VAN İL MERKEZİ ZEMİN BÜYÜTME FAKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ

FEYZİYE TOYĞAR

ARALIK 2021

DİYARBAKIR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

VAN İL MERKEZİ ZEMİN BÜYÜTME FAKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ

FEYZİYE TOYĞAR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI ZEMİN MEKANİĞİ VE GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

ARALIK 2021

DİYARBAKIR

VAN İL MERKEZİ ZEMİN BÜYÜTME FAKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ

Feyziye TOYĞAR tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim – Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Zemin Mekaniği Ve Geoteknik Mühendisliği Programı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan Dalkılıç
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Prof. Dr. Taha Taşkıran
Danışman, **İnşaat Mühendisliği Bölümü,**
Ankara Yıldırm Beyazıt Üniversitesi

Sınav Jürisi:

Doç. Dr. Mehmet Emin Öncü**(*)**
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Dicle Üniversitesi

Prof. Dr. Taha Taşkıran**(**)**
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Ankara Yıldırm Beyazıt Üniversitesi

Doç. Dr. Fatih Çelik
İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi

ONAY

Savunma Tarihi: 20 / 12 / 2021

(*) Sınav Jürisi kısmının birinci satırına Jüri Başkanının bilgilerini yazınız.
(**) Sınav Jürisi kısmının ikinci satırına Tez Danışmanının bilgilerini yazınız.

Aileme…

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılayıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyad: Feyziye TOYĞAR

İmza: …….……

TEŞEKKÜR

Öncelikle danışmanım Prof.Dr. Taha Taşkıran 'a çalışmanın daha fikir aşamasından, örnekleme, analizlerin yorumlanması ve tez taslağındaki düzeltmeler konularına kadar gösterdikleri destek ve sabırdan dolayı teşekkür ederim. Jüri üyelerime de bu tezin daha nitelikli bir hale gelmesi için yaptıkları eleştiri ve önerileri için teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında veri temin etmeme yardım eden Doç.Dr. İsmail Akkaya'ya Akbaran Mühendislik, Alfa Mühendislik, Bil-Ay Mühendislik, Diskordans Mühendislik, Şehzade Mühendislik firmalarına ve Aras Mühendislikten Bülent Aras ve Ahmet Vedat Yılmaz'a ayrıca Ahmet Efe Anaran'a minnettarım.

Tezin son halini okuyup düzeltmeler için önerilerde bulunan Arş. Gör. M. Coşkun Irmak'a teşekkürü borç bilirim.

En önemlisi, beni destekleyen ve kendime bazı zamanlar inanmasam da bana inandıkları için aileme özellikle ablam Fatma Toyğar'a ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER vi
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
TABLOLAR LİSTESİ xii
EKLER LİSTESİ xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ xiv
ÖZET xviii
ABSTRACT xix
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 3
3. MALZEME VE YÖNTEM 7
3.1 Kullanılan Programlar 7
3.1.1 SeismoMatch yazılımı 7
3.1.2 Pasifik deprem mühendisliği araştırma merkezi (PEER) 25
3.1.3 Deepsoil 25
4. GENEL JEOLOJİ, TEKTONİK VE GEOTEKNİK 45
4.1 Van Bölgesi Genel ve Bölgesel Jeoloji 45
4.1.1 Kırklar formasyonu (Pzk) 45
4.1.2 Beyaz tepe formasyonu (Pzb) 45
4.1.3 Tozlutepe formasyonu (Jt) 45
4.1.4 Çomaklı formasyonu (Kraç) 45
4.1.5 Karakaş formasyonu (Krük) 46
4.1.6 Erek dağı ofiyoliti (Krüe) 46
4.1.7 Toprakkale formasyonu (Tpt) 46
4.1.8 Tekmal formasyonu (Tet) 46
4.1.9 Çobanoğlu formasyonu (Teç) 46

4.1.10 Dirbi karışığı (Ted) 46
4.1.11 Van formasyonu (Tmv) 47
4.1.12 Beyüzümü formasyonu (Tplb) 47
4.1.13 Alaköy formasyonu (Tplal) 48
4.1.14 Holosen çökelleri (Qa, Qg, Qy, Qyd, Qey) 48
4.1.15 Stratigrafi 48
4.1.16 Yapısal jeoloji 48
4.2 Van Bölgesi Tektoniği 50
4.2.1 Aktif tektonik 52
4.3 Van Bölgesi Geotekniği 54
4.3.1 Sondaj logu ve deney verileri 54
5. DEPREM KAYITLARIN SEÇİLMESİ, EŞLEŞTİRİLMESİ VE SPEKTRAL ANALİZ 55
5.1 İpekyolu İçin Afad'dan Elde Edilen Spektral Parametreler 55
5.1.1 Yerel zemin sınıfları 56
5.1.2 Yerel zemin etki katsayıları 56
5.1.3 Deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2) 57
5.1.4 Harita spektral ivme katsayıları ve Tasarım spektral ivme katsayıları 57
5.1.5 Yatay elastik tasarım spektrumu 58
5.2 Senaryo Depremlerin Seçimi (PEER'den) 58
5.2.1 Van fayını temsilen kullanılan tarama parametreleri 59
5.2.2 Çaldıran fayını temsilen kullanılan tarama parametreleri 60
5.2.3 Seçilen deprem kayıtların SeismoMatch'te eşleştirilmesi 63
6. DEEPSOİL SONUÇLARI 71
6.1 Bir Boyutlu Yer Tepki Analizi için Sayısal Formülasyon 71
6.2 Zaman Tanım Alan Çözümü 71
6.2.1 Vucetic and Dobry (1991) Modeli ve Kullanılan paremetreler 72

6.2.2 Darendeli (2001) Modeli ve Kullanılan paremetreler 74
6.3 Veri Toplanması 76
6.3.1 İpekyolu lokasyonu için yapılan yer tepki analizlerinde kullanılan veriler 77
6.3.2 Tuşba lokasyonu için yapılan yer tepki analizlerinde kullanılan veriler 79
7. SONUÇLAR 83
KAYNAKLAR 85
EKLER 89
ÖZGEÇMİŞ 157

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 SeismoMatch arayüzü 8
Şekil 3.2 SeismoMatch'te çalışmamızın deprem ivme kaydı girme ekranı 9
Şekil 3.3 İki farklı veri kaydın dosya örneği 10
Şekil 3.4 İvme zaman kayıtların iki örneği 10
Şekil 3.5 Çoklu değer biçiminde kaydedilen iki farklı ivme kayıt dosyaları 11
Şekil 3.6 Birden fazla dosya açma ekranı 12
Şekil 3.7 Ulusal kodlardaki (EuroCode8, part-3) kurallara göre bir hedef spektrum oluşturulması 13
Şekil 3.8 Bir metin dosyasına kaydedilmiş çalışmamızın spektral yanıtı yükleme ... 14
Şekil 3.9 Çalışmamızın eşleşme işlemi 15
Şekil 3.10 Çevrimiçi deprem kaydı veritabanların bağlantıları 16
Şekil 3.11 Çalışmamızda 0.06-3 periyodlu görüntüsü 19
Şekil 3.12 Çalışmamızdaki 11 eşleşmiş deprem kaydın ortalama spektral yanıtı 19
Şekil 3.13 Orijinal ve eşleşmiş 11 deprem kaydın yer hareketi parametreleri..... 21
Şekil 3.14 Genel program ayarları 22
Şekil 3.15 Eşleşme parametrelerin ayarları 22
Şekil 3.16 Tepki spektrumların ayarları 23
Şekil 3.17 Yer hareketi parametrelerin ayarları 23
Şekil 3.18 Birimler ayarları 24
Şekil 3.19 Tamamlayıcı eşdeğer doğrusal-frekans etki alanı analizi 27
Şekil 3.20 Tek eleman testin görüntüsü 29
Şekil 3.21 Çalışmamızın yarı uzay tanımı ve ana kaya bilgileri 30
Şekil 3.22 Eşleşmiş deprem kayıtlarını Deepsoil'de yer hareketi veritabanına ekleme 32
Şekil 3.23 a)100 m zemin kolonu b)1000 m zemin kolonu için farklı sönüm modellerinin karşılaştırılması (Hashash vd., 2010)..... 35
Şekil 3.24 Masing kuralına ve önerilen yönteme dayalı sönüm eğrisi karşılaştırması (Darendeli, 2001) 36
Şekil 3.25 Önerilen sönüm azaltma faktörünün değerlendirilmesi: (a) Modül azaltma; (b) Darendeli'nin kum eğrilerini hedef olarak kullanan sönümleme eğrisi..... 37

Şekil 3.26 Önerilen sönüm azaltma faktörünün değerlendirilmesi: (a) Modül azaltma; (b) Yamada ve diğerleri tarafından önerilen kil eğrilerini kullanan sönüm eğrisi 37
Şekil 3.27 Analiz kontrol tanımı 39
Şekil 4.1 Van Gölü ve çevresinin jeoloji haritası (MTA, 2002) 49
Şekil 4.2 Türkiye 1900-31 aralık 2020 aletsel dönem depremleri M > 4.0 (Koeri) .. 51
Şekil 4.3 Türkiye (Van bölgesi) 1900-31 aralık 2020 aletsel dönem depremleri M > 4.0 (Koeri) 51
Şekil 4.4 Van Gölü ve yakın çevresinin sismotektonik haritası (Koçyiğit vd., 2001 ve Koçyiğit 2002'den değiştirilerek alınmıştır). NAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi .. 52
Şekil 5.1 Afad veri girişleri 55
Şekil 5.2 Afad çıktıları 55
Şekil 5.3 Yatay elastik tasarım spektrumu (TBDY,2018) 58
Şekil 5.4 Kullanıcı tanımlı spektrum elde edilmesi 59
Şekil 5.5 Van fayını temsilen veri girişi 59
Şekil 5.6 Arama sonucu 30 deprem kaydın hedef spektrum üzerindeki görüntüsü ... 60
Şekil 5.7 Van fayını temsilen seçilen deprem kayıtları 60
Şekil 5.8 Çaldıran fayını temsilen veri girişi 61
Şekil 5.9 Hedef spektruma yakın oluşturulan benzer deprem kayıtların grafiği 61
Şekil 5.10 Çaldıran fayını temsilen seçilen deprem kayıtları 62
Şekil 5.11 11 Deprem kaydın SeismoMatch'e girilmesi 63
Şekil 5.12 Dosya yükleyerek elde edilen hedef spektrum 63
Şekil 5.13 Hedef spektrumuna ait ivme zaman grafiği 64
Şekil 5.14 Analiz çalışma ekranı 64
Şekil 5.15 Orijinal ve eşleşmiş ivme kayıtların grafikleri 65
Şekil 5.16 Eşleşmiş ivme, hız ve yer değiştirme kayıtların grafikleri 65
Şekil 5.17 RSN187-Imperial Valley-06 Deprem kaydın ivme, hız ve deplasman için orijinal (mavi renk) ve eşleşmiş (kırmızı renk) kayıtların grafikleri 66
Şekil 5.18 Hedef spektrum eğrisi üzerinde ivme zamana bağlı grafikte 11 deprem kaydın orijinal grafikleri 66
Şekil 5.19 Hedef spektrum eğrisi üzerinde ivme zamana bağlı grafikte 11 deprem kaydın eşleşmiş grafikleri 67
Şekil 5.20 Ortalama eşleşmiş spektrumun ivme-zaman grafiği 67

Şekil 5.21 187 Imperial Valley-06 (Parachute Test Site istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 67
Şekil 5.22 724 Superstition Hills-02 (Plaster City istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 68
Şekil 5.23 848 Landers (Coolwater istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 68
Şekil 5.24 1107 Kobe-Japan (Kakoogawa istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 68
Şekil 5.25 1620 Duzce-Turkey (Sakarya istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 68
Şekil 5.26 3752 Landers (Forest Fall Post Office istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 69
Şekil 5.27 3908 Tottori-Japan (OKY005 istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 69
Şekil 5.28 3911 Tottori-Japan (OKY008 istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 69
Şekil 5.29 5829 El Mayor cucapah mexico (Rıtto istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 69
Şekil 5.30 6893 Darfield New Zealand (DFHS istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 70
Şekil 5.31 8163 El Mayor Cucapah Mexico (Santa İsabel Viejo istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği 70
Şekil 6.1 İdealleştirilmiş zemin stratigrafisi (a) Katmanlı zemin kolonu ve (b) Çok serbestlik dereceli toplu parametre idealizasyonu (zaman tanım alan çözüm için kullanılır) 71
Şekil 6.2 G/G_{max} karşılık γc ve zemin plastisitesi arasındaki ilişkiler (Vucetic ve Dobry, 1991) 72
Şekil 6.3 λ karşılık γc ve zemin plastisitesi arasındaki ilişkiler (Vucetic ve Dobry, 1991) 73
Şekil 6.4 Vucetic and Dobry (1991) modeli için Kesme Gerinim ve G/G_{max}, Sönüm oranı, Kesme gerilimi grafiklerin referans eğrileri ve eğri uydurma parametreleri ... 74
Şekil 6.5 Darendeli (2001) modeli için Kesme Gerinim ve G/G_{max}, Sönüm oranı, Kesme gerilimi grafiklerin referans eğrileri ve eğri uydurma parametreleri 76

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Deepsoil v7.0 'da mevcut analiz seçeneği 26
Tablo 3.2 DEEPSOIL'da farklı zemin modellerinin ID'leri – zemin modeli açıklamaları 27
Tablo 4.1 Van Gölü havzasında tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Koeri) 50
Tablo 5.1 Yerel zemin sınıfları 56
Tablo 5.2 Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları F_S (TBDY) 57
Tablo 5.3 1,0 saniye periyot için yerel zaman etki katsayıları F_1 (TBDY) 57
Tablo 5.4 Çaldıran ve Van Fayı için PEER'den seçilen deprem kayıt bilgileri 62
Tablo 6.1 IP=12 için oluşan Referans eğri değerleri, ... 73
Tablo 6.2 Vucetic and Dobry (1991) Modeli için MRDF(UIUC) azaltma faktörü sonucu çıkan (a) Parametreler, (b) Eğri uydurma parametreleri 73
Tablo 6.3 Darendeli (2001) modeli için (a) Girdi paremetreleri ve (b) Ko=0.5 için oluşan referans eğri değerleri 75
Tablo 6.4 Darendeli (2001) Modeli için, MRDF (UIUC) azaltma faktörü sonucu çıkan (a) Parametreler, (b) Eğri uydurma parametreleri 75
Tablo 6.5 Deepsoil analizi için İpekyolu için seçilen veri seti 77
Tablo 6.6 Deepsoil analizi için Tuşba için seçilen veri seti 79
Tablo 7.1 İpekyolu ve Tuşba profilleri için Deepsoil analiz sonucu elde edilen paremetreler 84

EKLER LİSTESİ

EK 1 SeismoMatch'te desteklenen Ulusal Kodlar 90
EK 2 İpekyolu ve Tuşba için sondaj verileri..... 97
EK 3 Deney verileri 110
EK 4 İpekyolu için deepsoil ekran görüntüleri 113
EK 5 Tuşba için deepsoil ekran görüntüleri..... 135

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Simge	Açıklama
PI	Plastisite indeksi
γ_c	Döngüsel gerinim
γ_m	Herhangi bir zamanda yaşanan maksimum Kayma şekil değiştirmesi
$G(\gamma_m)$	γ_m 'de kayma modülü
P_1, P_2 ve P_3	Uydurma parametreleri
θ_1 ile θ_5	Eğri uydurma parametreleri
γ	Kesme şekil değiştirmesi
γ_r	Referans kayma şekil değiştirmesi
β	Boyutsuz faktör
S	Boyutsuz üs
γ_{rev}	Ters kayma gerinimi
τ_{rev}	Ters kayma gerilmesi
$F(\gamma_m)$	Azaltma faktörü
G_0	İlk kesme modülü
b ve p	Eğri uydurma parametreleri
$p1$, $p2$ ve $p3$	Eğri uydurma parametreleri
V_S	Kayma dalga hızı
$(V_S)_{30}$	30m'de ortalama kayma dalga hızı
H	Katman kalınlığı
F_{max}	Tabakanın iletebileceği en yüksek frekanstır.
τ	Verilen noktadaki kesme gerilmesi
ρ	Zeminin birim hacim ağırlığı
G	Verilen noktadaki kesme modülü
ϕ	Sürtünme açısı
τ_{max}	Hesaplanan maksimum kesme gerilimi
C_v	Konsolidasyon katsayısı

$[M]$	Kütle matrisi
$[K]$	Sertlik matrisi
$\sigma'v$	Her katmanın orta derinliğindeki efektif düşey gerilme
a_0 ve a_1	İki farklı kontrol frekansına dayalı olarak sönümleme için model parametreleri
$F(\gamma_{max})$	γm'nin bir fonksiyonu olarak hesaplanan indirgeme faktörü
ξMasing	Modül azaltma eğrisine dayalı Masing kuralları kullanılarak hesaplanan histeretik sönüm
F_S	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
Ms	Richter büyüklüğü
tj	Tepe tepkisinin süresi
Tp	Baskın periyod
S_S	Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
S_1	1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
S_{DS}, S_{D1}	Tasarım Spektral İvme Katsayıları
F_S	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F_1	1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
η	Viskozite
[C]	Viskoz sönümleme matrisi
u	Yer değiştirme
z	Zemin yüzeyin aşağıda kalan derinlik
{ü}	Düğüme bağlı ivme vektörü
{ũ}	Düğüme bağlı hızlarının vektörü
{u}	Düğüme bağlı yer değiştirmelerin vektörü

{üg}	Zemin kolonunun tabanındaki ivme
I	Birim vektör
Sa	İvme
Ia	Arias yoğunlukları
Ic	Karakteristik yoğunlukları
Mw	Moment Büyüklüğü

Kısaltma	**Açıklama**
AFAD	İnteraktif Web Uygulaması Türkiye Deprem Tehlike Haritaları
PGA	En büyük yer ivmesi
PGV	En büyük hız değeri
PGD	En büyük yer değiştirme değeri
CL	Düşük plastisiteli kil
DES	Düşey Elektrik Sondaj
DD-2	Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2
GQ/H	Genelleştirilmiş kuadratik/hiperbolik kesme mukavemeti kontrollü model
PEER	Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi
SW	İyi derecelenmiş kum
TBDY2018	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018)
ZA,ZB,ZC,ZD,ZE	Yerel zemin sınıfın zemin grupları
MR, MRD, DC	Hiperbolik modeller
MRDF	Bir Masing olmayan Hiperbolik model
TBDY2007	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2007)
DBF	Dinamik büyütme faktörü
MASW	Aktif kaynaklı yüzey dalgası yöntemi
RMS	İvme, hız ve yer değiştirmenin ortalama karekökü
CAV	Kümülatif mutlak hız
SED	Özgül enerji yoğunluğu

ASI	İvme spektrum yoğunluğu
VSI	Hız spektrum yoğunluğu
SMA	Sürekli maksimum ivme
SMV	Sürekli maksimum hız
EDA	Etkili tasarım ivmesi
CENA	Orta ve Doğu Kuzey Amerika

ÖZET

VAN İL MERKEZİ ZEMİN BÜYÜTME FAKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ

Toyğar, Feyziye
Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Danışman: Prof. Dr. Taha Taşkıran
Aralık 2021, 179 sayfa

Deprem aktivitesi yüksek olan Türkiye için orta ve büyük ölçekli depremler yıkıcı hasarlara neden olmaktadır. Depremin zemin üzerindeki önemli etkilerinden biri 'zemin büyütmesi'dir. Zemin büyütmesi, deprem kuvvetinin anakayadan zayıf zeminlere (alüvyon, güncel çökeller vb.) geçerken frekansta ve genlik içeriğinde değişiklik yaparak genlik içeriğinde birkaç kata varan büyütme yapmasıdır. 1999 Marmara (Gölcük) Depremi'nde Sakarya (Adapazarı) bölgesinin, 1999 Düzce Depremi'nde Gölyaka-Kaynaşlı hattının ve 2011 Van Depremi'nde Erciş İlçesinin daha fazla etkilenmesi bu duruma birer örnektir. Yakın zamanda meydana gelen 2020 tarihli İzmir Depremi'nde Bayraklı İlçesinde daha fazla yıkıcı hasarların meydana gelmesi zemin büyütmenin önemini bir kez daha ortaya çıkarmıştır. Van gölü çevresine konumlanan Van konut stoğunun çoğu alüvyon ve göl çökelleri üzerine kuruludur. Bu tez çalışmasında, Van il merkezinde zemin büyütme faktörünün incelenmesi amaçlanmıştır. İki merkez ilçe olan İpekyolu ve Tuşba ilçeleri çalışılmış ve bu amaçla, elde edilen zemin verileriyle Deepsoil yazılımında iki temsili profil oluşturulmuştur. Analizler için gerekli olan deprem kayıtları seçilirken Van'ı önemli derecede etkileyen iki fay olan; Van Fayı ve Çaldıran fayı referans alarak, TBDY2018'in önerdiği gibi 11 senaryo deprem kaydı seçilmiştir. Seçilen kayıtlar SeismoMatch programında hedef spektrumla eşleştirilmiştir. Ayrıca, iki gerçek temsili profilden farklı olarak Deepsoil'de dört profil daha otomatik olarak oluşturulmuş ve bu şekilde profil sayısı arttırılarak büyütme katsayılarının değişimi daha geniş aralıkta elde edilmeye çalışılmıştır.

Analiz sonucu İpekyolu Bölgesinde 0.2sn için büyütme katsayısı 0.47-0.80 aralığında, 1sn için 1.39-2.31 aralığında; Tuşba Bölgesinde 0.2sn için büyütme katsayısı 0.62-1.06 aralığında, 1sn için 1.61-2.28 aralığında değiştiği görülmüştür. Ayrıca, çalışılan alanlarda ağırlıklı mevcut olan ZD yerel zemin sınıfı için TBDY2018 tarafından önerilen zemin büyütmeleri; F_S=1.28 olduğu, F_1=2.27 olduğu bulunmuştur. İpekyolu ve Tuşba İlçeleri için F_S ve F_1 ile TBDY2018 ZD yerel zemin sınıfına göre F_S ve F_1 değerleri karşılaştırılmıştır. Hem İpekyolu hem de Tuşba İlçeleri için analizlerde elde edilen F_S değerlerinin TBDY2018 değerine göre daha küçük çıktığı; F_1 değerinin ise TBDY2018'de önerilen F_1 değerinin, İpekyolu ve Tuşba İlçelerinin analiz ile elde edilen değişim aralığında yer aldığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Zemin büyütme, Senaryo deprem kayıtları, Van

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SOIL AMPLIFICATION IN VAN CITY

Toyğar, Feyziye
Master of Science in Department of Civil Engineer
Supervisor: Prof. Dr. Taha Taşkıran
December 2021, 179 page

Medium and large-scale earthquakes cause devastating damages for Turkey, which has high earthquake activity. One of the important effects of an earthquake on the ground is 'soil amplification'. Soil amplification is the amplification up to several times in amplitude content by changing the frequency and amplitude content as the earthquake force passes from bedrock to weak soils (alluvium, current sediments, etc.). The Sakarya (Adapazarı) region in the 1999 Marmara (Gölcük) Earthquake, the Gölyaka-Kaynaşlı line in the 1999 Düzce Earthquake and the Erciş District in the 2011 Van Earthquake are examples of this situation. The fact that more destructive damage occurred in the Bayraklı District in the recent İzmir Earthquake of 2020 has once again revealed the importance of soil enlargement. Most of the Van housing stock located around Lake Van is built on alluvial and lake sediments. In this thesis, it is aimed to examine the soil amplification factor in the city center of Van. İpekyolu and Tuşba, which are two central districts, were studied and for this purpose, two representative profiles were created in Deepsoil software with the ground data obtained. While selecting the earthquake records required for the analysis, there are two faults that significantly affect Van; Taking the Van Fault and Çaldıran Fault as a reference, 11 scenario earthquake records were selected as suggested by TBDY2018. Selected recordings are matched to the target spectrum in the SeismoMatch program. In addition, unlike the two real representative profiles, four more profiles were created automatically in Deepsoil and in this way, the number of profiles was increased and the variation of the amplification coefficients was tried to be obtained in a wider range.

As a result of the analysis, the amplification coefficient for 0.2s in the İpekyolu Region is in the range of 0.47-0.80, for 1s it is in the range of 1.39-2.31; It was observed that the amplification coefficient for 0.2s in Tuşba Region varied between 0.62-1.06, and between 1.61-2.28 for 1s. In addition, soil amplifications recommended by TBDY2018; F_S=1.28, F_1=2.27 for the ZD local soil class, which is predominantly present in the studied areas. It was seen that the F_S values obtained in the analyzes for both İpekyolu and Tuşba Districts were smaller than the TBDY2018 value, and the F_1 value suggested in TBDY2018 was found to be within the range of change obtained by the analysis of the F_1 value, İpekyolu and Tuşba Districts.

Keywords: Soil amplification, Scenario earthquake records, Van

1. GİRİŞ

Türkiye, Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Deprem aktivitesinin yüksekliği ile bilinen Türkiye, güneyde kuzey ve kuzeybatıya hareket eden Afrika ve Arap plakaları ile kuzeydeki Avrasya plakaları arasında bulunmaktadır. Meydana gelen depremlerin çok büyük bir kısmı Anadolu plakasının çevresindeki plakalarla olan sınır zonlarında oluşmaktadır. Bu zonlar Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı, Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı ve Ege Graben Sistemi'dir.

Dünyada nüfus artışı, göç ve şehirleşmeyle beraber konuta olan ihtiyaç artmıştır. Bu durum sosyo-ekonomik etkenlerden dolayı özellikle düzlük alüvyon ovalardaki zeminlere yapı yapılmasını zorunlu kılmıştır. Zemin yerel özelliklerini dikkate almadan yapılan yapılarda orta ve büyük ölçekli depremlerde yıkıcı hasarlara neden olmuştur. Bu durum zemin-yapı etkileşimi gereği temel inşasında yerel zemin özellikleri ve deprem yönetmeliği dikkate alınmasını gerektirir. Yerel zemin etkileri açısından iki önemli deprem, 1985 Michoacan (Meksika) depremi (Stone vd., 1987) ile 1989 Loma Prieta (California) depremidir.

Türkiyede özellikle yıkıcı hasarlara neden olan orta ölçekli depremler meydana gelmiştir. Bunlardan bazıları; 17 Ağustos 1999 tarihinde 7.4 büyüklüğünde meydana gelen Gölcük depremi, Türkiye'nin sanayi başkentlerini etkileyen ve büyük can ve mal kayıplarına neden olmuştur. 1999 tarihinde 7.4 büyüklüğünde Düzce depremi yaşanan felaketlerden bir diğeridir. 23 Ekim 2011 tarihinde 7.2 büyüklüğünde Van depremi 604 insanın ölümüne, 1301 insanın yaralanmasına ve 2307 binanın çökmesine neden olmuştur. 30 Ekim 2020 tarihinde Sisam Adası'nın hemen kuzeyinde Seferihisar ilçesinin kıyı kesimlerine neredeyse 22 km uzaklıkta 6.6 Mw büyüklüğünde, derinliği 14.9 km olan bir deprem meydana gelmiştir.

Zemin büyütmesi, depremin anakayadan alüvyon zeminlere (çakıl, kum, kil, silt) geçerken etkisini birkaç kat büyüterek iletmesi durumudur. Bu durum özellikle yapıların temeli yapılırken anakayanın çok derinlerde olması yapıların alüvyon zeminlere yapılması üzerinde etkisi büyüktür. Türkiyenin coğrafi, sosyo-ekonomik durumdan dolayı yerleşim yerlerin önemli bir kısmı alüvyon zemin üzerinde yapılması deprem aktivitesi yüksek olan Türkiye için önem arz etmektedir. 1999 Marmara (Gölcük), 1999 Düzce, 2011 Van, 2020 İzmir Depremleri zemin büyütmesinin önemini arttırmıştır.

Deprem boyunca sismik dalgalar deprem kaynağından yüzeye doğru yayılırken zemin profili boyunca hem frekans hem de genliği değiştirirler. Bu durum zemin büyütmesi olarak tanımlanır (Kramer, 1996). Deprem hareketlerin süresi ve yoğunluğu, depremin büyüklüğü, lokasyonu ve yerin karakteristiğine bağlıdır. Zemin tabakaları, bazı frekanslarda deprem hareketlerin genliğini büyütürken bazılarında küçültme yapar. Çünkü zemin özellikleri kısa mesafelerde gözle görülür şekilde değişebilir. Zemin hareketi de buna göre değişebilir. Yer tepki hareketin karakteristiği etkileyen yer zemin karakteristiklerin çeşitliliği; kaya derinliği, zemin tabakaların kalınlığı ve dinamik zemin özellikleridir. Yer özellikleri aynı zamanda zemin hareketin frekansını etkiler. Böylece bu hareketten tepki spektrumu doğar.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bir yapı yapılmadan önce elzem olan yerin jeofizik, jeolojik ve geoteknik özelliklerin belirlenmesidir. Üst yapı yapılırken zeminden bağımsız düşünülemez bu durum zemin- yapı etkileşimini gerekli kılmaktadır. Yerel zemin özelliklerin deprem gibi tekrarlı yüklemelerde önem arz etmektedir. Türkiyede meydana gelen 1999 Gölcük, 1999 Düzce, 2011 Van, 2020 İzmir depremlerin yıkıcı hasarları zemin büyütmenin önemini ortaya koymaktadır. Araştırmacılar (Stone vd., 1987, Fırat ve Demir, 2016, Ildır vd., 2020, Bakir vd., 2002, Tunçel vd., 2009, Civelekler vd., 2021, Sönmezer vd., 2015, Semblat vd., 2002, Hasancebi ve Ulusay, 2006, Hryciw vd., 1991, Afacan ve Güler, 2019, İyisan ve Haşal, 2011,) zemin büyütmenin önemini belirtmişler.

(Stone vd., 1987) tarafından yapılan çalışmada; 19 Eylül 1985 şehir merkezin doğusuna 400 km uzaklıkta Michoacan (Meksika) bölgesinde Richter büyüklüğü Ms= 8.1 yaklaşık 18 km odak derinliğinde deprem meydana gelmiştir. Şehir merkezindeki Göl yatağı bölgesinde depremin etkisi ana kayadan kil tabakalarına geçerken hemen hemen 5 kat büyütme yapmıştır. Bu büyütmelerden dolayı söz konusu bölgede yıkıcı hasarlara neden olmuştur.

(Fırat ve Demir, 2016) tarafından yapılan çalışmada, yer yer derin alüvyon zemin yapısına sahip Adapazarı bölgesi için önceden yapılmış sondaj verileri alınarak hazırlanan zemin profilleri SHAKE2000 bilgisayar programıyla tek boyutlu zemin tepki analizi elde edilmiştir. 17 Ağustos 1999 Marmara deprem verileri kuvvetli yer hareketleri olarak seçilmiş ve anakayadan zemine yayılan deprem etkisi incelenmiştir. Davranış spektrumları TBDY2007'e göre ve Eurocode8 birinci tip zemin sınıfı D olan tasarım spektrumları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada elde edilen davranış spektrumları, yönetmeliklerde öngörülen tasarım spektrumları sınırını fazlaca aşmış olduğu tespit edilmiştir. Zemin profillerine en büyük büyütmeler 0.63–2.5 Hz arasında elde edilmiştir. Zeminlerin doğrusal olmayan özelliklerinden ötürü, bir zemin profiline ait transfer fonksiyonunda, büyük ivmelerde küçük zemin büyütmesi, küçük ivmelerde ise daha büyük zemin büyütmesi olduğu görülmüştür. Büyütme oranlarının çok yüksek değerler çıkması, ana kaya derinliğinin belirlenememesinden kaynaklı bir olumsuzluk olarak yorumlanmıştır. Yeni Cami profilinde bulunan en büyük büyütme oranı değerleri ve pik yer ivmesi değerlerindeki önemli artış, 17 Ağustos 1999'da meydana gelen Marmara depremi sırasında, depremden en fazla etkilenen Adapazarı bölgesinde

Yeni Cami ve çevresindeki binaların çoğunun yıkılması ile hasarın çok büyük boyutlarda olması zemin özellikleriyle ilişkilendirilmiştir.

(Ildır vd., 2020) tarafından yapılan çalışmada; çok derinlere kadar devam eden alüvyon zemin yapısına sahip Adapazarı Bölgesi Tığcılar Mahallesi için geçmiş yıllarda yapılan derin sondaj verilerinden hazırlanan zemin profili FLAC 2D bilgisayar programı kullanılarak iki boyutlu zemin tepki analizi yapılmıştır. Analizler için 17 Ağustos 1999 Kocaeli deprem kaydı kullanılmıştır. Analizlerde aynı doğrultuda zemine daha yakın olan noktalarda daha fazla ivmelerin oluştuğu bulunmuştur. Bulunan sonuçlara göre zemin profillerinin tabanına uygulanan kuvvetli zemin hareketleri ivmesi zemin yüzeyine doğru büyümektedir.

(Bakir vd., 2002) tarafından yapılan çalışmada; 17 Ağustos 1999'da meydana gelen Marmara Depreminde Adapazarı'nın derin alüvyon zemine sahip bölgelerde 3 ve daha fazla katlı yapılarda hatta 5 ve 6 katlılarda şehrin zeminin daha iyi olduğu bölgelerden daha fazla büyütme yapmış olduğunu bu belirgin farkların deprem sonrası incelemelerle uyuştuğu belirtilmiştir.

(Tunçel vd., 2009) tarafından yapılan çalışmada; Tek istasyon mikrotremor yöntemi ile 112 noktada toplanan veriler yatay/düşey spektral oran (HVSR) tekniği ile değerlendirilip çalışma sahasında meydana gelebilecek bir senaryo deprem parametrelerinin ortak değerlendirilmesi ile çalışma sahasına ait dinamik büyütme faktörü (DBF) değerlerinin dağılımı elde edilmiştir. Sonuç olarak; büyütmelerin 1,20-3 aralığında olduğu bulunmuştur. Alüvyon birimin bulunduğu deniz seviyesine yakın bölgelerde genellikle iki değerinden daha büyük dinamik büyütme faktörü değerleri bulunmuştur. Volkanik kayaçlardan oluşan ve yüksek kotlarda yer alan bölgelerde ise iki değerinden daha düşük dinamik büyütme faktörü değerleri bulunmuştur.

(Civelekler vd., 2021) tarafından yapılan çalışmada; Eskişehir il merkezinde iki mahallede 6 sondaj verisiyle TBDY2018'de belirtilen 11 farklı gerçek depreme ait ivme kaydı kullanılarak sahaya özgü eşdeğer doğrusal ve doğrusal olmayan zemin davranış analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre yerel zemin koşullarının yüzey davranışını etkilediği, eşdeğer doğrusal analiz yöntemiyle bulunan sonuçların doğrusal olmayan analiz yöntemiyle bulunan sonuçlara göre genelde daha büyük değerler aldığı sonucuna varılmıştır. ZE zemin grubunda dahi, yeraltı suyu seviyesinin yüksek olduğu ve 30 m derinlik boyunca çakıllı tabakaların az ya da bulunmadığı zemin profilleri için

doğrusal olmayan analizlerin yapılması tasarım açısından büyük önem arz etmekte olduğu yorumu yapılmıştır.

(Sönmezer vd., 2015) tarafından yapılan çalışmada; Kırıkkale il merkezi 107 sondaj, 15 sismik kırılma ve 6 aktif kaynaklı yüzey dalgası yöntemi (MASW) verisinden temin edilen jeoteknik ve jeofizik veriler kullanılarak, eşdeğer doğrusal analiz yöntemiyle tek boyutlu sismik tepki analizleri yapılmıştır. Çeşitli makaslama modülü oranı ve sönüm oranı eğrileri kullanılarak yapılan analizler sonucunda, çevre basıncı ve plastisite indisini kullanan Darendeli zemin modeli, ortalama makaslama modülü oranı ve sönüm oranı eğrilerini kullanan (Seed ve Idriss, 1970) ve (Vucetic ve Dobry, 1991) zemin modellerinden daha fazla büyütme değerleri ve daha küçük zemin hakim periyodu değerleri verdiği anlaşılmıştır. En büyük yer ivme değerleri 0,30 g ile 0,74 g arasındadır. Çalışma bölgesinin orta ve güneybatı kısmında büyük ivmelerin olduğu, zemin hakim periyodu 0,40-0,50 sn iken çalışma bölgesinin doğu ve güneydoğusunda yaklaşık 1 sn'dir.

(Semblat vd., 2002) tarafından yapılan çalışmada; Çeşitli alüvyon havzalarında sismik alan etkilerinin analizi, sayısal bir yaklaşım (sınır eleman yöntemi) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Nice (Fransa) şehrinde ele alınan sığ düzenli havza için serbest yüzey boyunca daha büyük büyütme elde edilmiştir. Caracas (Venezuella) şehrinde derin düzensiz havza için, havzanın en derin kısmından başlayarak bazı ara frekanslarda havzanın kendi içinde çeşitli büyütme alanları gözlenmiş, özellikle daha büyük frekanslar için havzanın farklı kısımları büyük büyütmelere yol açmış. Alüvyon birikintilerinin biçimi ve derinliğinin, yüzeydeki maksimum büyütmenin konumu üzerinde ve aynı zamanda derin düzensiz havzalar için birikinti içinde büyük bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

(Hasancebi ve Ulusay, 2006) tarafından yapılan çalışmada; Bursa Yenişehir'de zemin büyütmesini bulmak için tahmini "Vs" değerlerine göre ampirik yöntemler, bir boyutlu zemin tepkisi sayısal modelleme programını ve mikrotremor ölçümlerine dayanan üç yöntem kullanılarak değerlendirilmiş. Yerleşmelerin yaygın olduğu kuzey ve güney kesimlerde genellikle 5-9 kat büyütme gözlenmiştir.

(Hryciw vd., 1991) tarafından yapılan çalışmada; Kaydedilen Loma Prieta Depremin yer hareketleri yapay bir dolgu olan (San Fransisco Körfezi) Treasure Adası, bitişiğindeki Yerba Buena kaya mostrasından önemli ölçüde daha büyük elde edilmiştir. Yerba Buena yer hareketleri, Treasure Ada'sında zemin büyütmesini

hesaplamak için SHAKE90 bilgisayar programına girdi olarak kullanılmıştır. Kayma dalgası yayılma hızları, sismik koni penetrasyon deneyi ile elde edilmiştir. Yer hareketi kayıt istasyonunda kaydedilen ivmeler ve hesaplananlar arasında kayda değer uyum gözlenmiştir. Ada çevresinde hesaplanan maksimum ivmeler 0.13 ila 0.20 g. arasındadır. Adanın çeşitli yerlerindeki hasarın derecesi, adanın maksimum hesaplanan ivmeleriyle uyumludur. Daha eski körfez çökellerinde daha az büyütme görülürken daha genç körfez çamurun özellikle sığ dolgu olan kısımlarında bir miktar daha fazla büyütmeler görülmüştür.

(Afacan ve Güler, 2019) tarafından yapılan çalışmada; Afyonkarahisar Dinar ilçesi için 5 adet sondaj kuyusu için, Vs dalga hızını bulmak için Çok kanallı yüzey dalgaları analizi (MASW) ile ölçüm yapılmıştır. DeepSoil v6 analiz programıyla zemin profilleri çıkarılıp doğrusal olmayan analizler yapılmıştır ve geneli yüksek (CH) ve düşük plastisiteli (CL) killerden meydana gelen örnek için ölçeği 7 Mw'den büyük olan Dinar, Düzce ve Kocaeli deprem kayıtları AFAD ve PEER'den elde edilmiş ve zemin büyütme analizleri yapılmıştır. Ayrıca TBDY2018 ile elde edilen spektrum eğrisi ile karşılaştırılarak performansı değerlendirilmiştir.

(İyisan ve Haşal, 2011) tarafından yapılan çalışmada; Ova ve tepe bölgelerinden (yüksek plastisiteli kil ve siltli kum ayrı ayrı) oluşan bir geometri üzerinde eşdeğer lineer malzeme modeli kullanılarak bir ve iki boyutlu analizler yapılmıştır. Anakayadan gelen ivmeler, üst katmandaki kuma geçerken zemin yüzeyinde ortalama iki katına çıkarken, üst katmandaki kile geçerken büyütmeler hemen hemen beş katına çıkmıştır. Eğimli tepe kesimlerinde ise spektral büyütme 6 değerine kadar çıkmıştır.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Kullanılan Programlar

Çalışmamızda SeismoMatch programını, Web tabanlı Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (PEER) yer hareketi veritabanı ve Deepsoil analiz programı kullanmıştır.

3.1.1 SeismoMatch yazılımı

SeismoMatch, (Abrahamson, 1992) ve (Hancock vd., 2006) tarafından önerilen dalga algoritmasını kullanarak, belirli bir hedef tepki spektrumuna uyacak şekilde deprem ivme kayıtlarını benzeştirebilen bir uygulamadır. Aynı zamanda, bir dizi ivme kaydını eş zamanlı olarak eşleştirmek ve daha sonra maksimum uyumsuzluğu önceden tanımlanmış bir toleransa uyan bir ortalama eşleştirilmiş spektrum elde etmek de mümkündür.

Program, farklı metin dosyası formatlarında kaydedilmiş ivme kayıtlarını okuyabilir. Bu yer hareketi kayıtları koleksiyonu, sonradan spektral ivmelerinin belirli bir tolerans dahilinde önceden tanımlanmış bir yanıt spektrumuyla eşleşeceği şekilde ayarlanabilir. Hedef spektrum, üç şekilde oluşturulabilir bunlar:

1. Eurocode 8 kuralları izlenerek,
2. Belirli bir ivme grafiğinin spektrumu hesaplanarak veya
3. Basitçe kullanıcı tanımlı bir spektrum yüklenerek oluşturulabilir.

Eşleşen ivme kayıtları için aşağıdaki kuvvetli yer hareket parametreleri hesaplanır:

1. Elastik tepki spektrumları ve psödo spektrumlar,
2. Aşırı sönümlü tepki spektrumu,
3. İvme, hız ve yer değiştirmenin ortalama karekökü (RMS)
4. Arias (Ia) ve karakteristik (Ic) yoğunlukları,
5. Kümülatif mutlak hız (CAV) ve özgül enerji yoğunluğu (SED),
6. İvme (ASI) ve hız (VSI) spektrum yoğunluğu,
7. Housner yoğunluğu,
8. Sürekli maksimum hızlanma (SMA) ve hız (SMV),
9. Etkili tasarım ivmesi (EDA),
10. Baskın periyod (Tp),
11. Etkili süre.

Buna ek olarak, SeismoMatch ayrıca kullanıcının maksimum ve ortalama uyumsuzlukla ilgili gereksinimlerini karşılayan birleşik bir ortalama spektrum elde etmek için bir kullanıcının birçok eşleşen ivme kaydını birleştirebileceği bir modüle sahiptir.

Windows ortamıyla tam uyumu sayesinde SeismoMatch, sayısal ve grafiksel sonuçların herhangi bir Windows uygulamasına (örn. MS Excel, MS Word, vb.) kopyalanmasına izin verir.

Seismomatch çalışma şekli 3 adımda gerçekleşir. Bunlar şu şekildedir:

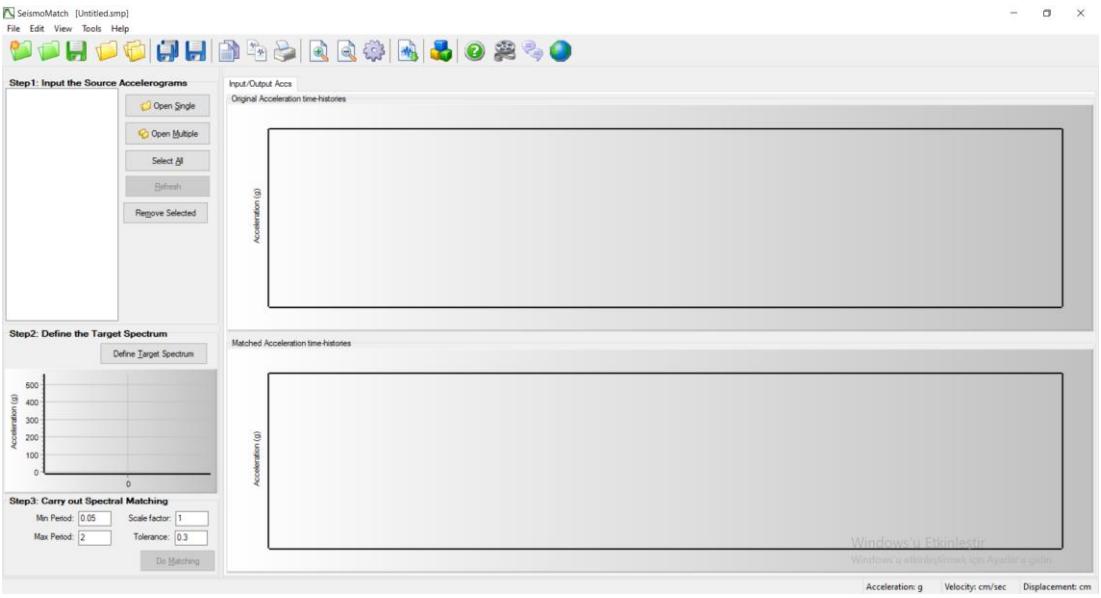
1. İvme-zaman yükleme
2. Hedef Spektrumu Tanımlama
3. Spektral eşleştirme

Mevcut çalışma bir 'proje' olarak kaydedilmeli.

Ayrıca en iyi bilinen çevrimiçi deprem kaydı veritabanlarından kuvvetli hareket verileri indirebilir.

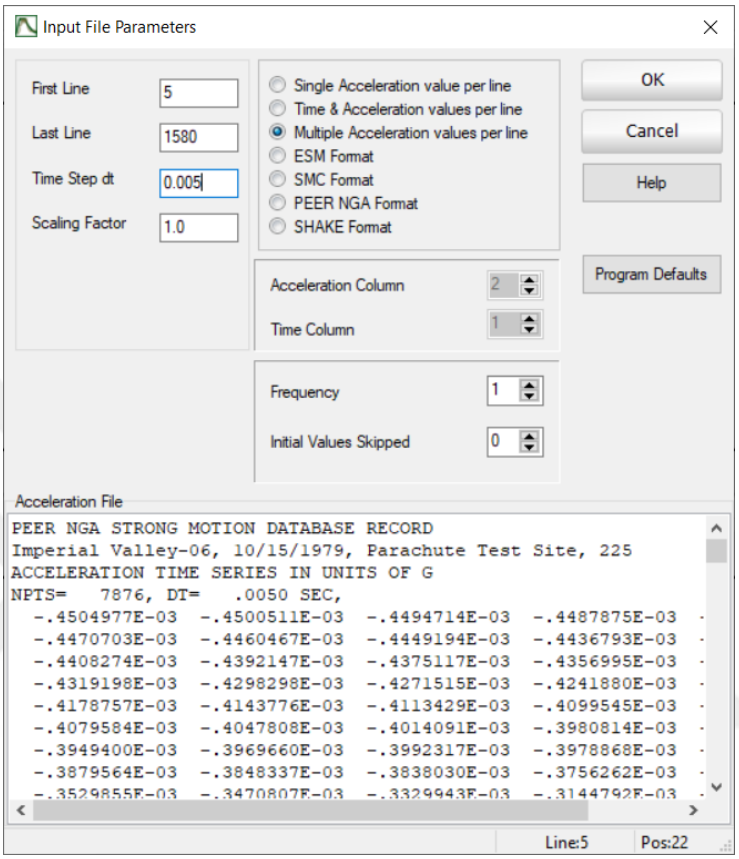
3.1.1.1 İvme ve zaman kayıtlarını yükleme

Çalıştırıldığında, SeismoMatch yüklü ivme kayıtlarının görüntülendiği “ana giriş/çıkış Accs” modülünü açar. İvme kayıtlarını açmak için, kullanıcılar dosya > tekli aç ve menü komutunu seçebilir (Şekil 3.1). Ardından ilgili girdi dosyası parametrelerini tanımlayabilir; okunacak ilk satır ve son satır, zaman geçmişinin zaman adımı (time step) ve ölçekleme faktörü (okunmakta olan ivme kaydını büyütmek veya küçültmek isteniyorsa).



Şekil 3.1 SeismoMatch arayüzü

İlk satır değeri (varsayılan olarak 5'e eşittir) esasen dosyanın başlangıcından itibaren ihmal edilecek satır sayısını belirtir. Genellikle ivme kaydı metin dosyaları, kaynaklarını, özelliklerini vb. açıklayan giriş niteliğindeki başlık satırlarını içerir. Bu satırlar program tarafından okunmamalıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 SeismoMatch'te çalışmamızın deprem ivme kaydı girme ekranı

Son satır parametresi (program tarafından otomatik olarak algılanır), metin dosyasının ivme değerlerinden sonra ek bilgiler içerdiği özel durumlar için de gereklidir. Bu, hız ve/veya yer değiştirme zaman geçmişlerini ivme karşılıklarını takip ettiği bir dizi güçlü hareket veri tabanından gelen dosyalar için tipik bir davranıştır. Bu gibi durumlarda, son satır değerinin, ivme değerlerinin son satırına işaret etmesi gerektiği açıktır.

SeismoMatch'te işlenecek ivme kayıtları maksimum 2^{18} veri noktası içerebilir (yani 262144). Bununla birlikte, aşırı sayıda veri noktası içeren orijinal kayıtların (örn. >10000) çok büyük bellek gereksinimleri nedeniyle yavaş analizlere ve bazı durumlarda sistem hatalarına yol açabileceği belirtilir, bu nedenle bu tür büyük girdi ivme kayıtlarının kırpılması (tipik olarak başlangıç ve bitişlerinde ihmal edilebilir hareketin büyük kısımlarını içerirler) ve/veya zaman adımlarını ikiye katlanır (aşırı derecede küçük bir "dt" zaman adımı kullanılması durumunda).

Her satır başına tekli değerlerin metin dosyaları

Her satır formatı için bu tekli değerde kaydedilen ivme kayıtlarını açmak için, kullanıcıların ek bir girdi dosyası parametresi, yani ivme değerlerinin bulunacağı sütunun belirtilmesi gerekir.

Aşağıda tanımlanan örnek 1 durumunda, ivme sütunu 2 değerine sahip olacaktır (diğer tüm sütunlardaki değerler program tarafından yok sayılır), örnek 2 durumunda ise ivme sütunu 1 olarak tanımlanmalıdır (Şekil 3.3).

Example file 1

Time	Acceleration	Velocity	Displacement
0.0000	0.0011	-0.1710	0.0000
0.0100	0.0031	-0.4239	-0.0029
0.0200	0.0045	-0.6480	-0.0084
0.0300	0.0043	-0.5071	-0.0141
0.0400	0.0032	-0.0579	-0.0169
0.0500	0.0029	0.3491	-0.0154
0.0600	0.0037	0.3877	-0.0118
0.0700	0.0037	0.2660	-0.0085
0.0800	0.0019	0.2502	-0.0060
0.0900	-0.0005	0.3418	-0.0029
0.1000	-0.0011	0.3910	0.0007
0.1100	0.0013	0.3858	0.0045
.....	.....	.....	.....

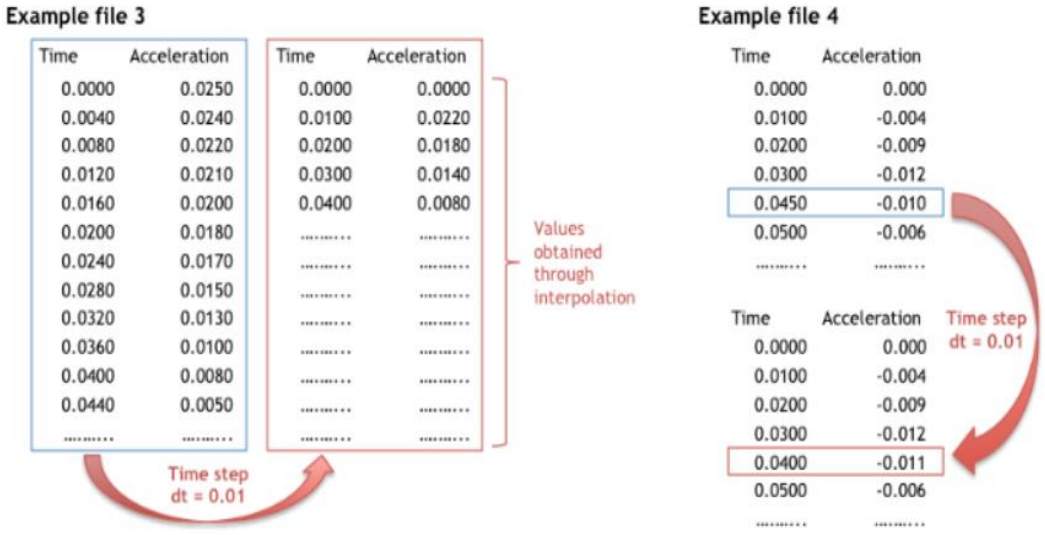
Example file 2

Acceleration
0.0011
0.0031
0.0045
0.0043
0.0032
0.0029
0.0037
0.0037
0.0019
-0.0005
-0.0011
0.0013
.....

Şekil 3.3 İki farklı veri kaydın dosya örneği

Her satır başına ivme ve zaman değerlerin metin dosyaları

İvme ve zaman değerlerine kaydedilen ivme kayıtlarını her satır formatı tipine göre açmak için, bir ek girdi dosyası parametresi (önceki duruma göre), yani zaman değerlerinin bulunacağı sütunun belirtilmesi gerekir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 İvme zaman kayıtların iki örneği

Her satır başına çoklu değerlerin metin dosyaları

Bu satır başına çoklu değer biçiminde kaydedilen ivme kayıtlarını açmak için kullanıcıların ayrıca iki ek girdi dosyası parametresini belirtmesi gerekir. Ayrıca okuma sıklığı ve başlangıç değerleri atlanır. 1 frekans değeri, tüm değerlerin okunduğu anlamına gelir; frekans 2, diğer tüm değerlerin okunduğu anlamına gelir; frekans 3, üç değerden birinin okunduğu anlamına gelir (tipik olarak, ivme, hız ve yer değiştirme değerleri sırasıyla).

Aşağıda tanımlanan Örnek 5 durumunda, tanımlanacak frekans 1 olur (ve atlanan ilk değerler 0 olmalıdır), Örnek 6 durumunda, frekans değeri 2 olur (ve atlanan başlangıç değerleri 1 olmalıdır) (Şekil 3.5).

Example file 5

acceleration values only
dt = 0.005

0.00468	0.01284	0.02032	0.01953
0.04397	0.09619	0.02929	-0.18252
-0.15370	-0.01253	0.09172	0.26058
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Example file 6

time + acceleration values

0.005	0.00468	0.010	0.01284
0.015	0.02032	0.020	0.01953
0.025	0.04397	0.030	0.09619
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

Şekil 3.5 Çoklu değer biçiminde kaydedilen iki farklı ivme kayıt dosyaları

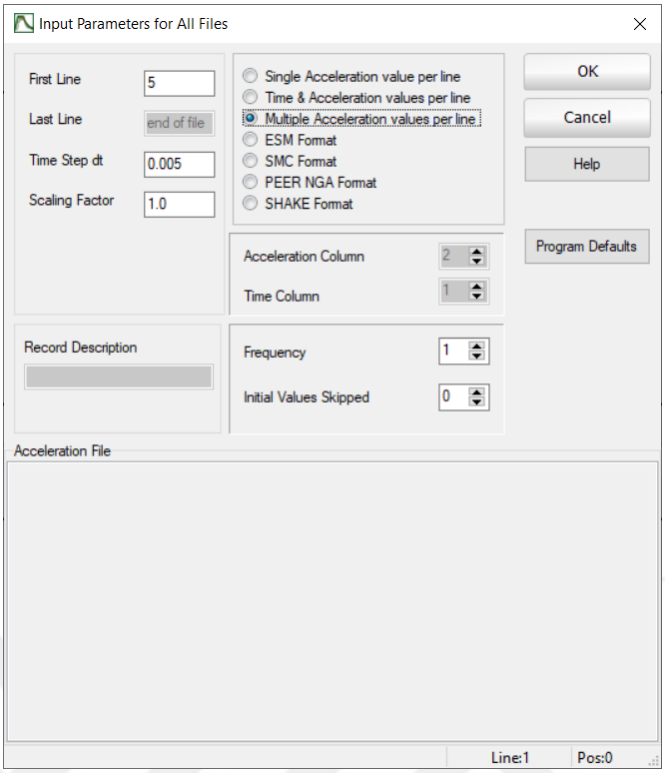
ESM format dosyaları, SMC biçimli dosyalar, PEER NGA format dosyaları, SHAKE formatı (.eq) dosyaları

ESM, SMC, PEER NGA, SHAKE (.eq), formatında kaydedilen ivme kayıtlarını açmak için, bu parametreler program tarafından otomatik olarak algılandığından, herhangi bir ek girdi dosyası parametresi belirtilmesine gerek duyulmaz.

Birden fazla dosya açma ve birimleri değiştirme

Tüm kayıtları her satır başına ivme ve zaman değerleri benzer biçiminde olduğu sürece aynı anda bir grup ivme kaydı yüklenebilir. Bunu yapmak için, "(open multiple) dosya> birden çok aç" menü komutu seçilebilir. Şekil 3.6'da çoklu dosya ekleme seçeneğiyle zaman adımı aynı olan depremler için çoklu dosya ekle seçeniğini kullanabilir. Bu seçenek altında ilk satır girilir, son satır otomatik okunur. Çalışmamız için çoklu ivme değerleri seçeneği tıklanır. Böylece birden fazla benzer deprem kaydı aynı anda SeismoMatch'e eklenir.

Program tarafından kullanılan birimleri girdi dosyasınınkilere eşit olarak ayarlamak için "birimleri değiştir" özelliğinden de yararlanılabilirler.



Şekil 3.6 Birden fazla dosya açma ekranı

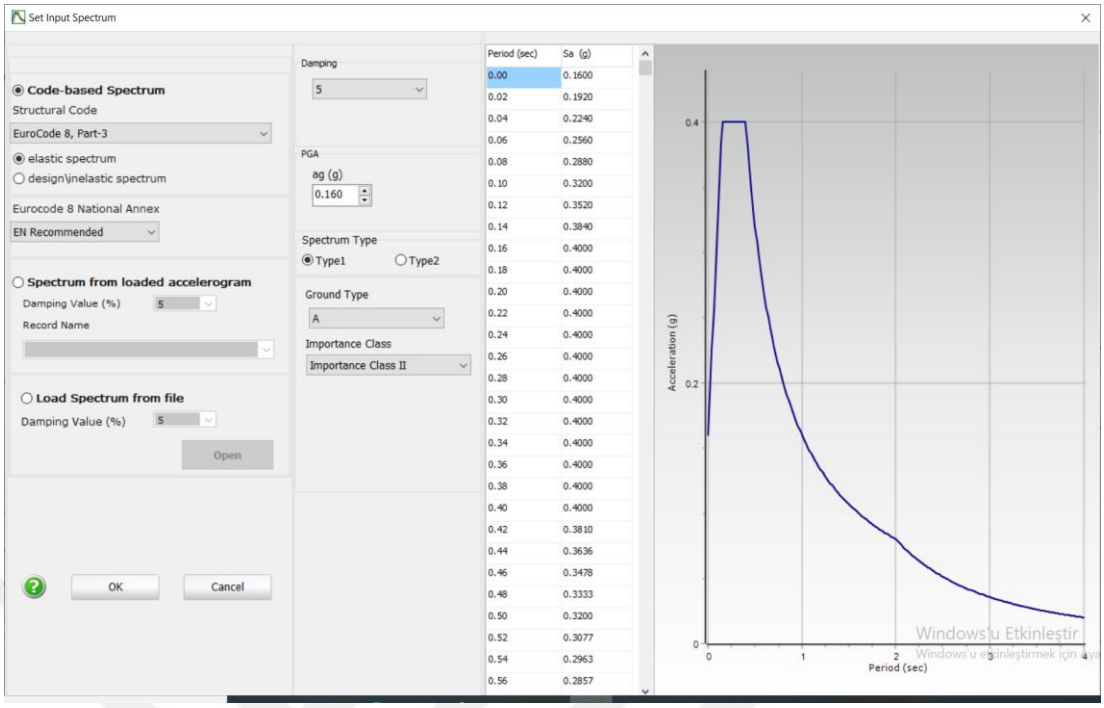
3.1.1.2 Hedef spektrumun tanımlanması

Hedef spektrumun tanımlamasını sağlayan modül, ana panelde "define target spectrum" butonuna tıklanarak açılabilir. Kullanılabilir üç seçenek vardır:

1. Kod tabanlı spektrum oluşturulması
2. Yüklenen ivme kaydından spektrum kullanımı
3. Dosyadan spektrum yükle

Kod tabanlı spektrum oluşturulması

SeismoMatch, kullanıcıların çeşitli Ulusal Kodlardaki kurallarla tutarlı bir hedef spektrum oluşturmasına olanak tanır (Şekil 3.7). SeismoMatch'te desteklenen Ulusal Kodlar Ek 1'de belirtilmiştir.



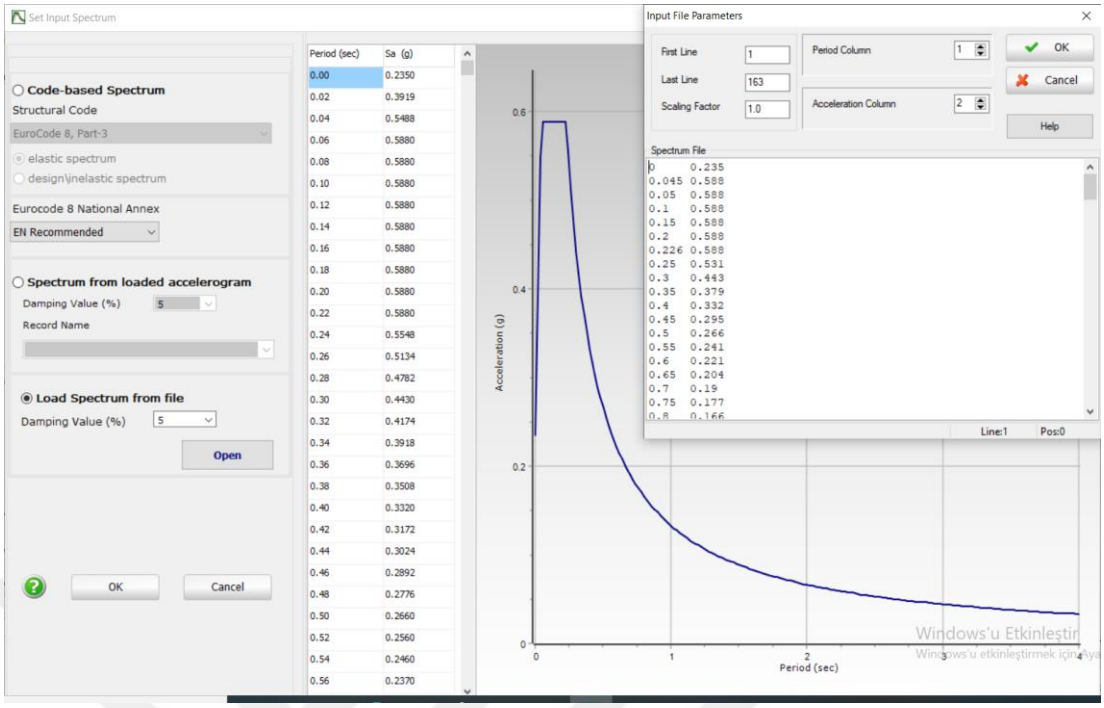
Şekil 3.7 Ulusal kodlardaki (EuroCode8, part-3) kurallara göre bir hedef spektrum oluşturulması

Yüklenen ivme kaydından spektrum kullanımı

Bu ikinci seçenekte, programa önceden yüklenmiş bir ivme kaydı seçilebilir ve bu kayıttan gelen tepki spektrum hedef spektrum olarak kullanılabilir. Ayrıca ilgili sönümleme değerini tanımlamak da gereklidir. Son olarak, ESM, SMC ve PEER NGA formatları da desteklenir.

Dosyadan spektrum yükle

Bu üçüncü seçenek, bir metin dosyasına kaydedilmiş bir spektral yanıtı yüklemeye izin verir. Spektruma karşılık gelen değerlerin iki sütunda düzenlenmesini gerektirir (periyot ve spektral ivme şeklinde). Bir kullanıcının hangi sütunların periyotları ve spektral ivmeyi içerdiğini ve dosyanın hangi satırlarının dikkate alınması gerektiğini belirleyebileceği ikinci bir pencere görüntülenir. T=0 için bir spektrum ordinatı, kullanıcı tarafından açıkça belirtilmemiş olsa bile, her zaman program tarafından tanımlanacaktır. Bir metin dosyasına kaydedilmiş çalışmamızın spektral yanıtının yüklenmesi Şekil 3.8'de mevcuttur.

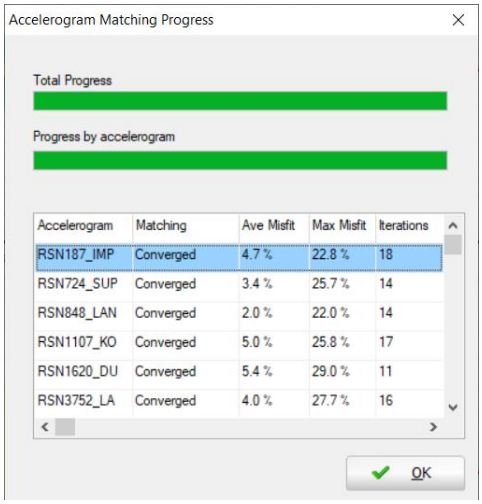


Şekil 3.8 Bir metin dosyasına kaydedilmiş çalışmamızın spektral yanıtı yükleme

3.1.1.3 Spektral eşleşme

SeismoMatch'in ana işlevi, yer hareketi kayıtlarını, spektral ivme tepkileri bir hedef tepki spektrumuyla eşleşecek şekilde ayarlamaktır. Program ayarları menüsünün "eşleştirme parametreleri" sekmesinde bulunan spektral eşleştirme işlemi için iki dalga algoritması arasından seçim yapabilir. İlk yöntem (Hancock vd., 2006). Çözümün eşleşmesi için sayısal entegrasyon ve ek dalga yöntemi uygulanırken, karşılık gelen hız ve yer değiştirme zaman serilerindeki kaymayı ortadan kaldırmak için taban çizgisi düzeltmesi gerektirir. İkinci algoritma (Al Atik ve Abrahamson, 2010) tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilmiş bir konik kosinüs ayarlama işlevi, temel çizgi düzeltmesi olmadan değiştirilmiş hız ve yer değiştirme zaman serilerinde kaymayı önler. Belirli bir frekansta (tj) tepe tepkisinin süresi kaydın süresine kıyasla küçük olduğunda ivme zaman serisinin başlangıcının dinamik dolgusu gerçekleştirilir. (Psödo) ivme tepki spektrumları, Newmark'ın entegrasyon şeması ile hesaplanır.

Bazı ivme kayıtlarını yükledikten ve hedef spektral yanıtı tanımladıktan sonra, kullanıcının yalnızca eşleştirme algoritmasını tanımlaması, eşleştirme periyodu aralığını ayarlaması, gerekli toleransı ayarlaması ve "eşleştirme yap" basması yeterlidir. Eşleştirme işlemi başladığında her ivme kaydının ilerlemesini ve ayrıca spektral uyumsuzluk, yinelemeler ve tolerans hakkında bilgileri gösteren bir açılır pencere görüntülenir (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Çalışmamızın eşleşme işlemi

Bu pencerede eşleşen her ivme kaydı için, eşleşen sonuç (eşleşen veya değil), ortalama uyumsuz, maksimum uyumsuz ve kullanılan yineleme sayısı gibi çeşitli bilgiler görüntülenir. Belirli bir kayıt için eşleşme sağlanamazsa, her zaman yineleme sayısı veya uygulanan dalga sayısı arttırılabilir.

Spektrum eşleştirme parametreleri

Uyumsuzluk toleransı

Bu parametre, eşleşme sürecini kontrol eden maksimum uyumsuzluk toleransını belirtir.

Maksimum yineleme

Burada belirtilen yineleme sayısı içinde eşleşme sağlanamazsa, eşleştirme işlemi durdurulur (nispeten büyük bir varsayılan değer olan 30 ayarlanır).

Ölçek faktörü

Orijinal zaman kaydını ölçeklendirmek için kullanılabilecek faktör (örneğin, orijinal ivme kaydı "g" olarak ve hedef spektrum “m/s^2” olarak tanımlanmışsa 9.81).

Minimum öz değer

Tekil değer ayrıştırmada kullanılan minimum normalleştirilmiş öz değerdir. Daha küçük bir değer daha hızlı ancak daha az kararlı eşleşme sağlar (önerilen değer 1.0^{e-4} 'tür).

Maksimum dalga sayısı

Dalga modeli için maksimum dalga sayısı. Değer ne kadar küçükse, eşleşme o kadar kötü olur. Tipik olarak, varsayılandan (10) daha yüksek bir değerin sonuçlar üzerinde

önemli bir etkisi yoktur.

Ek dalgalar sayısı

Dalga ekleyerek veya düzeltme genliğini azaltarak sapmayı önlemek için kullanılan maksimum "ek dalga" yineleme/alt yineleme sayısı (önerilen değer 20'dir).

Çapraz küçültme kapalı

0,7'den (varsayılan) küçük bir değer hız ve yer değiştirme zaman serilerini bozabilse de çapraz olmayan elemanlardaki azalma daha iyi eşleşme sağlar.

Grup boyutu

Tasarım spektrumunu birkaç alt gruba bölerek eşleşme üzerinde daha fazla kontrol sağlanabilir. Önerilen varsayılan değer 250'dir.

Minimum ve maksimum dönem

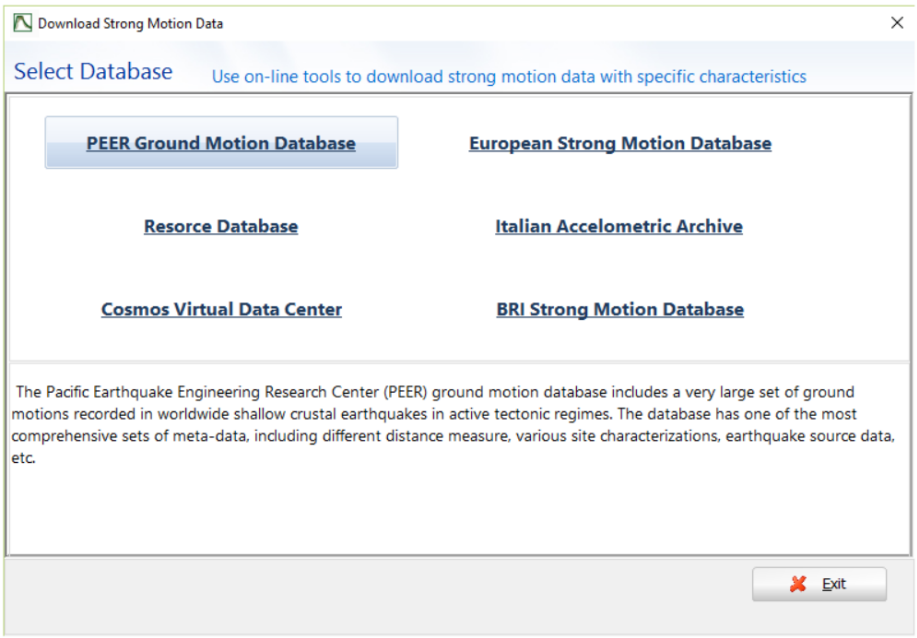
Spektral eşleşmenin gerçekleştirildiği alt ve üst periyot sınırları.

a1, a2, f1, f2

Alfa modeli olarak adlandırılan parametrelerinin 1.25, 0.25, 1.0 ve 4.0 değerlerini içermesi tavsiye edilir. Çünkü diğer kombinasyonlar modelin frekans bağımlılığını değiştirebilir ve onu referans zaman geçmişiyle tutarsız hale getirebilir. Böylece büyük bir uyumsuzlukla sonuçlanabilir.

Yer hareketi verileri indirme

En iyi bilinen çevrimiçi deprem kaydı veritabanı bağlantılarıdır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Çevrimiçi deprem kaydı veritabanların bağlantıları

Tepki spektrumu ve yer hareketi parametreleri

Bu bölüm, elastik spektrumların nasıl hesaplandığı ve karşılaştırıldığına ve farklı yer hareketi parametrelerini hesaplamak için kullanılan denklemlere ilişkin kısa bir genel bakış sağlar.

1. Elastik tepki spektrumları
2. Ortalama eşleşen spektrumlar
3. Yer hareketi parametreleri

Elastik tepki spektrumu

Elastik ivme, hız ve yer değiştirme tepki spektrumları SeismoMatch'te hesaplanabilir ve karşılaştırılabilir. Elastik spektrum, bir dizi tek serbestlik dereceli sistemin hareket denkleminin zaman entegrasyonu vasıtasıyla hesaplanır; buradan tepe yer değiştirme, hız ve ivme tepki miktarları elde edilir ve periyot, frekans veya periyot olarak çizilir. Yaygın olarak tepki spektrumu olarak bilinen yer değiştirmeye karşı genlik grafikleridir. Ayrıca, yer değiştirme yanıt değerlerinin sırasıyla ω ve ω_2 ile çarpılmasıyla elde edilen psödo hız ve psödo ivme yanıt değerleri de verilmiştir ("ω" açısal frekansı ifade eder).

Sönümleme parametresini tanımladıktan sonra, gerekli hesaplamaları başlatmak için yalnızca "yenile" düğmesine tıklamaları yeterlidir; birkaç ivme kaydı için elastik spektrum hesaplaması istenmişse bunlar birkaç saniye sürebilir. Tamamlandığında, sonuçlar otomatik olarak ilgili modüllerde gösterilir ve burada her eksende gösterilen parametreleri değiştirme olasılığı da dahil olmak üzere bir dizi farklı çizim kombinasyonu sunulur. Ayrıca, ilgili spektral değerler "Deplasman", "Hız", "İvme", "Psödo – Hız" ve "Psödo – İvme" tablolarında, seçilmesi ve gerekirse diğer Windows uygulamalarına kopyalanması hazır olarak sağlanır.

Varsayılan olarak, bu modülde gösterilen sönüm değerinin, "Hedef Spektrum Tanımlama" modülünde yaptığı seçime karşılık geldiği ve ardından spektrum eşleştirme hesaplamalarında kullanılır. Sönümleme değerinde burada yapılan herhangi bir değişiklik, bu nedenle, hedef spektrumu etkilemeyecek veya eşleştirme alıştırmasının yeniden çalıştırılmasına neden olmayacak, aksine, kayıt spektrumlarının farklı sönümleme seviyelerinde görselleştirilmesine izin verilecektir.

Sönümleme

Kullanıcı, burada kritik sönüm değerinin bir yüzdesi olarak tanımlanan ve genellikle %0 ila %5 arasında değişen değerler içeren bu tür elastik spektrumla ilişkili viskoz

sönümleme seviyesini değiştirme olanağına sahiptir. Bu sınırdan daha yüksek sönüm değerleri, Aşırı sönümlü spektrumlar üretmek için de kullanılabilir.

Sayısal entegrasyon parametreleri

Elastik tepki spektrumunun belirlenmesi, dikkate alınan ivme zaman-geçmişine tabi tutulan değişen titreşim periyotlarına sahip SDOF osilatörlerinin tepe tepki değerlerinin hesaplanmasını gerektirir. Bu nedenle, doğrusal dinamik analiz yapılması gerekir ve hareket denklemleri sistemini çözmek için sayısal bir doğrudan entegrasyon şeması kullanılır. SeismoMatch'te bu entegrasyon Newmark entegrasyon şeması (Newmark, 1959) aracılığıyla gerçekleştirilir.

Newmark entegrasyon şeması, iki parametrenin tanımını gerektirir; beta (β) ve gama (γ). Kullanılan zaman adımından bağımsız olarak koşulsuz kararlılık, $\beta \geq 0.25\ (\gamma + 0.5)^2$ değerleri için elde edilebilir. Ek olarak, eğer $\gamma = 0{,}5$ kabul edilirse, entegrasyon şeması, mevcut uygulama kapsamında açıkça avantajlı bir senaryo olan, hiçbir genlik sayısal sönümünün uygulanmadığı, iyi bilinen enerji tüketmeyen yamuk kuralına indirgenir. Bu nedenle varsayılan değerler $\beta = 0.25$ ve $\gamma = 0.5$'tir.

Bununla birlikte, yamuk kuralının, yeterince doğru çözümler sağlamak için nispeten küçük zaman adımlarının kullanılmasını gerektirdiği, bunun nedeni, entegrasyon zaman adımı ile analiz edilen osilatörün periyodu arasındaki maksimum oranı şu şekilde (maks. dt/T = 0.02, varsayılan olarak) uygulanmıştır. Başlangıç noktası olarak program, dinamik analizin zaman adımı olarak yüklenen ivme kaydının zaman adımını kullanır ve ardından bunun %2'den (veya kullanıcı tarafından kabul edilen başka bir eşik değerinden) daha büyük olup olmadığı analiz edilen sistemin periyodundan kontrol edilir. Eğer gerçekten daha büyükse, o zaman algoritma otomatik olarak entegrasyon zaman adımını değiştirir, böylece maksimum dt/T oranına uyulur, lineer interpolasyon yoluyla, hareket denkleminin entegrasyonu için gerekli olan giriş ivme grafiği alt bölümlere ayrılır. Maksimum dt/T varsayılan değerinin (dt/T = 0.02) genellikle yeterince doğru çözümlere yol açtığı ve bu nedenle kullanıcıların genellikle bu değeri değiştirmesinin gerekmediği belirtilmektedir.

Spektral dönem aralığı ve adım

Minimum ve maksimum ilgi periyotları, spektral periyot aralığını karakterize etmek için tanımlanabilir. Genellikle standart yapısal uygulamalar için bunlar sırasıyla 0,02 ve 4,0 saniyeye karşılık gelir. Ayrıca, spektrumları oluşturan farklı değerlerin hesaplanmasında kullanılan periyot adım değeri de tanımlanmalıdır. 0.02 saniye ise

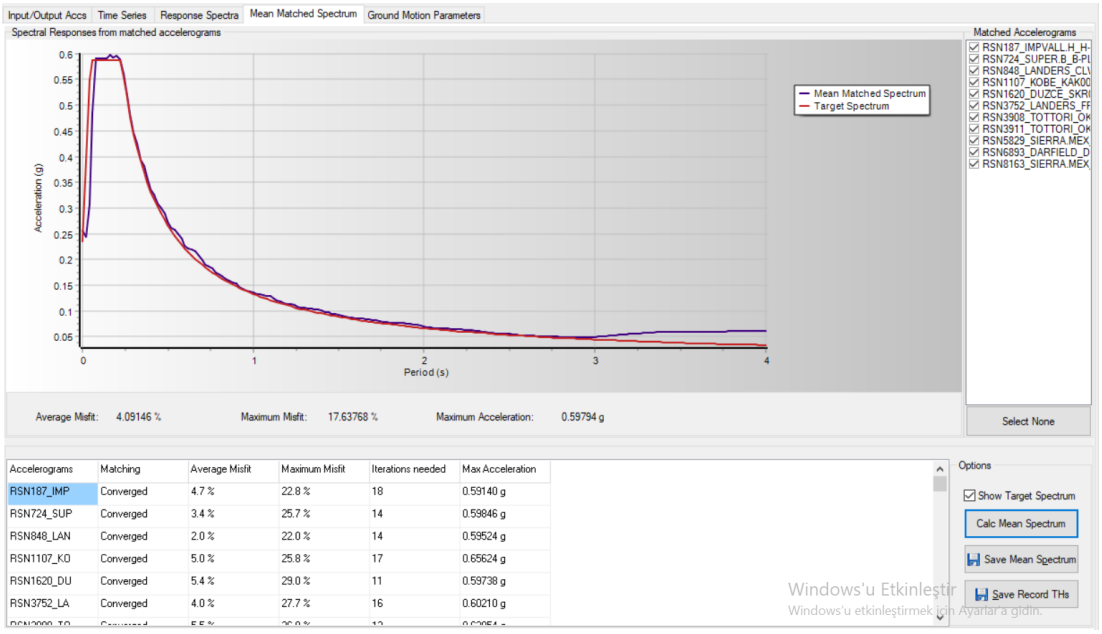
varsayılan değerdir. Çalışmamızda Şekil 3.11'de sol altta 0.06-3 periyodu kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 3.11 Çalışmamızda 0.06-3 periyodlu görüntüsü

Ortalama eşleşen spektrum

Çoğu durumda, her bir kaydın bireysel spektrumu yerine bir grup kayıt spektrumunun ortalamasına dayatılan eşleştirme kriterlerine uymalarını gerektirecektir. Bu modül, böylece, kullanıcıların farklı eşleşen ivme kayıtlarını (veya daha iyisi, farklı eşleşen ivme kayıtlarının spektrumlarını) birleştirmelerine ve seçilen eşleşen kayıt spektrumlarının ortalamasının, belirlenen periyotlar aralığında hedef spektrumla nasıl karşılaştırıldığını kontrol etmelerine izin verilir. Bu modül aracılığıyla, eşleşen kayıtları veya ortalama spektral yanıtı çıkarmak da mümkündür (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Çalışmamızdaki 11 eşleşmiş deprem kaydın ortalama spektral yanıtı

Yer hareketi parametreleri

Bu modülde, Program ayarları panelinde belirtildiği gibi, yaygın olarak hesaplanan bir dizi yer hareketi parametreleri sağlanmaktadır (Şekil 3.13).

Sürekli maksimum ivme (SMA) ve hız (SMV)

Bu parametre, üç döngü boyunca sürekli maksimum ivme/hızı verir ve zaman tanım alanında ivme/hızın üçüncü en yüksek mutlak değeri olarak tanımlanır (not: mutlak bir değerin dikkate alınması için "maksimum" olarak, 20 adım öncesi ve 20 adım sonrası değerlerinden daha büyük olmalıdır).

Etkili tasarım ivmesi (EDA)

Bu parametre, 9 Hz'lik bir kesme frekansı ile giriş zaman geçmişini düşük geçişli filtrelemeden sonra bulunan tepe hızlanma değerine karşılık gelir.

A95 parametresi

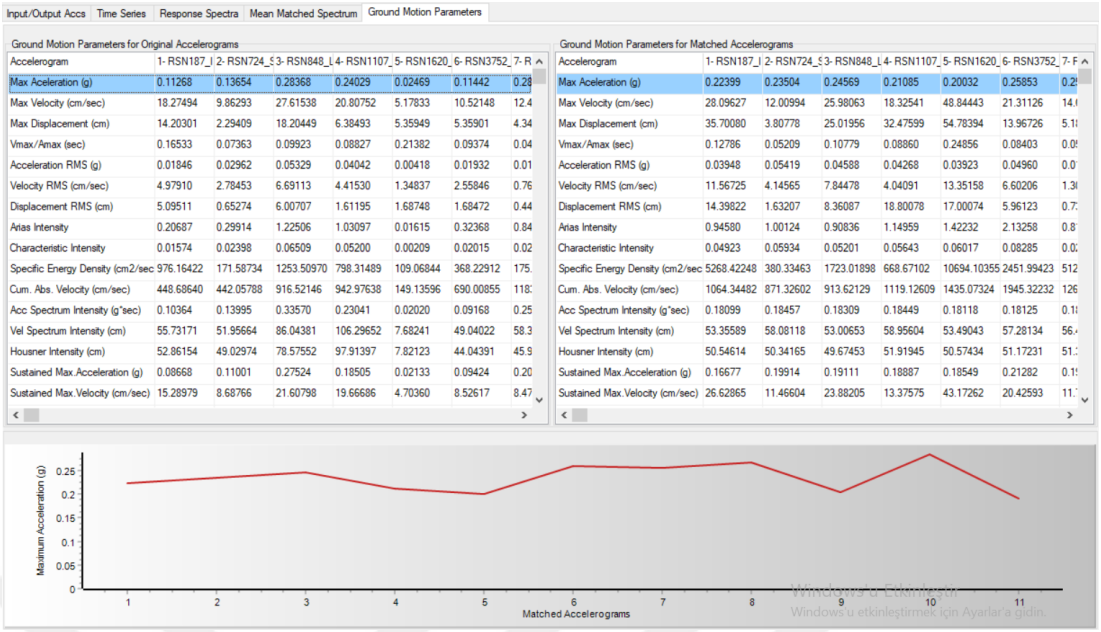
Toplam Arias yoğunluğunun %95'inin altında tutulduğu ivme seviyesi dahil edilir. Diğer bir deyişle, ivme kaydının tamamı 100'e eşit bir Ia değeri veriyorsa, A95 parametresi, altındaki ivme kaydının tüm değerlerinin entegre edilmesiyle bir Ia=95 alacak şekilde hızlanma eşiğidir.

Baskın periyot (Tp)

Baskın periyot (Tp), %5 sönümde hesaplanan bir ivme tepki spektrumunda maksimum spektral ivmenin meydana geldiği periyottur.

Önemli süre

Toplam Arias yoğunluğunun bir oranının (yüzdesinin) toplandığı zaman aralığı (varsayılan, %5 ve %95 eşikler arasındaki aralıktır).



Şekil 3.13 Orijinal ve eşleşmiş 11 deprem kaydın yer hareketi parametreleri

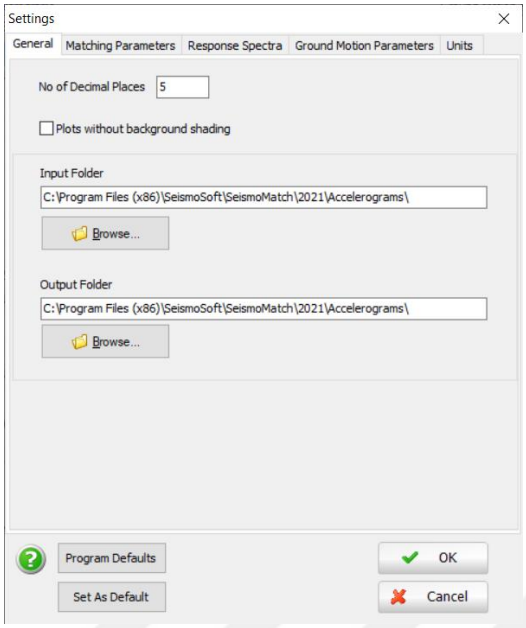
Ayarlar ve biçimlendirme

Bu bölümde, SeismoMatch içinde hesaplamaların nasıl yapıldığını belirleyen farklı ayarların yanı sıra sonuçları biçimlendirme ve dışa aktarma ile ilgili çeşitli seçenekler açıklanmaktadır. SeismoMatch, hangi yer hareketi parametrelerinin hesaplanacağına, kullanılacak birim sisteminin tipine, dikkate alınacak periyotların aralığı ve adımına ve daha da önemlisi eşleştirme sürecinde dikkate alınması gereken parametrelerdir. Tüm bu sonuçlar, biçimlendirilebilen ve Microsoft Word veya Microsoft Excel gibi diğer uygulamalara aktarılabilen çizelgeler ve tablolar aracılığıyla kullanıcılara sunulmaktadır.

1. Program Ayarları
2. Sonuçları dışa aktarma

Program ayarları

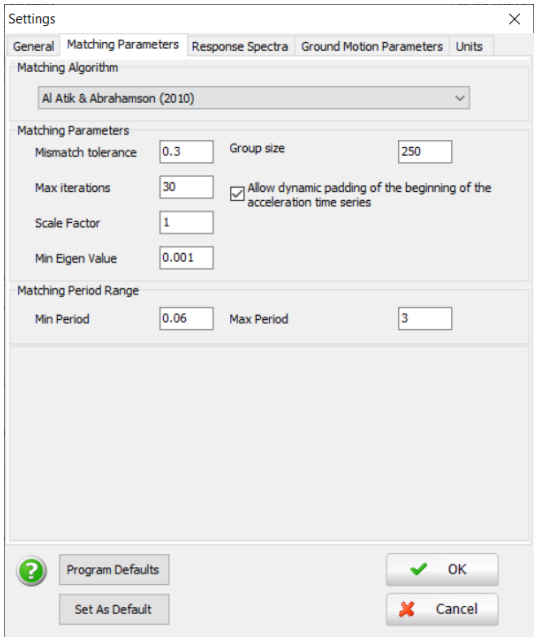
Bu yardım sisteminin diğer bölümlerinde tartışıldığı gibi, belirli bir kullanıcının ihtiyaçlarına veya tercihlerine daha iyi uyacak şekilde programın kullanılabilirliğini özelleştirmek mümkündür. Bu program/proje ince ayar olanağına “araçlar > ayarlar” veya ilgili araç çubuğu düğmesi aracılığıyla erişilebilen Program Ayarları panelinden erişilebilir. Program ayarları paneli, aşağıda açıklanan farklı türdeki ayarlara erişim sağlayan dört sekme penceresine bölünmüştür. Bu tür ayarlarda yapılan değişikliklerin yalnızca bu değişikliklerden sonra yüklenen kayıtlar için geçerli olacağı belirtilmektedir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Genel program ayarları

Eşleşen parametreler

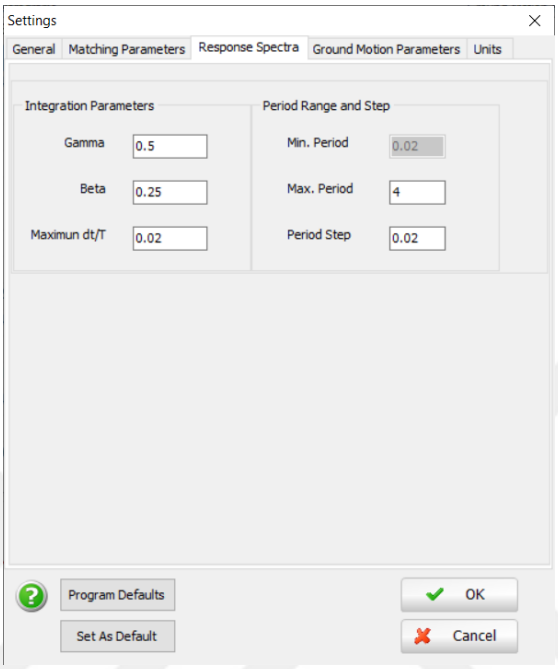
Burada kullanıcı, kullanılacak eşleştirme algoritmasını seçebilir ve ivme kaydı eşleştirme işlemi ile ilgili tüm parametreleri ayarlayabilir. Bu parametreler burada açıklanmıştır ve "eşleşme periyodu aralığı", "ölçek faktörü" ve "uyuşmazlık toleransı" dışında (bunların tümü ana program penceresinden kolayca erişilebilir), algoritmaya ve ilgili bilimsel yayınlara çok aşina olabilecek uzman kullanıcılara yöneliktir. Çalışmamızda Al Atik ve Abrahamson, 2010 eşleşme algoritması kullanıldı (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Eşleşme parametrelerin ayarları

Tepki spektrumları

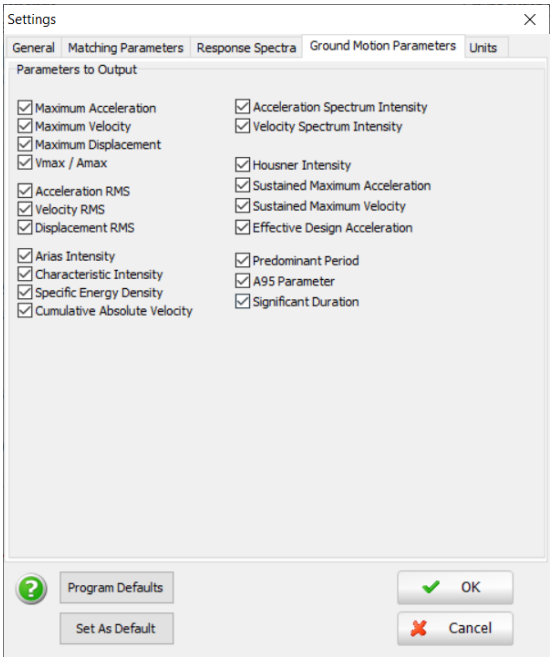
Bu panel aracılığıyla kullanıcı, her ivme kaydının spektrumlarının hesaplanmasında dikkate alınacak dinamik analiz entegrasyon parametrelerini, periyot aralığını, periyot adımını ve sertlik oranını tanımlayabilir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Tepki spektrumların ayarları

Yer hareketi parametreleri

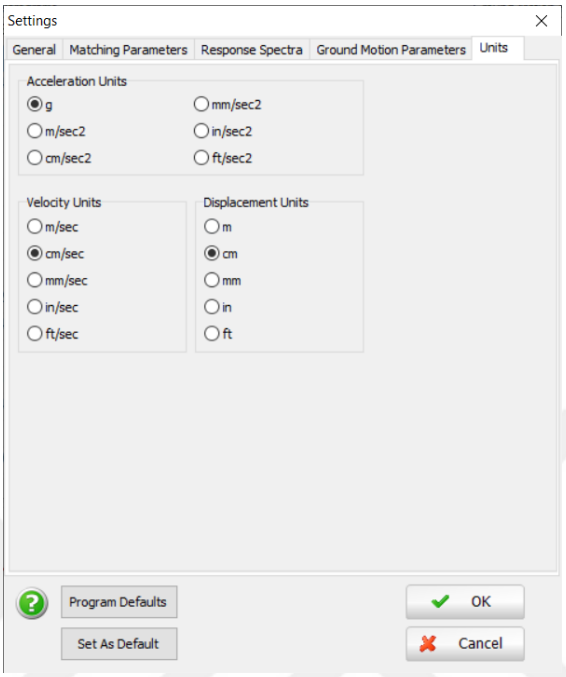
Bu modülü kullanılarak, hangi yer hareketi parametrelerinin hesaplanacağı ve gösterileceği seçilebilir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Yer hareketi parametrelerin ayarları

Birimler

Burada, hesaplamalarda ivme, hız ve yer değiştirmenin dikkate alınacağı ve sonuçlar açısından görüntüleneceği birimleri değiştirme seçeneği olacaktır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Birimler ayarları

Sonuçları dışa aktarma

Çıktı sonuçlarının büyük çoğunluğu (örneğin, yer değiştirme zaman geçmişi, filtrelenmiş sinyal, yanıt spektrumu, vb.) kullanıcıya hem tablo hem de grafik formatlarında sunulur. Bir dizi düzenleme işlevi aracılığıyla manipüle edilebilir, düzenlenebilir ve biçimlendirilebilir.

Tablolanmış verilerle ilgili olarak, bu programın ana menüsünde (düzenle> seçimi kopyala), ilgili araç çubuğu düğmesi aracılığıyla kullanılabilen kopyalama komutu aracılığıyla başka herhangi bir Windows uygulamasına (örn. Microsoft Excel, Microsoft Word, vb.) kopyalanabilir. Kullanıcı, bir tablodaki tüm değerleri seçebilir (düzenle> tümünü seç) veya sınırlı sayıda tablo girişi seçmek için seçim olanağı kullanılabilir. Alternatif olarak, ivme kayıtlarının zaman geçmişi, dosya menüsünde bulunan “kayıt zaman geçmişlerini kaydet” komutu veya ilgili araç çubuğu düğmesi aracılığıyla bir metin dosyasına da aktarılabilir. Bu seçeneğe tıklandığında, kullanıcıların, orijinal ve/veya eşleşen kayıtlar için ivme, hız veya yer değiştirme zaman geçmişleri gibi bilgileri çıkarmasına olanak tanıyan yeni bir pencere görüntülenecektir.

SeismoMatch'te hesaplanan sonuçların grafikleri harici bir Windows uygulamasına kopyalanabilir. Bu, program menüsü (düzenle>grafiği kopyala), ilgili araç çubuğu düğmesi aracılığıyla, çizim açılır menüsü aracılığıyla gerçekleştirilir. Alternatif olarak, bu çizimler, (dosya>yazdır) komutu aracılığıyla doğrudan program içinden de yazdırılabilir.

3.1.2 Pasifik deprem mühendisliği araştırma merkezi (PEER)

Berkeley Üniversitesinin sunduğu Web tabanlı Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (PEER) yer hareketi veritabanı, yer hareketi verilerini arama, seçme ve indirme için araçlar bulundurur.

İndirilen tüm kayıtlar (ölçeklenmemiştir) ve kaydedildiği gibidir (döndürülmemiştir). Bu sitede bulunan ölçekleme aracı, simülasyon platformunda kullanılacak ölçek faktörlerini belirlemek için kullanılacaktır. Bu ölçek faktörleri, indirme işlemindeki kayıt meta verileriyle bulunabilir.

3.1.2.1 NGA-West2 Aktif tektonik rejimlerde sığ kabuk deprem dosyaları

NGA-West2 yer hareketi veritabanı, aktif tektonik rejimlerde dünya çapındaki sığ kabuk depremlerinde kaydedilen çok büyük bir yer hareketi setini içerir. Veritabanı, farklı mesafe ölçüleri, çeşitli saha karakterizasyonları, deprem kaynak verileri vb. dahil olmak üzere en kapsamlı meta-veri setlerinden birine sahiptir. Veritabanının mevcut sürümü, 2014 NGA-West2 yer hareketi modelleridir (GMM'ler). (peer.berkeley.edu/ngawest2).

3.1.2.2 NGA-Doğu Orta ve Doğu Kuzey Amerika

NGA-Doğu'nun amacı, Orta ve Doğu Kuzey Amerika (CENA) bölgesi için yeni bir yer hareketi karakterizasyon (GMC) modeli geliştirmektir. GMC modeli, olasılıksal sismik tehlike analizlerinde (PSHA) kullanım için yer hareketlerinin (GM'ler) medyan ve standart sapması ve mantık ağaçlarındaki ilişkili ağırlıkları için bir dizi yeni yer hareketi modelinden (GMM'ler) oluşur. (peer.berkeley.edu/ngaeast).

3.1.3 Deepsoil

DEEPSOIL, bir boyutlu bir saha tepki analiz programıdır. Bir boyutlu doğrusal olmayan boşluk suyu basıncı üretimi olan veya olmayan zaman tanım alanı analizleri, bir boyutlu eşdeğer lineer dekonvolüsyon veya konvolüsyon frekans alanı analizleri ve bir boyutlu lineer zamanlı frekans alanı analizleri yapar.

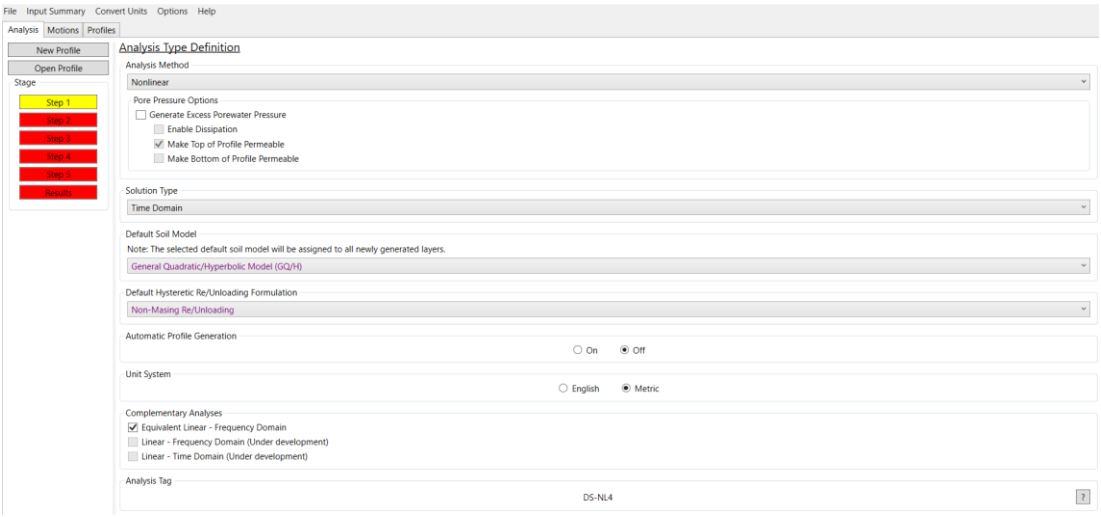
3.1.3.1 Nonlineer analiz

Doğrusal olmayan (NL) analiz, Newmark β Metodunu (kapalı olarak) veya Heun Metodunu (açık olarak) zaman tanım alanındaki hareket denklemlerini çözer. Çeşitli zemin modelleri mevcuttur. Aşağıda Tablo 3.1'de özetlenenler arasından seçim yapılır. Analiz boşluk suyu basıncı üretimiyle veya onsuz yapılabilir.

Doğrusal olmayan yer tepki analizi yapıldığında otomatik olarak eşdeğer doğrusal yöntemi kullanarak yer tepki sonuçlarını elde etme seçeneğine sahiptir. Eşdeğer Doğrusal sonuçlarının her zaman bir Doğrusal olmayan analizi yapıldığında incelenmesi tavsiye edilir. Eşdeğer Doğrusal – Frekans alanı etiketli kutuyu Şekil 3.19'da gösterildiği gibi otomatik işaretlenir. Zemin modeli açıklamaları Tablo 3.2'de mevcuttur.

Tablo 3.1 Deepsoil v7.0 'da mevcut analiz seçeneği

Analiz Metodu		**Zemin Modeli**	**Histeretik Tekrar Yükleme/Boşaltma Formülasyonu**	**Boşluk Suyu Basıncı Seçenekleri**
Doğrusal	●Frekans TanımAlanı ●Zaman TanımAlanı			
Eşdeğer Doğrusal	Frekans Tanım Alanı	●Genel Kuadratik/ Hiperbolik Model (GQ/H) ● Basınca Bağlı Modifiye Kondner Zelasko (MKZ) ●Yee vd. (2013) ●Ayrık Noktalar (Eşdeğer Doğrusal) ●Kullanıcı Tanımlı (UMAT	● Non-Masing ● Masing	
Doğrusal Olmayan	Zaman Tanım Alanı			Aşırı Boşluk Suyu Basıncı Oluşturulur ●Dağıtma Etkinleştirilir ● Profil Üstü Geçirgen Yapılır ● Profil Altını Geçirgen Yapılır



Şekil 3.19 Tamamlayıcı eşdeğer doğrusal-frekans etki alanı analizi

Tablo 3.2 DEEPSOIL'da farklı zemin modellerinin ID'leri – zemin modeli açıklamaları

ID	Model Description
DS-FL0	Frequency Domain Linear
DS-EL0	Frequency Domain Equivalent Linear - Discrete Points
DS-EL1	Frequency Domain Equivalent Linear - MKZ with Masing Rules
DS-EL2	Frequency Domain Equivalent Linear - MKZ with Non-Masing Rules
DS-EL3	Frequency Domain Equivalent Linear - GQ/H with Masing Rules
DS-EL4	Frequency Domain Equivalent Linear - GQ/H with Non-Masing Rules
DS-TL0	Time Domain Linear
DS-NL1	Time Domain Nonlinear - MKZ with Masing Rules
DS-NL2	Time Domain Nonlinear - MKZ with Non-Masing Rules
DS-NL3	Time Domain Nonlinear - GQ/H with Masing Rules
DS-NL4	Time Domain Nonlinear - GQ/H with Masing Rules
-PWP0	Porewater pressure generation without dissipation
-PWP1	Porewater pressure generation and dissipation - permeable halfspace
-PWP2	Porewater pressure generation and dissipation - impermeable halfspace

Zemin profili girdisi

Zemin profili tanımlama penceresi, zemin profilinin (zemin profil grafiği), zemin profili metrikleri bölümü ve iki sekmeden biri:

(a) Katman Özellikleri ve

(b) Gelişmiş Tablo Görünümünden oluşur.

Zemin profilinin her katmanının özelliklerini (kalınlık "*H*", kayma dalgası hızı "V_S" veya ilk kayma modülü "G_0" ve birim ağırlık "ρ") gelişmiş tablo görünümü sekmeleri ve katman özelliklerinden biri veya her ikisi kullanılarak tanımlanabilir.

Katmanlar "ekle" seçeneğiyle ek katmanlar eklenebilir. İstenmeyen katmanlar benzer şekilde "kaldır" seçeneğiyle kaldırılabilir.

Analiz sırasında boşluk suyu basıncı oluşturma seçilirse (yalnızca (NL) doğrusal olmayan analizler için), kullanılacak model ve bunlara ilişkin bilgiler de dahil olmak üzere ek parametreler belirtilmelidir.

Su tablası onay kutusu, açılır menüye tıklayarak ve su tablasının etki edeceği en üst katmanı seçerek su tablası derinliğini belirlemek için kullanılır. Gelişmiş tablo görünümü sekmesi, arka plan rengini mavi olarak değiştirilerek su tablasının altındaki her katman görüntülenir. Su tablasının konumu, yalnızca basınca bağlı zemin parametreleri veya etkili bir gerilme analizi yapıldığında hesaplar etkilenir. Su tablasının konumu frekans alanlı çözümü etkilenmez.

Katman özellikleri sekmesi beş bölüme ayrılmıştır:

1. Mevcut Zemin Özellikleri,
2. Referans Eğrisi
3. Eğri Uydurma
4. Malzemeleri Kaydet ve
5. Diğer Malzeme Dosyaları

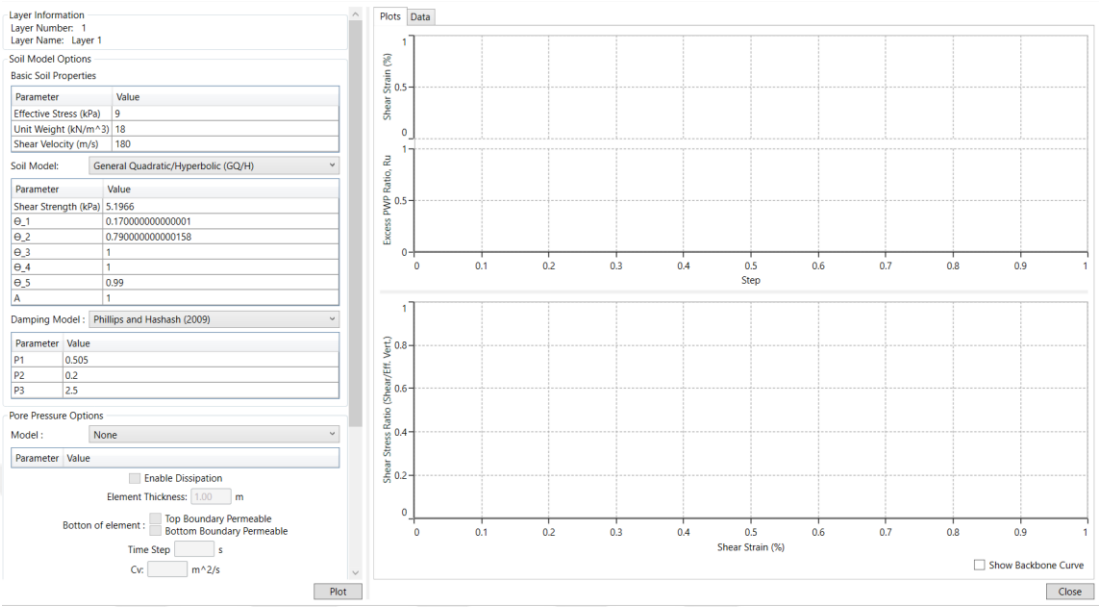
Katman özellikleri sekmesi içinde pencerenin sağ tarafında düşeyde G/G_{max}, sönümleme oranı ve kesme mukavemeti yatayda kesme gerinmesi grafikleri gösterilir. Gelişmiş tablo görünümü sekmesi, her katmanın giriş parametreleriyle birlikte katman özellikleri sekmesinde oluşturulan bilgilerle tablo biçiminde özetlenir.

Seçilen (doğrusal, doğrusal olmayan vb.) analiz türüne göre her katmanın tipik zemin özellikleri belirtilmelidir.

Tek eleman testi

Katman özellikleri sekmesi altında "Tek eleman testi" seçeneği (Şekil 3.20) verilen gerinim yolu için zemin modeli davranışını test etmek için sağlanmaktadır. Zemin modeli mevcut seçeneklerin herhangi bir şekli için değiştirilebilir. Ayrıca farklı sönümleme modelleri ve boşluk suyu basıncı seçenekleri zemin histeretik davranışını değerlendirmek için seçilmiştir. Zemin eğrisi üzerine histeretik döngüsü çizilebilir.

GQ/H zemin modelinin kullanıldığı zemin tabakası için (Philips ve Hashash, 2009) sönümleme modeli benimsenmiştir.



Şekil 3.20 Tek eleman testin görüntüsü

Maksimum frekans (yalnızca zaman alanı analizi için)

Zemin ve model özellikleri tanımlandıktan sonra, her katman için maksimum frekansa karşı derinliğin bir grafiği gösterilir. Tüm katmanların derinliklerine karşın maksimum frekansların bir grafiği (Hz) görüntülenir. Maksimum frekans tabakanın iletebileceği en yüksek frekanstır ve şu şekilde hesaplanır:

$$F_{max}= \frac{V_S}{4*H} \tag{3.1}$$

burada "V_S", kayma dalga hızıdır; "H", katman kalınlığıdır, "F_{max}"tabakanın iletebileceği en yüksek frekanstır. F_{max}'ı artırmak için tabakanın kalınlığı azaltılmalı. Bu kontrol yalnızca zaman tanımlı analizleri için yapılır. Tabakalar zemin profili boyunca aynı maksimum frekansa sahip olması önerilir, ancak bu zorunlu değildir. Tüm katmanlar için maksimum frekans genellikle minimum 30 Hz olmalıdır.

Atanmış mukavemet profili

Zemin ve model özellikleri tanımlandıktan sonra, kullanıcıya zemin profilinin atanmış mukavemetinin bir grafiği gösterilir.

Pencere, kullanıcının görüntülemesi için üç grafik sağlar:

1. Derinliğe karşı atanmış kesme mukavemeti,
2. Normalleştirilmiş derinliğe karşı atanmış kesme mukavemeti (kesme mukavemeti etkin dikey gerilme) ve

3. Atanmış sürtünme açısına karşı derinlik

Eğri üzerindeki her noktada, kesme gerilmesi aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır.

$$\tau = \rho v_{\delta}^{2} \frac{G}{G_0} \gamma \tag{3.2}$$

Burada, "τ" verilen noktadaki kesme gerilmesidir, "ρ" zeminin birim hacim ağırlığıdır, "V_S" verilen katmandaki kesme dalga hızıdır; "G" verilen noktadaki kesme modülüdür; "G_0" %0 kesme gerinimdeki kesme modülüdür. "γ" verilen noktadaki kayma gerinimidir.

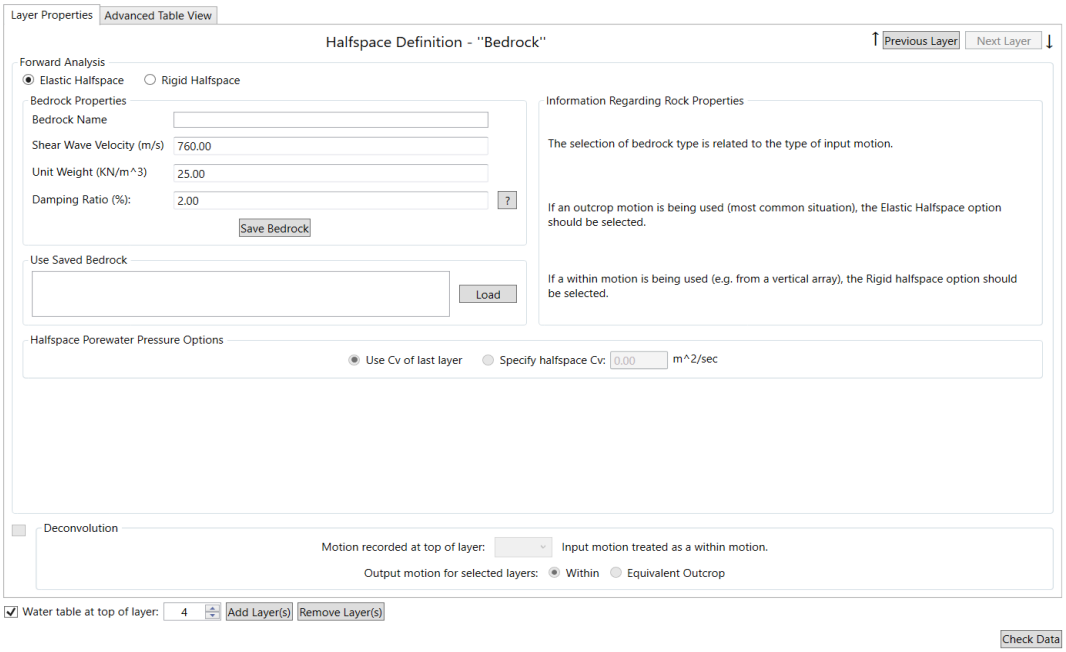
Verilen katman için maksimum kayma gerilmesi değeri, o katmana karşılık gelen derinlikte çizilir. Bu maksimum değer kullanılarak, atanmış sürtünme açısı daha sonra aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$\Phi = tan^{-1}\left(\frac{\tau_{max}}{\sigma_v^{'}}\right) \tag{3.3}$$

"ϕ" sürtünme açısı; "τ_{max}" yukarıda hesaplanan maksimum kesme gerilimi; "σ'_v" her katmanın orta derinliğindeki efektif düşey gerilmesidir.

Yarı uzay tanımlanması (ana kaya)

Zemin profili tanımlamasının bir parçası olarak, kullanıcının ayrıca kaya / yarı uzay profilin alt kısmı özelliklerini de tanımlaması gerekir. Kullanıcı, bir Elastik yarı-uzay veya bir Rijit yarı-uzayı seçebilir. Bilgi ekranı elastik bir yarı uzayı (kaya özelliklerine ilişkin bilgiyi) açıklar (Şekil 3.21).



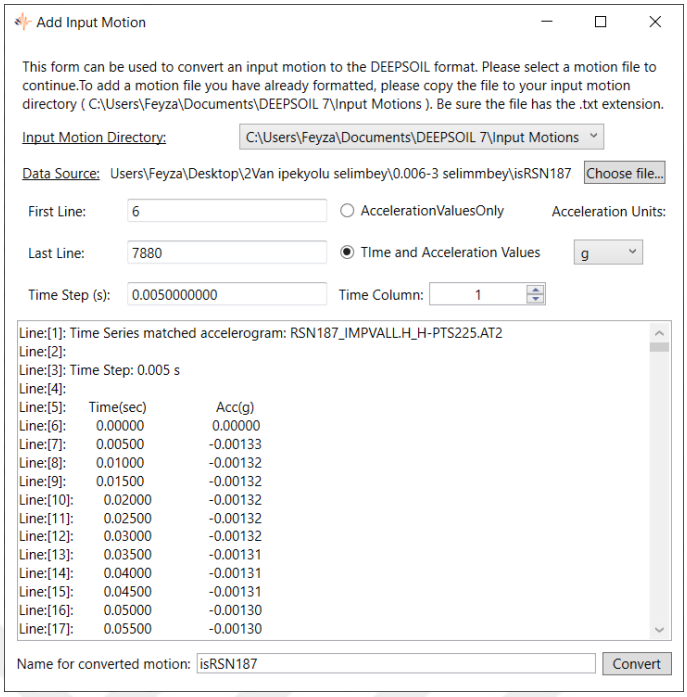
Şekil 3.21 Çalışmamızın yarı uzay tanımı ve ana kaya bilgileri

Eğer bir mostra hareketi kullanılıyorsa seçilmeli ve eğer kullanılmış olan bir iç hareket kullanılıyorsa bir rijit yarım uzay seçilmelidir. Elastik bir yarı uzay kullanılıyorsa, kullanıcı kesme dalga hızı (veya modülü) yarı uzayın dalga sönüm oranı, birim ağırlığı tanımlanmalıdır. Eğer rijit bir yarı uzay kullanılıyorsa, hiçbir giriş parametresine gerek duyulmaz. Genel olarak, anakayanın kayma dalgası hızı, üzerindeki zemin profilinden daha büyük olmalıdır. Anakaya sönüm oranının zaman tanımlı analizlerde etkisinin olmadığı ve belirtilen değerden bağımsız olarak frekans alanı analizlerinde yalnızca ihmal edilebilir bir etkidir.

Analiz geçirgen bir yarı uzay dağılımı ve boşluk suyu basıncı üretimi içeriyorsa, kullanıcıya yarı uzay için konsolidasyon katsayısı C_v'yi belirleme seçeneği de verilir. Herhangi bir değer belirtilmezse DEEPSOIL, yarı uzay için de son katmanın konsolidasyon katsayısı C_v'yi kullanacaktır. Kullanıcı bir frekans alanı analizi yapıyorsa ileri analiz yerine Dekonvolüsyon gerçekleştirilebilir.

Giriş hareketi seçimi

Giriş hareketi seçimi, analizde giriş yer hareketlerini belirleme ve seçmesine izin verilir. Giriş yer hareketleri, mevcut giriş yer hareketi kitaplığından seçilmelidir (kullanıcı ek yer hareketler ekleyebilir). Peer'den .AT2 ya da Seismomatch'ten eşleştirilmiş deprem kayıtlarını .txt metin dosyası formatında "eşleşmiş deprem ismi, değerlerin başladığı ilk satır 6, son satır otomatik eklenir, zaman adımı 0.005, 2 sütun (1.sütun zaman(s), 2.sütun ivme(g)) olduğundan ivme-zaman seçeneği ve g birimi" seçilip manuel eklenir (Şekil 3.22). Bir yer hareketi seçildiğinde DEEPSOIL'de ivme, hız, yer değiştirme, Arias yoğunluğunu ve Housner yoğunluk zaman geçmişlerinin yanı sıra Fourier genlik spektrumu ve Tepe spektral ivme de hesaplanıp çizilecektir.



Şekil 3.22 Eşleşmiş deprem kayıtlarını Deepsoil'de yer hareketi veritabanına ekleme

Pencerenin altındaki açılır araçlar menüsünden yararlanılabilir. Aşağıdaki hareketlerden biri seçilebilir:

1. Tahmini kappa,
2. Taban çizgisi düzeltme,
3. Zaman adımı azaltma,
4. Üçlü grafiği göster ve
5. Tek hareketli görünümü göster.

Son olarak, Ek açılır menü Spektral grafikler aşağıdakileri görüntülemek için kullanılabilir:

1. Düzleştirilmiş bir FAS,
2. Duhamel integral,
3. Zaman adımı düzeltmeli duhamel integrali (sıfır dolgulu frekans alan)
4. Newmark Beta yöntemi ve
5. Zaman adımı düzeltmeli Newmark Beta yöntemi (frekans alanında sıfır dolgulu)

Viskoz/küçük gerinme sönümleme tanımı

Viskoz/küçük gerinim sönümleme tanım adımı yalnızca zaman alanı analizleri için görünür ve kullanıcının analiz için viskoz sönümleme formülasyonunu ayarlaması ve

optimum modları/frekansları seçmesine izin verilir. Bu pencere DEEPSOIL'e özeldir ve viskoz sönümleme formülasyonunun doğal frekansa bağlı sayısal sönümlemenin girişi yoluyla kontrol edilmesine yardımcı olur. Bir analiz için birden fazla giriş yer hareketi seçildiğinde, viskoz sönümlemenin formülasyonu ve seçilen modlar/frekanslar, seçilen tüm giriş hareketleri için aynıdır. Aşağıdaki seçenekler belirtilmelidir:

1. Sönümleme Matrisi Tipi:
   a) Frekanstan Bağımsız (önerilir) kullanıldı
   b) Rayleigh Sönümleme
      - 1 mod/frek.
      - 2 mod/frek. (Rayleigh)
      - 4 mod/frek. (Genişletilmiş Rayleigh)
   c) Sönümleme Matrisi Güncellemesi:
      - Evet
      - Hayır

Normalleştirilmiş sönümleme oranın bir grafiğini oluşturmak için "grafik sönümleme eğrisine" de basılabilir. Bu seçenek yalnızca Rayleigh sönümleme seçeneği etkinleştirildiğinde kullanılabilir. Ayrıca, sönüm matrisinin analizin her adımında yeniden hesaplanacağı "sönümleme matrisi güncellemesi" bölümünde uygun dairesel seçeneği seçerek hesaplanmayacağı seçilebilir. Son olarak, kullanıcı tercih ettiği hareket için "frekans alanı çözümü" ve "zaman alanı çözümü" doğrusal yanıt değerlendirme bölümündeki ilgili seçenekleri kullanarak çizilebilir.

Küçük gerinim sönümünü modellemek için viskoz sönüm formülasyonu kullanılır. Viskoz sönümleme formülasyonu, frekansa bağlı sönümleme ile sonuçlanır ve önemli yapay sönümleme tanımlanabilir. Bu nedenle sayısal sönümü azaltmaya karşılık gelen katsayılar (Hashash ve Park, 2002; Park ve Hashash, 2004) ve uygun bir viskoz sönümleme formülasyonu seçmek önemlidir. DEEPSOIL'da listelendiği gibi üç tip Rayleigh sönüm formülasyonu vardır. Çoğu analiz için seçilmiş frekanstan bağımsız sönümleme formülasyonunun kullanılması uygun görülmüştür.

(Rayleigh ve Lindsay, 1945) tarafından önerilen sönümleme matrisi, kütle matrisi ve rijitlik matrisinin kombinasyonudur. Bu ifade Frekansa bağlı sönümleme küçük gerinim içerir.

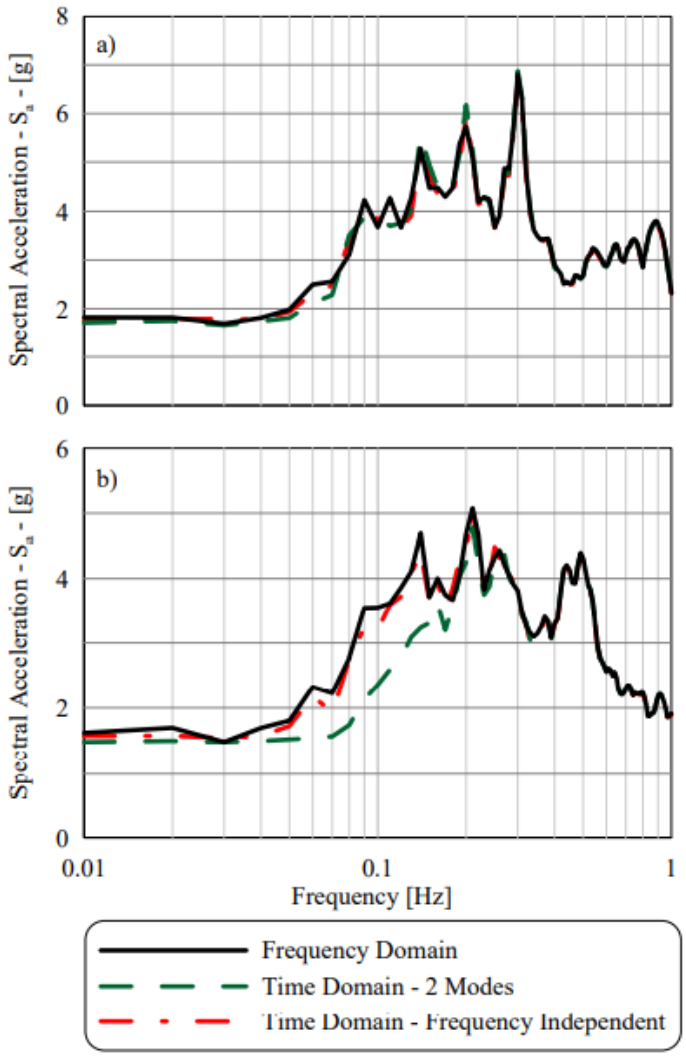
$$[C] = a_0 [M] + a_1 [K] \tag{3.4}$$

Burada "*[M]*" kütle matrisidir, "*[K]*" sertlik matrisidir ve "a_0" ve "a_1" model parametreleri sönümleme için iki farklı kontrol frekansına dayalı olarak hesaplanır. (Rayleigh ve Lindsay, 1945). Rayleigh ve Lindsay'ın frekans tabanlı sönümleme modeli frekansına bağlıdır. Ancak (Lai ve Rix, 1998) sönümün 0.001 Hz ila 10 Hz aralığında frekanstan bağımsız olduğunu gösteren deneysel sonuçlarla yeterince uyumlu değildir.

Viskoz sönümlemenin matris formülasyonunu kullanan (Park ve Hashash, 2004) tarafından tanımlanan dört mod -genişletilmiş Rayleigh şeması- ek olarak eşitlik 3.5'in genişletilmiş versiyonu olan Rayleigh formülasyonu tanımlanmış iki moda sahiptir. (Liu ve Gorman, 1995) tarafından önerilen, frekanstan bağımsız bir sönümleme formülasyonunda yazarlar uzlaştılar.

$$[C] = [M] + \sum_{b=0}^{N-1} a_b ([M] - 1[K])^b \tag{3.5}$$

(Hashash vd., 2010) kesin çözümün sonuçlarını (frekans alanlı çözümü) 2 modlu Rayleigh sönümleme ve frekanstan bağımsız analizleri karşılaştırmışlardır. Frekanstan bağımsız analizlerin sonuçları Şekil 3.23'te görüldüğü gibi daha uyumludur. Zemin derinliğinin artmasıyla 2 mod Rayleigh sönümlemede hata artar.



Şekil 3.23 a)100 m zemin kolonu b)1000 m zemin kolonu için farklı sönüm modellerinin karşılaştırılması (Hashash vd., 2010)

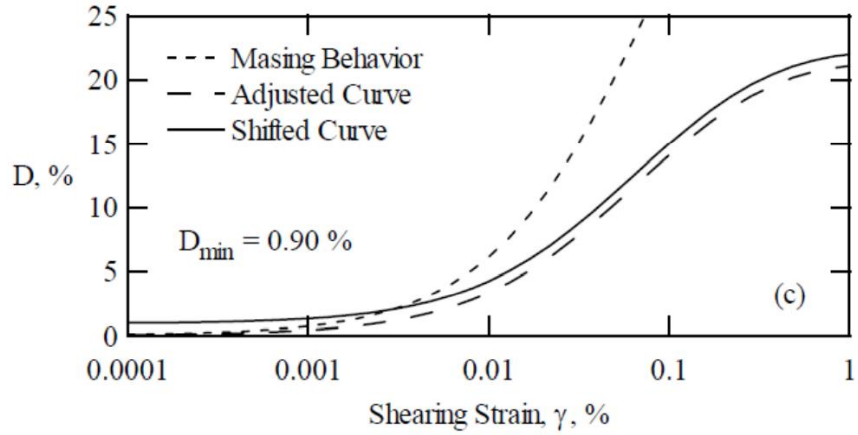
Histeretik Sönümleme

Histeretik sönüm, Masing kurallarına göre hesaplanır. Ancak histeretik sönümleme, büyük yer değiştirmelerde çok büyük sönümlere neden olabilir (Kwok vd., 2007). Birçok araştırmacı tarafından alternatif modeller önerilmiştir.

(Darandeli, 2001), yüksek yer değiştirmelerde aşırı tahminli sönümleme faktörü azaltmak için bir indirgeme faktörü önermiştir. İndirgeme faktörünün tanımı denklem 3.6 ile verilmiştir. Masing kuralı kullanılarak sönüm eğrisinin ve ayarlanmış eğrinin karşılaştırılması (Darandeli, 2001), Şekil 3.24'teki gibidir.

$$F = b * (\frac{G}{G_{max}})^{p} \tag{3.6}$$

burada "*b*" ve "*p*" eğri uydurma parametreleridir.



Şekil 3.24 Masing kuralına ve önerilen yönteme dayalı sönüm eğrisi karşılaştırması (Darendeli, 2001)

(Philips ve Hashash, 2009), (Darendeli, 2001) çalışmalarına dayanarak Masing kuralının modifikasyonu için yeni bir formülasyon önermiştir. Önerilen formülasyon Darandeli denkleminden daha uygundur. Önerilen sönüm azaltma faktörü eşitlik 3.7'de verilmiştir.

$$F(\gamma_m) = p_1 - p_2(1 - \frac{G_{\gamma m}}{G_0})p_3 \tag{3.7}$$

Burada "p_1", "p_2" ve "p_3" eğri uydurma parametreleridir. Eğri uydurma parametrelerini belirleme prosedürü (Hashash vd., 2010) tarafından açıklanmıştır. En iyi uydurma eğri belirlendikten sonra elde edilen sönüm eğrisi, en iyi uydurma eğrisi ve Masing kuralı ile hesaplanır. Ardından, mümkün olan en iyi uyuma ulaşmak için eğri uydurma parametreleri hesaplanır.

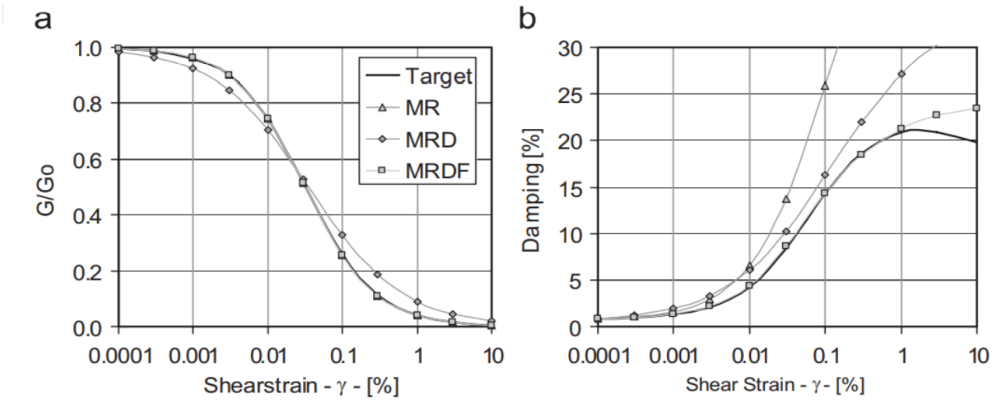
(Phillips ve Hashash, 2009) tarafından indirgeme faktörü, boşaltma-yeniden yükleme eğrileri değiştirmek için kullanılır. Eşitlik 3.8, aşağıdaki gibi indirgeme faktörü eşitlik 3.7 kullanılarak değiştirildi:

$$\tau = F(\gamma_m)\left[\frac{2*G_0*\left(\frac{\gamma-\gamma_{rev}}{2}\right)}{1+\beta*\left(\frac{\gamma-\gamma_{rev}}{2\gamma_r}\right)^S} - -\frac{G_0*(\gamma-\gamma_{rev})}{1+\beta*\left(\frac{\gamma_m}{\gamma_r}\right)^S}\right] + \frac{G_0*(\gamma-\gamma_{rev})}{1+\beta*\left(\frac{\gamma_m}{\gamma_r}\right)^S} + \tau_{rev} \tag{3.8}$$

burada, "γ" verilen kesme şekil değiştirmesidir, "γ_r" referans kayma şekil değiştirmesidir, "β" boyutsuz faktör, "s" boyutsuz üs, "γ_{rev}" ters kayma gerinimi, "τ_{rev}" ters kayma gerilmesidir, "γ_m" maksimum kayma gerinimidir, "$F(\gamma_m)$" azaltma faktör ve "G_0" ilk kesme modülüdür.

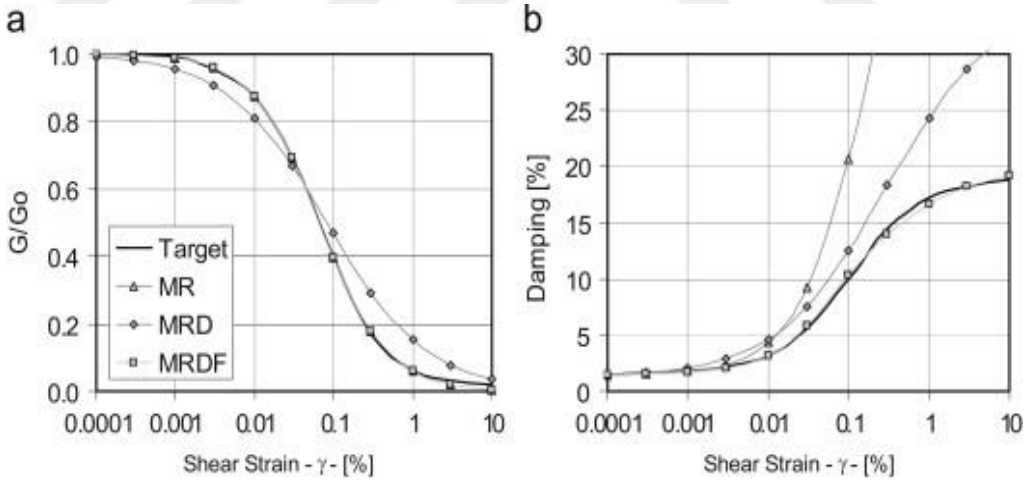
(Phillips ve Hashash, 2009), yeni geliştirilen MRDF prosedürünü MRD (Modül Azaltma + Sönümleme) ve MR (Yalnızca Modül Azaltma) prosedürleri Darandeli'nin kıvrımlarını kum üzerinde kullanarak karşılaştırmışlar. Bu sonuçlar Şekil 3.25'te

sunulmuştur. Görüldüğü gibi, MRDF yaklaşımı Darandeli yöntemine çok iyi uymaktadır ve Darandeli yönteminin aksine yüksek gerinimlerde sönümü azaltmazlar.



Şekil 3.25 Önerilen sönüm azaltma faktörünün değerlendirilmesi: (a) Modül azaltma; (b) Darendeli'nin kum eğrilerini hedef olarak kullanan sönümleme eğrisi

Yeni önerilen indirgeme faktörü (MRDF prosedürü) kullanılarak elde edilen sönüm eğrilerini, killer için (Yamada vd., 2008) tarafından önerilen eğrileri hedef olarak kullanan MRD ve MR yerleştirme prosedürleriyle karşılaştırır. Yeni faktör, %1'den büyük gerinimler için bile hem modül azaltma hem de sönüm eğrileri için iyi bir uyum sağlar (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Önerilen sönüm azaltma faktörünün değerlendirilmesi: (a) Modül azaltma; (b) Yamada ve diğerleri tarafından önerilen kil eğrilerini kullanan sönüm eğrisi

Frekanstan bağımsız sönümleme formülasyonu

Bu prosedür, sönümleme matrisinin özdeğerlerini ve özvektörlerini çözer ve modların veya frekansların özelliklerine ihtiyaç duyulmaz. Bu formülasyon, Rayleigh Sönümlemenin birçok sınırlamasını ortadan kaldırır ve çoğu durumda gerekli analiz süresini büyük ölçüde artırmaz.

Rayleigh sönümleme formülasyon türleri

- Basitleştirilmiş Rayleigh sönümleme formülasyonu (1 mod/frekans); Viskoz sönümlemeyi tanımlamak için bir mod/frekans kullanır.
- Tam Rayleigh sönümleme formülasyonu (2 mod/frekans); Viskoz sönümlemeyi tanımlamak için iki mod/frekans kullanır.
- Genişletilmiş Rayleigh sönümleme formülasyonu (4 mod); Viskoz sönümlemeyi tanımlamak için dört mod/frekans kullanır (Genişletilmiş Rayleigh sönümleme için Park ve Hashash, 2004).

Mod/frekans seçimi

Modları seçmek için iki seçenek mevcuttur. İlk seçenek doğal modları seçmektir. (örneğin 1. ve 2. modlar). İkinci seçenek, direkt olarak Rayleigh sönümlemesi için frekansları seçmektir. Ortaya çıkan Rayleigh sönümleme eğrisi, "Rayleigh göster'e" basılarak görüntülenebilir. Sönümleme ve eğri sağ alt pencerede görüntülenecektir. Viskoz sönümleme frekansa bağlı olduğuna dikkat edilir. Zaman alanı analizindeki amaç, önemli frekanslarda mümkün olduğunca sabit viskoz sönümlemeyi yapmaktır.

Seçilen modların/frekansların doğrulanması

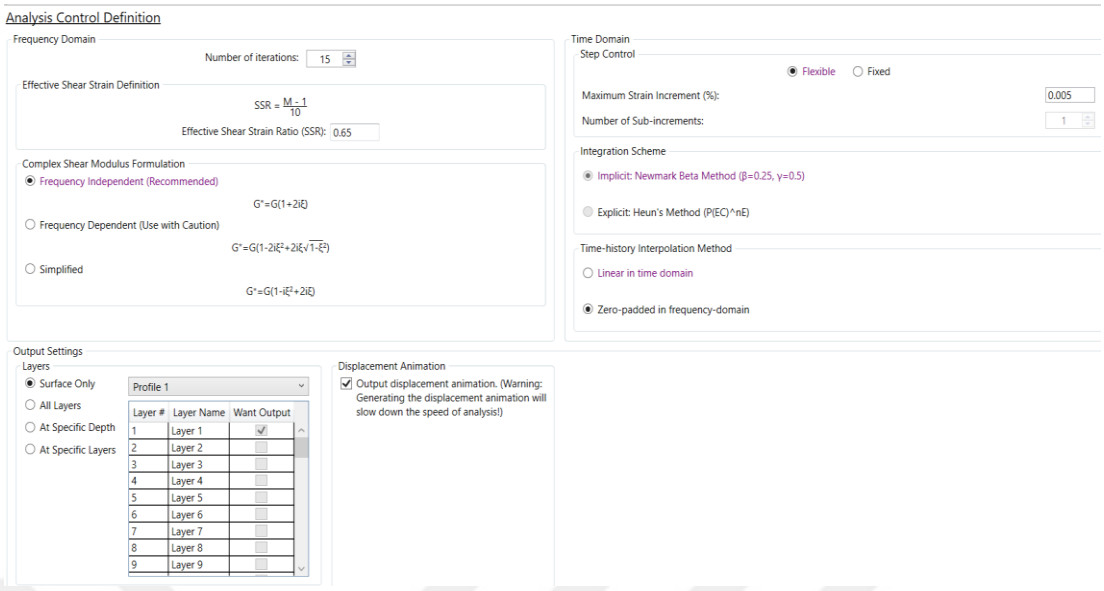
Zaman alanı çözümü, frekansa bağlı Rayleigh sönümleme formülasyonu kullanır, oysa zeminlerin gerçek viskoz sönümlenmesinin frekanstan oldukça bağımsız olduğu bilinmektedir. Frekans etki alanlı çözümü, frekanstan bağımsız viskoz sönümleme kullanır. Seçilen modlar/frekansların uygunluğu bu nedenle doğrusal frekans alanı çözümü ile doğrulanmalıdır.

Sönümleme matrisi güncellemesi

Bu seçenek yalnızca doğrusal olmayan çözümler için geçerlidir. Uyarma sırasında zemin rijitliği ve profilin doğal modlarına karşılık gelen frekanslar her zaman adımında değişir. Seçilen doğal modlar, sertlikteki değişimi dahil etmek için her zaman adımında yeniden hesaplanır ve sönüm matrisi yeniden hesaplanır. Bu özellik, "Sönümleme matrisi güncellemesindeki güncelleme matrisi" seçeneği tıklanarak etkinleştirilir. Bu özelliği kullanmanın, bir analizi tamamlamak için gereken süreyi önemli ölçüde arttırabilir.

Analiz kontrol tanımı

Analizin bu aşamasında hem frekans tanım alanlı hem de zaman tanım alanlı analiz için kullanılacak seçenekler belirlenebilir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27 Analiz kontrol tanımı

Zaman tanım alanı analizi

Zaman tanım alanı analizi için seçenekler şunlardır:

1. Adım Kontrolü
   a) Esnek
   b) Sabit
2. Maksimum Gerilme Artışı
3. Alt Artış Sayısı

Zaman tanım alanı çözümünün doğruluğu, seçilen zaman adımına bağlıdır. Adımını seçmede her zaman iki seçenek vardır (Hashash ve Park, 2001).

Esnek adım

Bir zaman artışı, yalnızca zeminde hesaplanan şekil değiştirmeler belirli bir maksimum gerinme artışı değeri aşıyorsa alt bölümlere ayrılır. Prosedür, Esnek seçeneğinin seçilmesi dışında, Sabit Adım için olanla aynıdır. Metin kutusuna istenen "Maksimum gerinim artışı" yazılabilir. Varsayılan ve önerilen değer %0,005'dir.

Sabit adım

Her zaman adımı, zaman serisi boyunca N eşit alt artışa bölünür.

Entegrasyon yöntemi

Mevcut iki zaman entegrasyon yöntemi vardır:

1. Newmark β yöntemi (örtük) ve
2. Heun yöntemi (açık)

Zaman tanımı enterpolasyon yöntemi

Bu seçenek yalnızca esnek adım seçildiğinde kullanılabilir. Bir zaman adımını alt bölümlere ayırırken, ivmeler ara noktalarda hesaplanmalıdır. DEEPSOIL iki alt strateji bölüm uygular:

1. Doğrusal zaman alanı enterpolasyonu ve
2. Sıfır dolgulu frekans alanı enterpolasyonu.

Doğrusal (zaman tanım alanı) enterpolasyon, basitçe eşit artışlara bölünen ivmedeki değişimin olduğu klasik yaklaşımdır. Bu yöntemin temel olarak orijinal sinyalin Nyquest frekansın üzerindeki frekanslarda sinyale enerji ekleyerek değiştirdiği gösterilmiştir. Bu, potansiyel olarak çıkış sinyaline yüksek frekanslı gürültü ekleyebilir.

Sıfır dolgulu frekans alanı enterpolasyonu genellikle "mükemmel enterpolasyon" olarak adlandırılır, çünkü orijinal sinyalin Nyquist frekansı üzerine enerji eklemeden artan çözümlülük (azaltılmış zaman adımı) sağlar. Bu, ara noktaların yayılan dalganın gerçek davranışıyla tutarlı bir şekilde sinyale eklendiği anlamına gelir. Ancak, onlar çıkışta rapor edilmez ve bu nedenle çıkış hareketinde bozulmaya neden olabilir. Bu yöntemden çıkan sonuçlar her zaman doğrusal enterpolasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmalıdır.

Çıktı ayarları

Kullanıcılar, sonuçların sunulduğu katmanları seçebilirler. Dört farklı seçenek vardır:

1. Yalnızca yüzey,
2. Tüm Katmanlar,
3. Belirli Derinlikte ve
4. Belirli Katmanlarda.

“Tüm katmanlar” seçeneği kullanılarak tüm katmanlar seçilebilir. Belirli katmanlar “Tablonun çıktı” sütunundan uygun kutulara tıklayarak seçilebilir. Ek katmanlar için zaman süre/tanım alanı çıktısı talep etmek, analizlerin tamamlaması için gereken süreyi artıracaktır.

Tüm analiz parametreleri tamamlandıktan sonra, pencerenin sağ alt köşesinde “analiz et” butonuna tıklanır. İlerlemeyi gösteren bir “analiz çalıştırma” penceresinden analiz yapılır.

Sonuçlar

Analizin tamamlanmasından sonra, seçilen her katman için aşağıdaki çıktı doğrudan

olacaktır. Seçenekler menüden kullanılarak belirtilen çalışma dizinindeki "Results-motion.txt" metin dosyasına aktarılır.

Sonuçlar penceresi, "hareketler" ve "katmanlar" seçiminin görsel bir görüntüsünden oluşur. Bunlar:

1. Zaman Süre Grafikleri,
2. Gerilme-Gerinme Grafikleri,
3. Spektral Grafikler,
4. Profil

Zaman süre grafikleri sekmesi

Zaman geçmişi grafikleri sekmesinde, aşağıdaki grafikler görülebilir:

- İvme,
- Göreceli Hız,
- Göreceli Yer Değiştirme ve
- Arias Yoğunluğu

Göreceli hız/yer değiştirme, kayanın tepesindeki toplam hız/yer değiştirme hedef katmanın ortasındaki toplam hız/yer değiştirmeden çıkarılarak hesaplanır.

Gerilme-Gerinme grafikleri sekmesi

Gerilme-Gerinme grafikleri sekmesinde, aşağıdaki grafikler görülebilir:

1. Kesme Gerinimi,
2. Kesme gerilim Oranı,
3. Aşırı PWP (varsa) ve
4. Gerinme-Gerilme Oranı

Spektral grafikler sekmesi

Spektral Grafikler sekmesinde, aşağıdaki grafikler görülebilir:

1. Tepe Spektral İvme,
2. Fourier Genliği ve
3. Fourier Genlik Oranı

Profil grafikleri sekmesi

Profil Grafikleri sekmesinde, aşağıdaki grafikler görülebilir:

1. PGA,
2. PGD,
3. Maksimum gerinme,
4. Maksimum gerilme,
5. Maksimum PWP Oranı (varsa) ve
6. Etkili dikey gerilme

Mobilize dayanım sekmesi

Mobilize güç sekmesinde, aşağıdaki grafikler görülebilir:

1. Mobilize(değişken) kesme dayanımı,
2. Normalize kesme mukavemeti ve
3. Mobilize sürtünme açısı

Yer değiştirme animasyonu sekmesi

Yer Değiştirme profilinin zaman üzerine bir animasyonu görülebilir.

Yanıt spektrumu özet sekmesi

"Yanıt spektrum özeti" sekmesinde, kullanıcı, hareket ve seçilen katmanlar için "Tepe spektral ivmenin" bir grafiği görülebilir.

Kontrol eşleşme sekmesi

Çözümün eşleşmesini görüntülemek için çözümün eşdeğer bir doğrusal analizde eşleşip eşleşmediğini kontrol etmek için "eşleşme sekmesini kontrol et" tıklanır. Her yineleme için maksimum gerinim profillerinin grafikleri görüntülenir.

Çıktı veri dosyası

Her katman için çıktı verileri, kullanıcının çalışmasında otomatik olarak "Sonuçlar-motion.txt" dosyasına aktarılır. DEEPSOIL, kullanıcıya analiz sonuçlarını bir Microsoft Excel dosyasına veya bir LS-DYNA dosyasına aktarma seçeneği sunulur.

Zemin modeli

DEEPSOIL analizleri için çeşitli modeller mevcuttur. Bu modeller şunları içerir:

1. Eşdeğer doğrusal,
2. Hiperbolik (MR, MRD, DC) ve
3. Bir masing olmayan hiperbolik model (MRDF) ve
4. Boşluk suyu basıncı üretimi ve dağılımı

Genelleştirilmiş kuadratik/hiperbolik (GQ/H) kesme mukavemeti kontrollü model

(Darendeli, 2001) çalışması, kesme mukavemeti-kesme gerinimi eğrilerini deneysel olarak elde edilen verileri temel alarak oluşturmuştur. Küçük gerilimlerde veriler, rezonans kolon testi kullanılarak toplanır ve orta kayma gerinimi seviyelerine doğru burulma kesme testi sonuçları kullanılır. Değerler, büyük gerinim seviyelerinde tahmin edilir. Bu ekstrapolasyon, büyük şekil değiştirmelerde kesme mukavemetini olduğundan az veya fazla tahmin edebilir. Bu nedenle, büyük şekil değiştirmelerde doğru kesme mukavemetini hesaba katmak için kesme mukavemeti düzeltmesi gereklidir (Phillips ve Hashash, 2009). Genel Kuadratik/ Hiperbolik (Groholski vd., 2016) büyük gerinimlerde belirtilen kesme mukavemetine dayalı olarak referans eğrilerini (Darendeli, 2001) gibi otomatik olarak düzelten bir eğri uydurma şemasına sahiptir (eşlemdeki τ_{max} parametresi). Eğri uydurma parametreleri "θ_1" ile "θ_5" (denk.

3.9) belirtilen büyük gerinim kesme kuvvetine dayalı olarak büyük gerinim değerlerini mümkün olduğu kadar referans çalışmalardan elde edilen modül azaltma eğrilerini korumak için kullanır. τ_{max} ve θ_1 ve θ_5 parametreleri, düzeltilmiş kesme mukavemet - kesme gerinim eğrileri kesme mukavemeti oluşturmak için gereklidir. τ_{max} elde etmek basittir ve kullanıcının büyük şekil değiştirmelerde simüle edilmiş zemin malzemesinin yalnızca kesme mukavemetini belirlemesi gerekir.

θ_1 ve θ_5 arasındaki parametreler referans çalışmasına dayalı olarak elde edilebilir (Groholski vd., 2016). Bu parametreleri elde etmenin kolay bir yolu DEEPSOIL (bir boyutlu doğrusal olmayan bir yer tepki analiz yazılımı) kullanmaktır. Kullanıcı, DEEPSOIL yazılımında katmanlı etki tanım alanı oluşturabilir ve mevcut referans eğrisini seçebilir. Katmanlı tanım alanı yapılandırdıktan sonra, düzeltilmiş kesme mukavemeti-kesme gerinim eğrilerin kesme mukavemeti GQ/H eğrisi uydurma rutini hesaplanır ve θ_1'den θ_5'e olan parametreleri sağlanır. Bu değerler, zemin histeretik malzemesinde referans kesme mukavemeti - kesme gerinim eğrisi herhangi bir tanımlama yapmaya gerek kalmadan doğrudan kullanılabilir. Malzeme modeli, aşağıdaki fonksiyonları kullanarak kesme mukavemeti - kesme gerinim eğrisini oluşturmak için ve θ_1'den θ_5'e τ_{max}, G_0'ı kullanır:

$$\theta_\tau = \theta_1 + \theta_2 * \frac{\theta_4 * \left(\frac{\gamma}{\gamma r}\right)\theta_5}{\theta_3{}^{\theta_5} + \theta_4 * \left(\frac{\gamma}{\gamma r}\right)\theta_5} \tag{3.9}$$

burada, "γ_r" referans gerinimdir ve $\gamma_r = \tau_{max}/G_0$ olarak hesaplanır. "θ_τ" belirlendikten sonra, kesme mukavemeti - kesme gerinimi eğrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$\tau = \tau_{max} * [\frac{1}{\theta_\tau} * \left\{1 + \left(\frac{\gamma}{\gamma_r}\right) - \sqrt{\left\{1 + \frac{\gamma}{\gamma_r}\right\}^2 - 4 * \theta_\tau * \frac{\gamma}{\gamma_r}}\right\}] \tag{3.10}$$

Histeretik (boşaltma-yeniden yükleme) davranışı

Masing kuralları

Kullanıcı bir zemin eğrisi uydurmak istediğinde (yani en yakın tanımlanan eğrilerle eşleştirilen model parametreleri belirlenir) aşağıdaki seçenekler mevcuttur:

MR: sönümleme eğrisinin potansiyel olarak önemli uyumsuzluğa sahip eğrisiyle beraber modül azaltma için en uygun parametreleri bulma prosedürüdür.

MRD: Azaltma modülü ve sönümleme eğrisi her iki modül için de en iyi uyumu sağlayan parametreleri bulma prosedürü

DC: Eğrinin potansiyel olarak önemli uyumsuzluğu ile sönüm eğrisi için en iyi uyumu sağlayan parametreleri bulma prosedürü

Masing olmayan boşaltma-yeniden yükleme kuralları

DEEPSOIL'de bulunan Masing olmayan model, MRDF basınca bağlı hiperbolik (Phillips ve Hashash, 2009) modeldir. Bu model Masing kurallarını etkili bir şekilde değiştirdiği, bir indirgeme faktörü olarak uygulanmaktadır. İndirgeme faktörünü tanıtarak, modül azaltma ve sönümleme eğrileri aynı anda uydurulabilir. Sönümleme davranışı şu şekilde değiştirilir:

$$\xi_{M\text{asingHysteretic}} = F(\gamma_{\max}) * \xi_{M\text{asing}} \quad (3.11)$$

burada "$F(\gamma_{max})$", γ_m'nin bir fonksiyonu olarak hesaplanan indirgeme faktörüdür, herhangi bir zamanda zemin tarafından deneyimlenen maksimum kayma gerinimi ve "$\xi Masing$", modül azaltma eğrisine dayalı Masing kuralları kullanılarak hesaplanan histeretik sönümdür.

MRDF-UIUC

DEEPSOIL'de mevcut olan MRDF basınca bağlı hiperbolik (Phillips ve Hashash, 2009) modeli kullanıcının hiperbolik modele bir indirgeme faktörü eklemesine izin verilir. Azaltma faktörü şu şekildedir:

$$F(\gamma_m) = P_1 - P_2(1 - G(\gamma_m)/G_0)^{P3} \quad (3.12)$$

burada "γ_m" herhangi bir zamanda yaşanan maksimum kayma şekil değiştirmesidir, "$G(\gamma_m)$" kayma modülüdür γ_m 'de ve "P_1", "P_2" ve "P_3" uydurma parametreleridir. P_1= 1 ve P_2= 0 ayarlandığında, indirgeme faktörü 1'e eşittir (P_3 değerinden bağımsız olarak) ve model, "Genişletilmiş Masing" kriterlerine indirgenir.

4. GENEL JEOLOJİ, TEKTONİK VE GEOTEKNİK

4.1 Van Bölgesi Genel ve Bölgesel Jeoloji

Van Gölü Havzası, Paleozoik'ten günümüze kadar her yaştan kayaçlardan meydana gelmektedir. Çoğunlukla kayaç gruplarına göre bir genelleme yapıldığında havzanın güneyinin Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayaçlardan, batı ve kuzeyinin genç volkanik ve volkanoklastik kayaçlardan, doğusunun ise Yüksekova Karmaşığı'na ait volkanik kayaçlar ve ofiyolit bileşenleri ile genç akarsu ve gölsel kırıntılar ve karbonatlardan meydana gelmiştir. Yüzeylenen birimler yaşlıdan gence doğru aşağıdaki gibidir.

4.1.1 Kırklar formasyonu (Pzk)

Birim Paleozoyik yaşlı kristalize kireçtaşı ara düzeyleri bulunduran şistlerden oluşmaktadır. Şistler kalkşist, serizit kalkşist, klorit kalkşist, muskovit kuvarsşist, sersizit kuvarsşistten oluşmaktadır. Şistler içinde ara düzeyler olarak da bazikşist ve metavolkanitler bulunur. Genel olarak şistler ince katmanlıdır. Gri–yeşilimsi, gri-beyazımsı renklidir. Birim fosil içermemektedir. Birimin alt dokanağı tektonik üst dokanağı ise normal dokunaklıdır.

4.1.2 Beyaz tepe formasyonu (Pzb)

Paleozoyik yaşlı, yer yer mermerleşmiş kristalize kireçtaşlarından oluşan birim, gri-koyu gri, beyazımsı-gri ve beyaz renklidir. Üst dokanağı diskordanslıdır.

4.1.3 Tozlutepe formasyonu (Jt)

Birim, Jura yaşlı kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Gri sarımsı gri renkli, fazlaca deforme olmuş, bol çatlaklı ve çatlakları kalsit dolguludur. (Acarlar vd., 1991), Tozlu Tepe formasyonunun kalınlığını 150 m olarak tespit etmişler ve bu birimlerin volkanik malzeme katkılı platform karbonat ürünleri olduğu sonucuna varmışlardır.

4.1.4 Çomaklı formasyonu (Kraç)

Alt Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşur. Kireçtaşları, orta-kalın katmanlı, bazı yerler masif olup koyu gri rengindedir. Formasyon, genel olarak çatlak sistemlerine sahip, bazı yerlerde breşik seviyeler bulunmaktadır. (Acarlar vd., 1991), Çomaklı formasyonunun ortalama kalınlığı 350 m olarak belirlenmiş ve bu birimlerin çökelme ortamını volkanizma etkili platformda sığ karbonat şelfi olduğu tespit edilmiştir.

4.1.5 Karakaş formasyonu (Krük)

Formasyon kaya türü olarak kumtaşı, şeyl, kiltaşı, marn, mikritik kireçtaşı, çört, radyolarit ve bazalttan oluşur. Kumtaşları, şeyl ve kil taşları yeşilimsi kahverengidir. Mikritik kireçtaşları kırmızı, pembe, pembemsi gri rengindedir. Alt ve üst formasyon arasındaki ilişki tektoniktir. (Acarlar vd., 1991), Karakaş Formasyonunun ortalama kalınlığı 700 m olarak tespit etmişler ve Üst Kretase yaşlı pelajik, yarı pelajik çökeller ile denizaltı volkanizması ürünlerinden oluştuğu yorumunu yapmışlardır.

4.1.6 Erek dağı ofiyoliti (Krüe)

Üst Kretase yaşlı, peridotit (Serpantinit), gabro, diyabaz ve metagabrodan oluşur.

4.1.7 Toprakkale formasyonu (Tpt)

Formasyon, Şahbağ Tepe, Sığır Tepe ve Toprakkale Tepede gözlenir (Acarlar vd., 1991). Bu formasyon sadece neritik kireçtaşlarından meydana gelmiştir. Bunlar bazı yerlerde resifal, bazı yerlerde ise breşik ve makroskobik olarak bol fosillidir. Makroskobik olarak, Numulit fosilleri formasyona ait birimler içerisinde geniş dağılımda gözlenirler. Toprakkale formasyonu masif özellikte ve formasyonun bol çatlak sistemleri vardır. Formasyonun alt ve üst ilişkisi tektonik olup ilişkinin tektonik olmadığı yerlerde Beyüzümü Formasyonu birimi uyumsuz olarak görülür. Yapılan çalışmada birimin ortalama kalınlığını 1500 m olarak bulunmuştur (Acarlar vd., 1991). Bu birimlerin sığ karbonat şelfinde çökeldiklerini ve Formasyonun Üst Eosen yaşlı neritik kireçtaşlarından oluştuklarını belirtmişlerdir.

4.1.8 Tekmal formasyonu (Tet)

Eosen yaşlı formasyon, çamurtaşı, marn, şarabi renkte kireçtaşları ve mikritik kireçtaşlarından oluşmuştur.

4.1.9 Çobanoğlu formasyonu (Teç)

Eosen yaşlı formasyon, dolomitik, kritalize ve yer yer neritik kireçtaşlarından (Numulitli biyosparit) oluşmuştur.

4.1.10 Dirbi karışığı (Ted)

Düzensiz tektonik ilişkili, Üst Eosen'e dek farklı yaş ve kaya çeşidindeki kayaç kütlelerinin bir araya gelmesiyle oluşan bu birime Dirbi Karışığı adı verilmiştir (Acarlar vd., 1991). Çalışma sahasının güneydoğusunda Alabayır, Aşıt ve Tekmal köyleri çevresinde dağılım göstermiştir. Birim serpantinit, farklı volkanit, metamorfit, mikritik kireçtaşı, kumtaşı, çamurtaşı, breşik kireçtaşı kütlelerini kapsar. (Acarlar vd., 1991) göre, Dirbi karmaşığının içerdiği en yaşlı kütle Paleozoyik metamorfitleri olup

en genç kütle ise Üst Eosen neritik kireçtaşlarıdır. Birimin alt ilişkisi tektonik üstünde ise uyumsuz olarak Van Formasyonu ve Beyüzümü Formasyonu vardır. Birimin kalınlığı neredeyse 300 m'dir. Ofiyolitlerin ilk yerleşimine bağlı Geç-Üst Kretase'de oluşmaya başlayan birim, Paleosen-Eosen boyunca tektonik birimlerin yatay devinimleri ve bu devinimlere bağlı gelişen ekaylanmalar sonucu meydana gelmiştir (Acarlar vd., 1991). Bu süreç düzensiz aktarımlı şekilde gelişmiştir.

4.1.11 Van formasyonu (Tmv)

Van Gölü doğusunda yüzeylenen Van Formasyonu'nun ilk tanımlaması (Acarlar vd., 1991) tarafından yapılan Van Formasyonu tipik olarak Kurubaş, Doğanlar ve Aşıt köylerinde yüzeylenir. Van Formasyonu genelde kırıntılı kayaçlardan meydana gelmektedir. Kumtaşları ince-orta, nadiren kalın tabakalı, şeyller ise ince tabakalıdır. Van Formasyonunun alt sınırı inceleme sahasında gözlenmiştir. Kurubaş-Doğanlar dolayında Üst Kretase ve Eosen yaşlı birimler formasyon üzerinde bindirmeli olarak meydana gelmiştir. Van Gölü doğusunda geniş bir yayılımda olan birim Kurubaş güneyinden başlayıp Aşıt köyüne kadar sürmekte ve yaklaşık 20 km'lik bir alanda görülmektedir. Van Formasyonu'nun çökelme ortamı sığ karbonat şelfinden derin karbonat şelfine ve havzaya değişim gösteren transgresif bir stok bulunmaktadır. Van Formasyonunun yaşı, alt seviyelerindeki bentonik foraminiferli - algli - ekinitli istif taşı - tane taşı fasiyesinde tarurnianan mikro ve makro faunaya göre Alt Burdigaliyen (Alt Miyosen); bu istifi üstleyen kalkarenit ve şeyllerden tespit edilen mikro faunaya göre Üst Burdigaliyen - Langiyen (Alt -Orta Miyosen) olarak tespit edilmiştir.

4.1.12 Beyüzümü formasyonu (Tplb)

Beyüzümü Formasyonu, kireçtaşı ara katkılı kumtaşı ve çakıltaşlarından meydana gelir. Kireçtaşları, kumtaşları arasında ara katkılı şeklinde ve birimin tabanına yakın kısımlarında gözlenir. Kumtaşları gri-açık kahve renkli, ince-orta tabakalı ve bazı yerlerde çapraz tabakalıdır. Kumtaşları içerisinde biyoturbasyon yapıları görülür. Kumtaşları üzerine ara düzeyli çakıltaşları gelir. Çakıltaşları kötü boylanmalı, gevşek bağlanmış ve kum matriksidir. Çakılların tane yuvarlaklığı iyi derecelenmiştir. Çakıl taşı tabakalarında, düzlemsel ve çapraz tabakalanma görülür. Çakıllar genelde yassı olup 4–22 mm boyutlarında gözlenir. Atmaca köyü, Dumansız dere, Yeni Köşk köyü, Hıdır köyü, Akçaören köyü, Buğday tepe, Kalecik köyü, Beyüzümü köyü civarında görülür. Formasyon daha yaşlı birimleri düzensiz olarak kaplar, üstte ise birim Alaköy Formasyonu tarafından düzensiz olarak kaplanır.

(Acarlar vd., 1991)'nın yaptığı çalışmaya göre, formasyon yaklaşık 100 metre kalınlığında ve birimin yaşı stratigrafik olarak Üst Pliyosen olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılara göre, formasyon göl kumsalı çökellerinden meydana gelip çakıllı türde olan bu kumsal dik kıyılı ve yüksek enerjili göl kenarını belirtir.

4.1.13 Alaköy formasyonu (Tplal)

Alaköy, Üçbucak mahalli, Beyüzümü civarında görülür. Bu formasyon kil taşı-silttaşı-marnlı gölsel çökeller ile kırıntılı pomza içeren akarsu-delta çökellerinden meydana gelir. Kırıntılı pomzalar gri renkli olup küçük çakıl ve kum boyutunda gözlenir. Pomzalı düzeyler bazen marnlar içerisinde de görülür. Pomzalı marnlar, beyaz-kirli beyaz renkli ve gevşek dolgulu olduğu görülür. Marnlar bazı yerlerde silttaşı-kil taşı ardalanmasıyla beraber de bulunur. Kil taşı-silttaşları açık sarı renkli ve ince tabakalıdır. Ayrıca bunlar istifin göl çökelleridir. Akarsu çökelleri ise, kırıntılı pomzalar ile kumtaşı, çakıl taşı, silttaşı ve kiltaşlarından meydana gelir. Alaköy formasyonu, Beyüzümü Formasyonu üzerinde düzensiz olarak bulunur. Birimin üzerinde ise, tekrar düzensiz olarak göl ve akarsu çökelleri bulunmaktadır.

(Acarlar vd., 1991)'nın yaptığı çalışmalara göre, birimin içerisinde herhangi bir fosil gözlenmemiştir. Ancak stratigrafik olarak formasyonun yaşı Üst Pliyosen-Pleyistosen olduğu tespit edilmiştir.

4.1.14 Holosen çökelleri (Qa, Qg, Qy, Qyd, Qey)

Kuvaterner yaşlı en genç birimleri oluşturmaktadır. Bu birimler, akarsu çökelleri (Qa), göl çökelleri (Qg), yamaç ve yelpaze çökelleridir (Qy, Qyd, Qey).

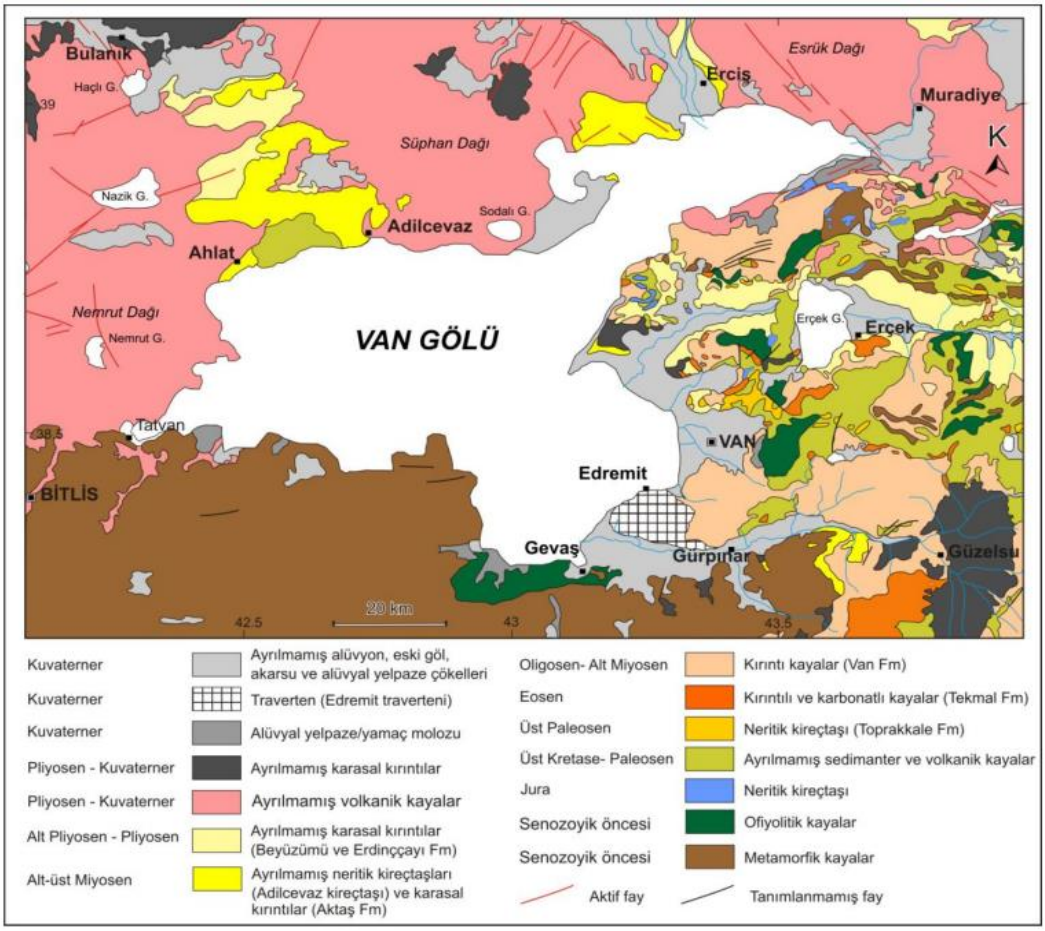
4.1.15 Stratigrafi

İnceleme alanında, Van formasyonuna ait eski göl ve akarsu yataklarına ait iri taneli kum ve kil birimleri gözlenmiştir.

4.1.16 Yapısal jeoloji

Kuzeyde Avrasya, güneyde Afrika-Arabistan levhaları arasında bulunan Anadolu'nun jeolojik yapısı, bu iki levhanın devamlı hareketlerine ve bu levhalar arasında bulunan, eski ve yeni tetis okyanuslarının jeotektonik evrimlerine bağlı olarak gelişmiştir. Yeni Tetis okyanusu Geç Kretase'de kapanmaya başlamış, Orta Miyosen'de Arabistan levhası ile Avrasya levhasının çarpışması, Bitlis–Zağros bindirme ve kıvrımlı kuşağını oluşturmuştur. Doğu – batı doğrultusunda uzanan ve İran'da Zağros Kuşağı ile birleşen bu kuşak, Basra Körfezine kadar devam etmektedir. Önemli, aktif kıta–kıta çarpışma kuşakları sonucu oluşan bu kuşağın, Anadolu'da kalan kısmı, Bitlis

Bindirme Kuşağı veya Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı olarak bilinmektedir (Şengör, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu kuşak boyunca, Bitlis-Pötürge-Malatya napları diye isimlendirilen allokton kütleler, Miyosen'de güneye doğru hareketlerine bağlı olarak, Güneydoğu Anadolu Otoktonu üzerine onlarca kilometre taşınarak yerleşmiştir. Bu allokton konumlu naplar, bölgede Bitlis metamorfitleri, Ofiyolit napı, Yüksekova karmaşığı (napı) ve Hakkari karmaşığı ile temsil edilir. Tektonik etkinliğin yüksek olduğu bir evrim sürecinde oluşan bölgede, genellikle doğu - batı yönünde uzanan plato karakterli yükselim alanlarından (dağlık alan) ve dağ arası karasal havzalardan oluşan günümüzdeki morfolojik yapıyı kazanmıştır. Bölgenin günümüzdeki yapısal ve morfolojik gelişiminde, tektonik etkinliğin yanı sıra, volkanizma da belirleyici olmuştur. Bu şekillenmeye bağlı olarak inceleme alanında izlenen önemli yapısal unsurlar kıvrımlar, bindirmeler ve faylardır. Van Gölü ve çevresinin Jeoloji haritası Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1 Van Gölü ve çevresinin jeoloji haritası (MTA, 2002)

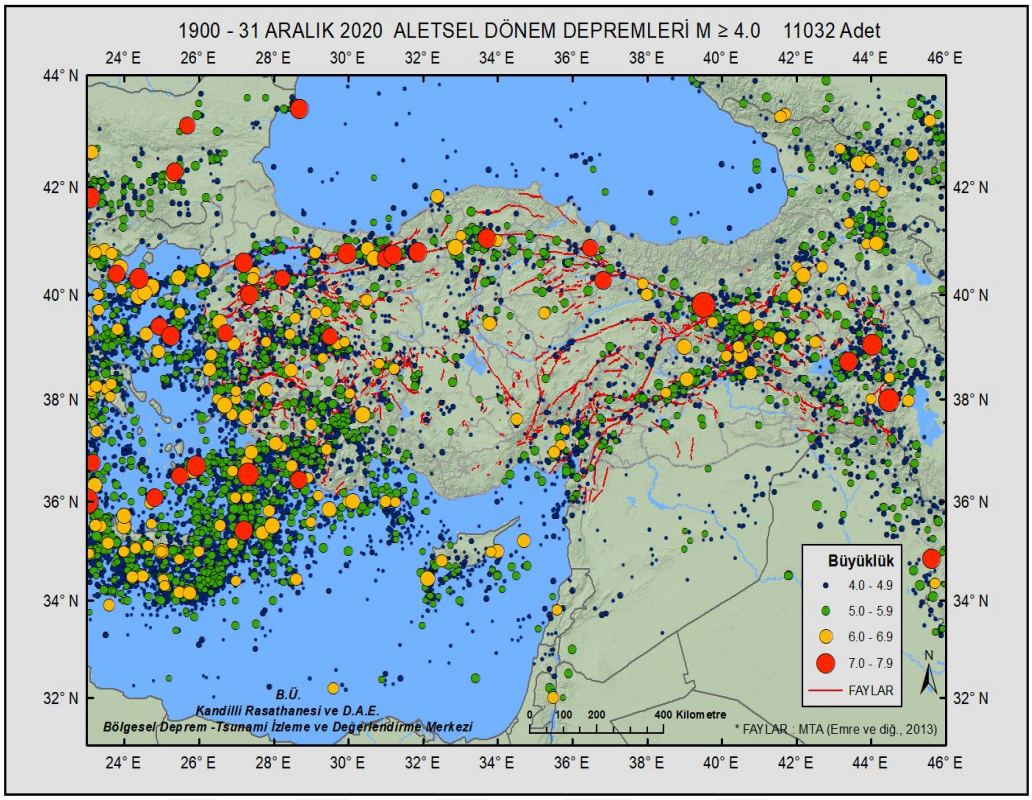
4.2 Van Bölgesi Tektoniği

Bölgede tarihsel dönemlerde VIII ve IX şiddetinde depremlerin olduğu görülmektedir (Tablo 4.1).

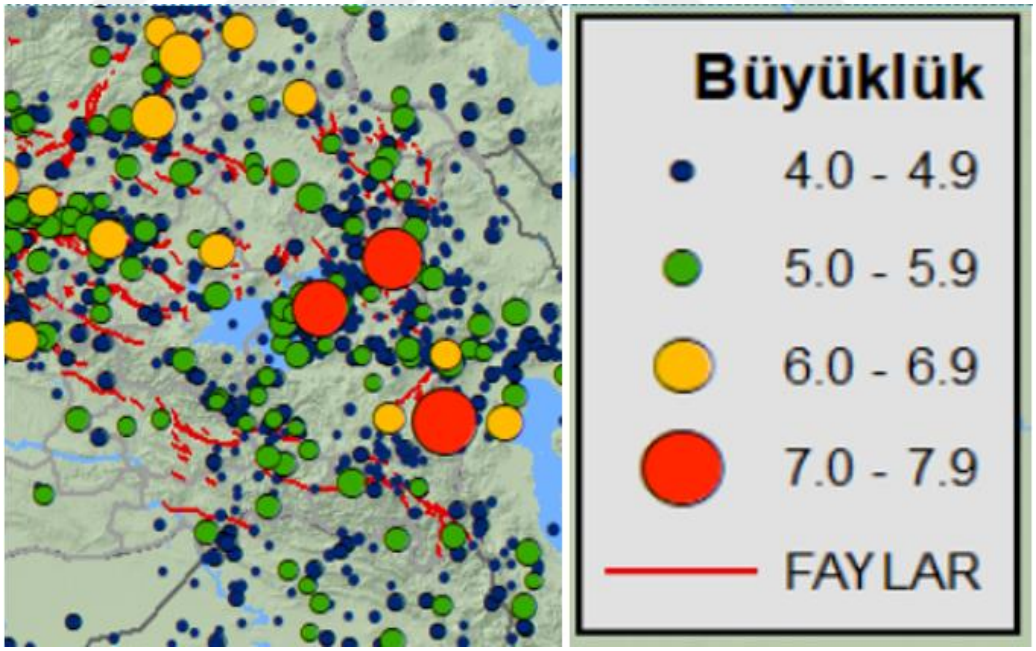
Tablo 4.1 Van Gölü havzasında tarihsel dönemde meydana gelen depremler (Koeri)

Sıra No	Tarih	Enlem	Boylam	Şiddet	Etkili olduğu bölge
1	1110	38.50	43.50	VII	Van
2	1245	38.74	42.50	VI	Ahlat, Van, Bitlis, Muş
3	1276	38.90	42.90	VIII	Ahlat, Erciş, Van
4	1441	38.35	42.10	VIII	Van, Bitlis, Muş
5	02.04.1647	39.15	44.00	IX	Van, Muş, Bitlis, İran
6	31.03.1648	38.30	43.70	VIII	Hoşap, Van
7	07.03.1701	38.50	43.40	VIII	Van
8	1704	38.50	43.40	VII	Van
9	1715	38.70	43.50	VIII	Van, Erciş
10	1869	38.40	42.10	VI	Bitlis
11	05.03.1871	38.50	43.40	VII	Van
12	30.05.1881	38.50	43.30	IX	Van, Bitlis, Muş

Türkiye 1900-31 aralık 2020 M > 4.0 aletsel dönem depremleri Şekil 4.2'de ve Van bölgesi için 1900-31 aralık 2020 M > 4.0 aletsel dönem depremleri Şekil 4.3'te görülmektedir.



Şekil 4.2 Türkiye 1900-31 aralık 2020 aletsel dönem depremleri M > 4.0 (Koeri)



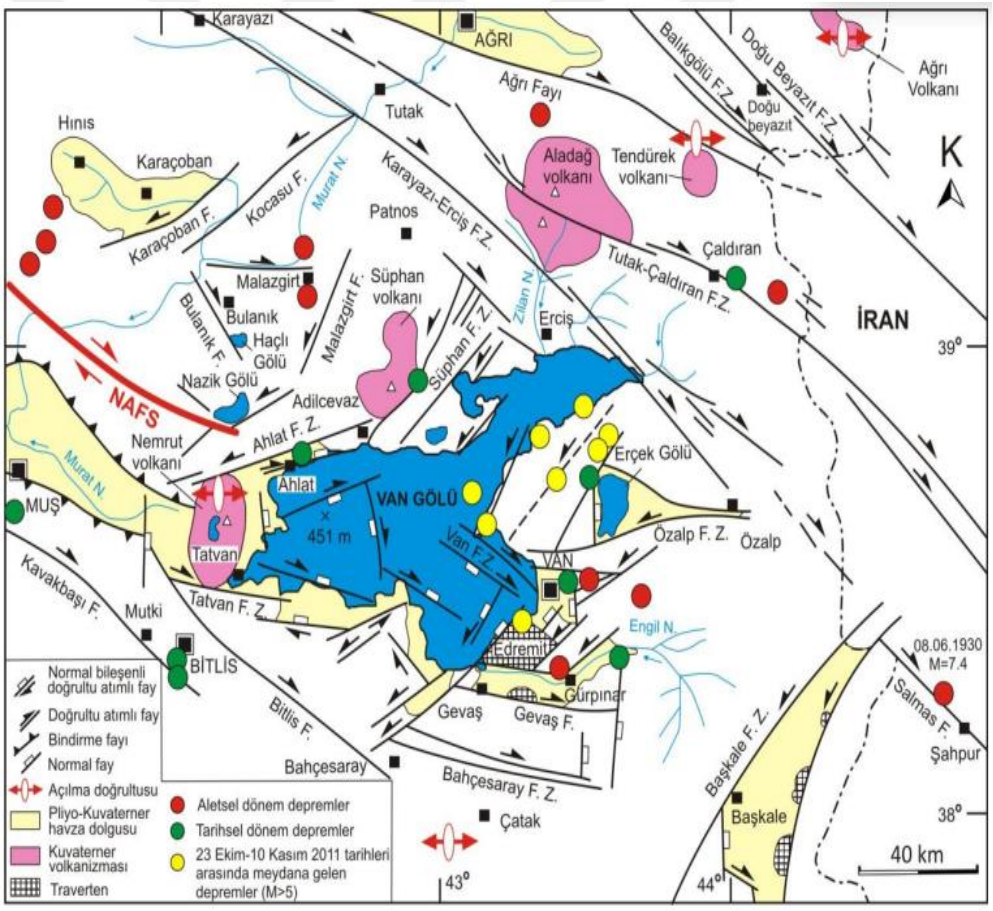
Şekil 4.3 Türkiye (Van bölgesi) 1900-31 aralık 2020 aletsel dönem depremleri M > 4.0 (Koeri)

Bu dönemde kayıt altına alınan 504 depremden 26'sının magnitüdü 5.5 ve daha büyüktür. M.S. 1900- 23.11.2011 yılları arasında olmak üzere, 26 kez şiddetli deprem meydana gelmiştir. Depremlerin 26'sının 7'sinde magnitüd 7 ve daha büyüktür. Bu depremlerin en büyüğü, 1976 tarihinde, 7,3 aletsel büyüklüğündeki Çaldıran

Depremidir. 1976 yılında meydana gelen Çaldıran depreminde, il merkezinde maddi hasar meydana gelmiştir. Ölümle sonuçlanan başlıca depremler 10 Eylül 1941 Erciş-Van (5.9Mw; 192 ölüm), 06 Eylül 24 Kasım 1976 Muradiye-Van/Çaldıran (7.3Mw; 3840 ölüm), 23 Ekim 2011 Van (7.2Mw; 604 ölüm) ve 09.11.2011 Van-Edremit (5.7Mw; 40 ölüm) depremleridir (Ayhan, 1988).

4.2.1 Aktif tektonik

Van ve civarında deprem oluşturma potansiyeli taşıyan önemli aktif faylar; Çaldıran Fayı, Erciş Fayı, Hasan Timur Gölü Fayı, Süphan Fayı, Malazgirt Fayı, Tutak Fayı, Balık Gölü Fayı, Doğubayazıt Fayı, Başkale Fayı ve Beyüzümü Fayı'dır (Şekil 4.4). Ayrıca Güney Doğu Anadolu Bindirmesi ve NAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi de aktif bir yapı olarak kabul edilmektedir. Bu faylardan Çaldıran Fayı, Erciş Fayı ve Hasan Timur Gölü Fayı ve Başkale Fayı il sınırları içinde bulunmaktadır.



Şekil 4.4 Van Gölü ve yakın çevresinin sismotektonik haritası (Koçyiğit vd., 2001 ve Koçyiğit 2002'den değiştirilerek alınmıştır). NAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi

4.2.1.1 Gevaş – Gürpınar fayı

Gevaş ile Gürpınar arasında doğu batı doğrultusunda bir fay zonu bulunmaktadır. Bu fay zonu boyunca traverten oluşukları görülmüştür.

4.2.1.2 Çaldıran fayı (ÇF)

Çaldıran Fayı, batıda Aladağların doğuda devamı sayılan Azizan Dağından başlar, Çaldıran İlçesinden geçerek GD yönünde İran sınırına kadar devam eder. Genel doğrultusu KB-GD olan fay, sağ yönlü doğrultu atımlı fay olup neredeyse 55 km uzunluğundadır. Batıda Alaçayır köyü ile Hıdırmenteş gölü arasında düz çizgisel olarak uzanan fay, doğuya devamında Çaldıran İlçesinden, Kalkandelen, Yağbasan köylerinden ve Bezirhan, Güngören köyleri güneyinden ve Yukarı Gülderen köyünden geçerek İran sınırı yakınına kadar devam eder. Çaldıran Fayının İran sınırı yakınından doğuya devam ettiğini gösteren kesin bir veri elde edilememiştir (Şaroğlu vd., 1987). Ancak 29.04.1968 ve 14.03.1970 tarihlerinde İran'da, Türkiye sınırı yakınında meydana gelen iki deprem, merkez üssü vardır. Bu depremleri oluşturan fayların, Çaldıran fayının devamı olma ihtimali bulunmaktadır.

Çaldıran Fayı üzerinde, 24 Kasım 1976 tarihinde Mw = 7,3 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Aletsel ve makrosismik verilere göre bu depremin merkez üssü Çaldıran İlçesi civarıdır. Önemli derecede can ve mal kaybı meydana gelen bu deprem, son yüzyılda ve aletsel dönemde bölgeyi ve Van ilini etkileyen en önemli yıkıcı depremdir. Bu depremde, 55 km uzunluğunda yüzey yırtılması oluşmuş, 370 cm'lik sağ yönlü atım meydana gelmiştir. Fay, Çaldıran düzlüğündeki Kuvaterner yaşlı alüvyonları ve Tendürek yanardağının bazaltlarını kesmiştir.

4.2.1.3 Erciş fayı (EF)

Fay, Erciş İlçesinin kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Genel doğrultusu K30^{o}B olan fay, Kuvaterner yaşlı Girekol yanardağını kraterine yakın kısımdan keser. Keklikova köyünün batısında fay, fay boyunca gelişen basınç sırtları ve açılma çatlakları açık bir şekilde gözlenir. Erciş İlçesinin doğusunda, Van Gölünün kuzeyinde yer alan kırıklar, Erciş fayının sıçrama bölgesinde gelişen yapıları olarak göz önüne alınmıştır. Morfolojide açık bir şekilde çizgelik sunan ve sağ yönlü doğrultu atımlı olan fay, yaklaşık olarak 20 km uzunluğundadır.

4.2.1.4 Hasan timur gölü fayı (HTGF)

Muradiye İlçesinin yaklaşık 15 km doğusunda Zor Dağı'nın kuzeyinden başlayan fay, güneydoğu yönünde Saray İlçesinin kuzeydoğusunda İran sınırına kadar devam eder. Genel doğrultusu K48^{o}B olan fayın, sınırlarımız içindeki uzunluğu yaklaşık 45 km'dir. Fay boyunca gözlenen biçilmiş sırtlar, ötelenmiş dereler ve çek – ayır havzaları (Hasan

Timur Gölü) fayın sağ yönlü doğrultu atımlı olduğunu ve Holosen aktivitesini gösteren önemli verilerdir.

4.3 Van Bölgesi Geotekniği

Van Bölgesi için elde edilen sondaj verilerinden zemin profillerin çok kısa mesafelerde çok değişime uğradığı bu dağılımın bölgeden bölgeye uzak mesafelerde de aynı zemin birimlerin tekrar görüldüğü anlaşılmıştır.

4.3.1 Sondaj logu ve deney verileri

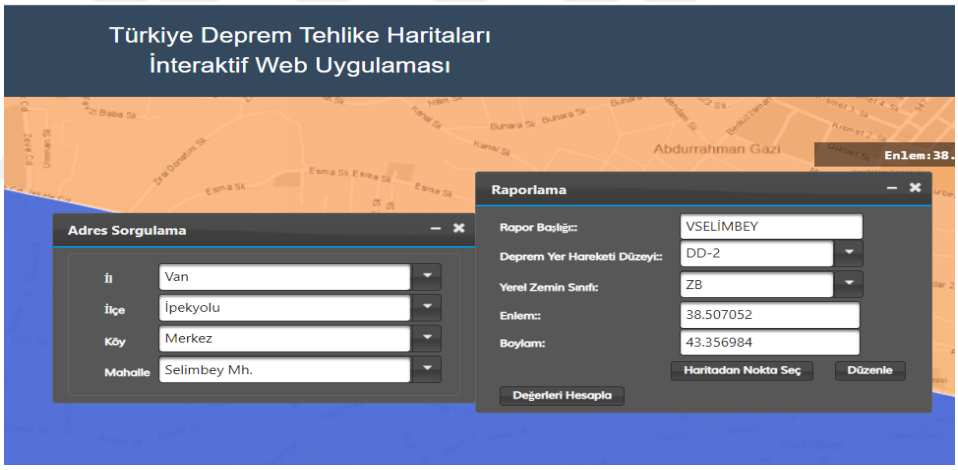
Van il merkezi İpekyolu ve Tuşba için profiller oluşturmak için elde edilen sondaj logu verileri ve deney verileri Ek 2 ve Ek 3'te sunulmuştur.

5. DEPREM KAYITLARIN SEÇİLMESİ, EŞLEŞTİRİLMESİ VE SPEKTRAL ANALİZ

5.1 İpekyolu İçin Afad'dan Elde Edilen Spektral Parametreler

Van ili merkez ilçeleri İpekyolu ve Tuşba için zemin büyütme faktörünü bulmak için bir boyutlu doğrusal olmayan analiz yapılmıştır. Analizde (AFAD) Türkiye deprem tehlike haritalarından İpekyolu İlçesi Selimbey Mahallesi (Tuşba, İpekyolu ve Edremit merkez ilçelerin kesiştiği konum) referans alınarak veri girişi yapılıp lokasyon için yatay elastik tasarım spektrumu oluşturulup .csv formatında indirilmiştir.

Afad veri girişleri için deprem yer hareketi düzeyi: DD2, Anakaya için zemin sınıfı: ZB, lokasyon için enlem boylam girişi yapılmıştır (Şekil 5.1). AFAD çıktı verilerine göre; kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_S=0.653, 1 sn periyot için harita spektral ivme katsayısı S_1=0.166, tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} = 0.588 ve S_{D1} =0.133, en büyük yer ivmesi PGA=0.277, en büyük hız değeri PGV=15.532 olduğu Şekil 5.2'de görülmektedir.



Şekil 5.1 Afad veri girişleri



Şekil 5.2 Afad çıktıları

5.1.1 Yerel zemin sınıfları

Van il merkezinde sondaj logu verileri genelde 30 m veya daha az derinlikte yapılmış, elde edilen verilerden herhangi bir anakaya bilgisi bulunamamıştır. Ayrıca Dsi'nin Van il merkezinde eski kuyu sondaj logu verisine ulaşamamaları ve yeni sondaj kuyusu açılmamasından dolayı İpekyolu için anakaya derinliği öğrenilememiştir. Anakaya derinliği Tuşba Topraktaş Mahallesinde yapılmış DES kuyularından anakaya derinliği bilgisi aynı çalışma bölgesinde 65 m ve 80 m'lerden sonra ardalanmalı olarak görülmüştür (Anaran, 2021). Bu nedenle anakaya için ZB yerel zemin sınıfı seçilmiştir. TBDY,2018'e göre en büyük bina genişliğin üç katı kadar derinlikte B=30 3B=3*30=90 m'de anakaya kabulü kullanılmıştır. Elde edilen raporlardan ise zeminin yerel sınıfı için ZD yerel zemin sınıfı alınmıştır. Yerel zemin sınıfları Tablo 5.1'de görülmektedir (TBDY,2018).

Tablo 5.1 Yerel zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfı	**Zemin Cinsi**	**Üst 30 metrede ortalama**		
		$(V_S)_{30}$ [m/s]	$(N_{60})_{30}$ [darbe /30 cm]	$(C_U)_{30}$ [kPa]
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar	760 – 1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360 – 760	> 50	> 250
ZD	Orta sıkı – sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180 – 360	15 – 50	70 – 250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak – katı kil tabakaları veya PI > 20 ve w > % 40 koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası (cu < 25 kPa) içeren profiller	< 180	< 15	< 70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel göçme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.), 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve/veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli (PI >50) killer, 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer.			

5.1.2 Yerel zemin etki katsayıları

Çalışmamızın zeminlerin ZD ($(V_S)_{30}$ [m/s] 180 – 360)) yerel sınıfına göre; S_S=0.653 ara değerin enterpolasyonu için kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_S= 0.9 olduğu, S_1=0.166 ara değerin enterpolasyonu için 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı F_1=0.8 olduğu bulunmuştur (Tablo 5.2 ve Tablo 5.3).

Tablo 5.2 Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları F_S (TBDY)

Yerel Zemin Sınıfı	**Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_S**					
	$S_S \leq 0.25$	**$S_S = 0.50$**	**$S_S = 0.75$**	**$S_S = 1.00$**	**$S_S = 1.25$**	**$S_S \geq 1.50$**
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1	1
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır					

Tablo 5.3 1,0 saniye periyot için yerel zaman etki katsayıları F_1 (TBDY)

Yerel Zemin Sınıfı	**1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı F_1**					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2
ZF	Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır					

5.1.3 Deprem yer hareketi düzeyi-2 (DD-2)

DD-2 Deprem yer hareketi, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşılık tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini belirtmektedir. Bu deprem yer hareketi, standart tasarım deprem yer hareketi olarak da adlandırılmaktadır (TBDY,2018).

5.1.4 Harita spektral ivme katsayıları ve Tasarım spektral ivme katsayıları

Birbirine dik iki yatay doğrultudaki deprem etkilerinin geometrik ortalamasına karşılık harita spektral ivme katsayıları, belirli bir deprem yer hareketi düzeyi için anakaya ZB zemin sınıfı referans zemin koşulu [$(V_S)_{30}$ = 760 m/s] esas alınarak %5 sönüm oranı için harita spektral ivmelerinin yerçekimi ivmesine(g) bölünmesi ile boyutsuz katsayılar olarak meydana gelmiştir.

Harita spektral ivme katsayıların S_{DS}, S_{D1}'in tasarım spektral ivme katsayılarına aşağıdaki gibi dönüştürülür.

$$S_{DS} = S_S * F_S = 0.653 \text{x} 0.900 = 0.588 \quad (5.1)$$

$$S_{D1} = S_1 * F_1 = 0.166 \text{x} 0.800 = 0.133 \quad (5.2)$$

5.1.5 Yatay elastik tasarım spektrumu

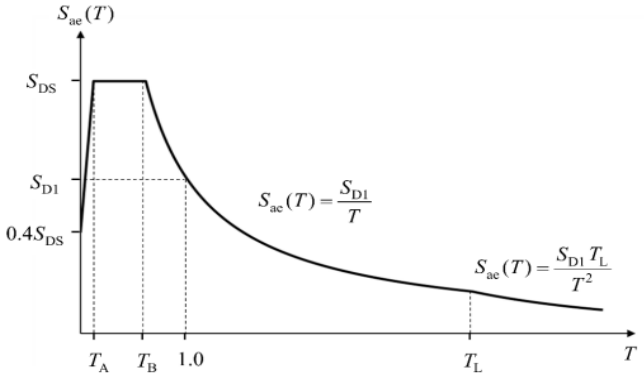
Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B Denk. (5.3 ve 5.4) ile S_{DS} ve S_{D1}'e bağlı olarak oluşturulur:

$$T_A = 0{,}2\frac{S_{D1}}{S_{Ds}} = 0{,}2\frac{0.133}{0.588} = 0.045 \text{ sn} \quad (5.3)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} = \frac{0.133}{0.588} = 0.226 \text{ sn} \quad (5.4)$$

Sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu T_L = 6 s alınır.

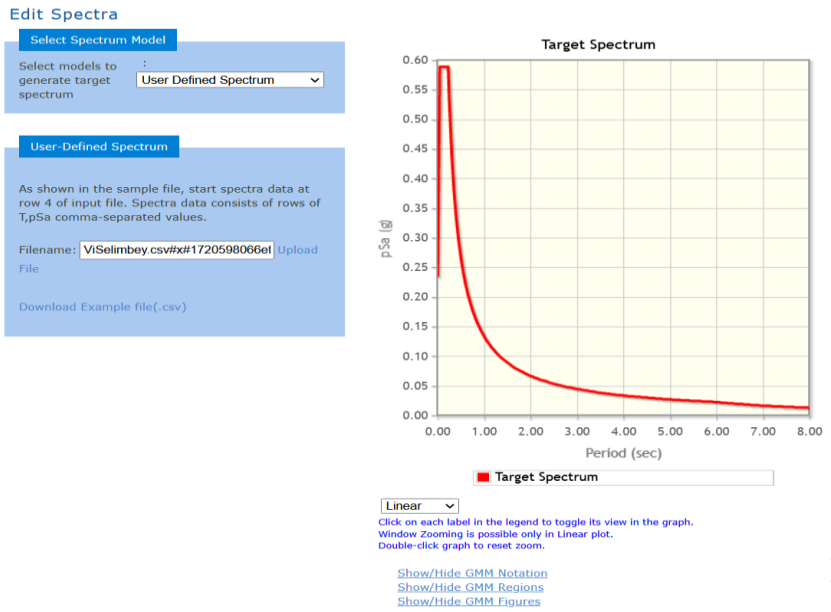
Yatay Elastik Tasarım Spektrumu; T_A= 0.045 (s) T_B= 0.226 (s) T_L= 6.000 (s)'dir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Yatay elastik tasarım spektrumu (TBDY,2018)

5.2 Senaryo Depremlerin Seçimi (PEER'den)

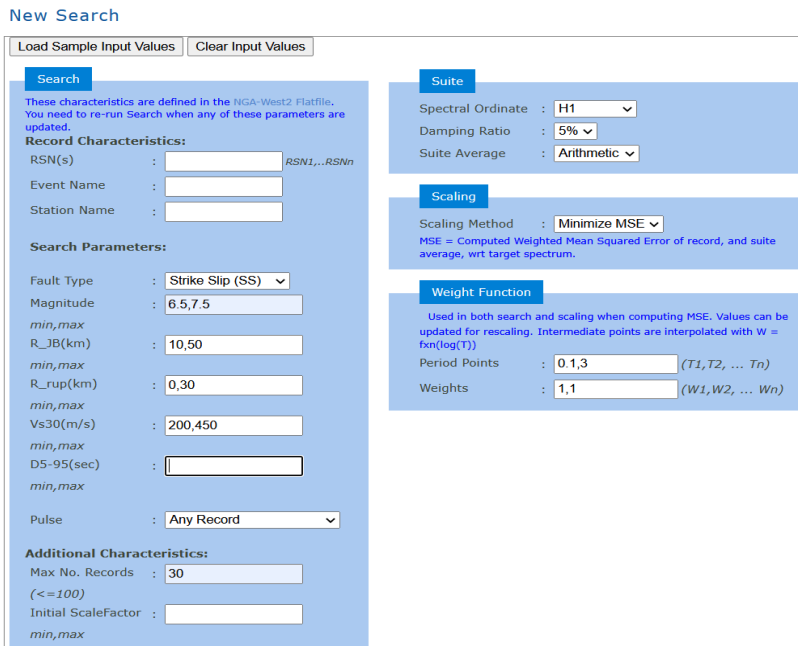
Peer girişinde yer alan NGA-West2 bölümü kullanılarak hedef spektrum belirlemek için modelin adı (user defined target spectrum) kullanıcı tanımlı spektrum seçilmiştir. AFAD'dan yatay elastik tasarım spektrumu belirlenmiş olup (.csv) formatında indirilen dosyayı yükleyip hedef spektrum elde edilmiştir (Şekil 5.4). Elde edilen hedef spektruma göre kayıt arama bölümünden gerekli uygun aralıklar seçilip 30 deprem kaydı arasından TBDY2018'in önerdiği gibi 11 uygun kayıt seçilmiştir. Bölgeyi önemli derecede etkileyen özellikle magnitüdü 6.5'ten büyük olan Van Fayı ve Çaldıran Fayı referans alınmıştır. Peer'den yedi kayıt Van Fayı, dört kayıt Çaldıran fayı olmak üzere toplam 11 deprem kaydı seçilmiştir. Seçim yapılırken Deprem tipi ve Magnitüd, Rjb, Rrup, periyod, Vs hızı aralıkları seçilip Peer'den indirilmiştir. Peer'den indirdiğimiz deprem kayıtları ölçeksiz (unscaled) ve dönüştürülmemiş (unrotated) şeklindedir. İndirilen Peer dosyasında H_1 A_{CC} dosya, H_2 A_{CC} dosya, düşey A_{CC} dosya isimleriyle farklıdır. Peer deprem kayıt kısmında H_1 A_{CC} dosya adı altında yer alan kayıtlar kullanıldı.



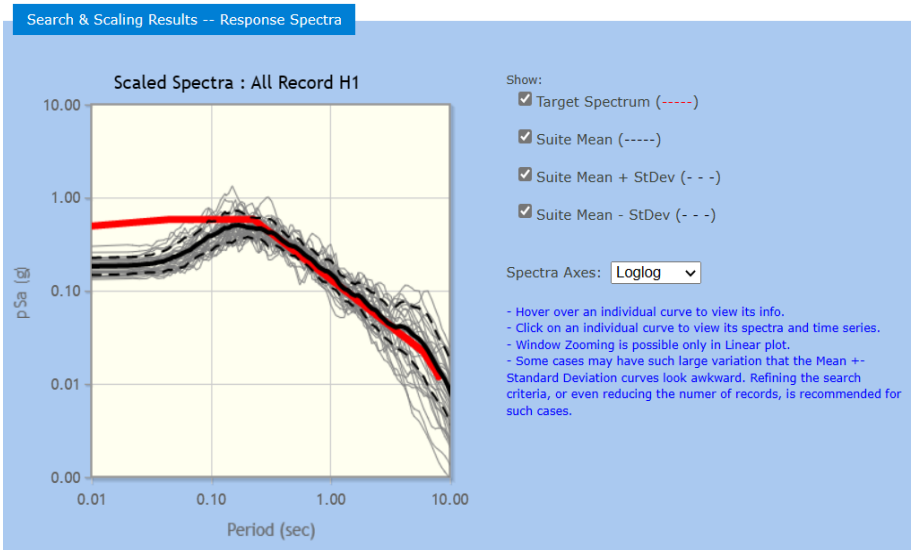
Şekil 5.4 Kullanıcı tanımlı spektrum elde edilmesi

5.2.1 Van fayını temsilen kullanılan tarama parametreleri

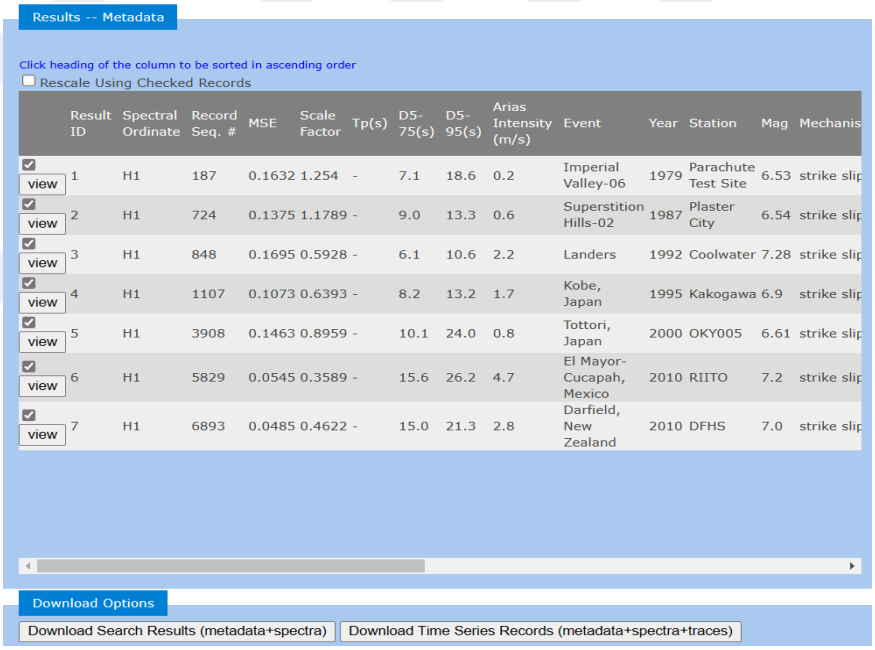
Fay tipi doğrultu atımlı olan Van fayın 23 Ekim 2011 tarihli 7.2 Mw büyüklüğündeki Van-tabanlı depremi referans olarak kullanıldı. Magnitüd: 6.5-7.5 alınmıştır. Depremin Rjb=30 olduğundan Rjb: 10-50, Rrup=11 olduğundan Rrup: 0-30 alınmıştır, Vs hızı bilgisi AFAD'da mevcut olmadığından Çaldıran Fayı'n V_S hızı değerine benzer aralık geniş tutularak Vs hızı: 200-450 m/s, yatay elastik tasarım spektrumu için spektral yön: H1 (yatay yön) seçildi, sönüm %5 aritmetik ölçekleme metodu: MSE azaltması periyod: 0.1-3 ve ağırlıklar: 1-1 girilmiştir (Şekil 5.5, Şekil 5.6 ve Şekil 5.7).



Şekil 5.5 Van fayını temsilen veri girişi



Şekil 5.6 Arama sonucu 30 deprem kaydın hedef spektrum üzerindeki görüntüsü

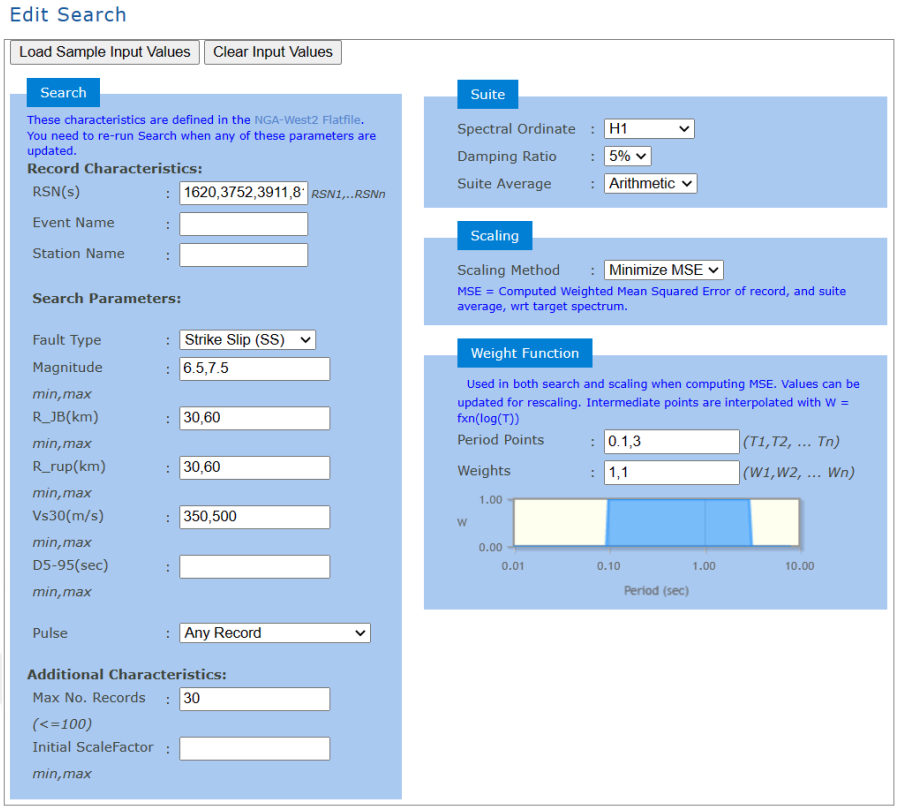


	Result ID	Spectral Ordinate	Record Seq. #	MSE	Scale Factor	Tp(s)	D5-75(s)	D5-95(s)	Arias Intensity (m/s)	Event	Year	Station	Mag	Mechanis
view	1	H1	187	0.1632	1.254	-	7.1	18.6	0.2	Imperial Valley-06	1979	Parachute Test Site	6.53	strike slip
view	2	H1	724	0.1375	1.1789	-	9.0	13.3	0.6	Superstition Hills-02	1987	Plaster City	6.54	strike slip
view	3	H1	848	0.1695	0.5928	-	6.1	10.6	2.2	Landers	1992	Coolwater	7.28	strike slip
view	4	H1	1107	0.1073	0.6393	-	8.2	13.2	1.7	Kobe, Japan	1995	Kakogawa	6.9	strike slip
view	5	H1	3908	0.1463	0.8959	-	10.1	24.0	0.8	Tottori, Japan	2000	OKY005	6.61	strike slip
view	6	H1	5829	0.0545	0.3589	-	15.6	26.2	4.7	El Mayor-Cucapah, Mexico	2010	RIITO	7.2	strike slip
view	7	H1	6893	0.0485	0.4622	-	15.0	21.3	2.8	Darfield, New Zealand	2010	DFHS	7.0	strike slip

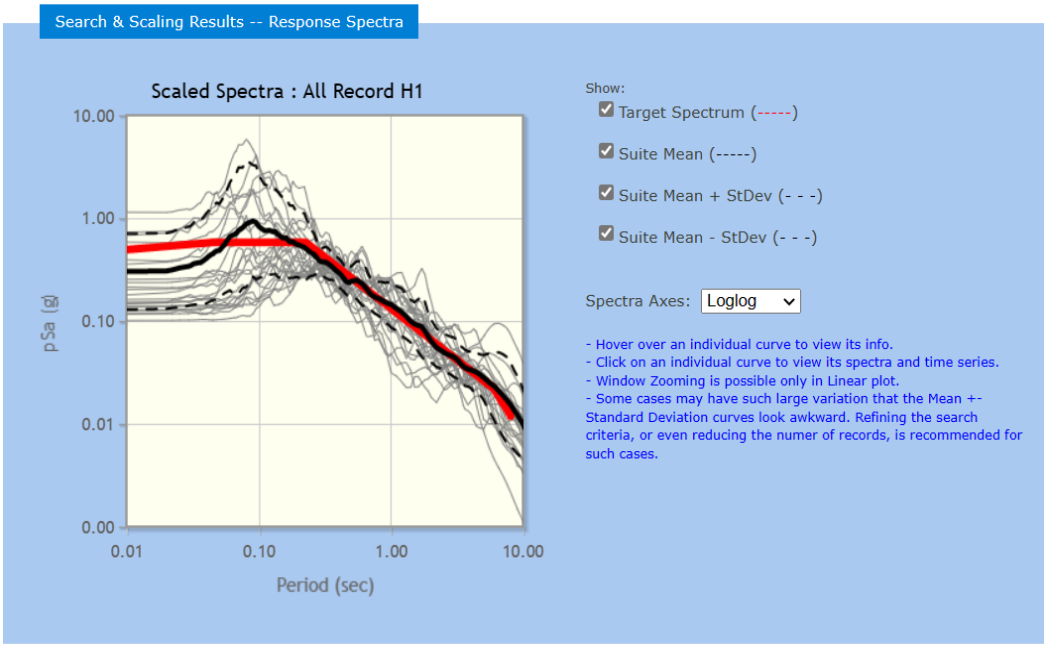
Şekil 5.7 Van fayını temsilen seçilen deprem kayıtları

5.2.2 Çaldıran fayını temsilen kullanılan tarama parametreleri

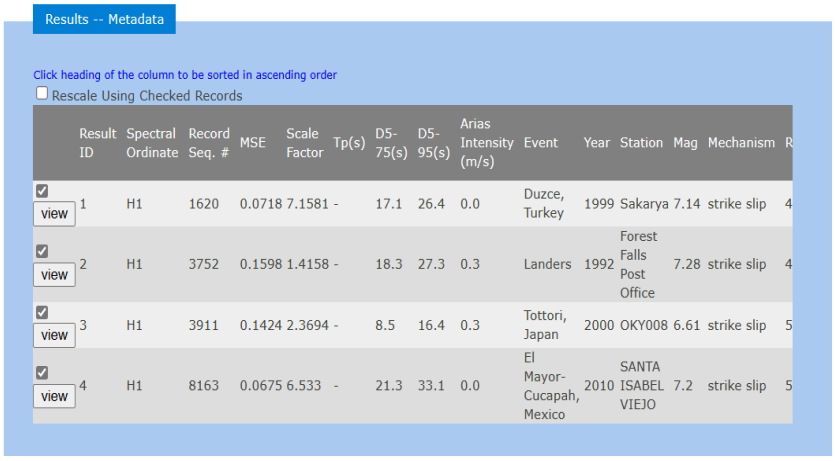
Fay tipi doğrultu atımlı olan Çaldıran Fayı ve 7.3 Mw büyüklüğündeki 1976 tarihli Çaldıran Depremi referans olarak kullanıldı. Bu büyüklüğü baz alarak aralık genişletilerek Magnitüd: 6.5-7.5 alınmıştır. Bu depremin Rjb=50 olduğundan Rjb: 30-60 alınmıştır, Rrup=50 olduğundan Rrup: 30-60 alınmıştır, Vs hızı 400 m/s olduğundan aralık genişletilerek Vs hızı: 350-500 m/s alınmıştır, yatay elastik tasarım spektrumu için spektral yön: H1 (yatay yön) sönüm %5 aritmetik ölçekleme metodu: MSE azaltması periyod: 0.1-3 weights: 1,1 girilmiştir (Şekil 5.8, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10).



Şekil 5.8 Çaldıran fayını temsilen veri girişi



Şekil 5.9 Hedef spektruma yakın oluşturulan benzer deprem kayıtların grafiği



Şekil 5.10 Çaldıran fayını temsilen seçilen deprem kayıtları

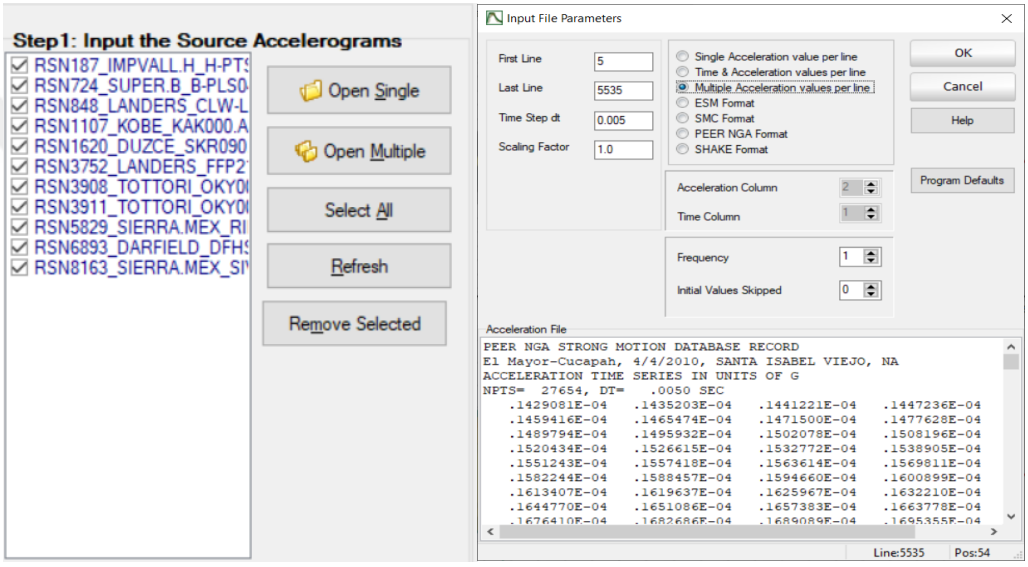
SeismoMatch'te eşleştirmek üzere Tablo'da verilen ilk dört kayıt Çaldıran Fayı ve son yedi kayıt Van Fayının referansı olarak indirilen toplam 11 deprem kaydın bilgisi bulunmaktadır (Tablo 5.4).

Tablo 5.4 Çaldıran ve Van Fayı için PEER'den seçilen deprem kayıt bilgileri

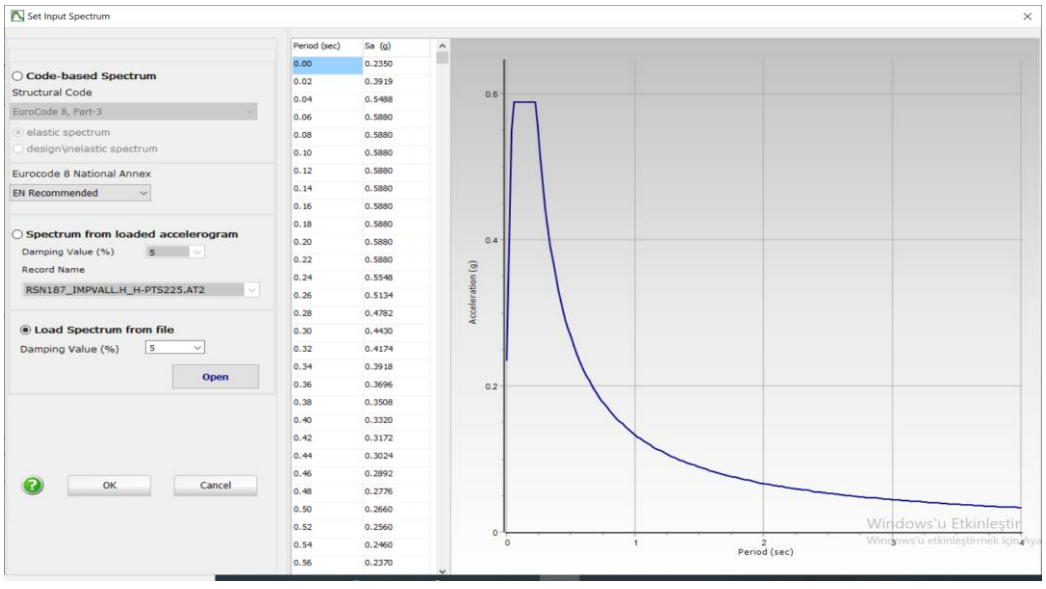
Sıra	**Kayıt Numarası**	**Deprem Yeri**	**Deprem Yılı**	**Deprem İstayonu**	**Mw**	**Rjb (km)**	**Rrup (km)**	**$(Vs)_{30}$ (m/s)**
1	1620	Duzce, Turkey	1999	Sakarya	7.1	45.16	45.2	411.9
2	3752	Landers	1992	Forest Falls Post Office	7.3	45.34	45.3	436.1
3	3911	Tottori, Japan	2000	OKY008	6.6	50.35	50.4	450.6
4	8163	El Mayor-Cucapah, Mexico	2010	SANTA ISABEL VIEJO	7.2	55.19	57.5	483
5	187	Imperial Valley-06	1979	Parachute Test Site	6.5	12.69	12.7	348.7
6	724	Superstition Hills-02	1987	Plaster City	6.5	22.25	22.3	316.6
7	848	Landers	1992	Coolwater	7.3	19.74	19.7	353
8	1107	Kobe, Japan	1995	Kakogawa	6.9	22.5	22.5	312
9	3908	Tottori, Japan	2000	OKY005	6.6	28.81	28.8	293.4
10	5829	El Mayor-Cucapah, Mexico	2010	RIITO	7.2	13.7	13.7	242.1
11	6893	Darfield, New Zealand	2010	DFHS	7	11.86	11.9	344

5.2.3 Seçilen deprem kayıtların SeismoMatch'te eşleştirilmesi

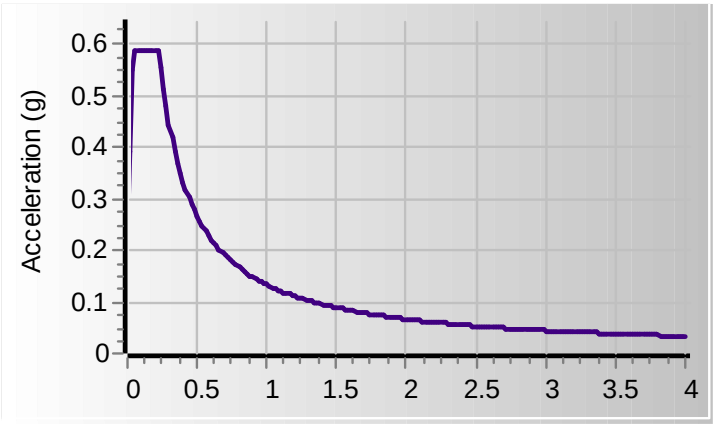
Seismomatch programına 11 senaryo deprem kaydı girildi (Şekil 5.11). Daha sonra sol alt tarafta hedef speckrumu tanımlamak için hedef speckrumu tanımlaya (define target spectrum) açılan sayfada 3.seçenek olan dosyadan spektrum ekle ile dosyayı seçerken .csv formatlı yatay elasktik spektrumlu dosyanın .txt not defterine çevrilmiş hali eklendi. İki kolon ilk kolon T(sn) zaman ikinci kolon Sa(m/s^2) ivmeyi ifade ettiğini işaretleyip ilk satır ve son satır yazılıp onaylandı. Böylece ivme-zaman dosyasından spektrum eklenmiş hali Şekil 5.12'de ve hedef spektrumuna ait ivme zaman grafiği çizilmektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5.11 11 Deprem kaydın SeismoMatch'e girilmesi

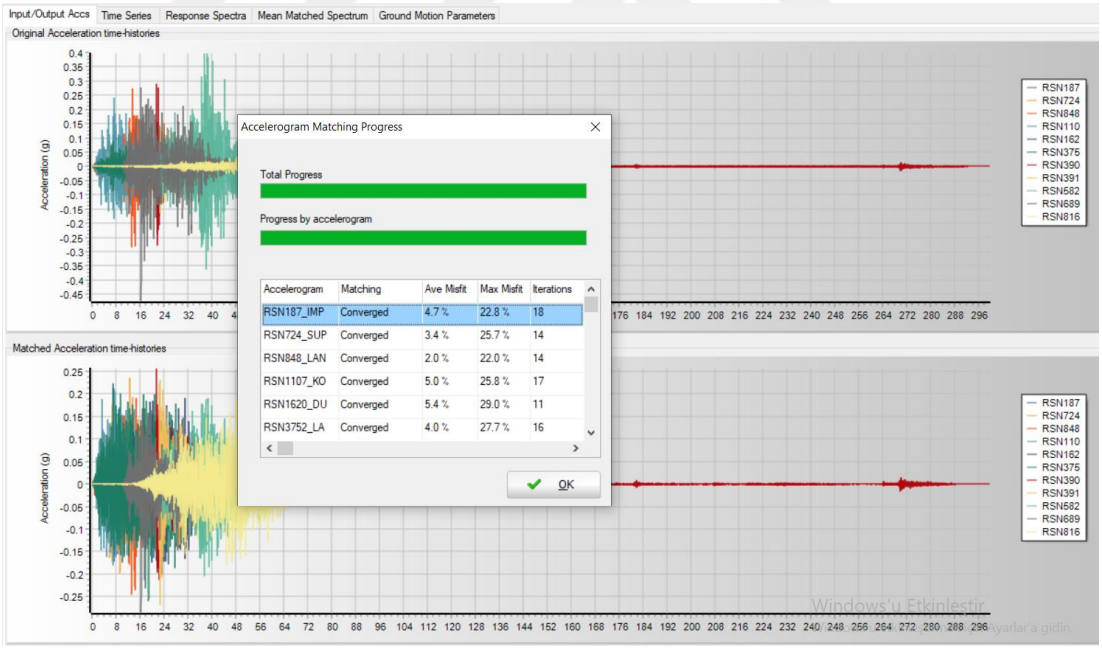


Şekil 5.12 Dosya yükleyerek elde edilen hedef spektrum



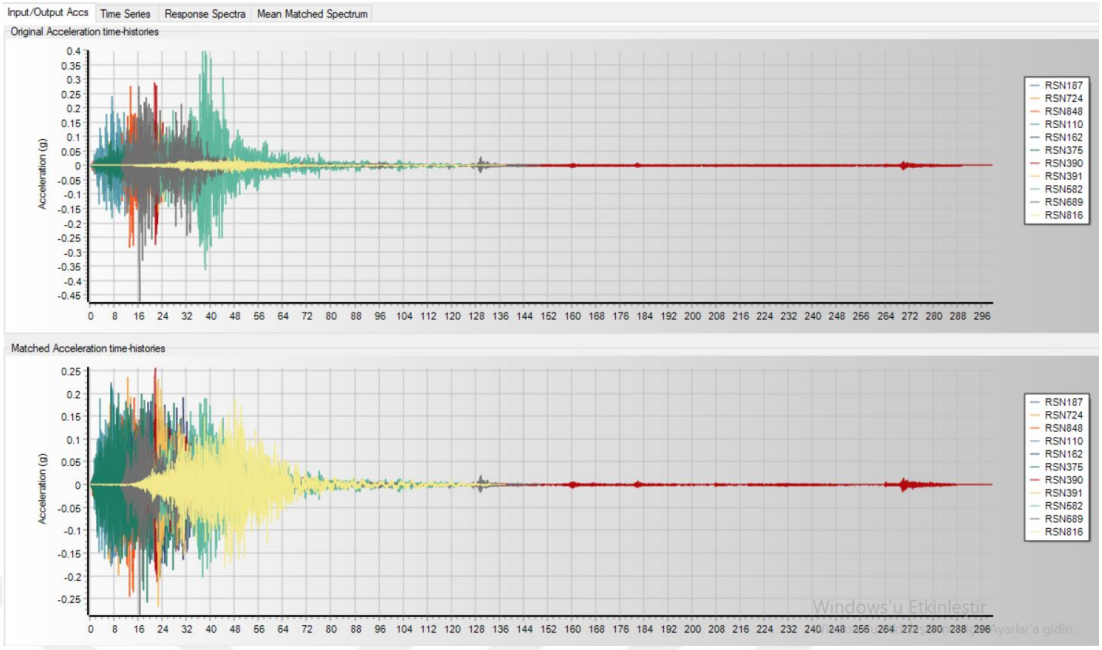
Şekil 5.13 Hedef spektrumuna ait ivme zaman grafiği

Depremleri eşleştirmek için 11 deprem kaydın hepsi minimum 0.05'te eşleşememiştir. Program tarafından minimum periyodu yükseltme uyarısı alınmıştır. Bu sebeple minimum periyot 0.06 alındı. SeismoMatch programın akademik kullanımın sınırlılığından dolayı maksimum 6 periyodu kullanılamamış bunun yerine 3 değeri maksimum periyod olarak kullanılmıştır. Analiz sonucu eşleşmiş depremlerin kaydı Şekil 5.14'te görülmektedir.

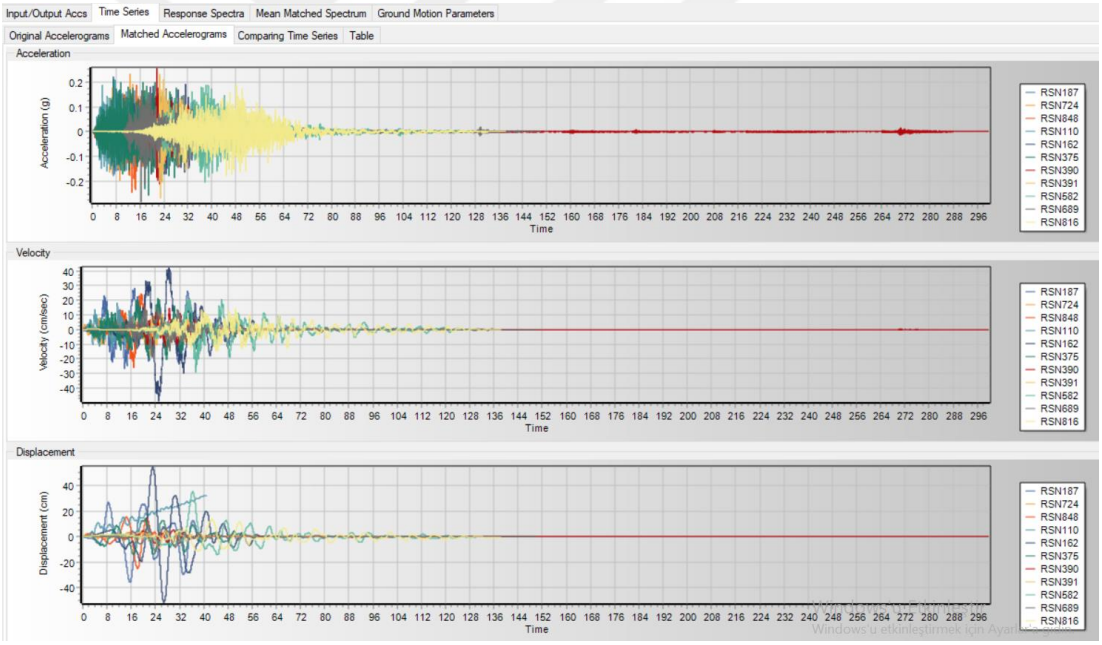


Şekil 5.14 Analiz çalışma ekranı

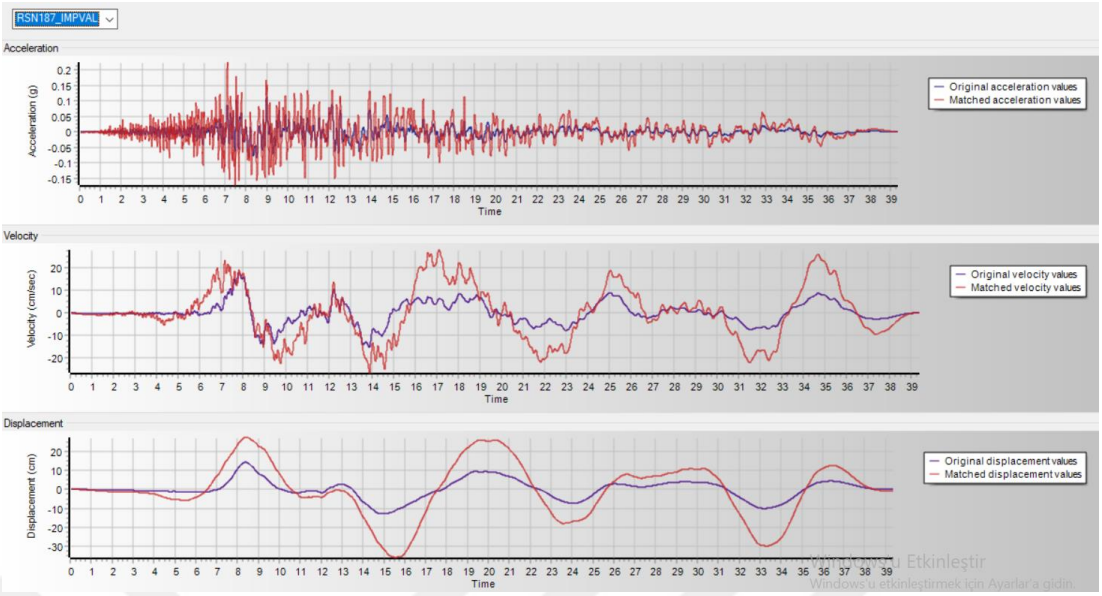
Eşleşme işlemi bittikten sonra deprem kayıtların orijinal ve eşleşmiş hallerin ivme, hız ve yer değiştirme grafiklerine hatta karşılaştırmalı grafiklerine de bakılabilir (Şekil 5.15, Şekil 5.16 ve Şekil 5.17).



Şekil 5.15 Orijinal ve eşleşmiş ivme kayıtların grafikleri

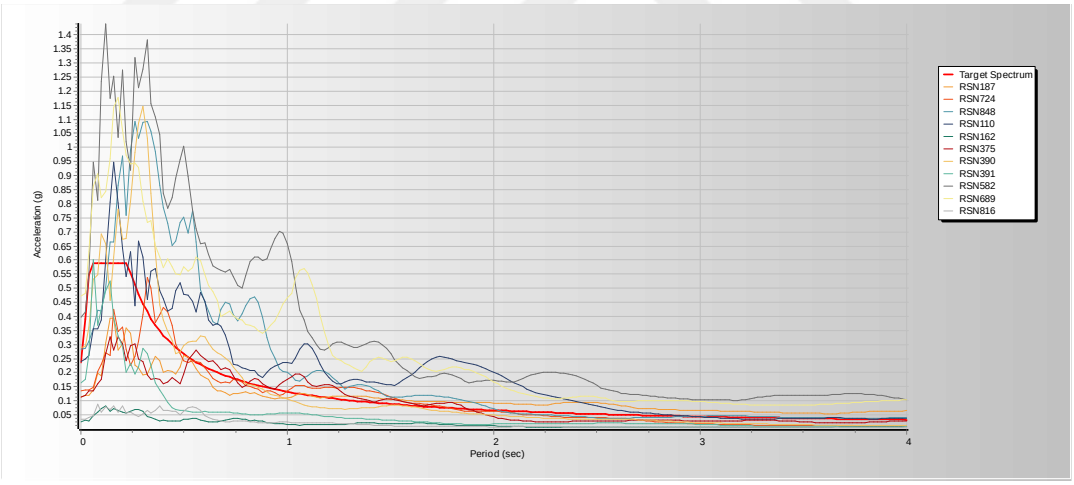


Şekil 5.16 Eşleşmiş ivme, hız ve yer değiştirme kayıtların grafikleri

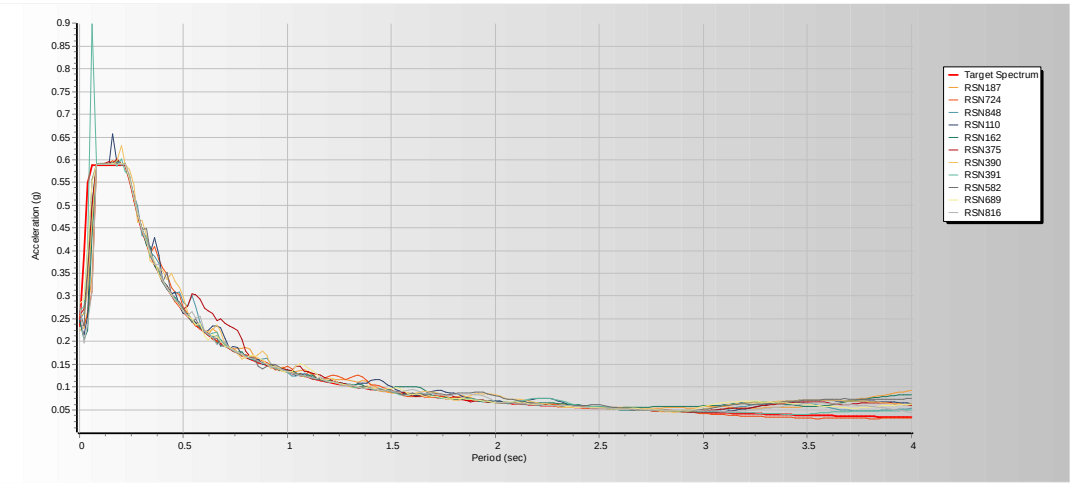


Şekil 5.17 RSN187-Imperial Valley-06 Deprem kaydın ivme, hız ve deplasman için orijinal (mavi renk) ve eşleşmiş (kırmızı renk) kayıtların grafikleri

Tepki spektrumu bölümünden hedef spektrum eğrisi üzerinde ivme zamana bağlı grafikte 11 deprem kaydın orijinal ve eşleşmiş halleri bulunabilir (Şekil 5.18 ve Şekil 5.19).

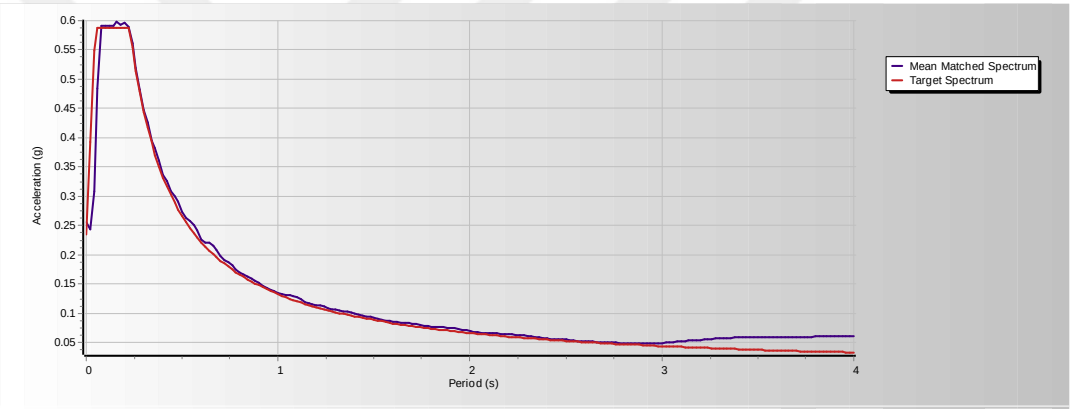


Şekil 5.18 Hedef spektrum eğrisi üzerinde ivme zamana bağlı grafikte 11 deprem kaydın orijinal grafikleri



Şekil 5.19 Hedef spektrum eğrisi üzerinde ivme zamana bağlı grafikte 11 deprem kaydın eşleşmiş grafikleri

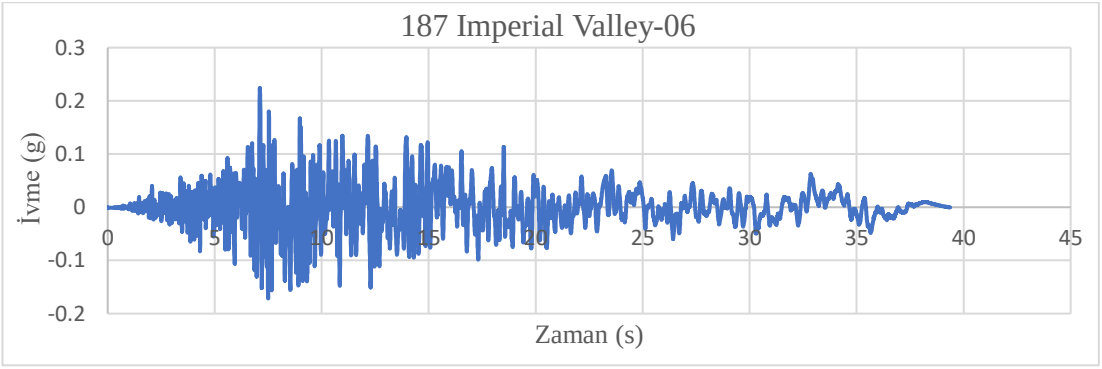
Ortalama eşleşmiş spektrumun ivme-zaman grafiği bulunabilir (Şekil 5.20).



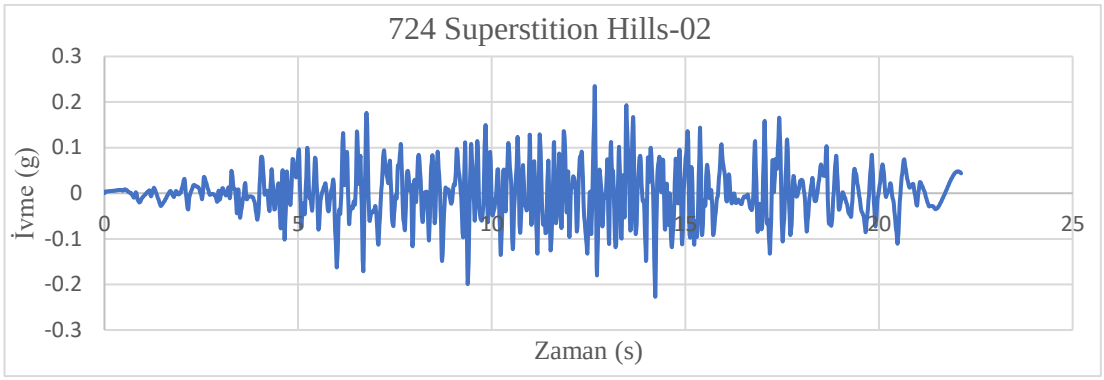
Şekil 5.20 Ortalama eşleşmiş spektrumun ivme-zaman grafiği

Eşleşmiş Deprem Kayıt Grafikleri

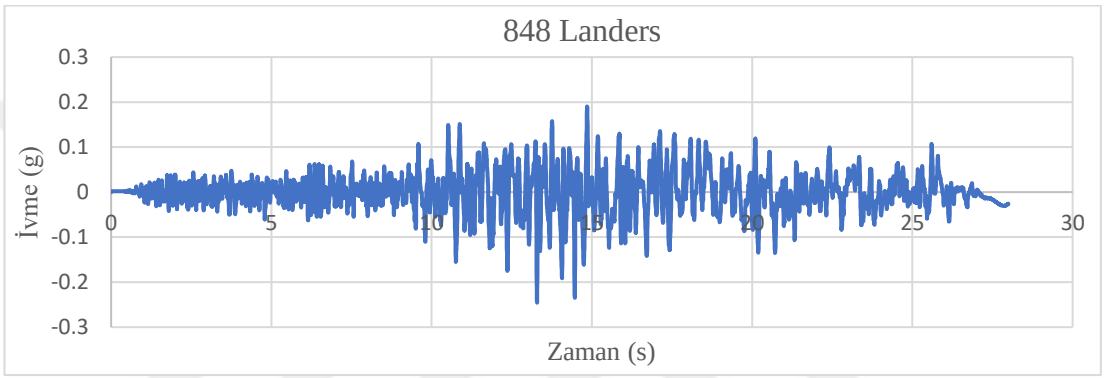
Eşleşmiş 11 deprem kaydın ivme-zaman grafikleri mevcuttur (Şekil 5.21, Şekil 5.22, Şekil 5.23, Şekil 5.24, Şekil 5.25, Şekil 5.26, Şekil 5.27, Şekil 5.28, Şekil 5.29, Şekil 5.30 ve Şekil 5.31).



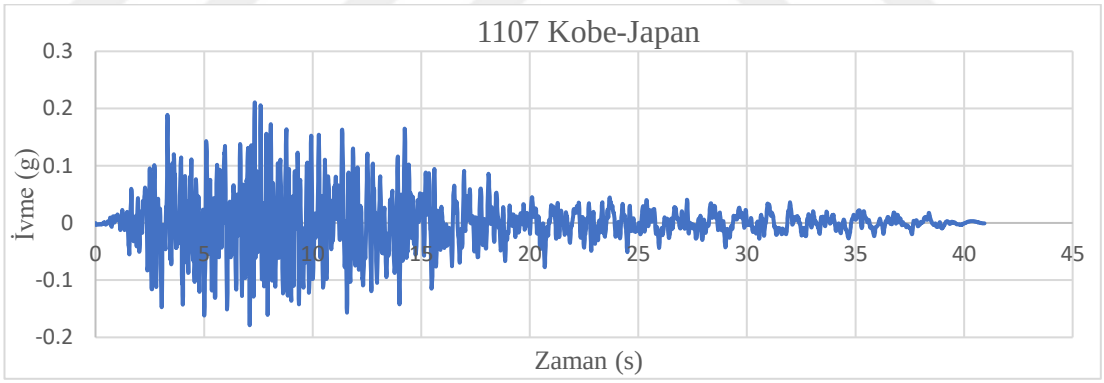
Şekil 5.21 187 Imperial Valley-06 (Parachute Test Site istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



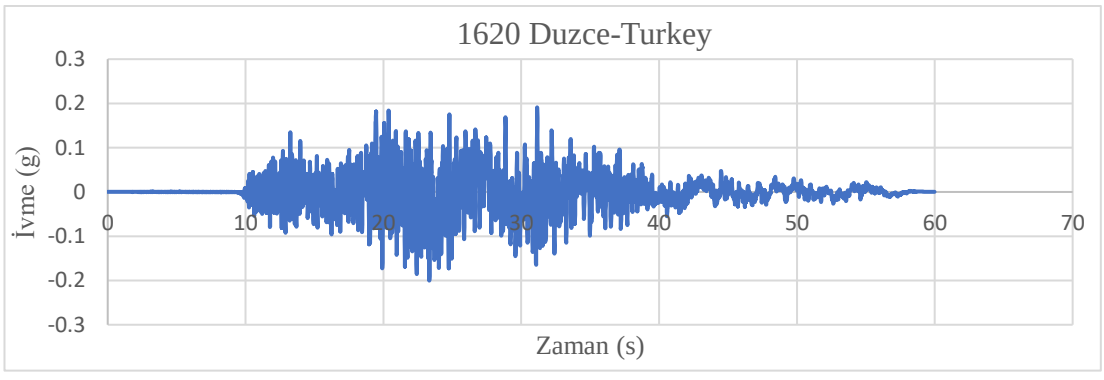
Şekil 5.22 724 Superstition Hills-02 (Plaster City istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



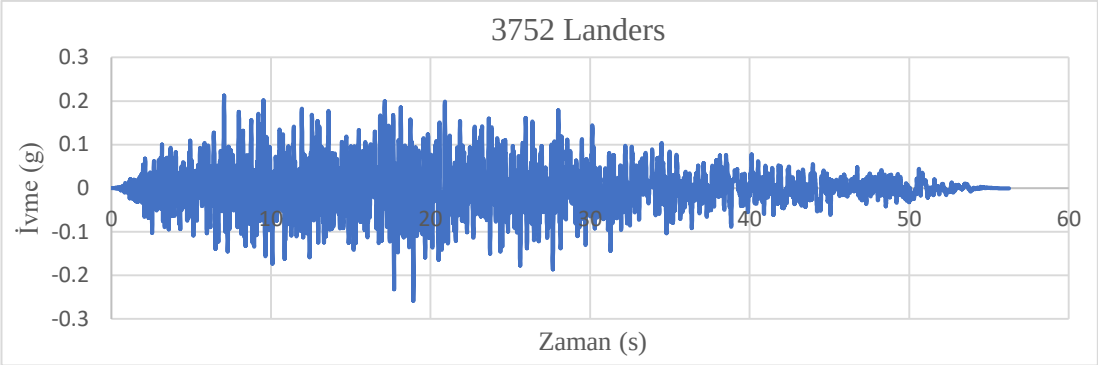
Şekil 5.23 848 Landers (Coolwater istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



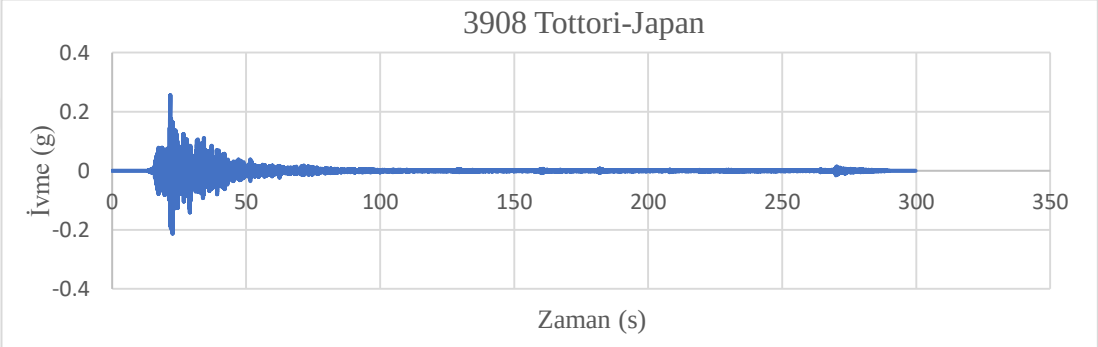
Şekil 5.24 1107 Kobe-Japan (Kakoogawa istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



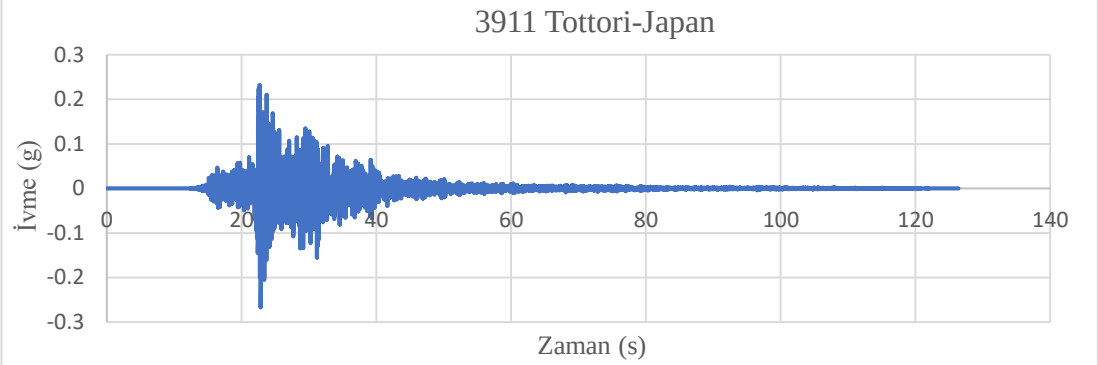
Şekil 5.25 1620 Duzce-Turkey (Sakarya istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



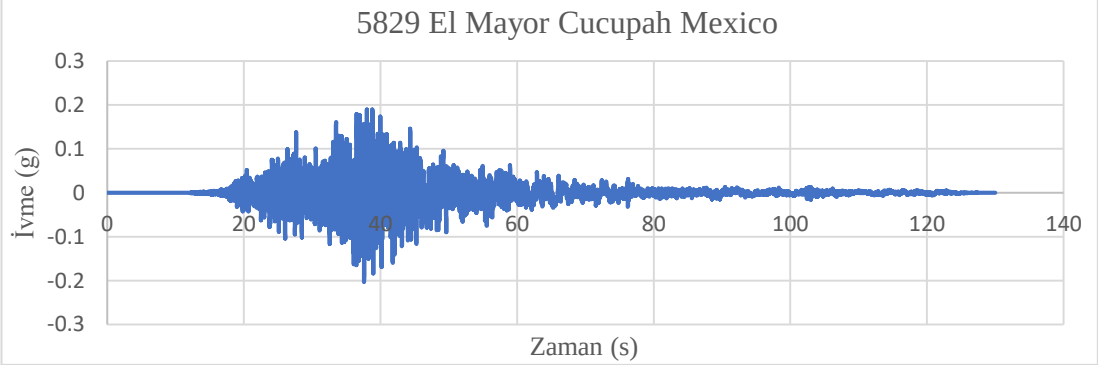
Şekil 5.26 3752 Landers (Forest Fall Post Office istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



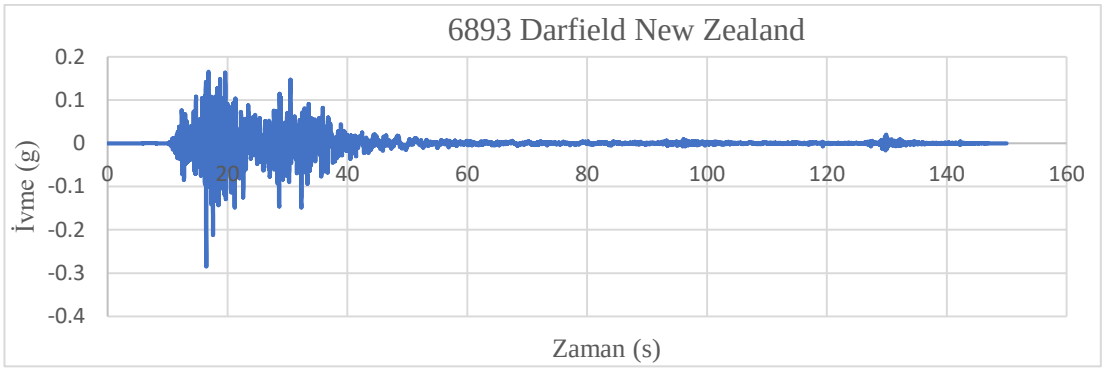
Şekil 5.27 3908 Tottori-Japan (OKY005 istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



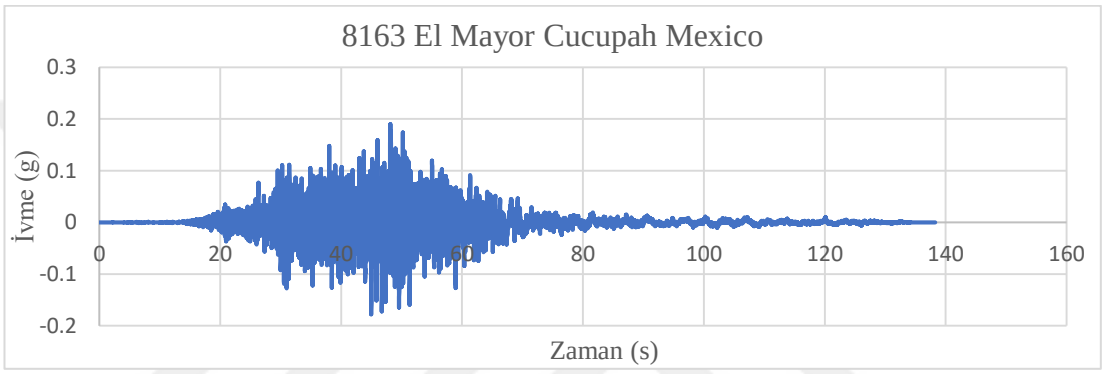
Şekil 5.28 3911 Tottori-Japan (OKY008 istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



Şekil 5.29 5829 El Mayor cucapah mexico (Rıtto istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



Şekil 5.30 6893 Darfield New Zealand (DFHS istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği



Şekil 5.31 8163 El Mayor Cucapah Mexico (Santa İsabel Viejo istasyonu) deprem kaydın ölçeklendirilmiş ivme zaman grafiği

6. DEEPSOİL SONUÇLARI

6.1 Bir Boyutlu Yer Tepki Analizi için Sayısal Formülasyon

Sınırsız ortam boyunca dikey olarak yayılan kesme dalgaları için bir boyutlu hareket denklemi şu şekilde yazılabilir:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{\partial \tau}{\partial z} \tag{6.1}$$

burada "ρ" = yoğunluk, "τ" = kayma gerilimi, "u" = yer değiştirme ve "z" = zemin yüzeyden aşağıda kalan derinlik.

Zemin davranışı bir Kelvin-Voigt katısı olarak düşünülebilir. Kesme gerilimi-kesme gerinimi arasındaki ilişki şu şekilde ifade edilir:

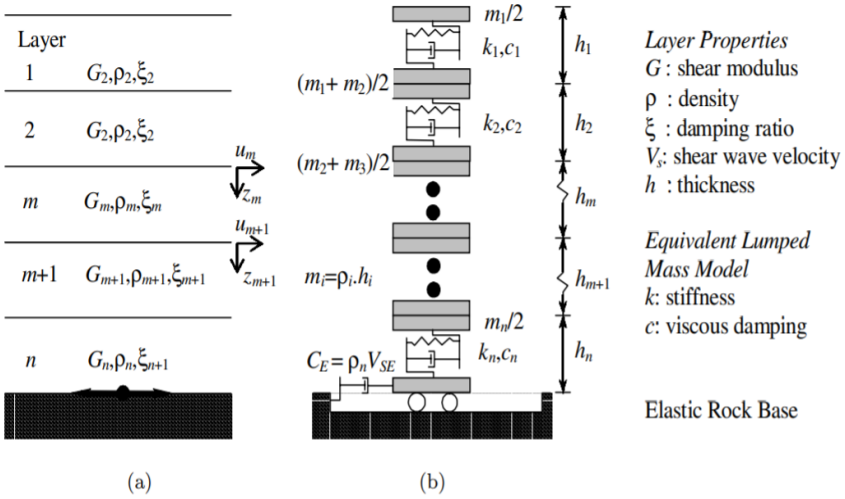
$$\tau = G\gamma + \eta \frac{\partial \gamma}{\partial t} \tag{6.2}$$

burada "G" = kesme modülü, "γ" = kesme gerilimi ve "η" = viskozite.

Denklem (6.2) Denklem (6.1)'e yerleştirdiğimizde aşağıdaki denklem bulunur:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta \frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \tag{6.3}$$

İdealleştirilmiş zemin stratigrafisi Şekil 6.1'de mevcuttur.



Şekil 6.1 İdealleştirilmiş zemin stratigrafisi (a) Katmanlı zemin kolonu ve (b) Çok serbestlik dereceli toplu parametre idealizasyonu (zaman tanım alan çözüm için kullanılır)

6.2 Zaman Tanım Alan Çözümü

Zaman tanım alanı analizinde, gösterilen sınırsız ortam idealize edilir. Ayrı bir toplu kütle sistemi olarak dalga yayılımı denklem 6.4, şu şekilde yazılır:

$$M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\tilde{u}\} + [K]\{u\} = -[M]\{I\}\ddot{u}_g \,, \tag{6.4}$$

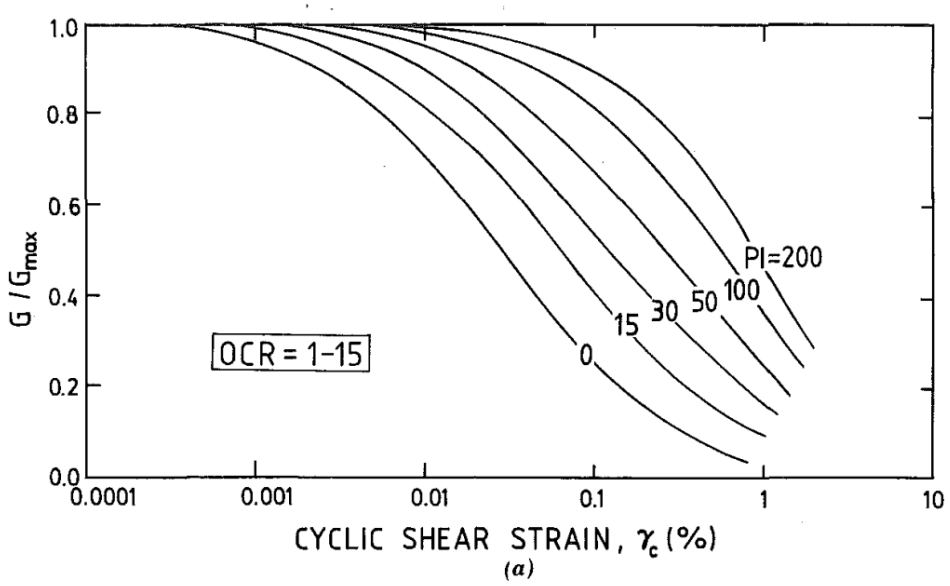
Burada "*[M]*" = kütle matrisi; "*[C]*" = viskoz sönümleme matrisi; "*[K]*" = sertlik matrisi; "*{ü}*"= düğüme bağlı ivme vektörü; "*{ũ}*" = düğüme bağlı hızlarının vektörü;

ve "$\{u\}$" = düğüme bağlı yer değiştirmelerin vektörü; "$\ddot{u}g$" zemin kolonunun tabanındaki ivmedir ve "$\{I\}$" birim vektördür. Eşitlik (6.4) Newmark β yöntemi (Newmark, 1959) kullanılarak her zaman adımında sayısal olarak çözülür. Newmark β (ortalama) yöntemi koşulsuz olarak kararlıdır ve algoritmik sönümleme getirmez. Her bir katman i, karşılık gelen bir kütle, bir yay ve viskoz sönüm için bir amortisör ile temsil edilir. Ardışık iki tabakanın her birinin kütlesinin yarısını ortak sınırlarında toparlamak, kütle matrisini oluşturur.

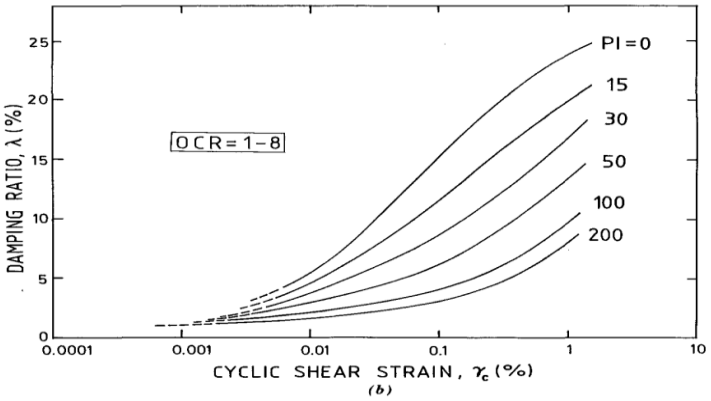
6.2.1 Vucetic and Dobry (1991) Modeli ve Kullanılan paremetreler

Zeminin dinamik tepkisi, dinamik zemin parametreleri tarafından yönetilir. Bu parametreler aşağıdakiler tarafından tanımlanır: (1) G_{max} küçük gerinimlerde kesme modülünün değeri aynı zamanda kesme dalgası hızı cinsinden ifade edilir $V_S = \sqrt{G_{max}/\rho}$, burada "$\rho$" = zemin kütle yoğunluğu; (2) sekant kesme modülü ve döngüsel kayma gerinimi genliği "γc" arasındaki ilişki γc'ye karşı G/G_{max}'ın bir eğrisi olarak ifade edilir; (3) malzeme sönüm oranı, "λ" ve döngüsel kayma gerinimi genliği, "γc" arasındaki ilişki; (4) γc'nin N döngüsünden sonra G sertliğin azalması'dır. (Vucetic ve Dobry, 1991)

Kumlu zeminlerin dinamik zemin parametreleri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. (Seed vd., 1986) ve (Vucetic ve Dobry, 1991) ve (Ishibashi ve Zhang 1993) tarafından hem kumlu zeminlerde hem de killi zeminlerde deneyler yapılmıştır. Vucetic ve Dobry (1991), dinamik kesme modülü ve sönüm oranı gibi dinamik zemin parametreleri üzerinde plastisitenin etkisini analiz etmişlerdir (Şekil 6.2 ve Şekil 6.3).



Şekil 6.2 G/G_{max} karşılık γc ve zemin plastisitesi arasındaki ilişkiler (Vucetic ve Dobry, 1991)



Şekil 6.3 λ karşılık γc ve zemin plastisitesi arasındaki ilişkiler (Vucetic ve Dobry, 1991)

İpekyolu temsili gerçek profili için Kil zemin tabakaların Vucetic and Dobry (1991) Modeli için Plastisite İndisi IP=12 girildi. Referans eğri ve MRDF(UIUC) azaltma faktörü sonucu çıkan değerleri Tablo 6.1 ve Tablo 6.2'de, eğri uydurma grafikleri Şekil 6.4'te görülmektedir.

Tablo 6.1 IP=12 için oluşan Referans eğri değerleri,

Gerinim %	**G/G_{max}**	**Sönüm**
0.0001	1	1
0.0003	0.998	1
0.001	0.962	1.45
0.003	0.885	2.77
0.01	0.719	5.21
0.03	0.498	9.44
0.1	0.25	14.94
0.3	0.113	19.37
1	0.02	23.25

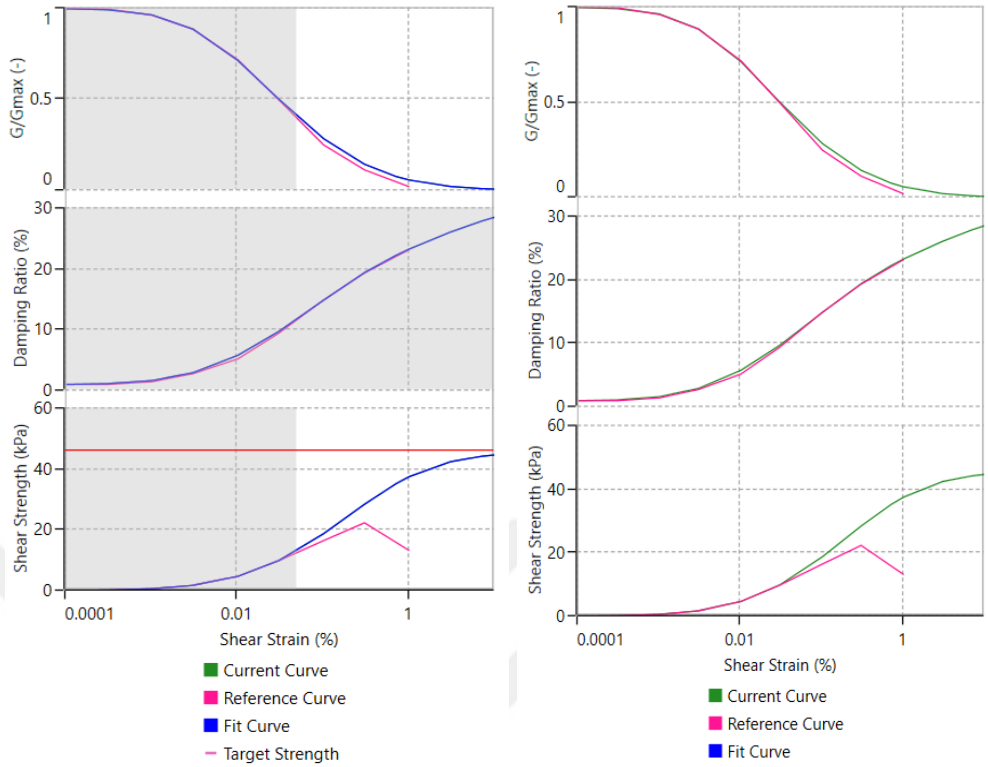
Tablo 6.2 Vucetic and Dobry (1991) Modeli için MRDF(UIUC) azaltma faktörü sonucu çıkan (a) Parametreler, (b) Eğri uydurma parametreleri

Parametre	**Değer**
Dmin (%)	0.983115967
Shear Strength (kPa)	45.888865
Theta1	0.8
Theta2	-3.44
Theta3	0.006025596
Theta4	1
Theta5	0.99
A	1
P1	0.73
P2	0.25
P3	9.5

(a)

Gerinim %	**G/G_{max}**	**Sönüm**
0.0001	0.99874754	1.008004053
0.0003	0.992991386	1.123354352
0.001	0.964444478	1.639731056
0.003	0.886637891	2.938838136
0.01	0.713968505	5.804827769
0.03	0.501723625	9.745429726
0.1	0.284533217	14.89383695
0.3	0.143791945	19.44660366
0.7	0.076310057	22.2921651
1	0.056955122	23.33100559
3	0.021446248	26.11508806
7	0.009586632	27.94759141
10	0.006778671	28.59696718

(b)



Şekil 6.4 Vucetic and Dobry (1991) modeli için Kesme Gerinim ve G/G_{max}, Sönüm oranı, Kesme gerilimi grafiklerin referans eğrileri ve eğri uydurma parametreleri

6.2.2 Darendeli (2001) Modeli ve Kullanılan paremetreler

(Philips ve Hashash, 2009)'ın (Darendeli, 2001) modelinin sönüm mantığını geliştirerek MRDF modelinin daha uyumlu halini bulmuş olduğunu 3.bölümde belirtmiştik. Zemin modeli genelleştirilmiş kuadratik/hiperbolik (GQ/H) kesme mukavemeti kontrollü modelde sönüm eğrisi olarak (Philips ve Hashash, 2009)'un sönüm eğrisi kullanıldı.

$$K_0 = [1 - \sin(\emptyset)] \tag{6.5}$$

"K_0" sükunetteki yanal zemin basınç katsayısı, "ϕ" içsel sürtünme açısını ifade eder. İpekyolu ve Tuşba temsili gerçek profilleri için kum zemin tabakaların Darendeli (2001) Modeli için 6.5'teki eşitlik gereği ϕ=30 için Ko=0.5 girildi. Referans eğri ve MRDF(UIUC) azaltma faktörü sonucu çıkan değerleri Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'de, eğri uydurma grafikleri Şekil 6.5'te görülmektedir.

Tablo 6.3 Darendeli (2001) modeli için (a) Girdi paremetreleri ve (b) Ko=0.5 için oluşan referans eğri değerleri

Parametre	Değer
OCR	1
Ko	0.5
N	10
Frequency	1
PI	0

(a)

Gerinim %	G/G_{max}	Sönüm
0.0001	0.988846	1.914564
0.0003	0.96997	2.114188
0.001	0.914404	2.778899
0.003	0.795598	4.433445
0.01	0.562805	8.415993
0.03	0.319282	13.73045
0.1	0.134293	18.9106
0.3	0.053497	21.48049
0.7	0.025288	22.03287
1	0.01835	21.97724
3	0.006765	21.1145
7	0.003117	20.05471
10	0.002248	19.56511

(b)

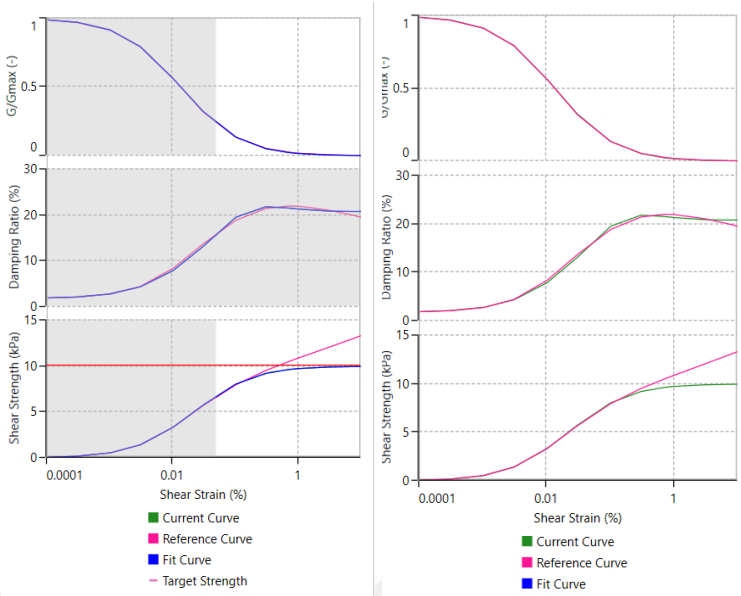
Tablo 6.4 Darendeli (2001) Modeli için, MRDF (UIUC) azaltma faktörü sonucu çıkan (a) Parametreler, (b) Eğri uydurma parametreleri

Parametre	Değer
Dmin (%)	1.827554
Shear Strength (kPa)	10
Theta1	-1.3
Theta2	0.77
Theta3	0.000661
Theta4	1
Theta5	0.49
A	1
P1	0.55
P2	0.25
P3	15

(a)

Gerinim %	G/G_{max}	Sönüm
0.0001	0.989888	1.937779
0.0003	0.971598	2.149823
0.001	0.915371	2.813216
0.003	0.793675	4.365923
0.01	0.561692	7.912738
0.03	0.322822	13.17594
0.1	0.135519	19.57515
0.3	0.051737	21.85808
0.7	0.023186	21.5682
1	0.016402	21.34849
3	0.005559	20.91789
7	0.002394	20.83751
10	0.001678	20.8352

(b)



Şekil 6.5 Darendeli (2001) modeli için Kesme Gerinim ve G/G_{max}, Sönüm oranı, Kesme gerilimi grafiklerin referans eğrileri ve eğri uydurma parametreleri

6.3 Veri Toplanması

Analiz tipi (Nonlineer) Doğrusal olmayan, zaman tanım alanı çözüm, Genelleştirilmiş kuadratik/hiperbolik (GQ/H) kesme mukavemeti kontrollü zemin modelli, Histeretik tekrar yükleme/boşaltma formülasyonu (Non-Masing) masing olmayan ve damping model (Philips ve Hashash, 2009), iki temsili gerçek profilden farklı dörder profil daha oluşturulmak için Depsoil'in sunduğu 'automatic profil generation' otomatik profil oluşturma seçeneğiyle maksimum frekansı 30'a sınırlayıp ve kesme dalga hızını kontrol et aktif edilerek analiz yapıldı. Zemin özelliklerin parametreleri bölümünde her tabaka için; tabaka kalınlıkları, birim hacim ağırlık, kesme dalga hızı, kesme dayanımı girildi. Zemin büyütme gelen deprem kuvvetlerin anakadan alüvyon zemine geçerken frekans ve genliğindeki değişim olduğu biliniyor. Bu yüzden Deepsoil programı bu etkiyi yaratmak için anakaya tanımlanmasını gerektirir. Anakaya derinliği sondaj verilerinden bulunamamıştır. Van ili Tuşba ilçesi Topraktaş mahallesi 133 ada 6 nolu parselde jeofizik yöntemlerle yeraltı suyu araştırması etüt raporundan Düşey Elektrik Sondaj (DES) DES-3 ölçümünde 300 metre derinlik sağlanmıştır (Anaran, 2021). Özellikle 80 metreden sonra marn ve kiltaşı yapıları ardalanmaları görülmektedir. Anakaya bilgisi 80 m'den sonra görülmeye başlandığı için zeminden 90 m derinliğe yakın mesafeye anakaya bilgisi girildi. İpekyolu ilçesi için sondaj kuyu bilgisi elde edilememiştir. Bu yüzden İpekyolu için Tuşba kaya derinliğine benzer kaya mesafesi girildi.

6.3.1 İpekyolu lokasyonu için yapılan yer tepki analizlerinde kullanılan veriler

Van il merkezinde elde edilebilen sondaj logu verileri derlenerek İpekyolu için temsili gerçek profil oluşturuldu. Profilde 53 Layer, 85.51m'e kaya yerleştirildi, zemin kum-kil ardalanmalı şekilde devam etmiştir. Zemin sınıfı siltli kum (SM) için (Darendeli, 2001) modeli, zemin sınıfı düşük plastisiteli kil (CL) için (Vucetic and Dobry, 1991) kullanılmıştır (Tablo 6.5). Kesme dalga hızı(m/s) 30 m'e kadar 180 m/s alınırken 30 m'den sonra lineer artacak şekilde anakaya tabakasına kadar devam edecek şekilde alınmıştır. Kesme dayanamı için eşitlik 6.5'teki gibi hesaplandı.

$$\tau = c + \sigma' * \tan(\emptyset) \quad (6.5)$$

"σ_v'" ilgili zemin tabakasının orta derinliğindeki efektif gerilme, "$\emptyset$" içsel sürtünme açısı ve "c" konsolidasyon katsayısını ifade eder.

Tablo 6.5 Deepsoil analizi için İpekyolu için seçilen veri seti

Tabaka Numarası	Tabaka Adı	Tabaka Zemin Sınıfı	Tabaka Kalınlığı (m)	Tabaka Birim Hacim Ağırlık (KN/m^3)	Kesme Dalga Hızı (m/s)	Kesme Dayanımı (kPa)	Zemin Modeli
1	Layer 1	SM	1	18	180	10	Darendeli (2001)
2	Layer 2	SM	1	18	180	15.5898	Darendeli (2001)
3	Layer 3	SM	1	18	180	25.983	Darendeli (2001)
4	Layer 4	SM	1	20	180	34.12145	Darendeli (2001)
5	Layer 5	SM	1	20	180	40.00516	Darendeli (2001)
6	Layer 6	CL	1	20	180	45.88887	Vucetic and Dobry (1991)
7	Layer 7	CL	1	20	180	51.77257	Vucetic and Dobry (1991)
8	Layer 8	CL	1	20	180	57.65628	Vucetic and Dobry (1991)
9	Layer 9	CL	1	20	180	63.53998	Vucetic and Dobry (1991)
10	Layer 10	CL	1	20	180	69.42369	Vucetic and Dobry (1991)
11	Layer 11	SM	1	20	180	75.3074	Darendeli (2001)
12	Layer 12	SM	1	20	180	81.1911	Darendeli (2001)
13	Layer 13	SM	1	20	180	87.07481	Darendeli (2001)
14	Layer 14	CL	1	20	180	92.95851	Vucetic and Dobry (1991)
15	Layer 15	CL	1	20	180	98.84222	Vucetic and Dobry (1991)
16	Layer 16	CL	1	20	180	104.7259	Vucetic and Dobry (1991)

Tablo 6.5 (Devam)

17	Layer 17	CL	1	20	180	110.6096	Vucetic and Dobry (1991)
18	Layer 18	CL	1	20	180	116.4933	Vucetic and Dobry (1991)
19	Layer 19	SM	1	20	180	122.377	Darendeli (2001)
20	Layer 20	SM	1	20	180	128.2607	Darendeli (2001)
21	Layer 21	SM	1	20	180	134.1445	Darendeli (2001)
22	Layer 22	CL	1	20	180	140.0282	Vucetic and Dobry (1991)
23	Layer 23	CL	1	20	180	145.9119	Vucetic and Dobry (1991)
24	Layer 24	CL	1	20	180	151.7956	Vucetic and Dobry (1991)
25	Layer 25	CL	1	20	180	157.6793	Vucetic and Dobry (1991)
26	Layer 26	CL	1	20	180	163.563	Vucetic and Dobry (1991)
27	Layer 27	SM	1	20	180	169.4467	Darendeli (2001)
28	Layer 28	SM	1	20	180	175.3304	Darendeli (2001)
29	Layer 29	SM	1	20	180	181.2141	Darendeli (2001)
30	Layer 30	SM	1	20	180	187.0978	Darendeli (2001)
31	Layer 31	CL	1.53	20	184	194.5407	Vucetic and Dobry (1991)
32	Layer 32	CL	1.58	20	190	203.6899	Vucetic and Dobry (1991)
33	Layer 33	CL	1.63	20	196	213.1332	Vucetic and Dobry (1991)
34	Layer 34	CL	1.68	20	202	222.8707	Vucetic and Dobry (1991)
35	Layer 35	CL	1.73	20	208	232.9025	Vucetic and Dobry (1991)
36	Layer 36	SM	1.78	20	214	243.2284	Darendeli (2001)
37	Layer 37	SM	1.84	20	221	253.8779	Darendeli (2001)
38	Layer 38	SM	1.9	20	228	264.8804	Darendeli (2001)
39	Layer 39	SM	1.95	20	235	276.2065	Darendeli (2001)
40	Layer 40	CL	2.025	20	243	287.9004	Vucetic and Dobry (1991)
41	Layer 41	CL	2.09	20	251	300.0061	Vucetic and Dobry (1991)
42	Layer 42	CL	2.15	20	259	312.4796	Vucetic and Dobry (1991)
43	Layer 43	CL	2.59	20	311	326.424	Vucetic and Dobry (1991)
44	Layer 44	CL	2.675	20	321	341.9128	Vucetic and Dobry (1991)

Tablo 6.5 (Devam)

45	Layer 45	SM	2.68	20	332	357.6664	Darendeli (2001)
46	Layer 46	SM	2.85	20	343	373.9349	Darendeli (2001)
47	Layer 47	SM	2.95	20	354	390.9976	Darendeli (2001)
48	Layer 48	CL	3.05	20	366	408.6488	Vucetic and Dobry (1991)
49	Layer 49	CL	3.15	20	378	426.8882	Vucetic and Dobry (1991)
50	Layer 50	CL	3.25	20	391	445.7161	Vucetic and Dobry (1991)
51	Layer 51	CL	3.36	20	404	465.1618	Vucetic and Dobry (1991)
52	Layer 52	CL	3.475	20	417	485.2693	Vucetic and Dobry (1991)
53	Layer 53	CL	3.59	20	431	506.0535	Vucetic and Dobry (1991)

6.3.2 Tuşba lokasyonu için yapılan yer tepki analizlerinde kullanılan veriler

Van il merkezinde elde edilebilen sondaj logu verileri derlenerek Tuşba için temsili gerçek profil oluşturuldu. Profilde 54 tabaka ve bu tabakaların hepsi iyi derecelenmiş kum (SW) zemininin özellikleri girildi, 91.50 m'e anakaya yerleştirildi. Zemin sınıfı iyi derecelenmiş kum (SW) için (Darendeli, 2001) modeli kullanılmıştır.

Deepsoil analizi için Tuşba için seçilen veri setinde tabakanın numarası, tabakanın adı, tabakanın zemin sınıfı, tabakanın kalınlığı (m), tabakanın birim hacim ağırlığı (kN/m^3), kesme dalga hızı(m/s), kesme dayanımı (kpa) ve zemin referans eğrisi Tablo 6.6'da mevcuttur.

Tablo 6.6 Deepsoil analizi için Tuşba için seçilen veri seti

Tabaka Numarası	**Tabaka Adı**	**Tabaka Zemin Sınıfı**	**Tabaka Kalınlığı (m)**	**Tabaka Birim Hacim Ağırlık (KN/m^3)**	**Kesme Dalga Hızı (m/s)**	**Kesme Dayanımı (kPa)**	**Zemin Referans Eğri**
1	Layer 1	SW	1	18	180	5.1966	Darendeli (2001)
2	Layer 2	SW	1	18	180	15.5898	Darendeli (2001)
3	Layer 3	SW	1	18	180	25.983	Darendeli (2001)
4	Layer 4	SW	1	20	180	34.12145	Darendeli (2001)
5	Layer 5	SW	1	20	180	40.00516	Darendeli (2001)
6	Layer 6	SW	1	20	180	45.88887	Darendeli (2001)
7	Layer 7	SW	1	20	180	51.77257	Darendeli (2001)

Tablo 6.6 (Devam)

8	Layer 8	SW	1	20	180	57.65628	Darendeli (2001)
9	Layer 9	SW	1	20	180	63.53998	Darendeli (2001)
10	Layer 10	SW	1	20	180	69.42369	Darendeli (2001)
11	Layer 11	SW	1	20	180	75.3074	Darendeli (2001)
12	Layer 12	SW	1	20	180	81.1911	Darendeli (2001)
13	Layer 13	SW	1	20	180	87.07481	Darendeli (2001)
14	Layer 14	SW	1	20	180	92.95851	Darendeli (2001)
15	Layer 15	SW	1	20	180	98.84222	Darendeli (2001)
16	Layer 16	SW	1	20	180	104.7259	Darendeli (2001)
17	Layer 17	SW	1	20	180	110.6096	Darendeli (2001)
18	Layer 18	SW	1	20	180	116.4933	Darendeli (2001)
19	Layer 19	SW	1	20	180	122.377	Darendeli (2001)
20	Layer 20	SW	1	20	180	128.2607	Darendeli (2001)
21	Layer 21	SW	1	20	180	134.1445	Darendeli (2001)
22	Layer 22	SW	1	20	180	140.0282	Darendeli (2001)
23	Layer 23	SW	1	20	180	145.9119	Darendeli (2001)
24	Layer 24	SW	1	20	180	151.7956	Darendeli (2001)
25	Layer 25	SW	1	20	180	157.6793	Darendeli (2001)
26	Layer 26	SW	1	20	180	163.563	Darendeli (2001)
27	Layer 27	SW	1	20	180	169.4467	Darendeli (2001)
28	Layer 28	SW	1	20	180	175.3304	Darendeli (2001)
29	Layer 29	SW	1	20	180	181.2141	Darendeli (2001)
30	Layer 30	SW	1	20	180	187.0978	Darendeli (2001)
31	Layer 31	SW	1.54	20	185	194.5701	Darendeli (2001)
32	Layer 32	SW	1.6	20	193	203.8075	Darendeli (2001)
33	Layer 33	SW	1.67	20	201	213.4274	Darendeli (2001)
34	Layer 34	SW	1.74	20	209	223.4591	Darendeli (2001)
35	Layer 35	SW	1.81	20	218	233.9027	Darendeli (2001)

Tablo 6.6 (Devam)

36	Layer 36	SW	1.89	20	227	244.7875	Darendeli (2001)
37	Layer 37	SW	1.96	20	236	256.1137	Darendeli (2001)
38	Layer 38	SW	2.05	20	246	267.9105	Darendeli (2001)
39	Layer 39	SW	2.13	20	256	280.2075	Darendeli (2001)
40	Layer 40	SW	2.23	20	267	293.0192	Darendeli (2001)
41	Layer 41	SW	2.31	20	278	306.3605	Darendeli (2001)
42	Layer 42	SW	2.41	20	290	320.2461	Darendeli (2001)
43	Layer 43	SW	2.51	20	302	334.72	Darendeli (2001)
44	Layer 44	SW	2.63	20	315	349.8264	Darendeli (2001)
45	Layer 45	SW	2.73	20	328	365.58	Darendeli (2001)
46	Layer 46	SW	2.85	20	342	381.9956	Darendeli (2001)
47	Layer 47	SW	2.96	20	356	399.0877	Darendeli (2001)
48	Layer 48	SW	3.09	20	371	416.8859	Darendeli (2001)
49	Layer 49	SW	3.21	20	386	435.4196	Darendeli (2001)
50	Layer 50	SW	3.35	20	402	454.7182	Darendeli (2001)
51	Layer 51	SW	3.49	20	419	474.8405	Darendeli (2001)
52	Layer 52	SW	3.63	20	436	495.7864	Darendeli (2001)
53	Layer 53	SW	3.78	20	454	517.5856	Darendeli (2001)
54	Layer 54	SW	3.94	20	473	540.2967	Darendeli (2001)

İpekyolu ve Tuşba için Deepsoil ekran görüntüleri Ek 4 ve Ek 5'te sunulmuştur.

7. SONUÇLAR

Türkiye yüksek deprem üreten KAF, DAF ve BAF hatlarıyla ile bir deprem ülkesi olduğu bilinmektedir. Van ili 1. ve 2.derece deprem bölgeleri üzerine konumlanmış ve ilde ve civarında meydana gelen depremler geçmişten günümüze yıkıcı hasarlara neden olmuştur. 23 Ekim 2011 tarihinde 7.2 büyüklüğünde Van depremi 604 insanın ölümüne, 1301 insanın yaralanmasına ve 2307 binanın çökmesine neden olmuştur. 1976 yılında 7,3 büyüklüğündeki Çaldıran depremi de Van İli'ni önemli derecede etkilemiş ve yıkıcı hasarlar meydana getirmiştir.

Zemin büyütmesi, deprem dalgaların alüvyon gibi zayıf zeminlere geçerken hem frekansta hem de genlikte değişim yaparak özellikle genlikte birkaç kat büyütmeye neden olmaktadır. Göl ve akarsu çökelleri üzerine kurulu Van İli için bu durum önem arz etmektedir.

Bu çalışma kapsamında; Van il merkezinde İpekyolu ve Tuşba merkez ilçeleri çalışılmış ve bu bağlamda eldeki verilerden yararlanarak bu ilçelerin zemin tabakalaşmasını temsilen iki profil oluşturularak zemin büyütme analizleri yapılmıştır. Anakaya zemin sınıfı ZB, deprem yer hareketi düzeyi DD2 ve konum girişi sonucu AFAD'dan çıkan sonuçlara göre; kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_S=0.653 için "kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_S=0.900", ve 1 sn periyot için harita spektral ivme katsayısı S_1=0.166 için "1 sn periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_1=0.800", en büyük yer ivmesi PGA=0.277, en büyük hız değeri PGV=15.532'dir. Tasarım spektral ivme katsayıların S_{DS} = 0.588, S_{D1} = 0.133 ve yatay elastik tasarım spektrumu T_A= 0,045 (s) T_B= 0,226 (s) T_L= 6.000 (s) olduğu bulunmuştur.

AFAD'dan indirilen hedef spekturuma SeismoMatch yazılımı kullanılarak, Peer'den elde edilen 11 adet senaryo depremleri ile deprem kayıtları eşleştirme işlemi yapılmıştır. Deepsoil'de oluşturulan profillere TBDY2018'e göre uygun seçilen 11 senaryo deprem kaydıyla analiz yapılmıştır. Deepsoil'de iki gerçek temsili profilden farklı dört profil daha otomatik oluşturulmuş ve bu şekilde profil sayısı arttırılarak büyütme katsayılarının değişim aralığı araştırılmıştır. Deepsoil'de İpekyolu ve Tuşba ilçeleri için elde edilen F_S (kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayılar), F_1(1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayılar) sonuçları Tablo 7.1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre İpekyolu Bölgesinde büyütme katsayısı 0.2 sn için 0.47-0.80, 1 sn için

1.39-2.31; Tuşba Bölgesinde büyütme katsayısı 0.2 sn için 0.62-1.06, 1 sn için 1.61-2.28 bulunmuştur.

Tablo 7.1 İpekyolu ve Tuşba profilleri için Deepsoil analiz sonucu elde edilen paremetreler

MODEL ADI	$(Vs)_{30}$	ZEMİN DOĞAL FREKANSI	ZEMİN DOĞAL PERİYODU	F_S	F_1	F_S (TBDY 2018)	F_1 (TBDY 2018)
TUŞBA (Temsili gerçek profil)	180	0.6824	1.465	0.67	1.61	1.28	2.27
TUŞBA (oluşturulmuş 1.profil)	180	0.7142	1.4	0.78	2.16	1.28	2.27
TUŞBA (oluşturulmuş 2.profil)	60	0.2893	3.457	0.62	1.86	1.28	2.27
TUŞBA (oluşturulmuş 3.profil)	200	0.9112	1.098	0.92	2.28	1.28	2.27
TUŞBA (oluşturulmuş 4.profil)	400	1.107	0.9036	1.06	2.28	1.28	2.27
İPEKYOLU (Temsili gerçek profil)	180	0.6987	1.431	0.55	1.39	1.28	2.27
İPEKYOLU (oluşturulmuş 1.profil)	180	0.6958	1.437	0.57	1.54	1.28	2.27
İPEKYOLU (oluşturulmuş 2.profil)	310	0.8883	1.126	0.65	1.58	1.28	2.27
İPEKYOLU (oluşturulmuş 3.profil)	280	1.012	0.9883	0.80	2.31	1.28	2.27
İPEKYOLU (oluşturulmuş 4.profil)	150	0.5373	1.861	0.47	1.63	1.28	2.27

Çalışmada TBDY2018'e göre ZD $\{(V_S)_{30}$ [m/s] 180 – 360)} yerel zemin sınıfına göre; S_S=0.653 ara değerin enterpolasyonu için kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_S= 1.28 olduğu, S_1=0.166 ara değerin enterpolasyonu için 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı F_1=2.27 olduğu bulunmuştur.

İpekyolu ve Tuşba İlçeleri için temsili profiller kullanırak yapılan analizlerde elde edilen F_S ve F_1 ile TBDY2018 ZD yerel zemin sınıfına göre önerilen değerleri karşılaştırılmıştır. Hem İpekyolu hem de Tuşba İlçelerinin temsili profilleri için analiz ile elde edilen F_S değerlerinin TBDY2018 de önerilen değerlere göre daha küçük çıktığı; TBDY2018'e göre önerilen F_1 değerleri İpekyolu ve Tuşba İlçelerin analiz ile elde edilen F_1 değerlerin değişim aralığında olduğu görülmüştür.

Van ili için zemin büyütme katsayısını bulmaya yönelik izlediğimiz yol ve yöntem ilk olup halihazırda benzer çalışma bulunmamaktadır. Konu üzerinde daha farklı odak noktaları seçilerek araştırma yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Abrahamson, N. A. (1992). Non-stationary spectral matching. *Seismological research letters*, 63(1), 30.

Acarlar, M., Bilgin, Z.A., Erkal,. T., Güner, E., Şen, A., M., Umut, M., Elibol, E., Gedik, İ., Hakyemez Y., ve Uğuz, M. F. (1991). *Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi (Rapor No:9469)*. MTA Genel Müdürlüğü Raporu.

Afacan, K. B., ve Güler, E. (2019). "Yeni Deprem Yönetmeliği Performansının Zemin Büyütme Analizi İle Belirlenmesi" *5. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology (5ıcees)* (s. 8-11), Metu Ankara, Turkey.

AFAD. (2018). *İnteraktif Web Uygulaması Türkiye Deprem Tehlike Haritaları*. (Erişim tarihi: 1 Mart 2021), https://tdth.afad.gov.tr/.

Akbaran Mühendislik. (2016). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Alfa Mühendislik. (2017). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Anaran, A.E. (2021). *Van İli Tuşba İlçesi Topraktaş Mahallesi 133 Ada 6 Nolu Parselde Jeofizik Yöntemlerle Yeraltı Suyu Araştırması Etüt Raporu*. Van.

Aras Mühendislik. (2015). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Ayhan.(1988).(http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/Depremler/tLarge0.htm;http://www.afad.gov.tr/haber/haber _detay.asp?haberID=555).

Bakir, B., S., Haluk, S., and Tolga Y. (2002). An Overview of Local Site Effect sand the Associated Building Damage in Adapazari during the 17 August 1999 Izmit Earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(1), s. 509–526.

Bil-Ay Mühendislik. (2016). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Bil-Ay Mühendislik. (2017). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Civelekler, E., Afacan, K., B., ve Okur, D. V. (2021). Eşdeğer Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Yaklaşımlara Göre Sismik Yük Etkisindeki Zeminlerde Davranış Analizi, *ESOGÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Derg*isi, 29(2), s.158–171.

Darendeli, M. B. (2001). *Development of a new family of normalized modulus reduction and material damping curves. Phd. Thesis*, University of Texas, Austin.

Deepsoil v7.0. (2020). Erişim Tarihi:15 Haziran 2021 http://deepsoil.cee.illinois.edu/Index.html.

Diskordans Mühendislik. (2016). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Fırat, S., ve Demir, M. (2016). Adapazarı Bölgesi Zemin Büyütme Faktörünün İncelenmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 9(3), s. 1-9.

Groholski, D. R., Hashash, Y. M., Kim, B., Musgrove, M., Harmon, J., and Stewart, J. P. (2016). Simplified model for small-strain nonlinearity and strength in 1D

seismic site response analysis. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 142(9),

Hancock, J., Lamprey, J., W., Abrahamson, N., A., Bommer, J., J., Markatis, A., Mccoy, E., and Mendis, R. (2006). An improved method of matching responses pectra of recorded earthquake ground motionusing wave lets. *Journal of Earthquake Engineering*, 10, s. 67-89.

Hasançebi, N., and Ulusay, R. (2006). Evaluation of Site Amplificationand Site Period Using Different Methods for an Earthquake-Prone Settlement in Western Turkey, *Engineering Geology*, 87, s. 85-104.

Hashash, Y., M., A., and Park, D. (2001) "Non-linear one-dimensional seismic ground motion propagation in the Mississippi embayment," Engineering Geology, Vol. 62, No. 1-3, pp 185-206.

Hashash, Y. M., and Park, D. (2002). Viscous damping formulation and high-frequency components in deep deposits. *Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering* , 22 (7), s. 611-624.

Hashash, Y., M., Philips, C., and Groholski, D. (2010). "Recent advances in non-linear site response analysis", *Fifth International Conference on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics*, s. 1-22.

Hashash, Y., M., A., Musgrove, M., I., Harmon, J., A., Ilhan, O., Xing, G., Numanoglu, O., Groholski, D., R., Phillips, C., A., and Park, D. (2020). "DEEPSOIL 7, User Manual". Urbana, IL, Board of Trustees of University of Illinois at Urbana-Champaign.

Hryciw, R., D., Shewbridge, S., E., Rollins, K., M., McHood, M., and Homolka, M. (1991). "Soil Amplification at Treasure Island During the Loma Prieta Earthquake", *International Conferences on Recent Advances in Geotechnical Earthquake Engineering and Soil Dynamics*, 15.

Ildır, M., Vural, İ., ve Kılıç, S. (2020). Sıvılaşma Potansiyeli Yüksek Adapazarı Zeminleri için Büyütme Faktörünün Araştırılması. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8(2), s. 266-273.

Ishibashi, I., and Zhang, X. (1993). Unified Dynamics hear moduli and damping ratios of sand and clay. *Soil sand foundations*, 33(1), s.182-191.

İyisan, R., ve Haşal, M.E. (2011). Zemin büyütmesi ve yerel koşulların spektral ivmeye etkisi. *İTÜ Dergisi/D Mühendislik*, 10(4), s. 47-56.

Koeri. (1868). Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, (Erişim tarihi: 2020).

Kramer, S. L. (1996). *Geotechnical Earthquake Engineering*, New Jersey: Prentice Hall.

Koçyiğit, A., Yilmaz, A., Adamia, S., and Kuloshvili, S. (2001). Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implication for transition from thrusting to strike-slip faulting. *Geodinamica Acta*, 14(1-3), s. 177–195.

Kwok, A., O., Stewart, J., P., Hashash, Y., M., Matasovic, N., Pyke, R., Wang, Z., and Yang, Z. (2007). Use of exact solutions of wave propagation problems to guide implementation of nonlinear seismic ground response analysis procedures. *Journal of Geotechnical Geoenvironmental Engineering*, 13 (11), s. 1385-1398.

Lai, C., and Rix, G. J. (1998). *Simultaneousin version of rayleigh phase velocity andattenuation fornear-surface site characterization*. PhdThesis, Georgia Institute of Technology, Atlanta.

Lindsay, R.B. (1945). *Historical introduction, in Rayleigh, The theory of sound*, repr. New York: Dover.

Liu, M., and Gorman, D. G. (1995). Formulation of Rayleigh damping and its extensions. *Journal of Computers and Structures*, 57(2), s. 277-285.

Newmark, N. M. (1959). A method of computation for structural dynamics. *Journal of the engineering mechanics division*, 85(3), s. 67-94.

Park, D., and Hashash, Y. M. (2004). Soil damping formulation in nonlinear time domain site responseanalysis. *Journal of Earthquake Engineering*, 8(2), s. 249-274.

PEER, P. E. (2006). PEER ground motion database. Erişim Tarihi:1 Şubat 2021 https://ngawest2.berkeley.edu/.

Phillips, C., and Hashash, Y. (2009) Damping formulation for non-linear 1D site response analyses. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 29, s. 1143–1158.

Rayleigh, J. W., and Lindsay, R. B. (1945). *The theory of sound*. New York: Dover Publications.

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 Geotechnical Engineering*, 112 (11), 21030.

SeismoMatch Help v.2021. Erişim Tarihi 22 Nisan 2021.

Semblat, J., F., Danglaa, P., Khama, M., and Duvalb, A. M. (2002). Seismic Site Effects for Shallow and Deep Alluvial Basins: in-depth Motion and Focusing Effect, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 27, s. 849-854.

Sönmezer, Y., B., Akbaş, S., O., ve Işık, N. S. (2015). Kırıkkale İli Yerleşim Alanı İçin En Büyük İvme, Zemin Büyütmesi Ve Hakim Titreşim Periyodu Özelliklerinin Değerlendirilmesi, *Gazi Üniversitesi Müendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 30(4), s.711-721.

Stone, W., C., Yokel, F., Y., Celebi, M., Hanks, T., and Leyendecker, E. V. (1987). *Engineering Aspects of the September 19, 1985 Mexico Earthquake*. NBS Building Science Series 165, National Bureau of Standarts. Washington, D. C., 207.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Kuşçu, İ. (1987). *Türkiye'nin Diri Fayları Ve*

Depremsellikleri (Derleme Rapor No:8174). MTA. Jeoloji Etüdleri Dairesi Başkanlığı.

Şehzade Mühendislik. (2015). *Sondaj Ve Deney Verilerin Etüt Raporu.*

Şengör, A.M.C. (1979). The North Anatolian fault: its age, offset and tectonic significance. *J. geol. Soc. Lond*.136, s. 269 - 282.

Şengör, A.M.C., and Yilmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, *75*(3-4), s. 181-241.

TBDY. (2018). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği.

Tunçel, A., Özdağ, Ö., C., Pamuk, E., ve Akgün, M. (2019). Mikrotremor verisi kullanılarak zeminlerin dinamik büyütme faktörü değerlerinin hesaplanması: İzmir (Kuzey) örneği, *2009 Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(1), s. 43-52.

Vucetic, M., and Dobry, R. (1991). Effect of soil plasticity on cyclic response. Journal of Geotechnical Engineering, 117 (1), s. 89-107.

Yamada, S., Hyodo, M., Orense, R., P., Dinesh, S., V., and Hyodo, T. (2008). Strain-dependent dynamic properties of remolded sand-clay mixtures. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 134(7), s. 972-981.

EKLER

EK 1 SeismoMatch'te desteklenen Ulusal Kodlar

- Eurocode 8 spektrumu: Eurocode 8'de belirtilen kuralları izleyen spektrum. Sönümleme parametresi için önceden tanımlanmış bir varsayılan değer olsa da kullanıcılar özel seçeneği seçip yeni bir değer girerek kendi değerlerini de tanıtabilirler. Ayrıca spektrum tipini (1 veya 2), zemin sınıfını (A ila E), en büyük yer ivmesi (PGA) ve Önem Sınıfını (I ila IV) kontrol etmek de mümkündür. Kullanıcıya ayrıca Davranış Faktörü (q) ve Alt Sınır Faktörü (β) tanıtılarak tasarım spektrumu oluşturma seçeneği de verilir. Son olarak, Eurocode 8'in Ulusal Eklerinde sunulan spesifik spektrumlar otomatik olarak oluşturulabilir. Bu tip spektrumun hesaplanmasında kullanılan tüm denklemler ve değerler Eurocode 8'in 3. bölümünde mevcuttur.
- ASCE 41-17 Kod spektrumu (Amerika Birleşik Devletleri): Amerikan Sismik Değerlendirme ve Mevcut Binaların Güçlendirilmesi Yasası'nda (ASCE 41-17) belirtilen kurallara uyan spektrum. Kullanıcılar, sönümleme parametresini standart değerlerden birine veya özel bir değere, SXS ve SXL spektral ivmelere, Toprak Sınıfına (A'dan E'ye) ve uzun dönem geçiş parametresine tanımlayabilir. Spektrum hesaplama metodolojisine ilişkin ayrıntılar ASCE 41-17'nin 2.4 bölümünde bulunabilir.
- ASCE 7-16 Kod spektrumu (Amerika Birleşik Devletleri): Binalar ve Diğer Yapılar için minimum tasarım yükleri ve ilişkili kriterler için Amerikan Kodunda (ASCE 7-16) belirtilen kuralları izleyen spektrum. Kullanıcılar SXS ve SXL spektral ivmeleri, Toprak Sınıfını (A'dan E'ye) ve uzun dönem geçiş parametresini tanımlayabilir. Spektrum hesaplama metodolojisine ilişkin ayrıntılar ASCE 7-16'nın 11. bölümünde bulunabilir.
- NTC-18- İtalyan Kodu spektrumu: İtalyan Ulusal Sismik Kodunda (NTC-18) belirtilen kuralları izleyen spektrum. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme parametresini, SXS ve SXL spektral ivmeleri, zemin kategorisini (A ila E), Topografik Kategoriyi (T1 ila T4), spektral büyütme faktörü F0 ve periyodu Tc*'yi tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrum, Davranış Faktörü q tanımlandıktan sonra hesaplanabilir. Spektrumla ilgili tüm denklemler ve tablolar NTC-8'in 2.4, 3.2 ve 7. bölümlerinde bulunabilir.
- KANEPE- Yunan Kodu spektrumu: Spektrum, Yunan Sismik Müdahaleler Kodunda (KANEPE) tanımladı. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının

sönüm parametresini, spektrum tipini (1 veya 2), zemin sınıfını (A'dan E'ye), tepe yer ivmesini (PGA) ve Önem Sınıfını (I) tanımlaması gerekir. IV'e kadar). Kullanıcı, Davranış Faktörünü (q) ve Alt Sınır Faktörünü (β) tanıtarak tasarım spektrumunu oluşturma seçeneğine sahiptir.

• TBDY 2018- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği spektrumu: Kurallara uygun Spektrum Türkiye Sismik Değerlendirme Bina Yönetmeliği'nde (TBDY) tanımlandı. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme parametresini, SXS ve SXL spektral ivmeleri ve Toprak Sınıfını (A'dan E'ye) tanımlaması gerekir. Tasarım spektrumunun hesaplanması için kullanıcının Önem Sınıfını (BKS=1 ila BKS=2) ve R ve D Davranış Faktörlerini tanımlaması gerekir. Spektrum hesaplamasının detayları ve ilişkileri TBDY'nin 2, 3.1 ve 4.2 bölümlerinde bulunabilir.

• Fransa için Spektrum: Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme parametresini, spektral ivmeyi, sismisite bölgesini (1 ila 5) Toprak Tipini (A ila E), Önem sınıfını (IV'e) ve spektrum bir endüstriyel bina (mevcut veya yeni) için hesaplanıp hesaplanmadığını tanımlaması gerekir. Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar, Eurocode 8'in Fransa Ulusal Ekinde ve Fransız Resmi Düzenleyici belgelerinde bulunabilir.

• NCSE-02- İspanyol Kodu spektrumu: İspanya Depreme Dayanıklı Yapılar Yasasında (NCSE - 02) tanımlanan spektrum. Elastik spektrum hesaplaması için kullanıcının sönümleme parametresini, Zemin Tipini (A'dan E'ye), spektral ivmeyi, Önem Sınıfını (I'den II'ye) ve Katkı Faktörünü (K) tanımlaması gerekir. Tasarım spektrumunun hesaplanması için kullanıcının süneklik için indirgeme faktörünü tanımlaması gerekir. Spektrum hesaplamaları için ayrıntılar ve ilişkiler NCSE-02'nin 2. ve 3.7.3 bölümlerinde bulunabilir.

• NTE E.030 2016- Peru Kod Spektrumu: Depreme Dayanıklı Tasarım için Kod E0.30'da tanımlanan spektrum. Elastik spektrum hesaplaması için kullanıcının spektral ivmeyi, sismisite bölgesini (1 ila 4) Zemin Tipi (S0 ila S4) ve Kullanım Faktörünü tanımlaması gerekir. Tasarım spektrumunun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Temel İndirgeme Faktörünü (Ro) ve Düzensizlik Faktörleri Ia ve Ip'yi tanımlaması gerekir. Spektrum %5 sönümleme için hesaplanmıştır ve ayrıntılar NTE E 030 2016'nın 2. bölümünde bulunabilir.

• NCh 433- Şili Kodu spektrumu: Elastik spektrum hesaplaması için kullanıcının Spektral İvme, Deprem Bölgesi (1 ila 3), Zemin Tipi (S0 ila S4) ve Bina Kategorisini

(Sınıf I ila Sınıf IV) tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrum için, kullanıcının ilave olarak Tepki modifikasyon faktörünü (Ro), Maksimum Etkili Modal Kütleli Periyodu ve kullanıcı R*'ı hesaplamak isterse kat sayısını tanımlaması gerekir. varsayılan denklem (10). Spektrum %5 sönüm için hesaplanır. Spektrum hesaplamasının ayrıntıları, Şili Kodunun (NCh 433) ve 2011 tarihli DS61 kodunun 4. ve 6.3 numaralı bölümlerinde bulunabilir.

- NSR10- Kolombiya Kodu spektrumu: Spektrum, Kolombiya Depreme Dayanıklı Yapılar Yönetmeliği'nde tanımlanmıştır. Elastik spektrum hesaplaması için kullanıcının en büyük yer ivmesi ve hızını, Zemin Tipini (A ila E) ve Önem Sınıfını (I ila IV) tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Temel Enerji Tüketim Katsayısı (Ro) ve üç Düzensizlik faktörünü (Φa, Φp ve Φr) tanımlaması gerekir. Spektrum %5 sönüm için hesaplanır. Spektrum hesaplaması için ilişkiler ve tablolar, NSR10'un A.2 ve A3.9 bölümlerinde bulunabilir.
- NEC 2014- Ekvador Kodu Spektrumu: Spektrum, Depreme Dayanıklı Yapılar için Ekvador Kodunda tanımlanmıştır. Elastik spektrum hesaplaması için kullanıcının Toprak Tipini (A'dan E'ye) ve Amplifikasyon faktörünü η tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca İndirgeme Faktörü η'yı tanımlaması gerekir. Spektrum %5 sönüm için hesaplanır. Spektrum hesaplaması için ilişkiler ve tablolar NEC 2014'ün 2. ve 6.3.4 bölümlerinde bulunabilir.
- Bildirim 1457-2000- Japon Kod Spektrumu: Elastik spektrum %5 sönüm için hesaplanır ve kullanıcının spektral ivmeyi (Z faktörü) ve Toprak Tipini (I ila III) belirtmesi gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ek olarak Ds faktörünü tanımlaması gerekir. Spektrum hesaplamasının ayrıntıları 1457-2000 sayılı Bildirimde ve Bina Standardı Kanun Uygulama Emri'nde bulunabilir.
- IS 1893- Hint Kodu spektrumu: Spektrum hesaplaması, Hindistan Standardı 1893 (Bölüm 1) Yapıların Deprem Tasarımı Kriterlerinde belirtilen kuralları takip eder. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının Zemin Tipini (A'dan C'ye) ve Önem Sınıfını tanımlaması gerekir. Tasarım spektrumunun hesaplanması için kullanıcının Tepki Azaltma Faktörünü (R) tanımlaması gerekir. Spektrumun hesaplanmasıyla ilgili ayrıntılar IS 1893'ün 6.4 bölümünde bulunabilir.
- NBC 105- Nepal Kodu spektrumu: Spektrum hesaplama kuralları Nepal Ulusal Bina Kodunda (NBC 105) tanımlanmıştır. Tasarım spektrumu %5 sönüm için hesaplanır ve kullanıcının İmar Faktörünü, Zemin Tipini (I ila III), Bina Tipini ((a) ila

(e)) ve Yapısal Performans Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasıyla ilgili ayrıntılar NBC 105'in 8. bölümünde bulunabilir.

- SP 2007 -- Pakistan Kodu spektrumu: Spektrum hesaplama kuralları Pakistan Bina Kodunda (SP 2007) tanımlanmıştır. Elastik spektrum %5 spektrum için hesaplanır ve kullanıcının Bölgeleme Faktörünü, Deprem Bölgesini (1 ila 4) ve Zemin Tipini (SA ila SE) tanımlaması gerekir. Spektrum hesaplamasının ayrıntıları SP2007'nin 5. bölümünde bulunur.
- Portekiz için Spektrum: Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme parametresini, spektral ivmeyi, sismisite bölgesini (1 ila 5) Toprak Tipi (A ila E), Önem sınıfını (IV'e) ve Hesaplanacak spektrum tipi (Tip 1 veya 2). Tip 2 Spektrum için Kullanıcı, spektrumun hesaplanacağı Portekiz Bölgesini de tanımlamalıdır. Kullanıcı, Davranış Faktörünü (q) ve Alt Sınır Faktörünü (β) tanıtarak tasarım spektrumunu oluşturma seçeneğine sahiptir. Bu tip spektrumun hesaplanmasında kullanılan tüm denklemler ve değerler Eurocode 8'in 3. bölümünde ve Portekiz Ulusal Ekinde mevcuttur.
- Slovenya için Spektrum: Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme parametresini, spektral ivmeyi, sismisite bölgesini (1 - 5), Zemin Tipini (A - E), Önem sınıfını (- IV) ve Hesaplanacak spektrum tipi (Tip 1 veya 2). Kullanıcı, Davranış Faktörünü (q) ve Alt Sınır Faktörünü (β) tanıtarak tasarım spektrumunu oluşturma seçeneğine sahiptir. Bu tür spektrumun hesaplanmasında kullanılan tüm denklemler ve değerler Eurocode 8'in 3. bölümünde ve Slovenya Ulusal Ekinde mevcuttur.
- NZS 1170.5:2004- Yeni Zelanda Kod spektrumu: %5 sönümlemeli elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının Tehlike faktörünü, Toprak Tipini (A'dan E'ye), Dönüş Dönemi Faktörünü, Arıza ve Yıllık Aşma Olasılığına en yakın majöre olan Mesafeyi belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasının ayrıntıları 2004 Yeni Zelanda Standardının 3. bölümünde ve 2002 Yeni Zelanda Standardının 3. bölümünde bulunabilir.
- MOC 2008 - Meksika Kodu spektrumu: Sismik Çalışmaların Tasarımı El Kitabında tanımlanan spektrum. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme değerini, yer ivmesini (a0,r), Deprem Bölgesini (A'dan D'ye), Zemin Tipini, Önem Sınıfını ve Zemin özelliklerini (toplam zemin derinliği , dalga yayılma hızı, kaya dalgası yayılma hızı, zemin özel ağırlığı ve kaya özel ağırlığı) tanımlaması

gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Sismik Davranış Faktörünü, Aşırı Güç Faktörünü ve Artıklık Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar MOC 2008'in 3.1 ve 3.3 bölümlerinde bulunabilir.

- NMX-R-079-SCFI-2015- Meksika Kodu spektrumu: Meksika Okullar Yasasında ve Eğitim Fiziksel Altyapısının Yapısal Güvenliğinde tanımlanan spektrumdur. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme değerini, yer ivmesini (a0,r), Deprem Bölgesini (A ila D) ve Zemin Tipini (I ila III) tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Sismik Davranış Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasıyla ilgili ayrıntılar NMX-R-079-SCFI-2015'in 10. bölümünde bulunabilir.
- MOC 2015- Meksika Yasası spektrumu: İnşaat İşleri Tasarım Kılavuzunda tanımlanan spektrum. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme değerini, yer ivmesini (a0,r), Deprem Bölgesini (A ila D), Zemin Tipini (I ila III), Önem Sınıfını ve Tepki Faktörünü tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Sismik Davranış Faktörünü, Fazlalık Faktörünü ve Aşırı Güç Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar MOC 2015'in 3.1 ve 3.3 bölümlerinde bulunabilir.
- NTC 2004- Meksika Kodu spektrumu: Meksika Şehri Federal Bölgesi Hükümeti tarafından yayınlanan Yapıların Tasarım Kriterleri ve Yükleri ile ilgili Teknik Kodlarda tanımlanan spektrum. %5 sönümlü elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının yer ivmesini (a0) ve Zemin Tipini (I ila IIId) tanımlaması gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Sismik Davranış Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar NTC-2004'ün 3. ve 4. bölümlerinde bulunabilir.
- CSCR 2010- Kosta Rika Kodu spektrumu: Spektrum, Kosta Rika Sismik Kodunda tanımlanmıştır. %5 sönümlemeli spektrumun hesaplanması için kullanıcının etkin tepe yer ivmesi ve Deprem Bölgesini (I ila IV), Zemin Tipini (S1 ila S4), Küresel Süneklik Faktörünü (elastik spektrum için 1) ve Sistem Aşırı Güç Faktörü (elastik olmayan spektrum için daha yüksek) tanımlaması gerekir. Spektrumun hesaplanmasına ilişkin ayrıntılar, CSCR-2010'un 3 ila 5. bölümlerinde bulunur.
- INPRES-CIRSOC 1991- Arjantin Kodu spektrumu: Spektrum, 1991 tarihli Arjantin Depreme Dayanıklı Yapılar Yasasında tanımlanmıştır. Elastik spektrumun

hesaplanması için kullanıcının sönüm parametresini, maksimum yer ivmesi, Deprem Bölgesini (0 4), Toprak Tipi (I ila III) ve Önem Sınıfı (A0 ila B). Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Global Süneklik ve Risk Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar ve ilişkiler, INPRES-CIRSOC 1991'in 3 ila 8. bölümlerinde bulunabilir.

- INPRES-CIRSOC 2013- Arjantin Kodu spektrumu: Spektrum, 2013 tarihli Arjantin Depreme Dayanıklı Yapılar Kodunda tanımlanmıştır. Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönüm parametresini, maksimum yer ivmesi, Deprem Bölgesini (0-4 arası), Toprak Tipi (Sa'dan Se'ye) ve Önem Sınıfı (A0'dan C'ye). Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Global Süneklik ve Risk Faktörünü belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar ve ilişkiler, INPRES-CIRSOC 2013'ün 2. ve 3. bölümlerinde bulunabilir.
- Standart 2008- İran Kodu spektrumu: %5 sönümlemeli elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının en büyük yer ivmesi, Deprem Bölgesi (1 ila 4), Zemin Tipi (1 ila 4) ve Önem Sınıfını belirtmesi gerekir. Esnek olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının Yapı Davranış Faktörünü de belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasıyla ilgili ayrıntılar ve ilişkiler, 2008 Standardının 1. ve 2. bölümlerinde bulunabilir.
- KDS 17 10 00 2018- Kore Kodu spektrumu: %5 sönümlü elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının Bölge Katsayısı, Deprem Bölgesi (I veya II), Zemin Tipi (S1 ila S5) ve Deprem Ortalamasını belirtmesi gerekir. Tekrarlama Döngüsü (50 ila 4800 yıl). Spektrum hesaplamasına ilişkin ayrıntılar ve ilişkiler KDS 17 10 00 2018'in 4.2.1 bölümünde bulunabilir.
- INDICATIV P 100-1/2013- Romanya Kodu spektrumu: Elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının sönümleme değerini, arazi ivmesi ve Deprem Bölgesini (her bölgedeki Tc değeri ile tanımlanır) belirtmesi gerekir. Esnek olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Davranış Faktörünü de belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasıyla ilgili ayrıntılar ve ilişkiler INDICATIV P 100-1/2013'ün 3. bölümünde bulunabilir.
- AS 1170.4/2007- Avustralya Kodu spektrumu: %5 sönümlü elastik spektrumun hesaplanması için kullanıcının Tehlike Tasarım Faktörünü, Zemin Tipini (Ae ila Ee) ve Yıllık Aşma Olasılığını (1/2500 ila 1/200) belirtmesi gerekir. Elastik olmayan spektrumun hesaplanması için kullanıcının ayrıca Yapısal Süneklik

Faktörünü ve Yapısal Davranış Faktörünü de belirtmesi gerekir. Spektrum hesaplamasıyla ilgili ayrıntılar ve ilişkiler AS 1170.4/2007'nin 3, 4 ve 5 numaralı bölümlerinde bulunabilir.

EK 2 İpekyolu ve Tuşba için sondaj verileri

ARAS MÜHENDİSLİK SAN. TİC. LTD. ŞTİ.

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ SELİMBEY MAHALLESİ 74 PAFTA, 147 ADA VE 37 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının Dış Çap		Muhafaza Borusunun Dış Çap	Sondaj No: SK-1
Yeri	İPEKYOLU			İç Çap		İç Çap	Logu Hazırlayan
Baş.Tarihi	7 12 2015	Yeraltı Suyu Durumu	13.50	Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.	BÜLENT ARAS
Bitiş Tarihi	7 12 2015						
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.	İmza:
Zemin Kotu		Koordinat - Y					Sondör
							HALİT KARATAŞ

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	SPT N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															Bitkisel Toprak
1.50-1.95			SPT	5	6	8	14		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
3.00-3.45			SPT	9	10	11	21								
4.50-4.95			SPT	7	9	14	23		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
6.00-6.45			SPT	10	10	17	27								
7.50-7.95			SPT	7	14	18	32		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
9.00-9.45			SPT	11	17	21	38								
10.50-10.95			SPT	7	14	20	34		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
12.00-12.45			SPT	15	14	27	41		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
13.50-13.95			SPT	11	11	22	33								YASS:13.50 metre
15.00-15.45			SPT	14	17	19	36		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
16.50-16.95			SPT	11	11	16	27		SM						SİLTLİ KUM
18.00-18.45			SPT	19	17	26	43								
19.50-19.95			SPT	20	17	21	38								

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N : > 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)

0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

< 1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
> 50	Parçalanmış

Şekil 2.A İpekyolu sondaj verisi 1

BİL-AY MÜHENDİSLİK

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ HAFİZİYE MAHALLESİ 45 PAFTA, 2605 ADA, 8 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının Dış Çap		Muhafaza Borusunun Dış Çap	Sondaj No: SK-1
Yeri	İPEKYOLU			İç Çap		İç Çap	Logu Hazırlayan
Baş.Tarihi	12 01 2016	Yeraltı Suyu Durumu	10.50	Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.	S. BİLGİN ÖZDEMİR
Bitiş Tarihi	12 01 2016						
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.	İmza:
Zemin Kotu		Koordinat - Y					Sondör: HALİT KARATAŞ

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															Bitkisel Toprak
1.50-1.95			SPT	7	7	10	17		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
3.00-3.45			SPT	8	9	8	17		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
4.50-4.95			SPT	10	7	11	18		GM						SİLTLİ ÇAKIL
6.00-6.45			SPT	19	19	17	36		GM						SİLTLİ ÇAKIL
7.50-7.95			SPT	14	17	20	37		GM						SİLTLİ ÇAKIL
9.00-9.45			SPT	13	16	19	35		GM						SİLTLİ ÇAKIL
10.50-10.95			SPT	11	17	14	31		GM						SİLTLİ ÇAKIL
12.00-12.45			SPT	10	9	17	26		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
13.50-13.95			SPT	12	12	15	27								
15.00-15.45			SPT	11	14	17	31		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
16.50-16.95			SPT	13	13	16	29								
18.00-18.45			SPT	11	11	13	24		GM						SILTLI ÇAKIL
19.50-19.95			SPT	12	14	13	27								

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N :> 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)

0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

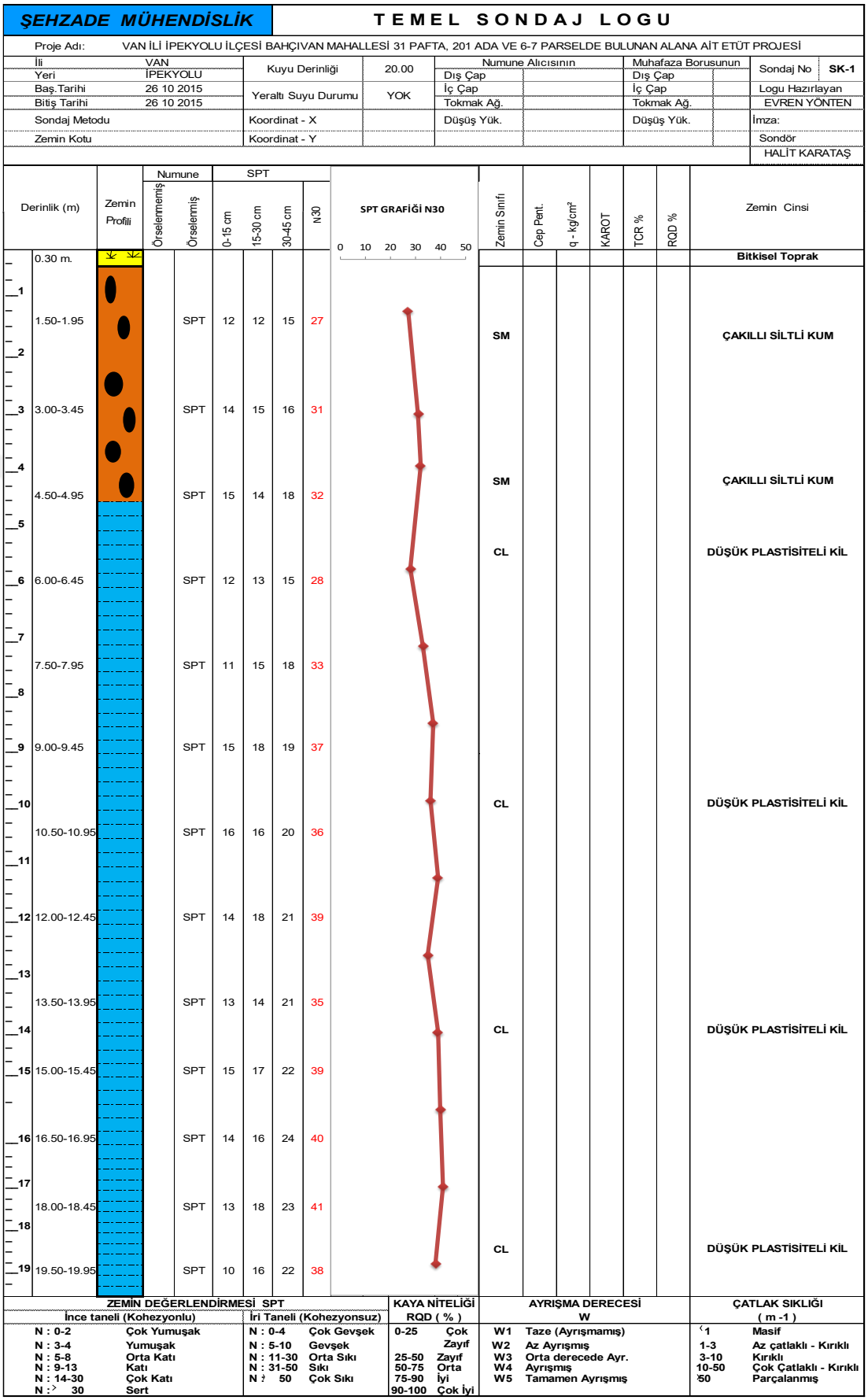
AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

<1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
>50	Parçalanmış

Şekil 2.B İpekyolu sondaj verisi 2



Şekil 2.C İpekyolu sondaj verisi 3

BİL-AY MÜHENDİSLİK — **TEMEL SONDAJ LOGU**

Proje Adı:	VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ BAHÇIVAN MAHALLESİ 32 PAFTA, 212 ADA, 70 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ						
İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun		Sondaj No	SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap			
Baş.Tarihi	26 05 2016	Yeraltı Suyu Durumu	5.50	İç Çap		İç Çap		Logu Hazırlayan	
Bitiş Tarihi	26 05 2016			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.		S. Bilgin ÖZDEMİR	
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.			
Zemin Kotu		Koordinat - Y						Sondör	
								Bilal BARAN	

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmiş	Numune Örselenmemiş	SPT	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50 60 70)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.																Bitkisel Toprak
1.50-1.95			SPT		5	9	8	17		SM						SİLTLİ KUM
3.00-3.45			SPT		7	10	10	20		SM						SİLTLİ KUM
4.50-4.95			SPT		11	12	14	26		SM						SİLTLİ KUM
6.00-6.45			SPT		13	15	18	33		SM						SİLTLİ KUM
7.50-7.95			SPT		14	20	28	48		SM						SİLTLİ KUM
9.00-9.45			SPT		18	22	29	51		SM						SİLTLİ KUM
10.50-10.95			SPT		12	18	34	52		SM						SİLTLİ KUM
12.00-12.45			SPT		15	20	31	51		SM						SİLTLİ KUM
13.50-13.95			SPT		12	21	33	54		SM						SİLTLİ KUM
15.00-15.45			SPT		15	26	38	64		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
16.50-16.95			SPT		15	28	38	66		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
18.00-18.45			SPT		10	13	17	30		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
19.50-19.95			SPT		11	15	19	34		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N :> 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)

0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

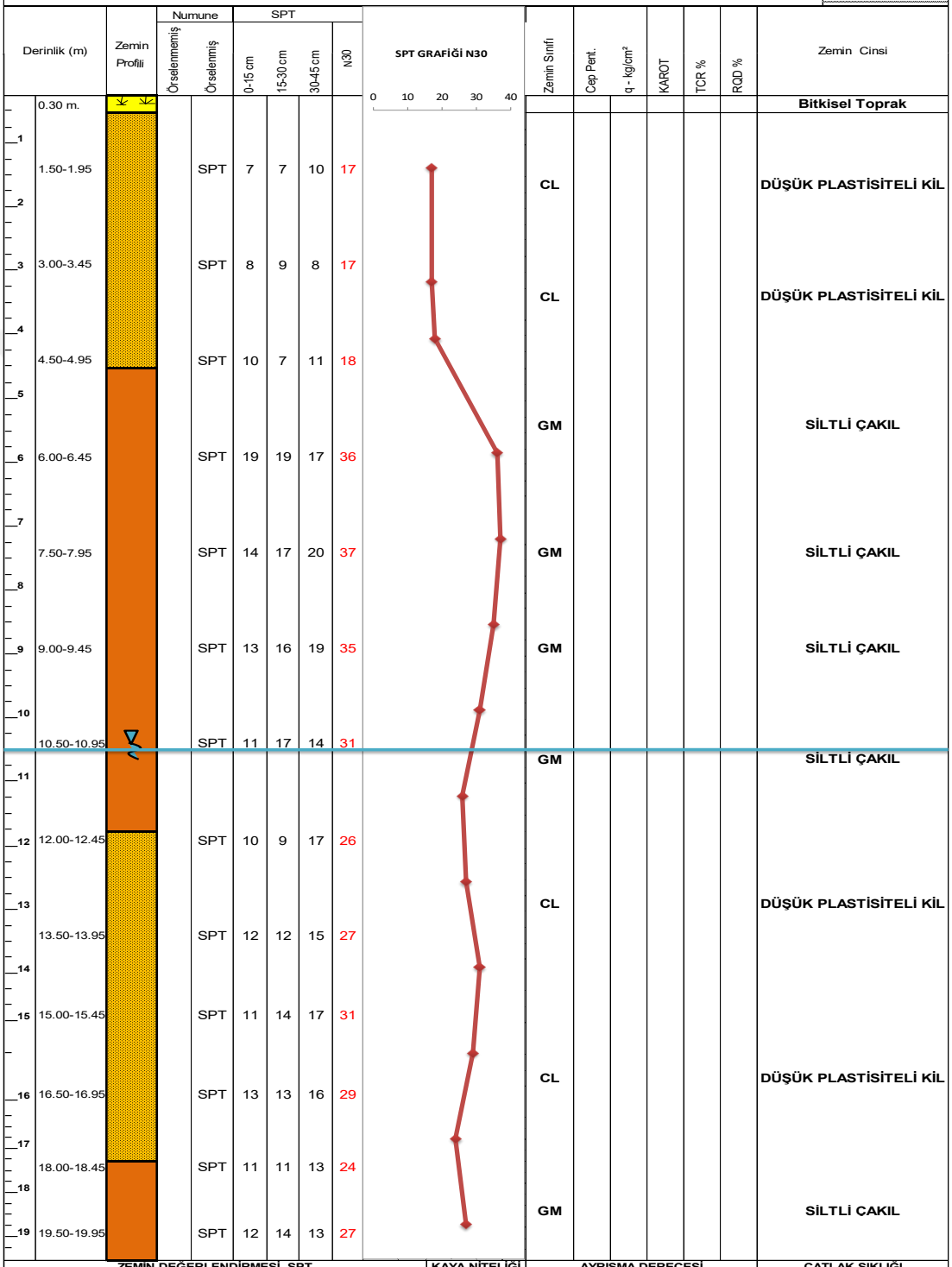
<1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
>50	Parçalanmış

Şekil 2.D İpekyolu sondaj verisi 4

BİL-AY MÜHENDİSLİK — **TEMEL SONDAJ LOGU**

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ HAFİZİYE MAHALLESİ 45 PAFTA, 2605 ADA, 8 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun		Sondaj No	SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap			
Baş.Tarihi	12 01 2016	Yeraltı Suyu Durumu	10.50	İç Çap		İç Çap		Logu Hazırlayan	
Bitiş Tarihi	12 01 2016			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.		S. BİLGİN ÖZDEMİR	
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.		İmza:	
Zemin Kotu		Koordinat - Y						Sondör	
								HALİT KARATAŞ	



ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N : > 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)

0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

< 1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
> 50	Parçalanmış

Şekil 2.E İpekyolu sondaj verisi 5

BİL-AY MÜHENDİSLİK

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ BAHÇIVAN MAHALLESİ 34 PAFTA, 2149 ADA, 4 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun		Sondaj No	SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap			
Baş Tarihi	12.6.2017	Yeraltı Suyu Durumu	7.00	İç Çap		İç Çap		Logu Hazırlayan	
Bitiş Tarihi	12.6.2017			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.		SERDAR BİLGİN ÖZDEMİR	
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.			
Zemin Kotu		Koordinat - Y						Sondör	
								ŞERİF ARSLANTOSUN	

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	SPT N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50 60)	Zemin Sınıfı	Cep Penr.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															BİTKİSEL TOPRAK
1.50-1.95			SPT	12	13	18	31		SM						SİLTLİ KUM
3.00-3.45			SPT	15	15	15	30		SM						SİLTLİ KUM
4.50-4.95			SPT	14	16	16	32		SM						SİLTLİ KUM
6.00-6.45			SPT	15	18	18	36		SM						SİLTLİ KUM
7.50-7.95			SPT	16	22	22	44		SM						SİLTLİ KUM
9.00-9.45			SPT	18	26	26	52		SM						SİLTLİ KUM
10.50-10.95			SPT	15	24	14	38		SM						SİLTLİ KUM
12.00-12.45			SPT	19	15	16	31		SM						SİLTLİ KUM
13.50-13.95			SPT	22	19	15	34		SM						SİLTLİ KUM
15.00-15.45			SPT	16	22	18	40		SM						SİLTLİ KUM
16.50-16.95			SPT	18	26	14	40		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
18.00-18.45			SPT	16	25	18	43		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
19.50-19.95			SPT	21	19	29	48		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT				KAYA NİTELİĞİ		AYRIŞMA DERECESİ		ÇATLAK SIKLIĞI	
İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)		RQD (%)		W		(m -1)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek	0-25	Çok Zayıf	W1	Taze (Ayrışmamış)	< 1	Masif
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek	25-50	Zayıf	W2	Az Ayrışmış	1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı	50-75	Orta	W3	Orta derecede Ayr.	3-10	Kırıklı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı	75-90	İyi	W4	Ayrışmış	10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı	90-100	Çok İyi	W5	Tamamen Ayrışmış	> 50	Parçalanmış
N : > 30	Sert								

Şekil 2.F İpekyolu sondaj verisi 6

BİLAY MÜHENDİSLİK

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ ŞEREFİYE MAHALLESİ 24 PAFTA, 779 ADA, 20 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun	
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap	
Baş.Tarihi	13.4.2017	Yeraltı Suyu Durumu	YOK	İç Çap		İç Çap	
Bitiş Tarihi	13.4.2017			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.	
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.	
Zemin Kotu		Koordinat - Y					

Sondaj No: SK-1

Logu Hazırlayan: SERDAR BİLGİN ÖZDEMİR

Sondör: HALİT KARATAŞ

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															BİTKİSEL TOPRAK
1.50-1.95			SPT	16	18	12	30		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
3.00-3.45			SPT	10	15	15	30		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
4.50-4.95			SPT	8	15	14	29		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
6.00-6.45			SPT	18	16	15	31		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
7.50-7.95			SPT	18	18	16	34		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
9.00-9.45			SPT	19	14	15	29		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
10.50-10.95			SPT	12	18	17	35		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
12.00-12.45			SPT	19	25	25	50		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
13.50-13.95			SPT	25	18	26	44		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
15.00-15.45			SPT	30	27	23	50		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
16.50-16.95			SPT	33	18	39	57		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
18.00-18.45			SPT	41	25	50	75		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
19.50-19.95			SPT	39	44	50	94		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N : > 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ

RQD (%)	
0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ

W	
W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI

(m -1)	
< 1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
> 50	Parçalanmış

Şekil 2.G İpekyolu sondaj verisi 7

ALFA MÜHENDİSLİK — **TEMEL SONDAJ LOGU**

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ HAFİZİYE MAHALLESİ 45 PAFTA, 415 ADA, 41 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun	Sondaj No: SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap	
Baş.Tarihi	20 06 2017	Yeraltı Suyu Durumu	6.00	İç Çap		İç Çap	Logu Hazırlayan: İSKENDER TAŞ
Bitiş Tarihi	20 06 2017			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.	
Sondaj Metodu		Koordinat - X	359007.97	Düşüş Yük.		Düşüş Yük.	
Zemin Kotu		Koordinat - Y	4262366.91				Sondör: HALİT KARATAŞ

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune: Örselenmemiş	Numune: Örselenmiş	SPT: 0-15 cm	SPT: 15-30 cm	SPT: 30-45 cm	SPT: N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															BİTKİSEL TOPRAK
1.50-1.95			SPT	15	18	16	34		SM						SİLTLİ KUM
3.00-3.45			SPT	16	15	18	33		SM						SİLTLİ KUM
4.50-4.95			SPT	18	16	15	31		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
6.00-6.45			SPT	18	20	14	34		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
7.50-7.95			SPT	16	22	18	40		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
9.00-9.45			SPT	19	16	16	32		SM						SİLTLİ KUM
10.50-10.95			SPT	16	18	18	36		SM						SİLTLİ KUM
12.00-12.45			SPT	22	15	15	30		SM						SİLTLİ KUM
13.50-13.95			SPT	26	16	15	31		SM						SİLTLİ KUM
15.00-15.45			SPT	20	18	15	33		SM						SİLTLİ KUM
16.50-16.95			SPT	15	22	16	38		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
18.00-18.45			SPT	16	26	16	42		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
19.50-19.95			SPT	19	24	19	43		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N : 50	Çok Sıkı
N : 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ

RQD (%)	
0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
50	Parçalanmış

Şekil 2.H İpekyolu sondaj verisi 8

BİL-AY MÜHENDİSLİK — **TEMEL SONDAJ LOGU**

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ ÇARŞI MAHALLESİ 1134 ADA, 3 PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun	Sondaj No: **SK-1**
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap	
Baş.Tarihi	9 07 2016	Yeraltı Suyu Durumu	13.50	İç Çap		İç Çap	Logu Hazırlayan
Bitiş Tarihi	9 07 2016			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.	S. Bilgin ÖZDEMİR
Sondaj Metodu		Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.	
Zemin Kotu		Koordinat - Y					Sondör
							HALİT KARATAŞ

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	SPT N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															**Bitkisel Toprak**
1.50-1.95			SPT	7	13	11	***24***		**CL**						**DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL**
3.00-3.45			SPT	10	18	12	***30***		**CL**						**DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL**
4.50-4.95			SPT	6	21	13	***34***		**SM**						**SİLTLİ KUM**
6.00-6.45			SPT	9	15	17	***32***		**SM**						**SİLTLİ KUM**
7.50-7.95			SPT	11	16	22	***38***		**SM**						**SİLTLİ KUM**
9.00-9.45			SPT	13	18	21	***39***		**SM**						**SİLTLİ KUM**
10.50-10.95			SPT	14	17	19	***36***		**SM**						**SİLTLİ KUM**
12.00-12.45			SPT	15	12	17	***29***		**CL**						**DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL**
13.50-13.95			SPT	11	17	21	***38***		**CL**						**DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL**
15.00-15.45			SPT	19	20	23	***43***		**CL**						**DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL**
16.50-16.95			SPT	10	15	17	***32***		**CL**						**DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL**
18.00-18.45			SPT	14	19	25	***44***		**CL**						**DUŞUK PLASTISITELI KIL**
19.50-19.95			SPT	16	20	22	***42***		**CL**						**DUŞUK PLASTISITELI KIL**

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N ? 50	Çok Sıkı
N :> 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)

0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

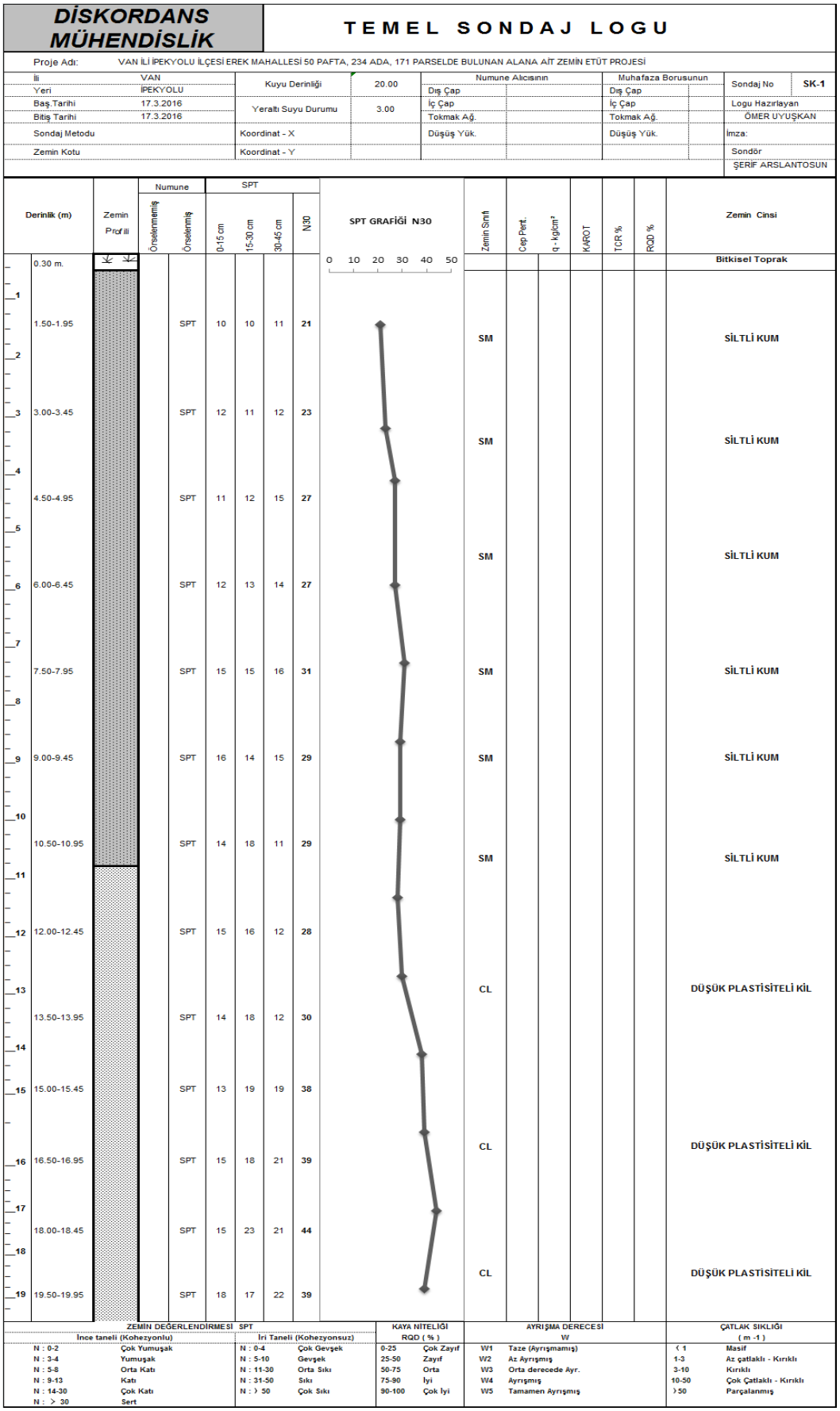
AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

<1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
>50	Parçalanmış

Şekil 2.I İpekyolu sondaj verisi 9



Şekil 2.J İpekyolu sondaj verisi 10

DİSKORDANS MÜHENDİSLİK

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ HALİLAĞA MAHALLESİ 2657 ADA, 4 NOLU PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun	Sondaj No: SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap	-	Dış Çap	
Baş.Tarihi	13 05 2016	Yeraltı Suyu Durumu	6.50	İç Çap	-	İç Çap	Logu Hazırlayan
Bitiş Tarihi	13 05 2016			Tokmak Ağ.	-	Tokmak Ağ.	ÖMER UYUŞKAN
Sondaj Metodu	ROTARY/SUSUZ	Koordinat - X	-	Düşüş Yük.	-	Düşüş Yük.	
Zemin Kotu	1720 METRE	Koordinat - Y	-				Sondör
							MURAT BALİN

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 20 40 60)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															Bitkisel Toprak
1.50-1.95			SPT	15	11	13	24		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
3.00-3.45			SPT	15	10	15	25		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
4.50-4.95			SPT	16	12	16	28		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
6.00-6.45			SPT	18	11	14	25		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
7.50-7.95			SPT	19	15	18	33		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
9.00-9.45			SPT	21	14	19	33		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
10.50-10.95			SPT	21	18	22	40		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
12.00-12.45			SPT	15	16	21	37		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
13.50-13.95			SPT	16	17	22	39		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
15.00-15.45			SPT	18	15	26	41		SM						ÇAKILLI SİLTLİ KUM
16.50-16.95			SPT	18	19	24	43		ML						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ SİLT
18.00-18.45			SPT	19	18	22	40		ML						DUŞUK PLASTISITELI SILT
19.50-19.95			SPT	19	17	26	43		ML						DUŞUK PLASTISITELI SILT

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N : > 50	Çok Sıkı
N : > 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)	
0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W	
W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m-1)	
< 1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
>50	Parçalanmış

Şekil 2.K İpekyolu sondaj verisi 11

DİSKORDANS MÜHENDİSLİK

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ İPEKYOLU İLÇESİ SELİMBEY MAHALLESİ 133 ADA VE 18 NOLU PARSELDE BULUNAN ALANA AİT ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun		Sondaj No	SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap			
Baş.Tarihi	18 04 2016	Yeraltı Suyu Durumu	13.00	İç Çap		İç Çap		Logu Hazırlayan	
Bitiş Tarihi	18 04 2016			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.		ÖMER UYUŞKAN	
Sondaj Metodu	ROTARY	Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.			
Zemin Kotu		Koordinat - Y						Sondör	
								MURAT BALİN	

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50 60 70)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															Bitkisel Toprak
1.50-1.95			SPT	8	10	11	21		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
3.00-3.45			SPT	10	13	13	26		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
4.50-4.95			SPT	11	13	13	26		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
6.00-6.45			SPT	11	14	15	29		CL						DÜŞÜK PLASTİSİTELİ KİL
7.50-7.95			SPT	12	15	18	33		SM						SİLTLİ KUM
9.00-9.45			SPT	15	16	19	35		SM						SİLTLİ KUM
10.50-10.95			SPT	10	12	14	26		SM						SİLTLİ KUM
12.00-12.45			SPT	12	14	15	29		SM						SİLTLİ KUM
13.50-13.95			SPT	10	11	17	28		SM						SİLTLİ KUM
15.00-15.45			SPT	11	13	16	29		SM						SİLTLİ KUM
16.50-16.95			SPT	14	20	22	42		SM						SİLTLİ KUM
18.00-18.45			SPT	16	21	30	51		SM						SILTLI KUM
19.50-19.95			SPT	15	26	34	60		SM						SILTLI KUM

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N :> 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ

RQD (%)	
0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

<1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
>50	Parçalanmış

Şekil 2.L İpekyolu sondaj verisi 12

AKBARAN MÜHENDİSLİK

TEMEL SONDAJ LOGU

Proje Adı: VAN İLİ TUŞBA İLÇESİ AKKÖPRÜ MAHALLESİ (2117 ADA, 6-7-8-9 PARSEL)-(2119 ADA, 1-2-3 PARSEL)-(2120 ADA, 2 PARSEL)-(2053 ADA, 7-8-10 PARSEL)-(2054 ADA, 9-10 PARSEL)-(2055 ADA-7-8-10-11-16-17 PARSEL)-(1269 ADA, 13-14-15-16 PARSEL)-(1270 ADA, 6-11-12 PARSEL)-(1271 ADA, 3-5-10-11-13 PARSEL)- (792 ADA, 3-4 PARSEL)- (796 ADA, 5-6 PARSEL)'LERDE BULUNAN ALANA AİT ZEMİN ETÜT PROJESİ

İli	VAN	Kuyu Derinliği	20.00	Numune Alıcısının		Muhafaza Borusunun		Sondaj No	SK-1
Yeri	İPEKYOLU			Dış Çap		Dış Çap			
Baş.Tarihi	1 05 2016	Yeraltı Suyu Durumu	7.00	İç Çap		İç Çap		Logu Hazırlayan	
Bitiş Tarihi	1 05 2016			Tokmak Ağ.		Tokmak Ağ.		ERDAL BARAN	
Sondaj Metodu	ROTARY/SUSUZ	Koordinat - X		Düşüş Yük.		Düşüş Yük.			
Zemin Kotu		Koordinat - Y						Sondör	
								BİLAL BARAN	

Derinlik (m)	Zemin Profili	Numune Örselenmemiş	Numune Örselenmiş	SPT 0-15 cm	SPT 15-30 cm	SPT 30-45 cm	SPT N30	SPT GRAFİĞİ N30 (0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110)	Zemin Sınıfı	Cep Pent.	q - kg/cm²	KAROT	TCR %	RQD %	Zemin Cinsi
0.30 m.															**Bitkisel Toprak**
1.50-1.95			SPT	5	11	30	***41***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
3.00-3.45			SPT	16	20	21	***41***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
4.50-4.95			SPT	20	19	18	***37***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
6.00-6.45			SPT	5	3	7	***10***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
7.50-7.95			SPT	11	16	5	***21***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
9.00-9.45			SPT	25	26	39	***65***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
10.50-10.95			SPT	7	11	10	***21***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
12.00-12.45			SPT	19	19	37	***56***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
13.50-13.95			SPT	9	27	37	***64***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
15.00-15.45			SPT	19	30	24	***54***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
16.50-16.95			SPT	9	18	24	***42***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
18.00-18.45			SPT	21	19	30	***49***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**
19.50-19.95			SPT	35	50	50	***100***		**SW**						**ÇAKILLI KUM**

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ SPT

İnce taneli (Kohezyonlu)		İri Taneli (Kohezyonsuz)	
N : 0-2	Çok Yumuşak	N : 0-4	Çok Gevşek
N : 3-4	Yumuşak	N : 5-10	Gevşek
N : 5-8	Orta Katı	N : 11-30	Orta Sıkı
N : 9-13	Katı	N : 31-50	Sıkı
N : 14-30	Çok Katı	N > 50	Çok Sıkı
N :> 30	Sert		

KAYA NİTELİĞİ RQD (%)

0-25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok İyi

AYRIŞMA DERECESİ W

W1	Taze (Ayrışmamış)
W2	Az Ayrışmış
W3	Orta derecede Ayr.
W4	Ayrışmış
W5	Tamamen Ayrışmış

ÇATLAK SIKLIĞI (m -1)

<1	Masif
1-3	Az çatlaklı - Kırıklı
3-10	Kırıklı
10-50	Çok Çatlaklı - Kırıklı
>50	Parçalanmış

Şekil 2.M Tuşba sondaj verisi

EK 3 Deney verileri

Tablo 3.A İpekyolu deney verileri 1

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	285	670	400	4,50	1.73	14(CL)
	2	365	855		8,50	1.77	-
	3	445	1025		∞	1.81	-

Tablo 3.B İpekyolu deney verileri 2

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³
MASW-1	1	205	500	329	2,00	1.70
	2	280	660		6,50	1.73
	3	360	855		∞	1.77

Tablo 3.C İpekyolu deney verileri 3

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm3	Plastisite İndisi
MASW-1	1	270	535	428	2,70	1.71	14(CL)
	2	380	760		6,60	1.75	15(CL)
	3	470	940		∞	1.79	14(CL)

Tablo 3.D İpekyolu deney verileri 4

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	270	650	416	2,50	1.73	-
	2	365	850		6,00	1.77	19(CL)
	3	450	1075		∞	1.82	14(CL)

Tablo 3.E İpekyolu deney verileri 5

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	300	580	380	4,50	1.72	-
	2	360	685		7,00	1.74	12
	3	400	800		∞	1.76	-

Tablo 3.F İpekyolu deney verileri 6

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	300	580	380	4,50	1.72	14(CL)
	2	360	685		7,00	1.74	-
	3	400	800		∞	1.76	18(CL)

Tablo 3.G İpekyolu deney verileri 7

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	(Vs)30 m/sn	h (m)	ρ gr/cm3	Plastisite İndisi
MASW -1	1	305	610	355	6,50	1.72	16(CL)
	2	370	740		∞	1.75	15(CL)

Tablo 3.I İpekyolu deney verileri 8

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	285	670	395	4,00	1.73	16(CL)
	2	375	885		9,00	1.78	-
	3	430	1015		∞	1.80	15(CL)

Tablo 3.J İpekyolu deney verileri 9

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	295	650	380	5,00	1.73	-
	2	365	770		8,00	1.75	12(CL)
	3	410	950		∞	1.79	16(CL)

Tablo 3.K İpekyolu deney verileri 10

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	300	580	380	4,50	1.72	14(CL)
	2	360	685		7,00	1.74	-
	3	400	800		∞	1.76	18(CL)

Tablo 3.L İpekyolu deney verileri 11

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	295	650	380	5,00	1.73	4(CL)
	2	365	770		8,00	1.75	-
	3	410	950		∞	1.79	-

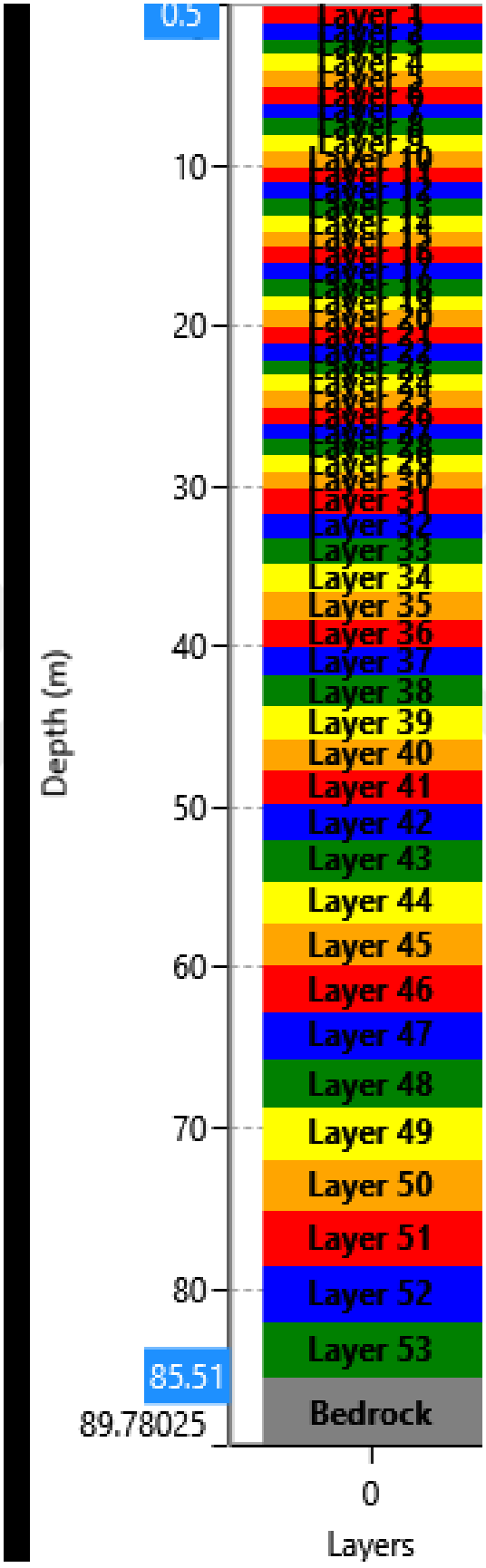
Tablo 3.M İpekyolu deney verileri 12

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³	Plastisite İndisi
MASW-1	1	285	670	400	4,50	1.73	10(CL)
	2	365	855		8,50	1.77	-
	3	445	1025		∞	1.81	-

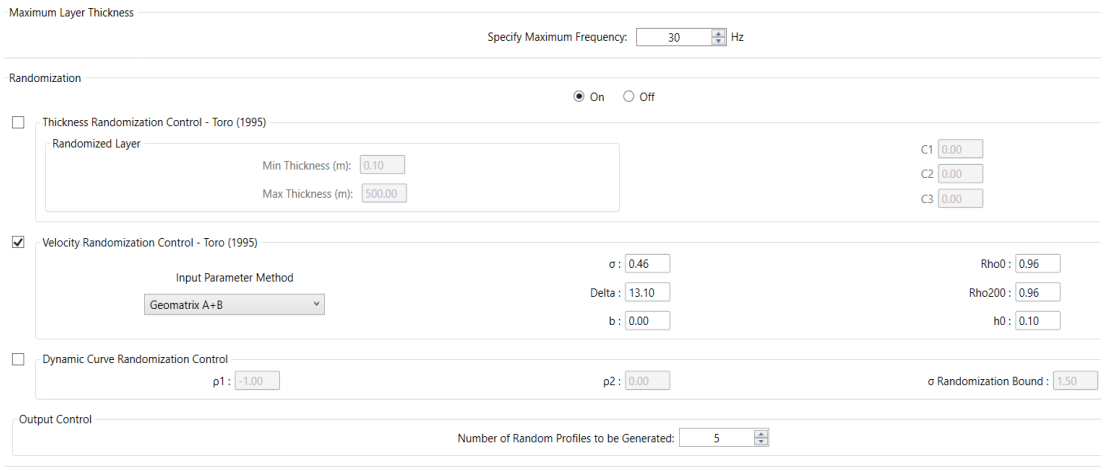
Tablo 3.N Tuşba deney verileri

Profil No	Tabaka No	Vs m/sn	Vp m/sn	$(Vs)_{30}$ m/sn	h (m)	ρ gr/cm³
MASW-1	1	270	640	350	4,50	1.73
	2	310	735		8,00	1.75
	3	380	916		∞	1.78

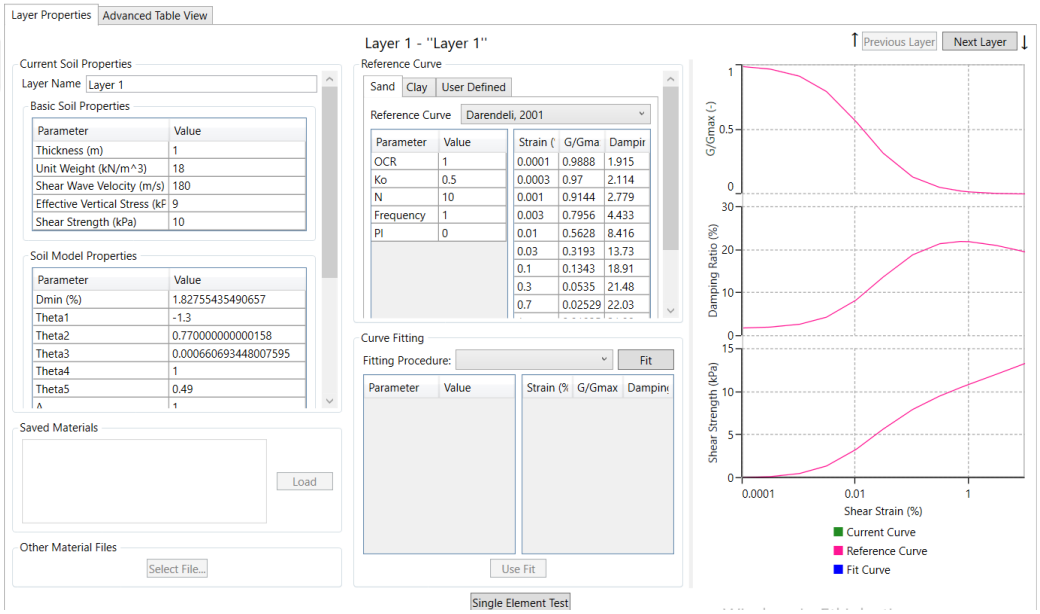
EK 4 İpekyolu için deepsoil ekran görüntüleri



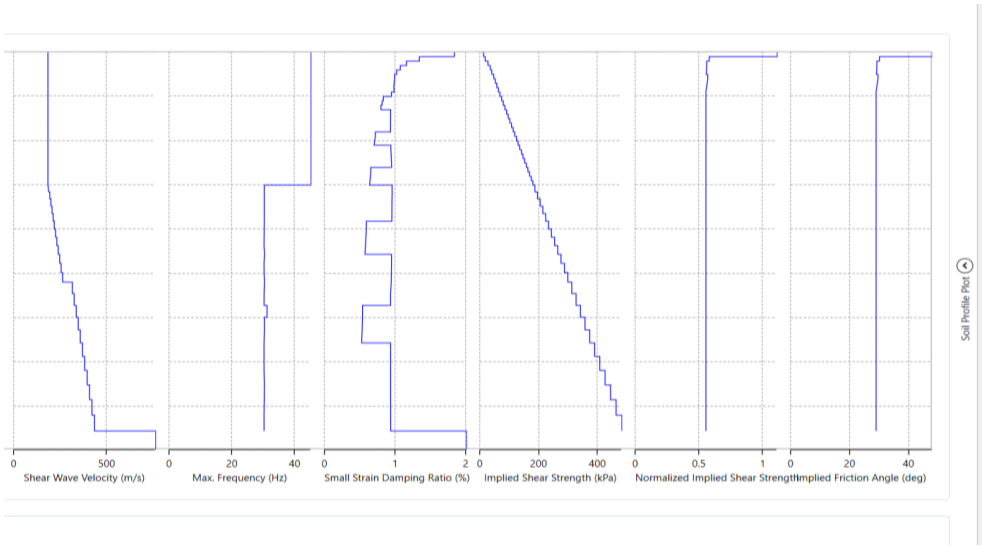
Şekil 4.A İpekyolu için temsili gerçek profil



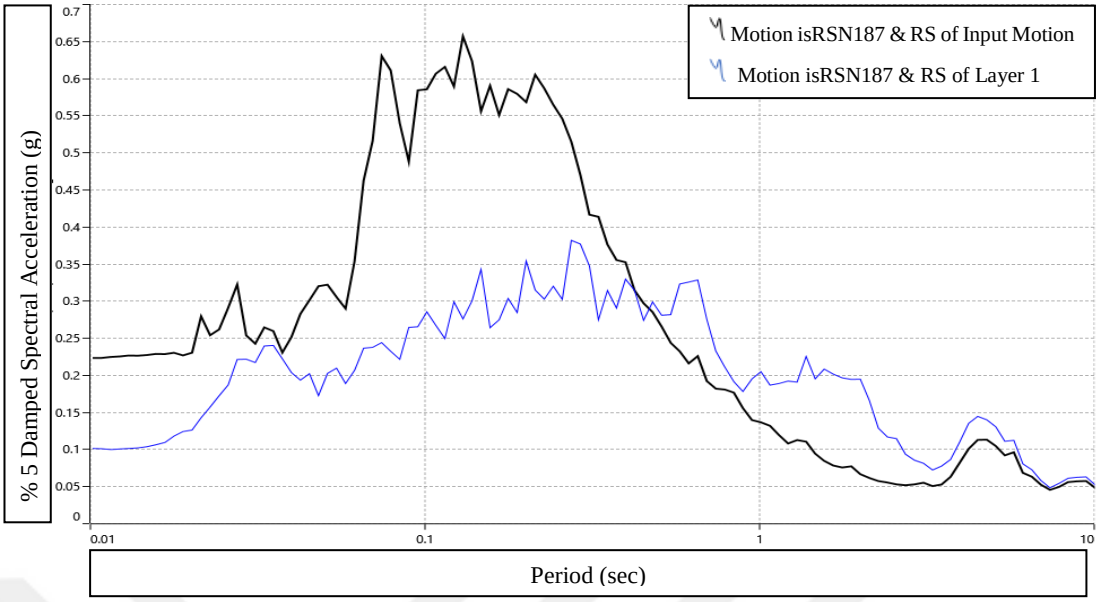
Şekil 4.B Otomatik profil oluşturma ekranı

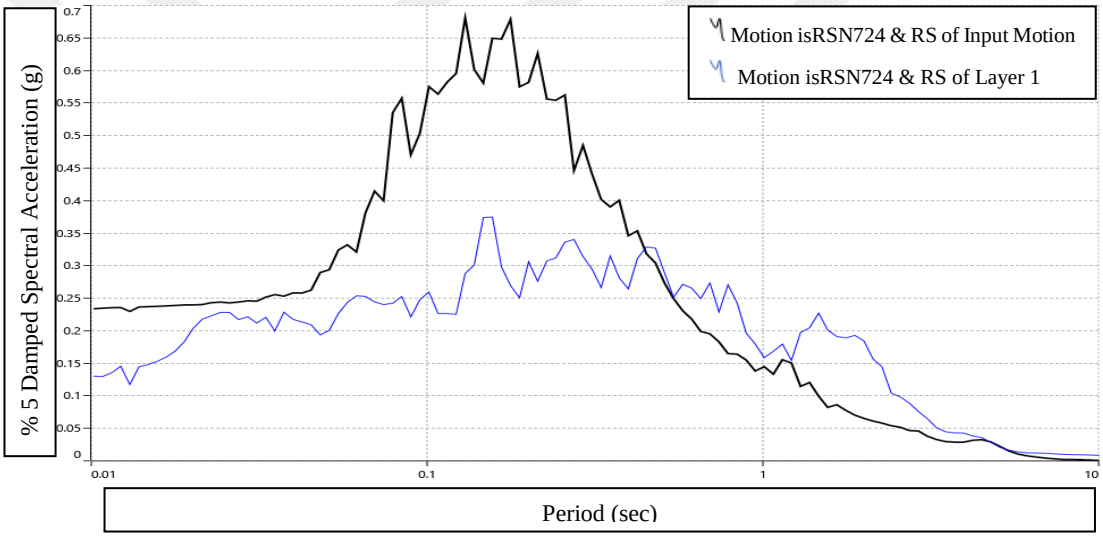


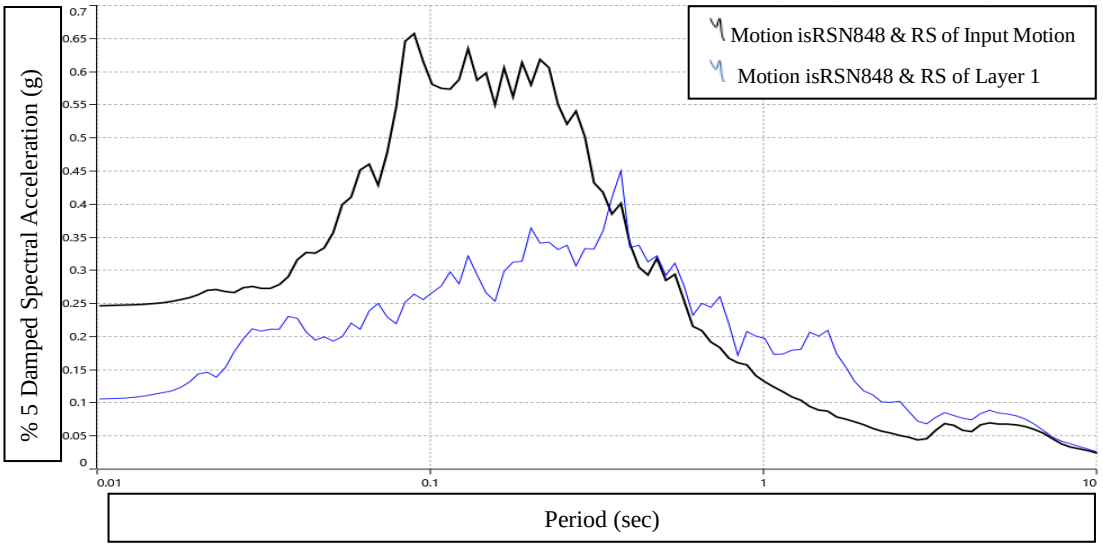
Şekil 4.C İpekyolu için temsili gerçek profile ait tabakaların malzeme modellerin oluşturulması



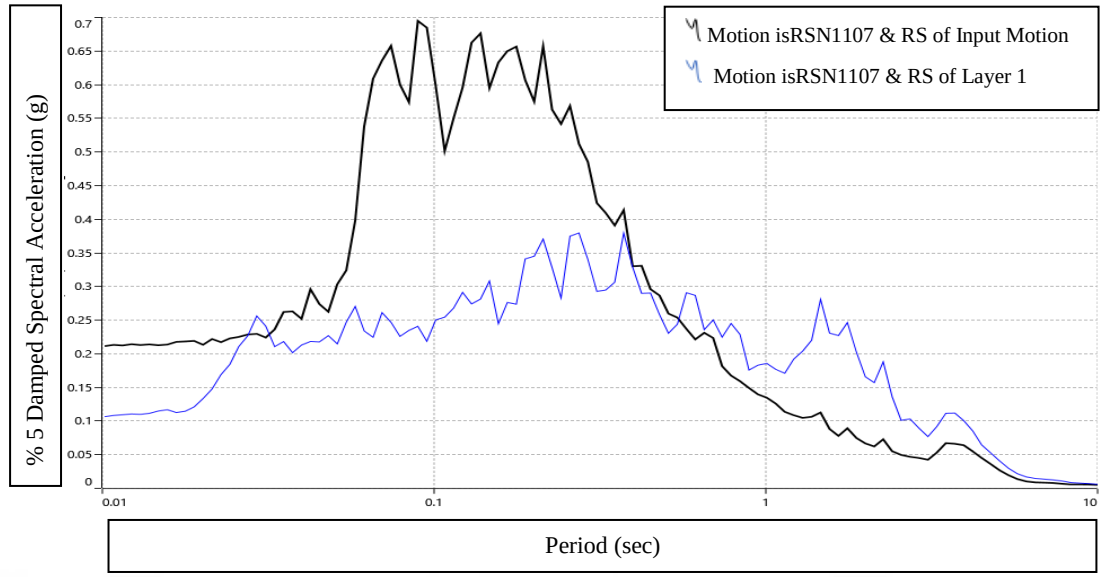
Şekil 4.D İpekyolu için temsili gerçek zemin profil değerleri

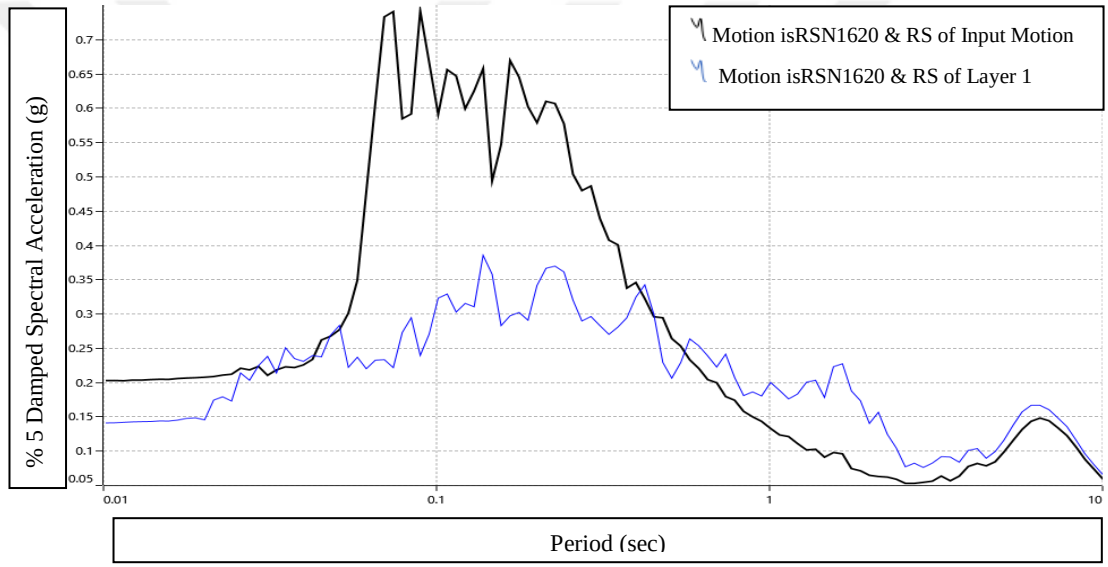


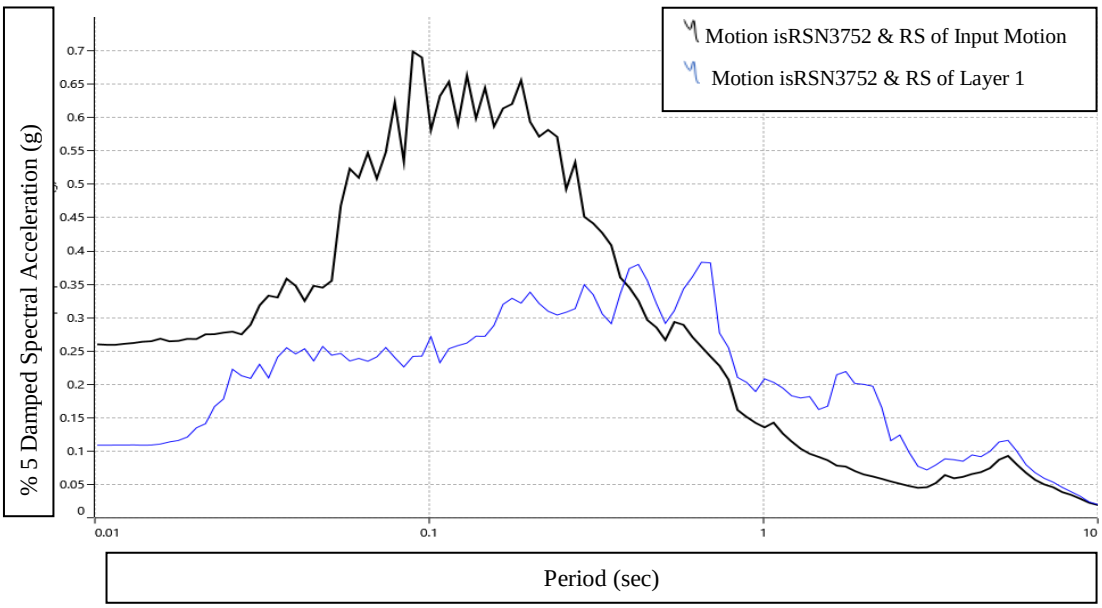




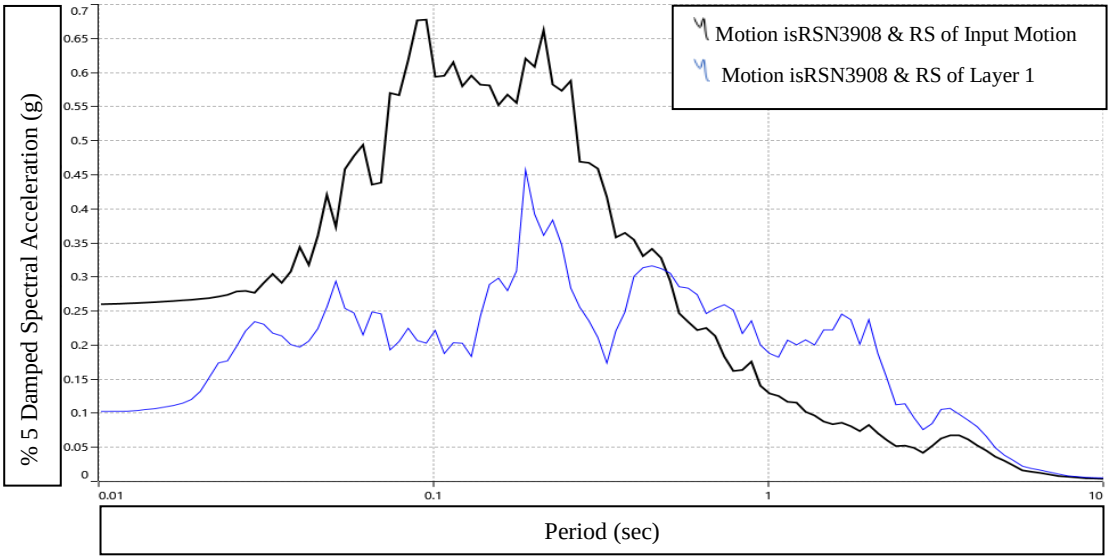
Şekil 4.E İpekyolu için temsili gerçek profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme-zaman grafikleri

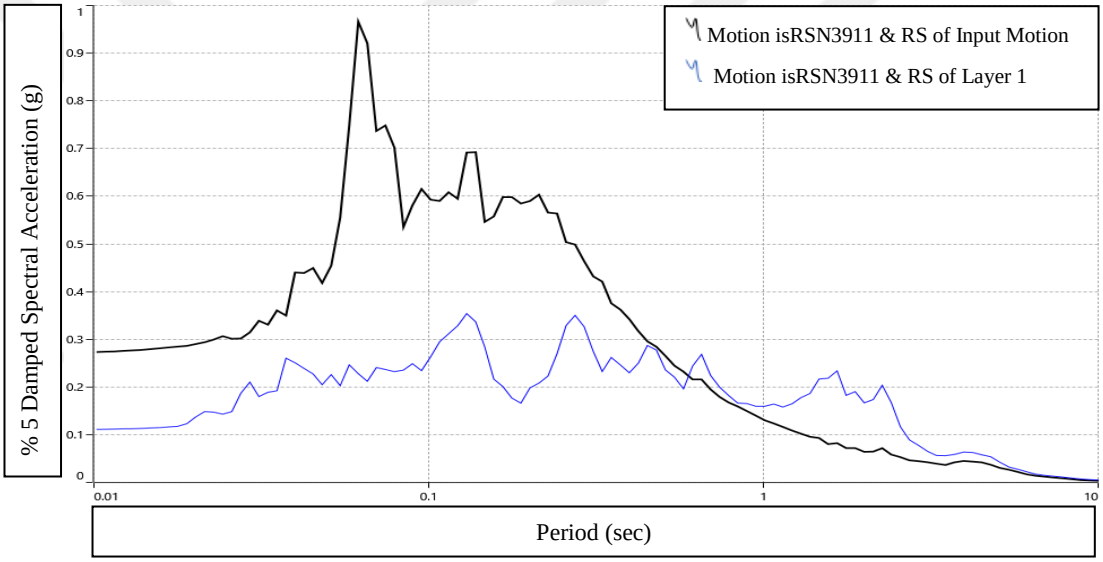


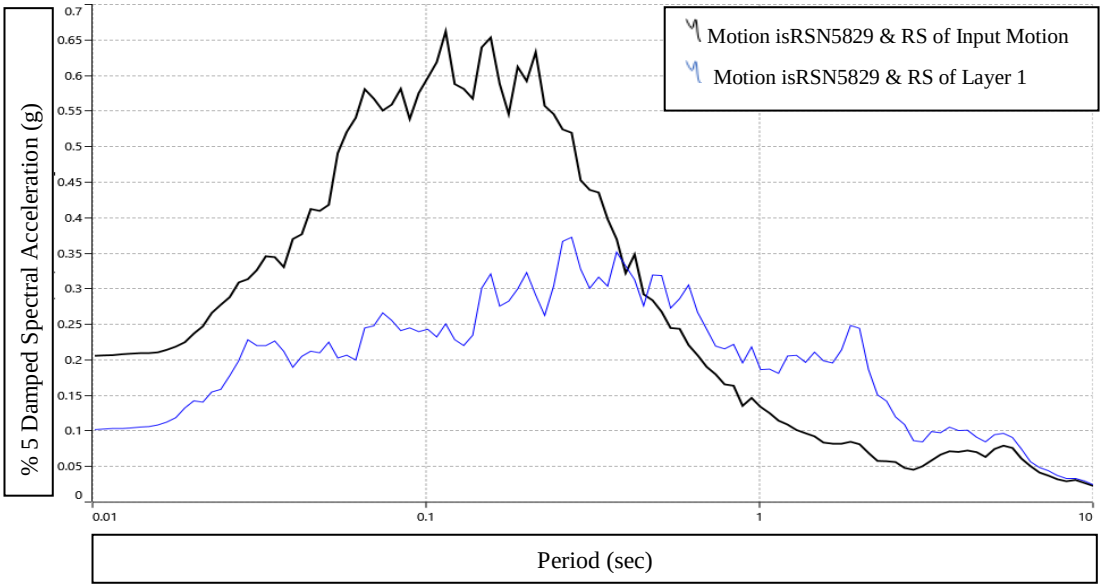




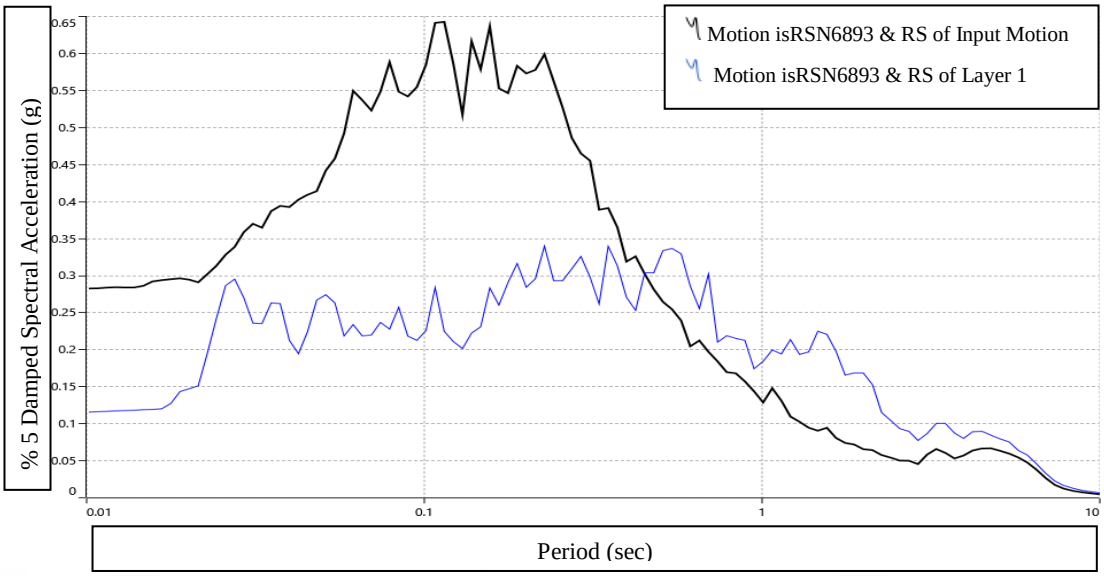
Şekil 4.E (Devam)

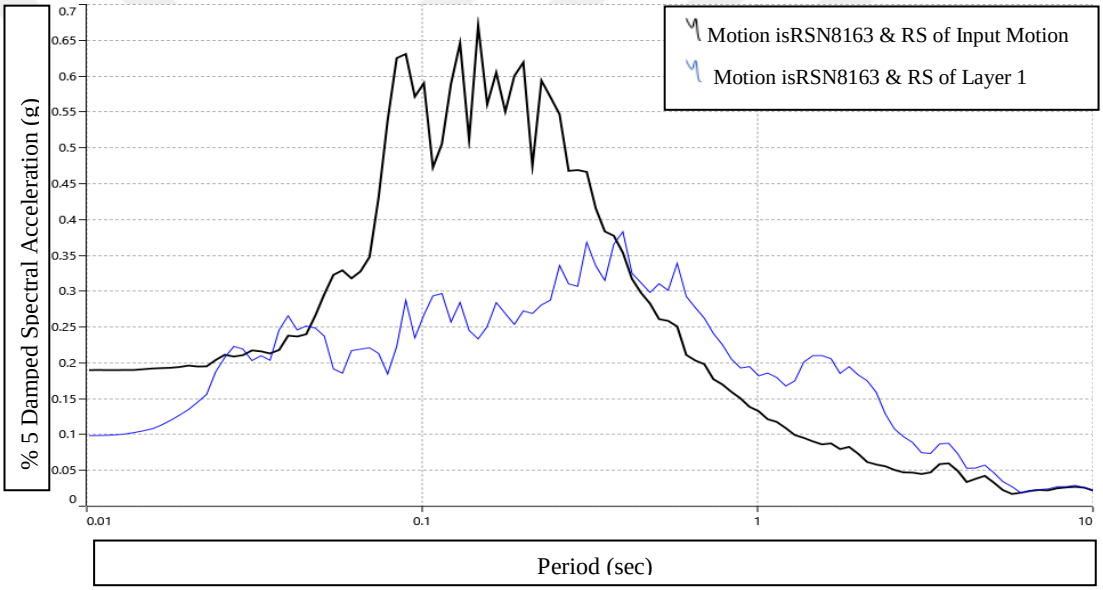




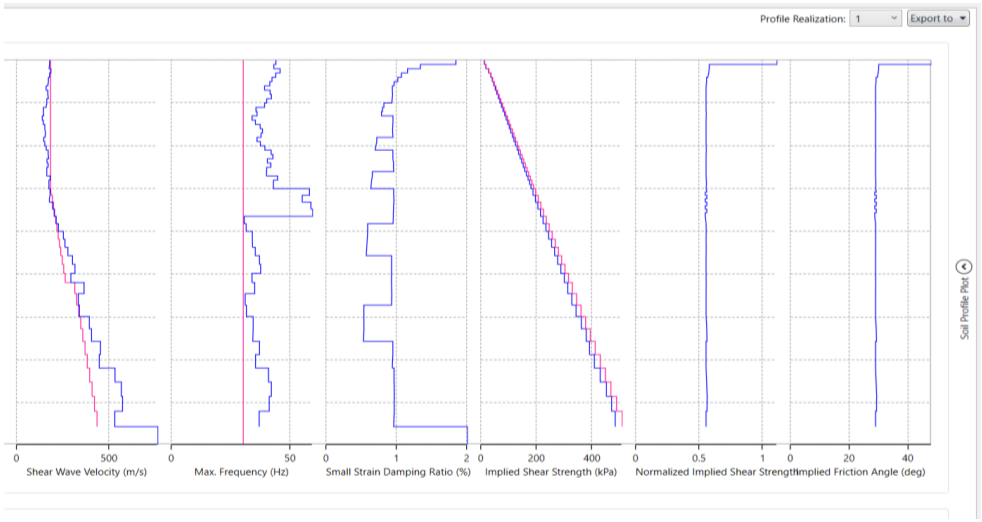


Şekil 4.E (Devam)

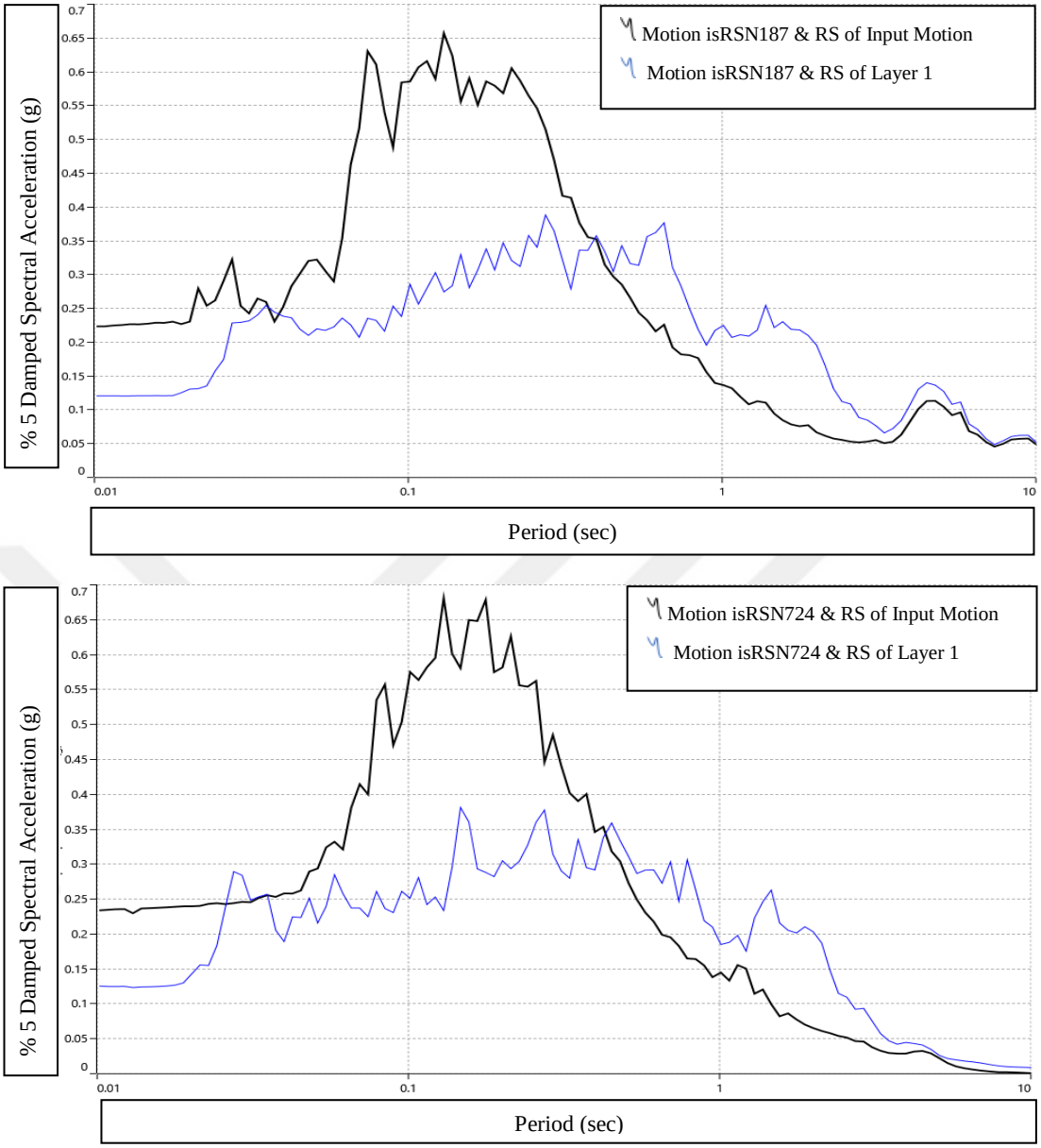




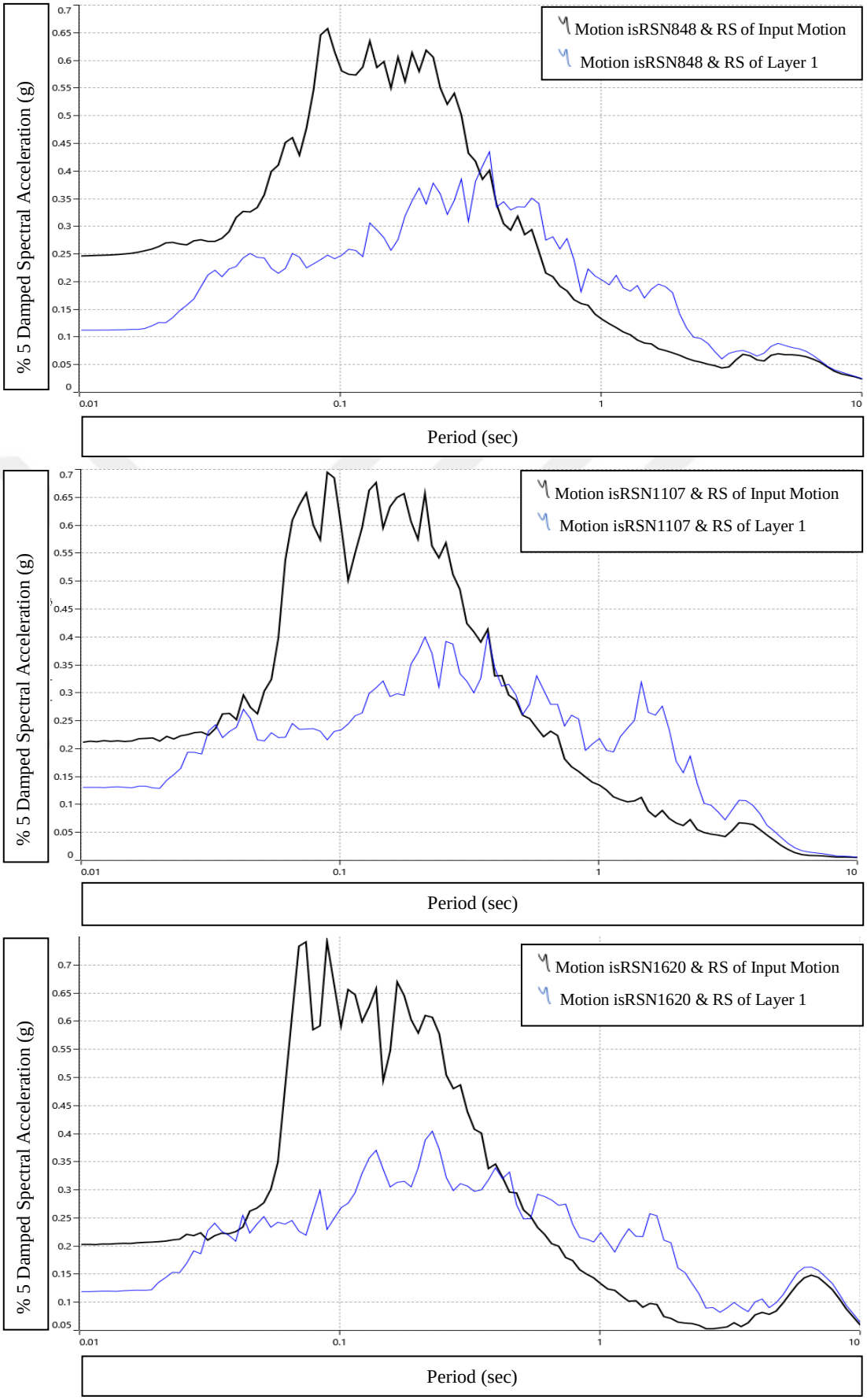
Şekil 4.E (Devam)



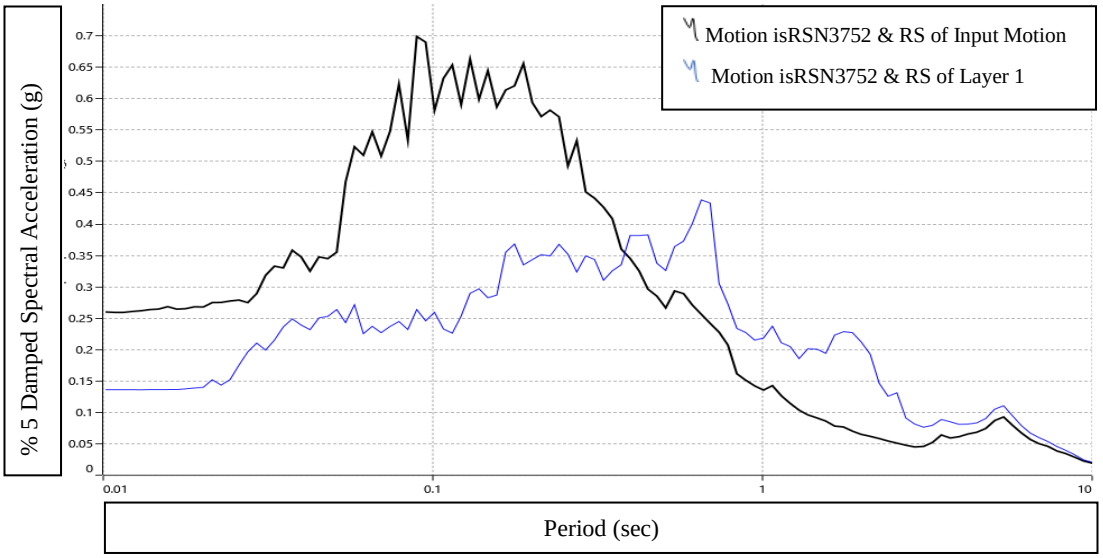
Şekil 4.F İpekyolu için oluşturulmuş 1.profil ve zemin profil değerleri

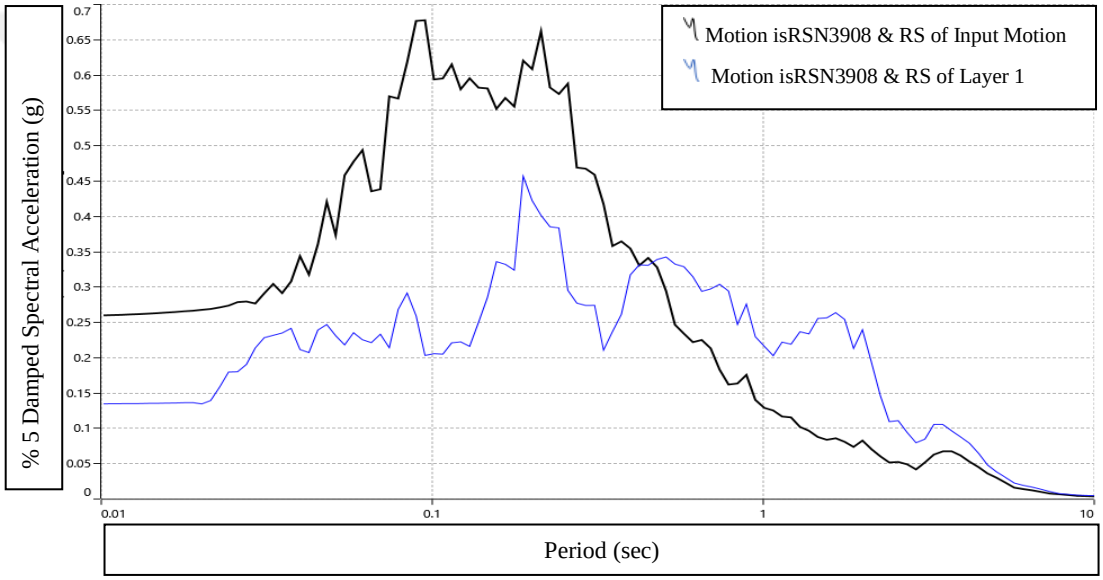


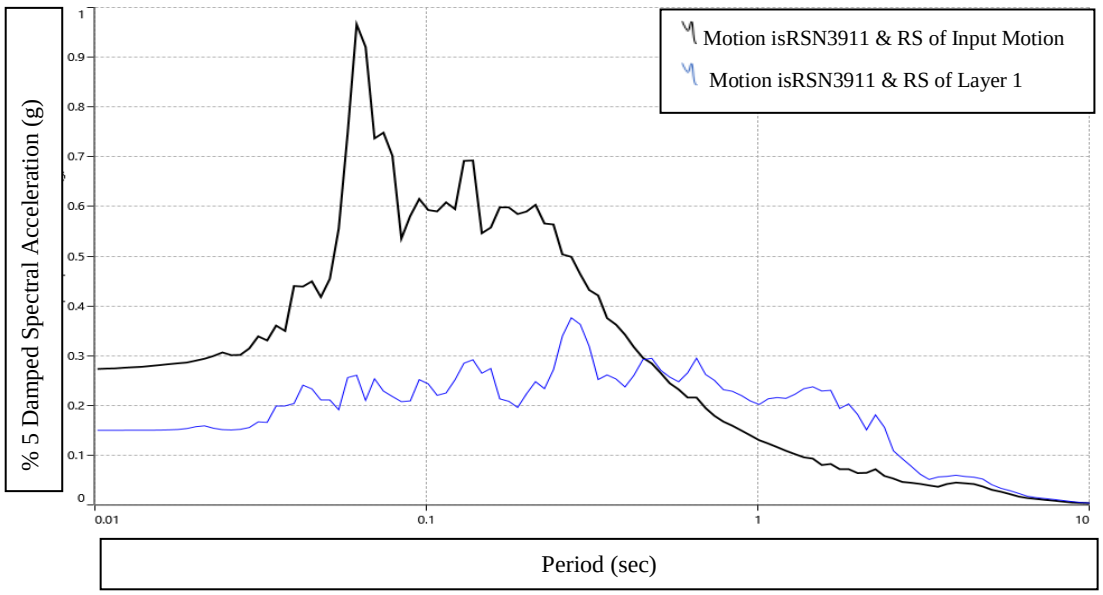
Şekil 4.G İpekyolu için oluşturulmuş 1. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri



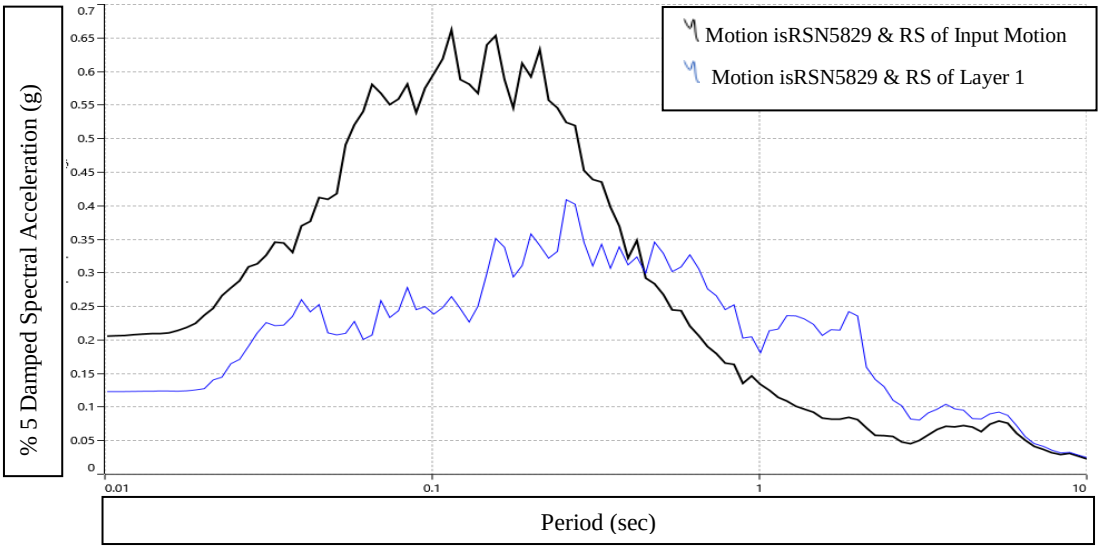
Şekil 4.G (Devam)

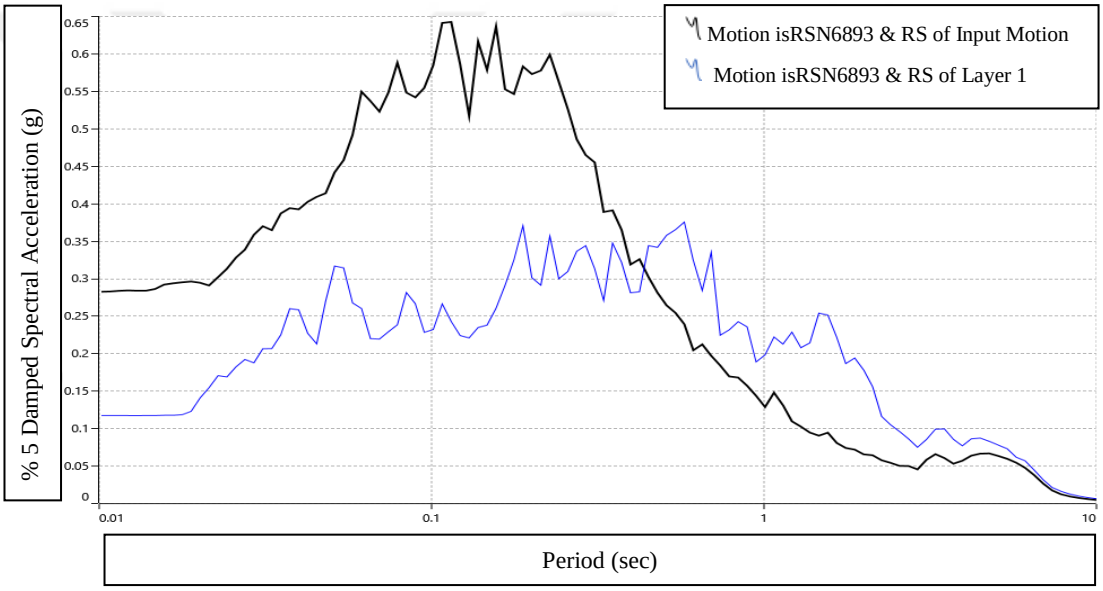


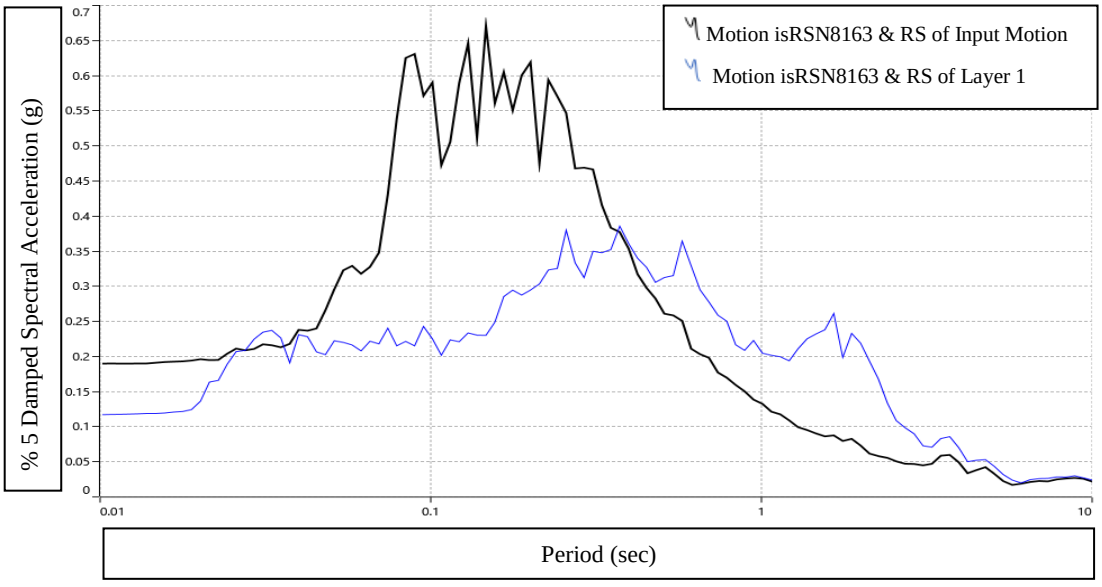




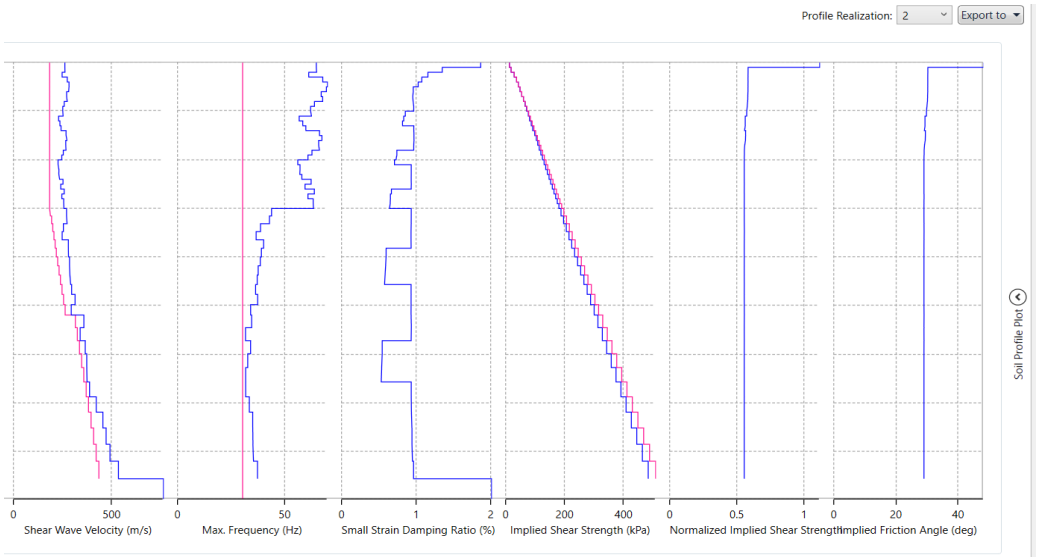
Şekil 4.G (Devam)



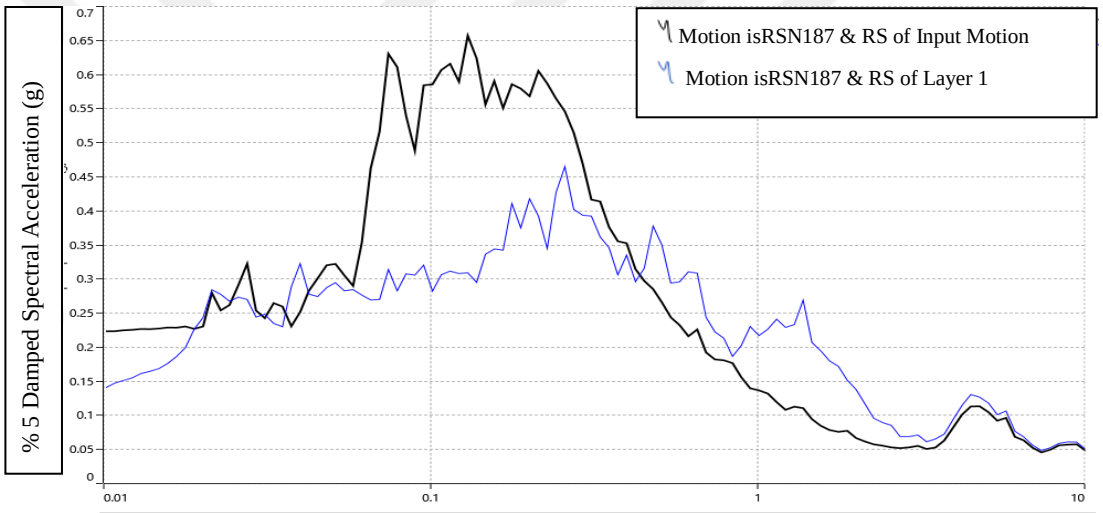


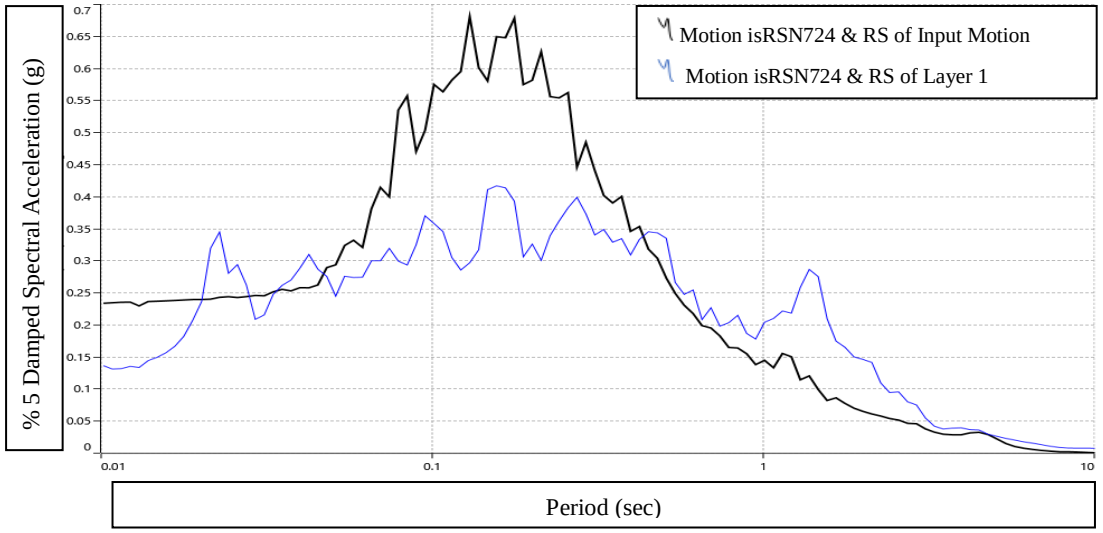


Şekil 4.G (Devam)

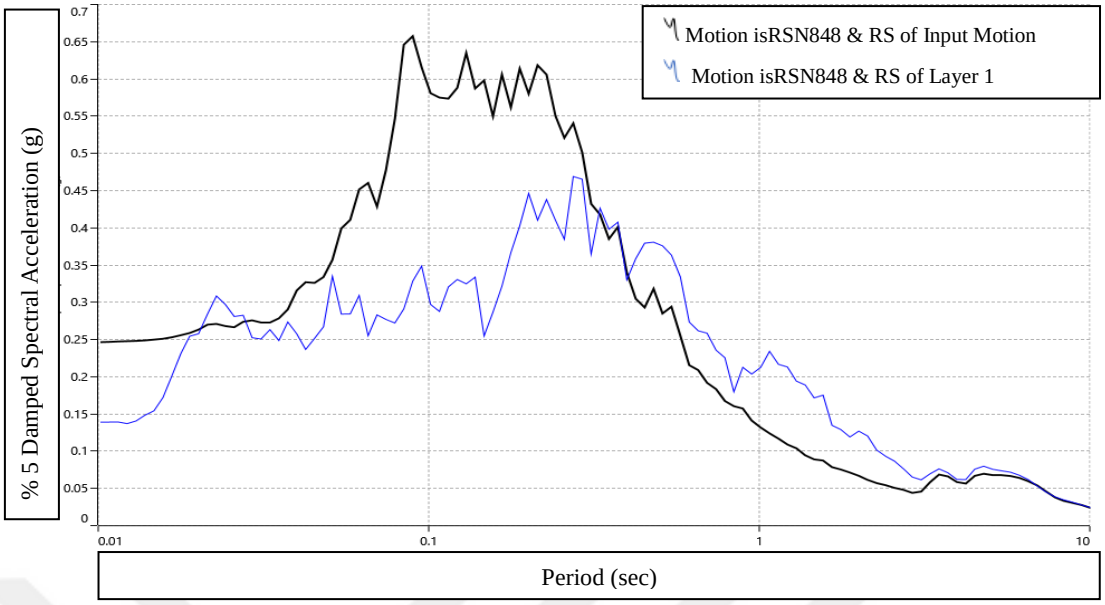


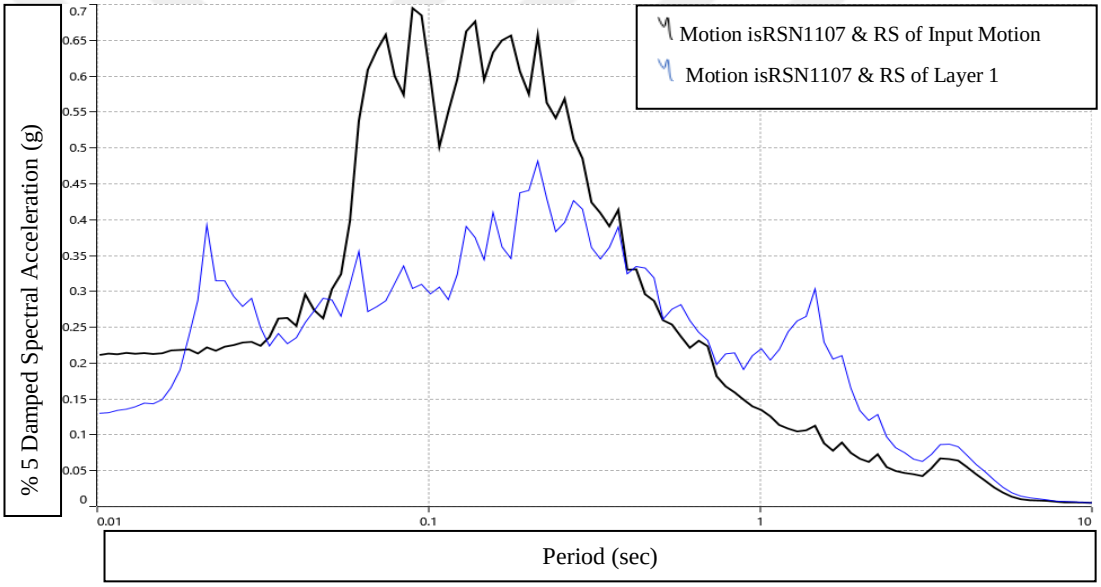
Şekil 4.H İpekyolu için oluşturulmuş 2.profil ve zemin profil değerleri

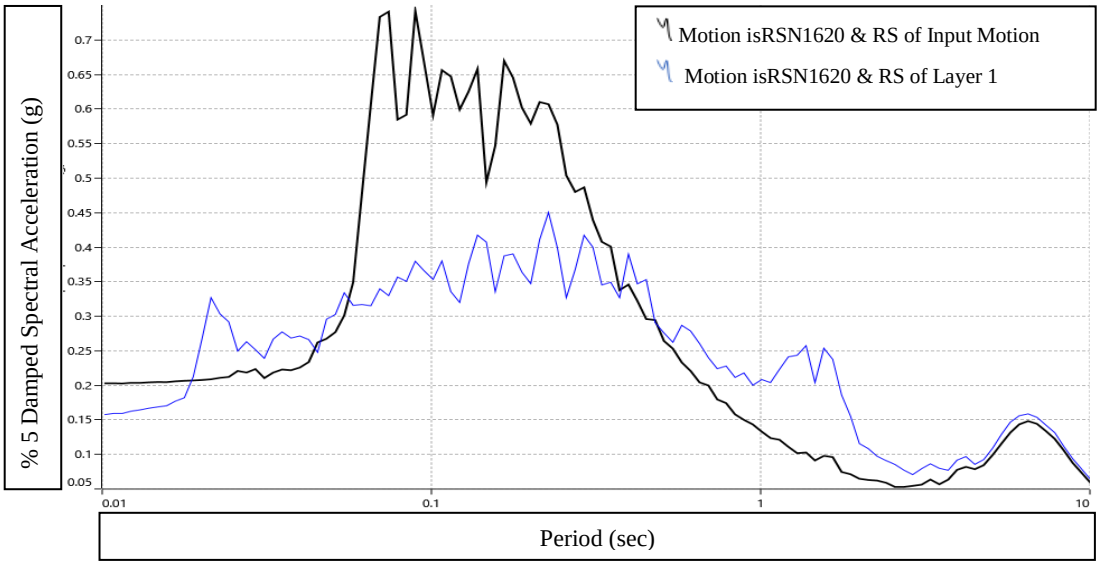




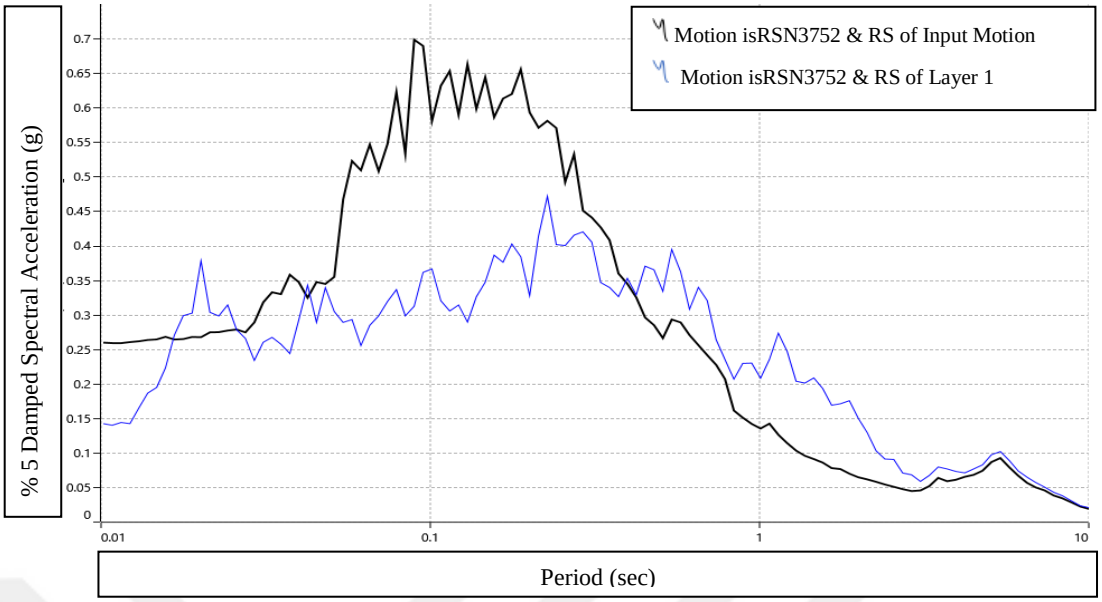
Şekil 4.I İpekyolu için oluşturulmuş 2. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri

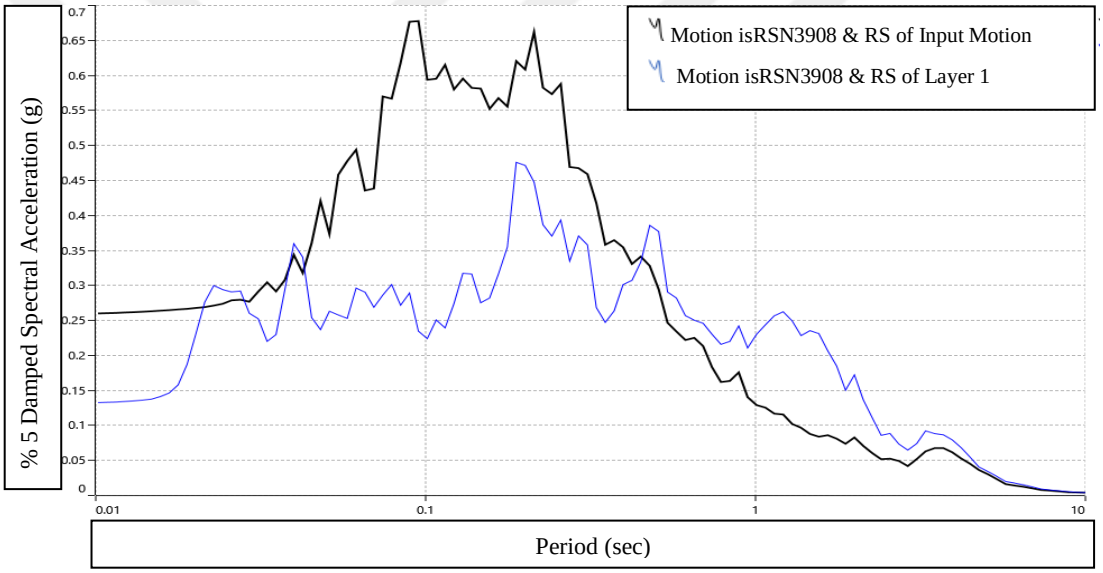


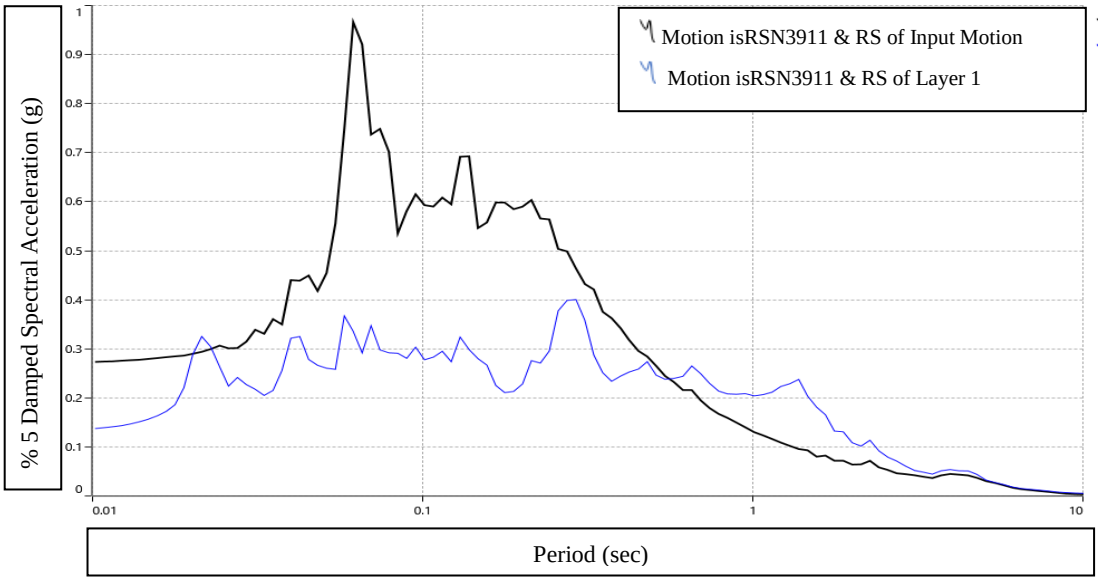




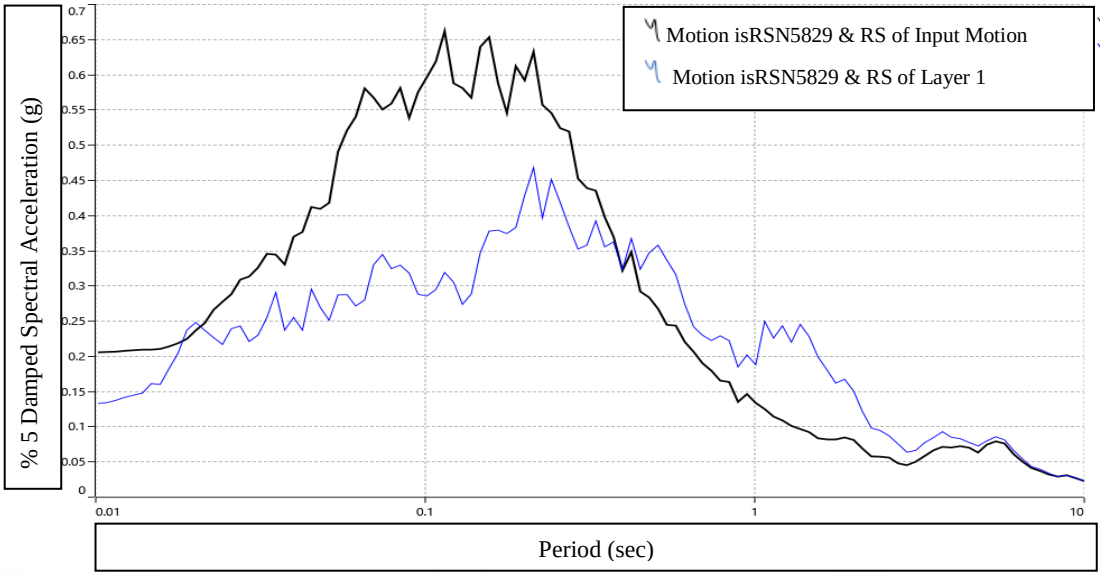
Şekil 4.I (Devam)

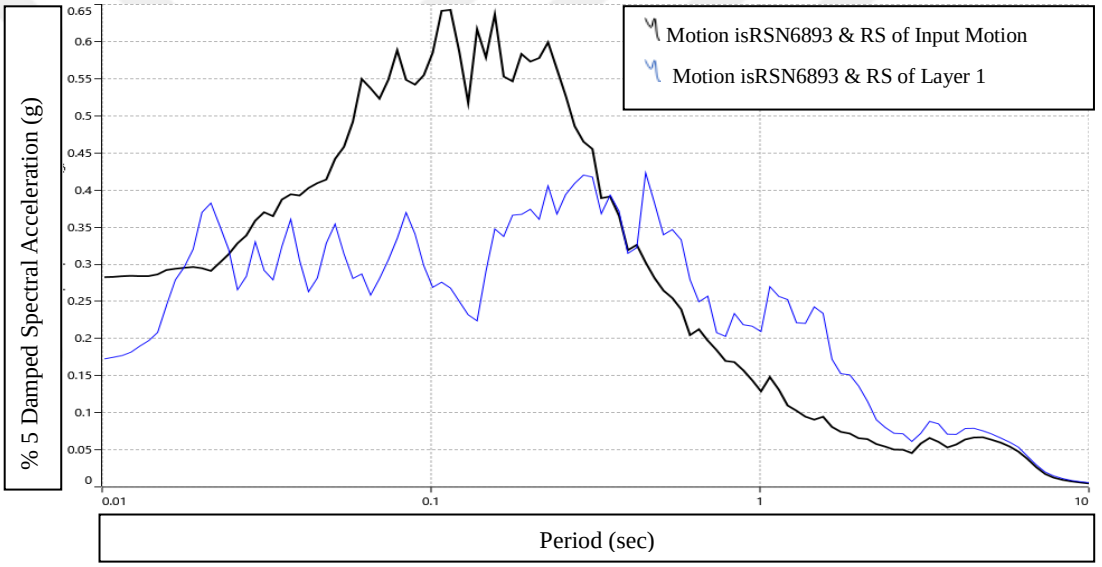


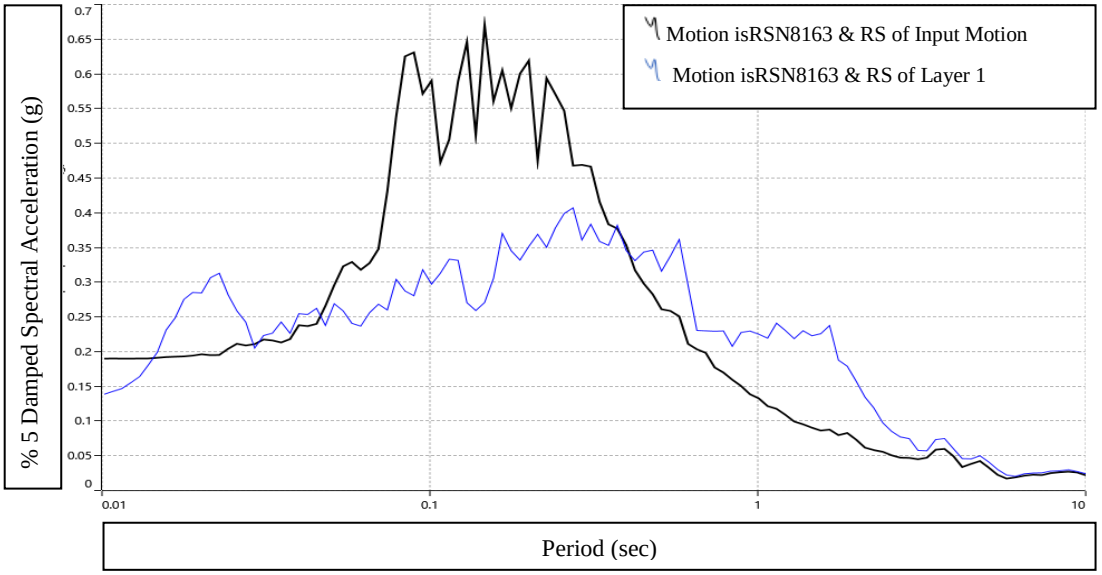




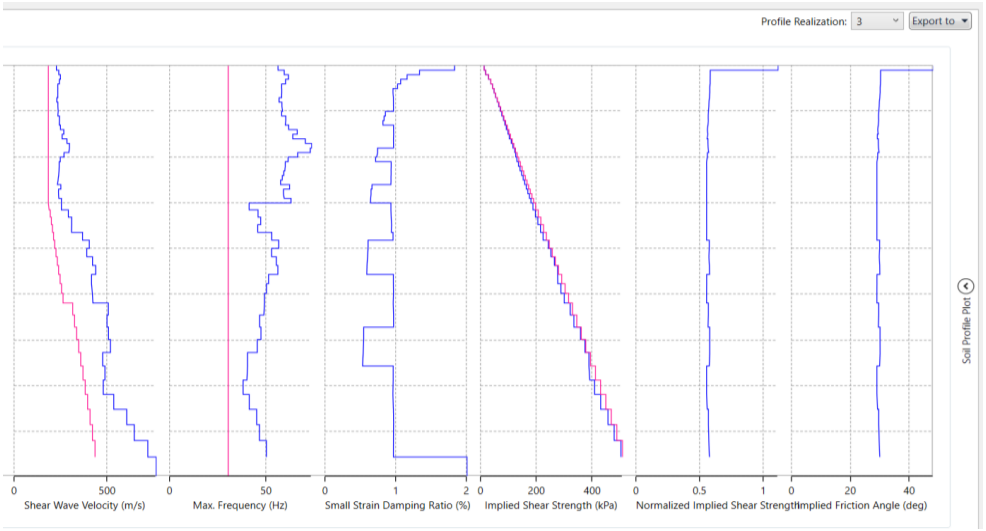
Şekil 4.I (Devam)



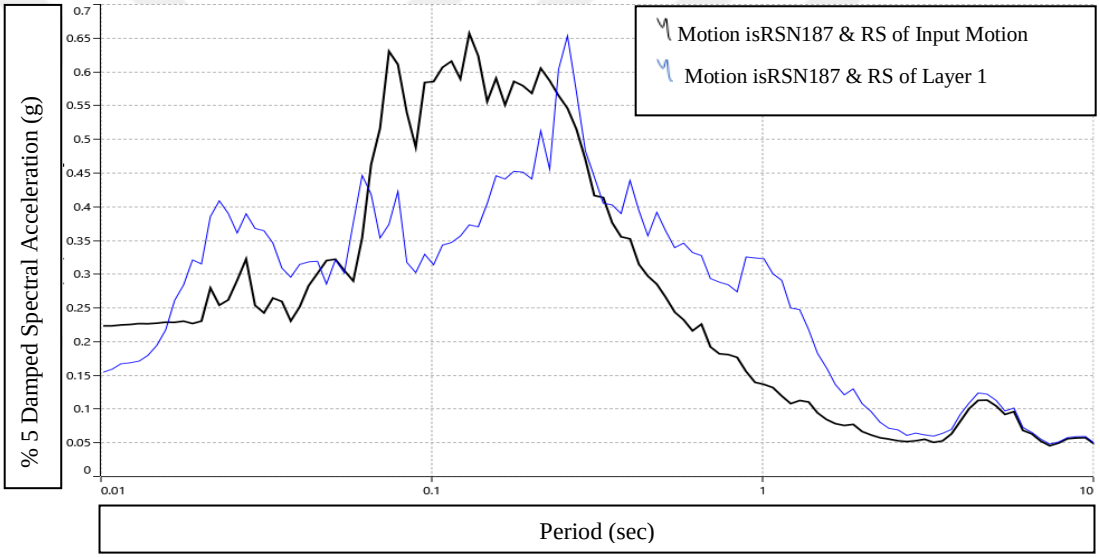


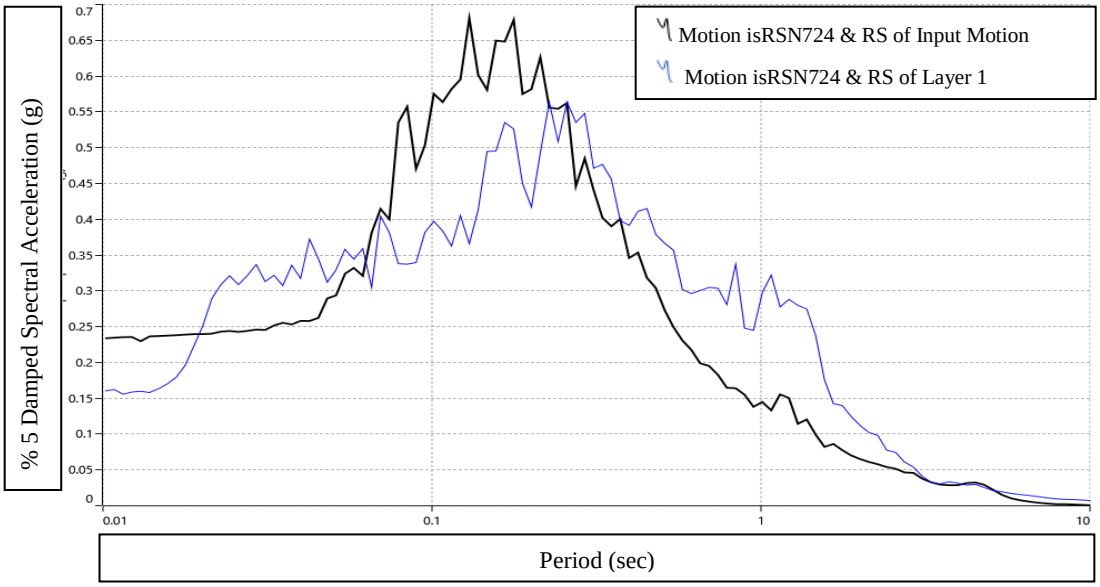


Şekil 4.I (Devam)

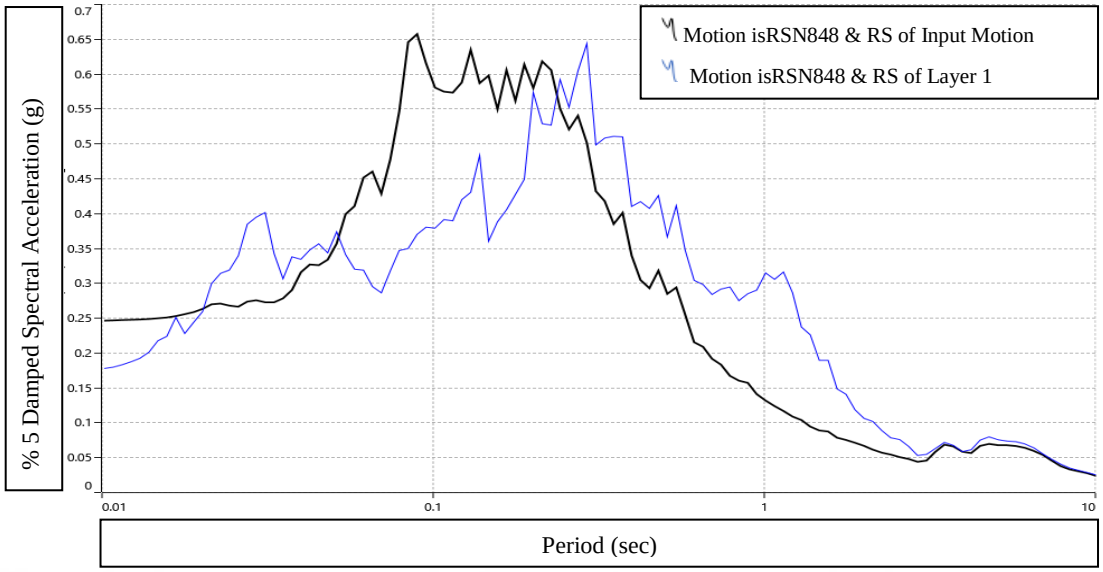


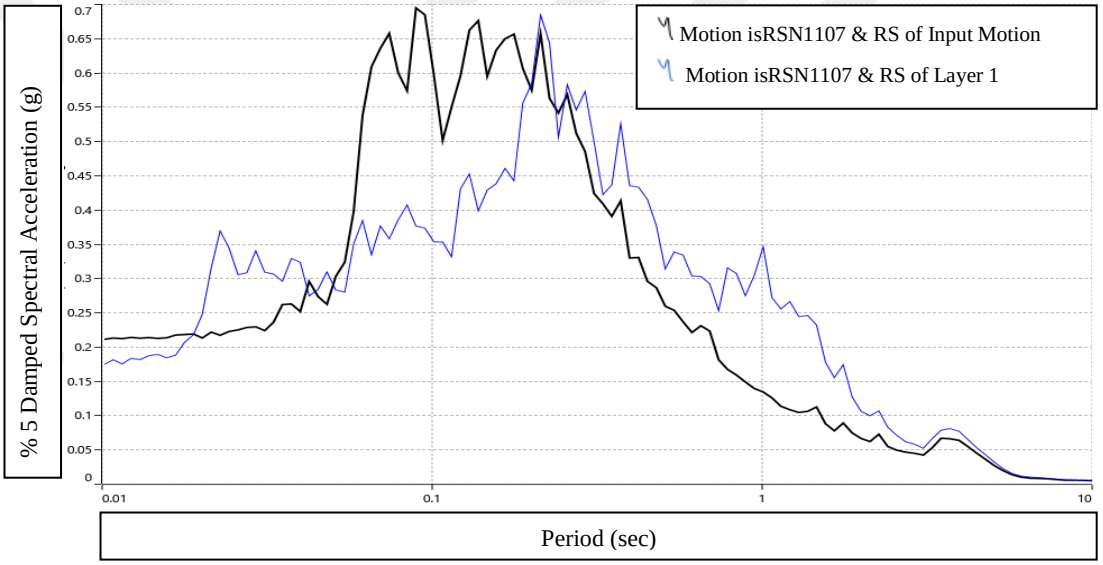
Şekil 4.J İpekyolu için oluşturulmuş 3.profil ve zemin profil değerleri

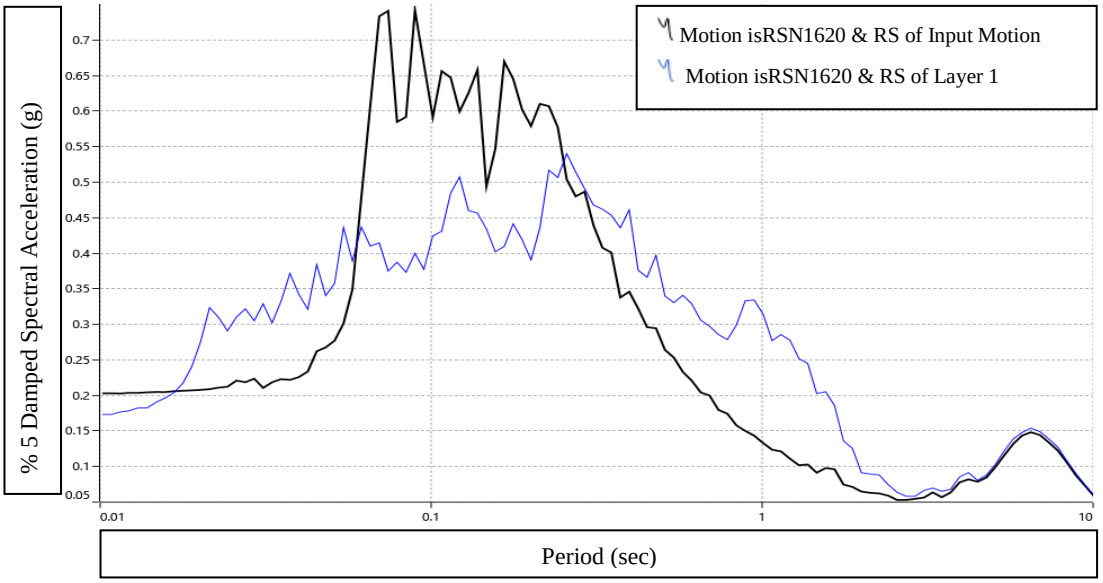




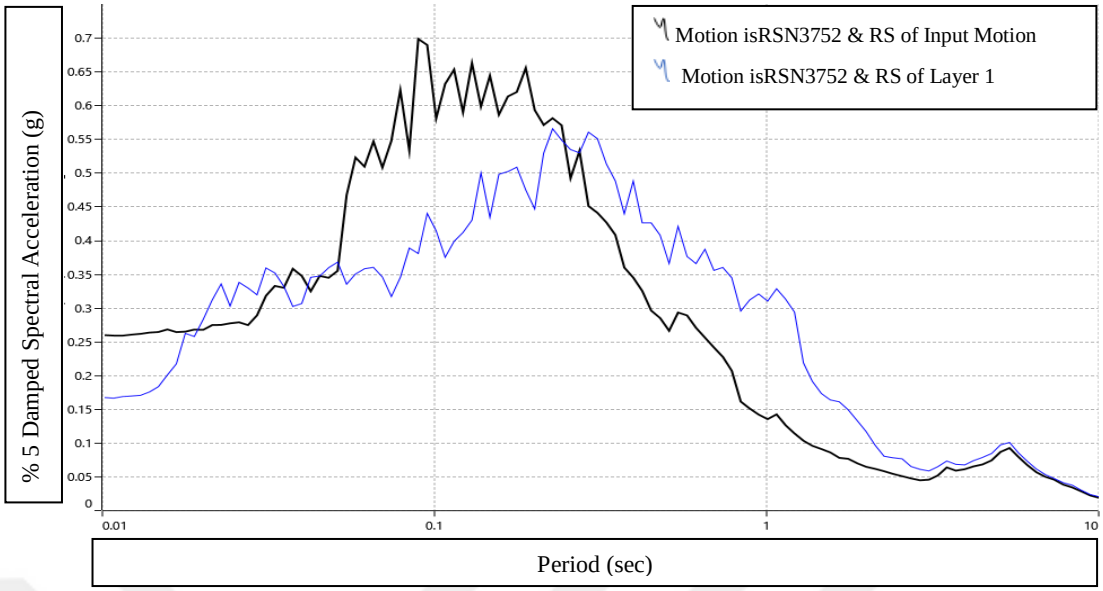
Şekil 4.K İpekyolu için oluşturulmuş 3. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri

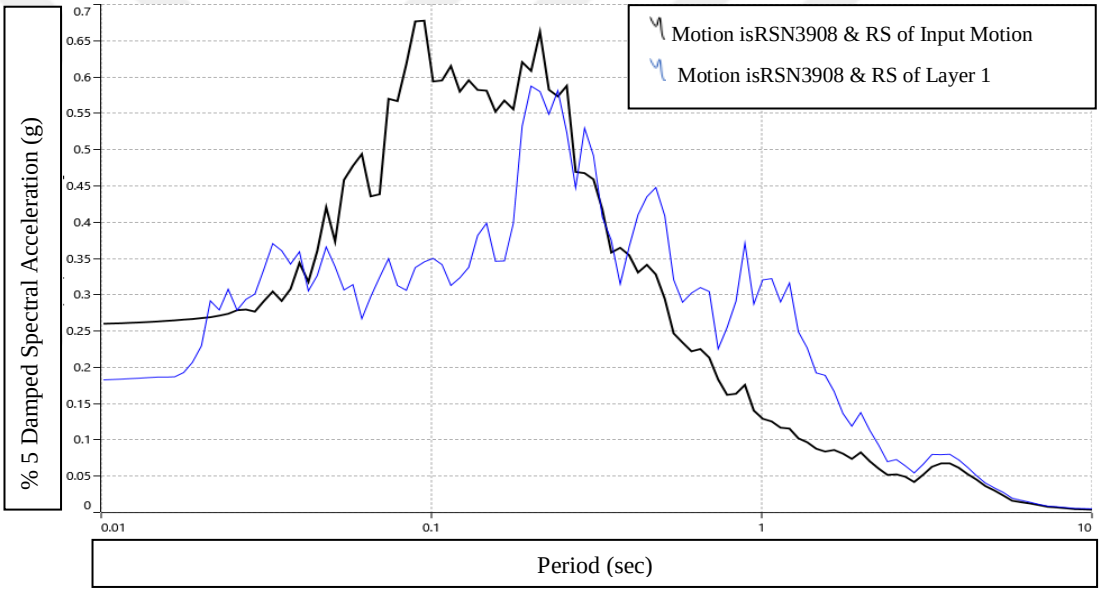


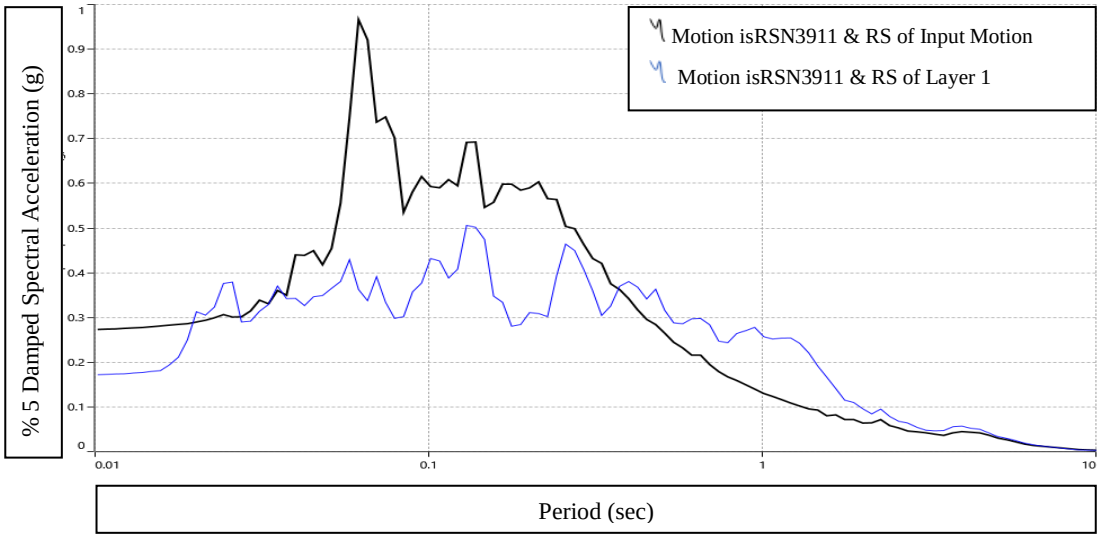




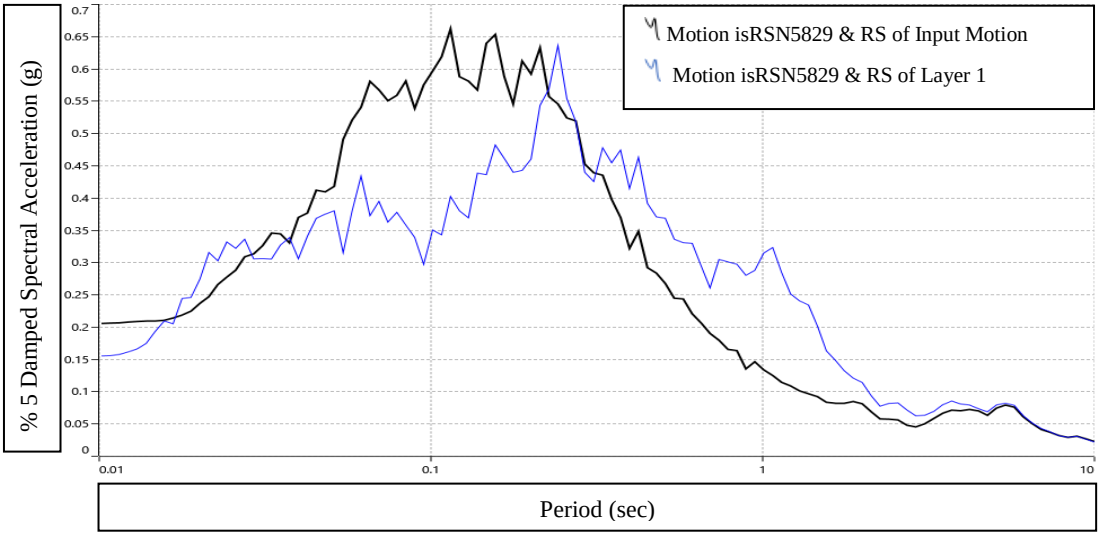
Şekil 4.K (Devam)

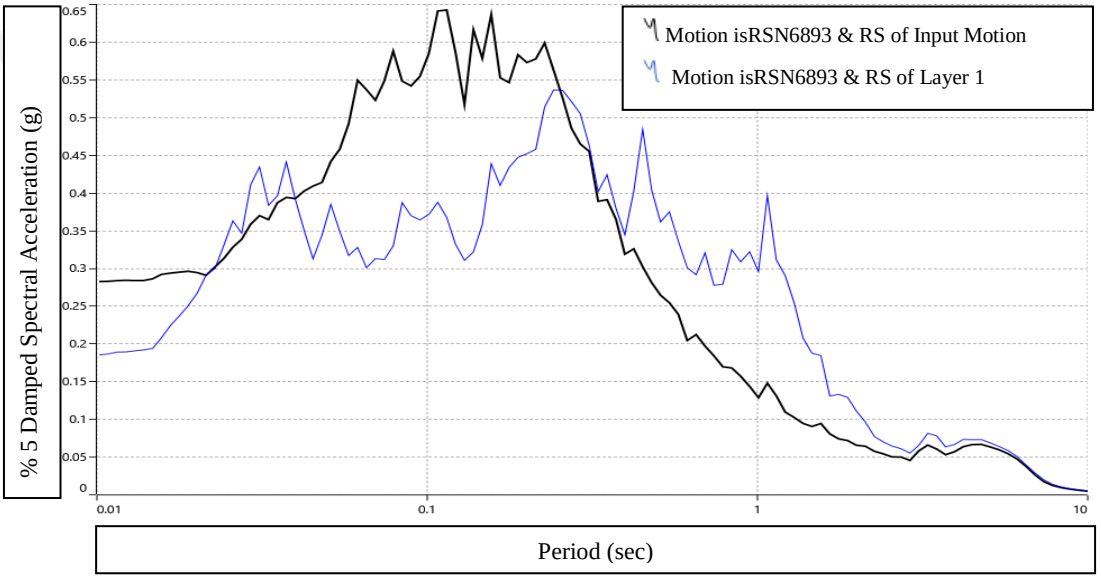


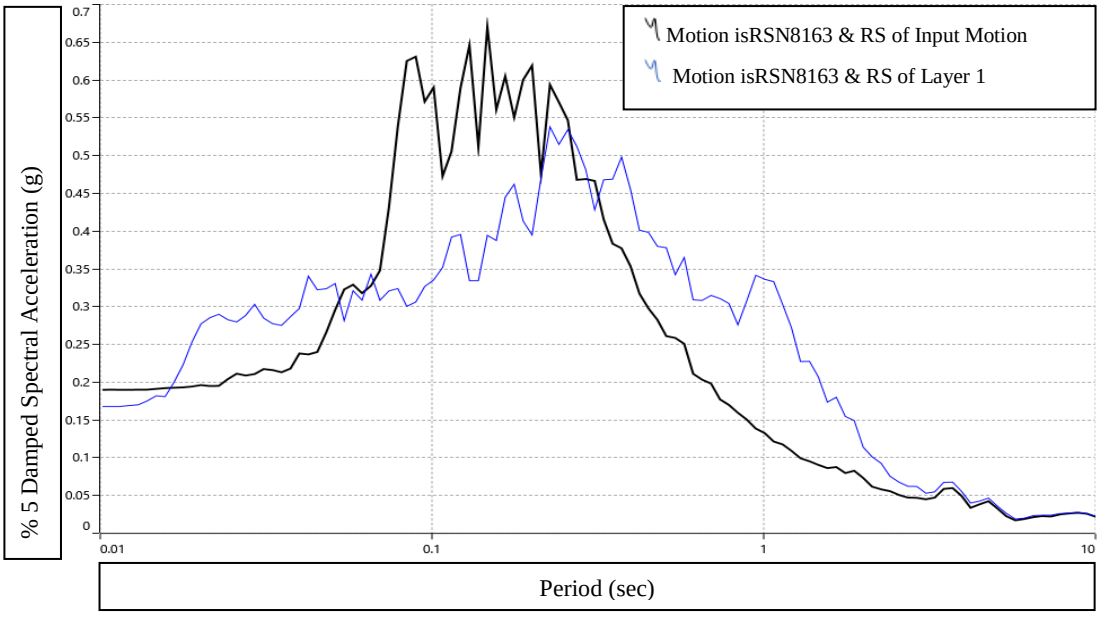




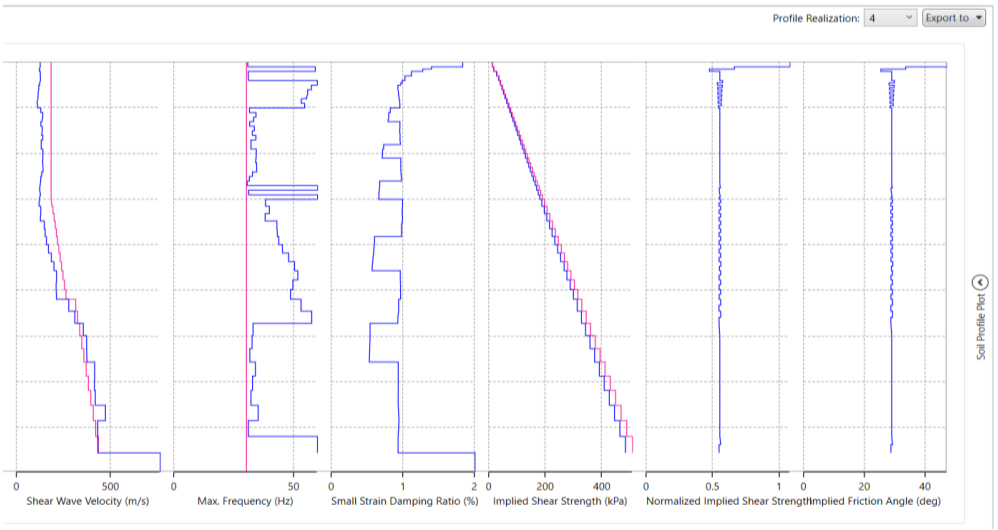
Şekil 4.K (Devam)



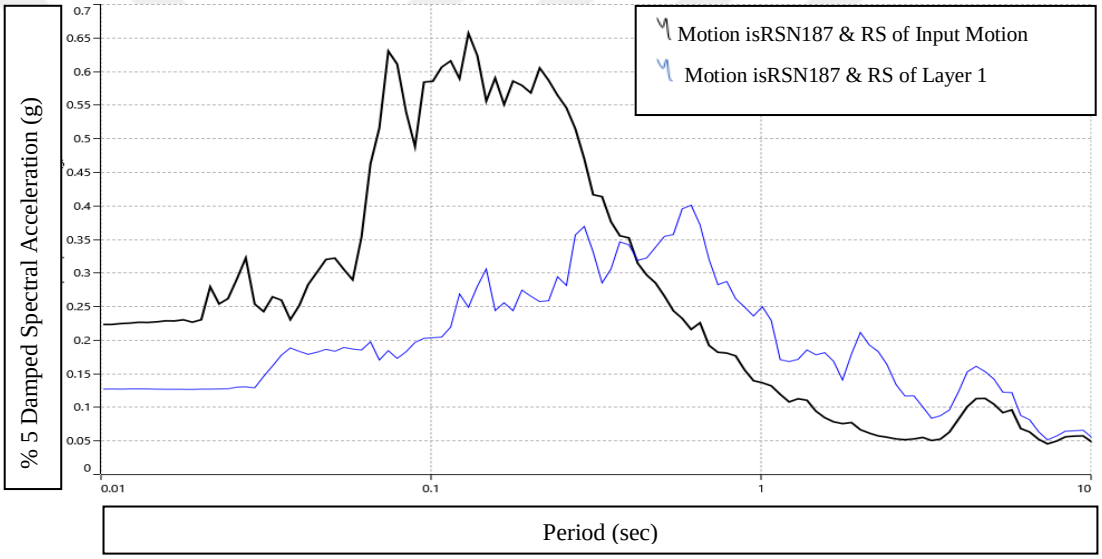


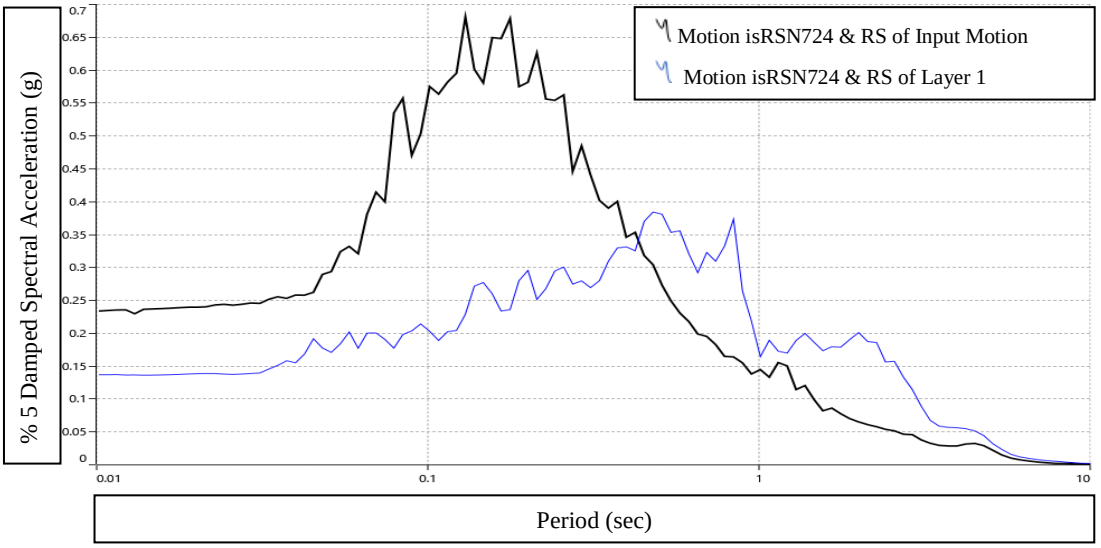


Şekil 4.K (Devam)

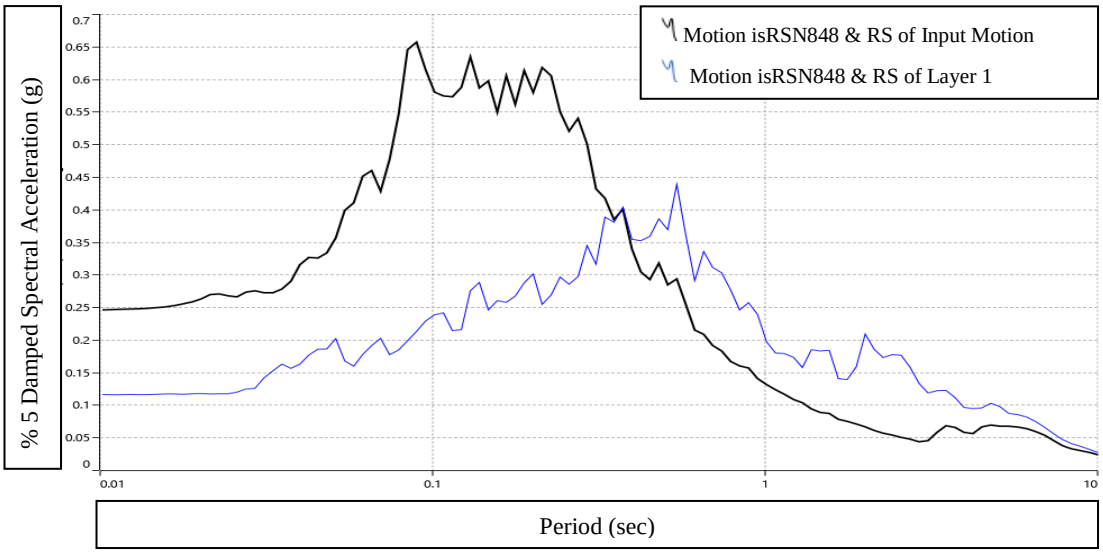


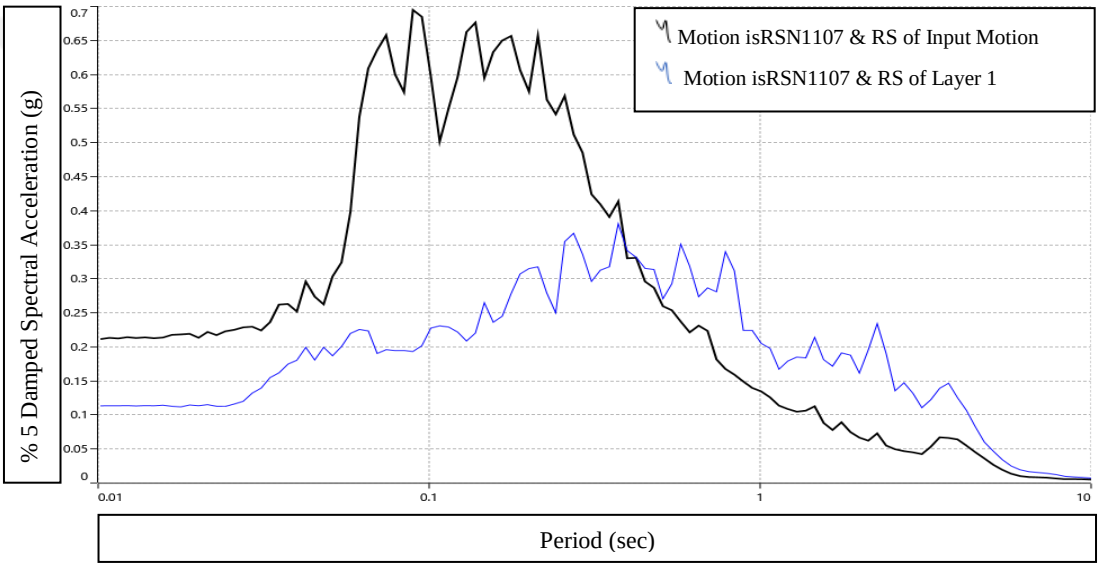
Şekil 4.L İpekyolu için oluşturulmuş 4.profil ve zemin profil değerleri

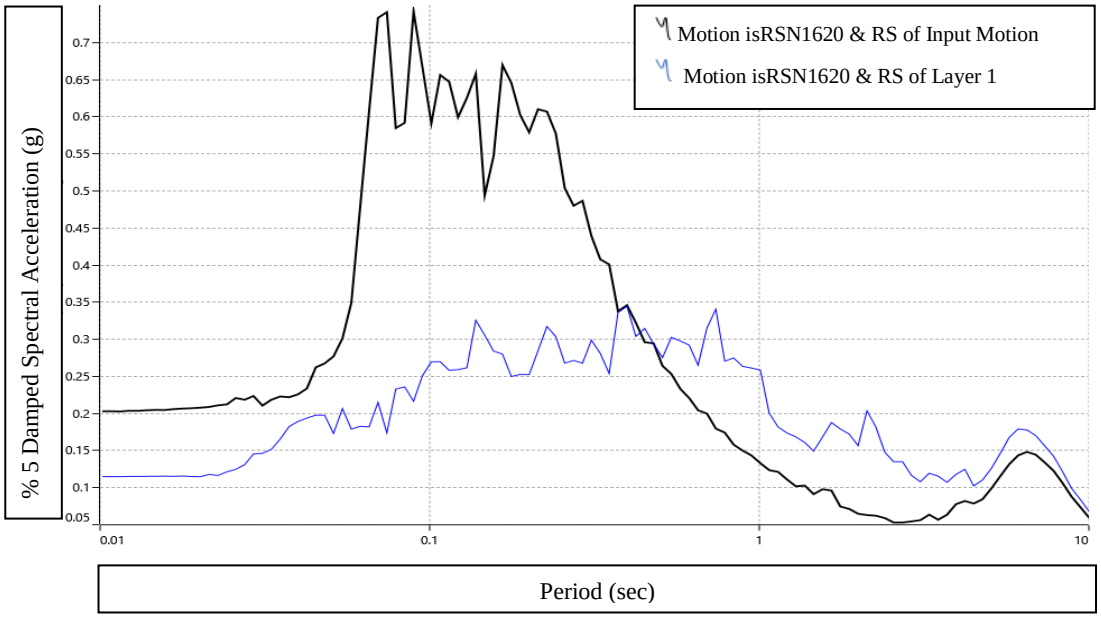




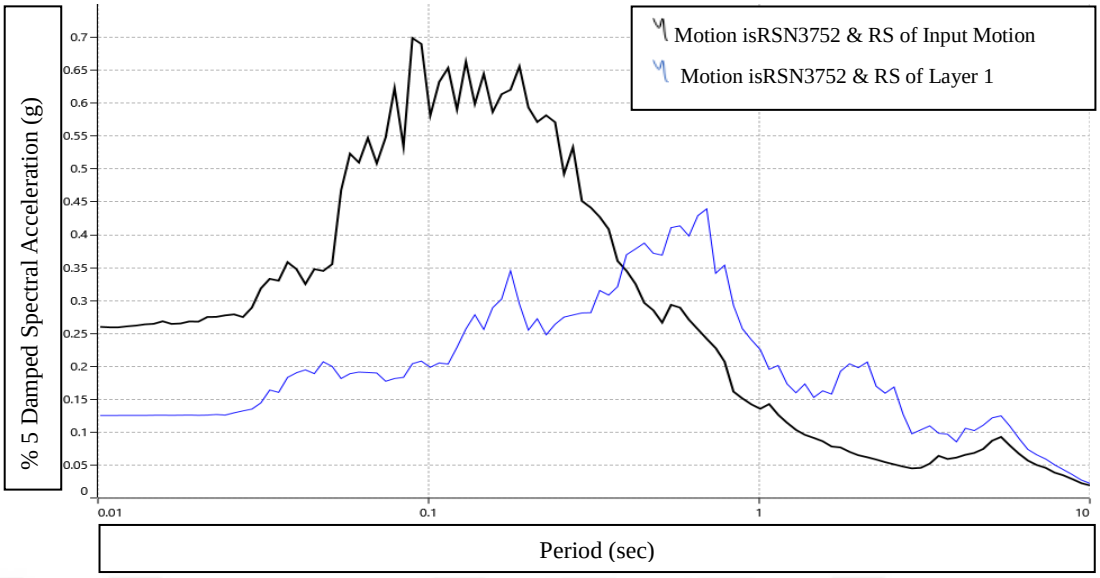
Şekil 4.M İpekyolu için oluşturulmuş 4. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme-zaman grafikleri

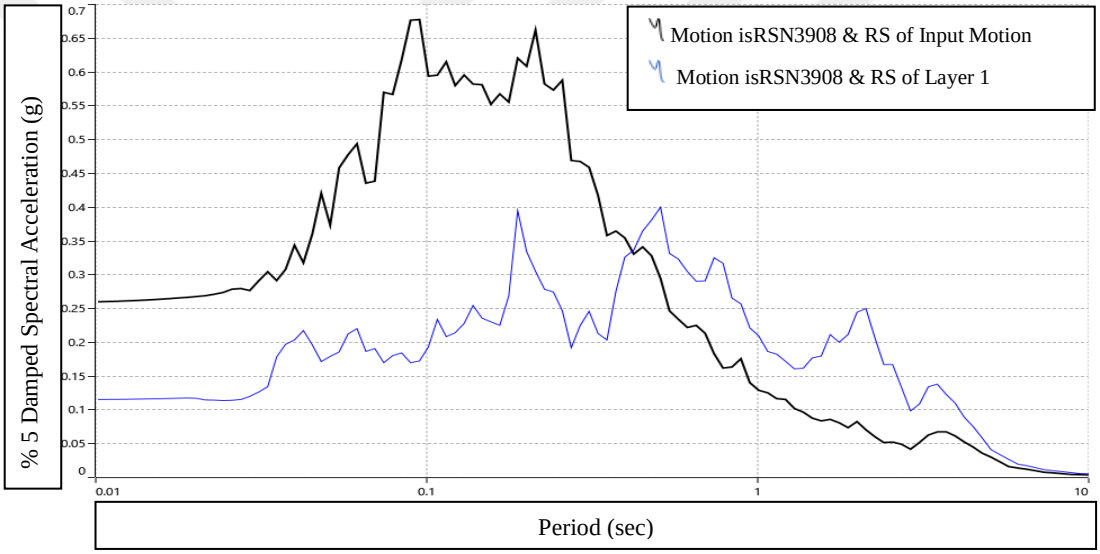


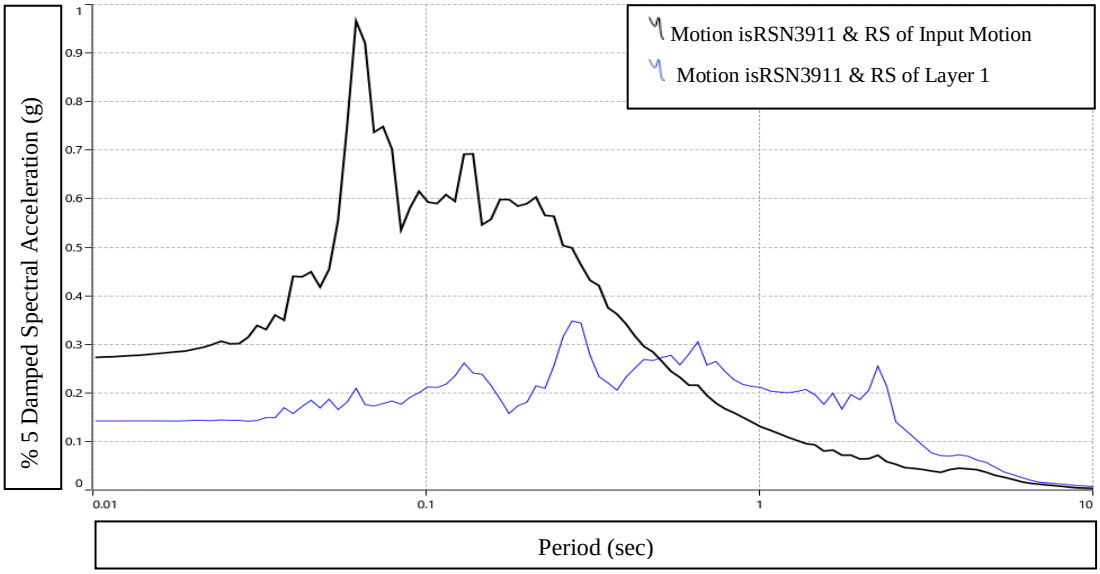




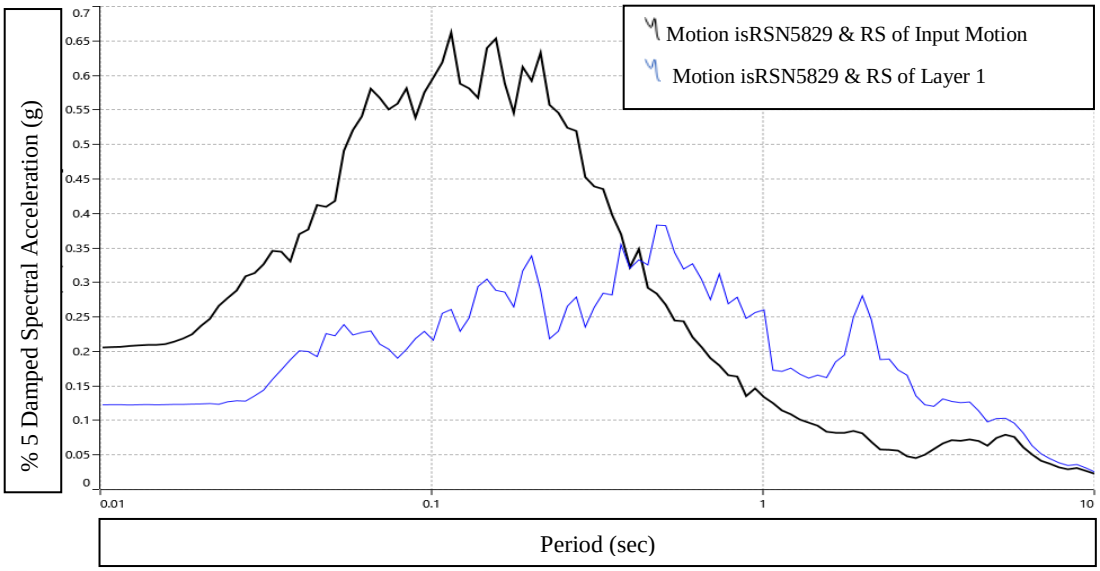
Şekil 4.M (Devam)

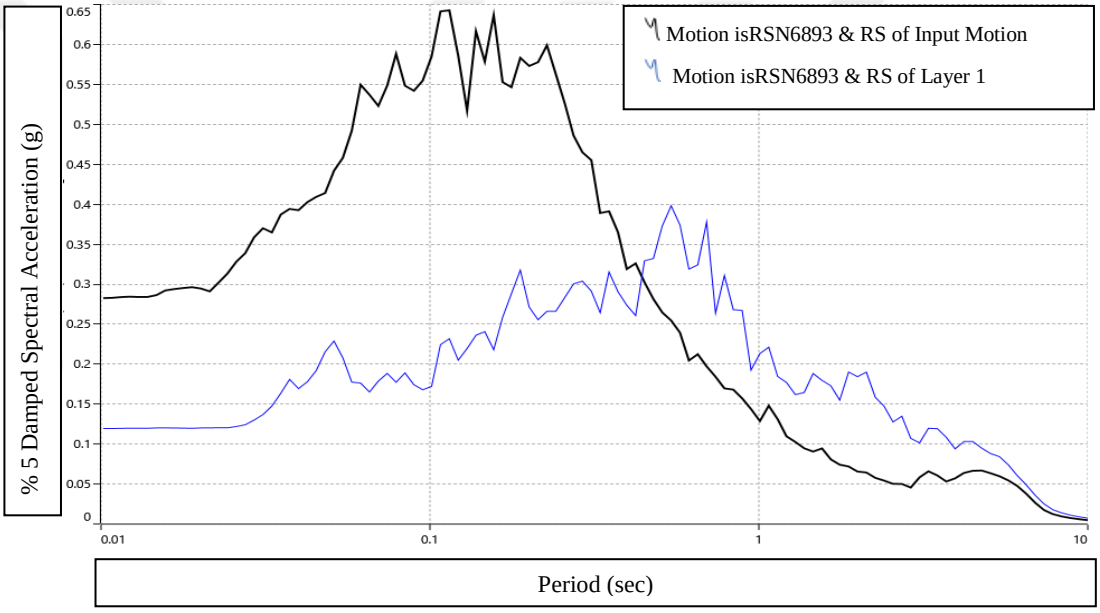


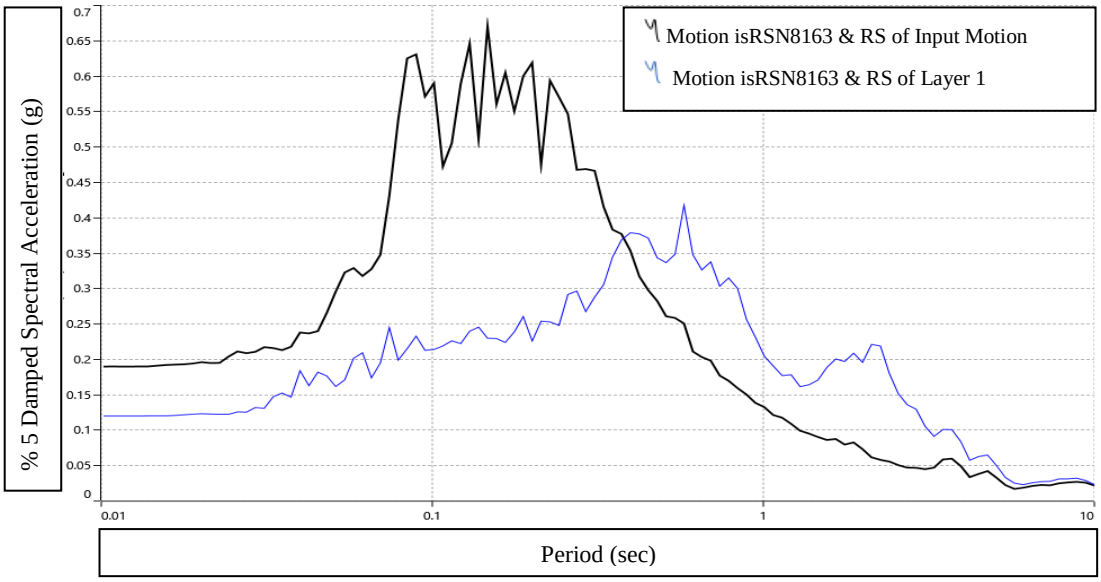




Şekil 4.M (Devam)

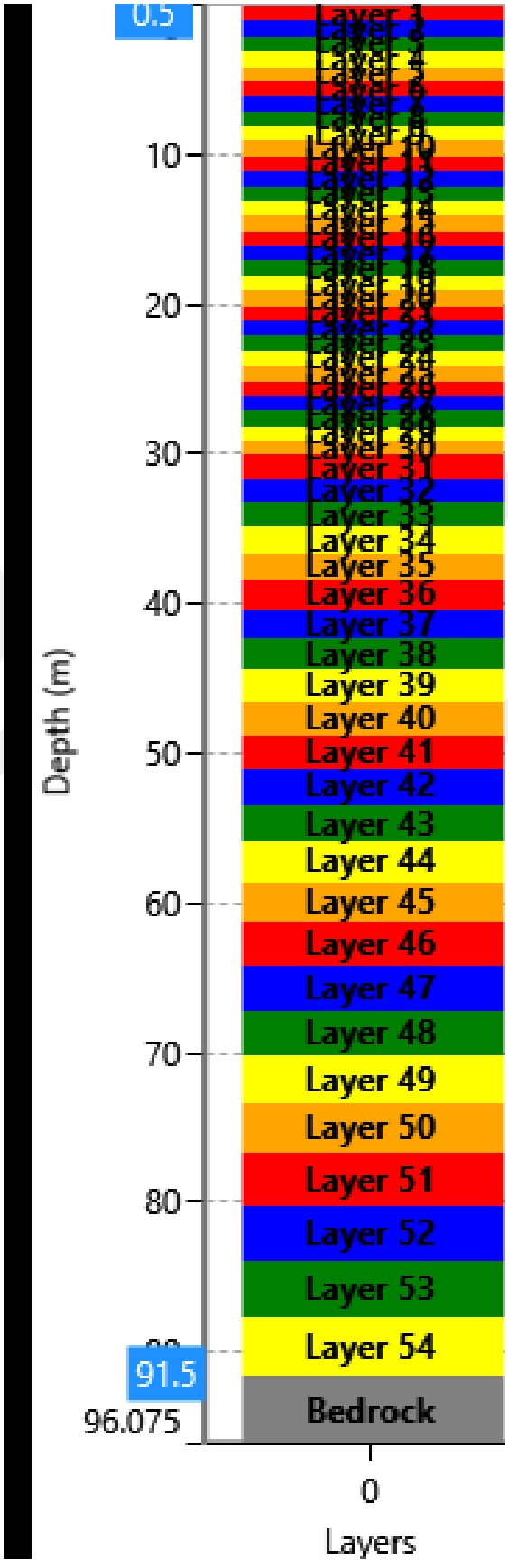






Şekil 4.M (Devam)

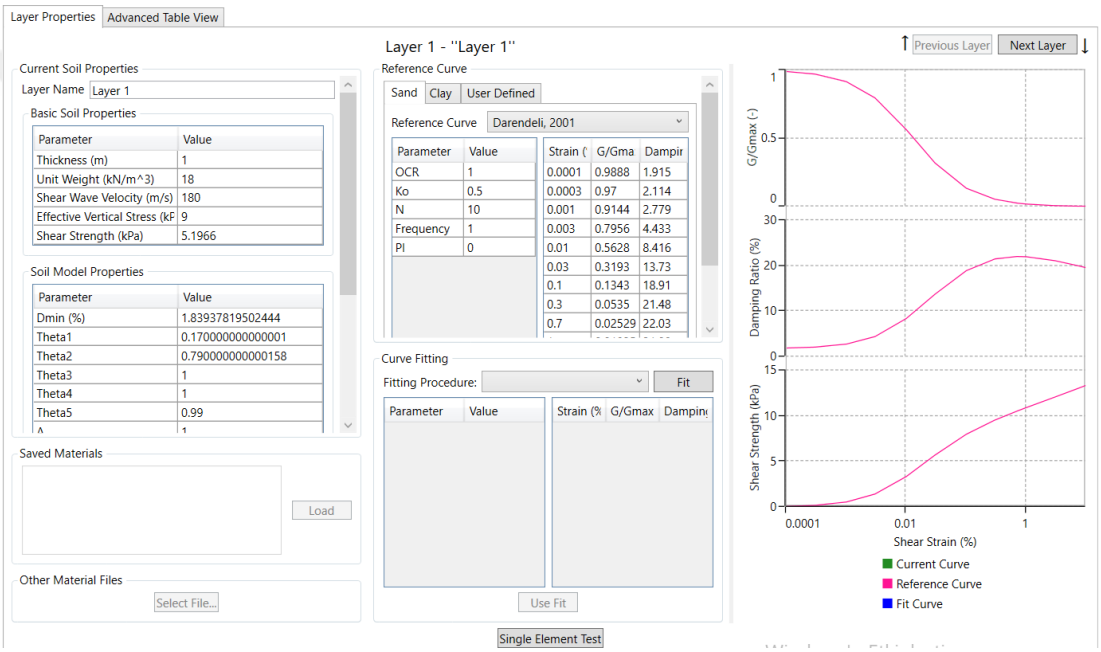
EK 5 Tuşba için deepsoil ekran görüntüleri



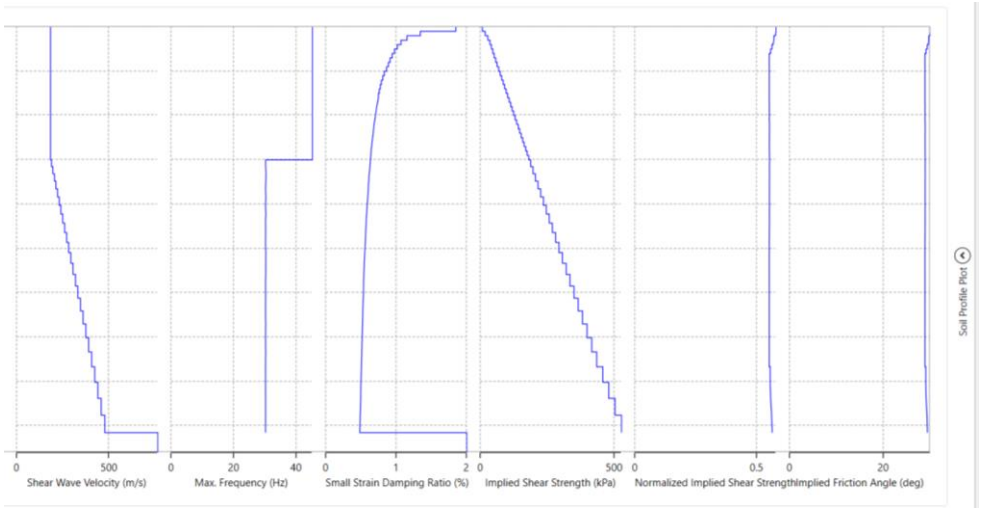
Şekil 5.A Tuşba için temsili gerçek profi



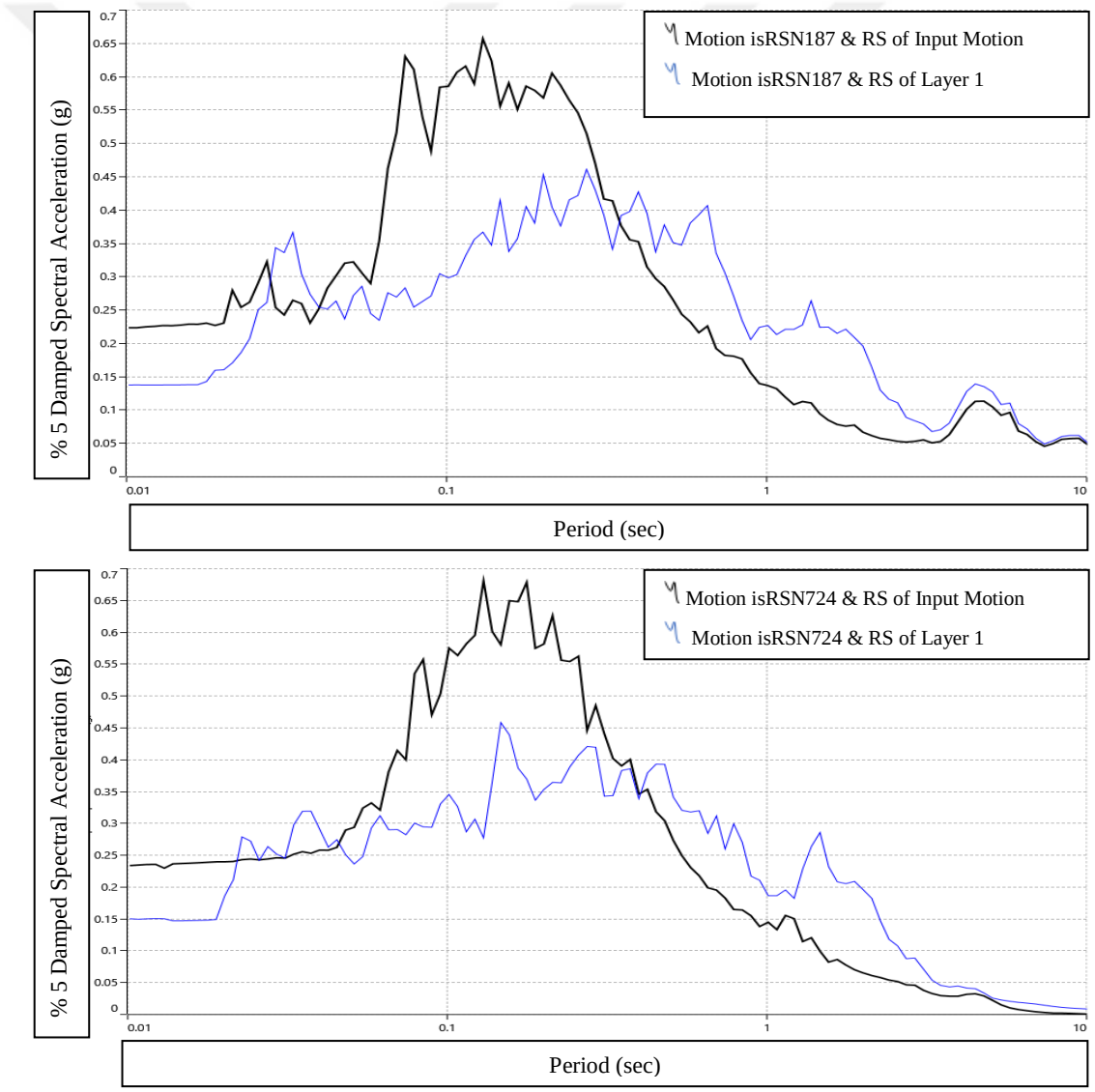
Şekil 5.B Otomatik profil oluşturma ekranı



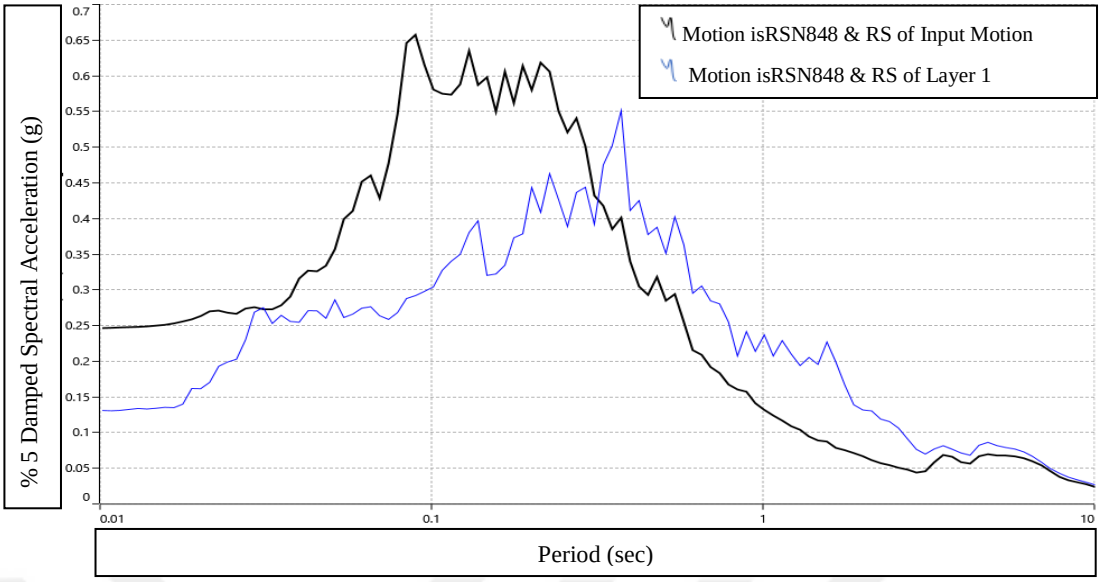
Şekil 5.C Tuşba için temsili gerçek profil ve zemin özellikleri

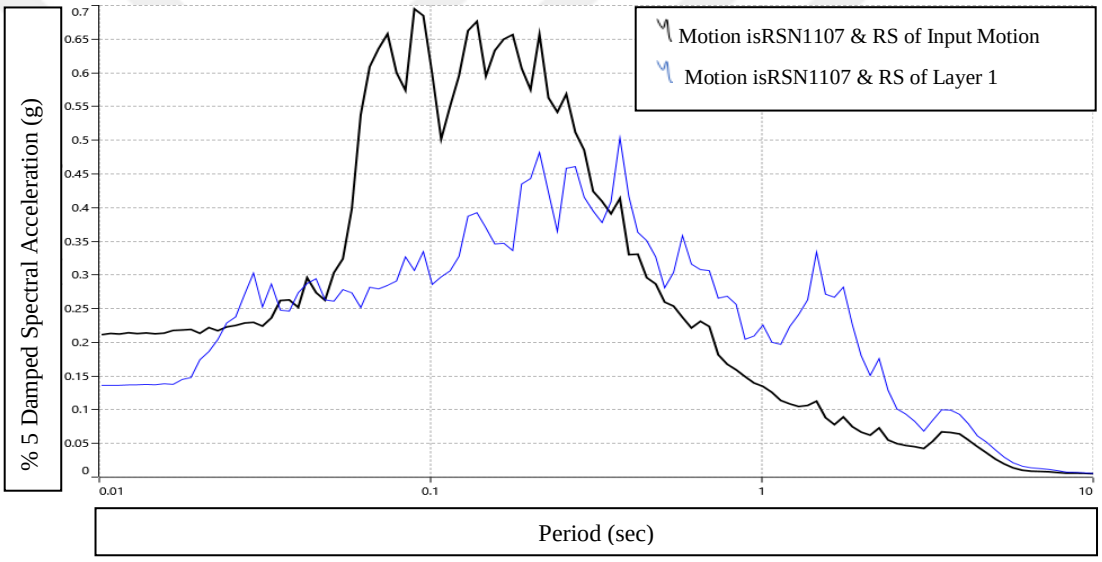


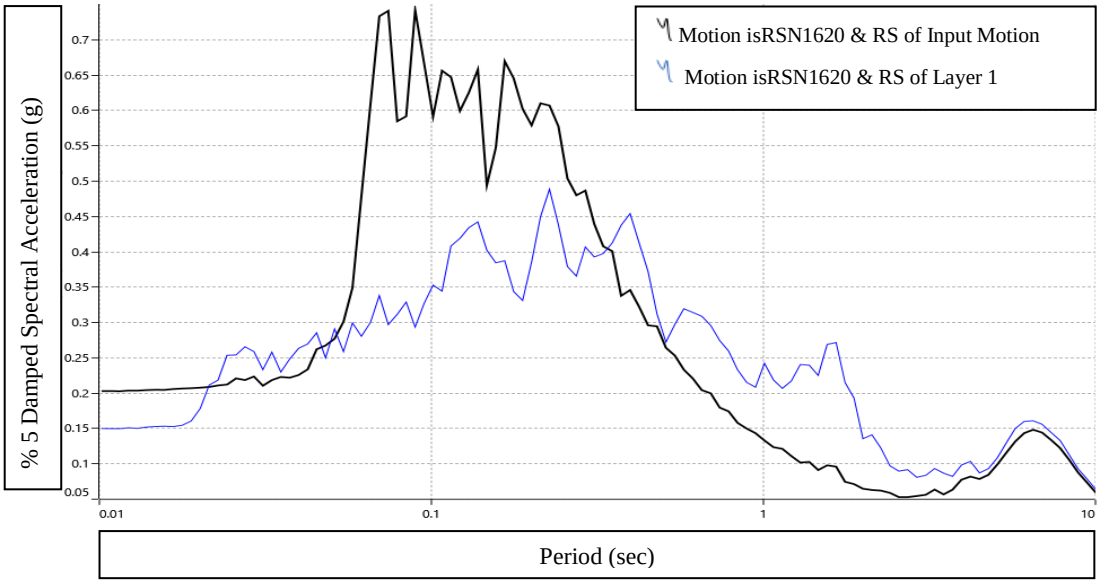
Şekil 5.D Tuşba için temsili gerçek profil ve zemin profil değerleri



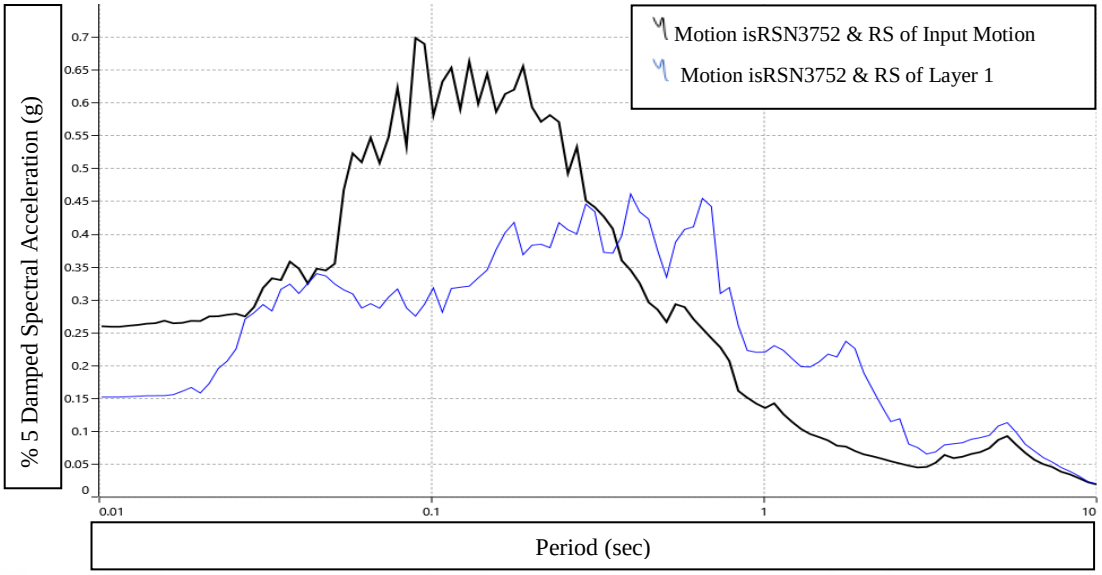
Şekil 5.E Tuşba için temsili gerçek profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri

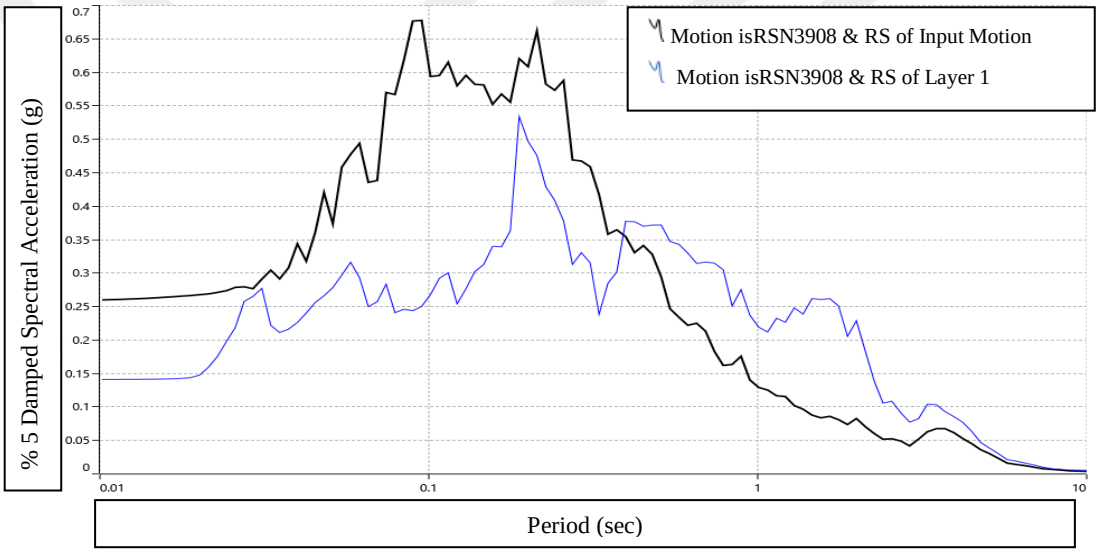


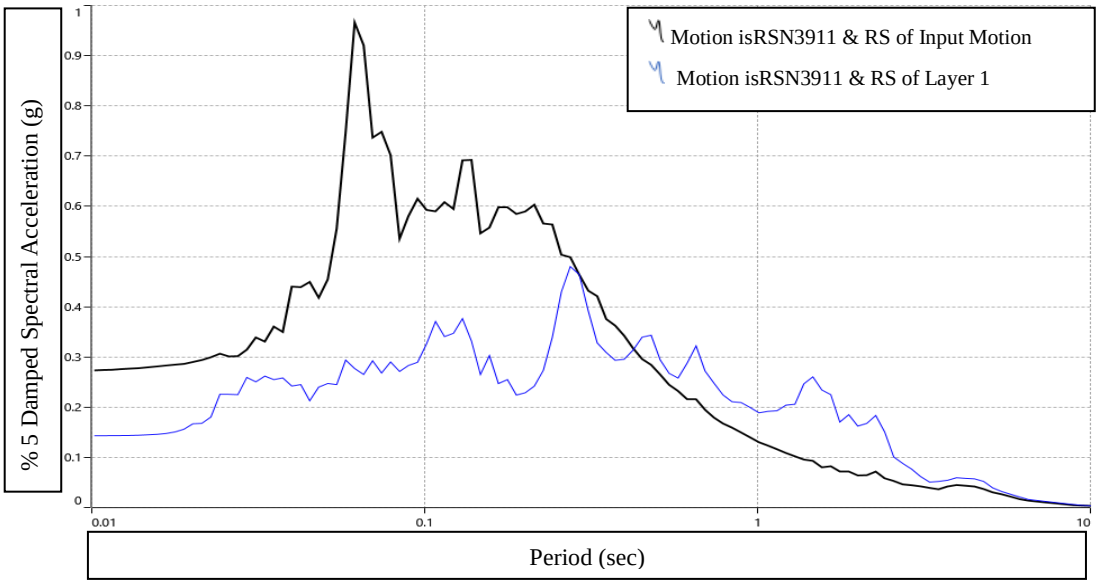




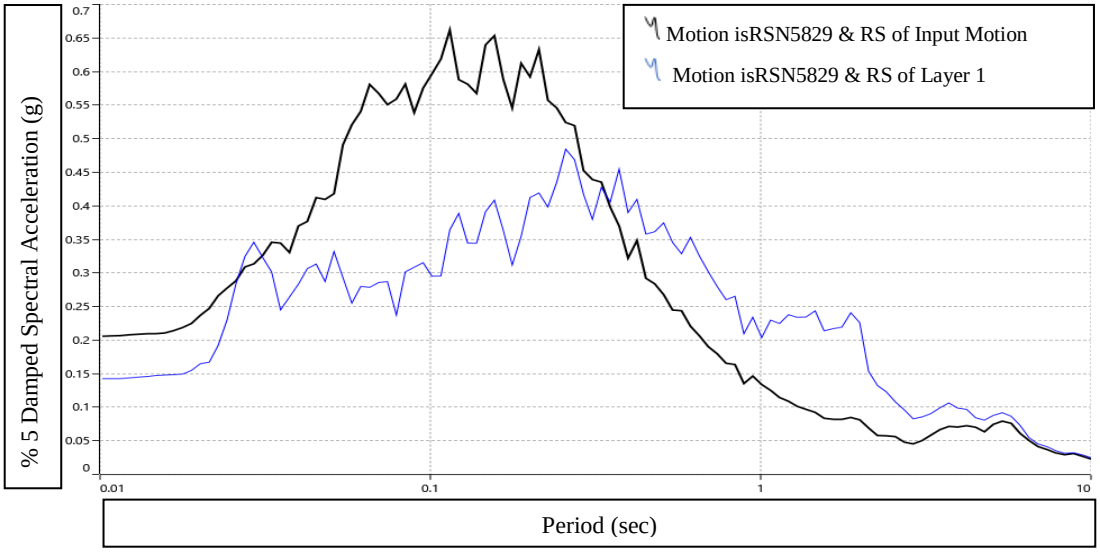
Şekil 5.E (Devam)

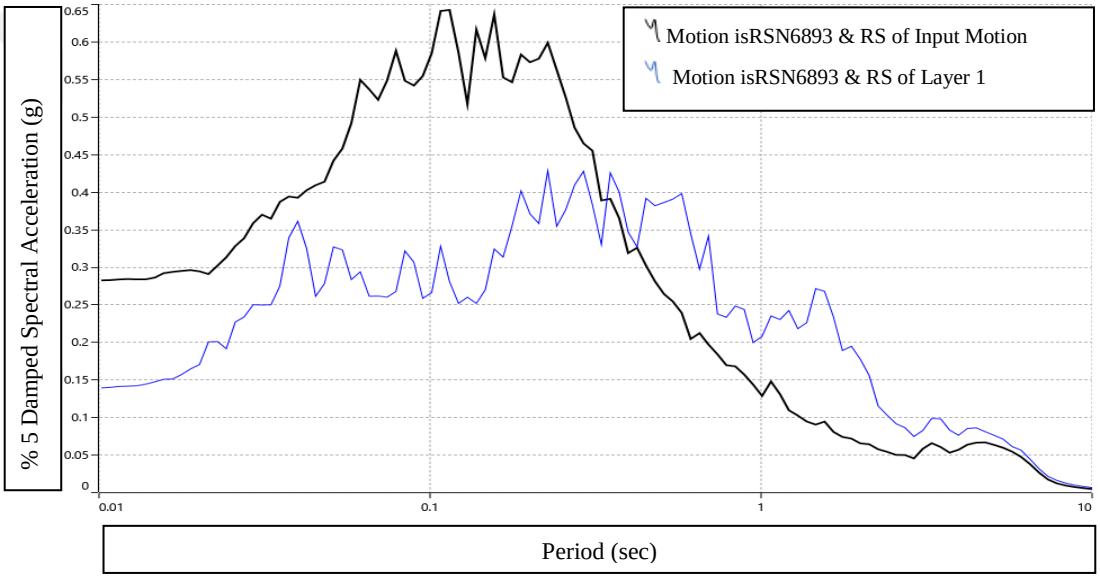


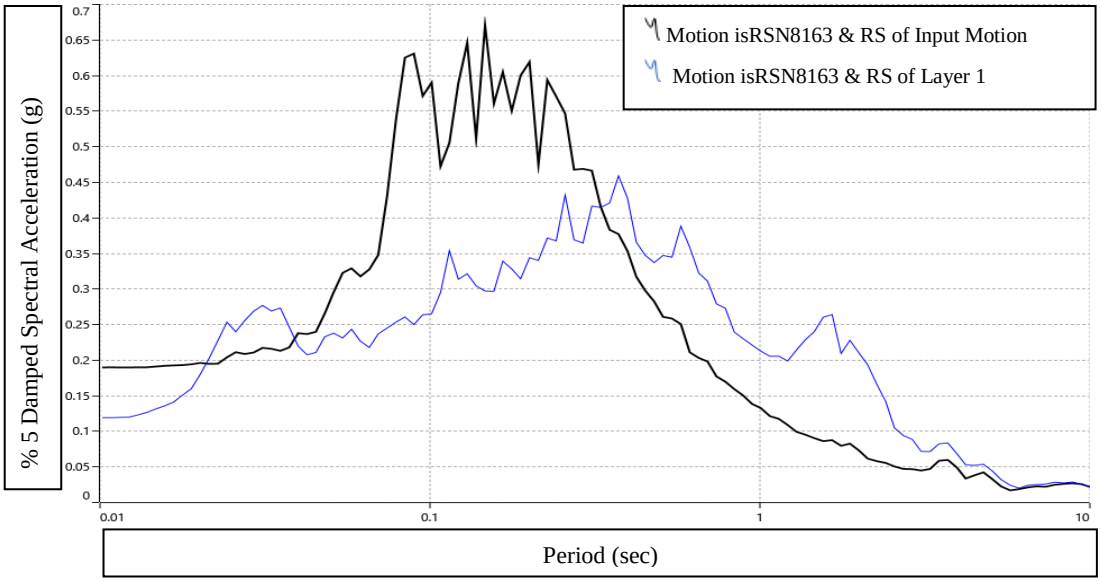




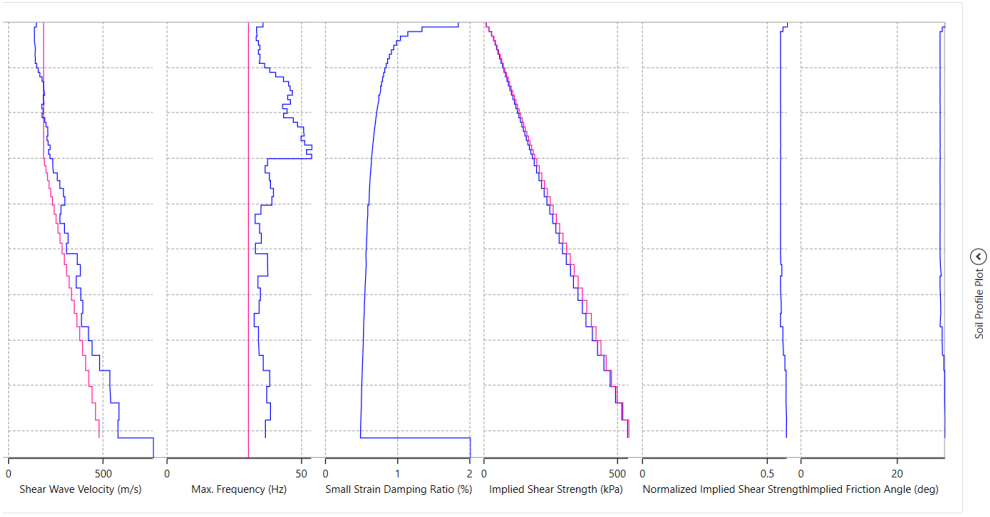
Şekil 5.E (Devam)



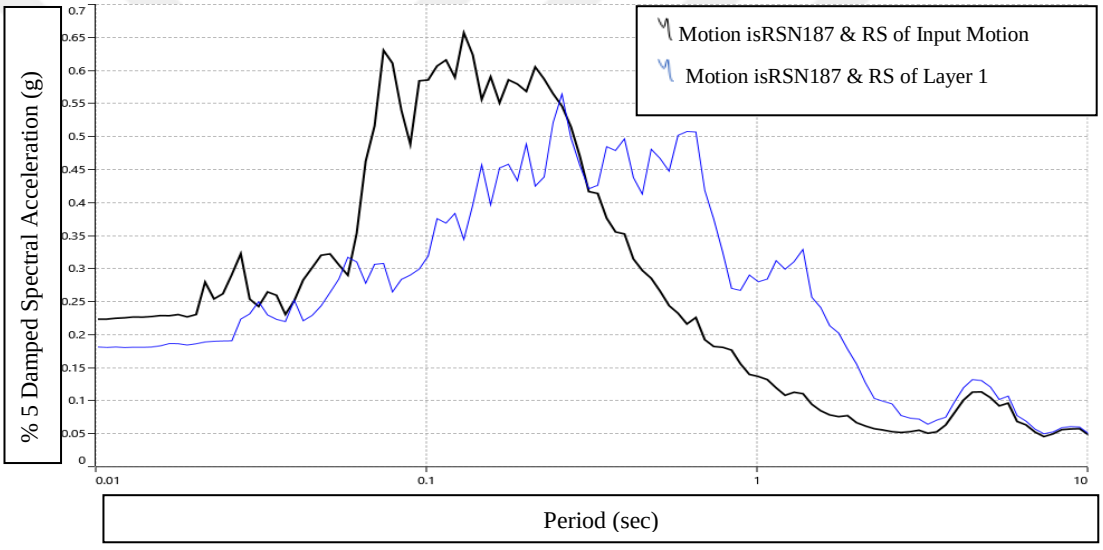


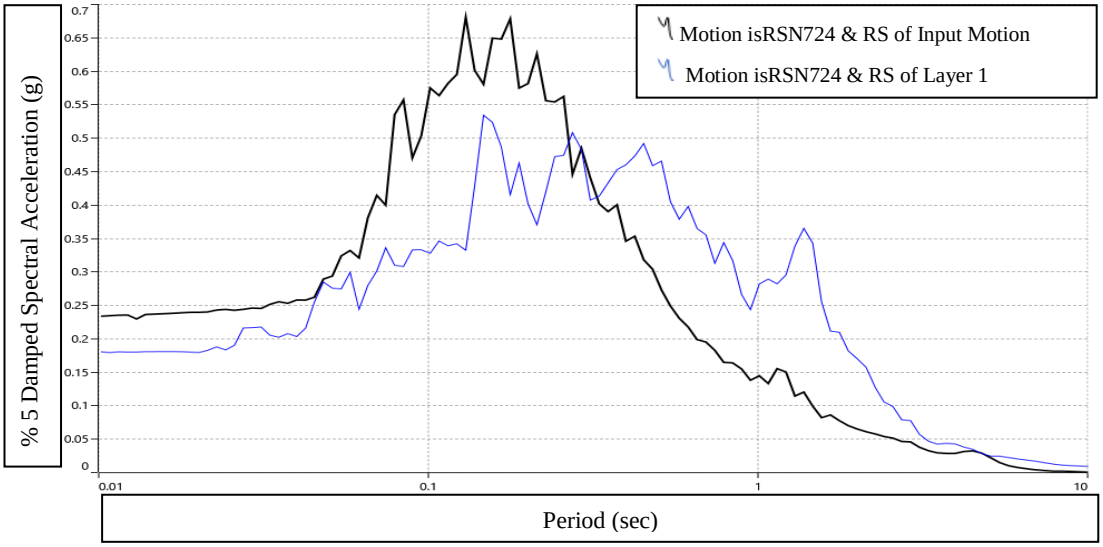


Şekil 5.E (Devam)

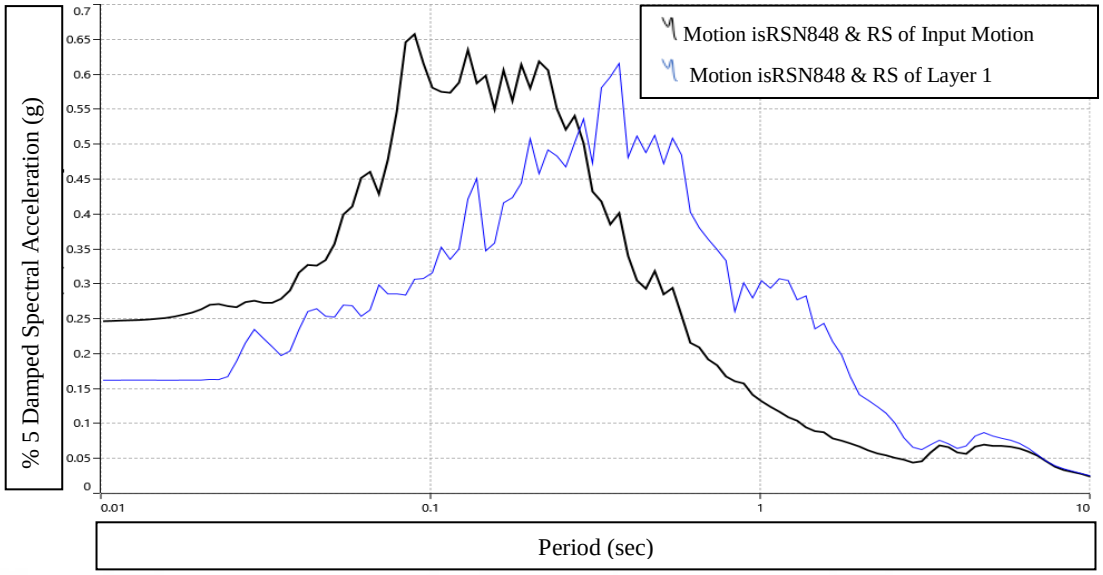


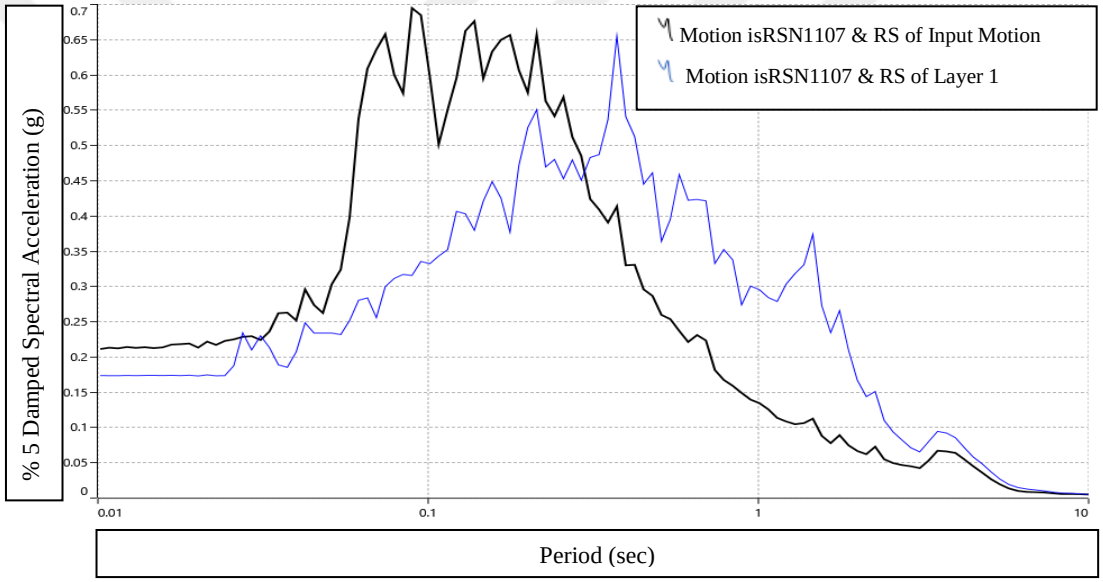
Şekil 5.F Tuşba için oluşturulmuş 1. profil ve zemin profil değerleri

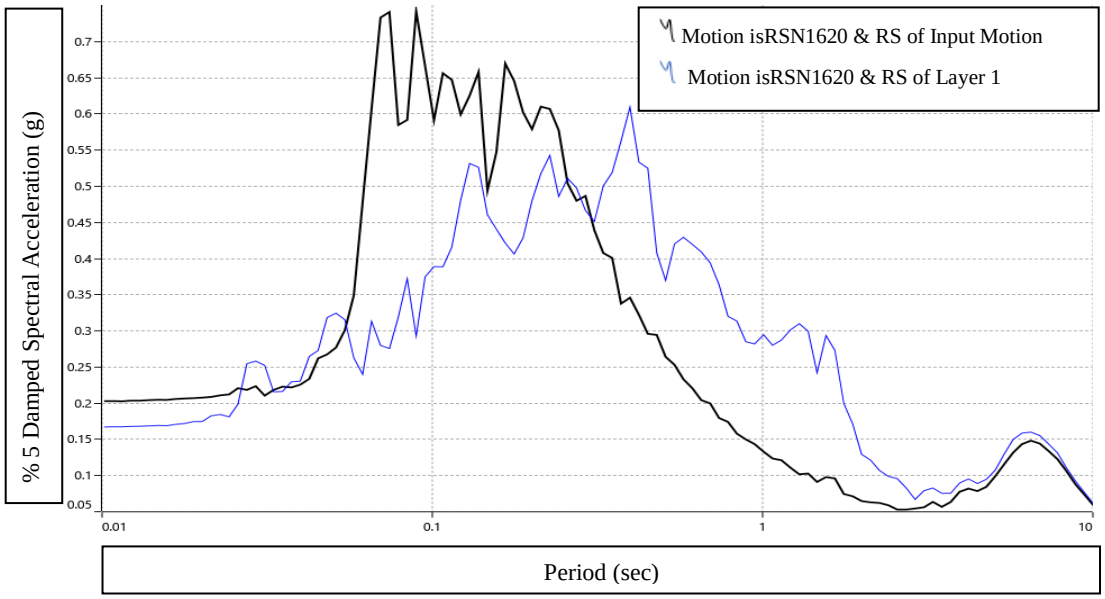




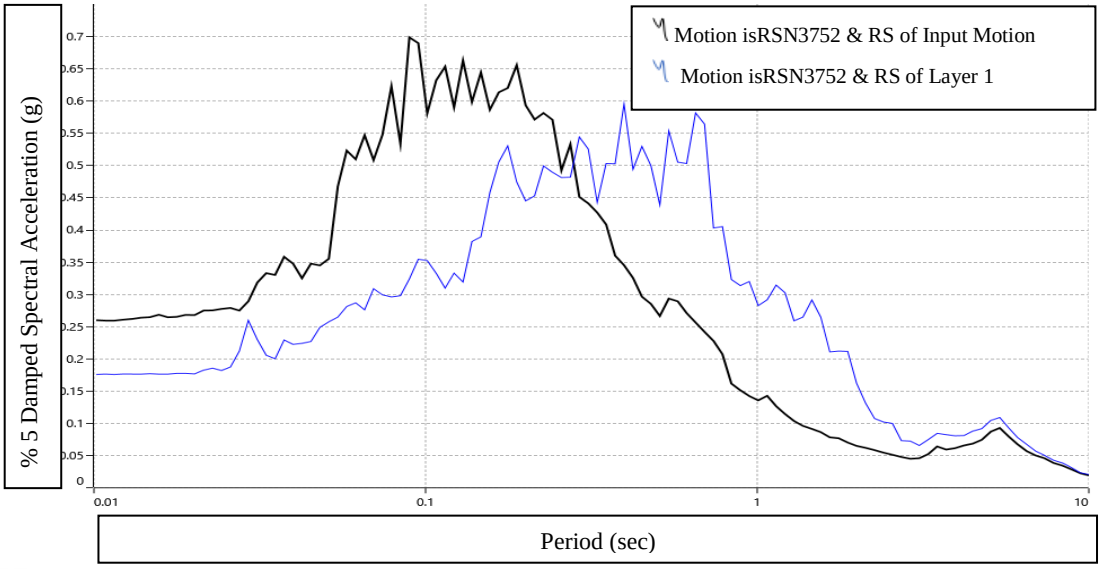
Şekil 5.G Tuşba için oluşturulmuş 1. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikler

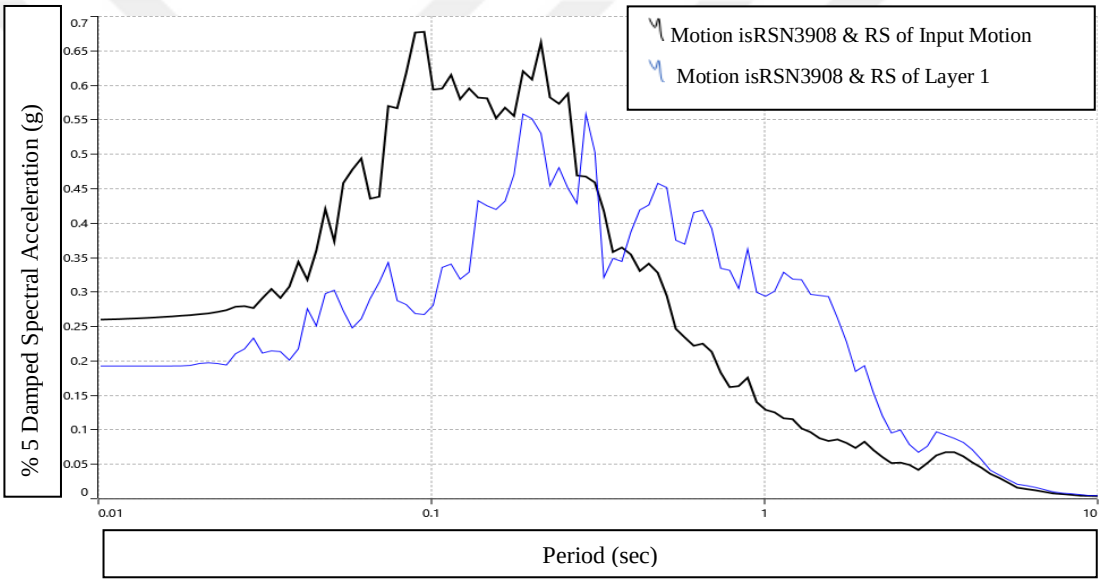


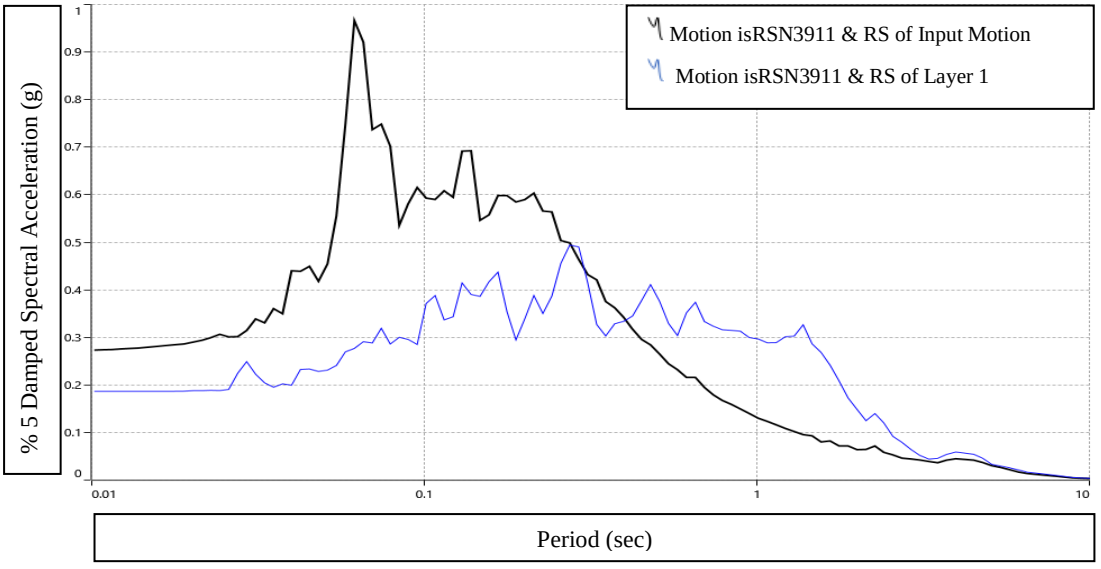




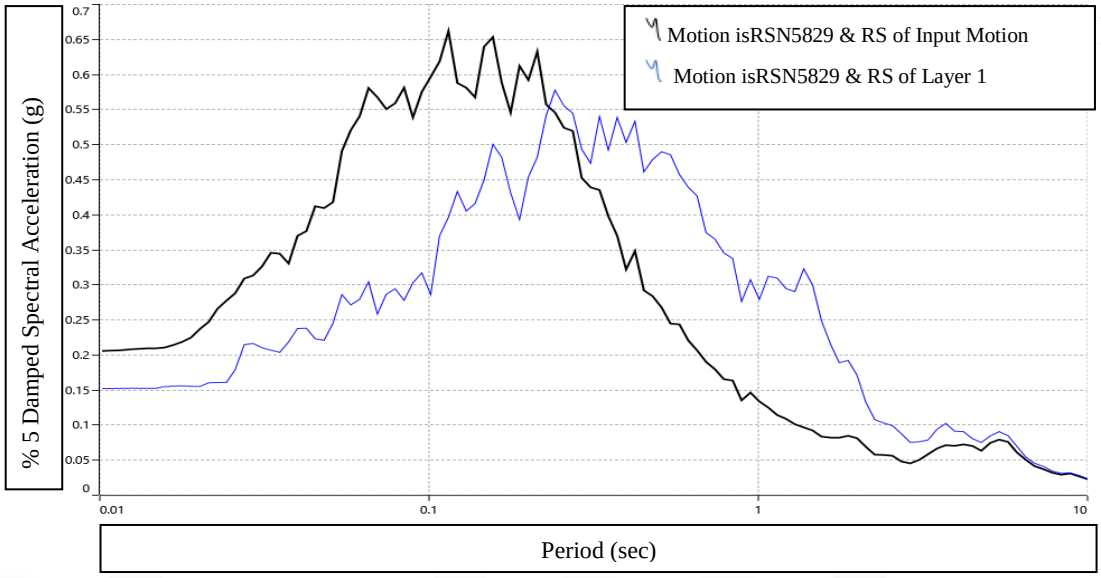
Şekil 5.G (Devam)

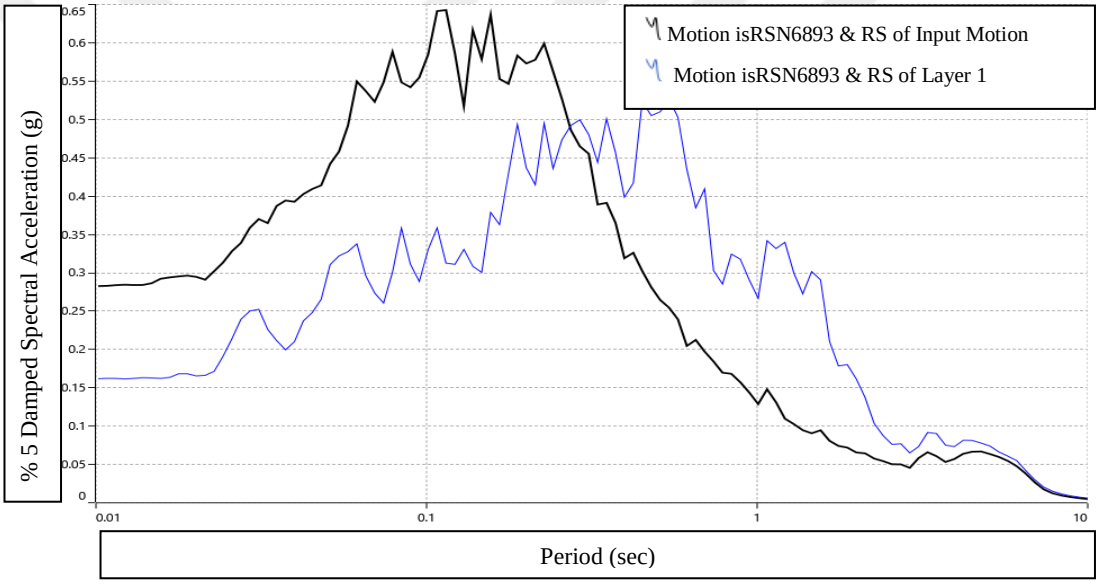


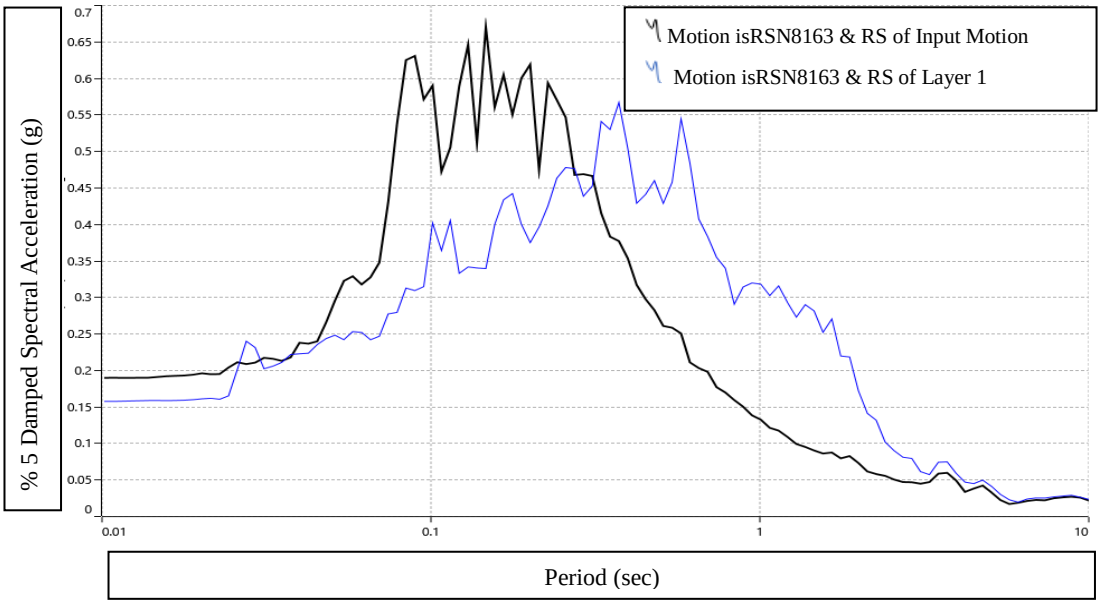




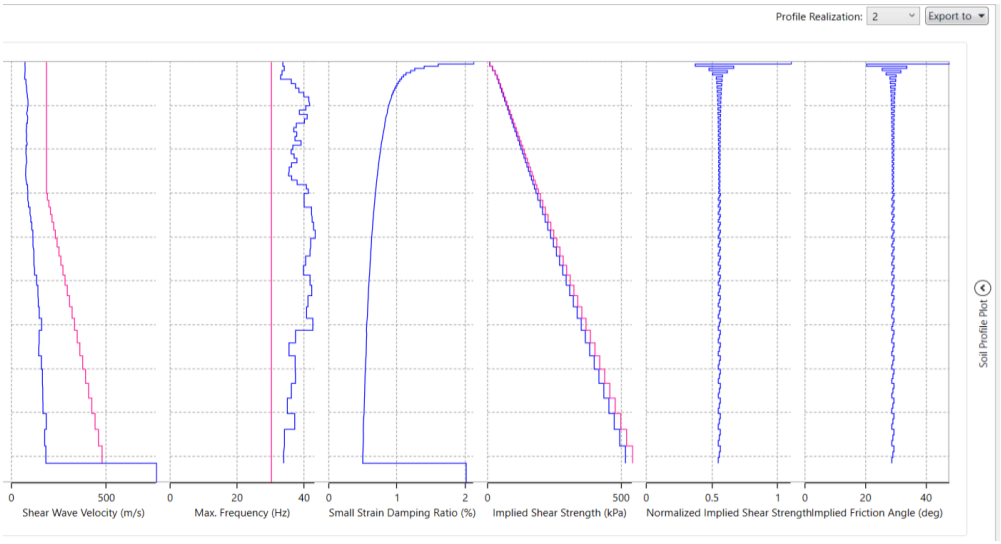
Şekil 5.G (Devam)



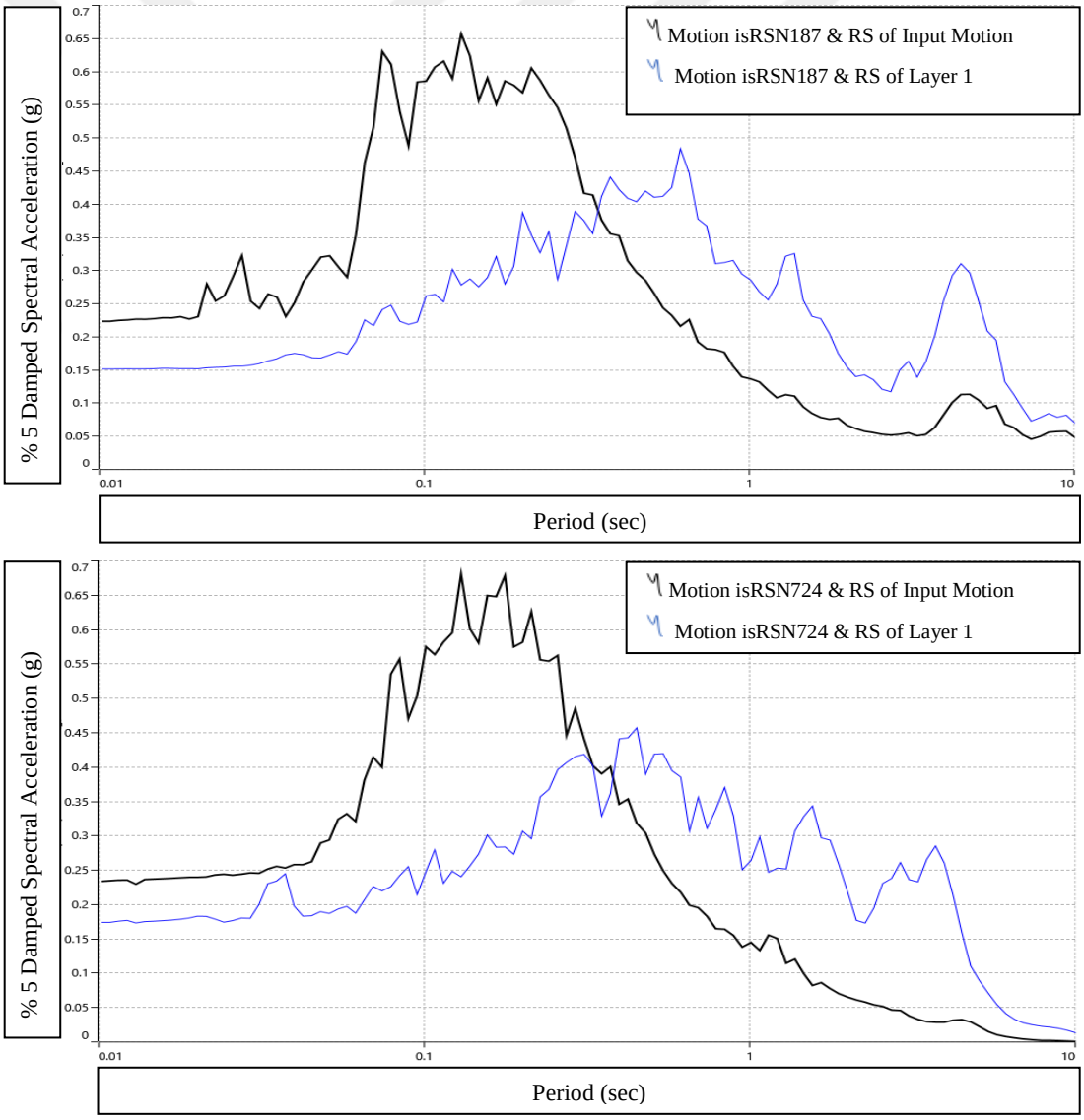




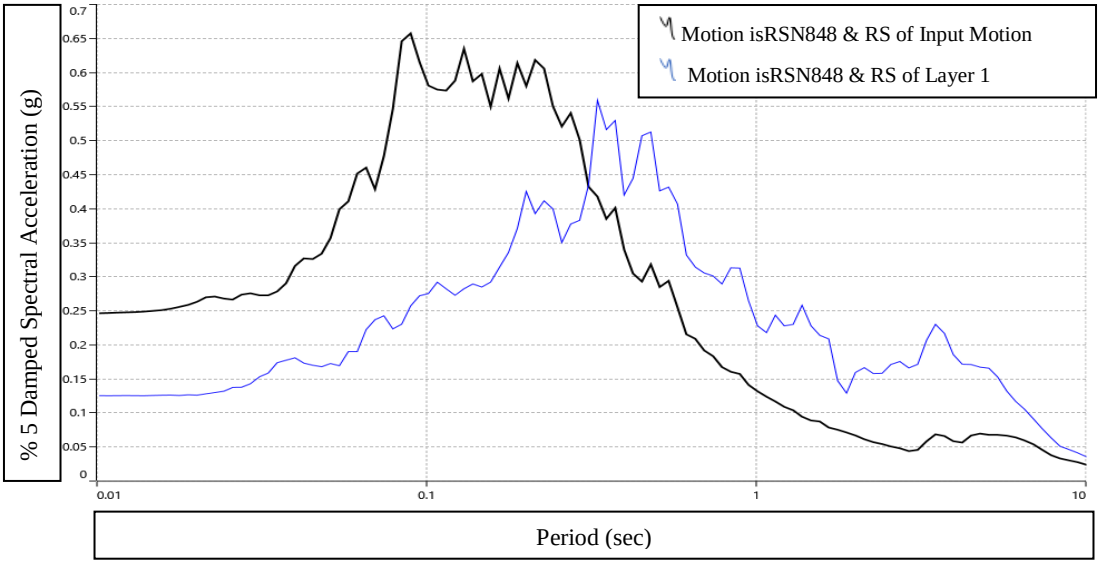
Şekil 5.G (Devam)

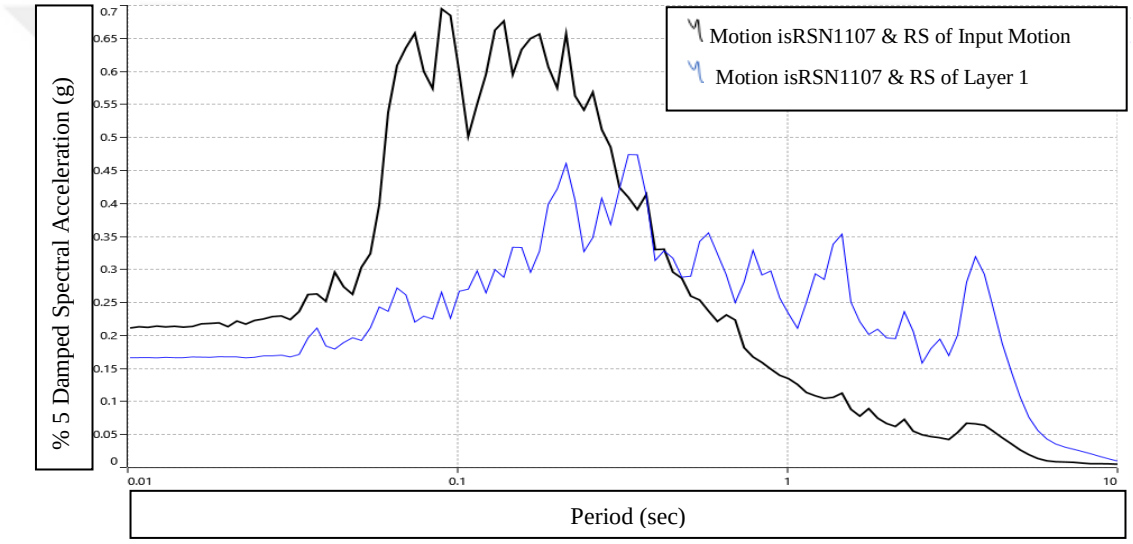


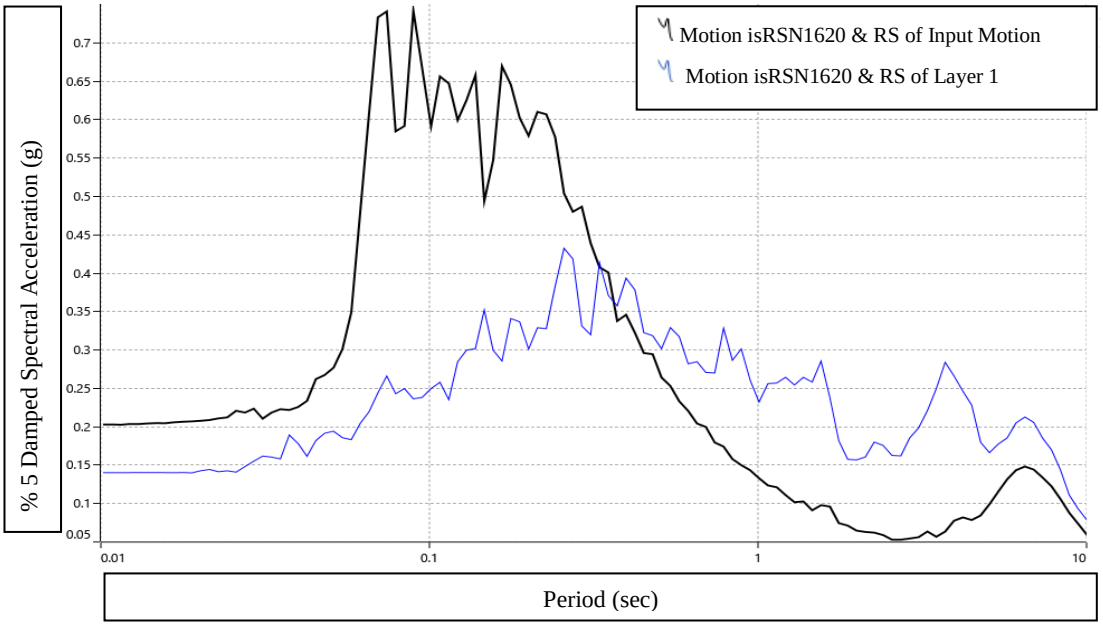
Şekil 5.H Tuşba için oluşturulmuş 2. profil ve zemin profil değerleri



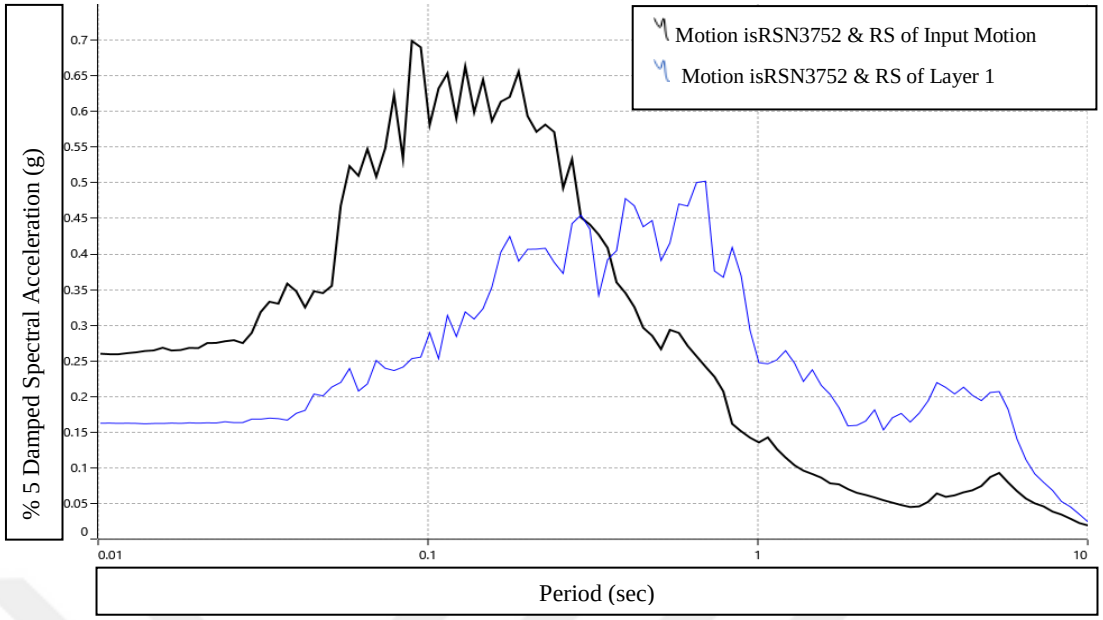
Şekil 5.I Tuşba için oluşturulmuş 2. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri

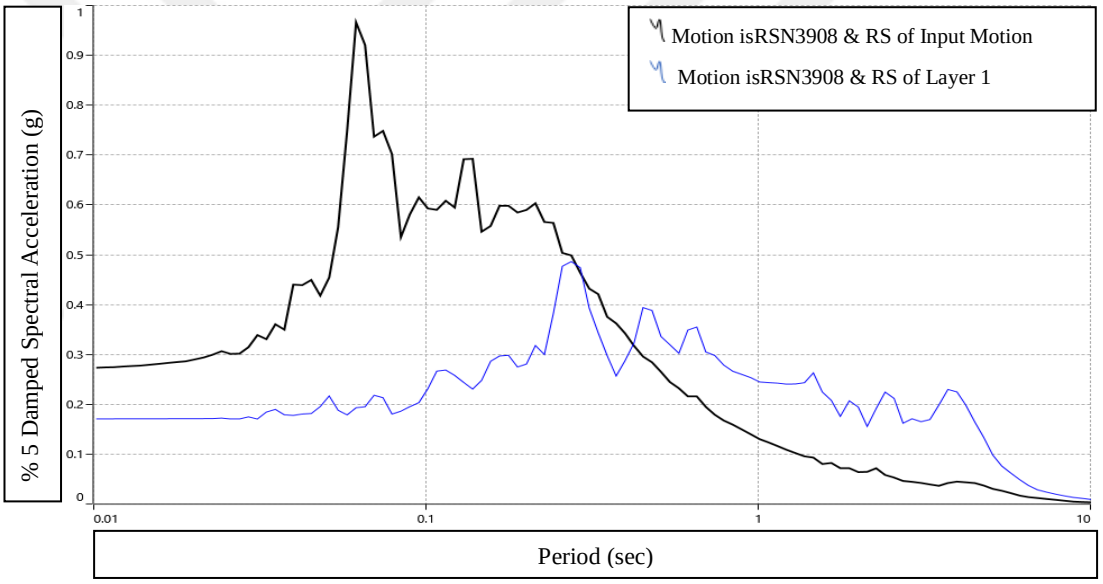


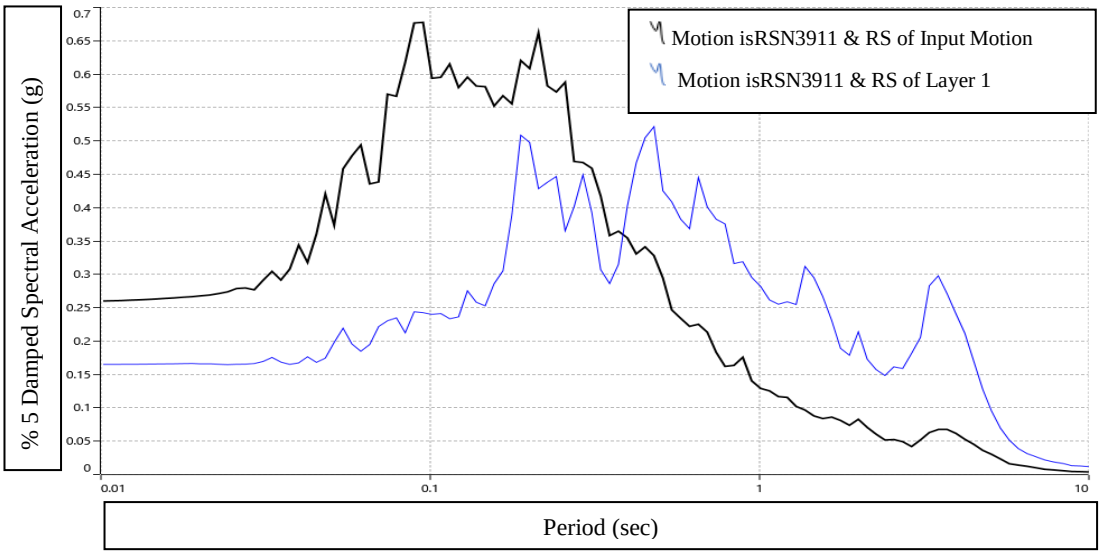




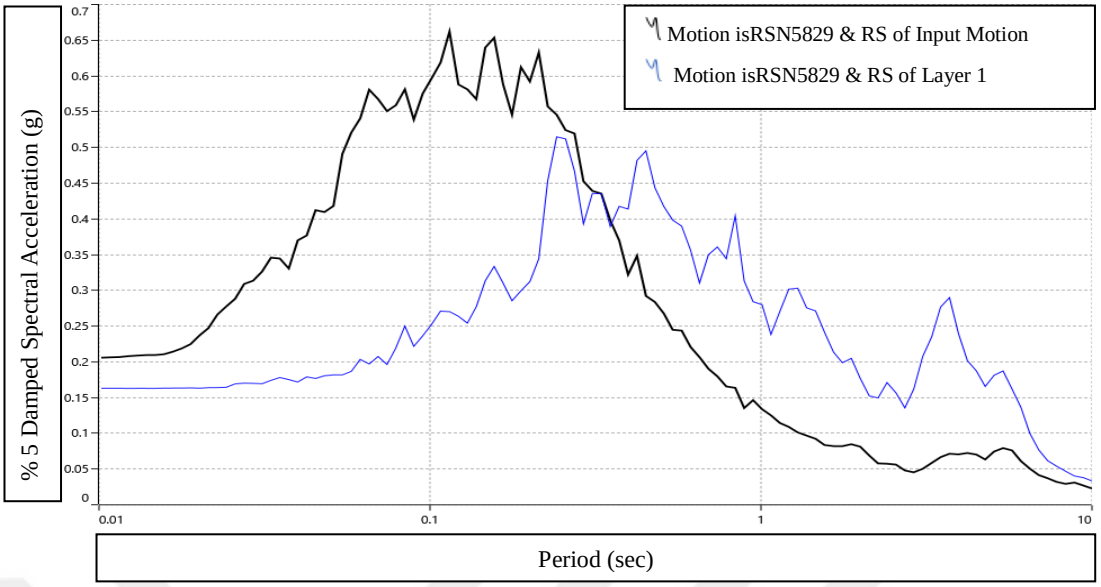
Şekil 5.I (Devam)

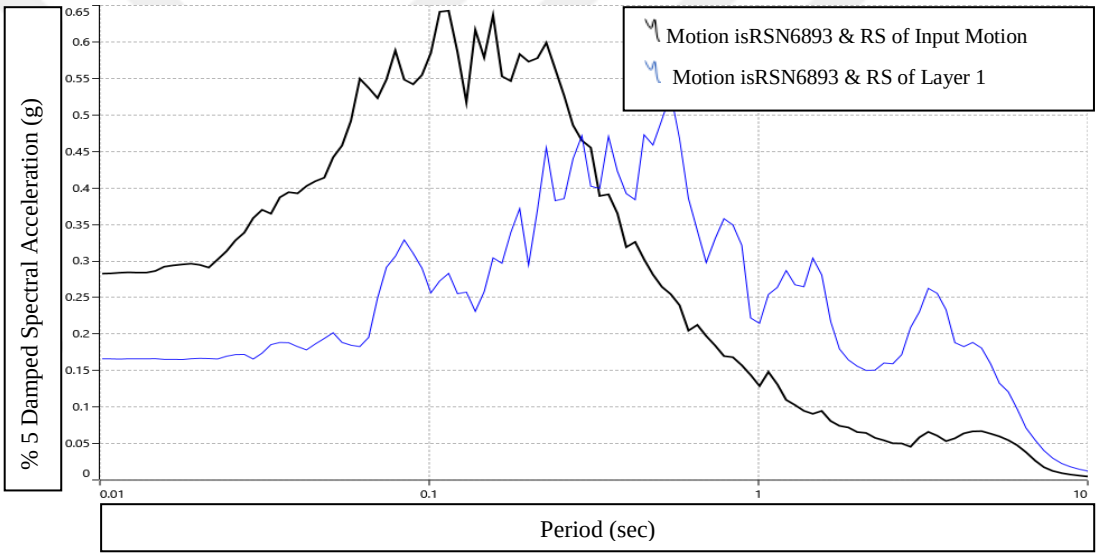


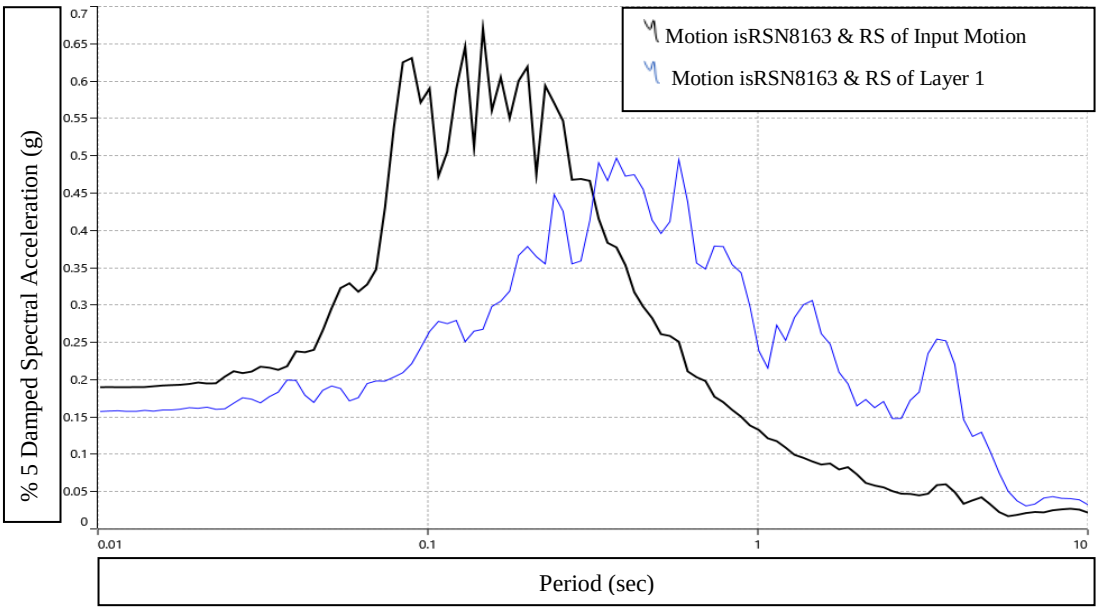




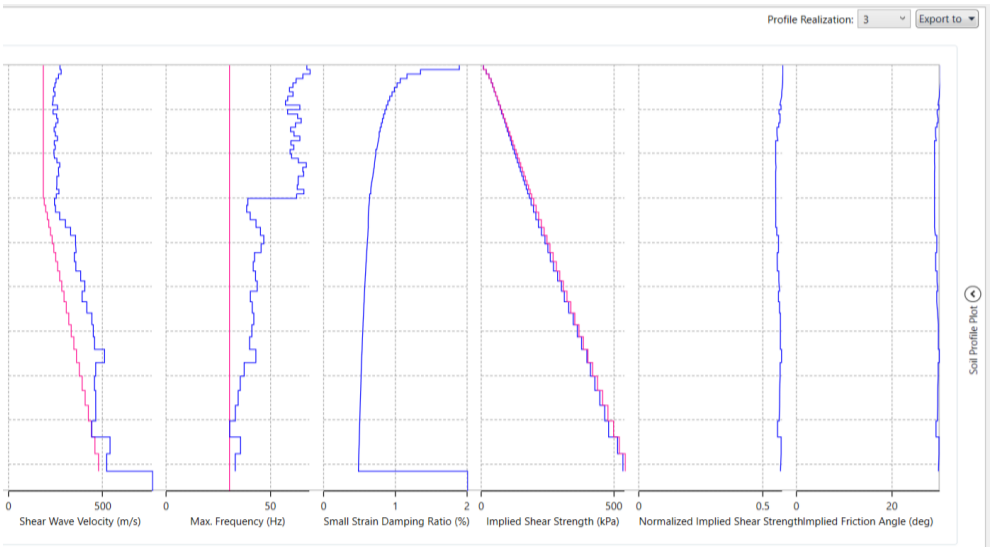
Şekil 5.I (Devam



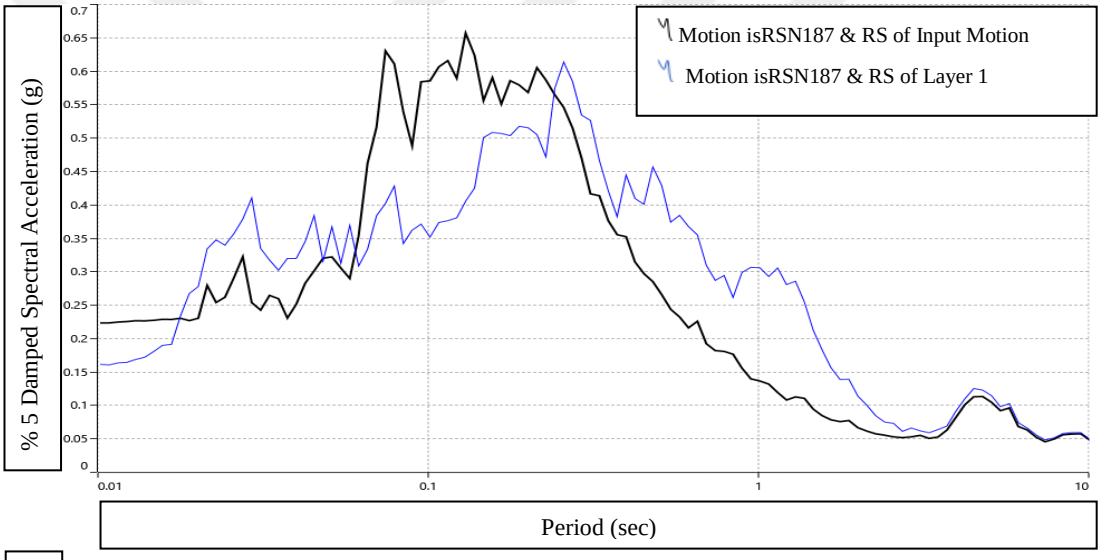


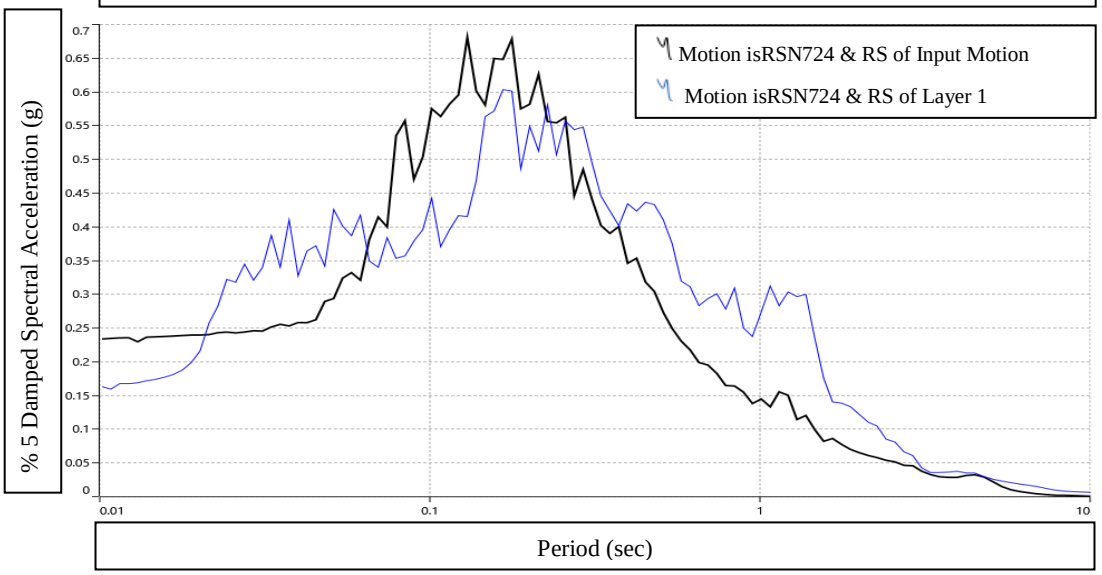


Şekil 5.I (Devam)

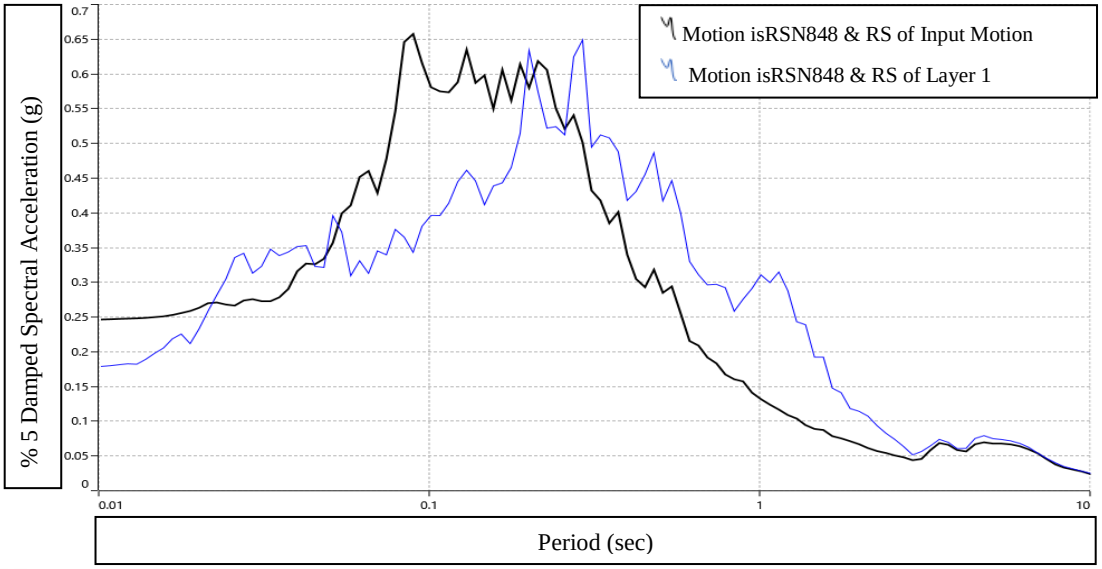


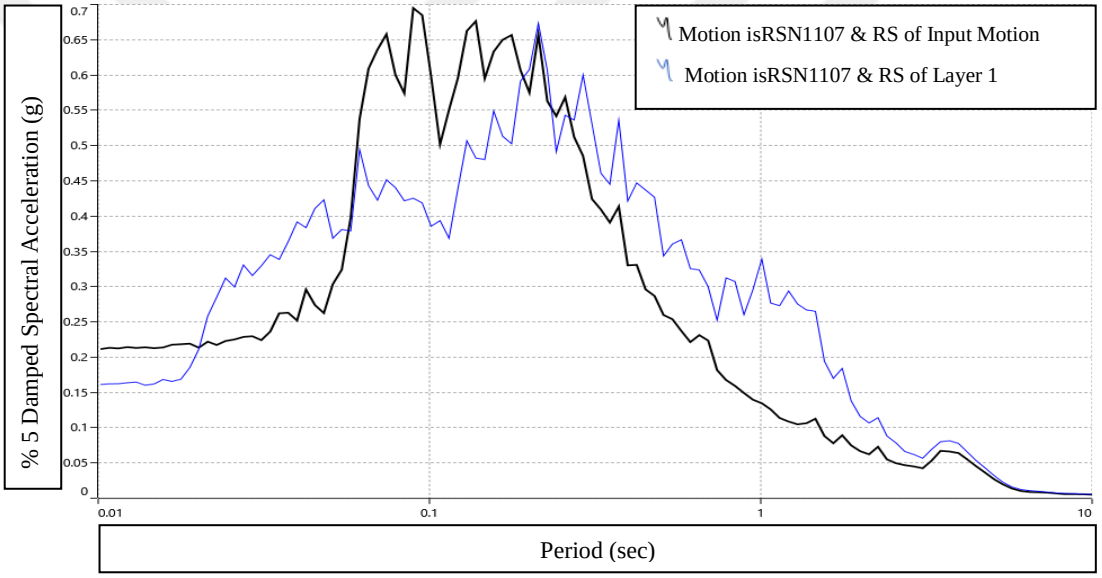
Şekil 5.J Tuşba için oluşturulmuş 3. profil ve zemin profil değerleri

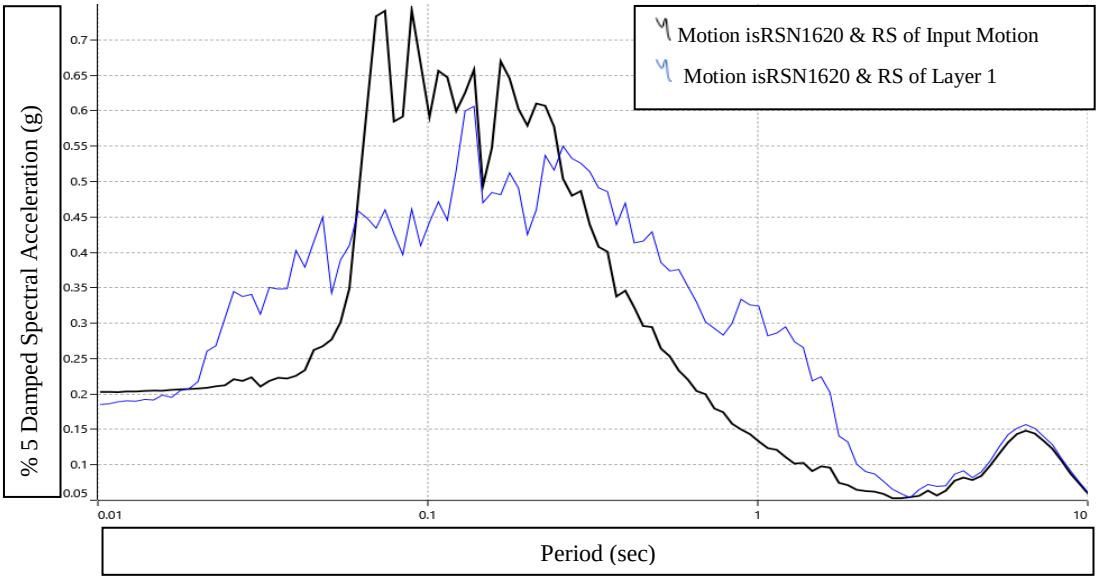




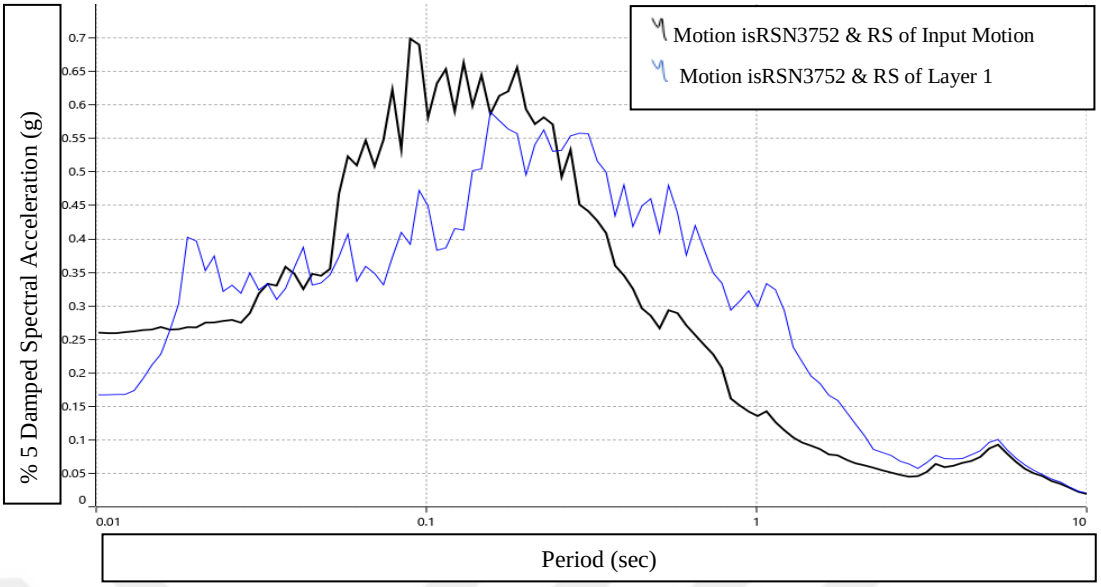
Şekil 5.K Tuşba için oluşturulmuş 3. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri

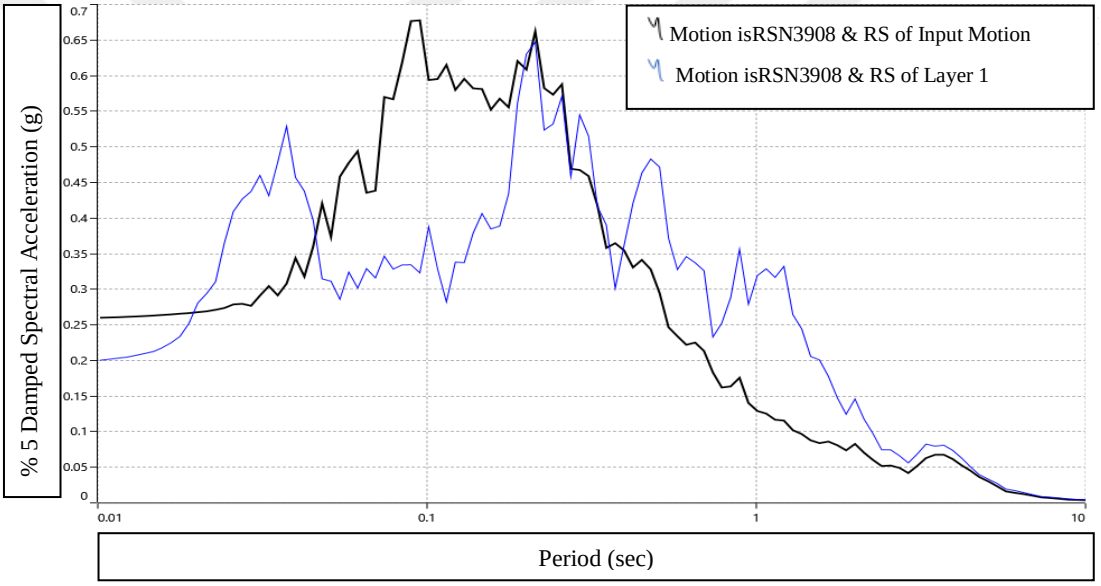


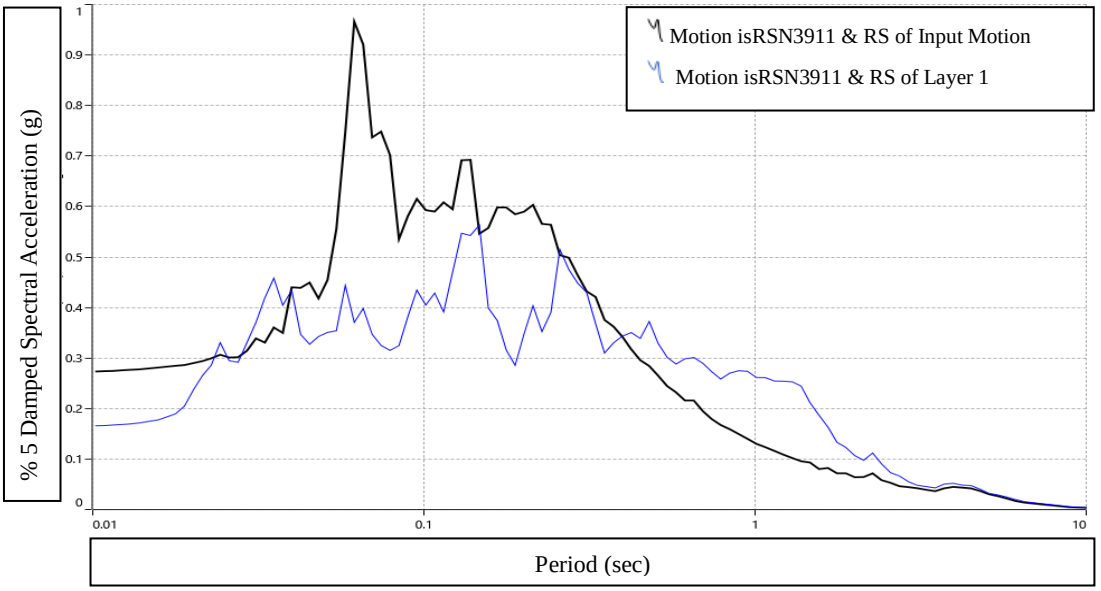




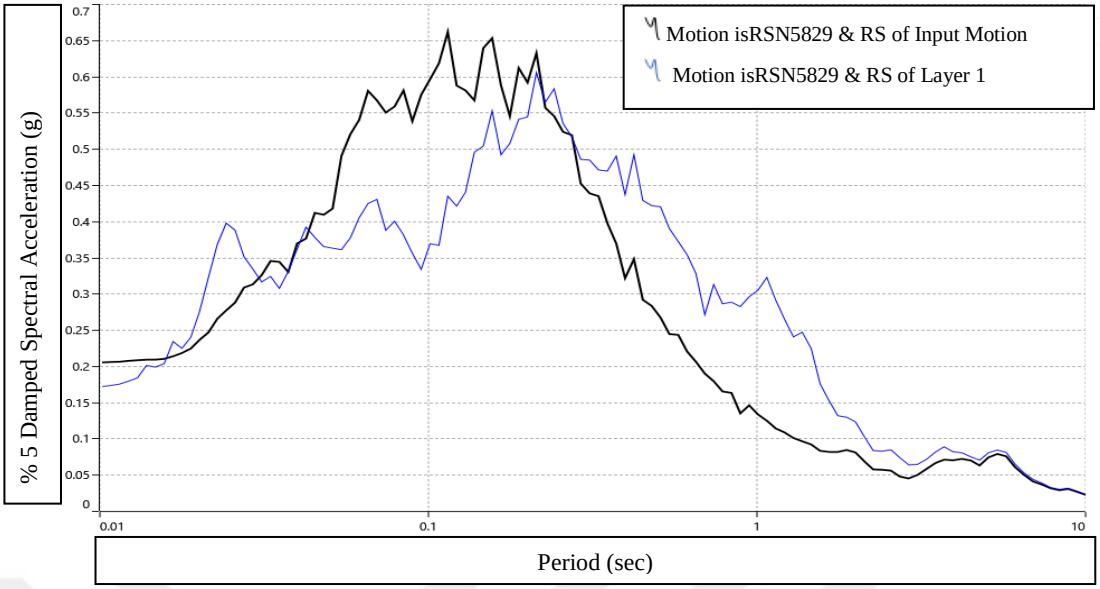
Şekil 5.K (Devam)

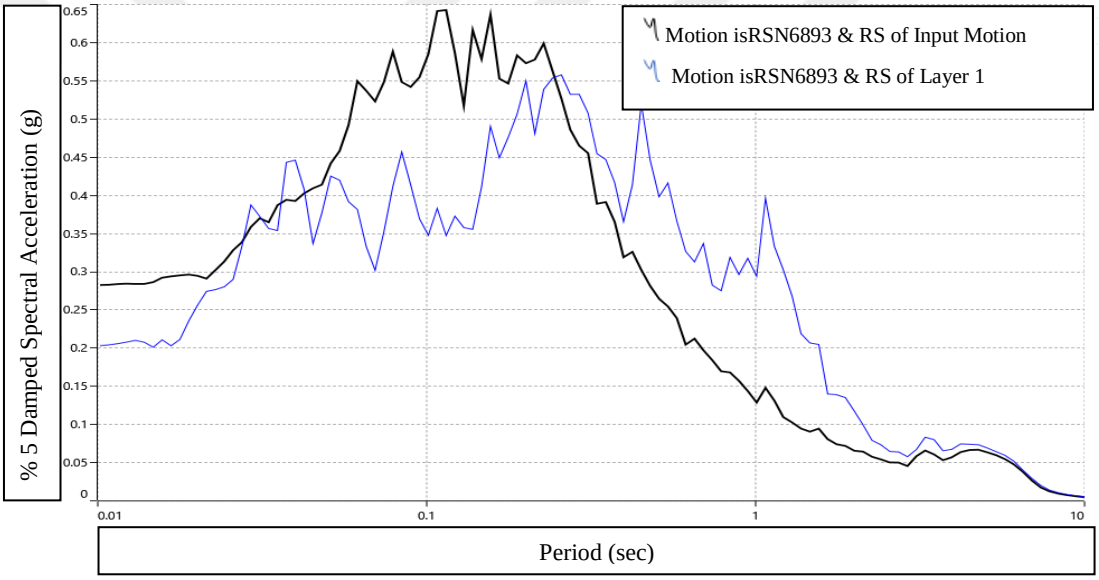


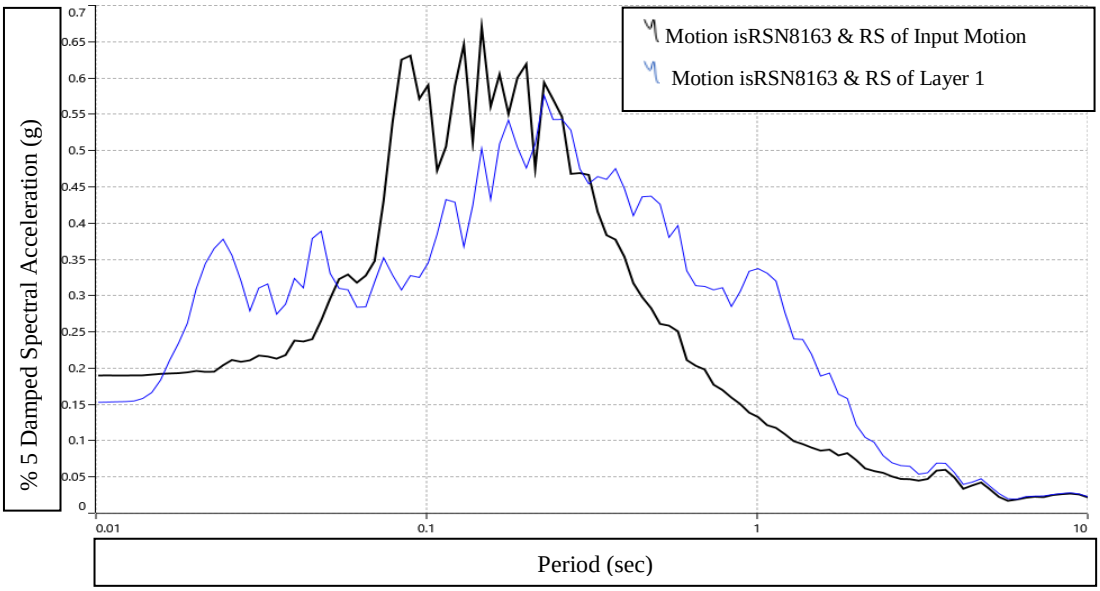




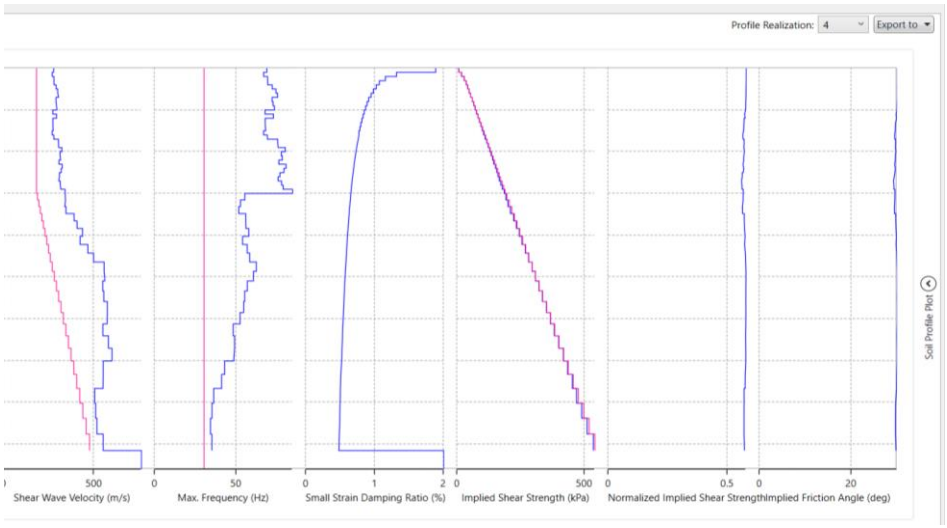
Şekil 5.K (Devam)



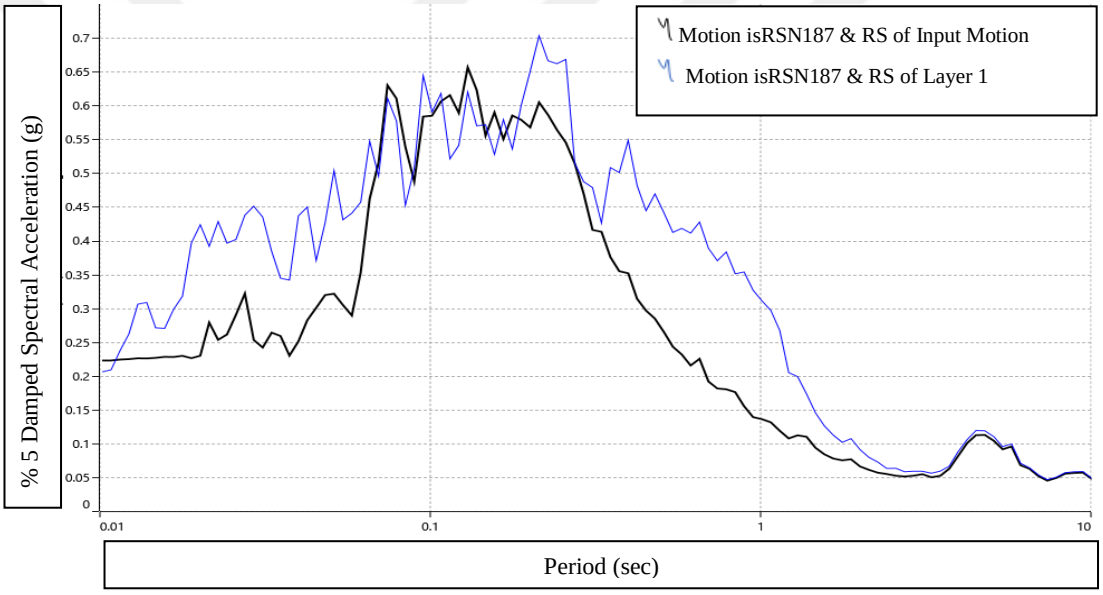


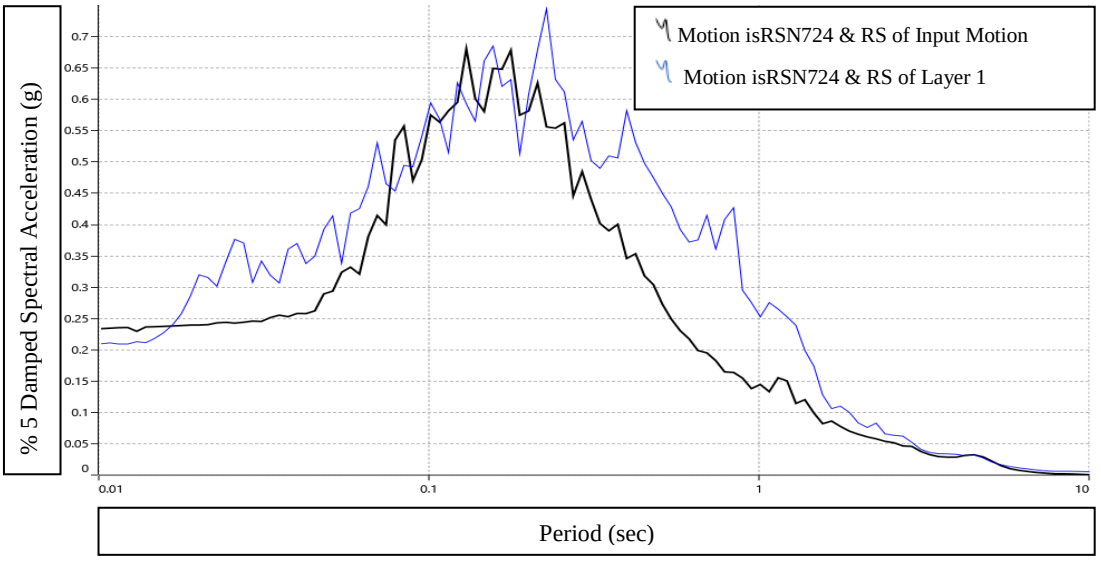


Şekil 5.K (Devam)

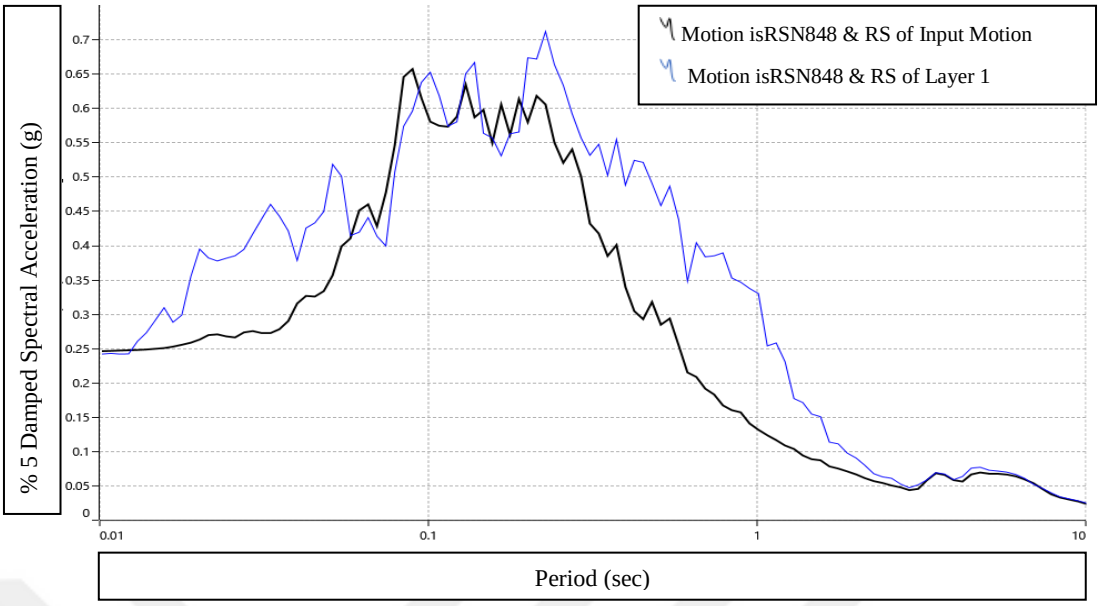


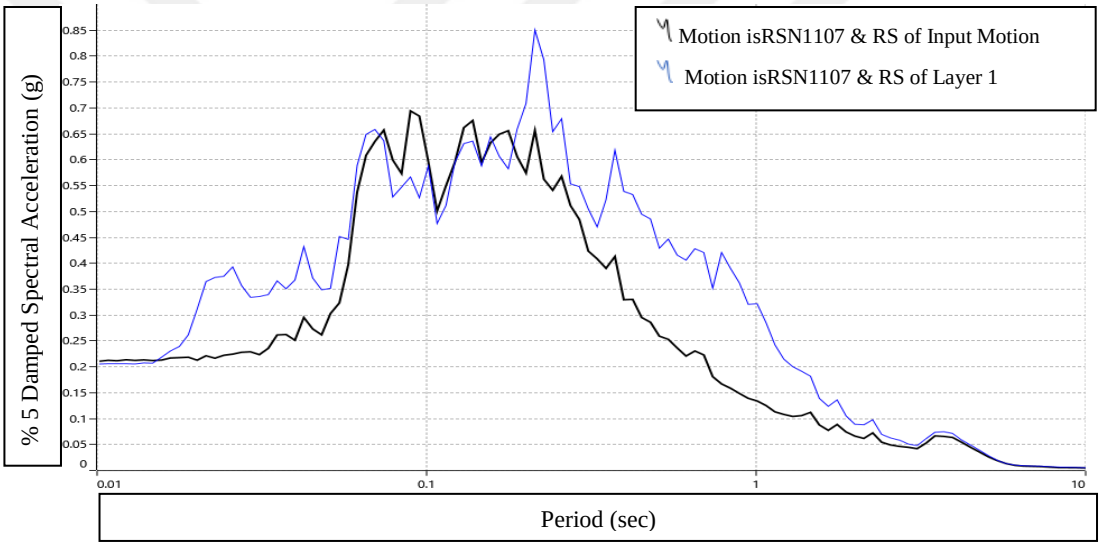
Şekil 5.L Tuşba için oluşturulmuş 4. profil ve zemin profil değerleri

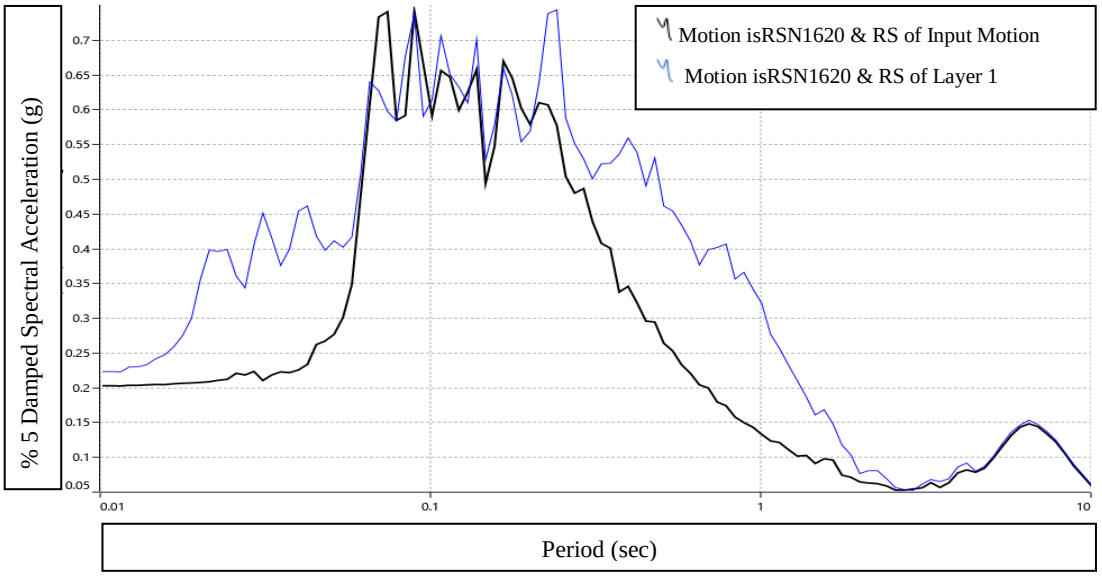




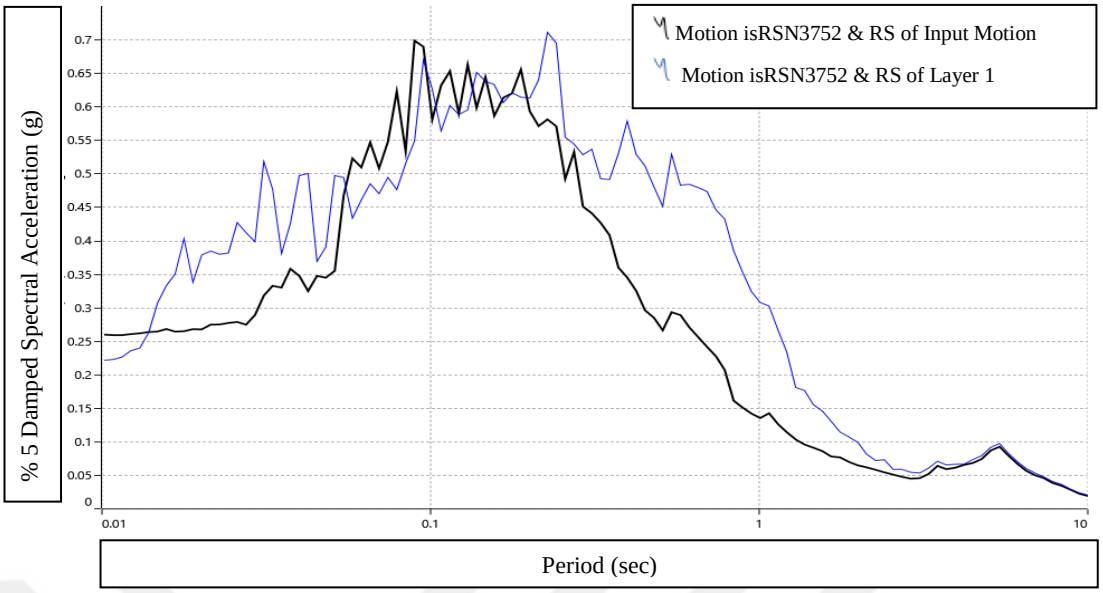
Şekil 5.M Tuşba için oluşturulmuş 4. profilin 11 senaryo deprem kaydı için %5 sönümlü ivme- zaman grafikleri

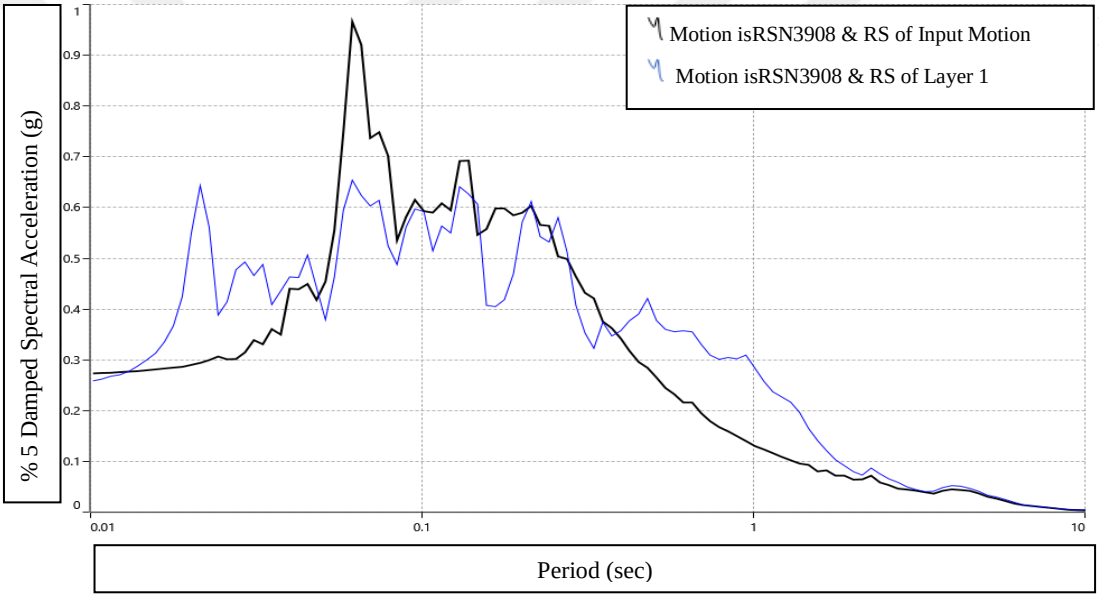


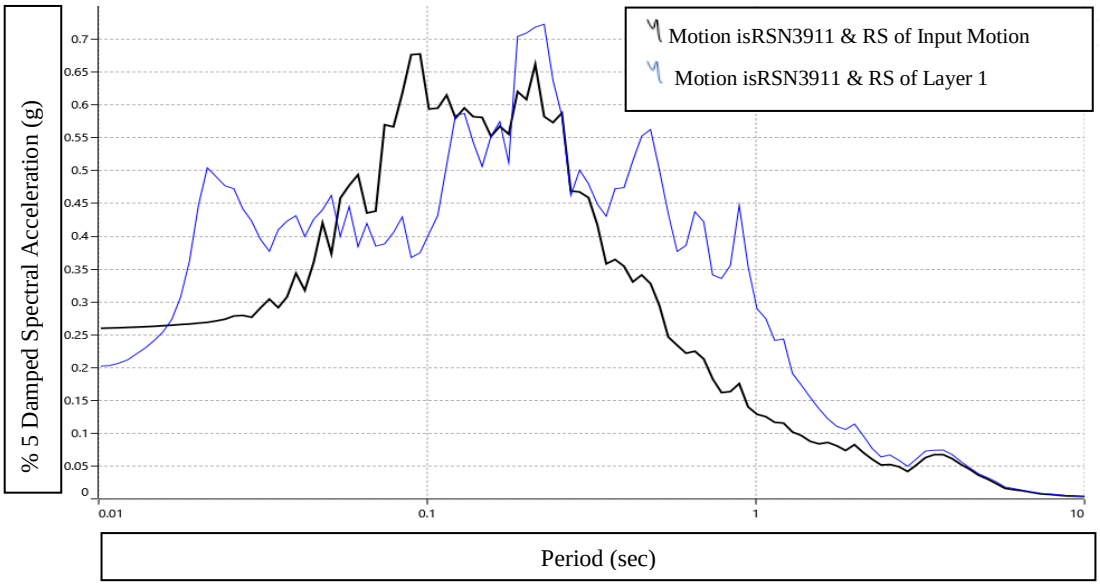




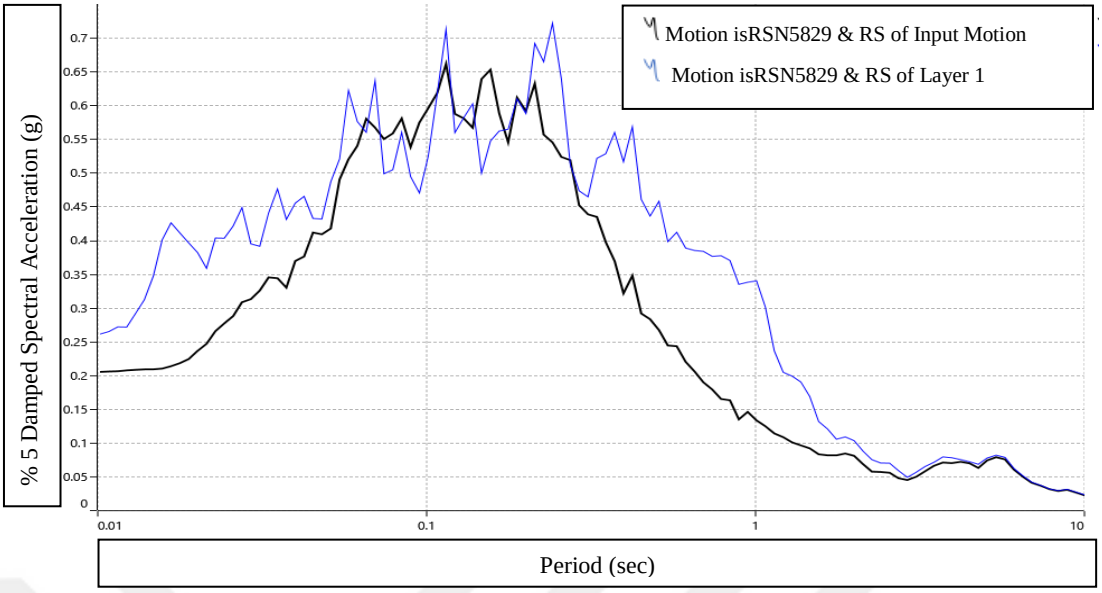
Şekil 5.M (Devam)

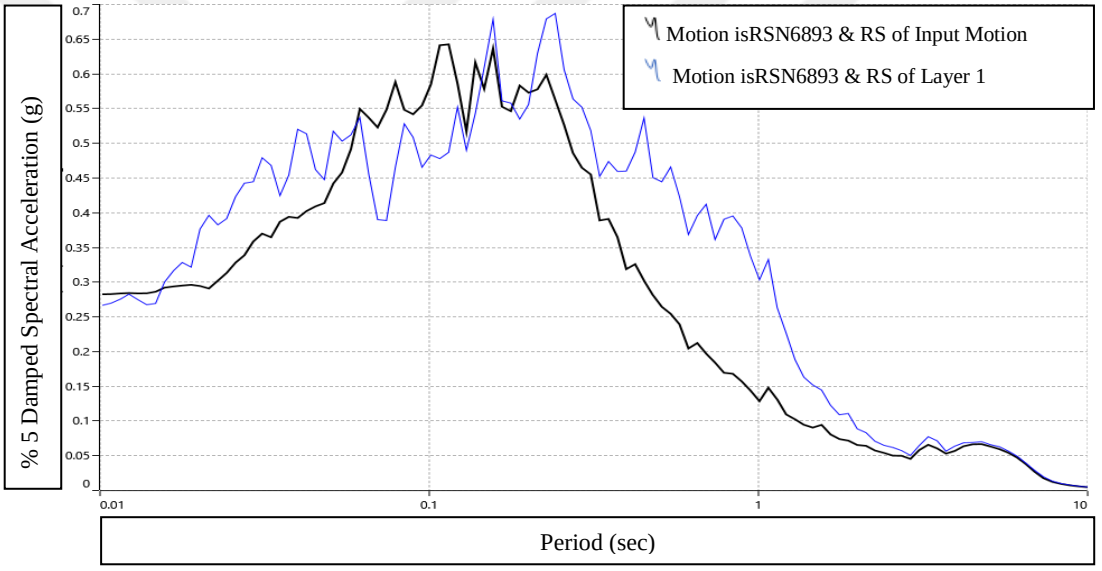


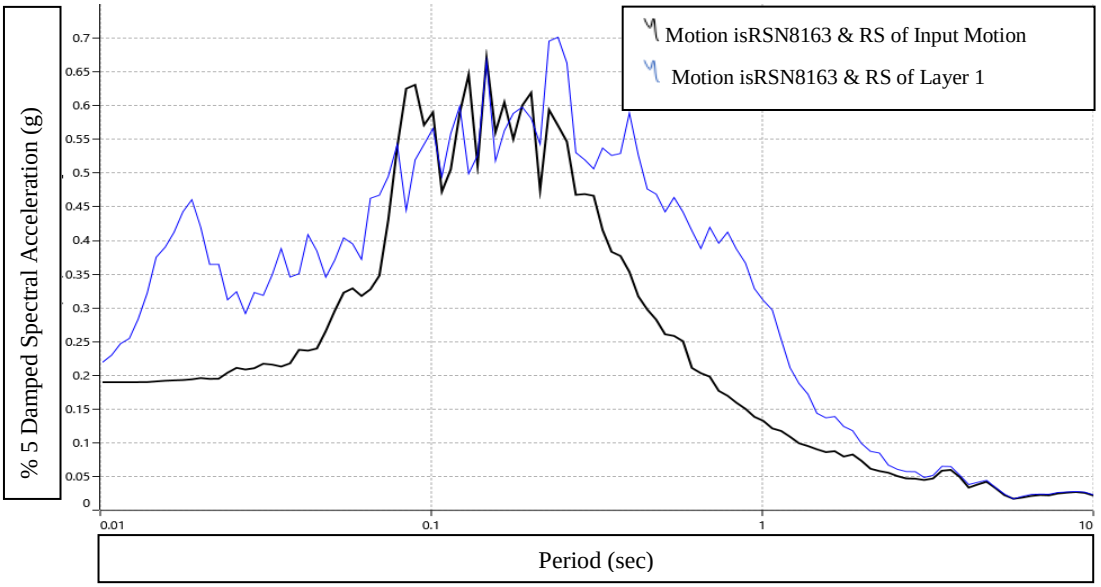




Şekil 5.M (Devam)







Şekil 5.M (Devam)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyad, Ad	Toyğar, Feyziye
Web sayfası (Research Gate, Academia, vs.)	https://www.researchgate.net/profile/Feyziye-Toygar

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi	2021
Lisans	Dicle Üniversitesi	2018
Lise	Tunceli Anadolu Lisesi	2013

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum	Görev
2020-Devam ediyor	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce(Orta Seviye)

Yayınlar

1.Yoktur

2.

3.

4.

Özel İlgiler

Dicle Üniversitesi 2018 yılı Mühendislik Fakültesi ikinciliği ve İnşaat Mühendisliği bölüm birinciliği derecesiyle mezun oldum.

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Feyziye TOYĞAR		
Öğrenci No	18806010		
Ana Bilim Dalı	Zemin Mekaniği ve Geoteknik		
Program Türü	Proje ☐	Yüksek Lisans ☒	Doktora ☐
Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	Prof.Dr. Taha Taşkıran		
(Varsa) II. Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)			
Tez Başlığı	Van İl Merkezi Zemin Büyütme Faktörünün İncelenmesi		
RAPOR BİLGİLERİ			
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Sonrası		
Sayfa Sayısı	179		
Raporlama Tarihi	31/12/2021		
Benzerlik Oranı (%)	18		

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 179 sayfalık kısmına ilişkin, 31/12/2021 tarihinde ~~şahsım~~/tez danışmanım tarafından Turnitin isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %18 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

☐Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç

☐Kaynaklar hariç

☒Alıntılar ~~hariç~~/dâhil

☐Diğer (Açıklayınız)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Benzerlik oranım üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir,
gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Feyziye Toyğar
Tarih:
İmza:

Danışman Adı, Soyadı: Prof.Dr. Taha Taşkıran İmza:
Tarih:

Ana Bilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı: Prof.Dr. Z. Fuat Toprak İmza:
Tarih: