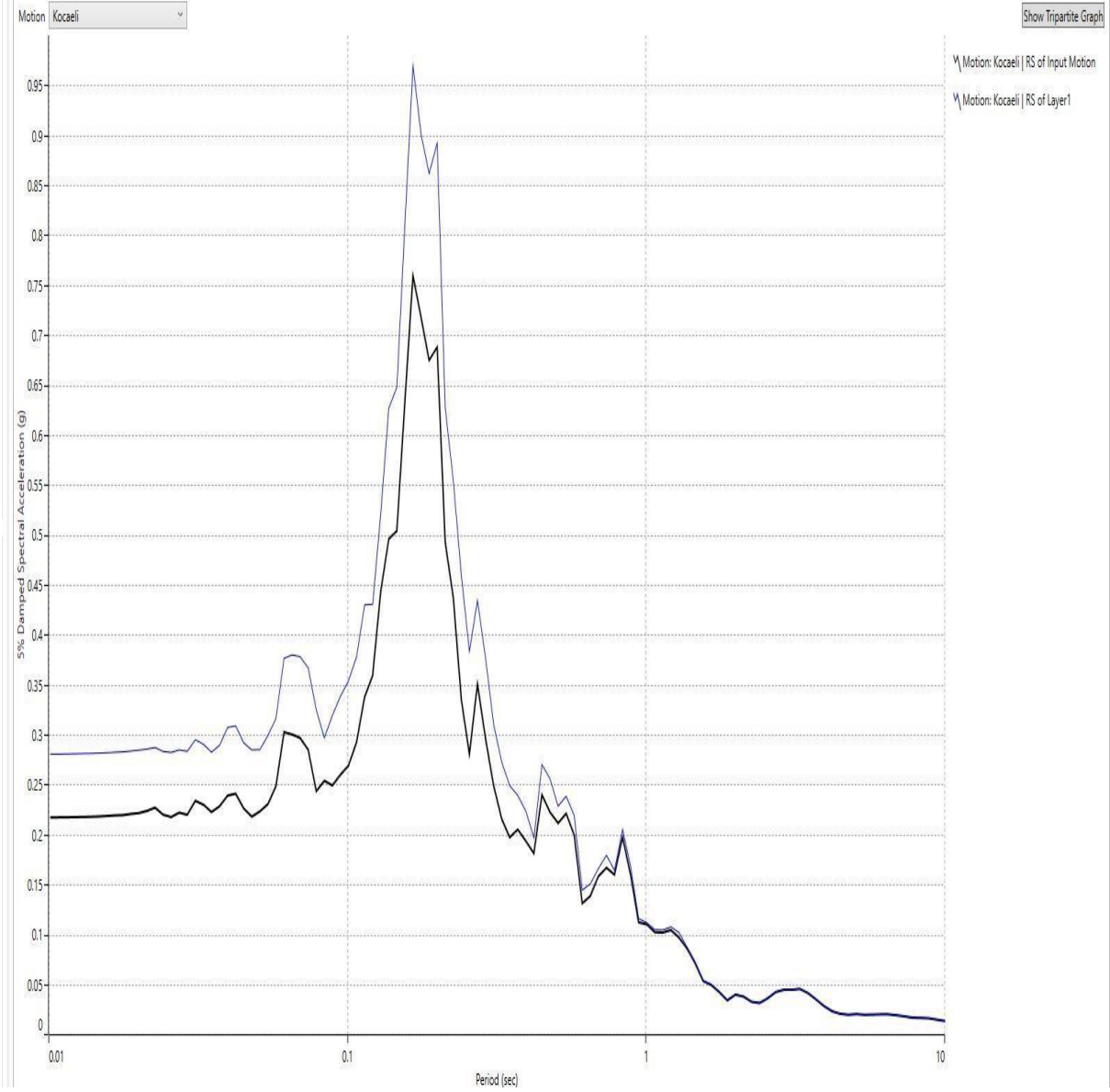
Şekil 4.77. Burgazada vs30=600 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 600 için Şekil 4.78’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.46g’nin üzerindedir.



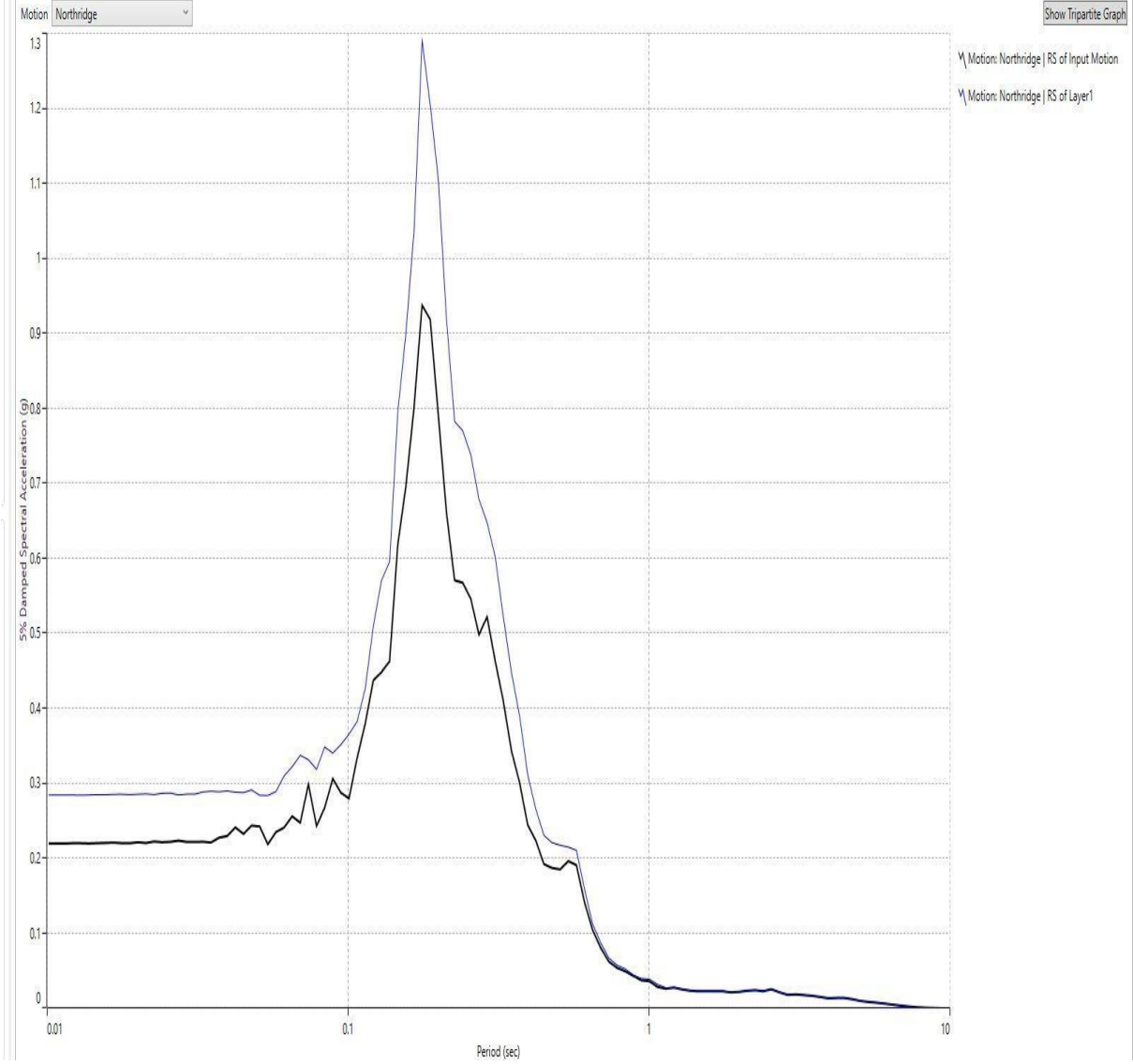
Şekil 4.78. Burgazada vs30=600 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 600 için Şekil 4.71’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.95g’nin üzerindedir.



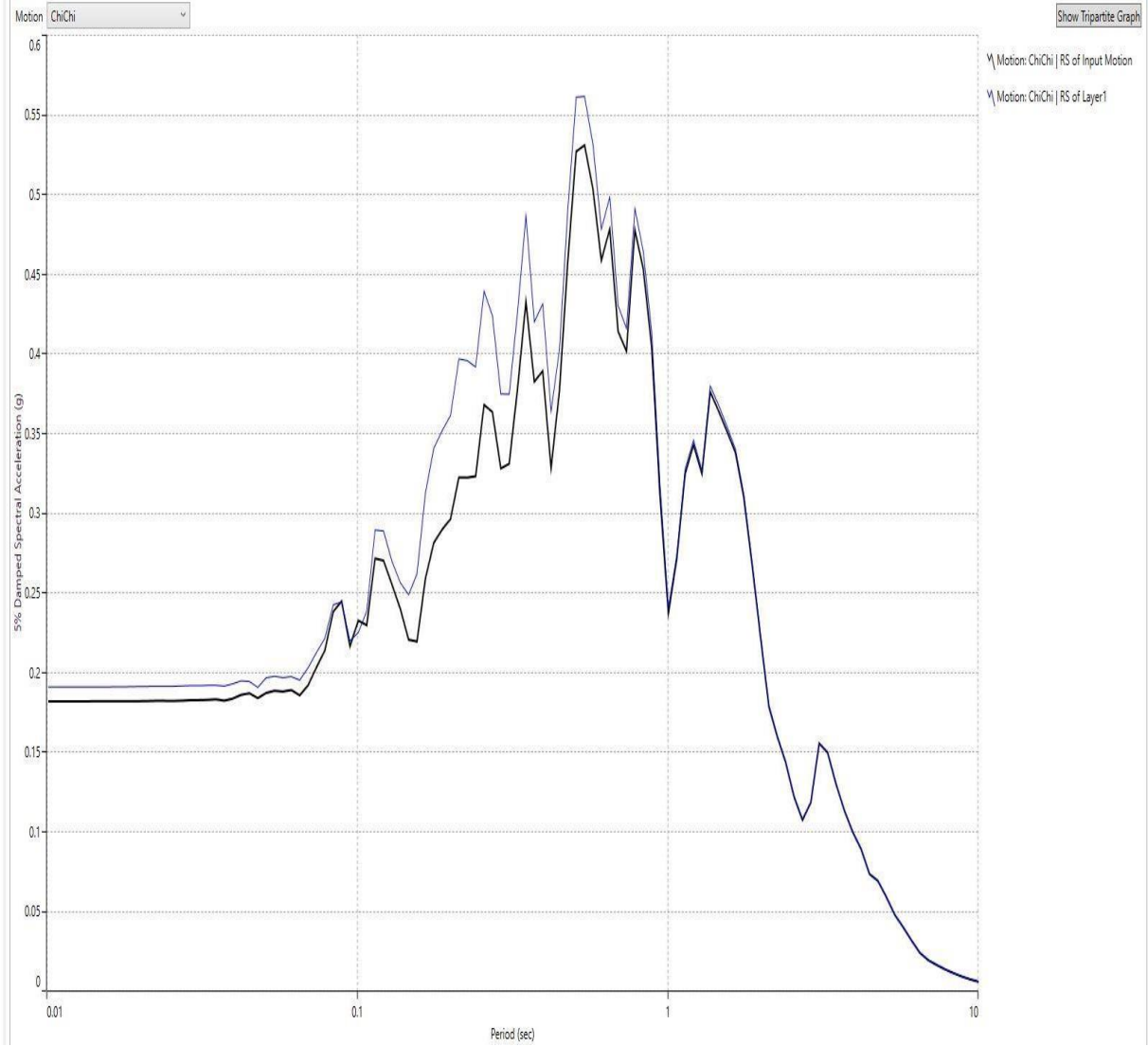
Şekil 4.79. Burgazada vs30=600 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 600 için Şekil 4.80’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.3g dir.



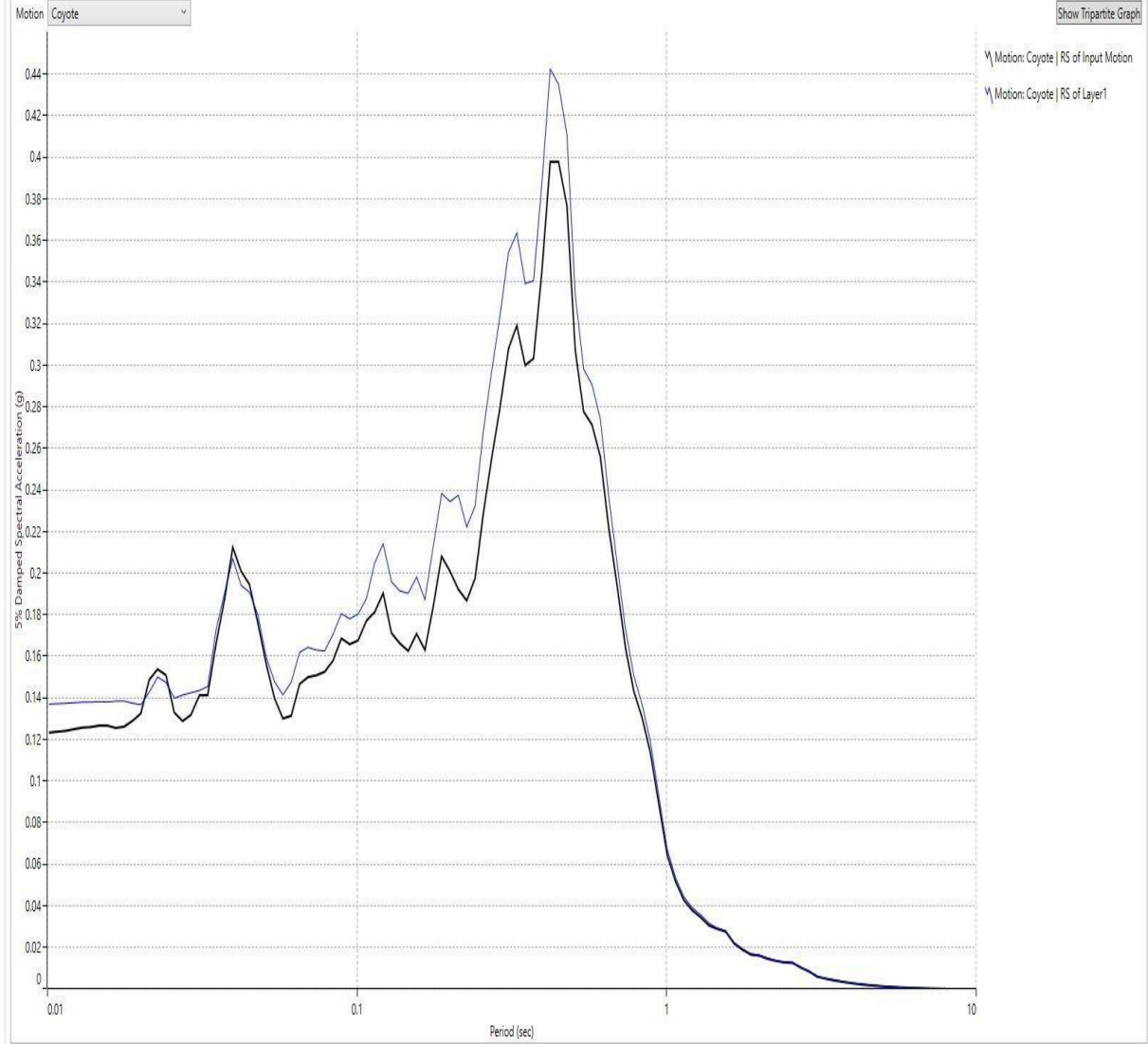
Şekil 4.80. Burgazada vs30=600 m/s için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 650 için Şekil 4.81’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de en büyük pikini yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.6g’nin üzerinde olabileceğidir.



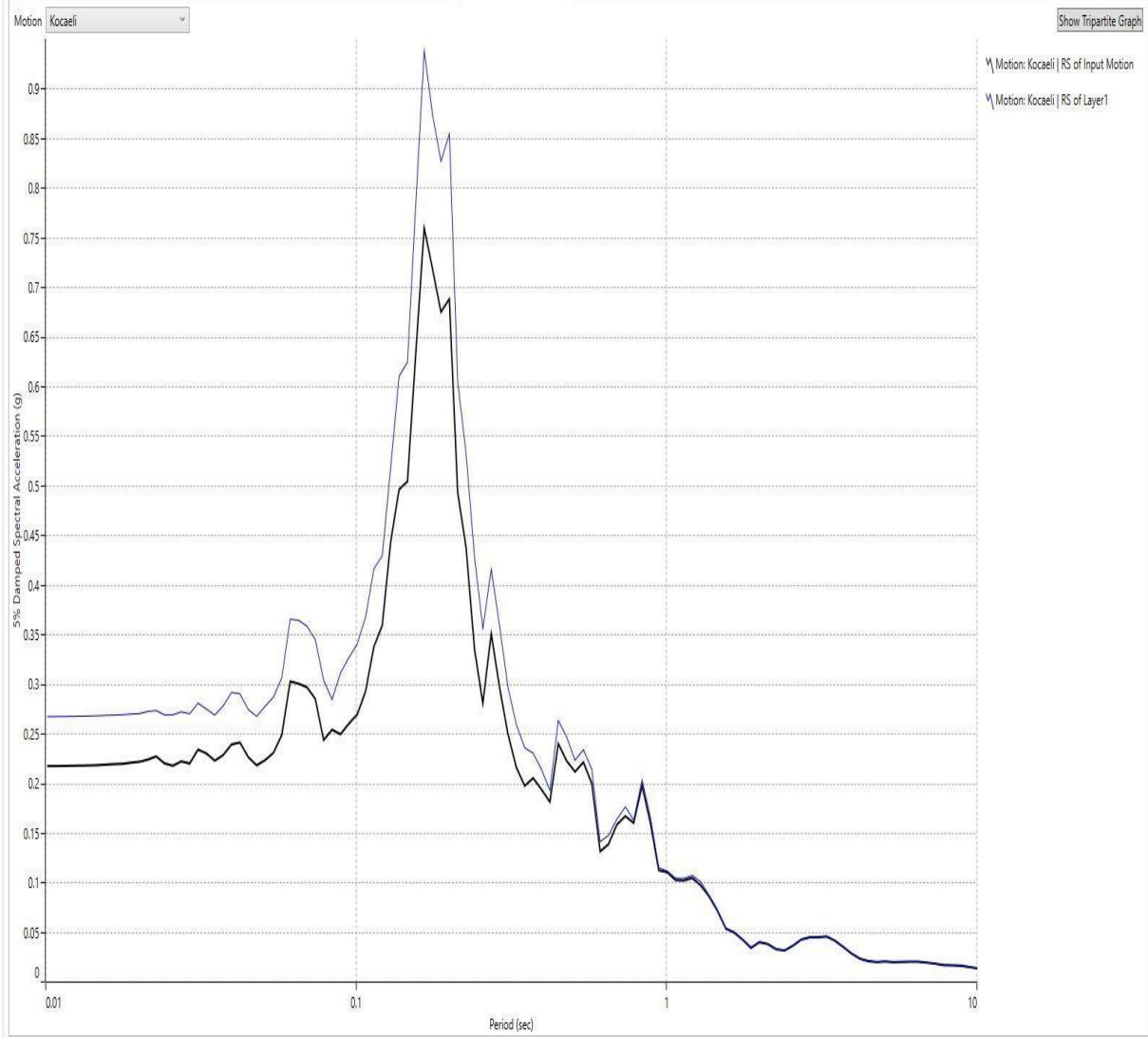
Şekil 4.81. Burgazada vs30=650 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 650 için Şekil 4.82’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.44g’nin üzerindedir.



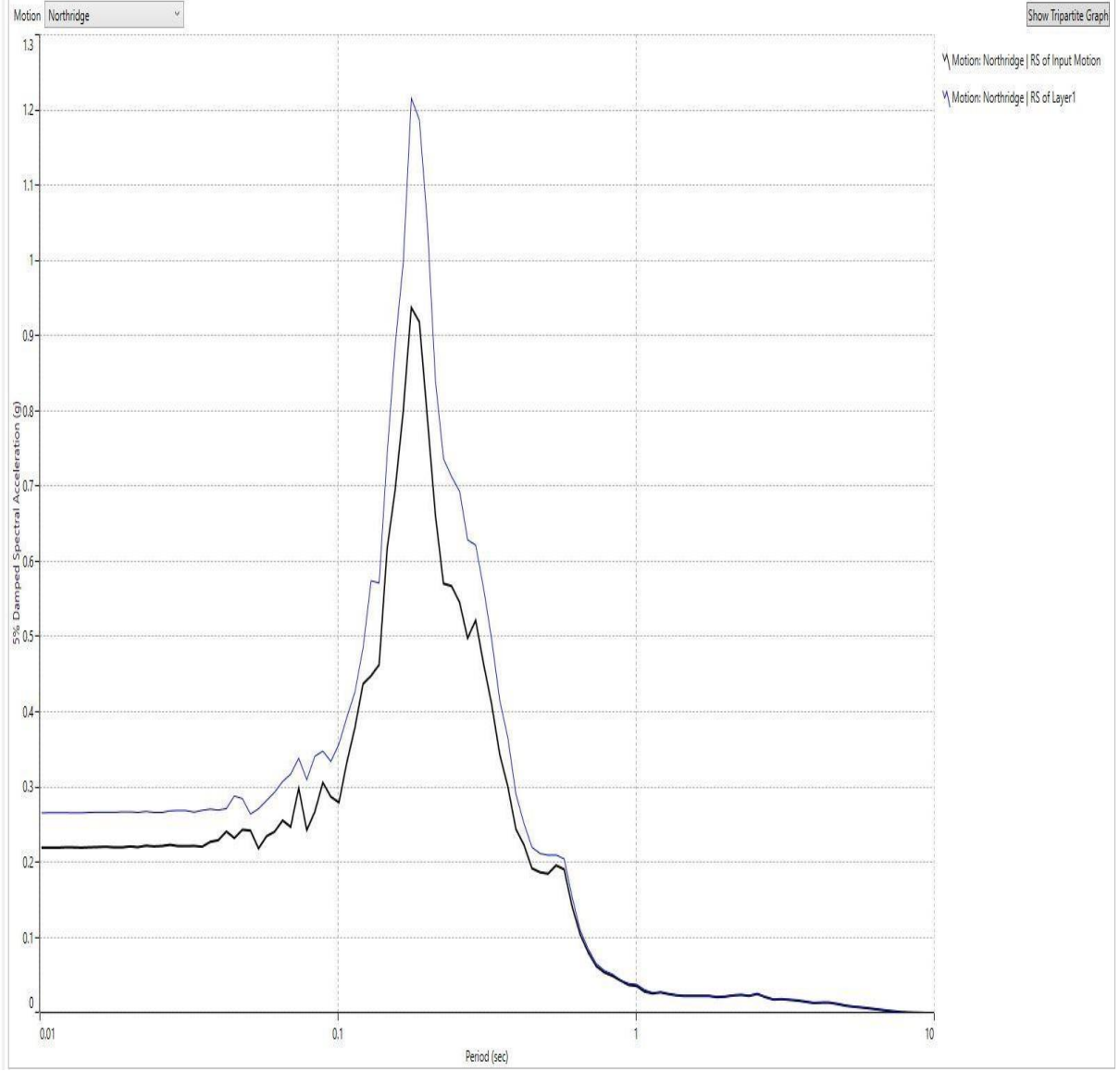
Şekil 4.82. Burgazada vs30=650 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 650 için Şekil 4.83’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.9g’nin üzerindedir.



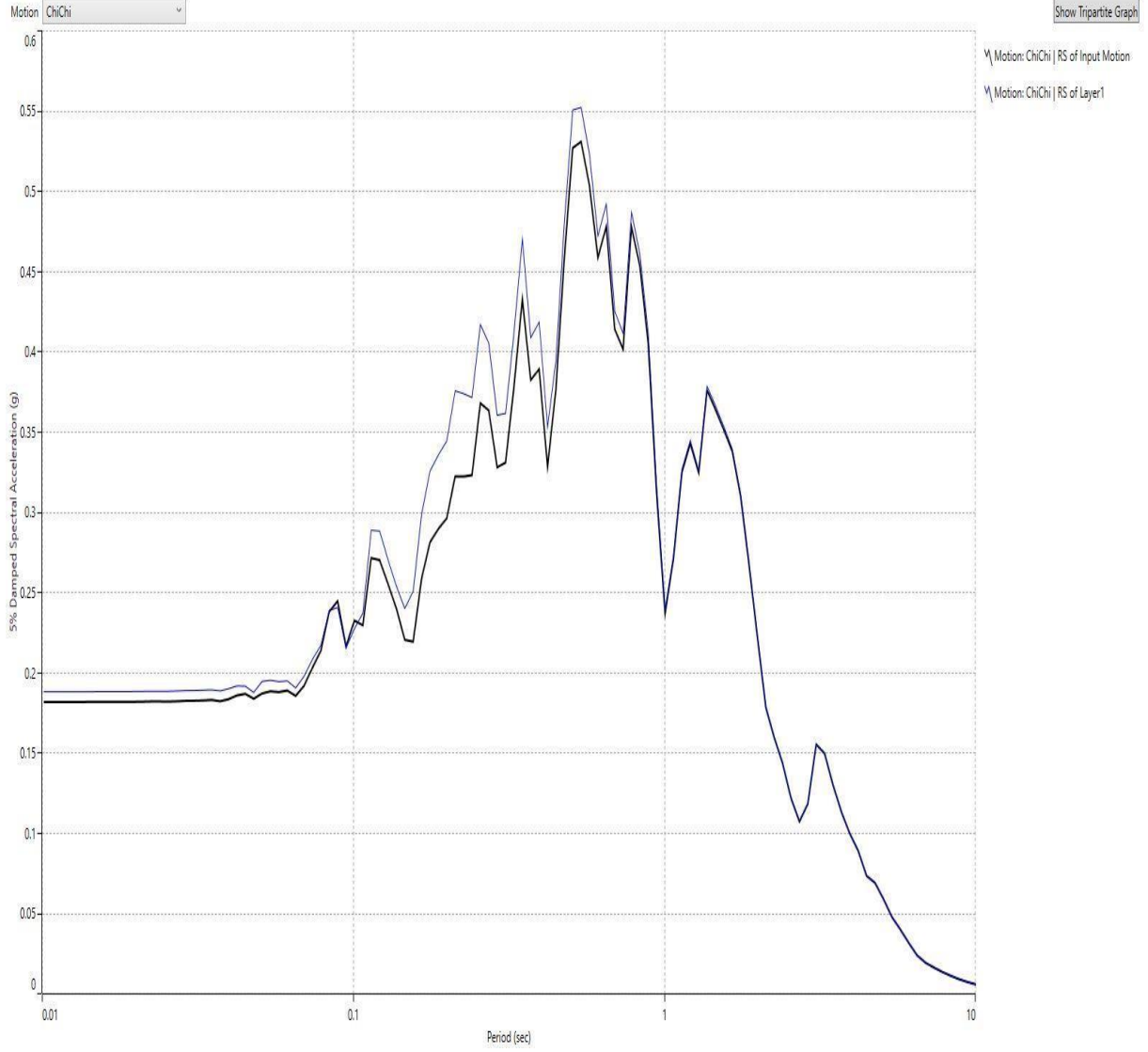
Şekil 4.83. Burgazada vs30=650 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 650 için Şekil 4.84’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.3g’nin üzerindedir.



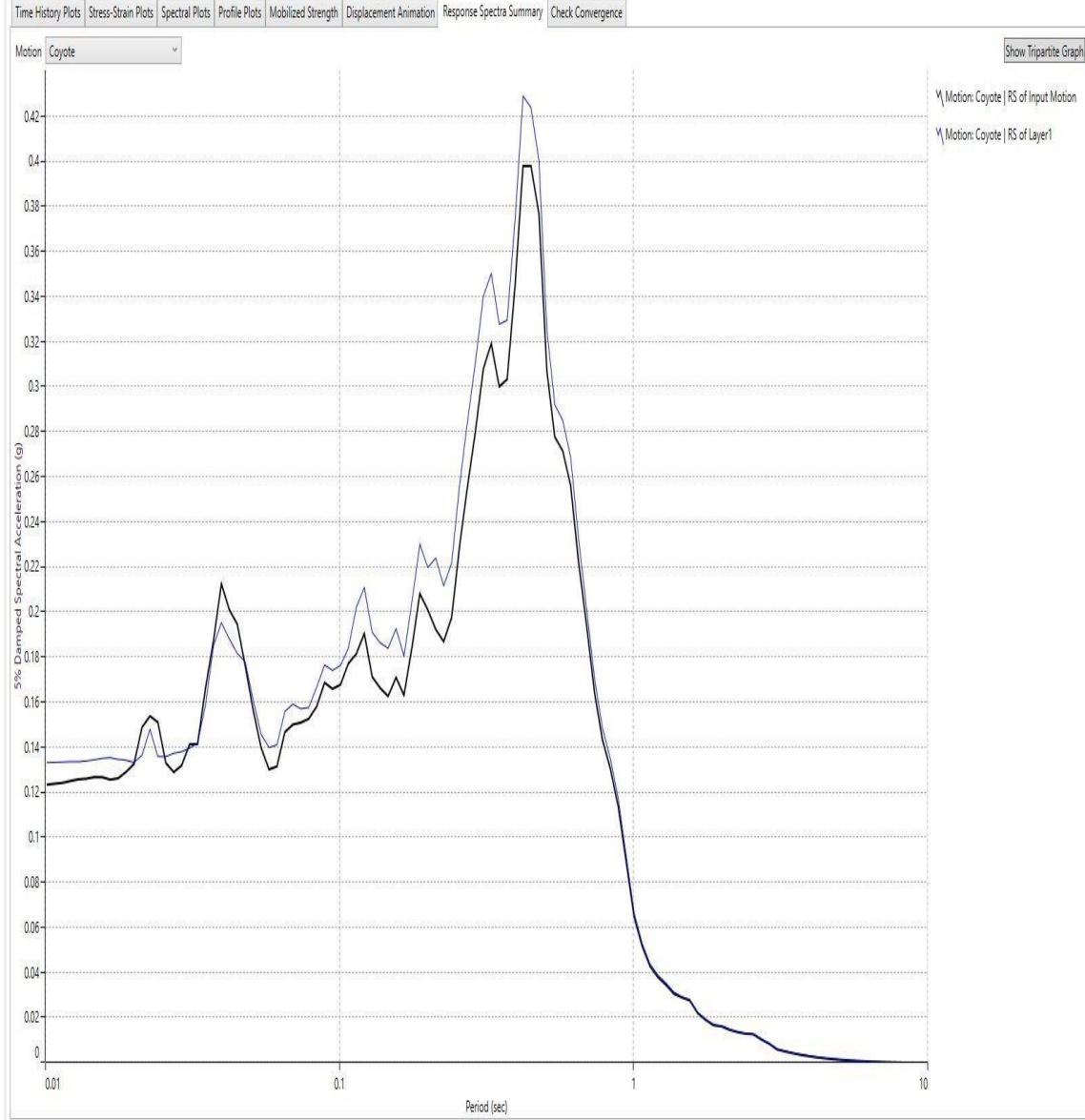
Şekil 4.84. Burgazada vs30=650 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 700 için Şekil 4.85’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de en büyük pikini yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.55g’nin üzerinde olabileceğidir.



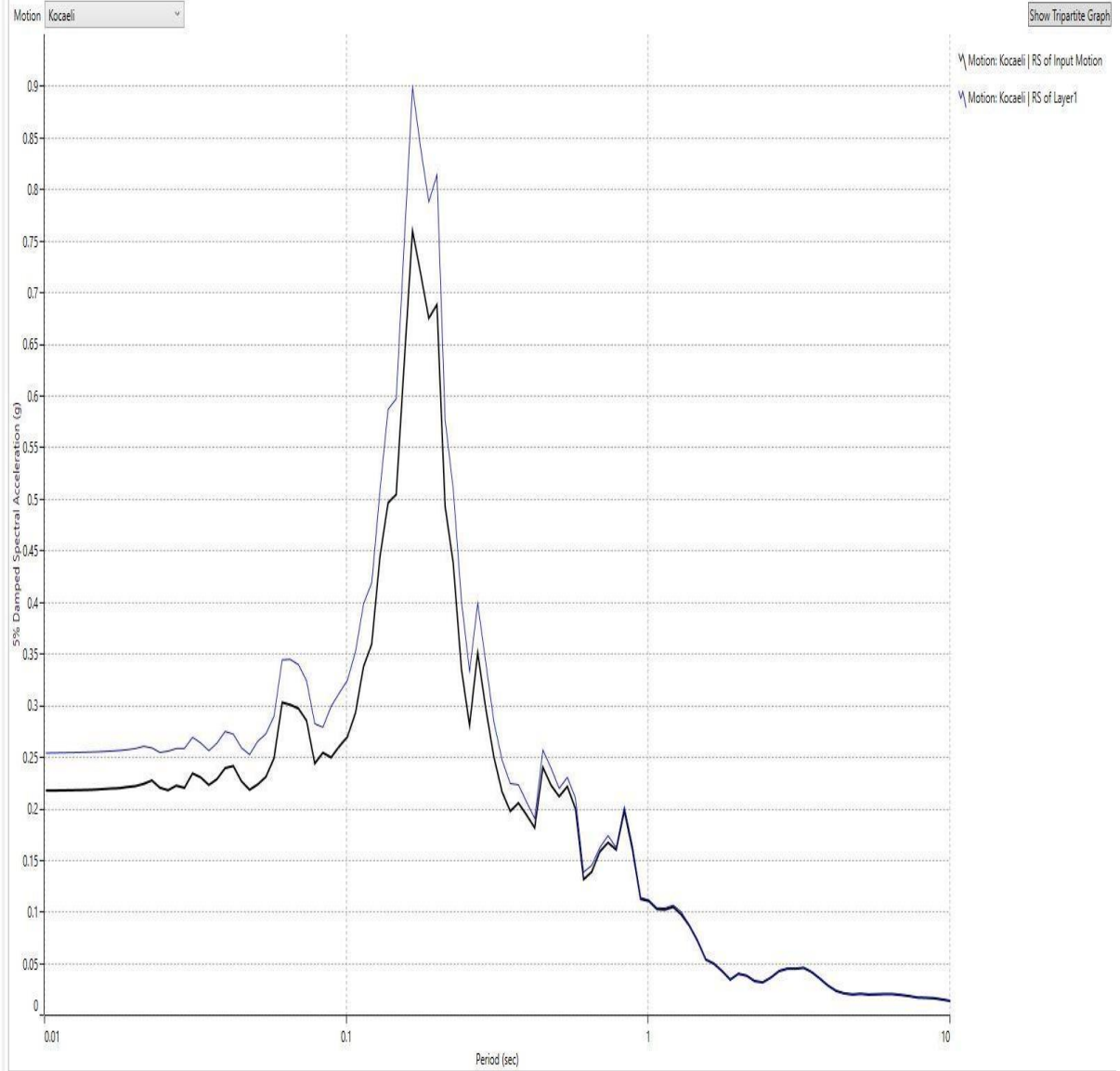
Şekil 4.85. Burgazada vs30=700 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 700 için Şekil 4.85’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.6g’nin üzerindedir.



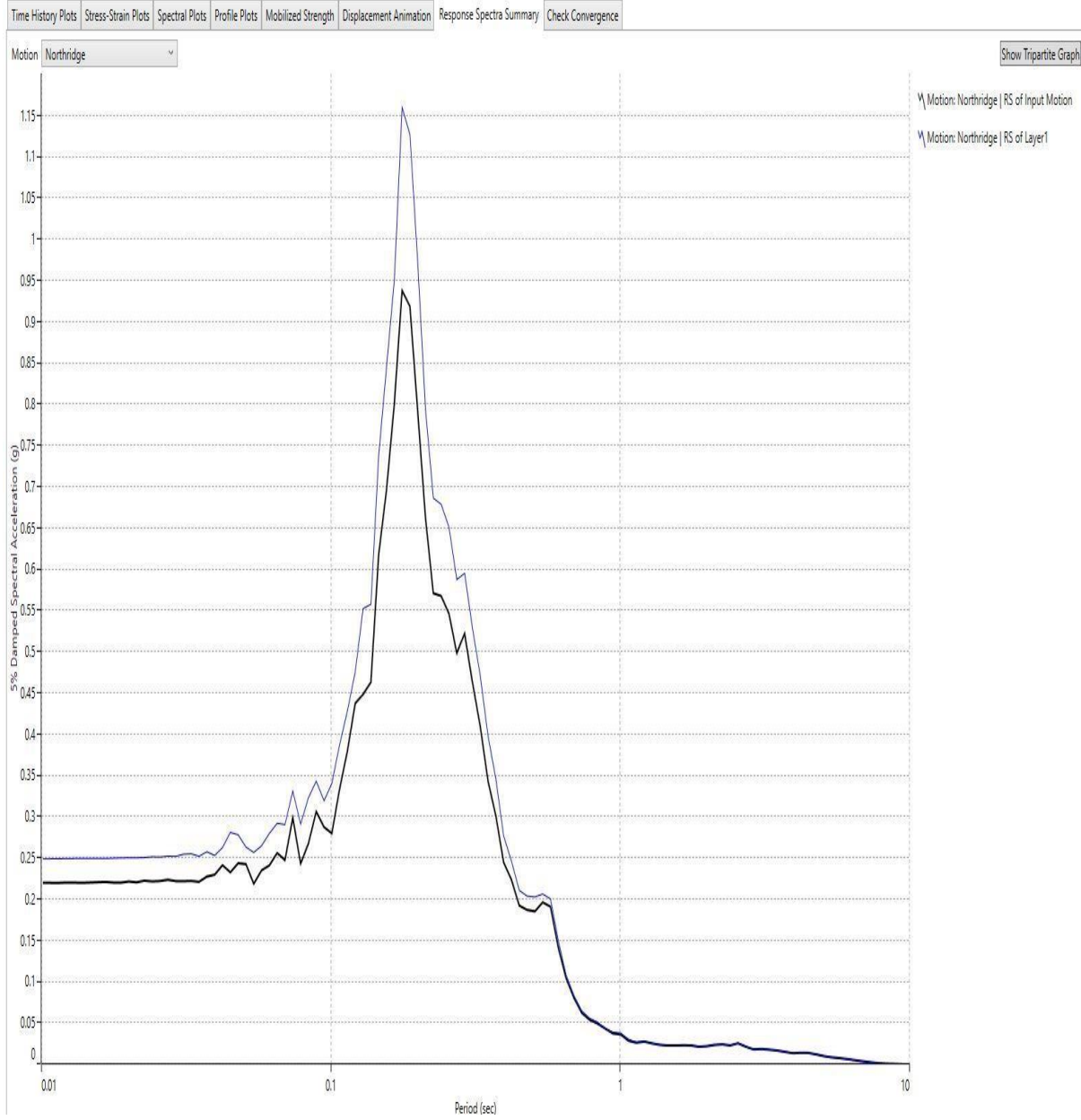
Şekil 4.85. Burgazada vs30=700 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 700 için Şekil 4.86'de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.6g'nin üzerindedir.



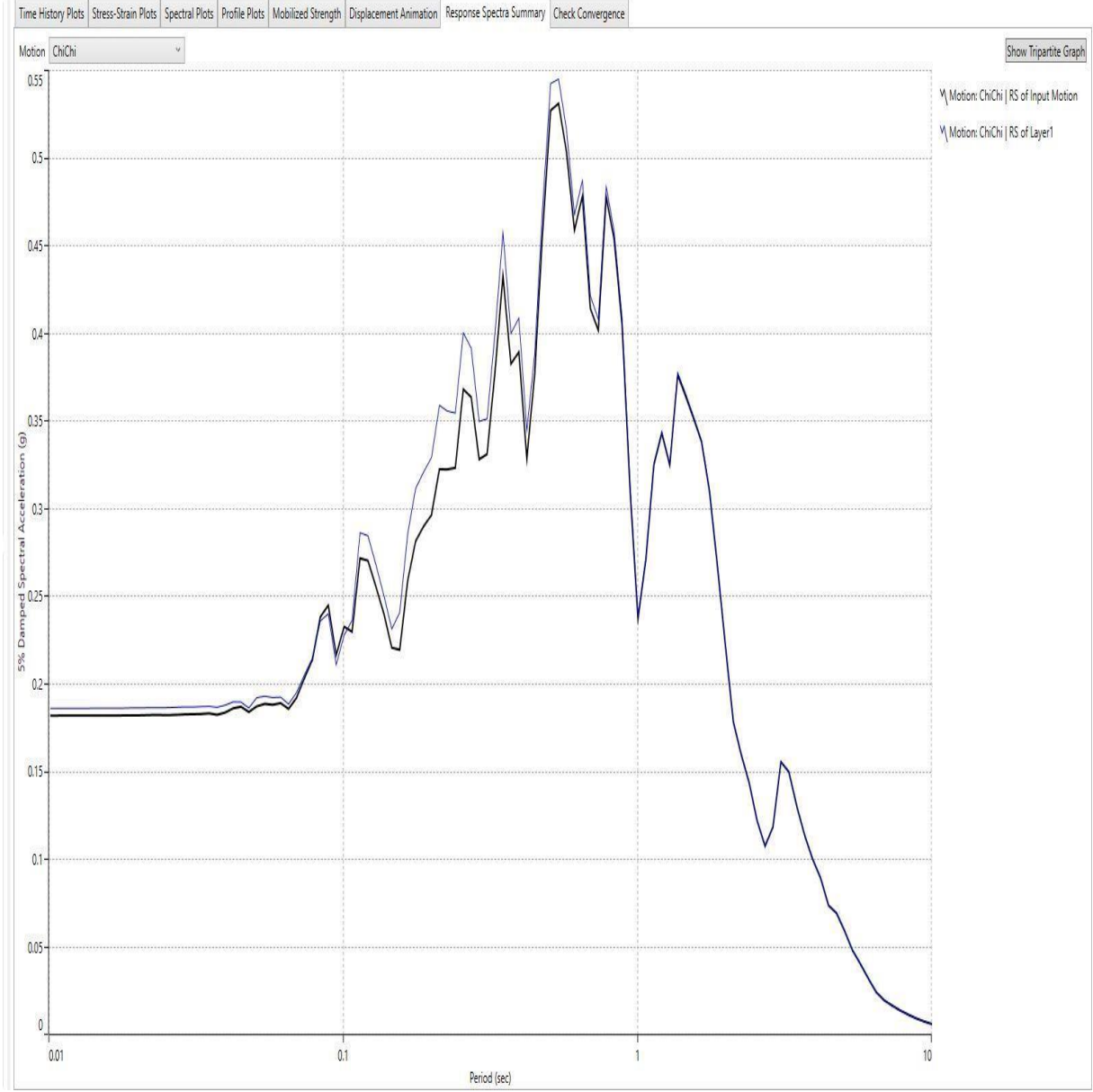
Şekil 4.86. Burgazada vs30=700 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 700 için Şekil 4.87’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.15g’nin üzerindedir.



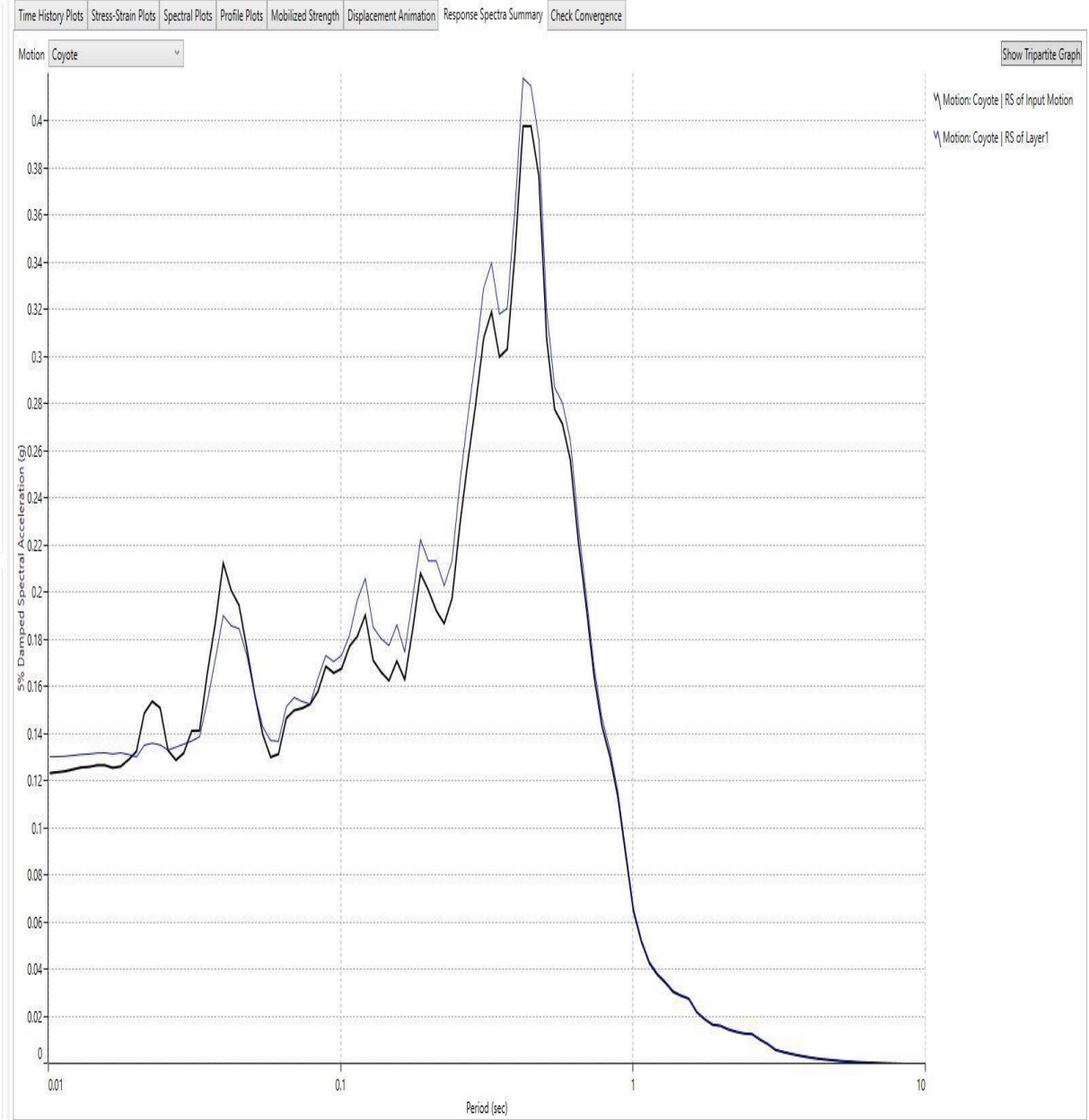
Şekil 4.87. Burgazada vs30=700 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 750 için Şekil 4.88’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de en büyük pikini yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.53g’nin üzerinde olabileceğidir.



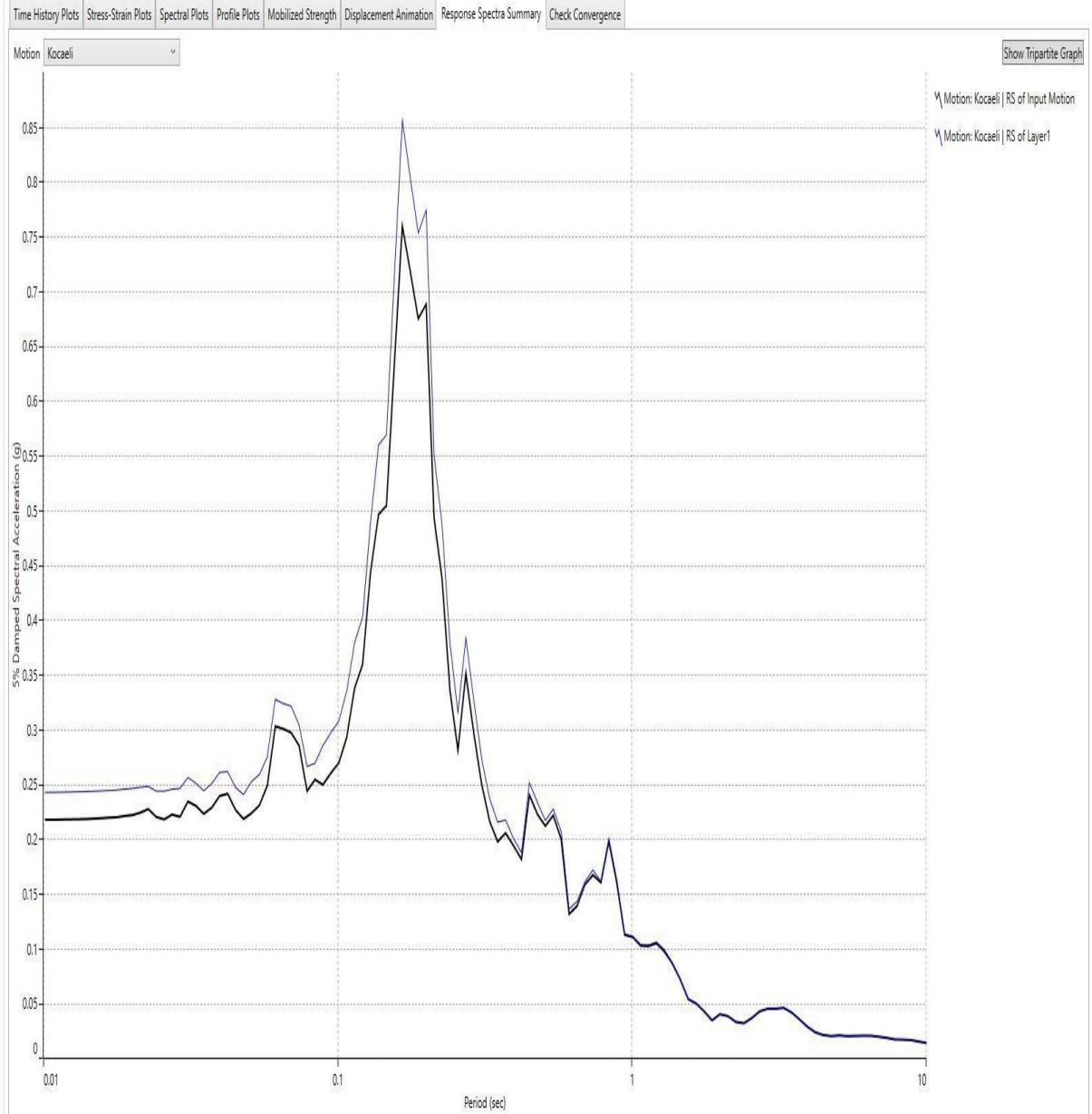
Şekil 4.88. Burgazada vs30=700 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 750 için Şekil 4.89’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.45g’nin üzerindedir.



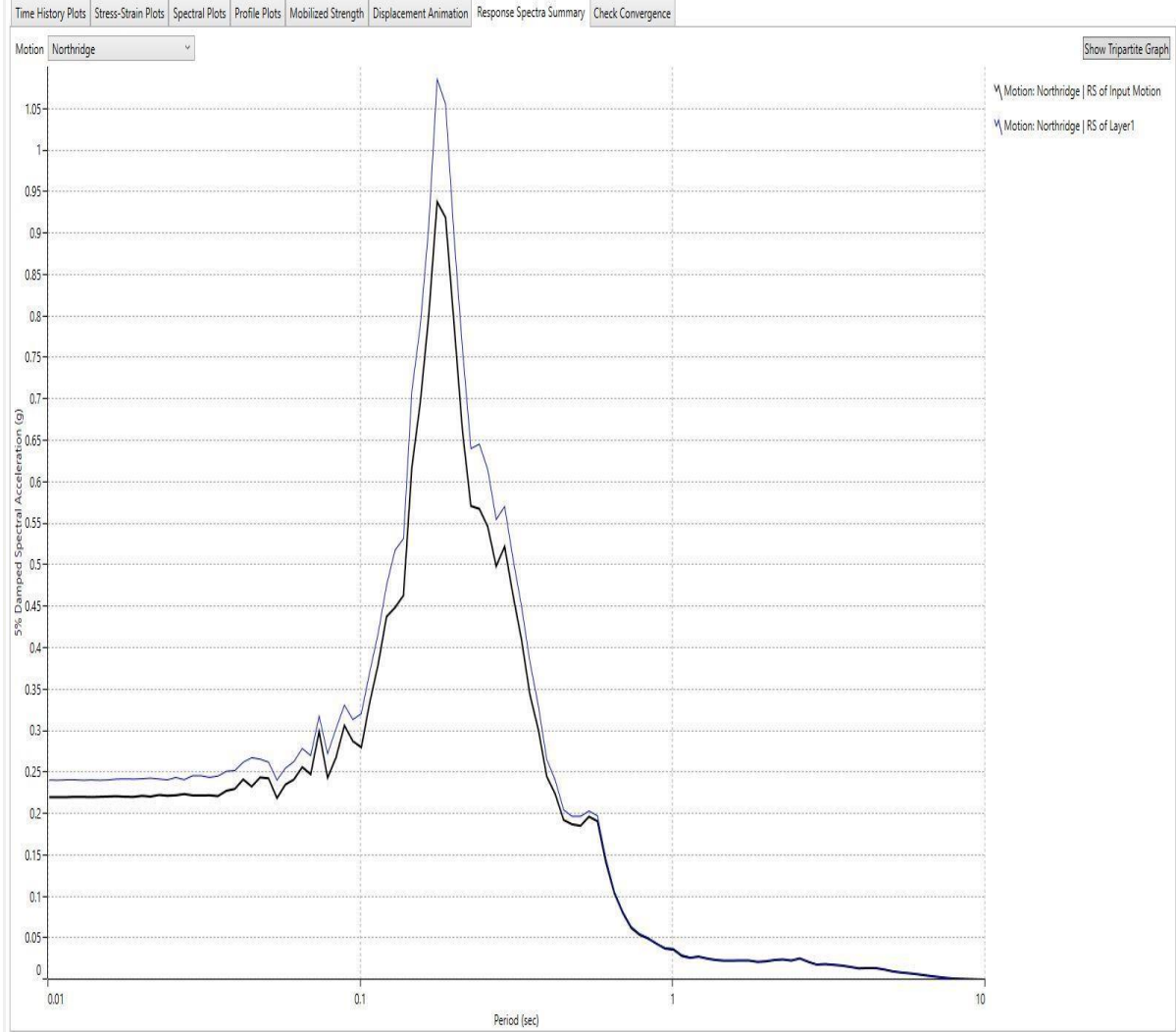
Şekil 4.89. Burgazada vs30=750 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 750 için Şekil 4.90'de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.85g'nin üzerindedir.



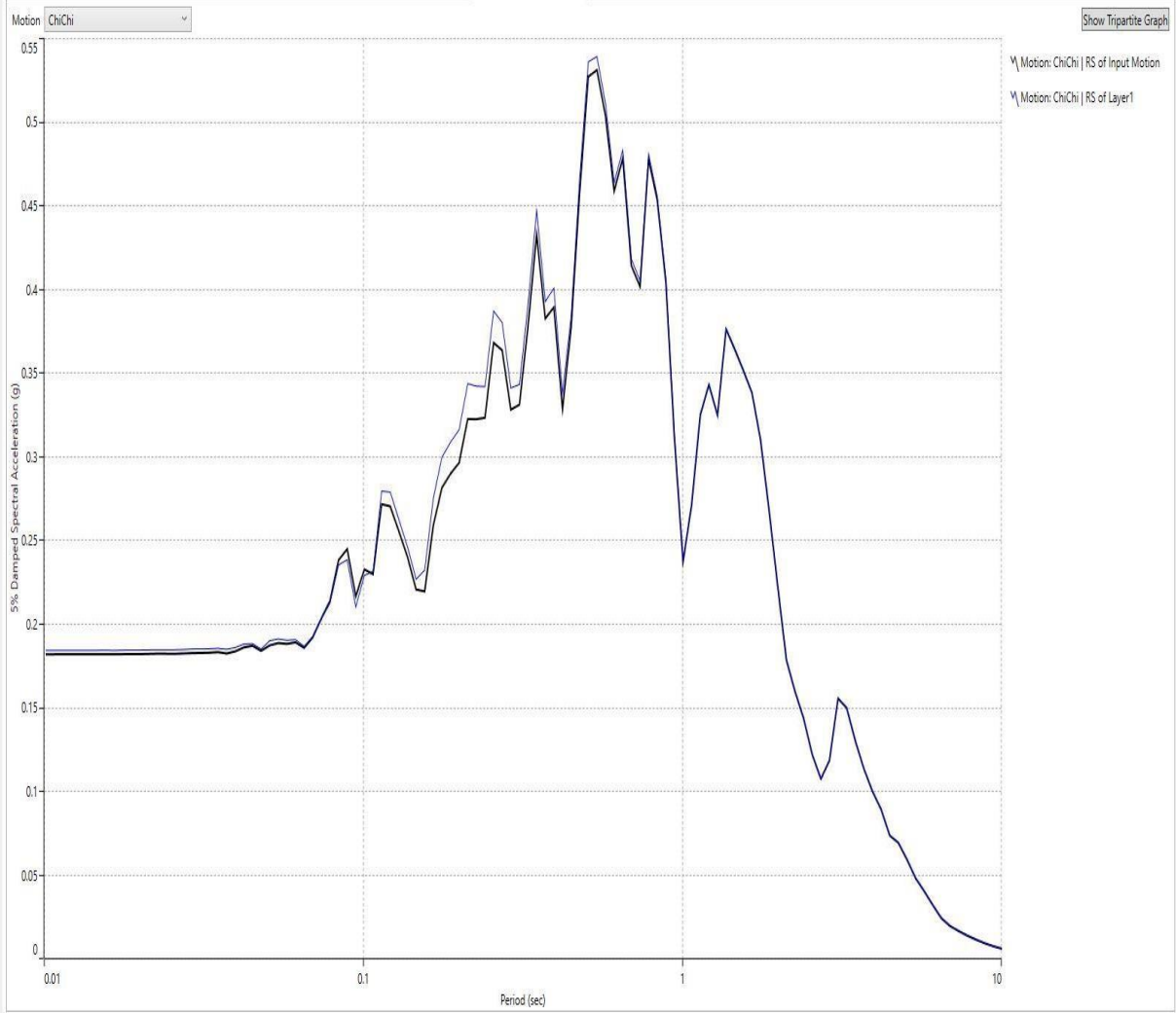
Şekil 4.90. Burgazada vs30=750 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 750 için Şekil 4.91’de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.05g’nin üzerindedir.



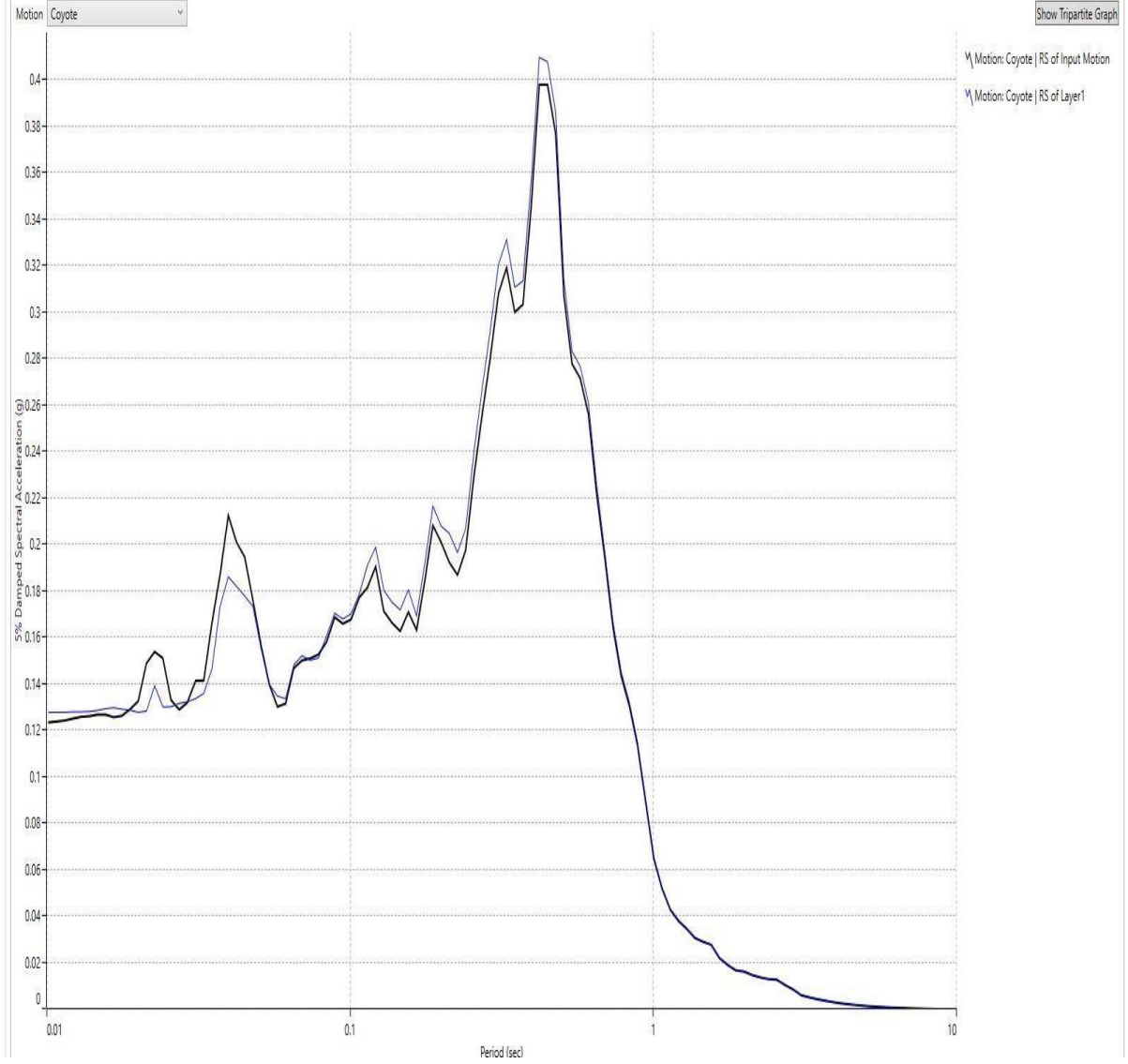
Şekil 4.91. Burgazada vs30=750 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 800 için Şekil 4.92’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de en büyük pikini yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.53g’nin üzerinde olabileceğidir.



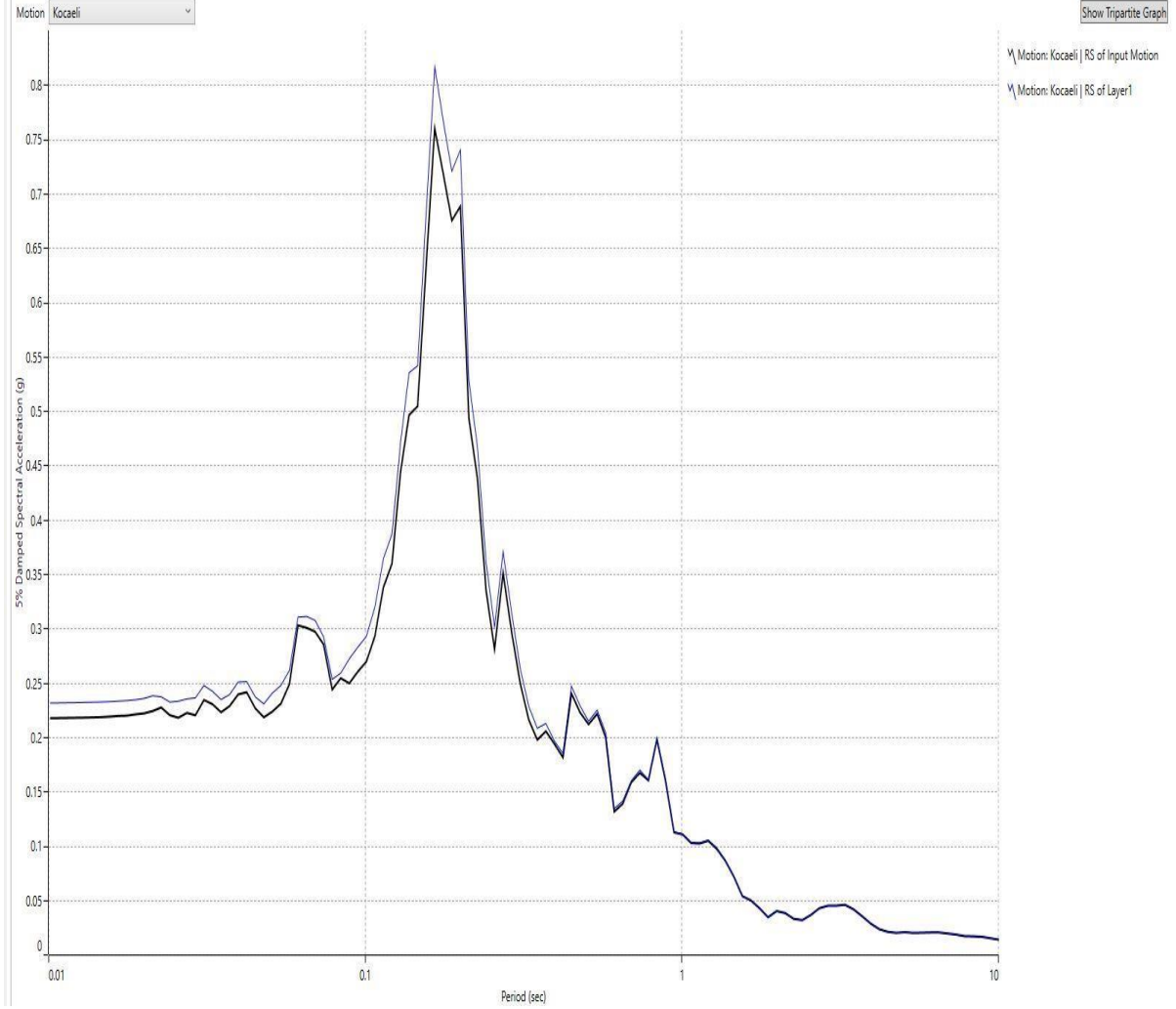
Şekil 4.93. Burgazada vs30=800 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 800 için Şekil 4.94’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.4g’nin üzerindedir.



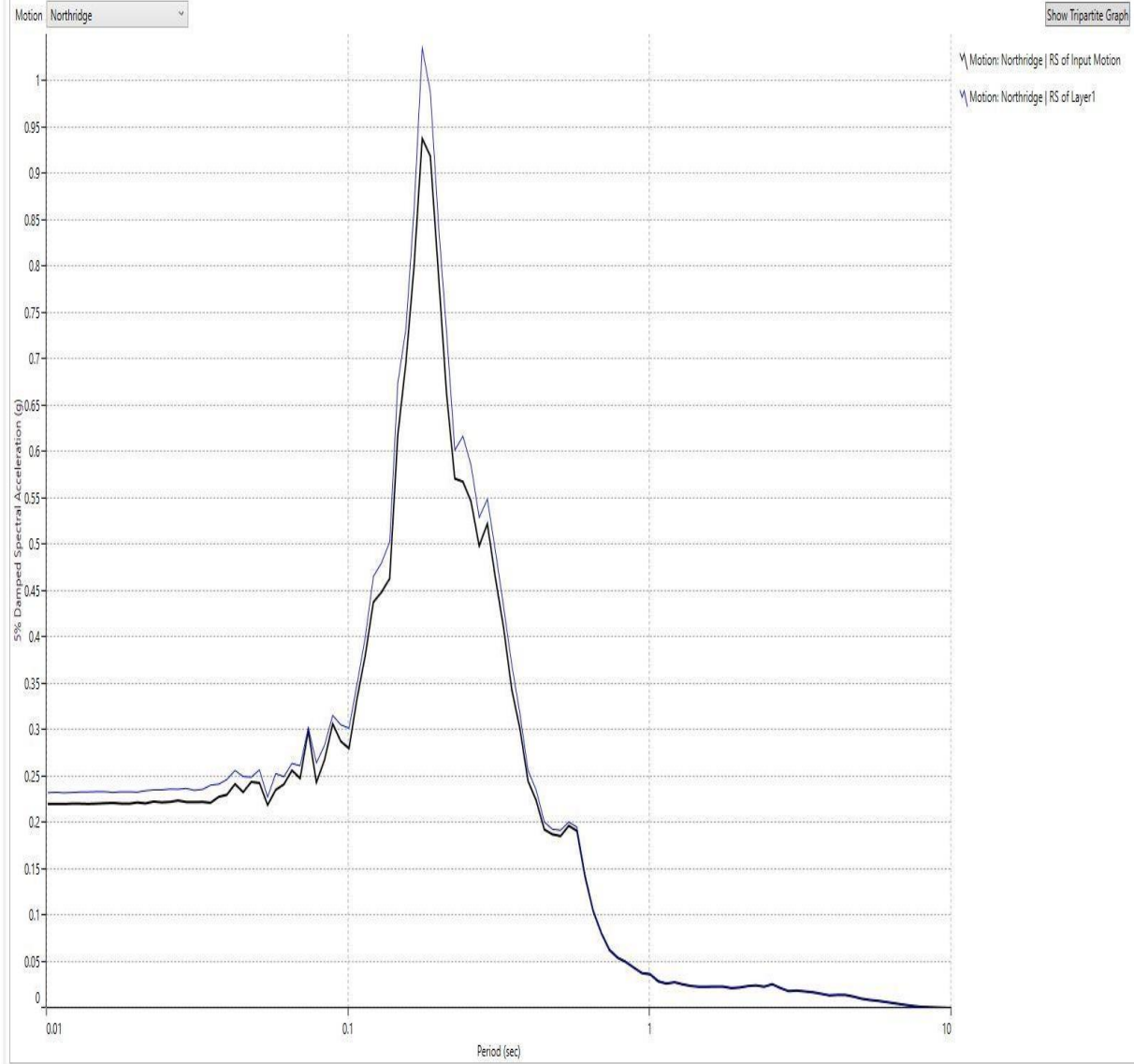
Şekil 4.94. Burgazada vs30=800 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 800 için Şekil 4.95’de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.8g’nin üzerindedir.



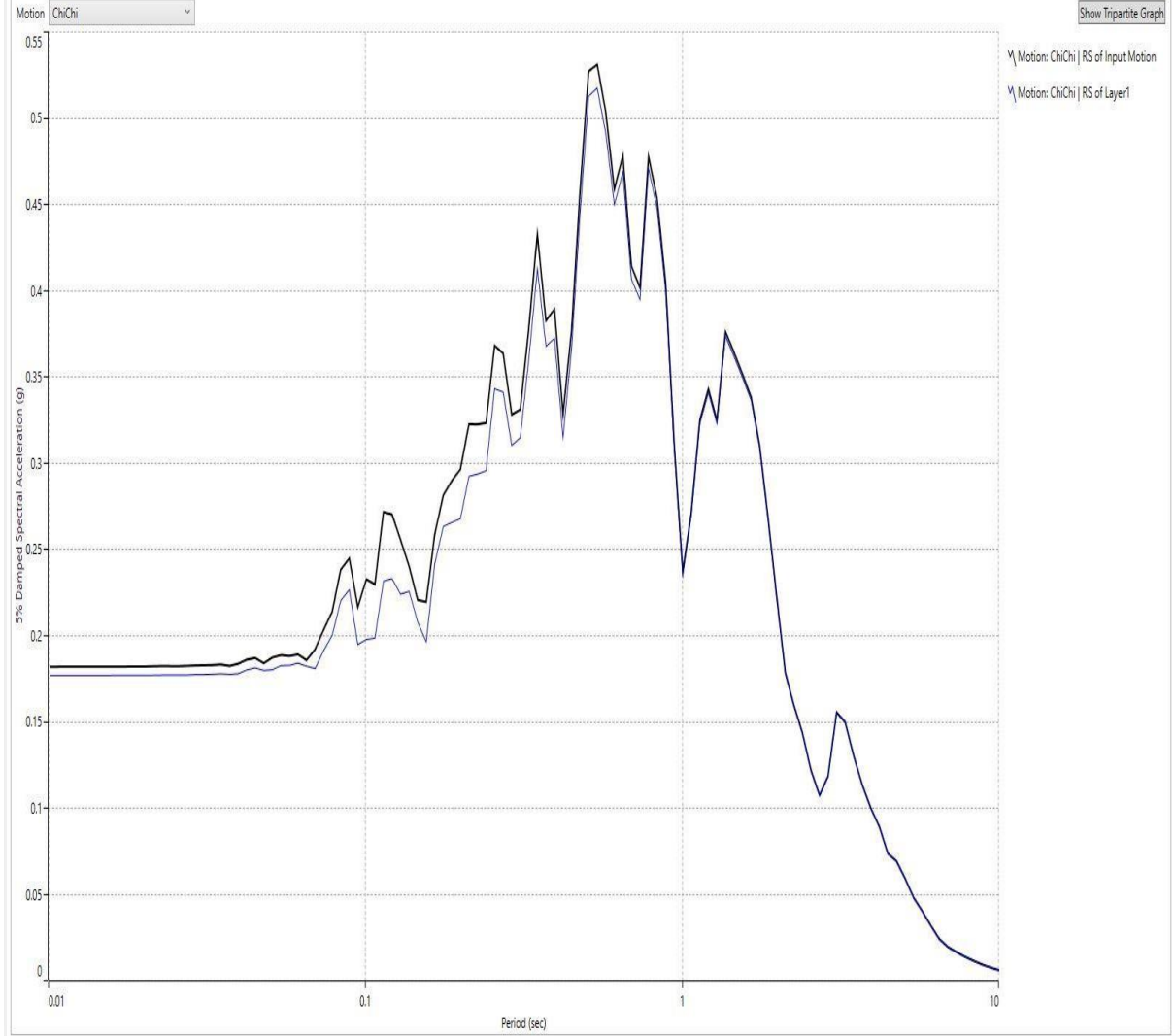
Şekil 4.95. Burgazada vs30=800 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 800 için Şekil 4.96'de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 1.2g'nin üzerindedir.



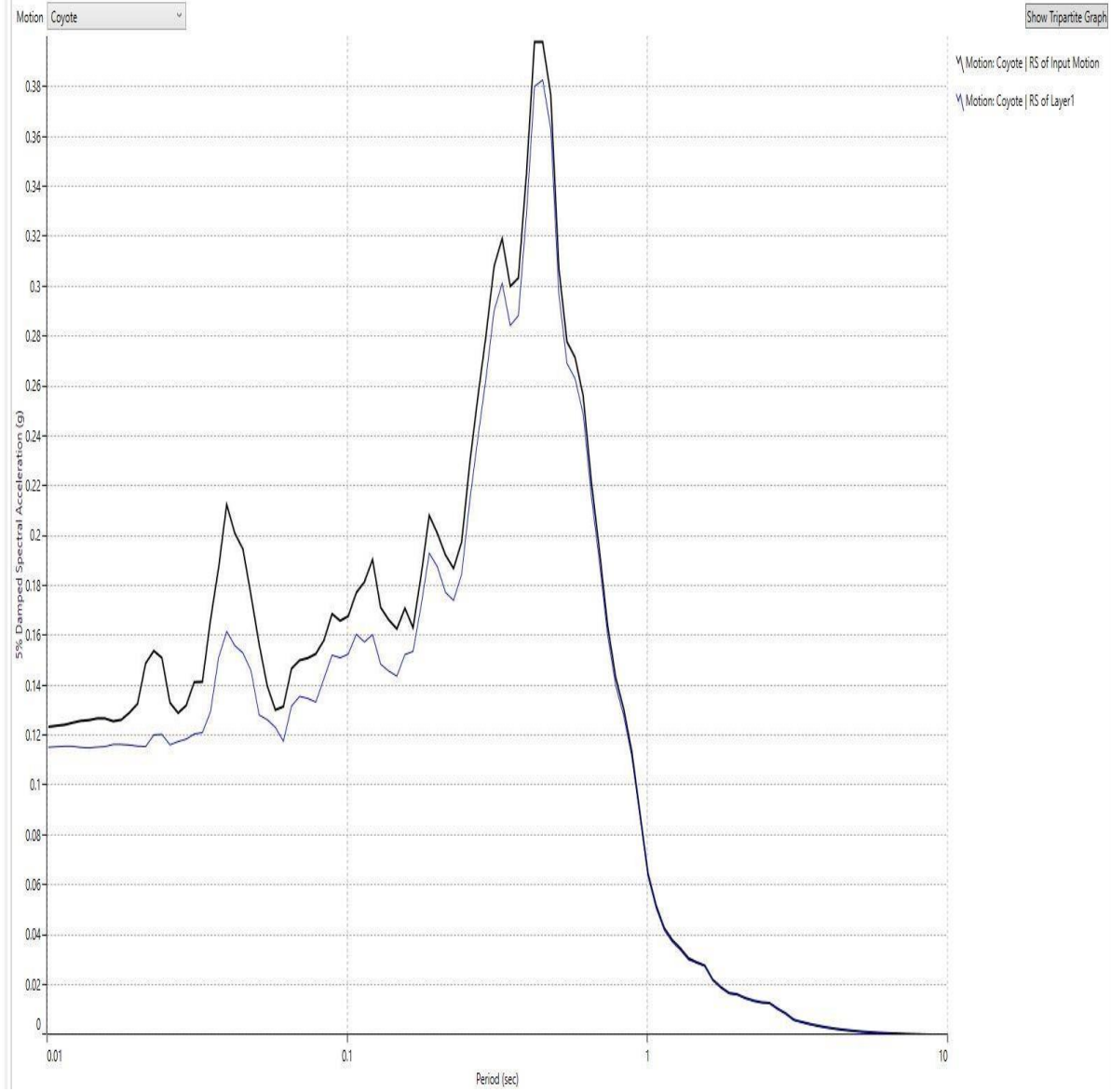
Şekil 4.96. Burgazada vs30=800 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1150 için Şekil 4.97’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de en büyük pikini yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.52g’nin üzerinde olabileceğidir.



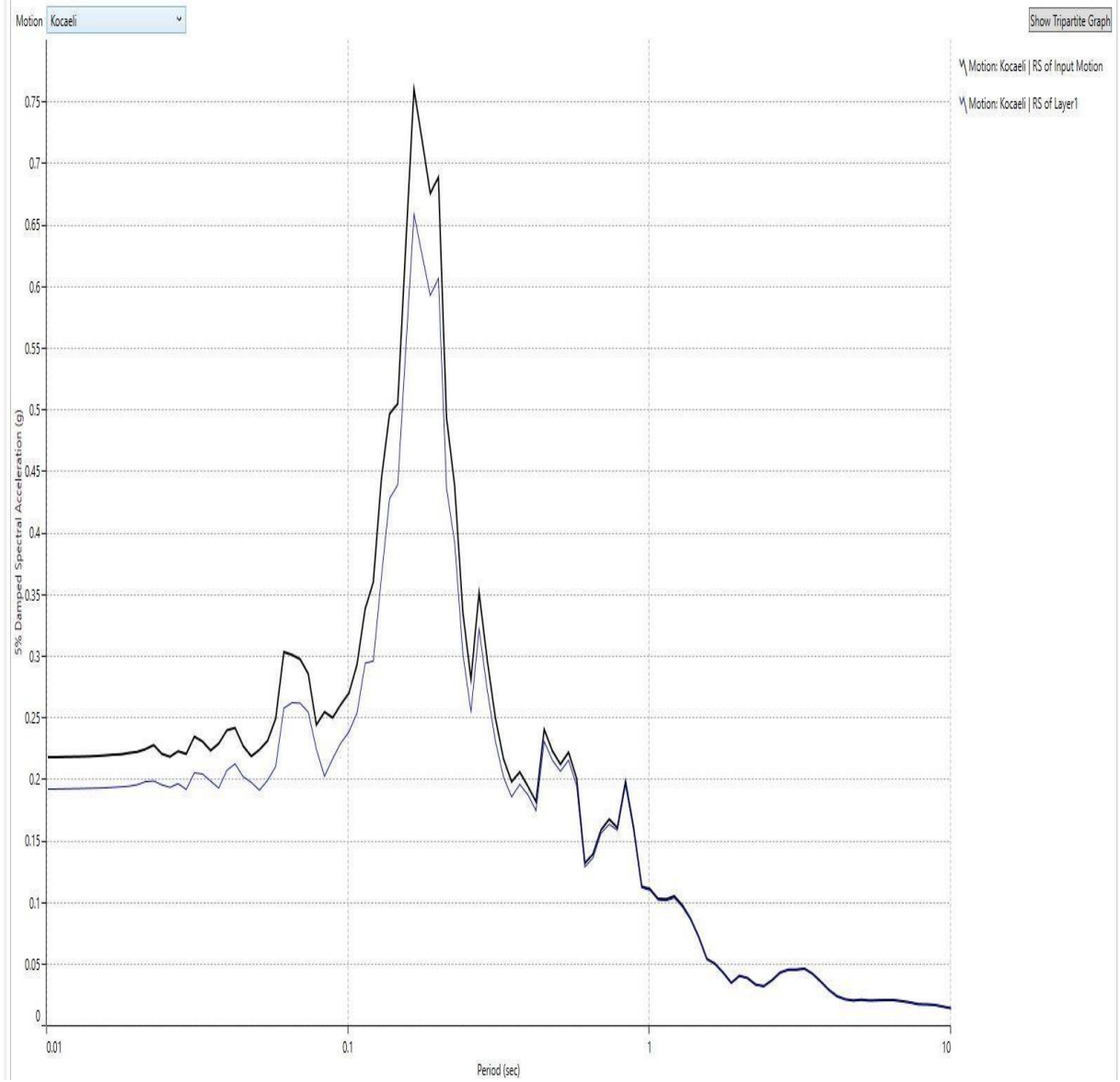
Şekil 4.97. Burgazada vs30=1150 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1150 için Şekil 4.98’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.38g’nin üzerindedir.



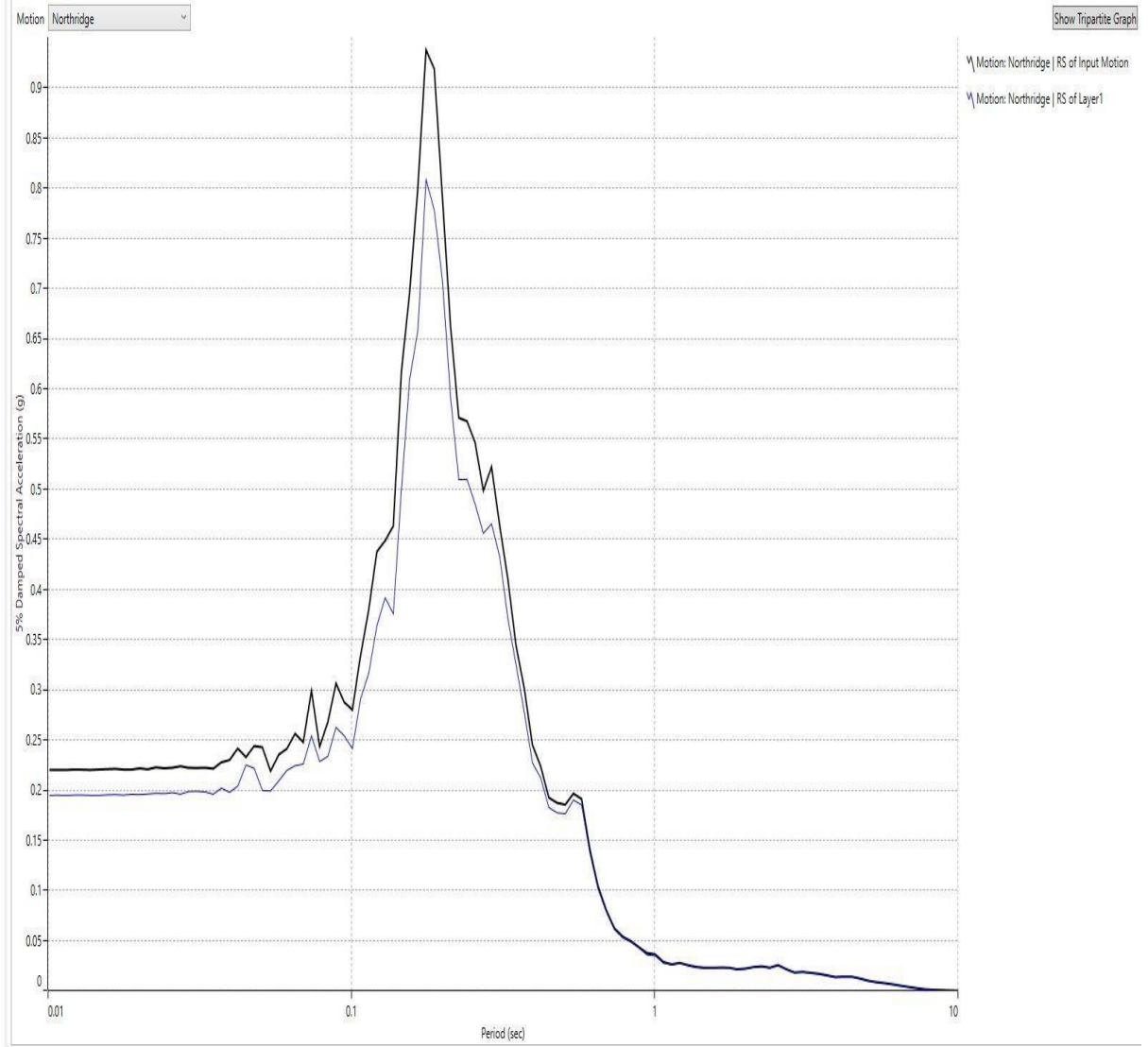
Şekil 4.98. Burgazada vs30=1150 m/s zemin hızı için Coyote depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1150 için Şekil 4.99'de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.2s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.65g'nin üzerindedir.



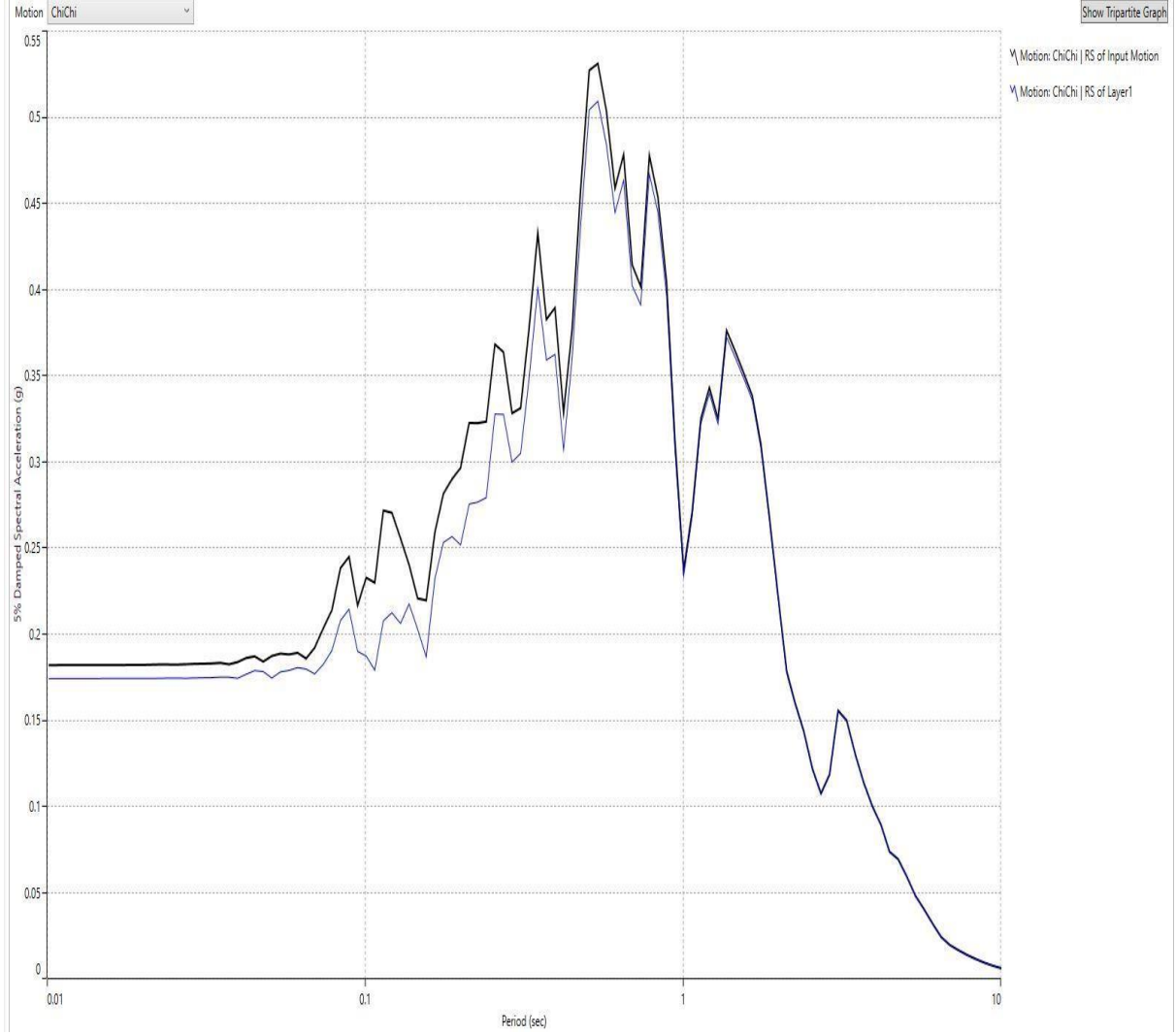
Şekil 4.99. Burgazada vs30=1150 m/s zemin hızı için Kocaeli depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1150 için Şekil 4.100'de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.8g'nin üzerindedir.



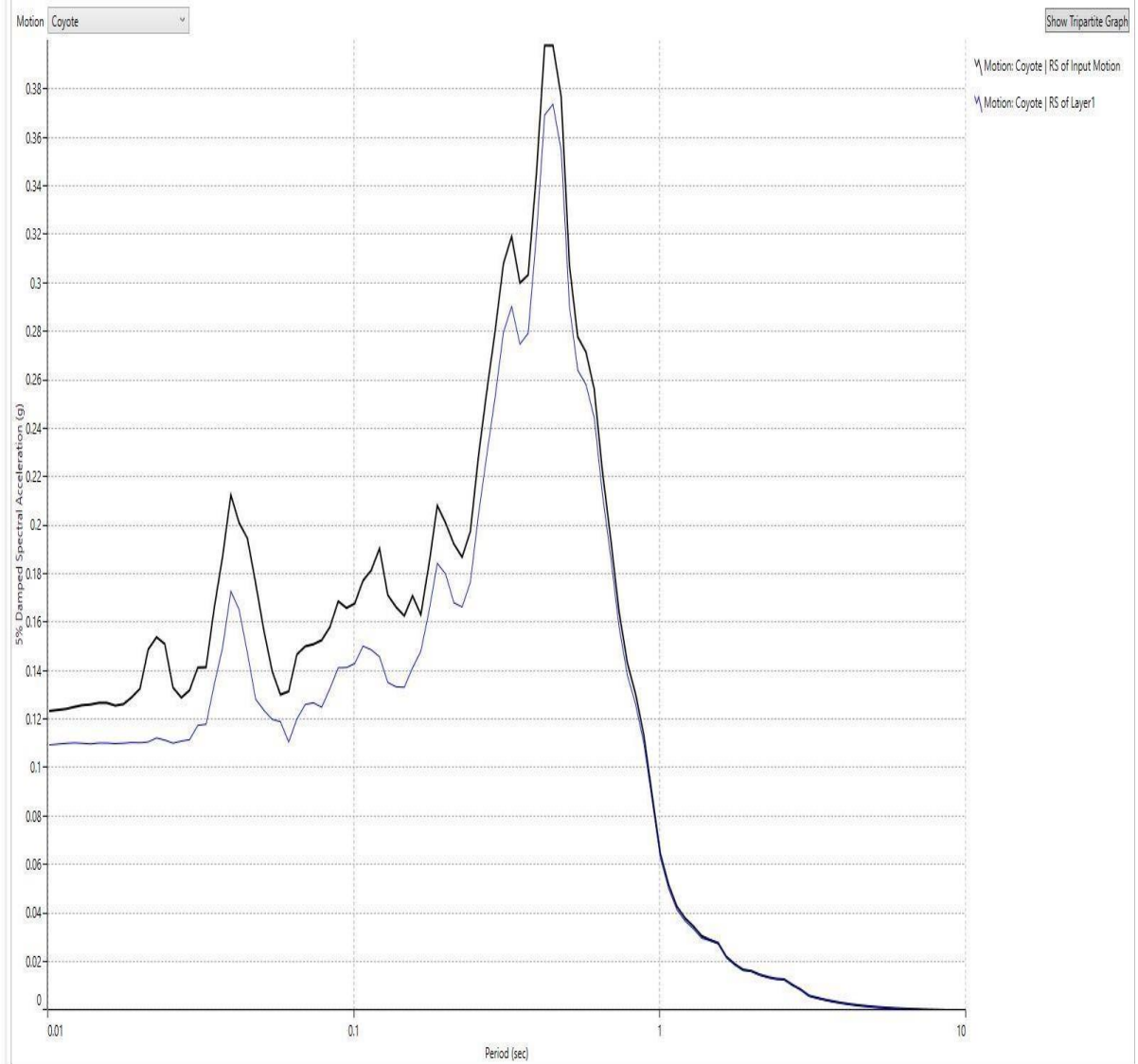
Şekil 4.100. Burgazada vs30=1150 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1500 için Şekil 4.101’de Burgazada ile Chichi depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de en büyük pikini yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Chichi depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.52g’nin üzerinde olabileceğidir.



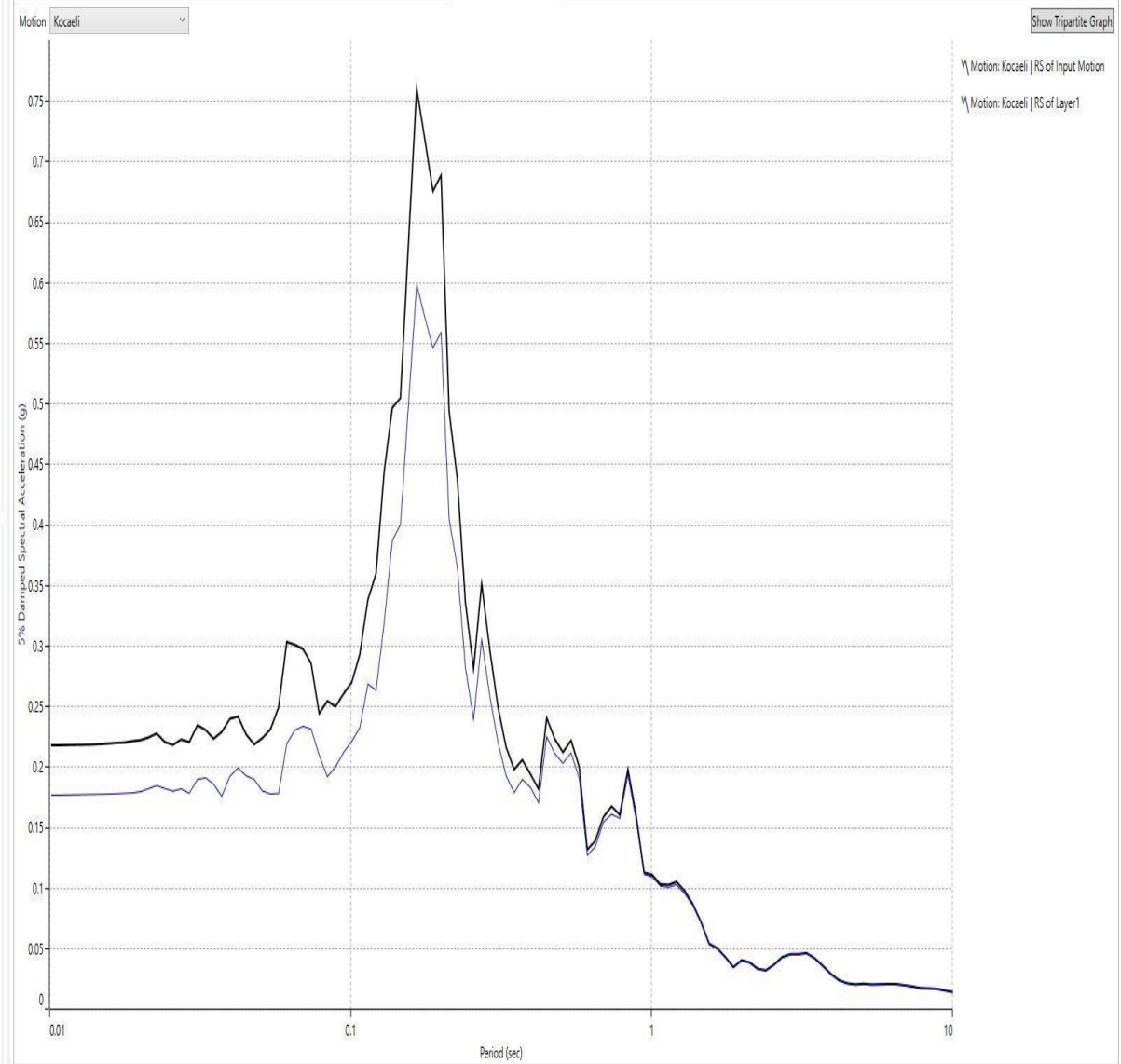
Şekil 4.101. Burgazada vs30=1500 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1500 için Şekil 4.102’de Burgazada ile Coyote depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.6s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Coyote depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.38g’nin üzerindedir.



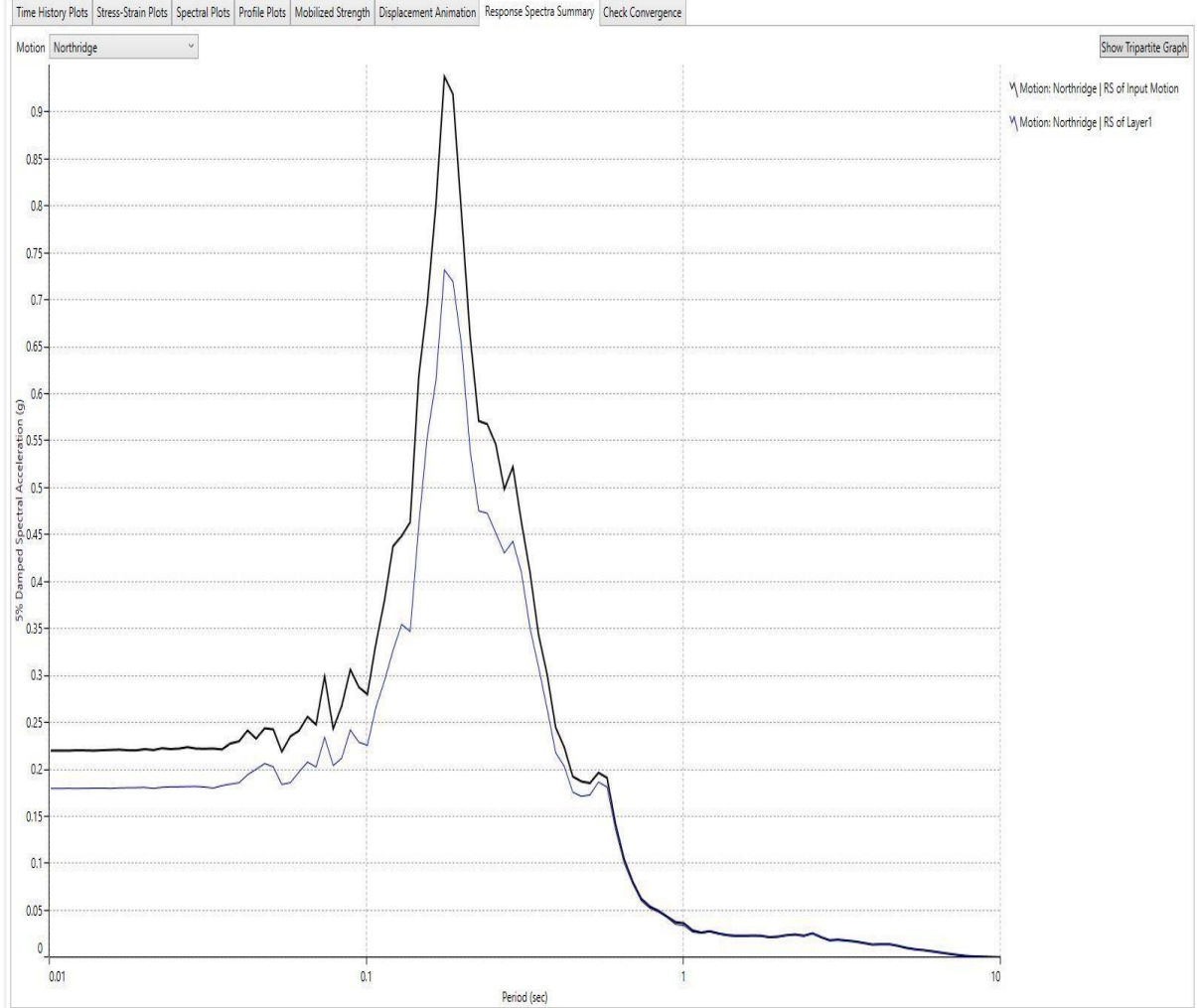
Şekil 4.102. Burgazada vs30=1500 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1500 için Şekil 4.103'de Burgazada ile Kocaeli depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş yer hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Kocaeli depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.6g'nin üzerindedir.



Şekil 4.103. Burgazada vs30=1500 m/s zemin hızı için Chichi depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

Vs30, 1500 için Şekil 4.104'de Burgazada ile Northridge depremi etkileşimi sonucu oluşan spektral ivme tepkisi Deepsoil yazılımı ile elde edilmiş çıktısı; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir. Şekilden de görülebileceği gibi 0.3s de pik yaptığı ve bu değer ivme olarak -eğer Northridge depremi benzeri bi deprem ülkemizde oluşması halinde- 0.72g'nin üzerindedir.



Şekil 4.104. Burgazada vs30=1500 m/s zemin hızı için Northridge depremi etkileşimi spektral ivme grafiği Deepsoil çıktısı ; mavi çizgi zemin davranışını siyah çizgi giriş hareketini gösterir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tez için seçilen Burgazada'da İBB'nin mikrobölgeleme amaçlı elde ettiği

kayma dalgası hız bilgisi kullanılmıştır (VS30 hızları). EERA programında bu kayma dalgası verileri kullanılarak 26.09.2019 da gerçekleşen Mw: 5.8 büyüklüğündeki Marmara depremi model deprem kullanılmış. 4 farklı istasyondan alınan Marmara depremi ivme verileri EERA programında kayma dalga hızları ile etkileşime sokularak zemin-deprem etkisi araştırılmıştır. Kayıtları kullanılan istasyonlar ; Burgaz adanın kuzey-batısındaki Silivri ve Marmara Ereğlisi istasyonu , Burgazada 'nın kuzey-doğusundaki Sultanbeyli istasyonu ve doğusundaki Darıca istasyonudur.

Ek olarak bu kayma dalgaları DEEPSOIL yazılımında dünya ölçeğindeki depremlerle (Chichi Depremi 1999 Mw 7.6, Coyote Depremi 1979 Mw 5.7, Kocaeli Depremi 1999 Mw 7.5 ve Northridge Depremi 1994 Mw 6.7).etkileşime sokularak spektral ivme grafikleri elde edilmiş ve incelenmiştir.

EERA programı ile elde edilen sonuçlar;

Silivri istasyonundan çıkan en belirgin sonuç vs30 için kayma hızının 300 m/sn olduğu zeminlerde 2.5hz frekansta 2.5 birim zemin büyütmesi görülmekte ve deprem verileriyle etkileşimi sonucu burada 0.3s de 0.4g ivme ile bir hareket yaratması beklenmekte olası spektral deplasman ise 7.s de 5.5cm görülmekte.

Marmara ereğlisi istasyonunda yine vs30 – 300 m/sn değerleri göze en çok çarpan değerlerdir ve büyütme olarak benzer özellikler görülmekte Silivri istasyonu ile ; 3hz frekansta büyütme 2.5 birim olarak görülmekte oluşan bir depremi 2.5 kat daha büyük yansıtabilir. Marmara ereğlisi ile etkileşim sonucu çıkan spektral ivme ise 0.7s de 0.7g silivri istasyonundaki ivmenin neredeyse iki katı fakat oluşan spektral deplasman 0.7s de 3.5cm'dir

Sultanbeyli istasyonundan görünen sonuç ise vs30 için kayma dalgasının 300m/sn seçildiği aralıkta büyütme 2hz frekansta 2.8 birim görülmekte, spektral ivme ise 0.2s de 0.6g spektral deplasman ise 8.sn de 4.5cm'dir.

Darıca istasyonunda ise aynı kayma dalgası hızı ile 3hz frekansta 2.7 birim büyütme görülmekte 0.7s de 0.9g ivme görülen en büyük ivme bu istasyondan alınan ivme olarak görülmekte 0.4s de ise 4.2cm bir spektral deplasman görülmektedir.

1999 Kocaeli Depremi verileri ile etkileşim sonuçları incelendiğinde vs30 için kayma hızının 300m/sn olduğu zeminlerde büyütme 2hz frekansta 2.5 birim büyütme görülmekte 0.09s de 0.45g bir ivme görülmekte ve 10s de 35cm spektral deplasman görülmektedir.

DEEPSOIL programı ile elde edilen sonuçlara bakınca;

Vs30 için 300 m/sn kayma dalgası hızlarında bölgeyi en çok etkileyen deprem Northridge olarak görülmekte depremin Burgazada etrafında olması durumunda ivmesinin 1.05g olacağını gösteriyor. Chichi , Coyote depremleri benzer bir tepki oluşturmakta ve 0.6s de 0.95g bir tepki yaratmakta Kocaeli depremi ise 0.3s de 0.85g lik bir tepki ivmesi yaratmaktadır.

Diğer taraftan zemin kayma hızları arttıkça tepki ivmesinin düşmesi beklenirken Northridge depreminde tersi görülmüş 600m/sn kayma dalgası hızında Northidge 0.3s de 1.3g tepki ivmesi yaratmakta. 1500 m/sn kayma dalgası hızında ise tepki ivmesi 0.72g ye kadar gerilemektedir.

Chichi depremine bakıldığında vs30 için 300 kayma dalgası hızında 0.95g tepki ivmesi gösterirken makaslama hızı 1500 m/sn iken bu tepki ivmesi 0.6s de 0.52g ye kadar düşmektedir.

Kocaeli depremi incelendiğinde 700m/sn kayma dalgası hızında 0.3s de 1.15g ivme görülmekte -ki bu Kocaeli depreminin gösterdiği en büyük tepki ivmesi- kayma dalgası hızı zemin için 1500 m/sn olan zeminlerde ise 0.3s de 0.6g olarak görülmektedir.

Son olarak Coyote depreminin spektral ivme grafikleri incelendiğinde vs30 için 300 m/sn kayma dalgası hızları için Chichi depremi ile benzer özellik gösteren Coyote depremi kayma hızının 1500 m/sn olduğu zeminlerde 0.38g lik bir tepki ivmesi göstermektedir.



Şekil 5.1. Vs30 hızlarına göre spektral ivme ve büyütme değerleri grafiği

KAYNAKLAR

Ansal, A., 2004, (Ed.); Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Bard, P. Y., 1998 Microtremor Measurements: A Tool For Site Effect Estimation?, Second International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion – ESG98- held in Yokohama, Japan, December 1-3)

Borcherdt, R.D., Wentworth, C.M., Janssen, A., Fumal, T., Gibbs, J., 1991, “Methodology for Predictive GIS Mapping of Special Study Zones for Strong Ground Shaking in the San Francisco Bay Region”, Proc. 4th Inter. Conf. On Seismic Zonation, (3):545-552.

Castro, G., 1975, Liquefaction and Cyclic mobility of saturated sands, Harvard Soil Mechanic Series, No:81, Cambridge, Massachusetts.

Finn, W.D.L., 1991. Geotechnical Engineering Aspect of Microzonation, Proc. Fourth Intern'l. Conf. On Seismic Zonation, Vol.1, pp. 199-259.

Hardin, B.O., Drnevich, V.P., 1972, Shear modulus and damping in soils, II design equations and curves, Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, 98, SM7, 667-692.

Geophysical Exploration for Engineering and Environmental

Investigations, 1998,

Technical Engineering and Design Guides as Adapted from the US Army Corps Of Engineers, No: 23, American Society of Civil Engineers Press.

ISSMFE, 1993, Manual for zonation on seismic geotechnical hazards, published by Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.

Ishihara, K., Yoshimine, M., 1992, Evaluation of settlements in sand deposits

following liquefaction during earthquakes, *Soils and Foundations*, Vol., 32, No:1, pp. 173-188.

Gutenberg, B., 1927, *Grundlagen der Erdbebenkunde*, Berlin.

Kramer, S.L., 1996, *Geotechnical Earthquake Engineering*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

Krinitzsky, E.L., Gold, J.P., Edinger, P.H., 1993, *Fundamentals of Earthquake Resistant Construction*, John Wiley and Sons, 299p.

McDowel, P.W., Barker, R.D., Butcher, A.P., Culshaw, M.G., Jackson, P.D., MacConon, M., Skip, B.O., Mathiews, S.L., Arthur, J.C.R., 2002, *Geophysics in Engineering Investigations*, CIRIA Pub., England.

Majumdar, D. K., 1971, *Stability of Soil Slopes Under Horizontal Earthquake Force*, Technical Note, *Geotechnique*, Great Britain, Vol. 21, No. 1, pp. 84-89

Mallet, R., 1862, *Great Neapolitan earthquake of 1857*, London, 2 Vols.

Nakamura, Y., 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface*, Quarterly Reports of the Railway Technical Research Institute Tokyo, 30. pp. 25-33
Nazarian S., 1984, "In situ determination of elastic moduli of soil deposits and pavement systems by Spectral-Analysis-of-Surface waves method", PhD Diss., Un. of Texas at Austin

Nazarian S., Stokoe II K.H., 1984, "In situ shear wave velocities from spectral analysis of surface waves", Proc. 8th Conf. on Earthquake Eng. – S.Francisco, vol. 3, Prentice-Hall, pp. 31-38

Nazarian; S., Diehl, J., 2000, *Use of Geophysical Methods in Construction*, ASCE Publications, USA.

Özçep, F., 2010, *Zemin Dinamiği, Kurs Notları*, TMMOB Jeofizik

Mühendisleri Odası, Ankara.

Ozcep, F., 2019, Zeminlerin Geoteknik ve Jeofizik Analizi, Nobel

Yayın, 672 sayfa, İkinci Baskı, ISBN No: 978-605-033-010-6, Ankara. Park,

C.B., Miller, R.D., and Xia, J., 1999, Multichannel analysis of surface waves (MASW); Geophysics, 64, 800-808

Richards, R., Elms, D.G., Budhu, M., 1993, Seismic bearing capacity and settlements of foundations, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, Vol.

119, no: 4, pp.662-674. Reid, H.F., 1910, The California earthquake of April 18, 1906, Publication 87, Carnegie Institute of Washington, D.C.

Okada, H., 2003, Microtremor Survey Method; Society of Exploration Geophysics, USA.

Seed, H. B., Idriss, I.M., 1971, Simplified procedure for evaluating soil Liquefaction potential , Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol.97, pp.1249-1273.

Sharma, P.V., 1997, Engineering and Environmental Geophysics, Cambridge Univ. Pres.

Siyahi, B. ve Ansal, A., 1993, in Manual For Zonation On Seismic Geotechnical Hazards, Published By Japanese Society Of Soil Mechanics And Foundation Engineering.

Stokoe, K.H. Hoar, R.J., 1978; Generation and measurement of shear waves in situ dynamic geotechnical testing, ASTM STP 654, ASTM, 3-39.

Stokoe, K.H., Roeset, J.M., Bierschwalle, J.G., Aouad, M., 1988, Liquefaction potential of sands from shear wave velocity, Proceedings, 9 nd World Conference on Earthquake, Vol.13 pp213-218.

Tokimatsu, K., Seed, H.B., 1984, Simplified procedures for the evaluation of

settlements in sands due earthquake shaking , report no. UBB/EERC-84/16,
 Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley.

Xia J., Miller, R.D., and Park, C.B., 1999, Estimation of near- surface velocity
 by inversion of Rayleigh waves: *Geophysics*, v. 64, p. 691-700.

Ward, S.H., 1990, *Geotechnical and Environmental Geophysics*, Vol I-II-III,
 SEG Pub.,USA.

Wood, H.O., 1908, Distrubution of apparent intensity in San Fransisco, in the
 California earthquake of April 18, 1906, "Report of State Earthquake
 Investigations Commison, Carnegie Institute of Washington, D.C., Vol.1
 pp.220-245.

Bendat, J. S., and A. G. Piersol, (1986) *Random Data, Analysis and Measurement
 Procedures*, John Wiley & Sons, New York, pp. 334-383.

Cooley, J. W. and Tukey, J. W. (1965) "An Algorithm for the Machine
 Calculations of Complex Fourier Series," *Mathematics of Computation*, Vol. 19,
 No. 90, pp. 297-301.

Hardin, B. O. and Drnevich, V. P. (1972) "Shear Modulus and Damping in
 Soils: I. Measurement and Parameter Effects, " *Journal of Soil Mechanics and
 Foundation Division*,
 ASCE, Vol. 98, No. 6, pp. 603-624.

Hardin, B. O. and Drnevich, V. P. (1972) "Shear Modulus and Damping in
 Soils: II. Design Equations and Curves," *Journal of Soil Mechanics and
 Foundation Division*, ASCE, Vol. 98, No. 7, pp. 667-691.

Idriss, I. M. (1990) "Response of Soft Soil Sites during Earthquakes",
Proceedings, Memorial Symposium to honor Professor Harry Bolton Seed,
 Berkeley, California, Vol. II, May.

Idriss, I. M. and Seed, H. B. (1968) "Seismic Response of Horizontal Soil

Layers," *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, Vol. 94, No. 4, pp.1003-1031. 7. **Idriss, I. M. and Sun, J. I.** (1992) "User's Manual for SHAKE91," *Center for Geotechnical Modeling, Department of Civil Engineering*, University of California, Davis.

IMSL (1998). Math Library, Chapter 6: Transforms, documentation available from Visual Numerics, Houston, Texas, pp. 772-777.

Kanai, K. (1951) "Relation Between the Nature of Surface Layer and the Amplitude of Earthquake Motions," *Bulletin*, Tokyo Earthquake Research Institute.

Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, pp. 254-280.

Lysmer, J., Seed, H. B. and Schnabel, P. B. (1971) "Influence of Base-Rock Characteristics on Ground Response," *Bulletin of the Seismological Society of America*, Vol. 61, No. 5, pp. 1213-1232.

Matthiesen, R. B., Duke, C. M., Leeds, D. J. and Fraser, J. C. (1964) "Site Characteristics of Southern California Strong-Motion Earthquake Stations, Part Two," Report No. 64-15. Department of Engineering, University of California, Los Angeles. August.

Meirovitch, L., (1967) "Analytical Methods in Vibrations," The MacMillan Company, NY, pp. 400-401.

Roesset, J. M. and Whitman, R. V. (1969) "Theoretical Background for Amplification Studies," Research Report No. R69-15, Soils Publications No. 231, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.

Schnabel, P. B., Lysmer, J., and Seed, H. B. (1972) "SHAKE: A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites",

*Report No. UCB/EERC-72/12, Earthquake Engineering Research Center,
University of California, Berkeley, December, 102p.*

Seed, H. B. and Idriss, I. M. (1970) "Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analysis", Report No. UCB/EERC-70/10, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, December, 48p.

Seed, H. B., Wong, R. T., Idriss, I. M. and Tokimatsu, K. (1986) "Moduli and Damping factors for Dynamic Analyses of Cohesionless Soils," *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 11 2, No. GTI 1, November, pp.1016-1032.*

Sugito, M. (1995) "Frequency-dependent equivalent strain for equi-linearized technique," *Proceedings of the First International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Vol. 1, A. A. Balkema, Rotterdam, the Netherlands, pp. 655-660.*

Sun, J. I., Golesorkhi, R. and Seed, H. B. (1988) "Dynamic Moduli and Damping Ratios for Cohesive Soils," *Report No. UCB/EERC-88/15, Earthquake Engineering Research Center,
University of California, Berkeley, 42p.*

Tsai, N. C., and G. W. Housner, 1970, "Calculation of Surface Motions of a Layered Half Space," *Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 60, No. 5, pp. 1625-1651.*

Vucetic, M. and Dobry, R. (1991) "Effect of Soil Plasticity on Cyclic Response," *Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol. 111, No. 1, January, pp. 89-107.*

EKLER

EERA KULLANIM

IEERA komutları

EERA açılır menüsünde 7 komut vardır.

1. Deprem Verilerini İşle - Deprem giriş hareketini oku ve işle (çalışma sayfasında Deprem girdi / çıktı)

2. Uyumlu Deformasyon Hesapla - Profili okuyun, gerilme-deformasyon eğrileri ve ana yinelemeli hesaplamayı yapın (çalışma sayfası yinelemesinde girdi / çıktı)

3. Çıktıyı Hesapla

· Hızlanma / Hız / Yer değiştirme - Zaman geçmişini hesapla

seçilen tepede ivme, bağıl hız ve yer değiştirme

alt katmanlar (Hızlandırma çalışma sayfasındaki girdi / çıktı ...)

· Gerilme / Deformasyon (Stress-Strain) - Seçilen alt katmanların ortasındaki gerginliği ve deformasyonu hesaplayın (çalışma sayfalarındaki giriş / çıkış ...)

· Amplifikasyon - İki alt katman arasındaki amplifikasyon faktörlerini hesaplayın (çalışma sayfalarındaki giriş / çıkış Ampli ...)

· Fourier Spektrumu - Fourier genlik spektrumunu hesaplayın

Seçilen alt katmanın tepesindeki ivme. (çalışma sayfasındaki giriş / çıkış Fourier ...)

· Tepki Spektrumu - Tepedeki tüm tepki spektrumlarını hesaplayın.

seçili alt katmanları (çalışma sayfasında Spectra ... giriş / çıkış)

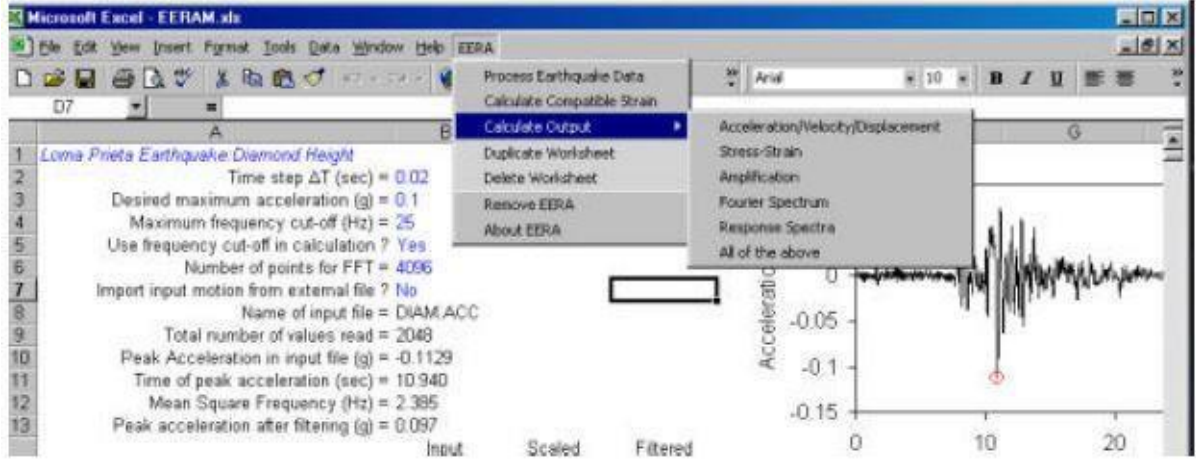
· Yukarıdakilerin tümü - Tüm çıktıları hesapla

4. Çoğaltılmış Çalışma Sayfası - Yeni gerilme-deformasyon eğrileri tanımlamak ve yeni çıktı eklemek için seçilen çalışma sayfasını çoğaltın (örneğin, birkaç alt katman için yanıt spektrumları)

5. Çalışma Sayfasını Sil - Gereksiz çalışma sayfasını silin (bazı çalışma sayfaları olamaz silindi)

6.EERAYı sil

7.EERA hakkında



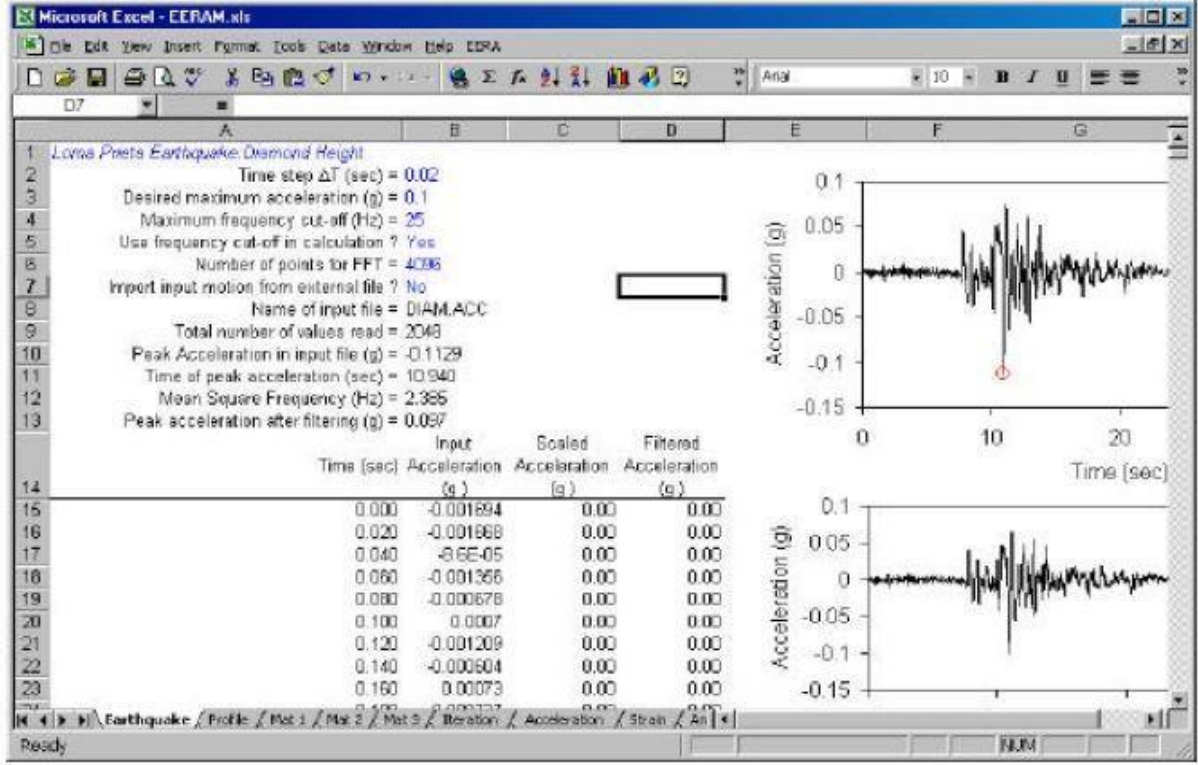
Ek 1: EERA açılır menüsü

EERA komutları aşağıdaki sırayla kullanılmalıdır:

1. Süreç Deprem Verileri
2. Uyumlu Gerilme Hesapla
3. Çıktıyı Hesapla
- 4 EERA çalışma sayfaları

- **Deprem verileri**

Ek 2'de gösterildiği gibi, Deprem Çalışma Sayfası, deprem giriş hareketini tanımlamak için kullanılır. Altı gerekli giriş ve bir isteğe bağlı giriş vardır. Tüm girişler mavi karakterlerdedir.



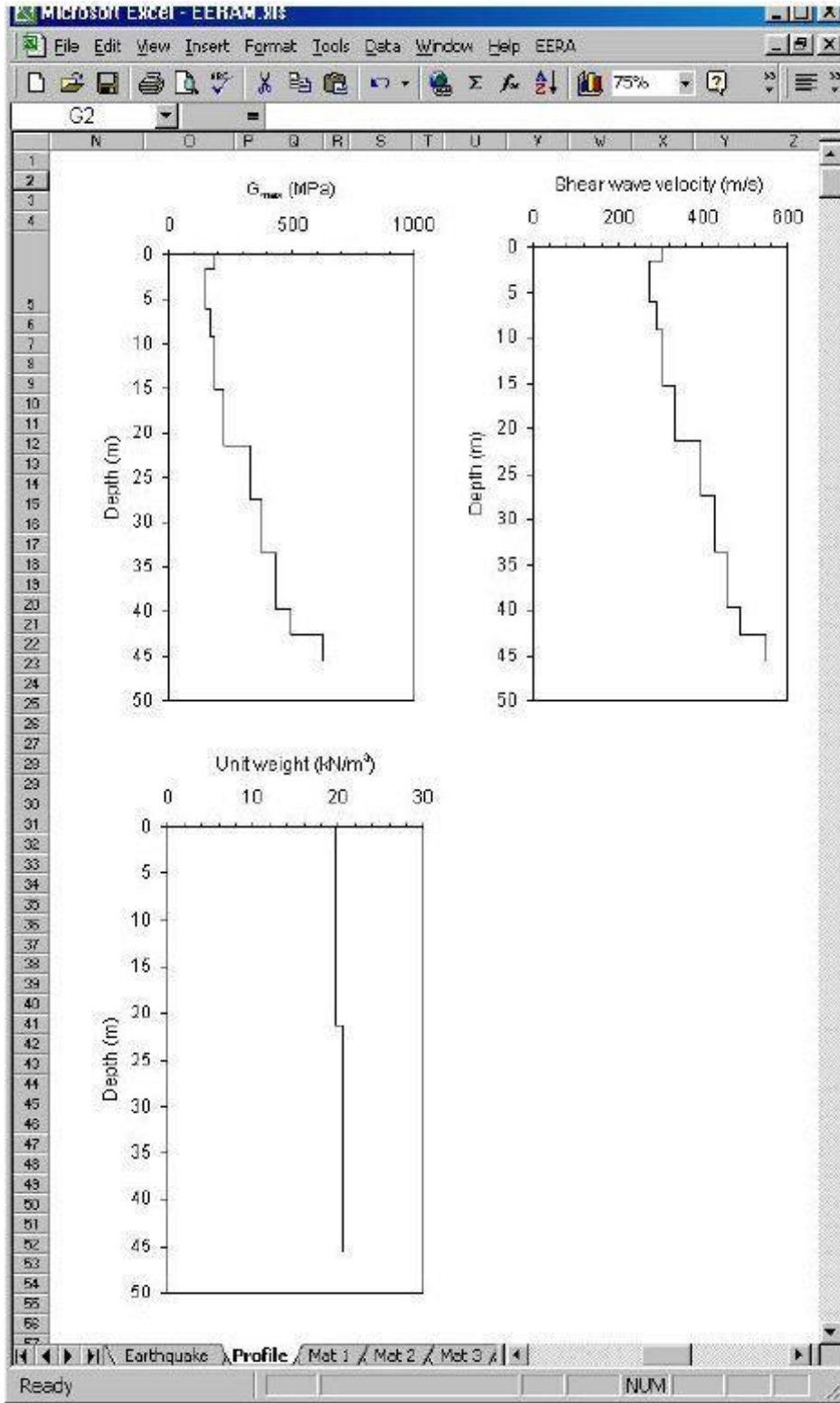
Ek 2. EERA'da Deprem verisi görüntüsü

- A1 hücresi: deprem adı isteğe bağlıdır.
- B2 hücresi: DT zaman aralığı, giriş yer hareketi zaman geçmişinin eşit aralıklarla yerleştirilmiş veri noktaları arasındaki zaman aralığıdır.
- B3 hücresi: İstenen maksimum frekans, giriş ivmesinin tepe genliğini ölçeklendirmek için kullanılır.
- B4 hücresi: Maksimum frekans kesme f_{max} 'ı, yüksek frekansları giriş hızlanmasından filtrelemek için kullanılır.
- B5 hücresi: frekans kesme f_{max} , giriş hızlandırma kayıtlarındaki yüksek frekansları elimine etmek için kullanılabilir. Tüm hesaplamalar 0 ile f_{max} arasındaki frekanslar için yapılacaktır. Bu seçenek Denklem'deki taşma hesaplama hatalarının üstesinden gelmek için kullanışlıdır. 34 genellikle çok yüksek frekanslara neden olur.
- B6 hücresi: FFT hesaplamasındaki veri noktalarının m sayısı tanımlanabilir. m genellikle giriş hızlanma zamanı geçmişindeki veri noktalarının n sayısından daha büyük olacak şekilde seçilir. Bu durumda, giriş kaydı , n uzunluğu için bir kayıt üretmek üzere sıfır ile doldurulur.
- B7 hücresi: Giriş ivmesi harici bir veri dosyasından okunabilir. EERA, harici veri dosyalarından birçok deprem veri formatını okuyabilir. Bu durumda, Hücre B5'te Evet'i seçin

- **Zemin profili**

Ek 3'te gösterildiği gibi, Profil Çalışma Sayfası, zemin profilinin geometrisini ve özelliklerini tanımlamak için kullanılır. Tüm giriş verileri mavi hücrelerde dir. Giriş verileri, Şekil 4'te gösterildiği gibi grafik olarak kontrol edilebilir.

- A1 hücresi: zemin profili isteğe bağlı olarak adlandırılır.
- C6 sütunu: her katman için zemin tipi sayısı belirtilir. Her zemin türü i Mat i olarak adlandırılan ayrı bir çalışma sayfasında tanımlanmaktadır.
- Sütun D6-: Her katman birkaç alt katmana bölünebilir. Bu özellik hesaplamaların doğruluğunu artırır.
- Sütun E6-: Her katmanın kalınlığı belirtilir.
- F6 sütunu-: Makaslama modülünün küçük gerilme değerleri, F5 hücresinde belirtilen üniteye girilir. Bu sütun boş bırakılırsa, kesme dalgası hızı sütun I6- 'ya girilmelidir
- Sütun G6-: Kritik sönümün ilk değeri sadece bu sıradaki malzeme sayısı sifıra eşit olduğunda gereklidir (yani, gerilme-deformasyon eğrisi tanımlanmadı).
- Sütun H6-: Toplam birim ağırlık, Hücre H5'te belirtilen fiziksel üniteye girilir.
- Sütun I6-: Kayma dalgası hızı, Hücre I5'te belirtilen fiziksel birime girilir. Bu sütun boş bırakılırsa, maksimum kesme modülü F6 - sütununa girilmelidir.
- J6 sütunu-: Deprem hareketinin yeri ve türü bu sütunda sadece bir kez belirtilerek tanımlanır. Bir çıkıntılı kaya hareketi için Outcrop'u veya bir çıkmaz hareketi için İç'i belirleyebilirsiniz.



Ek 3. zemin profilinin geometrisini ve özelliklerini

Microsoft Excel - EERAM.xls

Example - 150-ft layer input Övsm @ 1g

Fundamental period (s) = 0.48

Average shear wave velocity (m/sec) = 382.02

Total number of sublayers = 17

Layer Number	Soil Material Type	Number of sublayers in layer	Thickness of layer (m)	Maximum shear modulus G_{max} (MPa)	Initial critical damping ratio (%)	Total unit weight (γ) (kN/m ³)	Shear wave velocity (m/sec)	Location and type of earthquake input motion	Location of water table	Depth of middle of layer (m)	Vertical effective stress (kPa)
Surface	1	2	1.5	186.19		19.66	304.8			0.8	14.96
	2	2	1.5	150.81		19.66	274.32			2.3	44.94
	3	2	3.0	150.81		19.66	274.32			4.6	89.89
	4	2	3.0	188.03		19.66	289.66			7.6	149.81
	5	1	3.0	186.19		19.66	304.8			10.7	209.74
	6	1	3.0	186.19		19.66	304.8			13.7	269.66
	7	1	3.0	225.29		19.66	335.28			16.8	329.59
	8	1	3.0	225.29		19.66	335.28			19.8	389.51
	9	2	3.0	327.24		20.45	396.24			22.9	450.63
	10	2	3.0	327.24		20.45	396.24			25.9	512.95
	11	2	3.0	379.52		20.45	426.72			29.0	575.26
	12	2	3.0	379.52		20.45	426.72			32.0	637.60
	13	2	3.0	436.68		20.45	497.2			35.1	699.92
	14	2	3.0	436.68		20.45	497.2			38.1	762.24
	15	2	3.0	495.71		20.45	487.68			41.1	824.56
	16	2	3.0	827.38		20.45	548.64			44.2	886.88
Bedrock	17	0		3336.48	1	22.02	1219.2	Outcrop		45.7	918.04

Ready

Ek 4. Profil çalışma sayfası

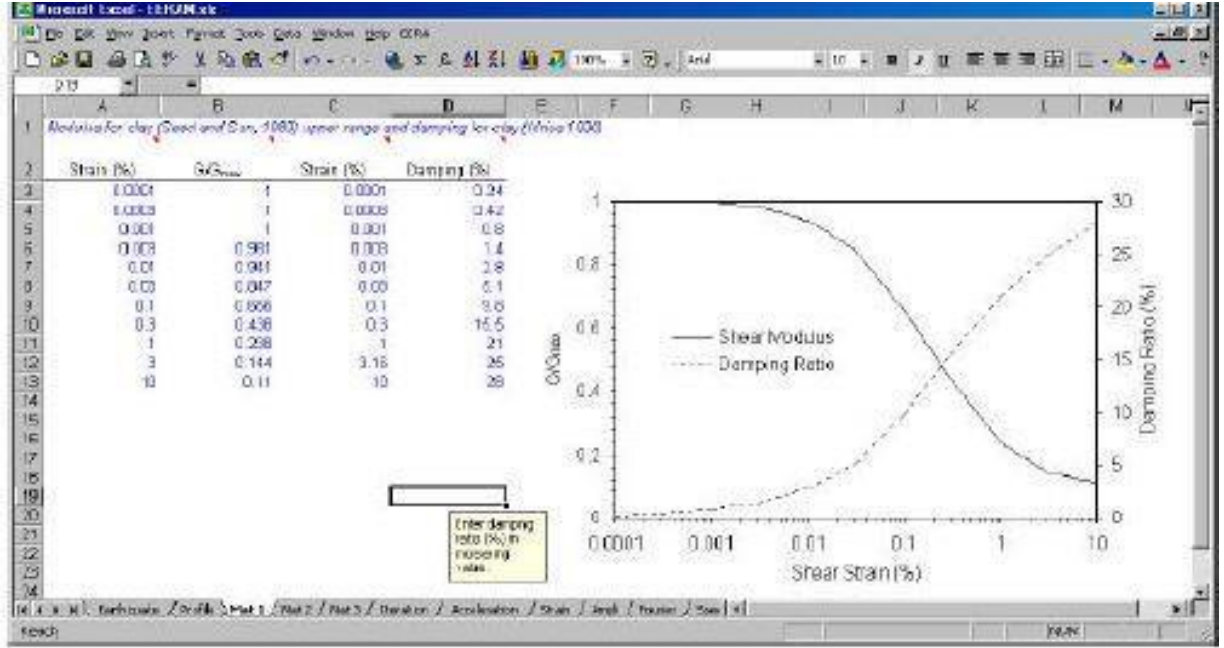
- Gerilim – Deformasyon ve Sönüm - Deformasyon eğrileri

Ek 5.da gösterildiği gibi, çeşitli gerilim – deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri tanımlanabilir.

Ana EERA menüsünden Çoğalt ; çalışma sayfasını kullanarak malzeme özellikleri için ek çalışma sayfaları oluşturabilirsiniz. Giriş verileri, Şekil 16'da gösterildiği gibi grafik olarak kontrol edilebilir.

- Hücre A1: malzeme türü isteğe bağlı olarak adlandırılır.
- Sütun A3-: B3 sütununda G / G_{max} verilerine oranla karşılık gelen kayma gerilimi değerleri artan sayılar olarak girilir.
- B3 sütunu:: A3- sütunundaki gerilme verilerine karşılık gelen G / G_{max} oranının değerlerini girin.
- Sütun C3-: D3 sütunundaki kritik sönümlenme oranı verilerine karşılık gelen kayma gerilimi değerleri artan sayılar olarak girilir.

- Sütun D3:- C3- sütununda gerilme verilerine karşılık gelen kritik sönümleme oranının değerlerini giriniz.



Ek 5. gerilim – deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri

- **Hesaplama**

Ek 6'da gösterildiği gibi, çalışma sayfası yinelemesinin üç girişi vardır (mavi karakterlerle gösterilmiştir):

- E1 hücresi: yineleme sayısı belirtilir. Sekiz yineleme genellikle tatmin edici bir yakınsama elde etmek için yeterlidir.

- E2 Sütunu: Eşdeğer düzgün gerilme oranı girilir. Eşdeğer tekdüze gerilme oranı, deprem süresinin etkilerini açıklamaktadır. Tipik olarak bu oran 0,4 ila

0.75, giriş hareketine ve hangi büyüklükteki depremi temsil etmesi gerektiğine bağlı olarak. Bu oranı tahmin etmek için aşağıdaki denklem kullanılabilir (Idriss ve Sun, 1992): $oran = (M - I) / 10$

M, depremin büyüklüğüdür. Örneğin, M = 5 için oran 0,4 olacaktır.

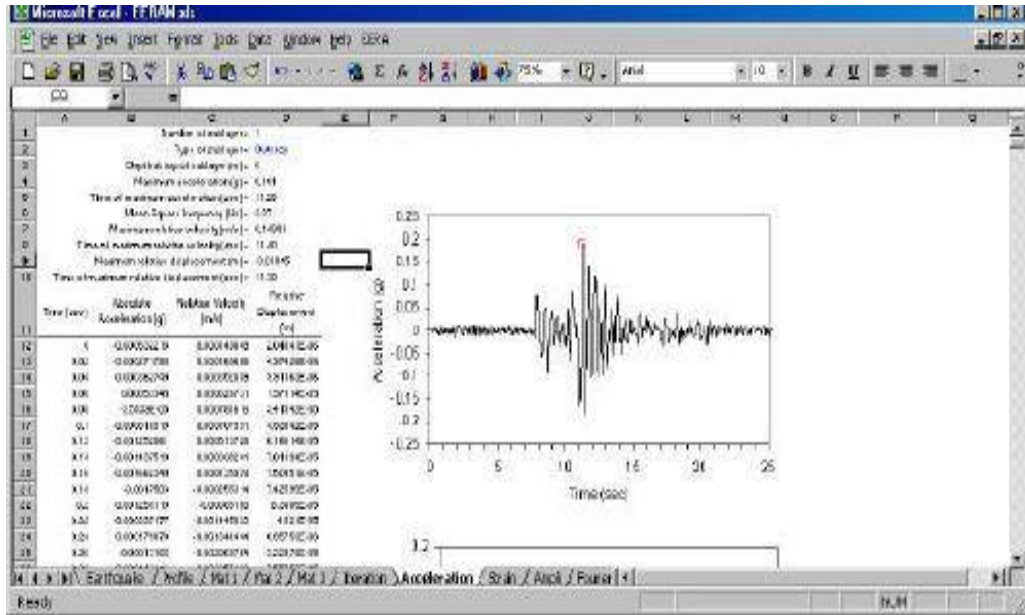
- Sütun E3: doğrusal eşdeğer modelin türü seçildi. İki seçenek vardır: (1) orijinal SHAKE modeli ve (2) SHAKE91 modeli.

Iteration Number	Sublayer Number	Type	Depth (m)	Maximum Strain (%)	Time of Maximum Strain (sec)	Shear Modulus	G/Gsac	Damping (%)	Convergence on Shear Modulus (%)	Convergence of Damping (%)	Maximum stress (MPa)	Depth at top of sublayer (m)	Maximum acceleration (g)
5	1	1	0.762	0.031773	11.20	100.1676	1	0.14	0	0	0.30103		
7	2	2	2.285	0.035511	11.20	150.612	1	0.14	0	0	0.987553		
8	3	2	8.573	0.03971	11.20	160.612	1	0.14	0	0	0.987553		
9	4	2	7.421	0.010070	11.40	160.0040	1	0.14	0	0	0.210023		
10	5	1	10.980	0.02257	11.40	100.1676	1	0.14	0	0	0.430013		
11	6	1	13.716	0.025525	11.40	100.1676	1	0.14	0	0	0.550273		
12	7	1	16.754	0.028802	11.40	100.1676	1	0.14	0	0	0.649766		
13	8	1	19.032	0.032045	11.40	100.1676	1	0.14	0	0	0.730005		
14	9	2	22.86	0.024712	11.40	377.2434	1	0.14	0	0	0.800000		
15	10	2	25.989	0.02657	11.40	377.2434	1	0.14	0	0	0.870000		
16	11	2	28.998	0.024241	11.40	377.2434	1	0.14	0	0	0.900000		
17	12	2	32.004	0.02527	11.40	377.2434	1	0.14	0	0	0.950000		
18	13	2	35.012	0.022889	11.40	435.5791	1	0.14	0	0	0.950000		
19	14	2	38.1	0.023015	11.5	435.5791	1	0.14	0	0	0.910000		
20	15	2	41.148	0.020801	11.5	435.5791	1	0.14	0	0	0.930000		
21	16	2	44.195	0.010010	11.5	627.3773	1	0.14	0	0	0.105000		
22	17	0	46.72	0.032208	11.5	3336.480	1	0.14	0	0	0.107000		
24	2	1	0.762	0.031540	11.20	104.5117	0.000000	0.700001	0.00010040	3.17021024	2.004020		
25	2	2	2.285	0.030011	11.20	143.9020	0.701074	1.000147	4.00000040	5.15004144	0.025001		

Ek 6. Çalışma sayfası

Ek 7'de gösterildiği gibi, çalışma sayfası Hızlandırma, seçilen bir alt katmandaki hızlanma / bağıl hız ve bağıl yer değiştirmenin zaman geçişimini tanımlar. Çalışma sayfası, EERA menüsündeki Çoğaltılmış Çalışma Sayfası kullanılarak çoğaltılabilir.

- D1 hücresi: Seçilen alt katmanın sayısı belirlenir.
- Hücre D2: Seçilen alt katmanın tipi belirtilir.



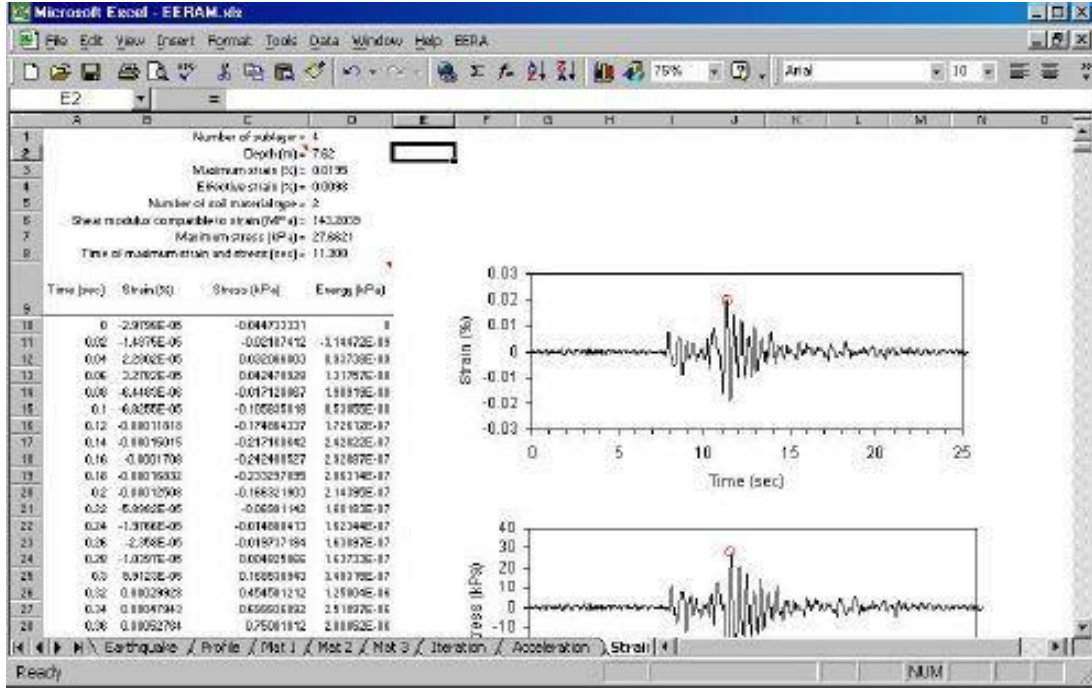
Ek 7. Çalışma sayfası ivme ayarları

- Çıktı (Gerilme)

Ek 8'de gösterildiği gibi, Strain çalışma sayfası stres, strain ve dağılmış zaman tarihini tanımlar enerji ve gerilme-deformasyon döngüleri. Çalışma sayfası, Çoğaltılmış Çalışma Sayfası kullanılarak çoğaltılabilir

EERA menüsünde.

• D1 hücresi: Seçilen alt katmanın sayısı belirlenir.



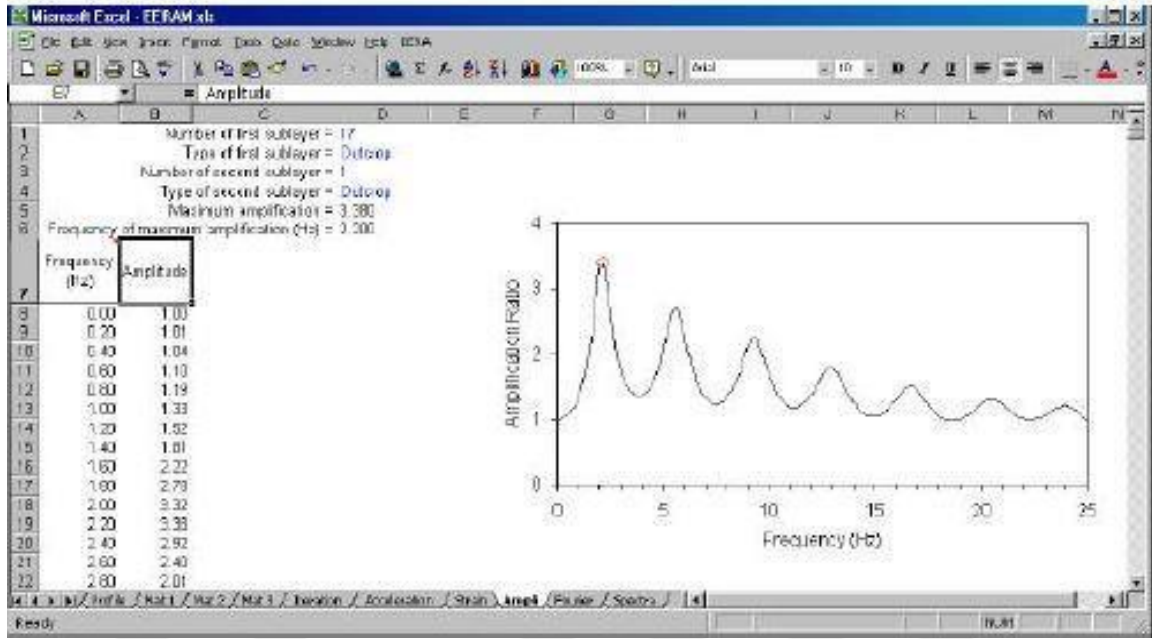
Ek 8. Strain çalışma sayfası

- Çıktı (Ampli)

Ek 9'da gösterildiği gibi, Ampli çalışma sayfası iki alt katman arasındaki amplifikasyon faktörünü tanımlar.

Çalışma sayfası, EERA menüsündeki Çoğaltılmış Çalışma Sayfası kullanılarak çoğaltılabilir.

- Hücre D1: İlk alt katmanın sayısı belirtildi.
- Hücre D2: İlk alt katmanın tipi belirtildi.
- Hücre D3: İkinci alt katmanın sayısı belirtildi.
- Hücre D4: İkinci alt katmanın tipi belirtildi.



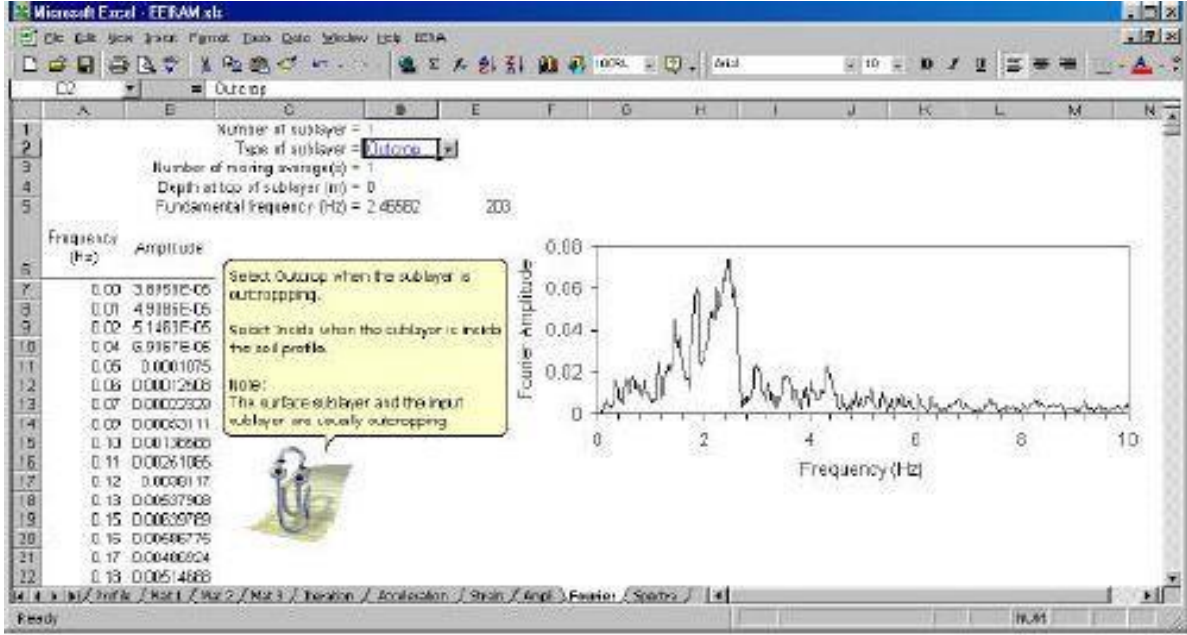
Ek 9. Ampli çalışma sayfası

- **Çıktı (Fourier)**

Ek 10'da gösterildiği gibi, Fourier çalışma sayfası seçilen bir alt katman için Fourier spektrumunu tanımlar.

Çalışma sayfası, EERA menüsündeki Çoğaltılmış Çalışma Sayfası kullanılarak çoğaltılabilir.

- Hücre D1: Seçilen alt katmanın numarası belirtildi.
- Hücre D2: İlk alt katmanın tipi belirtildi
- Hücre D3: hücresi: Taşınan ortalama sayısı belirlenir. Bu özellik Fourier spektrumunda sesleri filtrelemiştir.



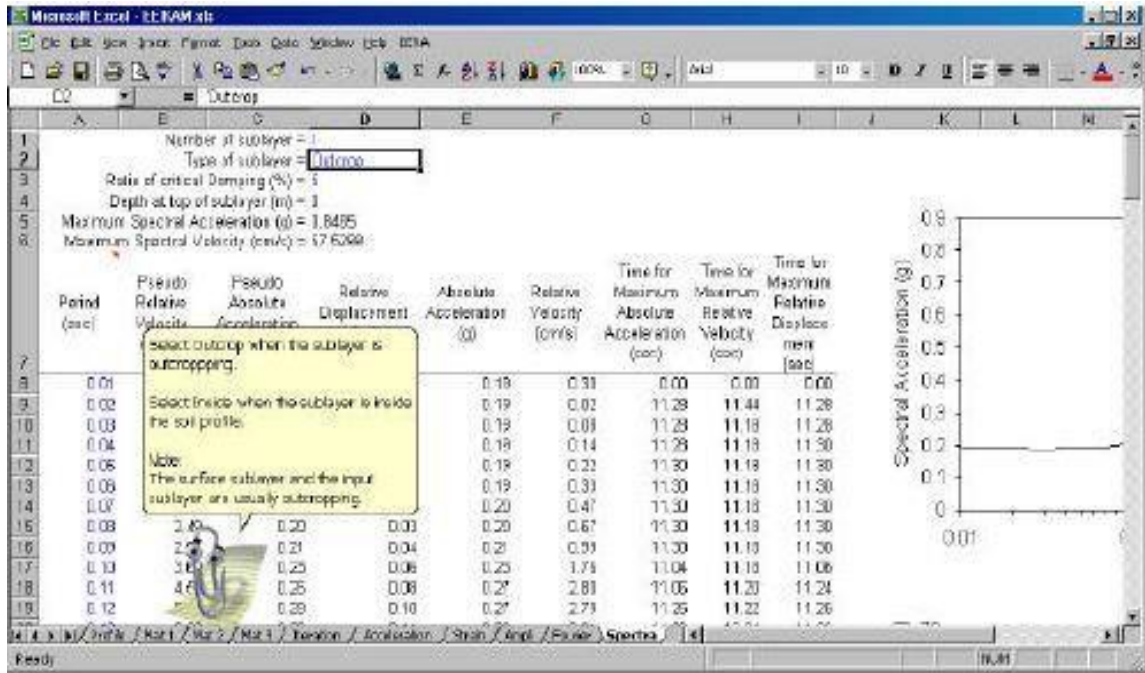
Ek 10. Fourier çalışma sayfası

- Çıktı (Spektrum)

Ek 11'de gösterildiği gibi, Spectra çalışma sayfası seçilen bir alt katman için cevap spektrumlarını tanımlar.

Çalışma sayfası, EERA menüsündeki Çoğaltılmış Çalışma Sayfası kullanılarak çoğaltılabilir.

- Hücre D1: Seçilen alt katmanın numarası belirtildi.
- Hücre D2: İlk alt katmanın tipi belirtildi. Çıkıntılı ya da çıkıntılı olabilir.
- Hücre D3: Cevap spektrumları için seçilen kritik sönümleme oranının değeri.



Ek 11. Spektrum çalışma sayfası

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Aral BENLİ
Doğum Yeri	Fatih/İstanbul
Doğum Tarihi	05.06.1992
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	0538 965 14 97
E-Posta Adresi	aralbenli@gmail.com



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik Fakültesi
Bölümü	Jeofizik Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	08.06.2015

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Jeofizik Mühendisliği Programı