



**T.C.**  
**KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



**KONYA İLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ**  
**ZEMİNLERİNİN DİNAMİK DAVRANIŞININ**  
**EŞDEĞER DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL**  
**OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE**  
**İNCELENMESİ**

**Fatih YILDIZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**KASIM-2021**  
**KONYA**  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih YILDIZ tarafından hazırlanan “Konya İli Organize Sanayi Bölgesi Zeminlerinin Dinamik Davranışının Eşdeğer Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi” adlı tez çalışması 02/11/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Mustafa YILDIZ

#### Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Atila DEMİRÖZ

#### Üye

Doç. Dr. Ali Sinan SOĞANCI

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN  
Enstitü Müdürü

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## **DECLARATION PAGE**

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Fatih YILDIZ

02/11/2021

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# KONYA İLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ZEMİNLERİNİN DİNAMİK DAVRANIŞININ EŞDEĞER DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

**Fatih YILDIZ**

**Konya Teknik Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atila DEMİRÖZ**

**2021, 307 Sayfa**

**Jüri**

**Prof. Dr. Mustafa YILDIZ  
Doç. Dr. Ali Sinan SOĞANCI  
Dr. Öğr. Üyesi Atila DEMİRÖZ**

Sismik olarak aktif bölgelerde, dünyanın oluşumundan beri yer kabuğundaki kırılmalar neticesinde aniden meydana çıkan titreşim dalgaları ile depremler oluşmaktadır. Depremlerin etkisinde zeminlerin göstereceği davranışların önceden tahmin edilebilmesi ve belirlenmesi yapıların tasarımında büyük önem arz etmektedir. Bizim ülkemiz de depremler açısından aktif bir ülke olarak nitelendirilmektedir. Bilindiği üzere zeminler, üzerlerine etkiyen belli frekanslardaki sismik dalgaları sönmümlendirerek etkisini azaltabilmekteyken bazı frekansları da büyütücü etkilere sahip olabilmektedir. Bundan kaynaklı olarak da zeminlerin dinamik davranışlarının mutlaka analizler ile belirlenmesi gerekmektedir. Tez çalışması kapsamında; Konya İli Organize Sanayi Bölgesinde yer alan farklı konumlardaki beş bölge belirlenmiş ve her bir bölge için 10'ar adet olmak üzere toplam 50 adet sondaj kuyusu seçilmiştir. Analizlerde kullanılacak olan veriler bölgeden temin edilmiş ve temsil edilmiş zemin profilleri oluşturulmuştur. Elde edilen zemin profilleri DEEPSOIL ve EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses) programları kullanılarak eşdeğer lineer ve nonlineer olarak analiz edilmiştir. Beş bölgede yapılan analizler neticesinde elde edilen maksimum yüzey ivmeleri, spektral ivmeler, zemin büyütme gibi değerler karşılaştırmalı olarak detaylıca irdelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bir Boyutlu Analiz, DEEPSOIL, Eşdeğer Doğrusal Analiz, Konya, Zemin Dinamik Davranış Analizi.

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

# **INVESTIGATION OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF SOILS OF KONYA PROVINCIAL ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE WITH EQUIVALENT LINEAR AND NONLINEAR ANALYSIS METHODS**

**Fatih YILDIZ**

**Konya Technical University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Civil Engineering**

**Advisor: Asst. Prof. Dr. Atila DEMİRÖZ**

**2021, 307 Pages**

**Jury**

**Prof. Dr. Mustafa YILDIZ  
Assoc. Prof. Dr. Ali Sinan SOĞANCI  
Asst. Prof. Dr. Atila DEMİRÖZ**

In seismically active regions, earthquakes occur with sudden vibration waves as a result of fractures in the earth's crust since the formation of the Earth. Predicting and determining the behavior of soils under the influence of earthquakes is of great importance in the design of structures. Our country is also characterized as an active country in terms of earthquakes. As it is known, soils can reduce their effect by dampening seismic waves at certain frequencies acting on them, while some frequencies can have amplifying effects. Therefore, the dynamic behavior of soils must be determined through analysis. Within the scope of the thesis; two regions in different locations in Konya Organized Industrial Zone were determined and a total of 10 drilling wells were selected, 5 for each region. The data to be used in the analyzes were obtained from the region and soil profiles were created for each well. The obtained soil profiles were analyzed as equivalent linear and nonlinear through DEEPSOIL and EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyzes) programs. The obtained results were analyzed by creating tables. Values such as maximum surface accelerations, spectral accelerations, ground amplifications obtained as a result of the analyzes made in each region have been examined in detail in comparison.

**Keywords:** One dimensional analysis, DEEPSOIL, Equivalent Linear Analysis, Konya, Soil Dynamic Behavior Analysis

## ÖNSÖZ

Çalışmamın başlangıcından son gününe kadar bilgi ve deneyimlerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, her türlü fedakârlığı göstererek çalışmama ışık tutan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Atila Demiröz'e, yardımlarını ve yönlendirmelerini hiçbir zaman eksik etmeyen Sayın Prof. Dr. Mustafa Yıldız hocama, Geoteknik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi hocalarım, akademik bilgilerini her zaman benle paylaşan ve yardımlarını esirgemeyen sevgili dayım Prof. Dr. Şakir Taşdemir'e, benden desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme ve bana her zaman yardımcı olan değerli arkadaşlarım Ayyüce Çilingir ve Fulya Özdemir'e şükranlarımı sunarım.

Çalışma bölgesi ile ilgili verileri sağlayan Konya Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğüne teşekkürlerimi borç bilirim.

Fatih YILDIZ  
KONYA-2021

# İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>ÖNSÖZ .....</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER .....</b>	<b>vii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Tez Çalışmasının Amacı .....	2
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması.....	4
1.2.1. Çevresel bilgiler .....	4
1.2.2. Çalışma alanının genel jeolojisi ve stratigrafisi .....	5
1.2.2.1. İkisivritepe olistoliti (Mzhi).....	6
1.2.2.2. Hatıp ofiyolitli karışığı (Mzh).....	6
1.2.2.3. Ulumuhsine formasyonu (Tu).....	7
1.2.2.4. Küçükmuhsine formasyonu (Tk).....	7
1.2.2.5. Erenlerdağı volkanitleri (Tsu).....	7
1.2.2.6. Topraklı formasyonu (TQt) .....	8
1.2.2.7. Konya formasyonu (Qk) .....	8
1.2.2.8. Aslımyayla formasyonu (Qeas) .....	8
1.2.2.9. Sakyatan formasyonu (Qes).....	9
1.2.3. Tektonik Durumu ve Depremselliği .....	10
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>11</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>22</b>
3.1. Zemin Dinamik Davranışı .....	22
3.2. Zemin Dinamik Davranışının Modellenmesi .....	25
3.2.1 Zemin davranış analizleri.....	26
3.2.1.1. Bir boyutlu (1-B) analizler .....	27
3.2.1.2. İki boyutlu (2-B) analizler .....	27
3.3. Zemin Büyütmesi.....	28
3.4. Coğrafi Bilgi Sistemi .....	30
3.5. Zeminlerin Dinamik Davranış Analizlerinde Kullanılan Programlar.....	32
3.6. DEEPSOIL Programı ile Eşdeğer Doğrusal Analiz.....	34
3.6.1. DEEPSOIL programı ile yapılan analizler .....	35
3.6.1.1. Lineer (doğrusal) analiz .....	35
3.6.1.2. Frekans tanım alanında eşdeğer lineer (doğrusal) analiz.....	35
3.6.1.3. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan (nonlinear) analiz .....	36
3.6.2. DEEPSOIL programının genel düzeni ve yapısı .....	37
3.6.3. DEEPSOIL programının kullanımı.....	38
3.6.3.1. Kullanılacak deprem kaydının belirlenmesi .....	39
3.6.3.2. Analiz türünün belirlenmesi.....	40
3.6.3.3. Zemin profilinin tanıtılması .....	40
3.6.3.4. Yeraltı su seviyesi .....	43
3.6.3.5. Anakaya özelliklerinin belirlenmesi .....	43

3.6.3.6. Analiz kontrol pencesi	44
<b>3.7. EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses) Programı</b>	
Kullanımı	45
3.7.1. EERA deprem verileri girişi	45
3.7.2. EERA zemin profilinin belirlenmesi	47
3.7.3. EERA gerilme-deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri	48
3.7.4. EERA iterasyon sayısının belirlenmesi ve hesaplama	49
3.7.5. EERA ivme çalışma sayfası ayarları	50
3.7.6. EERA çıktı çalışma sayfası bölümleri	50
3.7.6.1. Strain çalışma sayfası	50
3.7.6.2. Ampli çalışma sayfası	51
3.7.6.3. Fourier çalışma sayfası	52
3.7.6.4. Spektrum çalışma sayfası	52
<b>3.8. Konya Organize Sanayi Bölgesinden Alınan Verilerin İncelenmesi</b>	<b>53</b>
3.8.1. Bölge 1’de gerçekleştirilen arazi çalışmaları	53
3.8.1.1 Bölge 1’de gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar	54
3.8.1.2 Bölge 1’de yapılan sondaj çalışmaları	55
3.8.1.3 Bölge 1’in jeolojik kesiti	55
3.8.2. Bölge 2’de gerçekleştirilen arazi çalışmaları	56
3.8.2.1 Bölge 2’de gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar	56
3.8.2.2 Bölge 2’de yapılan sondaj çalışmaları	57
3.8.2.3 Bölge 2’nin jeolojik kesiti	57
3.8.3. Bölge 3’te gerçekleştirilen arazi çalışmaları	58
3.8.3.1 Bölge 3’te gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar	58
3.8.3.2 Bölge 3’te yapılan sondaj çalışmaları	58
3.8.3.3 Bölge 3’ün jeolojik kesiti	59
3.8.4. Bölge 4’te gerçekleştirilen arazi çalışmaları	59
3.8.4.1 Bölge 4’te gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar	60
3.8.4.2 Bölge 4’te yapılan sondaj çalışmaları	60
3.8.4.4 Bölge 4’ün jeolojik kesidi	61
3.8.5. Bölge 5’te gerçekleştirilen arazi çalışmaları	61
3.8.5.1 Bölge 5 jeofizik çalışması	62
3.8.5.2 Bölge 5’te yapılan sondaj çalışmaları	62
3.8.5.3 Bölge 5’in jeolojik kesiti	62
<b>3.9. Temsili Zemin Profillerinin Oluşturulması</b>	<b>63</b>
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA</b>	<b>71</b>
4.1. Frekans Alanında Eşdeğer Lineer Analiz Sonuçları	74
4.2. Zaman Alanında Nonlineer Analiz Sonuçları	84
4.3. EERA Programı Bir Boyutlu Eşdeğer Lineer Analiz Sonuçları	94
4.4. Eşdeğer Lineer Analiz ile Nonlineer Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması ve İncelenmesi	96
<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b>	<b>103</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>109</b>
<b>EKLER</b>	<b>112</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>295</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

A	: Büyütme
$a_{\max}$	: En büyük yüzey ivmesi (g)
$a_{\text{tabankayası}}$	: En büyük taban kayası ivmesi (g)
CL	: Düşük plastisiteli kil
E	: Elastisite modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )
$f_{\max}$	: Maksimum kesme frekansı (Hz)
$f_0$	: Hakim frekans (Hz)
G	: Kayma modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )
$G_{\max}$	: En büyük kayma modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )
$G_{\text{sec}}$	: Sekant kayma modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )
$G/G_{\max}$	: Kayma modülü oranı
$G_{\text{tan}}$	: Tanjant kayma modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )
GM	: Siltli çakıl
H	: Derinlik (m)
h	: Kalınlık (m)
$I_c$	: Kıvamlılık indisi
K	: Bulk modülü ( $\text{kg/cm}^2$ )
LL	: Likit limit (%)
M	: Deprem büyüklüğü
ML	: Düşük plastisiteli kil
$M_{\max}$	: En büyük magnitüd
$M_s$	: Yüzey dalgası büyüklüğü
$M_w$	: Moment büyüklüğü
$N_{30}$	: Ortalama SPT-N değeri
$P_{\text{düz}}$	: Düz atıştan elde edilen P dalgası kaydı
$P_{\text{ters}}$	: Ters atıştan elde edilen P dalgası kaydı
PI	: Plastisite indisi (%)
PL	: Plastik limit (%)
PGA	: En büyük yer ivmesi (g)
PGV	: En büyük yer hızı (cm/sn)
$S_{\text{düz}}$	: Düz atıştan elde edilen S dalgası kaydı
$S_{\text{ters}}$	: Ters atıştan elde edilen S dalgası kaydı
SM	: Siltli kum
$S_s$	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
$S_1$	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
t	: Zaman
$T_0$	: Hâkim titreşim periyodu (s)
$V_p$	: P dalgası hızı (m/s)
$V_s$	: Kayma dalgası hızı (m/s)
$V_{S30}$	: 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı (m/s)
x	: Yol (uzaklık) (m)
w	: Su muhtevası (%)
Z	: Derinlik (m)
$\gamma$	: Birim hacim ağırlık ( $\text{kN/m}^3$ )
$\tau$	: Kayma gerilmesi ( $\text{kg/cm}^2$ )
v	: Poisson oranı

$\xi$  : Sönüm oranı (%)  
 $\rho$  : Yoğunluk (gr/cm<sup>3</sup>)



## Kısaltmalar

1-B	: Bir boyutlu
2-B	: İki boyutlu
3-B	: Üç boyutlu
CBS	: Coğrafi bilgi sistemi
CPT	: Koni Penetrasyon Deneyi
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
EERA	: Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses
FFT	: Fast Fourier Transform (Hızlı Fourier Dönüşümü)
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
KOFZ	: Konya Fay Zonu
MASW	: Çok kanallı yüzey dalgası analizi
NEHRP	: Ulusal Deprem Tehlikelerini Azaltma Programı
OCR	: Aşırı Konsolidasyon Oranı
PGA	: Peak Ground Acceleration
SDMT	: Sismik Marchetti Dilatometre Deneyi
SK	: Sondaj Kuyusu
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
YAF	: Yazır Fayı
YASS	: Yeraltı Su Seviyesi

## 1. GİRİŞ

Deprem hem canlı yaşamını hem de cansız varlıkları derinden etkileyen doğal yollarla oluşan bir afet türüdür. Yarattığı can ve mal kayıplarıyla maddi ve manevi olarak zarar görmeye neden olan depremlerin, diğer doğal afetlerde olduğu gibi önlenmesi mümkün değildir. Fakat depremlerin ortaya çıkaracağı hasarları en aza indirmek mümkündür.

Depremlerle ilgili olan afetler genellikle sismik tehlike olarak adlandırılmaktadır. Sismik tehlikeler başlıca; yer sarsıntısı, yapısal hasarlar, heyelanlar, sıvılaşma, nakil hatlarında yaşanan tehlikeler, istinat yapısı yenilmeleri ve tsunami tehlikeleridir. Bu tehlikeler insan hayatı üzerinde yarattığı hasar ve ülkelerin ekonomilerini dahi derinden etkileyecek ölçülerde tehdit oluşturmaktadırlar.

Bir deprem esnasında oluşan hasarları yalnızca üst yapı ile ilişkilendirmek doğru değildir. Yapılarda oluşan hasarları etkileyen faktörler üç ana grupta toplanabilir. Bunlar meydana gelen depremin özellikleri, depremden etkilenen yapıların kalitesi ve depremin etkisini gösterdiği bölgelerin yerel zemin koşullarıdır. Bu faktörler çeşitli depremlere göre farklılıklar göstermektedir. Ama sonuç olarak depremlerin ortaya çıkardığı hasarların sebeplerine bakıldığında değişmeyen tek ve en önemli nokta bölgelerin yerel zemin koşullarının elverişsiz olmasından kaynaklı yaşanan kayıplardır.

Zeminlerin genel özellikleri ve zemine gelen yüklere karşı zeminlerin göstereceği davranışlar yapıların tasarlanmasında büyük önem taşımaktadır. Statik ve dinamik yüklerin etkisindeki zeminlerin güvenli bir şekilde yapılanmasını baz alan parametreler tam ve doğru olarak belirlenmelidir. Üst yapıların tasarımında, sismik yüklerin etkisindeki zeminler ve yapıların etkileşimi önem taşımaktadır. Ülkemiz aktif olan bir deprem kuşağında yer aldığı için bu durumun önemi de artmaktadır. Olası bir deprem anında zemin hâkim periyodunun ne olacağı ne gibi davranışlar göstereceği yapıların tasarlanması açısından büyük önem arz etmektedir.

Zemin tabakaları, meydana gelen sismik dalgalara göre farklı davranışlar göstermektedir. Örneğin belirli frekanslardaki sismik dalgaları söndürerek etkisini azaltabilmektedir. Fakat bazı frekansları da büyütücü etkilere sahip olabilmektedir. Bundan kaynaklı olarak da depremler esnasında yer hareketlerinin hangi parametrelerden ne kadar etkilendiği ve değişimin ne kadar olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü deprem etkisinde zemin tabakalarının kalınlıkları, plastisiteleri, kıvam ve esneklikleri gibi

özellikleri zemin büyütme etkisi oluşturmaktadır. Bundan dolayıdır ki arazi ve laboratuvarlarda gerçekleştirilen deneyler bir bütün içinde değerlendirilerek söz konusu olan bu parametrelerin meydana getirebileceği olası etkiler incelenmelidir (Civelekler ve diğ., 2017; Bozkurt ve Demiröz, 2020).

Depremlerin zamanı ve şiddetinin önceden tespit edilememesi, zeminlerin tabakalı ve heterojen yapılarda olmaları durumun daha karışık bir hal almasına neden olmaktadır. Bundan dolayı dinamik yüklerin etkisindeki zemin davranışlarının ve oluşabilecek hasar, zararların minimuma indirilmesinde zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Tüm bunlar göz önünde bulundurularak çeşitli hesap yöntemlerinin ve farklı malzeme modellerinin kullanıldığı sayısal dinamik analiz yöntemleri geliştirilmiştir. Analiz yöntemleri bir boyutlu, iki boyutlu ve üç boyutlu olarak gruplandırılmıştır. Bunların geliştirilmesindeki asıl amaç, yer hareketleri etkisinde yüzeye yakın zemin tabakalarında meydana gelecek olan kayma deformasyonu değerlerinin yaklaşık olarak tespit edilebilmesidir. En basit olanı bir boyutlu analiz yönteminde; zemin tabakaların dinamik özellikleri, kalınlıkları, sismik ve anakaya derinliği yapılacak hesaplar için yeterli olmaktadır. İki ve üç boyutlu olarak geliştirilen analiz yöntemlerinde ise zemin kesitlerindeki tabakaların iki, üç boyutlu olarak geometrilerine ve sınır şartlarına hesapların yapılabilmesi için ihtiyaç vardır. Sonuç olarak ise sayısal dinamik analiz yöntemleri ile kuvvetli yer hareketleri esnasındaki yüzeye yakın olan zemin tabakalarında oluşacak kayma şekil değiştirmesi değerlerinin yaklaşık olarak belirlenmesi, depremlerin yüzeylerde oluşturacağı tahribin tespit edilebilmesinde önem taşımaktadır (Subaşı ve diğ., 2019).

### **1.1. Tez Çalışmasının Amacı**

Deprem sırasında yer kabuğunda oluşan ani kırılmalar neticesinde ortaya çıkan titreşim dalgaları zeminler üzerinde çeşitli etkiler yapmaktadır. Depremin ne zaman ve ne şiddette olacağına önceden tespit edilememesi ve zeminin tabakalı yapısı bu etkileri minimuma indirmeyi zorlaştırmaktadır. Bundan dolayı zemine etkiyen depremin özelliklerinin erkenden tespit edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Buna istinaden zeminin herhangi bir deprem esnasında nasıl bir dinamik davranış sergileyeceği arazi ve laboratuvar ortamlarında çeşitli işlemlerle hesaplanıp gerekli analizler yapılmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı Konya ili Organize Sanayi Bölgesi zemininde daha önceden gerçekleştirilmiş olan sondaj çalışmaları ve arazideki sismik deneyler aracılığıyla ulaşılan zemin kayma dalgası hızı değerleri kullanılarak zeminin dinamik davranışının incelenmesi ve ulaşılan parametrelerin karşılaştırmalı olarak yorumlanarak değerlendirilmesidir.

Çalışmada Konya Organize Sanayi Bölgesine ait zemin etüt raporları, hesap raporları, geoteknik rapor verilerine göre 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde önerilen, zemin dinamik davranış analizi kullanılarak bölge zemininin dinamik davranışını incelenmiştir. Bölgede yapılan sondajlar ve sismik çalışmalar kullanarak zeminin deprem anındaki olası davranışı yorumlanmıştır.

Deprem sırasında oluşacak yüzey yer hareketi üzerindeki etkisi bir boyutlu eşdeğer lineer analizler ve nonlineer analizler aracılığıyla projeden alınan veriler doğrultusunda DEEPSOIL ve EERA programları ile zeminin farklı dinamik sismik davranışı analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar tabakaların büyütme değerlerine bağlı olarak yorumlanmıştır. Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümünde tez çalışmasının amacı ve kapsamı hakkında bilgiler verilmiştir. Konya Organize Sanayi Bölgesi; çevre-iklim bilgileri, doğal afet tehlikeleri, genel jeoloji ve depremselliği hakkında bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde bir boyutlu eşdeğer lineer analizler ve nonlineer analizler ilgili kaynak araştırılmasına yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde DEEPSOIL ve EERA zemin dinamik davranış analizi programlarının genel düzeni, çalışma prensipleri ve kullanımı hakkında bilgiler verilmiştir. Konya Organize Sanayi Bölgesinden temin edilen veriler detaylı olarak incelenmiştir ve idealize zemin profilleri oluşturulmuştur. Geoteknik alanında sıkça kullanılan zemin dinamik davranışı ve coğrafi bilgi sistemi kavramları hakkında bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümünde analizler neticesinde ulaşılan sonuçlar belli bir düzen çerçevesinde verilmiştir ve literatürdeki bazı çalışmalar ile de karşılaştırmalı olarak incelemeler yapılmıştır.

Beşinci bölümde analiz sonuçları ve öneriler maddeler halinde verilmiştir.

## 1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

Çalışma alanı Konya Organize Sanayi Bölgesi, Konya Ankara-Konya Aksaray devlet yolları arasında Konya şehir merkezine yaklaşık 20 km mesafede 1600 hektarlık bir alan üzerinde kurulmuştur. Bölge 618 sanayi parselinden oluşmaktadır. 700 hektarlık bir alanda kurulacak olan tevsi alanlarının da faaliyet geçmesi ile toplam 2300 hektar alanla Türkiye'nin en büyük Organize Sanayi Bölgelerinden biri olacaktır. İnceleme alanı görüntüsü Şekil 1.1'de verilmiştir. 26 ana sektör 14 de diğer sektör olmak üzere 40 farklı sektörde üretim yapılmaktadır. Bu çalışma alanları başlıca otomotiv yedek parça, döküm, makine ile tarım makine ekipmanları, inşaat, plastik, metal, dorse ve damper gibi gibi üretim kollarıdır. Bölgede yaklaşık olarak 38 bin çalışan istihdam edilmektedir (URL-1). Bölge sanayileşme ve kentleşmenin etkisiyle gün geçtikçe hızlı bir şekilde büyümektedir.



Şekil 1.1. Tez çalışması inceleme alanı (Konya Organize Sanayi Bölgesi)

### 1.2.1. Çevresel bilgiler

Çalışma alanı Konya ili, Selçuklu ilçesi sınırları içerisinde Büyük Kayacık Mahallesiinde yer almaktadır. Bölge düz ve az eğimli bir morfolojiye sahiptir. Eğim %0-%5 arasında değişmektedir.

Bölgede İç Anadolu karasal iklimi hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise yağışlı ve soğuktur. Arazide don etkisi görülmektedir. Ocak-Nisan aylarında yağış etkisi

en yüksek, Temmuz-Ağustos aylarında yağış oranları en düşük seviyededir. Bölgede herhangi bir akarsu veya sel taşkını oluşturacak morfoloji bulunmamaktadır. Bitki örtüsü, Konya Ovası'ndaki kültür bitkileri dışında, kısa otlardan oluşmaktadır.

### 1.2.2. Çalışma alanının genel jeolojisi ve stratigrafisi

Çalışma alanının jeolojik ve geoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla bölgesel hazırlanmış jeolojisi buna bağlı olarak litolojisi, stratigrafisi, oluşumları, yatay ve düşey yayılımları hakkında bilgiler verilmiştir.

Göğer ve Kırıl (1969, 1973), Konya Kızılören civarında yaptıkları 1/25000 ölçekli jeolojik harita alım çalışmalarında, litostragrafik açıdan ilk kez tanımladıkları birimlere fosil içeriklerine göre yaş vermişlerdir. Bu araştırmacılar bölgede Kretase yaşlı serpantinleşmiş peridotitler ile çörtlü kireçtaşlarının bulunduğunu, bunların üzerine uyumsuz olarak Neojen yaşlı çökellerin geldiğini ifade etmişlerdir.

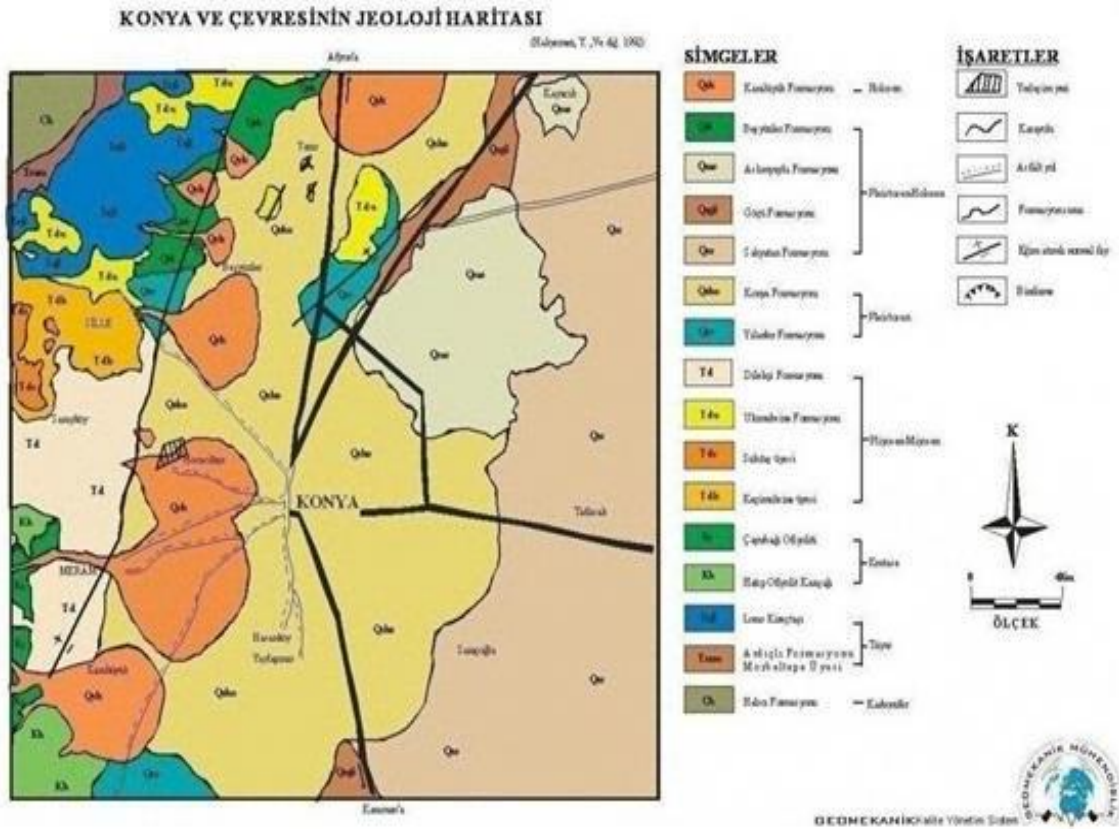
Keller ve ark. (1977), Konya batı ve güneybatısındaki Erenler Dağı-Alaca Dağ volkanizmasının etüdünü yapmışlar ve bu andezitik – dasitik volkanizmanın 12 milyon yıl öncesinde faaliyete geçmiş bir fosil yitim zonuyla alakalı olduğunu, bu zonun saf bir okyanusal kabuk olmayıp kıta çarpışmasının görüldüğünü ve kıtaların birleşiminin kıtasal ve okyanusal kabuk üzerinde birikmiş kalın Tetis çökellerinden ibaret olduğunu belirtmişlerdir.

Özcan ve ark. (1990), çalışmalarında Konya dolayındaki Bolkar Dağı birliğine ait kaya birimlerini ve bunların stratigrafik konumlarını açıklayarak, bölgede Siluriyen, Üst Kretase ve Neojen yaşlı kayaların var olduğunu ve karbonifer istifin süreklilik gösterdiğini belirterek Kütahya – Bolkar Dağı kuşağının evrimini ortaya koymuşlardır.

Kıyıcı ve Baybörü (1975), Konya ili Meram ilçesi manyezit sahasının jeolojik inceleme raporlarında sahada Mesozoyik yaşlı kireçtaşları ve ofiyolitler ile Senozoyik yaşlı birimlerin bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Çalışma alanı temsili eden formasyonlar yaşlıdan gence doğru İkisivritepe Olistoliti, Hatıp Ofiyolitli Karışığı, Ulumuhsine Formasyonu, Küçükçekmece Formasyonu, Erenlerdağı Volkaniti, Topraklı Formasyonu ve Konya Formasyonu oluşmaktadır. Bu formasyonların oluşturduğu inceleme alanı jeolojisi Şekil 1.2'de verilmiştir.





Şekil 1.2. Bölgenin jeoloji haritası

### 1.2.2.1. İkisivritepe olistoliti (Mzhi)

Hatıp ofiyolitli karışığı içerisinde bulunan litolojilerden yalnızca kireçtaşı blokları haritalanabilir boyuttadır. Bloklar inceleme alanının kuzeyinde ve güneyinde mostra vermektedir. Bu bloklar ilk defa Eren (1989) tarafından birimin belirgin özelliklerinin görüldüğü, Konya batısında bulunan İkisivritepe'ye izafeten İkisivritepe Olistolitleri olarak adlandırılmıştır. Kireçtaşı blokları melanj içinde hemen hemen her yerde gözlenebilmektedir ve bu bloklar karışık içinde yüzer durumdadırlar. Genellikle gri beyaz renkli orta-kalın tabakalı bazı bölgelerde masif yapıdadırlar. Bloklar çatlaklı olup kalsit dolgu ile doldurulmuştur. Kireçtaşları üzerinde yer yer erime boşlukları ve karstik yapılar gözlenebilmektedir.

### 1.2.2.2. Hatıp ofiyolitli karışığı (Mzh)

Bu birim Göger ve Kırıl (1973) tarafından Hatıp Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Ancak Özcan ve ark. (1990) tarafından formasyonun belirgin özelliklerinin görüldüğü Hatıp köyüne izafeten Hatıp Ofiyolitli Karışığı olarak adlandırılmıştır. Birim çoğu serpantinleşmiş ofiyolitik kayalardan, pelajik

kireçtaşlarından, radyolaritlerden, bazalt ve spilit piroklastiklerinden filiş özelliğindeki çökellerden oluşan bir matriks ve matriksin içinde haritalanabilir boyuttaki kireçtaşı bloklarından oluşur (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporu).

### **1.2.2.3. Ulumuhsine formasyonu (Tu)**

Formasyonun kayaçlarını kireçtaşı, onkolitli kireç taşları oluşturmaktadır. Ayrıca marn, killi kireçtaşı ve çamurtaşları görülmektedir. Ulumuhsine formasyonunu egemen litojilerini krem renkli kireçtaşları oluşturur. Kireçtaşlarının tabaka kalınlıkları yaklaşık 20-50 cm arasındadır. Formasyon tatlı su fosili içermesi gölsel bir ortamda çökelmekte ve içindeki çamurlar ara ara seviyeler şeklindedir. Kireçtaşlarının ayrılmış kesimleri sarımsı, açık kahverengindedir. Marnlar beyaz renkli ara seviyeler halinde gözlenmektedir. Birim çatlaklı ve boşluklu bir yapıya sahiptir (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

### **1.2.2.4. Küçükmuhsine formasyonu (Tk)**

Gri, beyaz, krem ve pembemsi renkli tuf, tüfit, volkanik breş volkanojen kumtaşı ardalanması şeklindeki neojen istifinde çalışmada Küçükmuhsine formasyonu şeklinde tanımlanmıştır. Gölsel ve karasal çökellerde yanal ve düşey geçişler sunan yöredeki bu volkano tortul Neojen istifinde, Göger ve Kıral (1969) tarafından “Dilekçi Formasyonu” içerisinde “Küçükmuhsine üyesi” olarak adlandırılmıştır. Eren (1993) ise aynı birimi “Dilekçi Grubu” içerisinde incelemiş ve ilk kez formasyon mertebesinde “Küçükmuhsine Formasyonu” olarak tanımlamıştır (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

### **1.2.2.5. Erenlerdağı volkanitleri (Tsu)**

Eren (1993)’de dasit, andezit ve bazaltlardan oluşan birimi, “Dilekçi Grubu” içerisinde incelemiş ve Erenlerdağı volkanitleri olarak tanımlamıştır. Formasyon pembemsi renkli dasit, gri yeşilimsi renkte andezit ile siyah renkli gaz boşluklu bazaltlardan oluşan lavlar; vitrofirik-porfirik dokulu andezit, hipokristalin dokulu piroksenli andezit, hipokristalin dokulu piroksenli bazalt şeklindedir. Erenlerdağı volkanitleri alttan yanal düşey geçişli olarak Küçükmuhsine formasyonu ile üstten Yürükler formasyonu ile yanal düşey geçişlidir (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

### **1.2.2.6. Topraklı formasyonu (TQt)**

Doğan (1975), alüvyon çökellerden oluşan birimi “Topraklı konglomerası” olarak adlandırılmıştır. Sadece konglomeralardan yapılmayan çamur ve çakıl içeren söz konusu birim, Eren (1993) Topraklı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Topraklı formasyonunun litolojilerini genellikle tutturulmamış, kötü boylanmalı, kırmızı-kahve, gri renkli çakıl, kum, çamur ve kaliş düzeyleri oluşturmaktadır. Konglomeralar, polijenik ve heterojen konglomeralar olup, alttaki tüm birimlerden malzeme almışlardır. Temele yakın kısımlarda kısmen tutturulmuş olan konglomeralar, düzlüklere doğru gevşek dokulu çakıl, kum ve çamur depolarına geçiş gösterirler. Formasyonun yaygın diğer bir litolojisini oluşturan çamurlar yer yer yumru, yer yerde kaliş oluşumları içerir. Bu formasyon bir yandan genç dere yatakları tarafından aşındırılmakta, diğer yandan ise, yükselteli kesimlerden süpürülen kırıntılı desteğinde oluşumunu sürdürmektedir (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

### **1.2.2.7. Konya formasyonu (Qk)**

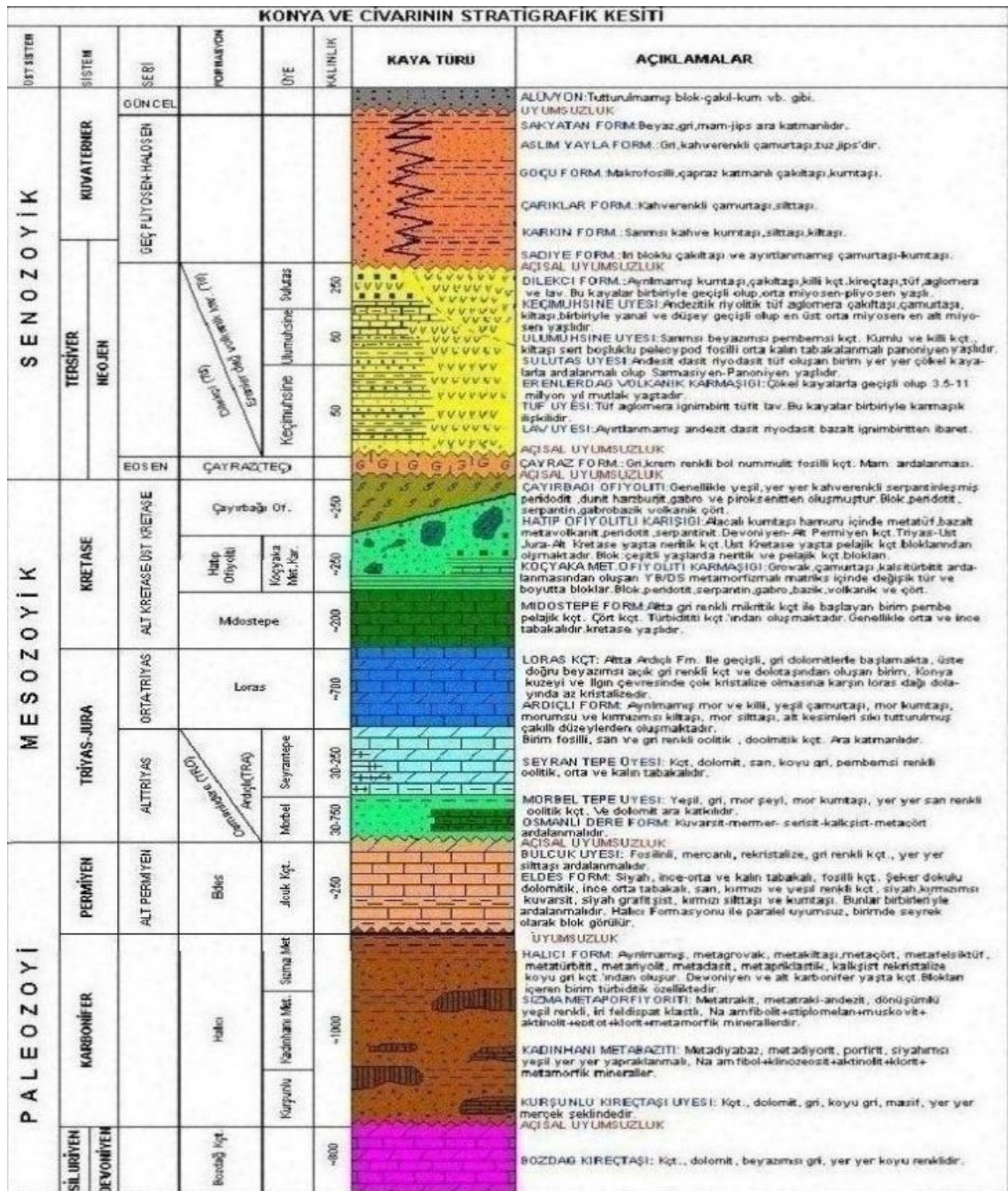
Konya formasyonu şehir içinde, kuzeyinde ve havaalanında yüzlekler verir. Tip yeri Konya şehrinin kuzeyindeki taş ocakları dolaydır. Formasyon başlıca sarımsı kahverengi, çok az tutturulmuş siltaşı, kumtaşı ve çakıl taşlarından oluşur. Siltaşları egemen kaya türünü oluşturmakla birlikte, kumtaşı ara katmanları içermekte ve batıya doğru, Kuvaternerden yaşlı birimlerin oluşturduğu yükseltinin önünde çakıltaşları giderek egemenleşir. Konya formasyonu bir alüvyon yelpazesi özelliği sunar. Ancak doğruya doğru göl çanağı çökellerine geçiş göstermesi, bunun bir yelpaze deltası olarak yorumlanmasını gerektirir (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

### **1.2.2.8. Aslımyayla formasyonu (Qeas)**

Formasyon düşük açılı düzensel çapraz ve paralel katmanlı, yer yer teknesel çapraz katmanlı, küçük çakıllı, iyi boylanmalı ve orta-iyi tutturulmuş çakıltaşları ve kavkı kırıntılı, paralel ve çapraz laminalı ve dalga ripilli, az-orta tutturulmuş kumtaşlarından oluşur. Göçü formasyonu göle eğilimli, düşük açılı, düzlemsel çapraz katmanları kurtulma (rip) akıntısı kökenli teknesel çapraz katmanları, dalga ripilları ve göl sel pelesipot ve gastropod kavkısı içeriğiyle tipik bir çakıllı göl kumsalını temsil etmektedir (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

### 1.2.2.9. Sakyatan formasyonu (Qes)

Formasyon adını Sakyatan Köyü'nden almış, göl çanağı çökellerinden oluşur. Yer yer jipsli arakatmanlı, beyaz ve gri marnlardan oluşmaktadır. Formasyon Pliyosen'in ikinci evresinde çökelmiş olan Kumocağı formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Omurgalı faunası nemli ve serin bir iklimi yansıtmaktadır. Ancak jips ara katmanları dönemsel kuraklığı belirtir. Şekil 1.3.'te Konya ili çalışma bölgesinin stratigrafik kesiti verilmiştir (Konya Organize Sanayi Bölgesi zemin etüt raporları).

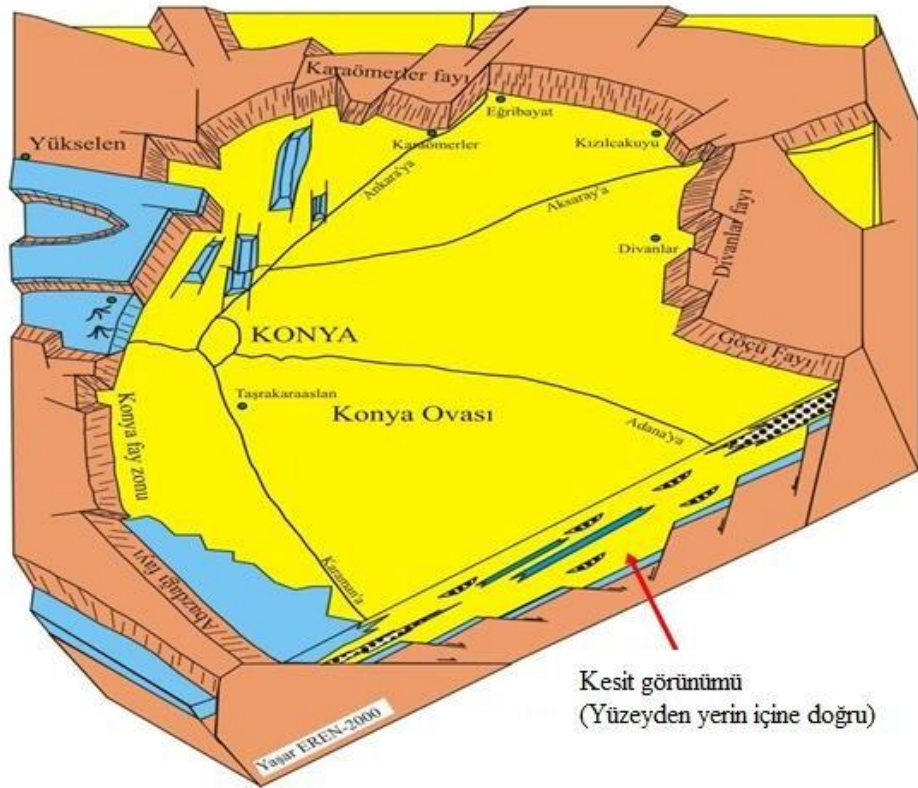


Şekil 1.3. Konya ili ve çalışma bölgesinin stratigrafik kesiti (URL-2).

### 1.2.3. Tektonik Durumu ve Depremelliği

Konya il merkezinin de içinde yer aldığı Konya Ovası 1015 m kotunda, batıda Konya fay zonu, kuzeyde Karaömerler ve doğuda Divanlar fayı ile Göçü fayı ile sınırlı olan bir çöküntü havzasıdır. Harita görünümü elips şekilli olan Konya Ovası yaklaşık K-G gidişlidir. Söz konusu faylar ile Konya Ovası görece olarak çökerken, çevresi ise yükselmiştir. Yöredeki ana fay sistemlerini kuzey-güney ve doğu-batı gidiş yönlü faylar oluşturmaktadır. Konya'ya en yakın olan fay Konya fay zonedir. Konya fay zonu Konya'nın hemen batısındaki 500 evler ile Dikmeli arasında geçmektedir. Konya fay zonu tek bir faydan oluşmaz. Birbiriyle paralel şekilde değişik uzunluklarda yönlenmiş olan bölümlerden oluşur (Eren, 2011).

Konya Ovası'nı kuzeyden sınırlayan Karaömerler fayı ise yaklaşık doğu-batı gidişli ve güneye doğru eğimlidir. Karaömerler çevresinde belirgin bir morfoloji oluşturmakta ve kuzey-güney gidişli transfer veya doğrultu atımlı faylarla sık sık kesilmektedir. Fay boyunca Karaömerler batısında, askıda kalmış alüvyal yelpaze çökelleri gözlenir. Konya çevresi fay zonları Şekil 1.4'te verilmiştir (Eren, 2011).



Şekil 1.4. Konya çevresi fay zonları (Eren, 2011)

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Adatepe ve Yıldırım (2002) çalışmalarında İstanbul ili Küçükçekmece-Sefaköy bölgesi için yerel zemin koşulları neticesinde oluşan hasarları inceleyerek ve Coğrafi Bilgi Sistemini kullanarak bölgenin zemin büyütme değerlerini mikrobölgeleme yöntemi hesaplamıştır. Bölgede belirlenmiş olan otuz noktada sismik kırılma deneyi yapılarak zemin özellikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Zeminlerin özelliklerinin belirlenebilmesi için on bir noktada mikrotremor ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler EERA programı ile değerlendirilerek zeminlerin deprem esnasındaki dinamik davranış analizleri yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla zemin büyütme özelliklerine göre mikrobölgeleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Uyanık (2002) çalışmasında suya doymuş ve gevşek haldeki zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin belirlenmesi için kayma dalgası hızı ( $V_s$ ) baz alınan bir hesap yöntemi kullanılarak analiz yapılmasının uygun olduğunu ifade etmiştir. Bu yöntemde, kayma dalgası hız ölçüm sonuçları ve deprem dalgası hâkim periyotları kullanılarak sıvılaşmayı oluşturan devirsel gerilme oranına ulaşılmıştır. Bulduğu bu oran ile daha önceki araştırmacılar tarafından ulaşılan devirsel gerilme oranı arasında uyum ve benzerlikler olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Mohamedzein (2004), Sudan'ın Khartoum bölgesini sismik, geotektonik ve jeolojik açılardan detaylı bir şekilde incelemiş, bölgenin ideal zemin profilini oluşturmuş ve EERA programı ile yapılan tek boyutlu zemin analiz için uluslararası deprem kayıtlarını kullanarak yeni bir tasarım spektral ivme spektrumu oluşturmuştur.

Arslan ve Siyahi (2006) çalışmalarında sert anakaya varsayımı yaparak doğrusal olduğu düşünülen bir zemin çalışmasındaki yer tepkisini eşdeğer ve nonlinear analiz metotları ile analiz yapmışlardır. SHAKE programı ile yaptığı analiz sonuçlarını incelediğinde eşdeğer doğrusal analiz ile elde edilen maksimum deprem ivmesi değerlerinin nonlinear analize göre daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri verilere göre eşdeğer lineer analizin daha yüksek frekans değerinde hesap yaptığından dolayı olduğu tespit etmişlerdir.

Demir (2006) çalışmasında Küçükçekmece Bölgesi için MERM'e göre mikrobölgeleme çalışması yapmıştır. Çalışma alanını 250 m x 250 m boyutunda alanlara bölmüş ve her bir bölge için idealize zemin profillerini oluşturmuştur. EERA ve NERA programları aracılığıyla bir boyutlu zemin dinamik davranış analizi gerçekleştirilerek elde

ettiği sonuçları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre yorumlamıştır ve yerel zemin sınıflarını belirlemiştir. Ulaştığı bütün sonuçları coğrafi bilgi sistemi aracılığıyla haritalandırarak mikrobölgeleme çalışmalarını gerçekleştirmiştir.

Hasançebi ve Ulusay (2006) çalışmalarında Yenişehir ilçesinde zemin büyütme oranları ve mikrotremor ölçümleri arasındaki farkı incelemek üzere verileri karşılaştırmışlardır. Ulaştıkları kayma dalgası hızı değerini SHAKE programında bir boyutlu analize tabi tutarak o bölgenin mikrobölgeleme haritasını oluşturmuşlardır. Mikrotremor verileri ve SHAKE programı sonuçlarını karşılaştırarak zemin hâkim periyodunu ve zemin büyütme oranını incelemiştir.

Selçuk ve diğ., (2007) Küçükçekmece-Sefaköy bölgesinde, 200 m kalınlığında zemin çökellerinin deprem sırasında oluşacak yüzey yer hareketi üzerindeki etkisini bir boyutlu eşdeğer lineer, bir boyutlu nonlineer, iki boyutlu nonlineer dinamik davranış analizleri ile incelenerek karşılaştırılmasını sunmuşlardır. Bir boyutlu analizleri, EERA ve DEEPSOIL programının eşdeğer lineer analiz yöntemine göre ve DEEPSOIL programının nonlineer analiz yöntemine göre çözüm yapan seçenekleri ile ayrı ayrı yapmışlardır. İki boyutlu dinamik davranış analizlerini ise kesitlerin topoğrafik ve geoteknik özellikleri göz önüne alınarak PLAXIS sonlu elemanlar programının dinamik versiyonu ile yapmışlardır. Viskoz sönüm parametrelerinin iki boyutlu dinamik davranış analizleri üzerindeki etkilerini belirleyebilmek için bu parametreleri üç farklı yöntemle elde etmişlerdir. İnceleme alanında yapılan olasılıksal deprem risk analizlerine göre belirlenen yer hareketi parametrelerinden üretilen sentetik noktaları ana kaya ivme kaydı olarak girmişler ve her bir kesit için dinamik analizler yapmışlardır. Bu kesitler üzerinde arazi topoğrafyası ve formasyonlar göz önünde bulundurularak, seçilen noktalarda (bir boyutlu analizlerin yapıldığı noktalar) yüzey ivmesi ve spektral ivme değerlerini belirleyerek karşılaştırmışlardır.

Tunçel (2008) çalışmasında sismik kırılma, mikrotremor, çok kanallı yüzey dalgaları (MASW) yöntemlerini kullanmıştır. Elde ettiği veriler ile zemin dinamik parametrelerini saptamış ve sonuçların kendi aralarındaki uyumuna bakmıştır. Çalışma bölgesinde 58 noktada mikrotremor, 15 noktada MASW verileri toplanmış ve daha önce alınan sismik kırılma verileri elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. EERA dinamik davranış analiz programı ile 1977 İzmir depremi kullanılarak bölgenin deprem sırasındaki dinamik davranışları incelenip karşılaştırılmıştır. Mikrotremor veriler değerlendirilirken kolaylık sağladığı için Nakamura spektral oranlar tekniğini kullanmıştır. Elde ettiği

dinamik zemin parametrelerini kullanarak kontur haritalarını çizmiş ve çalışma alanındaki bu parametrelerin alansal değişimlerini incelemiştir.

Kale (2008), Zeytinburnu ilçesindeki inceleme alanından alınan üç en kesit üzerinde deprem anında oluşacak yüzey hareketlerini tespit edebilmek amacıyla bir boyutlu eşdeğer lineer analiz yapabilen EERA ve bir boyutlu eşdeğer lineer ve nonlinear analiz yapabilen DEEPSOIL ile iki boyutlu analiz yapabilen PLAXIS programlarını kullanarak dinamik zemin davranış analizlerini gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirdiği bu dinamik analizlerde, anakaya girdi hareketi olarak olası İstanbul depremini temsil eden 475 yıllık tekrarlama periyotlu sentetik ivme kayıtlarını kullanmış ve inceleme alanından aldığı en kesitler için bir ve iki boyutlu analizler sonucunda ulaştığı maksimum yüzey ve spektral ivmelerini, yüzey topoğrafyasını da dikkate alarak karşılaştırmıştır.

Bir boyutlu analiz sonucunda hesaplanan maksimum yüzey ivme değerleri karşılaştırıldığında; EERA ve DEEPSOIL programlarının eşdeğer lineer analiz yöntemleri ile hesaplanan değerlerin topoğrafyaya bağlı olan değişimi benzer şekilde yansıttığını belirtmiştir. EERA ile hesaplanan maksimum yüzey ivme değerlerinin DEEPSOIL programının eşdeğer lineer analiz sonuçlarına göre daha küçük olduğu ve DEEPSOIL'in eşdeğer lineer ve nonlinear analizleri ile ulaşılan maksimum yüzey ivme değerlerinin genel olarak birbirine yakın olmakla beraber, zemin koşullarına ve topoğrafik konuma bağlı olarak nonlinear analiz ile elde edilen değerlerin eşdeğer lineer analize göre daha küçük olabildiğine ulaşılmıştır.

Farklı programlarla 1D ve 2D analiz yöntemleriyle elde edilen maksimum yüzey ivme değerlerini karşılaştırmıştır. Bir boyutlu analiz yöntemi ile hesaplanan değerlerin, topoğrafik konumdan etkilenecek aşırı ve düzensiz değişiklikler gösterebildiği, iki boyutlu analiz sonuçları ile yüzey topoğrafyası arasında daha iyi bir uyum olduğu, iki boyutlu analiz sonucunda ulaşılan maksimum yüzey ivme değerlerinin bir boyutlu analizlere göre daha büyük olduğunu gözlemlemiştir. DEEPSOIL programında yapılan nonlinear analiz ile elde edilen maksimum spektral ivme sonuçlarının, eşdeğer lineer analizleriyle ulaşılan sonuçlardan biraz daha büyük olduğunu ve özellikle yamaç eteklerinde ve topuklarında bu farkın daha da ortaya çıktığı sonucuna ulaşmıştır.

Yalçın (2008) tarafından İzmir Körfezi'nin güneydoğu kıyı bölgesinde yapılan çalışmada bölge sismotektonik açıdan incelenmiş ve kritik deprem fayı İzmir fayı olarak belirlenmiştir. Bölgenin deprem tehlikesi deterministik yaklaşımla hesaplanmış ve elde



edilen ana kaya ivme değerleri bölge için oluşturulan ideal zemin profilleri kullanılarak EERA programı ile eşdeğer lineer analiz yapılarak yüzey ivmesi  $M_s$  ve ortalama kayma gerilmeleri değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler kullanılarak bölgenin sıvılaşma riski ortaya çıkarılmıştır.

Deepankar ve Purnanand (2009) yaptıkları çalışmada deprem etkisinde olan depolama alanlarının davranışını DEEPSOIL programı aracılığıyla deprem hareketlerinin yüzey ivmeleri bakımından sismik tepkilerinin üzerindeki olası sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Yaptıkları analizlerde depolama sahası ykselikleri, temel cinsleri ve depolama alanları sismik tepkilerini incelemişlerdir. Depolama alanlarındaki zeminlerin birim ağırlık, kayma dalgası hızı, maksimum yatay ivme değerlerini analizlerde dikkate almışlardır.

Karasu ve zaydın (2009) alışmalarında Bakırköy ilçesinde zemin büyütmesine bağlı olarak mikrobölgeleme çalışması yapmışlardır. 30-40 m. arasındaki derinliklerde değişen 131 sondajda sismik kırılma verilerinden faydalanmışlardır. Elde ettikleri verileri EERA programı ile zeminin dinamik davranış analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Buna ek olarak bölgedeki üç farklı hücre için DEEPSOIL programında lineer ve nonlineer analiz yaparak EERA sonuçları ile karşılaştırmışlar ve CBS kullanarak haritalandırmışlardır.

Kirkit ve diğ., (2010) alışmalarında rijit kaya zemin üzerinde kil zemin tabakalarının deprem sırasındaki davranışı doğrusal ve eşdeğer doğrusal yaklaşım kullanılarak analiz edilmiştir. Doğrusal analiz için 1992 Landers depreminin kayıtları alınarak ve bir MATLAB kodu yazılarak oluşturulan programda analiz edilmiş ve yüzey zemin hareketleri bulunmuştur. Eşdeğer doğrusal zemin analizi için ise SHAKE 2000 programı kullanılmış ve her iki yaklaşımda elde edilen sonuçlar mukayese edilerek farklar ortaya çıkarılmıştır.

Hashash ve diğ., (2010) doğrusal olmayan analiz yöntemleri üzerine zemin davranış analizlerinde gerekli parametreleri inceleyerek geoteknik mühendisliğinde dinamik özelliklerin belirlenmesi için yaklaşımlarda bulunmuşlardır. (Kaynak eklemesi yapılacak.

Hosseini ve Pajouh (2010) alışmalarında doğrusal ve rijit temel anakaya varsayımı yaparak farklı kayma dalgası hızları ( $V_s$ ) ile dört farklı zemine ait tek tabakalı zemin profilinin yer tepki analizini bir boyutlu eşdeğer lineer analiz gerçekleştiren EERA programı ile analiz ederek sayısal olarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlar

incelendiğinde, bir boyutlu doğrusal analiz yöntemi kullanılarak ulaşılan sonuçların yüksek frekans sınırlarında gerçekleşen ivme hesapları sebebiyle diğer doğrusal olmayan analiz yöntemine kıyasla daha büyük maksimum ivme değeri ve spektrum değeri elde ettiğine ulaşımlardır.

Unutmaz ve diğ., (2011) tarafından yapılan çalışmada İzmir ili, Karşıyaka ilçesinde alüvyon zemine sahip bir bölgenin sismik tehlikesi hesaplanmıştır. Bölgede yapılmış sondaj verileri kullanılarak ideal zemin profilleri oluşturulmuştur. Sahanın sismotektonik yapısına uygun olarak seçilen 12 adet yer hareketi kullanılarak SHAKE 2000 programında inceleme alanının tek boyutlu zemin davranış analizleri yapılmıştır. Ayrıca bölge üç boyutlu sonlu farklar yöntemi ile doğrusal olmayan analiz yapan FLAC-3D programında modellenmiş ve aynı girdilerle iki yaklaşımda elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çokar (2012) bir boyutlu zemin davranış analizlerinde eşdeğer doğrusal analiz yöntemi için SHAKE2000 yazılımı ile yüzeydeki zemin davranışlarını ortaya koymak için, aynı deprem kaydının anakaya ve zemin yüzeyi sonuçlarını değerlendirmiş ve mevcut zemin tabakalarının deprem etkisini yüzeyde yaklaşık üç kat büyüttüğünü gözlemlemiştir.

Zhang ve diğ., (2013) çalışmalarında Kuzey Anadolu Fay Hattı yakınlarında yer alan ve sismik olarak dünyanın en aktif bölgelerinden biri olan İzmit Körfezi Köprüsünün tasarımı amacıyla zemin dinamik davranış analizleri yapmışlardır. Zemin kolonundaki maksimum pik kayma birim deformasyonlarının tahmini için eşdeğer doğrusal yöntemlerden doğrusal olmayan bir ve iki boyutlu analizler ile bilgisayar analiz programlarını kullanarak ispatlanması şartında analizlerde kullanılabileceğini önermişlerdir.

Erdil (2013) kum ve kil zeminler için Van deprem kayıtları, zemin koşulları ile kayma dalgası hızlarını kullanarak zemin yüzeyindeki ivme-periyot, hız-periyot, deplasman-periyot ilişkilerini araştırmıştır. Üç farklı anakaya kayma dalgası hızı değerlerini ve bir boyutlu eşdeğer doğrusal analizler için EERA yazılımını kullanarak, kayma dalgası hızlarından zemin hâkim periyot değerlerini elde etmiştir. Spektral ivme-periyot, hız-periyot, deplasman-periyot değişimlerini karşılaştırılmış ve risk tahminleri yapmıştır.

Afacan (2014) çalışmasında doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemiyle saha davranışının detaylı analizi yumuşak kil tabakaları için geniş bir gerilme aralığında laboratuvarında santrifüj deneylerde farklı deprem kayıtlarını incelemiştir. Pasifik Deprem Araştırma Merkezi (PEER)'nden elde edilen deprem kayıtlarının ölçekli sürümlerini içeren bir dizi yer hareketi kullanmış ve tek boyutlu analizler gerçekleştirilmiştir.

Khanbabazadeh (2014) farklı anakaya eğimine, zemin cinsine ve jeolojik düzensizliklere sahip ovalarda zemin davranışının etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada tek ve tabakalı zeminlerden oluşan alüvyon ovaların farklı özelliklere sahip anakaya hareketi etkisi altında gösterdikleri davranışın, maksimum zemin büyütmesi ve rezonans periyodu açısından birbirinden farklı olduklarını görmüştür.

Eskişar (2014) çalışmasında İzmir Körfezi için olasılıksal sismik tehlike analizi gerçekleştirmişlerdir. Bölgede meydana gelebilecek en büyük depremin büyüklüğünü 6.5 kabul ederek analizleri gerçekleştirerek ulaştıkları sonuçlara göre değerlendirmeler yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre bölgenin maksimum ivme, maksimum spektral ivme değerleri, zemin büyütme değerleri incelenerek haritalandırılmıştır.

Adampira ve diğ., (2014) sivilaşma riski olan İran Assaluyeh bölgesi LNG liman proje sahası için bölgeye yakın olan fayda üretilmiş bir depremi kullanarak eşdeğer doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemleri DEEPSOIL v5 yazılımını kullanarak karşılaştırmıştır. Faya yakın bölgeler için eşdeğer doğrusal analiz yönteminin doğru sonuçlar verebildiğini, ancak sivilaşabilir zeminler için eşdeğer doğrusal analiz yöntemiyle birlikte doğrusal olmayan analiz yönteminin de yapılarak sonuçlarının karşılaştırılmasını önermişlerdir.

Aksu (2014) Erzurum şehir merkezinde, kuzey-güney doğrultulu hat boyunca yer alan yapı stoğunu, zemin ve yapı periyodu açısından değerlendirmiştir. Çalışma alanının zemin özellikleri ve dinamik zemin davranışını incelemiştir. Sondaj verileri ile jeofizik çalışmalardan elde edilen verileri kullanarak bölgenin zemin sınıflaması, zemin büyütmesi, zemin-yapı hâkim periyodunu arasındaki ilişkiyi belirlemiştir.

Kaklamanos ve Bradley (2015) çalışmalarında Japonya'da bulunan Kiban-Kyoshin net ağındaki belirlenen 114 noktada toplam 5626 zemin yer hareketi için bir boyutlu doğrusal olmayan analizleri DEEPSOIL programını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Elde ettikleri sonuçları, zemin hareketlerini bir boyutlu SHAKE programı kullanarak lineer ve eşdeğer doğrusal analizleri ile karşılaştırmışlardır. Analiz

sonuçlarına göre; eşdeğer doğrusal ve doğrusal olmayan modellerin genelde %0.05 ila %0.1 sınır aralığında maksimum kayma birim deformasyonları elde edilinceye kadar önemli ölçüde birbirlerine yakın değerler verdiği, daha büyük kayma deformasyonlarında ise doğrusal olmayan analiz sonuçları, tahmin etme durumları göz önüne alındığında eşdeğer doğrusal analiz modeline göre az da olsa olumlu bir gelişme gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Yılmazoğlu (2015) çalışmasında Muğla ili için deprem tehlikesi durumunu hesaplamaya çalışmıştır. SEIKRISK III programını kullanarak hesaplamalarını yapmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda en büyük yer ivmesine ulaştığı bölge için idealize zemin profili oluşturmuştur. EERA programı aracılığıyla da zemin profilini oluşturduğu bu bölgenin bir boyutlu dinamik davranış analizini gerçekleştirmiştir.

Nar (2016) çalışması kapsamında, 1999 depreminde oluşan çökmeler, yanal yayılmalar ve büyütme gibi zemin hasarları, üst yapı hasarları ve bölgeye ait verilerin çokluğu nedeniyle Kocaeli ili Gölcük ilçesi çöküntü bölgesi için zemin büyütmelerini belirlemek ve tepki spektrumlarını geliştirmek amacıyla gerekli yer yüzeyi hareketlerinin kestirilmesi için bir boyutlu zemin davranış analizi yapmıştır. Bu analiz için ilk olarak çalışmaya konu olan çöküntü bölgesinden alınan sondaj verileri ve bölgede daha önce yapılan sismik profillerden elde edilen S kayma dalgası hızı değerleri kullanılarak zemin profilini çıkarmıştır. Sonrasında bir boyutlu saha davranış analizi programı olan DEEPSOIL programı kullanılarak Gölcük bölgesinde oluşabilecek depremlere yönelik dinamik saha davranış analizi yapmıştır. Dinamik zemin davranış analizi sonuçları DBYYHY 2007'ye göre yorumlanmıştır. Analiz sonucunda Gölcük çöküntü bölgesinin deprem hareketinin genliğini büyütmesi ve hareketin süresini uzatması açısından mutlaka çalışılması gereken bir konu olduğunu ortaya koymuştur.

Civelekler ve diğ., (2017) Eskişehir Odunpazarı bölgesi için yerel zeminlerinin dinamik davranışını eş değer analiz yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Bu amaçla ilk olarak bölgede yapılmış olan sondajları değerlendirerek yerel zemin özelliklerini belirlemişlerdir. Belirlenen yerel zemin özelliklerinin dinamik davranışa etkisini incelemek için eşdeğer analiz yöntemi ile davranış analizleri yapmışlardır. Eskişehir Odunpazarı bölgesinde yer alan Vişnelik, Akarbaşı ve Şeker mahallelerinde yayılım gösteren alüvyon zeminde önceden yapılmış sondaj çalışmaları ve arazide sismik yöntemler kullanılarak belirlenmiş olan zeminin kayma dalgası hızı değerlerini kullanıp eşdeğer lineer analiz yöntemi ile zeminin dinamik davranışını belirlemiş ve elde edilen

parametreleri karşılaştırmışlardır. Çalışmada DEEPSOIL programında daha önceki sondaj çalışmalarından elde edilen tabakalar, zemin sınıfı, zeminin birim hacim ağırlığı değerleri ve zeminin kayma dalgası hızı değerleri kullanılarak analizler yapılmıştır.

Yılmazoğlu ve Bayraktar (2018) inceleme alanı olarak seçilen Kastamonu ili Merkez ilçe bölgesinin dinamik zemin davranışı bir ve iki boyutta incelemişlerdir. Sahanın bir boyutlu ideal zemin profilleri ve en kesitler ilave revizyon imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu (Modül Planlama, 2011) kullanılarak oluşturulmuştur. Zeminin dinamik davranışının bir boyutlu analizi için DEEPSOIL yazılımı kullanılmış ve her bir zemin tabakası materyal özelliğine uygun sönüm bağıntıları ile tanımlanmıştır. Deprem kaydı olarak literatürden seçilen ulusal ve uluslararası karakteristik deprem ivme kayıtları kullanılmış ve dinamik zemin davranış analizleri yapılmıştır. Elde edilen değerler yüzey pik ivme-zaman grafikleri şeklinde oluşturulmuştur. Ayrıca yüzey ivme değerlerinin topografya ile değişimini irdelemek için zemin kesitleri kullanılarak her bir deprem kaydı için bulunan yüzey ivme değerleri karşılaştırılmıştır.

Bayrakçı ve Baran (2018) çalışmalarında deprem ivmelerinin ve zemin elastik spektrumlarının belirlenebilmesi için seçilen belirli bölgelerde Osmaniye Belediye Başkanlığı tarafından hazırlattırılan, “İmar Planına Esas Mikrobölgeleme Etüt Raporu’ndan” faydalanmışlardır. Kaynak raporda bulunan yerleşim alanı sınırlarındaki jeoloji haritaları üzerinde alüvyon birimin gözlendiği alanlar 330×330 m ve diğer tüm birimlerin gözlendiği alanlar 400×400 m boyutlu hücre sistemine ayrılarak her hücrenin ortasına gelecek şekilde sondaj çalışması yapmışlardır. Yapılan sondaj loglarından bu çalışma için 15 adet sondaj kuyusu seçmişlerdir. Seçilen 15 adet sondaj kuyusunun 15 bölgeyi temsil ettiği kabul edilmiş ve temsil edilen bu bölgelerdeki sondaj kuyularına ait veriler kullanılarak modellenen temsili profillerin dinamik zemin davranış analizlerini, bir boyutlu eşdeğer lineer analiz yöntemine dayalı PROSHAKE 2.0 programı ile yapmışlardır.

Mert (2018) Eskişehir ili Çifteler ilçesinde seçtiği çalışma bölgesinden elde ettiği arazi ve laboratuvar deneysel verileri, yerel zemin özelliklerini kullanarak sıvılaşma analizleri yapmıştır. Sıvılaşma ihtimalinin yüksek olduğu zemin profillerinden oluşan hücrelerin bir boyutlu DEEPSOIL analiz programında frekans tanım alanında eşdeğer doğrusal analiz yöntemi ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi aracılığıyla inceleyerek zemin dinamik davranışı ve sıvılaşma potansiyeli incelenmiştir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre zemin yüzeyinde meydana gelebilecek ivme değeri

değişimlerini tespit ederek analiz yapılan zemin hücrelerinin sıvılaşmaya karşı güvenliğini hesaplamıştır. Analiz çalışmaları kapsamında, eşdeğer lineer analiz yöntemi ile belirlenen sıvılaşma potansiyeli indeks değerleri de analizde kullanılarak çalışma bölgesinin sıvılaşma riski tespit edilmiştir. Nonlineer analiz sonucuna göre de boşluk suyu basıncı değerleri elde edilerek karşılaştırılmıştır. Her iki analiz türü için de inceleme bölgesindeki zeminin sıvılaşma potansiyelleri karşılaştırılarak riskler tespit edilmiştir.

Naiboğlu (2019) çalışması kapsamında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde önerilen Yöntem 3 metodu dikkate alınarak yapı-zemin-kazık etkileşimini incelemiştir. Kumlu ve killi zemin koşullarında farklı boy ve çaplarda kazıkların göstereceği davranışları incelemiş ve deprem düzeylerinin kazık davranışına etkisini incelemiştir. Yaptığı çalışmalarda taban kayası derinliğinin artmasıyla kumlu ve killi zeminlerdeki kazıklarda dinamik etkiler altındaki kazıkların deplasmanlarının büyük oranlarda arttığı sonucuna ulaşmıştır. Çalışmasında DEEPSOIL programını kullanmıştır.

Özyazıcıoğlu ve diğ., (2019) Erzincan Belediyesince yaptırılan imar planına esas zemin etütleri, bu açıdan yeterli derinlikte (sondaj derinlikleri 10-15 m) inceleme yeterli olmadığı düşünülerek DSİ sondajlarının derinlik açısından çalışmaya daha uygun olduğunu belirtmişlerdir. Bu sondajlardan, hali hazırda Erzincan yerleşim alanındaki zemin profilleri çıkarılmış ve her sondaj konumu için bir zemin büyütme analizi yapılmıştır. Her sondaj kuyusunun temsil ettiği alan, Theissen poligonları yoluyla belirlenmiş ve zeminde büyütme hesaplanan periyotlar esas alınarak bu alanlar renklendirilmek suretiyle mikro bölge haritası oluşturulmuştur. Büyütme değerlerini literatürde Midorikawa yöntemi (Midorikawa, 1987) belirlemişler ve sonuçları, kullanım kolaylığı açısından ayrıca bir tablo halinde de özetlemişlerdir.

Afacan ve diğ., (2019) santrifüj deneyleri sonucunda geliştirdikleri model ile yumuşak kil tabakalarında bir boyutlu yer tepki özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışmalarında hız düzeltmeli drenajsız kesme dayanımını kullanarak yaptıkları eşdeğer doğrusal analiz sonuçlarından elde ettikleri PGA değerlerinde, doğrusal olmayan analiz sonuçlarından elde edilen değerlerden 2 kat artış fazla olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak büyük gerilme koşullarında eşdeğer doğrusal yöntemin üzerine doğrusal olmayan analiz yöntemini önermişlerdir.

Ceren ve Karakan (2020) çalışmalarında Kahramanmaraş ili, Üngüt mahallesinde yer alan 12 adet sondaj kuyusundan elde edilen verileri kullanarak zeminin dinamik

davranışı incelenmiştir. DEEPSOIL programı yardımıyla çalışma alanında belli noktalarda dinamik davranış analizini yapmışlardır. Seçilen alanın zeminin dinamik davranış analizi 1999 Kocaeli ( $M_w=7.4$ ) depreminin ivme kayıtları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler sonucunda çalışma alanına ait ivme, tepki spektrumu ve amplifikasyon faktörü grafiklerini elde etmişlerdir. Analiz sonuçlarından elde edilen veriler değerlendirilerek, araştırmaya konu olan bölgedeki mevcut ve yeni yapılacak binaların temel zeminlerinin dinamik davranışlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Seçilen alanın DEEPSOIL programı yardımıyla frekans alanında lineer, frekans alanında eşdeğer lineer analiz ve zaman alanında doğrusal olmayan analiz yapılmıştır. Bu üç analiz sonuçlarını birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Analizlere başlanmadan önce çalışma alanında yapılmış zemin etüt raporları detaylıca incelenmiştir ve zemin etüt raporlarından elde edilen verileri programa veri girişi sırasında kullanılmıştır.

Bozkurt ve Demiröz (2020) Aksaray ili Hamidiye ilçesi için ampirik formüllerle  $V_s$  kayma dalgası hızları kullanılarak, zemin grubunu yorumlamışlardır. Ayrıca çalışma alanı ve çevresinde geçmiş zaman aralıklarında oluşmuş en büyük depremleri noktasal kaynak olarak seçmişlerdir. En büyük pik yatay yer ivme değerlerini ampirik formüllerle ivme azalım ilişkisi bağıntılarını kullanarak hesaplamışlardır. Çalışma alanında noktasal kaynaklara göre hesaplanan pik ivmeler irdelendiğinde, depremlerin tehlike arz etmemeleri ve Aksaray iline olan mesafelerinin uzak olmaları nedeni ile pik ivme değerlerinin ortalama 0.05 g hesaplandığını tespit etmişlerdir. Fakat inceleme alanında yapı tasarımlarının 0.1 g ve üzerinde yatay pik ivme değerlerine göre yapılmasını uygun görmüşlerdir. Normal bir yapının kullanım ömrü içerisinde, yüksek ihtimalle bu ivme değerlerinden fazla bir yüklemeye maruz kalmayacağı sonucuna varmışlardır.

Bozkurt ve Demiröz (2020) çalışmalarında Aksaray ili Doğantarla bölgesi için, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde de önerilen, eşdeğer doğrusal analiz yöntemi DEEPSOIL 7.0 programını kullanarak bölge zemininin dinamik davranışını incelemiştir. Bölge de yapılan sondajlar ve sismik çalışmalar kullanılarak, zeminin deprem anındaki olası davranışı yorumlanmıştır.

Benli (2020) çalışmasında Burgazada'da İBB'nin mikro bölgeleme amaçlı elde ettiği kayma dalgası ( $V_{S30}$ ) hız bilgisini kullanmıştır. EERA programında bu kayma dalgası verileri kullanılarak 26.09.2019 da gerçekleşen  $M_w=5.8$  büyüklüğündeki Marmara depremi model olarak kullanılmıştır. Dört farklı istasyondan alınan Marmara depremi

ivme verileri EERA programında kayma dalga hızları ile etkileşime sokularak zemin-deprem etkisi araştırılmıştır. Ayrıca bu kayma dalgaları DEEPSOIL yazılımında dünya ölçeğindeki depremlerle (Chichi Depremi, 1999,  $M_w=7.6$ , Coyote Depremi, 1979,  $M_w=5.7$ , Kocaeli Depremi, 1999,  $M_w=7.5$  ve Northridge Depremi, 1994,  $M_w=6.7$ ) etkileşime alınarak spektral ivme grafikleri elde edilmiş ve incelenmiştir.





### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Zemin Dinamik Davranışı

Dünya üzerinde kayaların oluşturduğu ortamların su, buz ve rüzgâr gibi çeşitli dış etkenlerin aşındırıcı etkilerine maruz kalarak mekanik veya kimyasal olarak ayrışmaya uğraması sonucu farklı yollarla taşınması neticesinde zemin taneleri oluşmaktadır. Yapıların inşasına başlanılmasında ve üretiminin sürdürülmesinde depreme maruz kalan zeminlerin ne gibi davranışlar göstereceği ve ne şekilde davranışlar göstereceğinin incelenmesi büyük önem arz etmektedir (Gücek, 2020).

Yapı tasarımının en önemli parçası olan ana verilere ulaşılabilmesi için çok sayıda analizler gerçekleştirilmektedir. Dünya üzerinde bulunan doğal ve yapay kaynakların en uygun şekilde yapılara, makinelere, sistemlere dönüştürülmesi gayesiyle bazı kurallara uyularak uygulamaya geçirilebilmesi mühendislik alanı olarak nitelendirilebilmektedir. Zemin dinamik davranışı adı altında bazı sınırlar doğrultusunda uygun ölçütler oluşturularak zeminlerde oluşan problemleri çözmek gerekmektedir. Yani çeşitli statik ve dinamik yükler etkisindeki zeminlerin davranışlarının belirlenmesi, yapıların projelere dönüştürülmesi ve üretim aşamasına geçilmesinde büyük önem göstermektedir. Çalışmacıların en temel görevlerinden birinin zeminin, dinamik yüklerden olan deprem etkisinde ne şekilde davranışlar göstereceği hakkında tahmin yürütülebilmesi ve buna uygun olarak yol alması olması gerekmektedir. Zemin profillerindeki tabakalar üzerlerine etki eden deprem yüklerinin karakteristik davranışlarını etkilemektedir. Buna ek olarak deprem yükleri de zeminlerde sıvılaşma ve şev kaymaları gibi çeşitli etkiler göstermektedir (Gücek, 2020).

Dinamik ve statik yükler etkisinde yapıların tasarımı ve projelendirilmesinde zeminin davranışı ve deprem etkisine bağlı olarak karşılaşılabilecek problemler iki ana grupta toplanmaktadır. Bunlar statik yüklerden kaynaklı problemler ve dinamik yüklerden kaynaklı problemlerdir. Statik yüklerden kaynaklı olarak oluşan problemler; taşıma gücü, şev stabilitesi ve zeminde oturma olarak gösterilebilir. Dinamik yükler neticesinde zeminlerde oluşan problemler ise sıvılaşma, şev stabilitesi ve zemin büyütme olarak belirlenebilmektedir.

Yapıların altındaki temeller gelen yükleri güvenli şekilde zemin tabakalarının doğru iletmelidir. Yapı temellerinin veya zemin tabakalarının göçmesi iki şekilde gerçekleşmektedir. Birincisi; eğer ki kayma mukavemeti, üzerine etkiyen yükü

desteklemekte yetersiz kalır ise zemin katastrofik olarak göçmektedir. İkincisi ise kayma gerilmesi neticesinde zemin kütlelerinin kötü yönde etkilenmesi ve kısmen de zemin konsolidasyonu neticesinde yapının aşırı oturma göstermesi olarak nitelendirilebilir (Özçep ve diğ., 2005).

Zeminler üzerinde oluşturulacak olan tüm yapılarda oturma durumundan bahsedilmektedir. Bu oturmalarından bazılarını engellemek mümkün değildir. Bazılarını ise tolere edilebilir boyutlara indirmek mümkündür. İnşa edilen yapılarda oturmaların ne şekilde oluştuğunun ne gibi davranışlar gösterdiğinin ve ne boyutlarda oluşacağını belirlemek gerekmektedir. Zemin oturmalarını etkileyen temel faktörler şu şekillerde gösterilebilmektedir (Gündoğdu ve Özçep, 2003).

- Zemin geçirgenliği
- Zemin drenaj durumu
- Zemin üzerine aktarılan yük
- Zemin üzerinde oluşabilecek yüklerin gösterdiği gelişim
- Yeraltı su düzeyi durumu

Zeminlerde oluşabilecek tabakalanma durumları ve kayma mukavemeti değişkenlerinin değerlendirilmesi bazı problemleri meydana çıkarmaktadır. Meydana gelen kayma gerilmesi zeminin göstereceği kayma direncini yenebilecek güçte ise yani kayma direncini artırıcı kuvvetler zemin hareketine karşı direnç gösteren kuvvetlerden daha fazla ise şevnin altındaki zemin malzemelerinin kırılması durumu ve göçmeler ortaya çıkacaktır. Zeminlerdeki kayma olaylarını ve yenilmeleri öncelikle şu sebepler ile ilişkilendirmek mümkündür (Gücek, 2020);

- Zemin türü ya da yamacın olduğu zemin özellikleri
- Zemin üzerinde ağırlıklar ve yükler
- Çatlaklar
- Etkiyen deprem ve titreşimler
- Zeminin nem içeriğinin artışı
- Yamacın düşey geometrisi
- Sızıntı kuvvet ve akımları

- Sudan kaynaklı olarak zeminin göstereceği kayma direncinin azalması
- Tespit edilemeyen herhangi bir neden.

Can kayıpları ile maddi ve manevi hasarlar meydana getirme ihtimali olan herhangi bir depremden kaynaklı yer hareketlerinin belirli zaman aralıklarında belirli bölgelerde tespit edilmesi deprem tehlikesi olarak adlandırılmaktadır. Bu da deprem etkisinde gerçekleşmesi muhtemel hasar ve can kaybı ihtimali olarak belirtilen deprem riski tabirinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Erdik ve diğ., 2000). Oluşabilecek depremlerin zamanı, büyüklüğü gibi özellikleri belirsizlik gösterdiği için muhtemel deprem riskinin belirlenmesinde olasılıklara dayanan tahminler önemli bir karar sistemi oluşturmaktadır. Yaşam alanlarındaki deprem risklerinin tahmin edilebilmesi amacı ile deterministik ve probabilistik yöntemler çoğunlukla kullanılmaktadır. Rasyonel yaklaşımlar aracılığıyla tasarım ve proje depremlerinin belirlenmesi durumlarında her iki yöntem de benzer sonuçlar gösterebilmektedir (Özçep ve diğ., 2005).

Yer yüzeyine yakın katı kayaçların üzerinde bulunan tabakalı zemin, deprem etkilerinin neden olduğu sismik dalgaların genliğini belirli periyotlarda artırabilirken belirli periyotlarda ise genliklerini azaltıcı etkiye sahip olabilmektedir. Bu durum oluşumu “zemin büyütmesi” olarak adlandırılmaktadır.

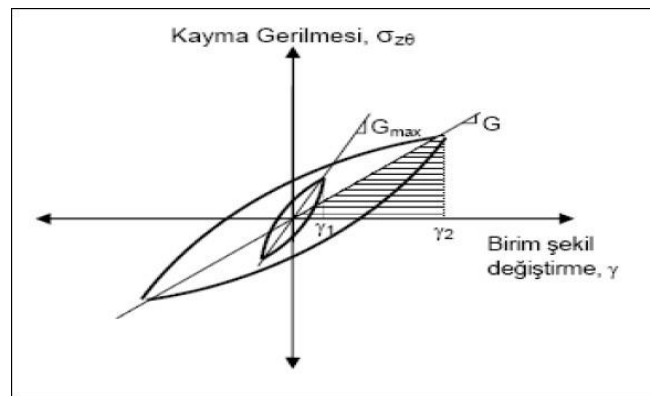
Yer kabuğunda bir deprem meydana geldiğinde tabakayı etkileyen sismik dalgalar ana kaynaktan itibaren zeminde hızla yayılacaktır. Bu dalgalar yeryüzüne ulaştıklarında birkaç saniye ile birkaç dakika arasında titreşim göstereceklerdir. Zeminin belirli bir noktasındaki titreşiminin şiddeti ve süresi deprem büyüklüğüne, depremin ana kaynağına olan uzaklığına ve bölge zemininin özelliklerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Depremin oluşturduğu sismik dalgalar yer yüzeyine ulaşırken büyük bölümünü ana kaya içerisinde geçirmektedir. Fakat son bölümünde ise zeminin tabakaları arasında etki göstermektedir. Tüm bunlar neticesinde deprem titreşiminin şiddetini zemin tabakalarının kendine özgü dinamik özellikleri etkilemektedir (Özçep ve diğ., 2005).

Deprem, sismik hareket ve dalga yükleri gibi döngüsel yüklere maruz kalan zeminin davranışını incelerken zeminin dinamik özellikleri belirlenmelidir. Zeminin drenaj koşullar altında tekrarlanan yüklere maruz kalması, zemin sıvılaşması, taşıma gücü kayıpları, kohezyonlu zemin tabakalarının aşırı deformasyonu ve buna bağlı göçme koşulları incelenmelidir.

### 3.2. Zemin Dinamik Davranışının Modellenmesi

Zeminlerin göstereceği olası davranışların analizinde zemin dinamik özellikleri büyük önem göstermektedir. Zeminlerin sürekli yükler etkisindeki davranışları ancak zeminlerin dinamik özellikleri ile belirlenebilmektedir. Tekrarlı yüklemeler altındaki zemin davranışları, sahanın davranışlarını etkilemektedir. Zemin davranışı, sönümlenme özelliklerinin ve zemin sertliğinin bir fonksiyonu olarak dalga yayılımı ile kontrol edilir. Buna ek olarak zeminlerin dayanımını kontrol eden önemli etkenlerden biri de zemin kayma mukavemetidir. Zeminlerin dinamik kayma deformasyon özellikleri; kayma modülü ( $G$ ), kayma dalgası hızı ( $V_s$ ) ve sönüm oranı ile kayma birim deformasyonu değişimi olarak ele alınmaktadır. Deformasyona bağlı sertlikteki değişim modül azalım eğrileri ( $G/G_{max}$ ) ve sönüm oranı ( $D$ ) aracılığıyla tespit edilebilmektedir. Deprem etkisinde gerçekleşen sorunların incelenmesi aşamasında zeminlerin sahip olduğu sönüm ve rijitlik özellikleri dikkate alınmalıdır (Gücek, 2020).

Zemin tabakası sismik dalgalar gibi tekrarlanan yüklere maruz kalıyorsa dayanım değerini kontrol etmek için gerilme-şekil değiştirme özellikleri dikkate alınmalıdır. Gerilme şekil değiştirme davranışının şekli histeriz ilmiklerine benzemektedir. Bu ilmiğin uç noktasından geçen doğrunun eğimi kayma modülü olarak gösterilmektedir. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi birim şekil değiştirme ile kayma gerilmesi oranı ters orantılıdır ve gösterdiği hareket doğrusal değildir (Gücek, 2020).



Şekil 3.1. Zemin dinamik davranışı (Gücek, 2020)

Bir deprem sırasında zemin tepki spektrumlarının ve zemin koşullarının etkilerini belirlemek için tasarım amaçlı zemin davranış analizi yapılır. Zemin tabakasının davranışı malzeme özelliklerine, sismik özelliklere ve ana kayanın geometrisine bağlıdır. Zemin amplifikasyonu ve sıvılaşması, zeminin doğasından kaynaklanan zemin

aktivitesinin ve deprem etkilerinin bir sonucudur. Yani özetle deprem dalgalarının sert ana kaya zeminden yüzeye doğru hareketi sırasında oluşmaktadır (Gücek, 2020).

### 3.2.1 Zemin davranış analizleri

Yerel zemin koşullarının deprem hasarları üzerindeki etkileri uzun yıllardır bilinmektedir. Geoteknik deprem mühendisleri tarafından yer hareketinin etkisinin tahmin edebilmesi için çeşitli sayısal yöntemler geliştirilmiştir. Zemin davranış analizleri kısaca taban kayasından yüzeye doğru hareket ettiği kabul edilen deprem dalgalarının yayılımı ve bu yayılım esnasında zeminin etkisinin belirlenme işlemi olarak tarif edilebilmektedir.

Zemin davranış analizleri;

- Sıvılaşma tehlikesinin belirlenmesinde kullanılan dinamik gerilme ve birim deformasyonların değerlendirilmesinde
- Tepki spektrumlarının geliştirilebilmesi için gerekli yer yüzeyi hareketlerinin belirlenmesinde
- Toprak dolgular ve zemin istinat yapılarının dayanıksızlığına yol açacak olan depremden kaynaklı kuvvetlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

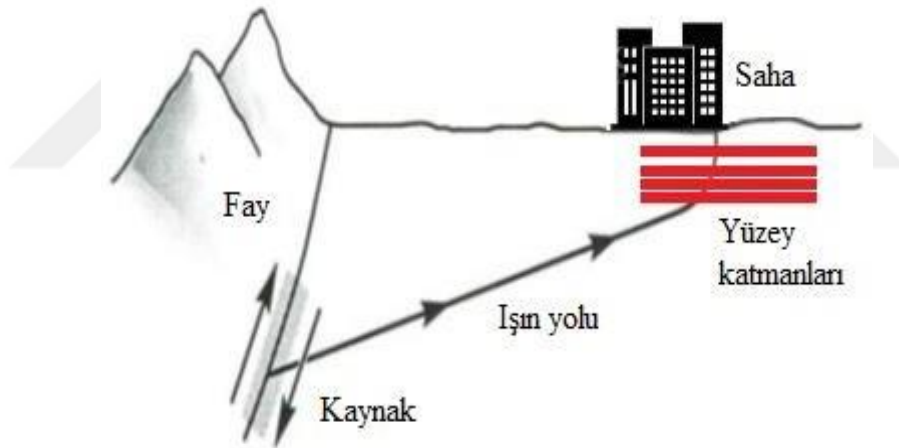
İdeal bir zemin davranış analizinde deprem kaynağındaki gerilme dalgalarının zeminde yayılarak belli bir sahanın altında bulunan anakayanın tepesine ulaşması modellenmekte ve bu yer yüzeyi hareketinin zeminler tarafından nasıl etkilendiği belirlenmektedir. Fay kırılma mekanizmasının çok karmaşık yapıda olması, kaynaktan yüzeye dalga aktarımının belirsiz olması ve deprem kaynağı ile yer yüzeyi arasındaki enerji aktarımının belirsiz olması sebebiyle en uygun zemin davranış modelinin kullanılması gerekmektedir.

Zemin davranış analizleri pek çok disiplin ile çalışmayı gerektirir. Uygun bir zemin davranış analizi için çeşitli bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar detaylı geoteknik veriler, jeoloji bilgisi ve jeofizik parametreleri, anakaya derinliği, deprem ivme kayıtları ve yer altı su seviyesi şeklinde nitelendirilebilir. Zemin davranış analizlerinin yapılabilmesi önce en büyük yer ivmesinin seçilmesi gerekmektedir. Ardından sırasıyla tasarım yer hareketinin seçimi, tabakaların dinamik özelliklerinin seçimi ve analiz yönteminin seçiminin yapılmalıdır (Nar, 2016).

Zemin davranış analizleri bir boyutlu, iki boyutlu ve üç boyutlu olarak yapılabilmektedir. Topoğrafyanın değişim gösterdiği eğimli sahalarda ile tüneller, barajlar, ağır duvarlar gibi büyük yapılar için iki veya üç boyutlu analizler gerçekleştirilmektedir.

### 3.2.1.1. Bir boyutlu (1-B) analizler

Deprem hareketi ile oluşan cisim dalgaları zemin içinde tüm yönlerde yayılım göstermektedir. Farklı jeolojik birimlerin sınırlarına geldiğinde ise yansıma ve kırılma yaparlar. Sığ derinliklerdeki birimlerin dalga iletme hızları daha derinde yer alan birimlere göre genel olarak daha düşüktür. Bundan dolayı zemin tabakalarının sınırlarına çarpan eğimli dalgalar daha düşey olacak şekilde kırılabilirler. Sismik dalgaların zemin içerisindeki bu yayılımı Şekil 3.2.'de gösterilmiştir. Bir boyutlu zemin davranış analizlerinde, zemin davranışlarında düşey olarak yayılan SH dalgalarının hakim olduğu, tüm sınırların yatay olduğu ve zemin yüzeyinin yatay yönde sonsuz uzanımlı olduğu varsayılmaktadır (Civelekler, 2020).



Şekil 3.2. Fay hareketleri neticesinde sismik dalgaların zemin içerisinde yayılımı (Kramer, 1996).

Bir boyutlu zemin davranış analizi doğrusal yaklaşım ve doğrusal olmayan yaklaşım (nonlinear) olarak iki şekilde yapılabilir (Bölüm 3.5.1).

### 3.2.1.2. İki boyutlu (2-B) analizler

Bir önceki bölümde de bahsedildiği üzere bir boyutlu zemin tepkisi analiz yöntemleri düz veya hafif eğimli yüzeylerde oldukça kullanışlıdır. Uygulamada bu şekilde birçok durum söz konusudur. Bundan kaynaklı olarak da bir boyutlu analiz yöntemi geoteknik deprem mühendisliğinde sıkça kullanılmaktadır. Fakat uygulamada karşılaşılan birçok problemde bir boyutlu dalga yayılımı hipotezi amaca uygun

olmamaktadır. Eğimli veya düzgün olmayan zemin yüzeylerinde, ağır gömülü yapılarda veya duvarlar ve tünellerin bulunduğu tüm durumlarda iki boyutlu hatta belki de 3 boyutlu analize ihtiyaç duyulmaktadır. Bir boyutun diğer boyutlarına göre çok büyük olduğu problemler genellikle iki boyutu düzlemsek birim deformasyon problemi olarak tanımlanabilir (Alim, 2006).

### 3.3. Zemin Büyütmesi

Zemin tabakalarının dinamik özelliklerinin etkisiyle küçük ivmelerdeki anakaya kayıtlarının yeryüzüne ulaşırken belli miktarlarda büyümesi yapılar üzerinde büyük hasarlara sebep olabilmektedir. Gerçekleşen bu olaya da zemin büyütmesi adı verilmektedir.

Zemin tabakasının sismik yüklere maruz kaldığı esnada zemin yüzeyinin davranışı üzerindeki etkisini belirlemek için yerel sismik tehlike araştırması sırasında zemin büyütme analizleri gerçekleştirilmektedir. Bu analiz gerçekleştirilirken aşağıdaki aşamalar uygulanmaktadır.

- **Zemin mühendislik özelliklerinin tespit edilmesi:** Geoteknik araştırmalar neticesinde bölgeden alınan zemin numuneleri üzerinde saha ve laboratuvar deneyleri yapılmalı ve temsili olarak zemin profillerinin çıkarılması gerekmektedir. Kayma modülü değerinin derinlikle değişimini ifade eden kayma dalgası hızı, kayma modülü ve zemin profiliyle beraber sönüm oranı değerinin değişimleri de tespit edilmelidir (Gücek, 2020).
- **İvme zaman kayıtlarının seçilmesi:** Sahada sismik risk analizi yapılarak depremin beklenen büyüklüğü, fay mekanizması ve depremin alana olası uzaklığı ile uyumlu kayıtların seçilmesine özen gösterilmelidir. Ancak sismik tehlike analizi çalışmaları ile belirlenen maksimum ivme ve ivme spektrumları ile uyumluluk aranmalıdır. Tasarım hesapları neticesinde, kaydedilen ivmenin genliği hassas bölgede meydana gelebilecek depremlere uygun bir analiz programı veya başka bir sabit faktör kullanılarak belirlenir. Çoğu durumda sismik hareket profilde modellenir ve yüzeyin sanal alan derinliğinde kayaların varlığı kabul edilerek analiz yapılır.
- **Zemin büyütme analizlerini gerçekleştirilmesi:** Zemin dinamik değişkenlerinin tanımlanmasındaki belirsizlik nedeniyle planlı bir analizde bu

değişkenlerin ortalamasının alınması genellikle daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Maksimum ivme değeri hesaplanır, sismik yüzey özelliklerinin ivme tepki spektrumu istatistiksel olarak değerlendirilir ve yapılacak mühendislik tasarımları için maksimum ivme değeri ve ivme tepki spektrumu araştırılır (Gücek, 2020).

Zemin büyütme analizleri gerçekleştirilmesi için, zemindeki gerilme-şekil değiştirme ilişkisini belirlemek ve dalga yayılımını hesaplamak amacıyla tercih edilen yöntemin varsayımlarının basitleştirilmesine dayanan birkaç metot mevcuttur. Zemin özelliklerinin tek yönlü dalga yayılım analizi basit ve güvenilir sonuçlar sağladığı için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu tür büyütme analiz tekniklerine dayalı olarak tasarlanan pek çok projenin deprem etkisinde yeterli dayanıma ulaştığı gözlemlenmektedir (Ansal ve diğ., 2011).

Zemin büyütme oranları, yerleşim alanlarında sismik tehlike analizini hesaplamak için kullanılmaktadır. Bu büyütme oranı çalışma alanındaki zemin büyütme değerini gruplandırmak ve zemin koşullarının etkilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Zemin büyütmesi hedefli alan sınıflandırması; zemin mühendislik verileri, zemin kayıtları, kayma dalgası hız değerleri ve zemin parametreleri aracılığıyla gerçekleştirilebilmektedir. Kayma dalgası hızı ( $V_s$ ), geoteknik araştırmalardaki önemli zemin dinamik özelliklerinden biridir. Bu değer; zeminin sertliğini, yoğunluğunu, sismik özelliklerini, sıvılaşma potansiyelini, tabakalaşmasını ve zemin oturmalarını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Gücek, 2020).

Bir deprem sırasında oluşan ve her yöne yayılan cisim dalgaları, dalgalar yüzeye yaklaştıkça dalga yayılma hızları genellikle azaldığı için tabakanın sınırlarında gelme açısından daha küçük bir açıyla kırılarak ilerlemektedir ve zemin yüzeyine geldiklerinde yayılma yönleri yüzeye yaklaşık olarak diktir. Bundan dolayı ilgilenilen bölgedeki yerel koşulların bir fonksiyonu olarak sismik dalga özelliklerindeki değişiklikleri belirlemeye yönelik en basit yaklaşım kayma dalgasının boyuna yayılımına dayanan tek boyutlu dinamik analiz yöntemidir. Bu yöntem, anakayanın ve anakaya üzerindeki tüm zemin katmanlarının sonsuza kadar yatay olarak uzandığını varsayar ve her katmanın transfer fonksiyonunu belirleyerek hareket genliği aracılığıyla zemin büyütme değerini hesaplar (Gücek, 2020).



Zemin büyütmesi, güçlü depremler sırasında yaşam alanına verilen sismik hasarı kontrol etmede önemli faktörlerden biridir. Depremlerde yumuşak zemin yapılarının sert zemine göre daha fazla hasar görmesinin en önemli nedenlerinden biri zemin büyütme etkisidir. Bu etkinin istenilen derinlikte kaya üzerinde kaya üzerinde sayısal olarak değerlendirilmesi zemin büyütme faktörü olarak tanımlanmaktadır (Gücek, 2020).

Aslında zemin büyütmesi, deprem sırasında ana kayada deprem kaynağından yayılan ve zemin katmanları aracılığıyla yüzeye ulaşan sismik dalgalarının genliğinin artması olarak da tanımlanabilmektedir. Zemin tabakasının hareket sırasındaki fiziksel özellikleri ve mukavemeti de zemin yüzeyindeki hareketin de özelliklerini belirler. Zemin büyütmesi depremin frekansına bağlıdır. Gevşek zemin katmanları farklı zamanlarda meydana gelen sismik dalgalara aynı tepkileri veremez. Belirli frekanslarda sismik dalgalar büyütülürken belirli frekanslarda ise bu sismik dalgalar sönümlenmektedir. Zemin büyütmesi değerinin hangi frekanslarda en fazla olacağı sismik dalga hızlarına ve zemin tabaka kalınlıklarına bağlı olarak belirlenmektedir. Analiz sonucunda maksimum büyütmenin belirlendiği periyot ( $T_0$ ) zemin hâkim periyodu olarak adlandırılmaktadır (Gücek, 2020).

Zemin büyütme değerleri, çalışılan bölgedeki yüzey spektrumu değeri ile anakaya spektrum değeri arasındaki oran ile belirlenir. Buna ek olarak zemin büyütmesi analiz sonuçlarıyla ulaşılan büyütme ölçütüne bağlı tehlike düzeyleri Çizelge 3.1.'de belirlenmiştir.

**Çizelge 3.1.** Zemin büyütme değerlerine bağlı tehlike düzeyi (TBDY 2018).

Büyütme Değeri	Tehlike Düzeyi
0.00 - 2.00	C (düşük tehlike)
2.00 - 4.00	B (orta tehlike)
4.00 - 6.50	A (yüksek tehlike)

### 3.4. Coğrafi Bilgi Sistemi

Mikrobölgeleme araştırmalarında yerel zemin koşulları hakkında bize ön bilgi sağlayan parametrelerin çalışma alanındaki değişimlerini belirlemek ve bu sismik analizler sonucunda elde edilen tüm verileri toplu hale getirmek gerekir. Zemin parametreleri ve aralarındaki ilişkinin açıkça ortaya konması gerekmektedir. Bu nedenle, analiz sonucunda elde edilen tüm veriler, bölgesel harita üzerindeki konumlarını belirlemek için coğrafi koordinatlar aracılığıyla irdelenmelidir. Bahsedilen teknik detaylarla birlikte, elde edilen verilerin matematiksel veya istatistiksel coğrafi analizi ve

görsel sunumu, son yıllarda işlemlerin gerçekleştirilmesi, uygulanması ve haritalanmasında önemli noktalar haline gelmiştir. Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi için son zamanlarda sık olarak tercih edilen program coğrafi bilgi sistemidir (Demir, 2006).

Son yıllarda yapılan literatürleri incelediğimizde elde edilen verilerin paylaşılmasında veri tabanı yönetim sistemlerinin öneminin daha çok harita destekli programlarda ortaya çıktığını görmekteyiz. Coğrafi bilgi sistemleri verilerin anlaşılır bir biçimde sunulmasında önemli olduğu vurgulanabilir. Harita üzerindeki veriler daha sezgisel olarak ifade edilebildiğinden dolayı coğrafi bilgi sistemleri aynı sistem veya tabanda coğrafi konuma dayalı bilgileri toplayıp analiz edebildiği için daha çok kullanılmaktadır (Tosun ve Orhan, 2007).

Coğrafi bilgi sistemi; Dünya ile ilgili tüm bilgilerin toplanması, verilerin depolanması, analiz edilmesi, güncellenmesi ve ihtiyaçlarımıza göre belirli amaçlarla haritalanması gibi birçok işlemin gerçekleştirilmesine imkân sağlayan bir bilgisayar sistemi olarak açıklanmaktadır. Yer bilgisinin işlenmesi sırasında coğrafi koordinatlar dikkate alındığından dolayı coğrafi bilgi sisteminden çok bir harita sistemi olarak da kabul görmektedir. Verilerin aynı sistem altında toplanması ve saklanması, elde edilen verilerin modellenmesi ve analiz edilmesi bu bilgilere güvenli ve hızlı bir şekilde erişilebileceği için sistemin etkinliğini ve güvenilirliğini artıracaktır.

Coğrafi bilgi sisteminin en önemli özelliği, dünyadaki mekânsal bilgi ile ilgili kişi, kurum ve kuruluşların üzerinde güçlü bir merak uyandırmasıdır. Teknolojik ilerlemelerdeki farklılıklar, özellikle ticari çıkar bekleyen farklı fikir ve uygulamalar coğrafi bilgi sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak bazı araştırmacılar için CBS, mekânsal verileri sayısal bütünlüğe dönüştürebilen bilgisayar temelli bir sisteme dayanan bir araçtır. Bazı araştırmacılara göre tüm konumsal veri sistemini içeren ve aynı zamanda da verileri coğrafi olarak kontrol edebilen bilimsel bir olgudur.

Çalışma kapsamında elde edilen veriler bilgisayar üzerinden coğrafi bilgi sistemi programında girilerek haritalandırılmıştır. İnceleme alanında gerçekleştirilen sondaj çalışmaları ve araştırma noktaları koordinatları temelinde sisteme girilerek lokasyon haritaları oluşturulmuştur. Tez çalışmasında haritaların oluşturulmasında QGIS coğrafi bilgi sistemi programı kullanılmıştır. Tez çalışmasında Konya ili Organize Sanayi Bölgesi için 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde önerilen, eşdeğer doğrusal

analiz ve nonlinear analiz yöntemleri kullanılarak bölge zemininin dinamik davranışını incelenmiştir.

Bölgede daha önceden yapılan sondajlar ve sismik çalışmalar kullanılarak zeminin deprem anındaki olası davranışı yorumlanmıştır. Bu amaçla Konya Organize Sanayi Bölgesine ait zemin etüt raporları, hesap raporları, geoteknik proje çizimleri verileri ele alınmıştır. Deprem sırasında oluşacak yüzey yer hareketinin zeminler üzerindeki etkisi projeden alınan verilen doğrultusunda DEEPSOIL ve EERA programlarında zeminin farklı dinamik sismik davranışı analizleri gerçekleştirilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

### 3.5. Zeminlerin Dinamik Davranış Analizlerinde Kullanılan Programlar

Zemin davranış analiz çalışmalarında kullanılan yazılımlardan Schanabel (1972) tarafından geliştirilen zemin-kaya tabakaları içinde, düşey yönde hareket eden kayma dalgalarının etkisiyle oluşan dalga yayılma çözümlerini temel alan SHAKE yazılımıdır. 1998 yılında SHAKE yazılımının temel varsayımlarını dikkate alarak EERA (Equivalent Linear Earthquake Response Analysis) yazılımı geliştirilmiştir. EERA, FORTRAN 90 kullanılarak hazırlanmış olup bir boyutlu eşdeğer doğrusal analiz yapmaktadır. EERA'nın girdi ve çıktı verileri EXCEL programı ile ilişkilendirildiği için DOS ortamında çalışan SHAKE-PROSHAKE yazılımıdır. Zeminlerin davranış analizlerinde birçok program kullanılmaktadır. Bu programların birbirine göre avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu analiz programlarının hangisinin kullanılacağına seçiminde çeşitli parametreler bulunmaktadır. Çalışma alanında elde edilen veriler ve zemin türü kullanılacak programın seçilmesinde etkili parametrelerdir. Önceden yapılmış literatür çalışmaları incelendiğinde zeminlerin davranış analizleri GEOPSY, EERA, DEEPSOIL, SHAKE2000 programları ile yapılmıştır. Bu programlar:

**GEOPSY programı:** Sismometre kayıtlarından elde edilen verilerin değerlendirilmesi için kullanılan bir programdır.

**EERA programı:** Zeminlerin lineer analizini yapan bir programdır. Programının avantajları ve dezavantajları:

#### **Avantajları:**

- Analizde kullanılan parametrelerin alacağı değerler geoteknik ve jeofizik çalışmalarından kolaylıkla elde edilebilir.

- Diğer analiz programlarıyla karşılaştırıldığında elde edilen sonuçların daha güvenli tarafta kaldığı görülmüştür.
- Analizlerde az sayıda veri yeterlidir. Programda yapılan dinamik analizlerle ivme, gerilme, büyütme frekans ve spektral ivme değerleri elde edilir
- EERA programı ile EXCEL ortamında analiz sonucuna göre ilgili grafikler çizilebilir.

#### **Dezavantajları:**

- Eşdeğer lineer analiz yöntemini toplam gerilmelere dayalı olarak yapmaktadır.
- Kalıcı deformasyonları doğrudan hesaplayamamaktadır.
- Analiz yönteminin dayandığı varsayımlardan dolayı kısıtlamalar oluşmaktadır.
- Ana kaya derinliğinin çok fazla olduğu durumlarda programda çözüm yapmak zordur. Çözüm kolaylığı açısından tabakaların 2-10 m. aralıklara bölünüp tekrar çözüm yaptırılması gerekir (Ceren, 2019).

**DEEPSOIL programı:** Bir boyutlu zeminlerin lineer ve non-lineer analizlerini yapan bir programdır.

#### **Avantajları:**

- Program zaman alanında boşluk suyu basınçlı ve boşluk suyu basıncı olmayan non-lineer analiz, zaman alanında eşdeğer lineer analiz ve frekans alanında eşdeğer lineer analiz analizleri yapabilmektedir.
- Programın kendi bünyesindeki mevcut olan büyük depremlerden seçilmiş 13 adet deprem ivme kayıtlarına göre analiz yapabilirken aynı zamanda kullanıcı tanımlı depreme göre de analiz yapılabilir.
- Program ara yüzü kolay kullanım özelliğine sahiptir. Giriş sırasında verilerin eksik olup olmadığı denetlenebilir.
- Eksik veri olduğunda bir sonraki adıma geçmemekte ve de eksik verinin uyarısını yapmaktadır.
- Analiz kısa sürede yapılmakta ve analiz sonuçlarını Excel ortamına aktarabilmektedir.

### **Dezavantajları:**

- Programın kullanımı ile ilgili bilgiler kaynaklarda açıkça belirtilmemiş ve kullanım kılavuzunda non-linear analiz için gerekli parametrelerin nasıl elde edileceği hakkında bir bilgi verilmemiştir.
- Analiz sonuçlarını EXCEL ortamına aktarabilmektedir fakat analiz sonuçlarından elde edilen dataların grafik çizimi programın kılavuzunda yoktur (Ceren, 2019).

**SHAKE2000 programı:** Bir boyutlu eşdeğer analiz analizlerde kullanılır.

Tez çalışmasında deprem sırasında oluşacak yüzey yer hareketinin zeminler üzerindeki etkisi jeoteknik ve jeofizik raporlarından alınan veriler doğrultusunda bir boyutlu doğrusal analiz, eşdeğer doğrusal analiz ve doğrusal olmayan zemin davranış analizi yapılabilen DEEPSOIL ve eşdeğer lineer analiz yapan EERA programlarıyla zeminin farklı dinamik sismik davranışı analizleri gerçekleştirilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

### **3.6. DEEPSOIL Programı ile Eşdeğer Doğrusal Analiz**

Çalışmada DEEPSOIL yazılımı yatay tabakalı zeminlerin yer tepki analizini gerçekleştirmek için geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. Illinois Üniversitesinde görev yapan Prof. Youssef M.A. Hashash başkanlığında, birçok lisans ve lisansüstü öğrencilerinin çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir.

DEEPSOIL programı aracılığıyla üç çeşit analiz gerçekleştirilebilir. Bunlar bir boyutlu doğrusal analiz, eşdeğer doğrusal analiz ve doğrusal olmayan zemin davranış analizleridir. DEEPSOIL ile doğrusal analiz hem zaman tanım alanında hem de frekans tanım alanında kullanım olanağı sunarken eşdeğer doğrusal analiz sadece frekans tanım alanında, doğrusal olmayan analiz ise sadece zaman tanım alanında gerçekleştirilebilir. Ayrıca programın içeriğinde bulunan modellere göre deprem etkisinde oluşan boşluk suyu basıncı artışları modellenabilir ve sıvılaşma analizi de yapılmaktadır.

### 3.6.1. DEEPSOIL programı ile yapılan analizler

#### 3.6.1.1. Lineer (doğrusal) analiz

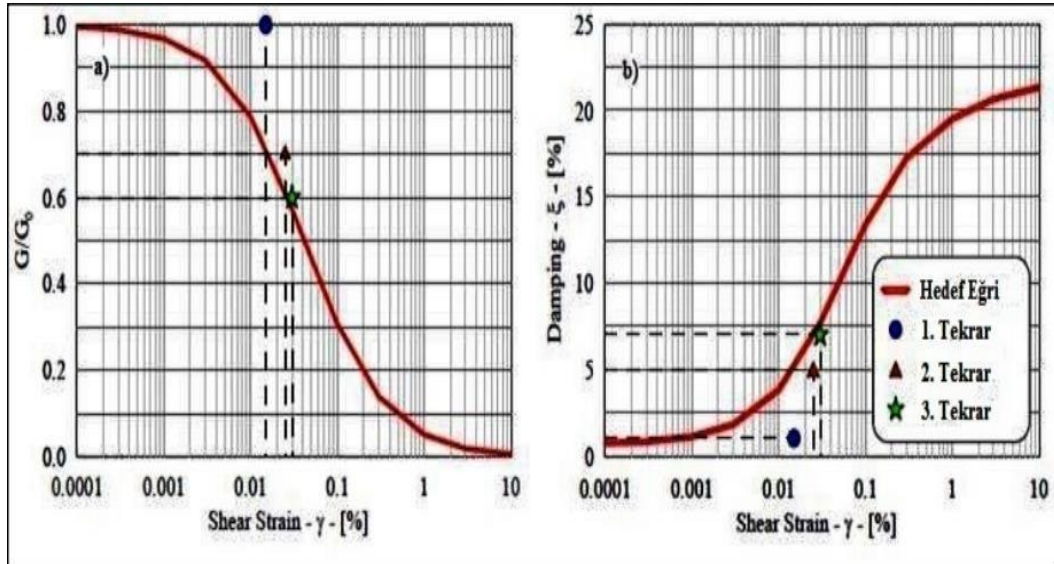
Zaman ve frekans tanım alanında gerçekleştirilebilen doğrusal analizlerde; anakaya ivmesi gibi var olan bir girdi hareketinin ivme, hız, kayma gerilmesi, yer değiştirme ve kayma birim deformasyonu gibi farklı parametrelerini hesaplayabilmek için transfer fonksiyonları kullanılmaktadır. Fourier serisindeki her anakaya girdi hareketi terimi ile bu girdi hareketinin ilgili transfer fonksiyonu çarpılarak zemin yüzeyinin hareketine ulaşılmaktadır. Bu zemin yüzeyi hareketi bir çıktı hareketi olarak adlandırılır. Daha sonra transfer fonksiyonunun tersinin kullanılması ile zaman tanım alanında da bu çıktı hareketi ifade edilebilmektedir (Mert, 2018).

#### 3.6.1.2. Frekans tanım alanında eşdeğer lineer (doğrusal) analiz

Eşdeğer doğrusal analiz, çoğu pratik problem için uygun sonuçlar vermektedir. Ayrıca hesaplama açısından da gayet kullanışlı bir yöntemdir. Fakat deprem etkisindeki zemin tepkisinin doğrusal olmayan davranışlarını yaklaşık hesaplayan bir yöntemdir.

Seed ve Idriss (1969), çalışmalarında kayma modülünün doğrusal bir yay ile sönümlenmenin ise bir sönümleyici aracılığıyla modellenmesinin yapılabildiği eşdeğer doğrusal olan bir tasarım kullanılmasını belirtmişlerdir. Önerilen bu tasarımda, belirli bir kayma gerilmesi seviyesindeki sekant kayma modülü ( $G_{sec}$ ) ve sönümlenme oranı ( $\xi$ ) aracılığıyla yay ve sönümlenme katsayıları hesaplanmaktadır.

Seed ve Idriss (1969), herhangi bir tabakadaki maksimum gerilme değerinin üçte ikisine eşit olan bir gerilme değeri için deprem girdi hareketinin bu özelliklerinin hesaplanmasının gerekli olduğu belirtilmiştir. Zemin profillerinin her tabakasındaki maksimum gerilme değeri analizin sonlandırılmasından önce belirlenemediği için eşdeğer doğrusal analiz tekrarlı bir yöntem aracılığıyla hesap yapmaktadır (Şekil 3.3) (Mert, 2018).



Şekil 3.3. Eşdeğer doğrusal yinelemeli prosedür a) Modül azalım eğrisi b) Sönümlenme eğrisi (Hashash ve diğ., 2010).

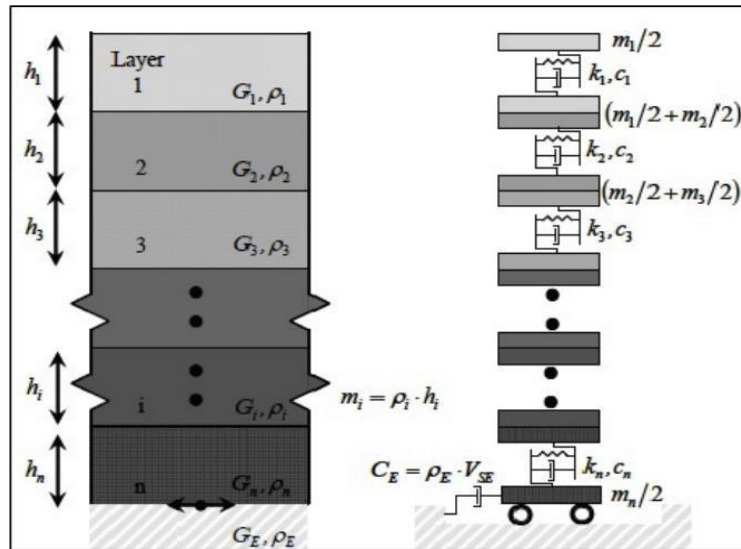
Frekans tanım alanında eşdeğer doğrusal analiz yönteminde, modül azalım ve sönümlenme eğrilerini çizibilmenin iki seçenek bulunmaktadır.

Ayrık Noktalar: kayma birim deformasyonunun bir fonksiyonu olarak sönüm oranı ve modül oranı tanımlanır.

Nonlineer Parametre seçeneğinde ise modelin oluşturulabilmesi için doğrusal olmayan zemin parametrelerinin tanımlanması gerekmektedir. Bu parametreler programa tanımlanır ise program sönümlenme eğrisi ve modül azalım eğrisini kendisi otomatik olarak oluşturmaktadır.

### 3.6.1.3. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan (nonlineer) analiz

Zaman tanım alanında doğrudan sayısal kademelendirmenin kullanımı bir zeminin doğrusal olmayan davranışını gerçeğe yakın analiz edebilmekte kullanılan alternatif bir yöntemdir. Doğrusal veya doğrusal olmayan herhangi bir gerilme birim deformasyon modeli, hareket denklemini yavaş adımlarla entegre etmek şartıyla kullanılabilir. Her adımda başlangıçta kullanılması uygun olan model küçük artışlarla takip edilebilmektedir (Nar, 2016). Şekil 3.4'te görüldüğü gibi zaman tanım alanındaki doğrusal olmayan analizlerde zemin kolonu, çoklu serbestlik dereceli toplu parametre modelleri veya sonlu elemanlar modeli aracılığıyla ayrık şekildeki tabakalara ayrılabilir (Mert, 2018).



Şekil 3.4. Yatay olarak tabakalanmış zemin kolonunun çoklu serbestlik dereceli toplu parametre modeli (Hashash ve diğ., 2010)

### 3.6.2. DEEPSOIL programının genel düzeni ve yapısı

Program temel olarak dört ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla veri girişi penceresi, analiz penceresi, sonuç penceresi ve rapor penceresidir.

Veri girişi penceresi: bütün verilerin girişinin yapıldığı ve kaydedildiği yerdir. Bir veri dosyasının oluşturulan girdiler zeminin düşey kesiti ve deprem kayıt dosyalarıdır. Veri yöneticisindeki girdiler grafik olarak çizdirilebilir ve veri değerleri hesaplanmaktadır. Bu kısımdaki bilgilerin tamamı rapor dosyası olarak sisteme kaydedilir.

Analiz penceresi: zemin tepki analizinin gerçekleştirildiği işlem penceresidir. Kullanıcılar, hazırlayıp kaydettiği veri dosyasını kullanarak istenen hesaplamaları yapabilmektedir.

Çıktı penceresi: analiz sonuçlarının çizdirilmesini sağlar. Program bu pencere vasıtasıyla, zemin kesitinin özelliklerine göre; meydana gelebilecek yatay yer değiştirmenin animasyonunu kullanıcılara izleme fırsatı sunar.

Rapor penceresi: analizler sonucunda oluşturulan rapor dosyasının kaydedildiği penceredir. Saha davranış analizleri sürecindeki yapılan tüm veri girişleri ve sonuç penceresinde yapılan tüm işlemler program tarafından otomatik olarak rapor dosyasına kaydedilmektedir.

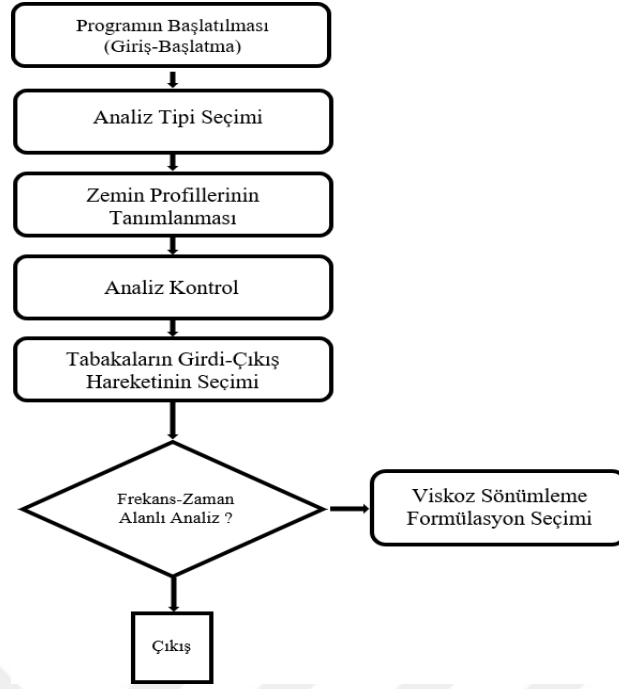


### 3.6.3. DEEPSOIL programının kullanımı

Eurocode-8 ve TBDY (2018) günümüz deprem yönetmeliklerinin çoğunda tasarım ve performans değerlendirmesi için zaman tanım alanındaki analiz yönteminin kullanılması önerilmektedir. Analizler için önerilen deprem verilerinde genellikle bölgesel deprem tehlikesi ve yerel zemin koşulları ile uyumlu tasarım spektrumları ya da zaman tanım alanında seçilen ivme kayıtları esas alınmaktadır. Bu nedenle analizlerde sentetik veya gerçek ivme kayıtlarının kullanılması gerekmektedir. Fakat deprem yönetmeliklerinde tanımlanan bölgesel tasarım davranış spektrumları ile analizde kullanılacak ivme kaydının belirli bir periyot aralığında uyumlu olması gerekmektedir. Bu kapsamda yapılan analizler için genellikle birden fazla ivme kaydı kullanılmakta ve gerektiğinde ivme değerlerinin ölçeklendirilmesi yapılmaktadır.

TBDY 2018, 16.5.2.5' de "zemin yüzeyindeki sahaya özel deprem spektrumunun belirlenmesi için, her bir spektral periyot için zemin yüzeyi spektral ivmesinin taban kayası spektral ivmesine oranı her bir kayıt için hesaplanacak, daha sonra bu oranların en az on bir kayıt için ortalaması, ilgili periyot için yerel zemin etki katsayısı olarak tanımlanacaktır " ibaresi yer almaktadır. Bu katsayıların 2.3.4 veya 2.4.1'de tanımlanan taban kayası spektrumu ile çarpılması sonucunda, zemin yüzeyinde sahaya özel deprem spektrumu belirlenmiş olacaktır" ifadesi yer almaktadır.

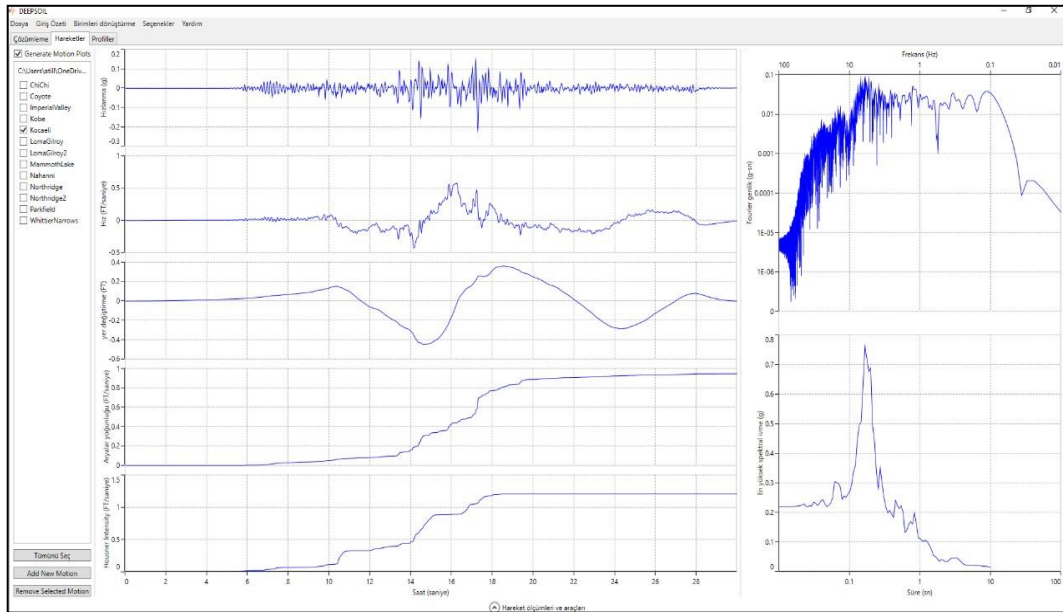
DEEPSOIL analiz programında temel olarak önce veri girişlerinin yapılması gerçekleştirilir. Ardından program çalıştırılır yani analizler gerçekleştirilir. Son olarak da analizler neticesinde çıktı işlemleri yaptırılır ve sonuçlar incelenmek üzere elde edilir. Çalışmada bir boyutlu zemin davranış analizleri frekans tanım alanında eşdeğer doğrusal olarak gerçekleştirilmiştir. Girdi olarak zemin tabakalarının kalınlıkları, zemin birim hacim ağırlıkları ve kayma dalgası hızı değerleri kullanılmıştır. Deepsoil programının çalışma şeması Şekil 3.5'te verilmiştir.



Şekil 3.5. DEEPSOIL programı çalışma şeması

### 3.6.3.1. Kullanılacak deprem kaydının belirlenmesi

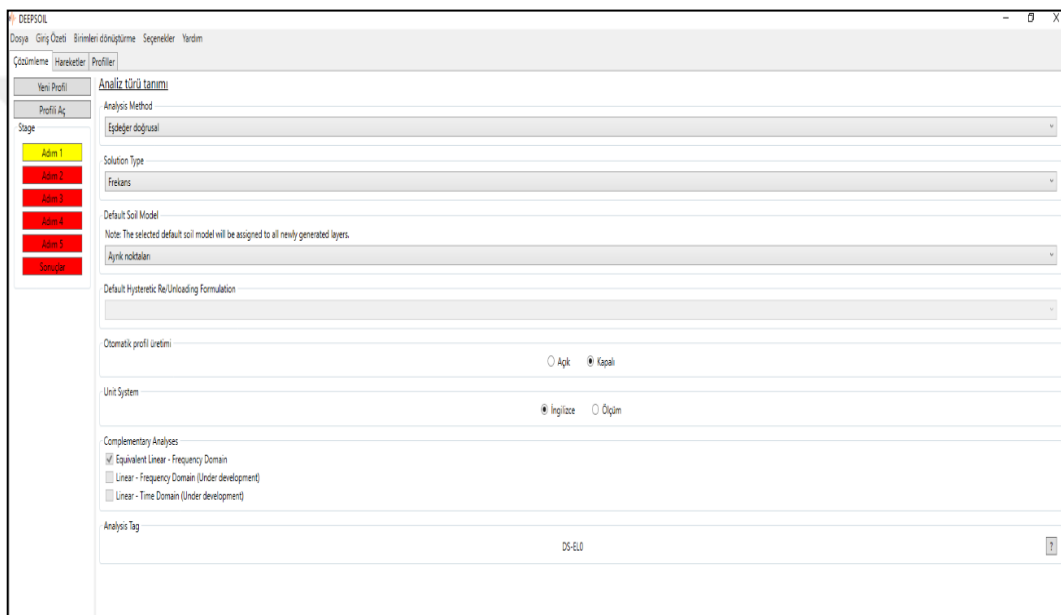
Analizi gerçekleştirilecek bölgede etki ettirilecek depremin kayıtları var ise bu dosya programın ana sayfasındaki “Hareketler” sekmesindeki “Add Input Motion” düğmesi tıklandığında açılan kısımda gerekli kısımlara girilmelidir. Ayrıca daha önceden gerçekleştirilmiş olup programa kayıtlı olan deprem kayıtlarından seçim yaparak analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesi de mümkündür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Deprem kaydı seçiminin temsili gösterimi

### 3.6.3.2. Analiz türünün belirlenmesi

Analizin gerçekleştirilmek için deprem kaydının programa girilmesinin ardından “Yeni Profil” düğmesinden veri girişlerinin yapılacağı bir pencere açılır (Şekil 3.7). Açılan sayfada ilk olarak analiz tanımlamasının seçilmesi gerekmektedir. Seçilen analize göre lineer, eşdeğer lineer ve nonlineer analiz seçeneklerinden hangisinin yapılacağı seçilmelidir. Bu analizlerin frekans tanım mı zaman tanım alanında mı yapılacağı programa girilmelidir. Birim sistemi İngilizce veya Metric olarak ve analizin  $V_s$  kayma dalgası hızına göre mi  $G_{max}$  kayma modülüne göre gerçekleştirileceği seçilerek bilgilerin programa aktarımı gerçekleştirilmelidir.



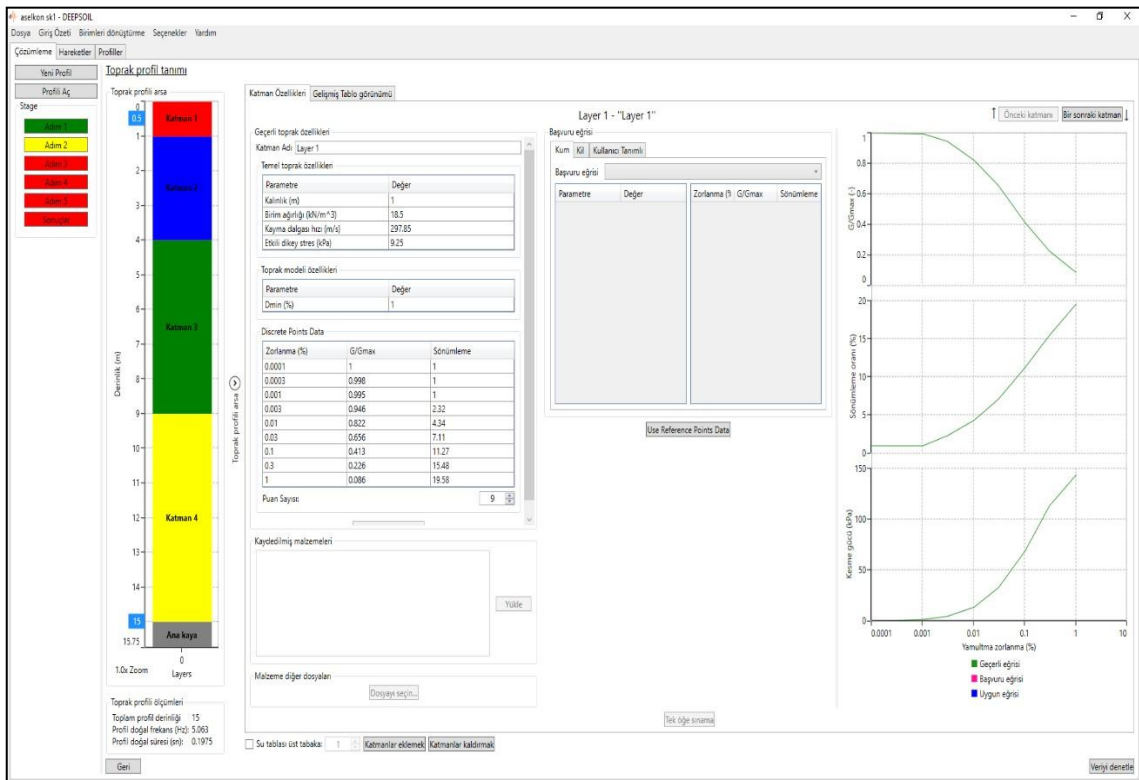
Şekil 3.7. Analiz tanımlaması seçimi temsili gösterimi

### 3.6.3.3. Zemin profilinin tanıtılması

Analizin bu bölümünde, zemin profili oluşturulur ve her bir zemin tabakasına ait dinamik zemin özellikleri tanımlanır. Karşımıza çıkan bu sayfanın sol tarafında daha önceden oluşturulup sisteme girilecek zemin profilinin derinliklere göre görüntüsü bulunmaktadır. Diğer tarafta ise zemin profillerinin aktarılması için elimizdeki değerlerin tanıtılacağı bir tablo bulunmaktadır. Daha önceki bölümlerde belirlenen genel özelliklere göre zemin profilimizdeki her bir tabaka için istenen verilen tabloya aktarılmalıdır (Şekil 3.8).

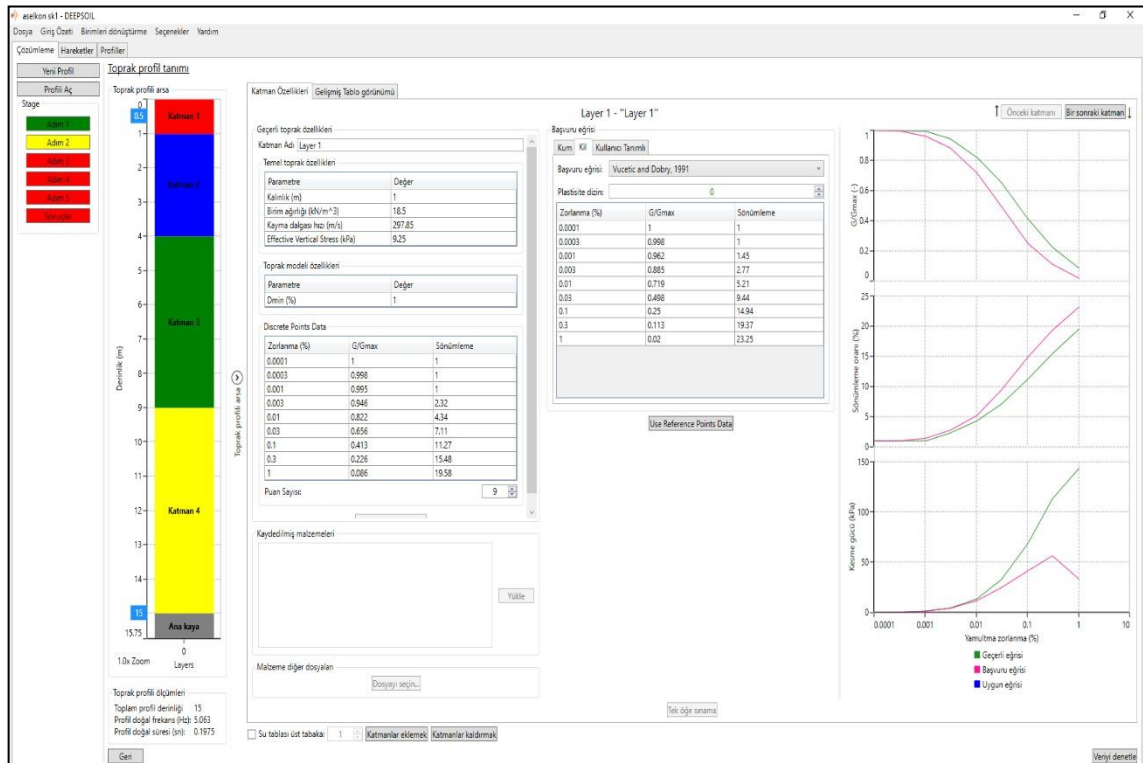
Şekil 3.8’de görüldüğü gibi zemin profilinin programa tanıtımı yapılırken öncelikle zemin düşey kesitinin isimlendirilmesi gerekmektedir. Ardından yer altı su

seviyesinin olup olmadığı var ise hangi tabakadan itibaren başlayacağı belirlenmelidir. Zemin profilinde bulunan tabaka sayısına göre ekleme ve çıkarma yaparak uygun bir model oluşturulur. Her bir tabaka için kalınlık, malzeme birim hacim ağırlığı, kayma dalgası hızı, malzeme ismi gibi veriler programa tanıtılır. Ardından veri girişi sağlanan her tabaka için malzeme tanımlaması yapılmalı ve program üzerinden uygun modül azalım eğrisi seçilmelidir. Zemin profilinin programa aktarımı sağlanırken belirli olan tabaka sayısına göre yeni tabaka eklemek için “Katmanlar Ekleme” düğmesi kullanılmaktadır. Var olan bir tabakayı silmek için ise “Katmanları Kaldırmak” düğmesi tıklanarak ve hangi tabakanın silinmesi gerektiğinin seçimi yapılarak bu işlem gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.8. Zemin düşey kesitinin oluşturulduğu pencere

“Başvuru Eğrisi” bölümünde  $G/G_{max}$  ve sönüm değerleri sisteme girilerek zemin tabakasına ait kayma mukavemeti eğrisi, modül azalım eğrisi ve sönümleme eğrisinin çizimleri oluşturulmaktadır. Bu değerleri programa kendimiz girmek istiyorsak “Kullanıcı Tanımlı” kısmından değerlerin girişi sağlanmaktadır. Ayrıca araştırmacılar tarafından tespit edilip önerilmiş olan modeller kullanılırsa zemin cinsine göre “Kum” ve “Kil” kısımları aracılığıyla model seçimi yapılabilir (Şekil 3.9). Kil zeminlerde Vucetic and Dobry (1991), kum zeminlerde ise Seed and Idriss (1970) eğrileri kullanılmıştır. Çizelge 3.2 ve 3.3’te bu eğrilerin değerlerinin seçimi görülmektedir.



Şekil 3.9. Kil malzemesi için örnek bir model seçimi

Çizelge 3.2. Seed ve Idriss başvuru eğrisi değerleri

Zorlanma (%)	G/G <sub>max</sub>	Sönümlenme
0.0001	1	0.48
0.0003	0.99	0.8
0.001	0.96	1.5
0.003	0.9	3.2
0.01	0.76	5.7
0.03	0.57	9.5
0.1	0.3	15.2
0.3	0.15	20.5
1	0.06	24.6
3	0.04	27
10	0.03	28.5

Çizelge 3.3. Vucetiv ve Dobry başvuru eğrisi değerleri

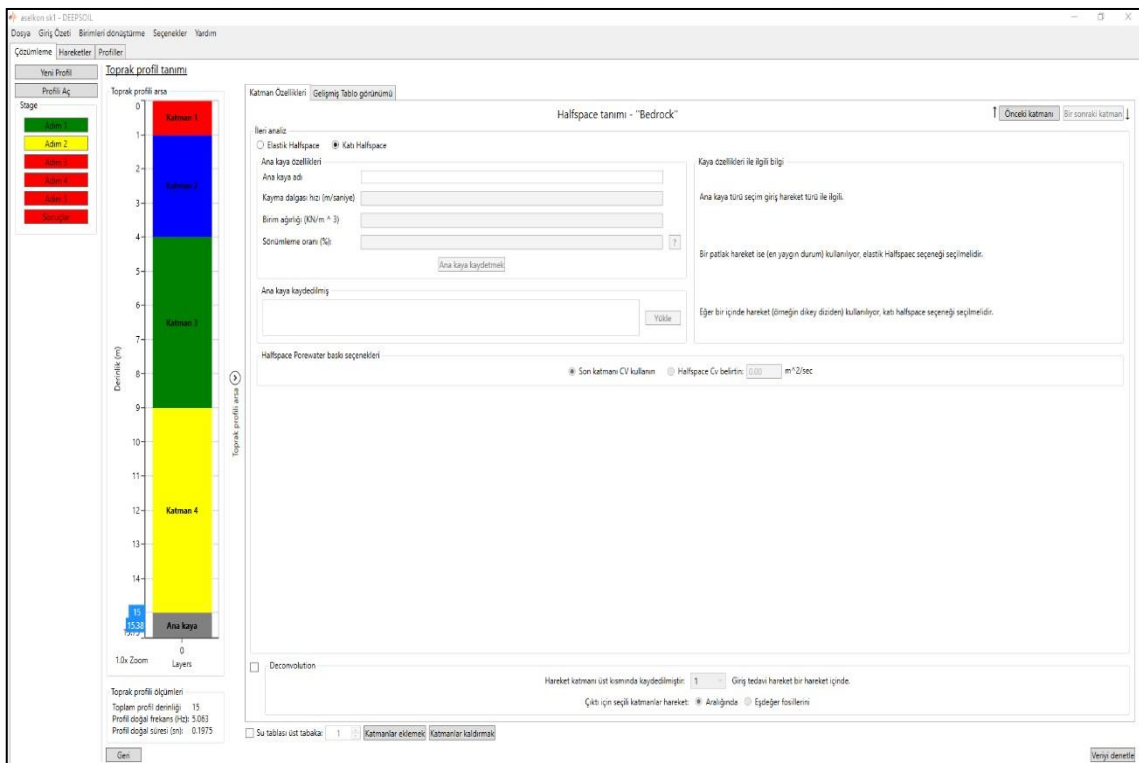
Zorlanma (%)	G/G <sub>max</sub>	Sönümlenme
0.0001	1	1
0.0003	0.998	1
0.001	0.962	2.45
0.003	0.885	2.77
0.01	0.719	5.21
0.03	0.498	9.44
0.1	0.25	14.94
0.3	0.113	19.37
1	0.02	23.25

### 3.6.3.4. Yeraltı su seviyesi

Yeraltı su seviyesinin hangi tabakadan itibaren başlaması gerektiği “Su Tablası Üst Tabakası” bölümünden istenen tabakanın numarasına göre seçilebilmektedir. Zemin profilinde tabakalar yeraltı su seviyesinin altında değilse bu durumda yukarıda belirtilen seçimin yapılmaması gerekmektedir.

### 3.6.3.5. Anakaya özelliklerinin belirlenmesi

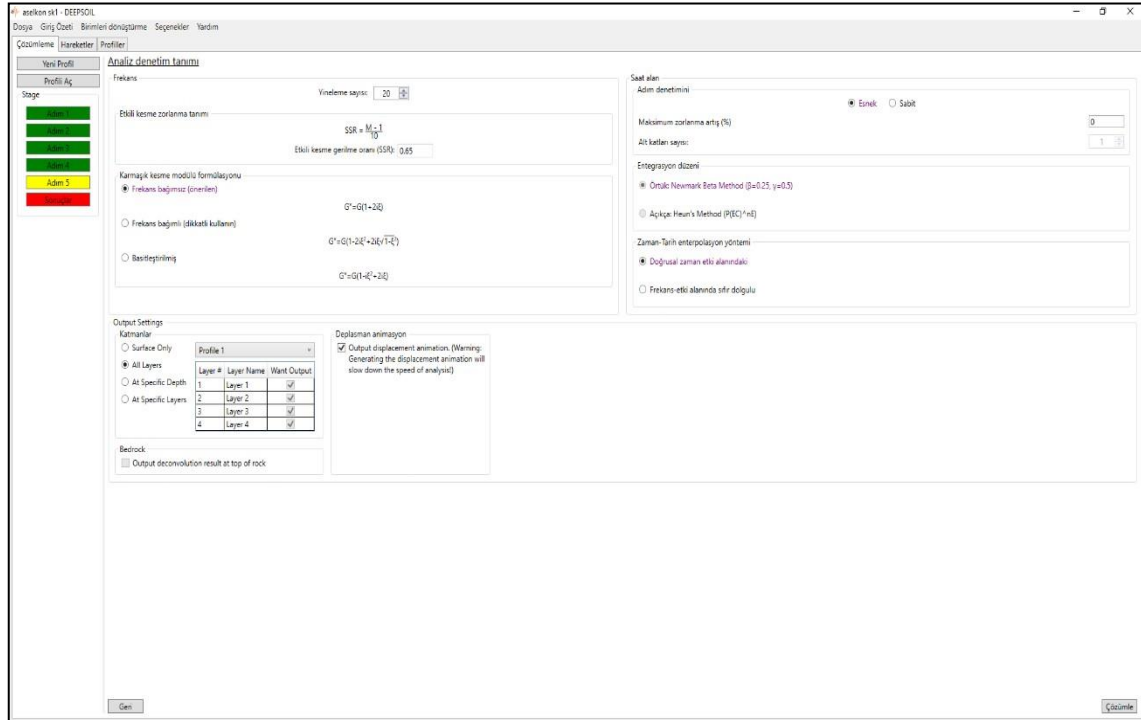
Anakaya cinsi için elastik ve rijit olarak iki farklı seçim yapılabilmektedir. Eğer anakaya özellikleri elimizde veri olarak mevcut ise elastik olarak modelleme yapılması uygundur. Fakat anakayanın fiziksel özellikleri belli değilse rijit modelleme yapılması gerekmektedir. Anakaya elastik modelde; birim ağırlık, kayma dalgası hızı ve sönüm oranı değerler gerekli kısımlara girilir. Bu değerlerin programa girilmesi için öncelikle bir anakaya ismi belirlenmesi gerekmektedir. “Anakaya Adı” bölümüne istenen bir anakaya ismi tanıtılır. Ardından “Anakaya Kaydetme” veriler programa aktarılır. Anakaya rijit modelde analiz yapılması istenirse bu kısımlarda veri girişi veya herhangi bir işleme gerek olmamaktadır. Şekil 3.10’da anakaya girdi bilgilerinin tanıtılmasının temsili gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.10. Anakaya girdi bilgilerinin tanıtılması temsili gösterimi

### 3.6.3.6. Analiz kontrol penceresi

Programda analiz başlatılmadan önceki son adım kullanılacak kayma modülü formülünün ve yapılacak iterasyon sayısının belirlenmesidir (Şekil 3.11). Bu adım “Analiz Kontrol=Analiz Denetim Tanımı” penceresinde gerçekleştirilir.



Şekil 3.11. Analiz kontrol penceresi temsili gösterimi

Tüm adımlar sırasıyla uygulandıktan sonra, analiz yapılacak zemin için gerekli veriler programa tanıtılmış ve analiz için hazır duruma gelmiş olur. “Giriş Özeti” kısmında girilen tüm veriler görülebilmektedir. Girilen verilerde bir hata olup olmadığı kontrolü sağlandıktan sonra analiz başlatılır. Program yer tepki analizini tamamladıktan sonra sonuçlar, veri dosyasıyla aynı isimle kendiliğinden kaydedilir. Sonuç kısmına gidilerek analizi yapılan zeminin ilgili grafikleri çizdirilebilmektedir. Ek olarak deprem sarsıntısı sırasında zeminin yatay yer değiştirmesinin ne şekilde olacağını animasyonu incelenebilmektedir.

DEEPSOIL programı, analizi sonucunda bir rapor dosyası oluşturur. Analiz sürecindeki programa girilen tüm veri girişleri ve sonuç penceresindeki yapılan tüm işlemler program tarafından otomatik olarak rapor dosyasına kaydedilmektedir. Bu dosya sayesinde farklı pencerelerde yaptırılan işlemlerin bir özetinin veya genelinin bir arada görüntülenmesi ve de rapor dosyasının çıktısının alınması veya program içerisinde depolanması mümkün olmaktadır.

### **3.7. EERA (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses) Programı Kullanımı**

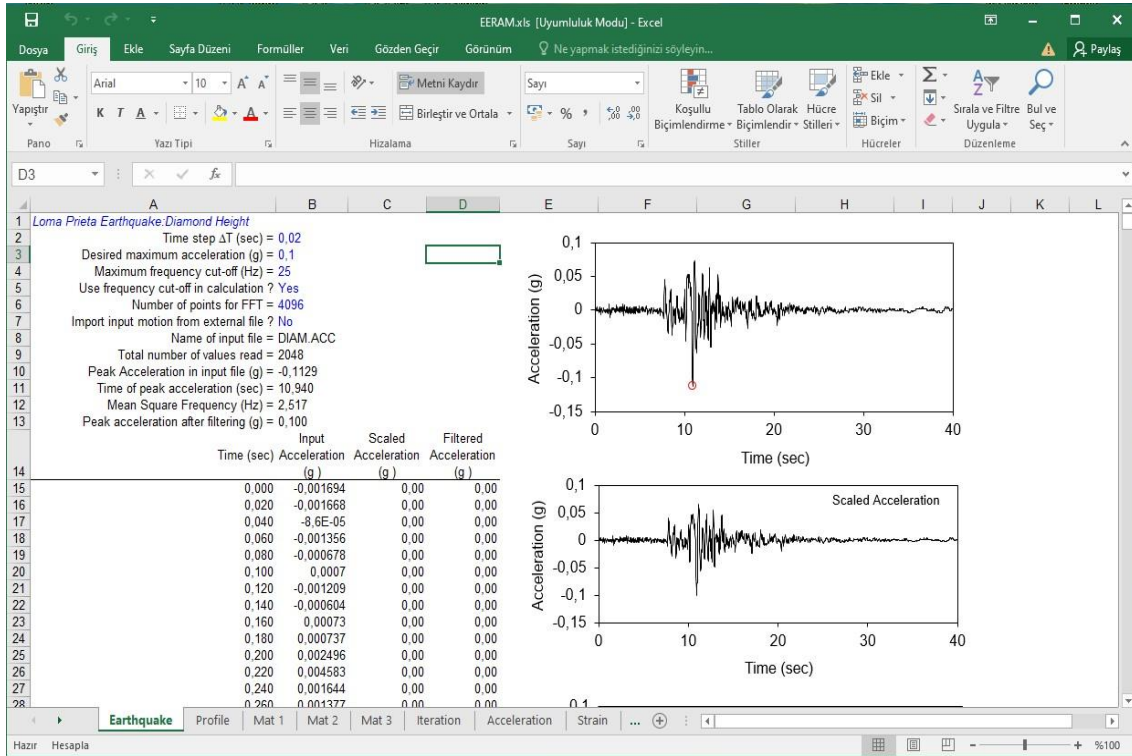
DEEPSOIL programı ile yapılabilen zemin davranış analizi farklı şekillerde EERA (Bardet ve diğ., 2000) yazılımı kullanılarak da yapılmaktadır. Microsoft Office Excel tabanlı oluşturulan EERA yazılımında veri girişi, ölçümler ve analiz sonuçları incelemeleri kolaylıkla yapılabilmektedir. Fourier analizi hesaplamalarının ve formasyon model sayılarının limitsiz olması EERA programının başka bir avantajı olarak ön plana çıkmaktadır (Tunçel, 2008).

Zemin tepkisi analiz metotları klasik SHAKE (Schnabel ve diğ., 1972) ile kıyaslandığında iki yazılım programının eşit sonuçlar verdiğine ulaşılmıştır. Zemin tepkisi analiz yöntemi bir boyutlu eşitlikte, kayma modülü başlangıç tahmini ve yavaşlatılan oran kayma gerilim değerleri için yapılabilmektedir. Doğrusal olmayan zemin davranışı, çeşitli zemin malzemelerinin azalım katsayısı eğrisi aracılığıyla yineleme metodu ile hesaplanmaktadır. Seçilen deprem kaydı ile ivme-zaman, hız-zaman, yer değiştirme-zaman ve gerilme-zaman ilişkileri hesaplanmıştır. Hesaplanan ivme ve spectra sonuçları aracılığıyla dinamik zemin analizinin sonuçları kolaylıkla yorumlanabilmektedir (Tunçel, 2008).

#### **3.7.1. EERA deprem verileri girişi**

EERA programında ilk sekme olan deprem çalışma sayfası deprem giriş hareketini programa aktarmak için kullanılır. Altı tane veri girişi zorunlu kısım bir tane de isteğe bağlı olarak düzenlenen giriş kısmı bulunmaktadır. Tüm girişler mavi renki karakterlerdedir (Şekil 3.12).



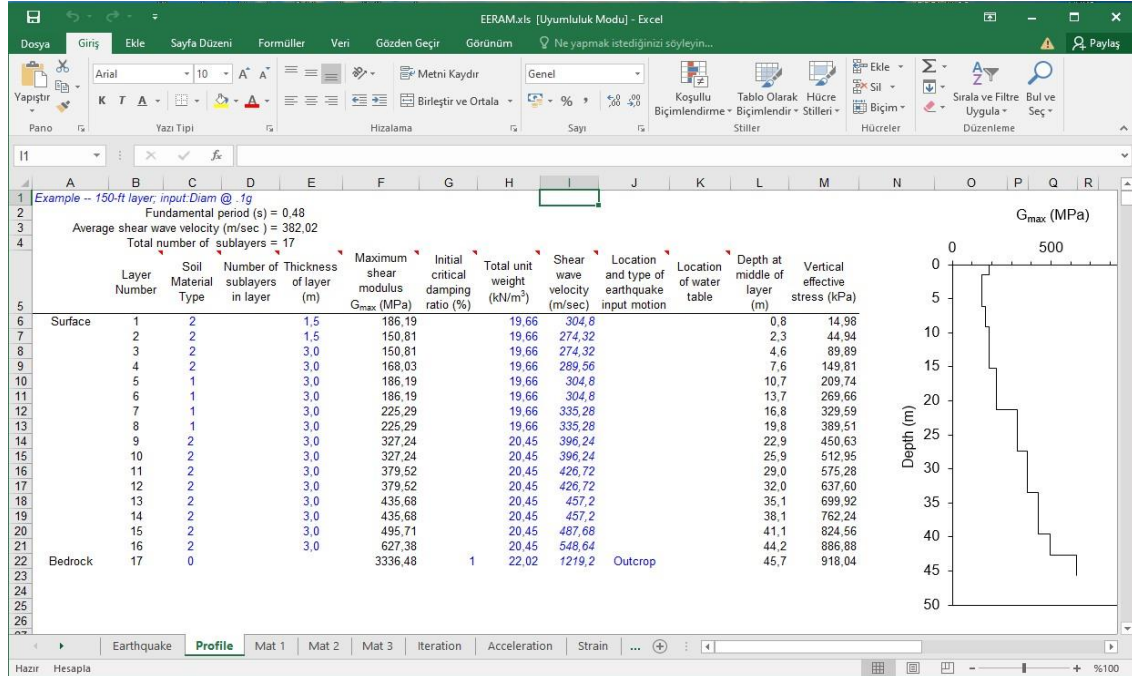


Şekil 3.12. Deprem verisi görüntüsü temsili gösterimi

*A1 hücresi:* deprem adı girilir. *B2 hücresi:*  $\Delta T$  zaman aralığı, giriş yer hareketleri zaman geçmişinin eşit aralıklarla yerleştirilmiş veri noktalarının arasındaki zaman aralığını ifade etmektedir. *B3 hücresi:* istenen maksimum frekanstır. Giriş ivmesinin tepe genliğini ölçeklendirmek için kullanılan giriştir. *B4 hücresi:* giriş hızlanması ile yüksek frekansları filtrelemek amacıyla kullanılan maksimum frekans kesme  $f_{max}$ 'dır. *B5 hücresi:* giriş hızlandırma kayıtlarındaki yüksek frekans değerlerini etkisiz kılmak için kullanılabilen frekans kesme  $f_{max}$ 'dır. Tüm hesaplamalar 0 ile  $f_{max}$  aralığındaki frekans değerleri için yapılmak zorundadır. Denklemlerdeki taşıma hesaplama hatalarının önlenmesi amacıyla bu seçenek önem arz etmektedir. *B6 hücresi:* FFT hesaplamasındaki veri noktalarının m sayısı burada tanımlanabilmektedir. m sayısı giriş hızlanma zamanı geçmişindeki veri noktalarının sayısı olan n sayısından genellikle daha büyük değer alacak şekilde seçilmelidir. n uzunluğu için bir kayıt üretmek amacıyla giriş kaydı sıfır ile doldurulmalıdır. *B7 hücresi:* giriş ivmesi başka bir veri dosyasından okunabilmektedir. EERA, herhangi başka veri dosyalarından birçok deprem veri formatını okuyabilmektedir. Bunların yapılabilmesi için B5 hücresinde evet seçeneği seçilmelidir (Benli, 2020).

### 3.7.2. EERA zemin profilinin belirlenmesi

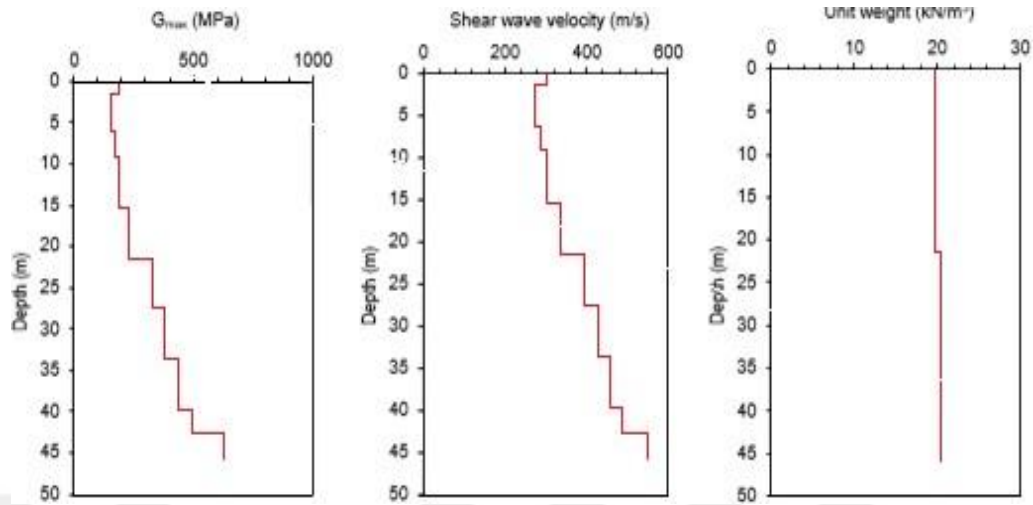
Zemin profilinin geometrisinin ve özelliklerinin programa tanımlanması için kullanılmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Zemin profilinin temsili gösterimi

*A1 hücresi;* zemin profilinin adını gösterir. *C6 sütunu;* her bir katmanda bulunan zemin tipi sayısının belirtildiği kısımdır. Her zemin türünün Mat 1, Mat 2, Mat 3 olarak adlandırılan ayrı çalışma sayfalarında tanımlanması gerekmektedir. *D6 sütunu;* her katmanın birkaç alt katmana bölünebildiği durumlarda kullanılır. Bu özelliğin kullanılması hesapların doğruluğunu arttırmaktadır. *E6 sütunu;* her bir katmanın kalınlığının programa girildiği tabakadır. *F6 sütunu;* maksimum kesme modülünün girildiği kısımdır. Makaslama modülünün küçük gerilme değerleri F5 hücresinden bulunan üniteye girilmelidir. Bu sütun boş bırakıldığı takdirde I6 sütununa kesme dalgası hızı girilmelidir. *G6 sütunu;* kritik sönüm değerini temsil eder. Yalnızca bu sıradaki malzeme sayısı sıfıra eşit olduğunda yazılması gereklidir. *H6 sütunu;* toplam birim ağırlık değerlerinin girildiği kısımdır. Birim ağırlık değerleri H5 hücresinde belirtilen fiziksel üniteye girilir. *I6 sütunu;* zemin katmanlarının kayma dalgası hızlarının girildiği kısımdır. Değerler I5 hücresine girilir. Bu sütun boş bırakıldığı takdirde maksimum kesme modülü F6 sütununa girilmelidir. *J6 sütunu;* deprem hareketinin yeri ve türünün sadece bir kez belirtilerek tanımlandığı kısımdır. Bir çıkıntılı kaya hareketi için Outcrop belirlenebilir. *L6 sütunu;* her bir tabaka katmasının ortasındaki derinliğin girildiği sütundur (Benli,

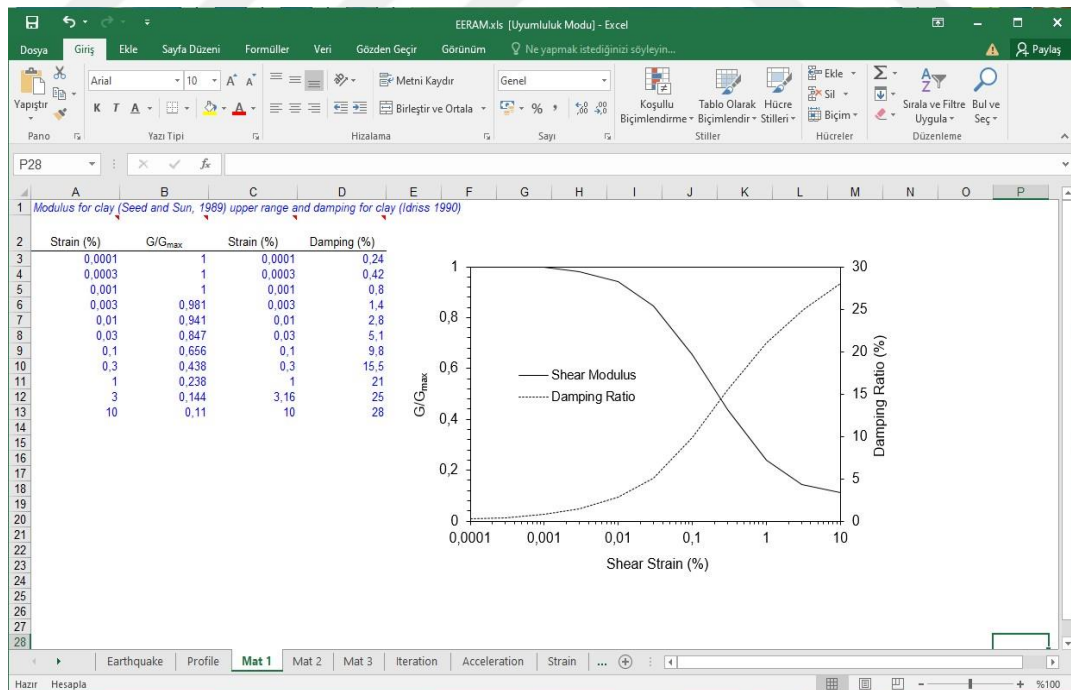
2020). Şekil 3.14'te zemin profili özelliklerinin ve geometrisinin temsili olarak gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.14. Zemin profili özellikleri ve geometrisinin temsili gösterimi

### 3.7.3. EERA gerilme-deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri

Şekil 3.15'te gösterildiği gibi farklı şekillerde gerilim-deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri tanımlanabilmektedir. Ana EERA menüsündeki çoğalt seçeneği ile çalışma sayfasını kullanarak malzeme özellikleri için ek çalışma sayfaları oluşturulabilir.



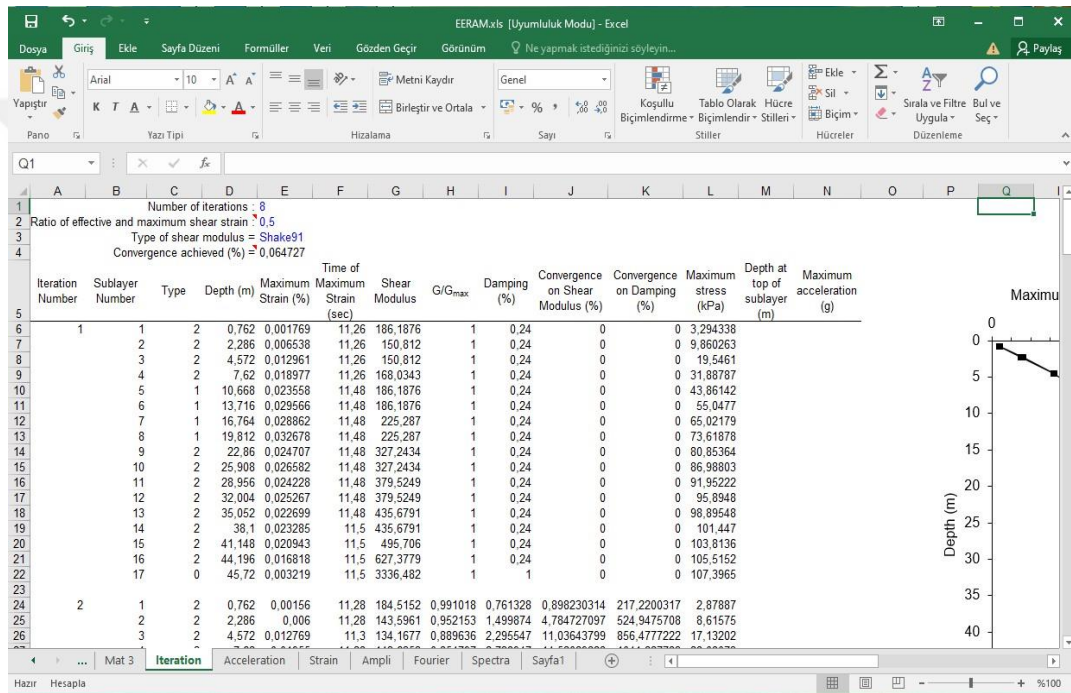
Şekil 3.15. Gerilim-deformasyon ve sönüm-deformasyon eğrileri

*A1 hücresi:* malzeme türünün ifade edildiği bölümdür. *A3 sütunu;* B3 sütunundaki  $G/G_{max}$  verilerine oran olarak karşılık gelen kayma gerilimi değerlerinin artan sayılar olarak

girildiği kısımdır. *B3 sütunu*: A3 sütunundaki gerilme değerlerine karşılık gelen  $G/G_{max}$  oranının değerlerinin girildiği kısımdır. *C3 sütunu*: D3 sütununda yer alan kritik sönümlenme oranı verilerine karşılık gelen kayma gerilimi değerlerinin artan sayılarak olarak girildiği kısımdır. *D3 sütunu*: C3 sütunundaki gerilme verilerine karşılık gelen kritik sönümlenme oranlarının değerlerinin girildiği kısımdır (Benli, 2020).

### 3.7.4. EERA iterasyon sayısının belirlenmesi ve hesaplama

Şekil 3.16'da gösterildiği gibi EERA iterasyon çalışma sayfası yinelemesinin üç tane girişi bulunmaktadır. Bu girişler mavi renkle gösterilmiştir.

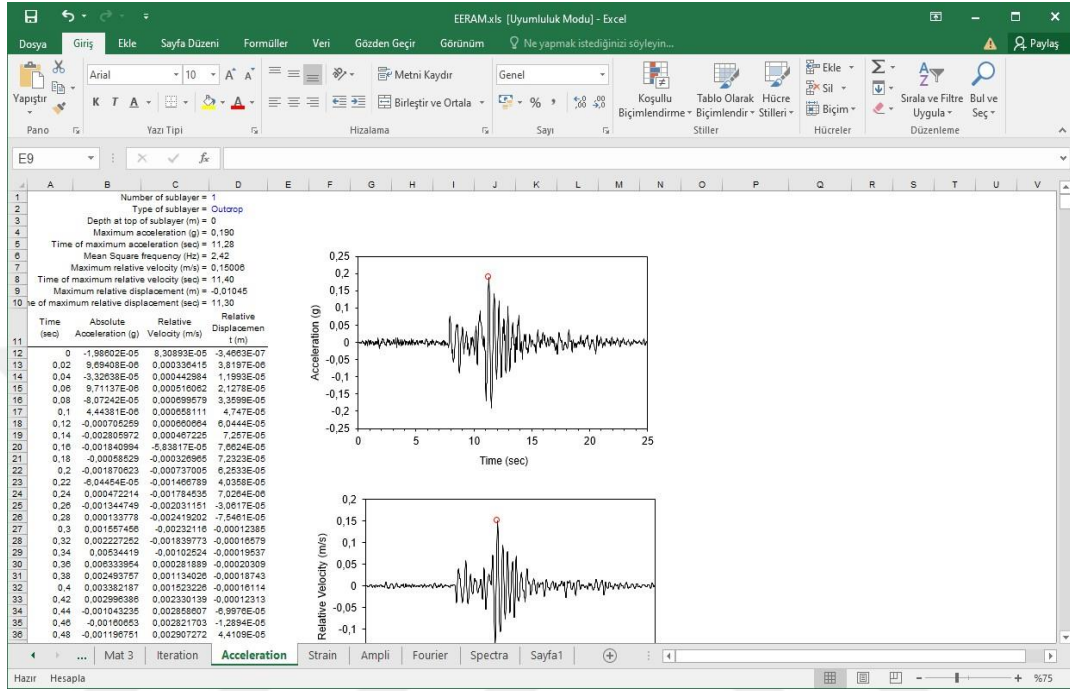


Şekil 3.16. Çalışma sayfasının temsili gösterimi

*E1 hücre*: iterasyon sayısının belirtildiği kısım. Ortalama yedi, sekiz iterasyon tatmin edici bir yakınsamaya ulaşmak için yeterlidir. *E2 sütunu*: eşdeğer düzgün gerilme oranının girildiği kısımdır. Eşdeğer tekdüze gerilme oranı deprem süresinin etkilerinin bir açıklaması olarak ifade edilebilir. Bu oran genellikle 0.4 ila 0.75 değerleri arasındadır. Bu oran giriş hareketine ve temsil ettiği depremin büyüklüğüne göre değişmektedir. Bu oranın hesabı için  $(M-1)/10$  denklemi kullanılabilir (Idriss ve Sun, 1992). Buradaki M, deprem büyüklüğünü ifade eder. *E3 sütunu*; eşdeğer lineer modelin türünün seçildiği kısımdır. Orijinal SHAKE modeli ve SHAKE 91 modeli olarak iki seçenek bulunmaktadır (Benli, 2020).

### 3.7.5. EERA ivme çalışma sayfası ayarları

Şekil 3.17'deki hızlanma çalışma sayfası seçilen bir alt katmanın hızlanma, bağıl hız ve bağıl yer değiştirme zaman geçmişi tanımlamakta kullanılır. Çalışma sayfası EERA menüsünde bulunan çoğaltılmış çalışma sayfası aracılığıyla çoğaltılabilir.



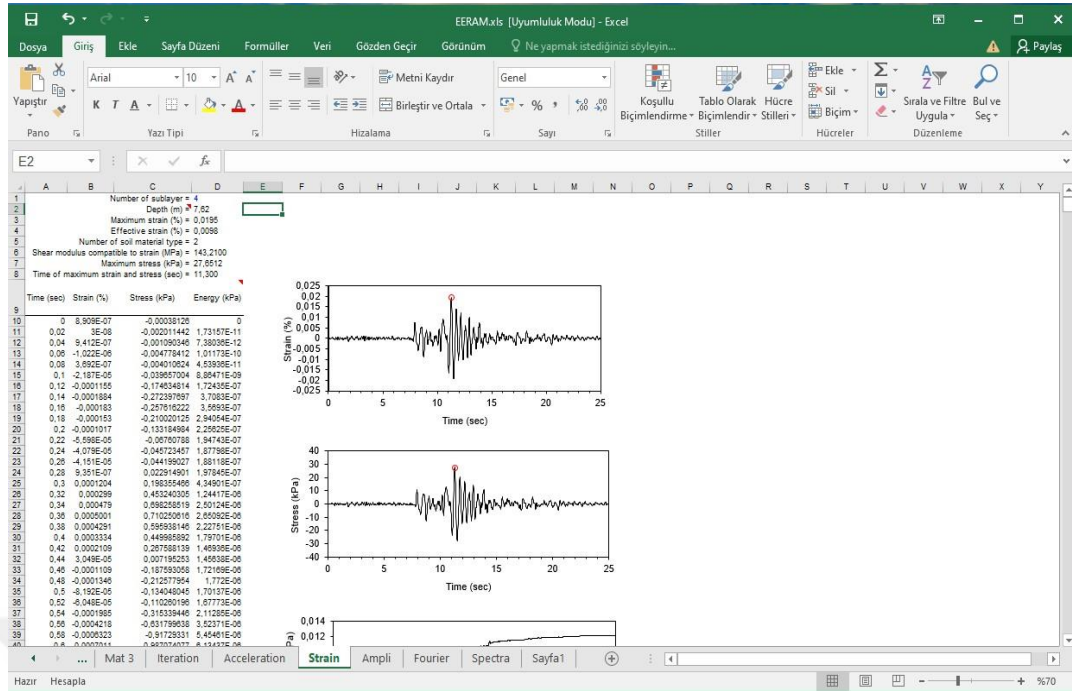
Şekil 3.17. İvme kayıt ayarlarının çalışma sayfasında temsili gösterimi

*D1 hücresi:* atanan alt katman sayısının belirlendiği kısımdır. *D2 hücresi:* atanan alt katmanın tipinin belirlendiği kısımdır.

### 3.7.6. EERA çıktı çalışma sayfası bölümleri

#### 3.7.6.1. Strain çalışma sayfası

Bu çalışma sayfası stres, strain ve dağılmış zaman tarihinin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Enerji ve gerilme-deformasyon döngüleri belirlenebilmektedir. Bu sayfa EERA menüsündeki çoğaltılmış çalışma sayfası aracılığıyla çoğaltılabilir (Şekil 3.18).

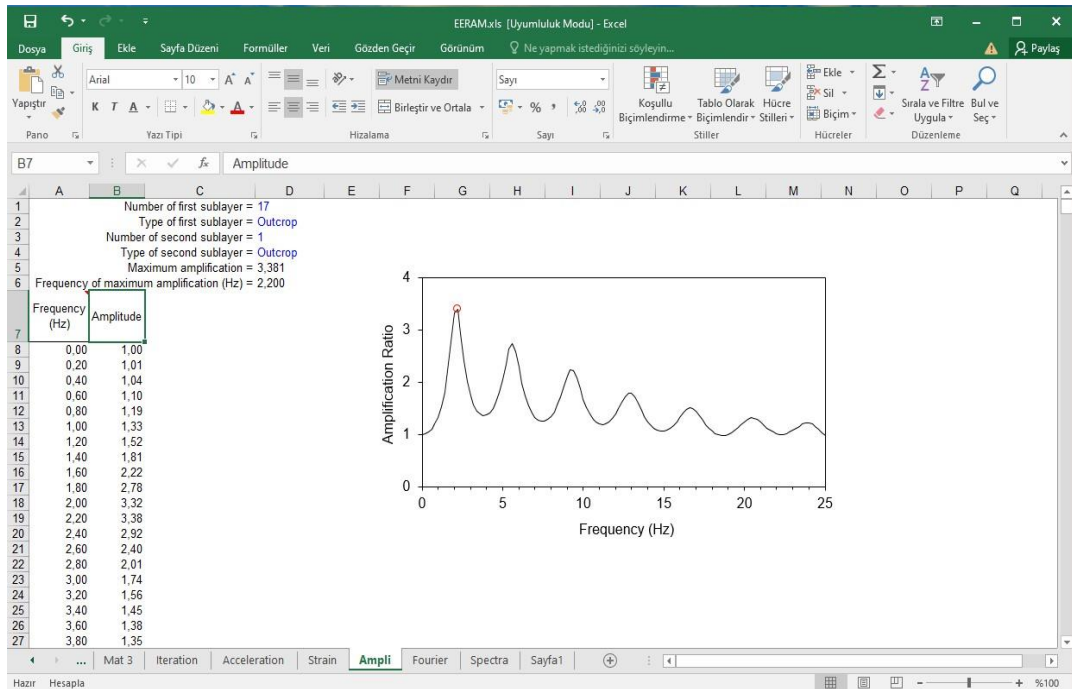


Şekil 3.18. Strain çalışma sayfası temsili gösterimi

*D1 hücresi*: atanan alt katman sayısının belirlendiği kısımdır.

### 3.7.6.2. Ampli çalışma sayfası

Şekil 3.19'daki Ampli çalışma sayfası iki alt katman arasındaki amplifikasyon faktörünü tanımlamakta kullanılır.

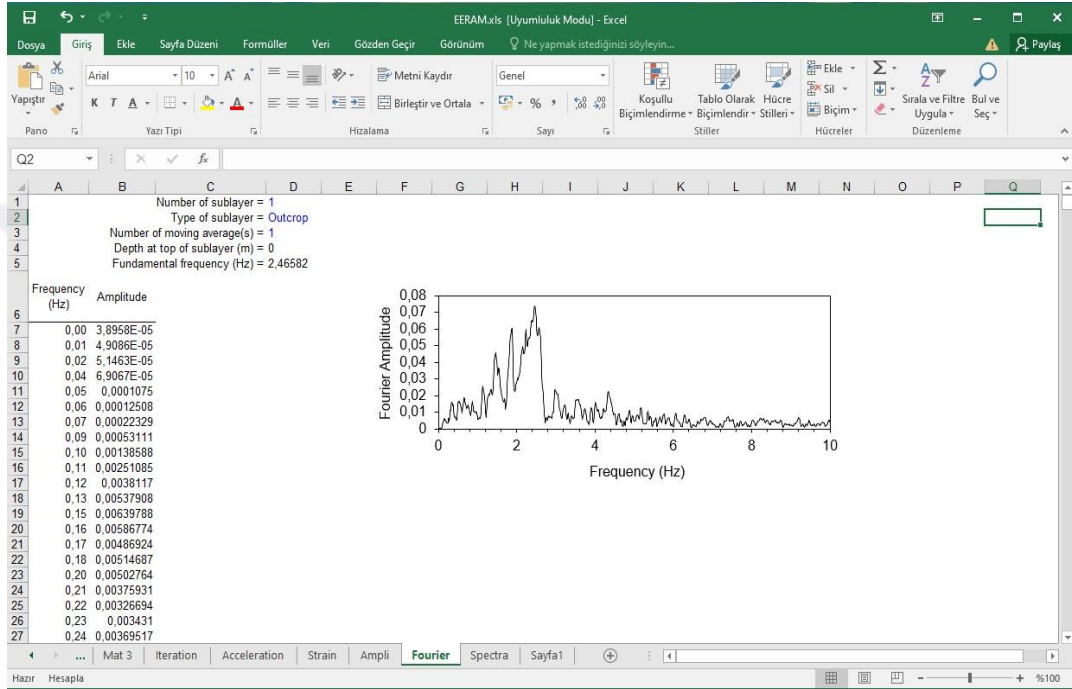


Şekil 3.19. Amplifikasyon çalışma sayfasının temsili gösterimi

*D1 hücresi:* atanan ilk alt katman sayısını, *D2 hücresi:* atanan ilk alt katman tipini *D3 hücresi:* atanan ikinci alt katman sayısının *D4 hücresi:* atanan ikinci alt katmanın tipinin belirlendiği kısımdır.

### 3.7.6.3. Fourier çalışma sayfası

Şekil 3.20’de bulunan Fourier çalışma sayfası seçilen bir alt katmanın Fourier spektrumunu tanımlamaktadır.

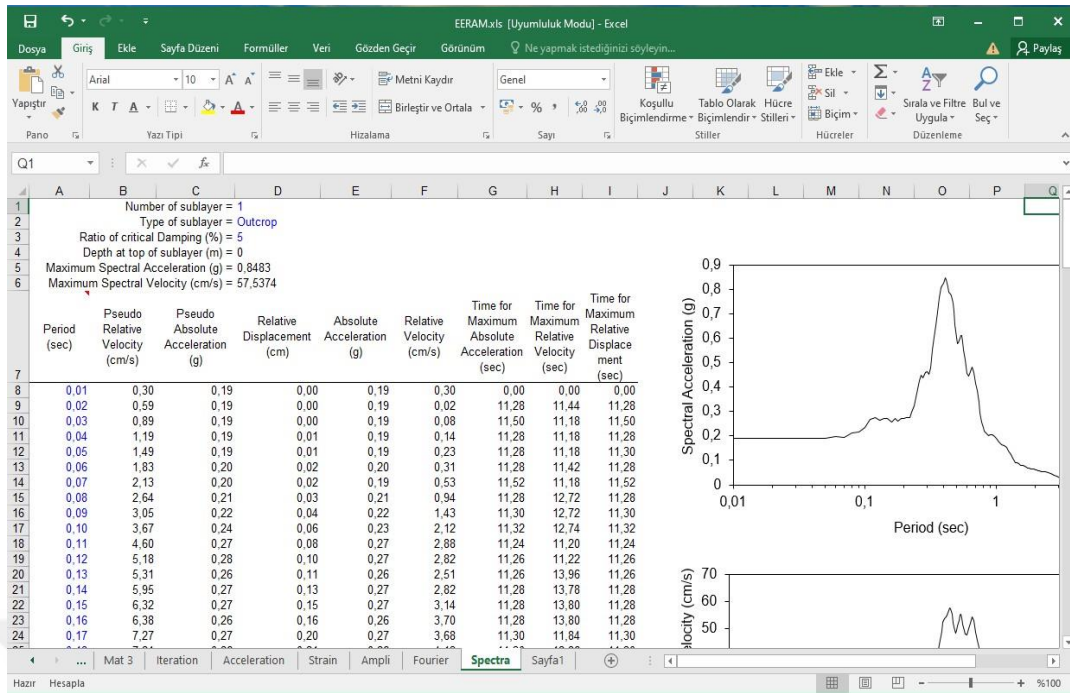


Şekil 3.20. Fourier çalışma sayfası temsili gösterimi

*D1 hücresi;* seçilen alt katmanın numarasının belirlendiği kısımdır. *D2 hücresi;* atanan ilk alt katmanın tipinin belirlendiği kısımdır. *D3 hücresi;* taşınan hareketli ortalama sayısının belirlendiği kısımdır. Bu özellik Fourier spektrumunda sesleri filtrelemektedir.

### 3.7.6.4. Spektrum çalışma sayfası

Spectra çalışma sayfası seçilen herhangi bir alt katman için cevap spektrumlarını tanımlamakta kullanılmaktadır (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Spektrum çalışma sayfası temsili gösterimi

*D1 hücresi*; seçim yapılan alt katmanın numarasının belirtildiği kısımdır. *D2 hücresi*; atanan ilk alt katmanın tipinin belirtildiği kısımdır. *D3 hücresi*; cevap spektrumları için seçilmesi gereken kritik sönümlenme oranının değerinin belirtildiği kısımdır.

### 3.8. Konya Organize Sanayi Bölgesinden Alınan Verilerin İncelenmesi

Konya Organize Sanayi Bölgesinde çalışma alanında farklı koordinatlardaki elde edilen sondaj verileri değerlendirilmiştir. Bu veriler doğrultusunda farklı konumlardaki 5 adet bölge seçilmiştir. Her bölgede açılan sondaj kuyularından 10 adet seçilerek toplam 50 farklı sondaj kuyusu DEEPSOIL ve EERA programları ile analizleri yapılmıştır.

#### 3.8.1. Bölge 1'de gerçekleştirilen arazi çalışmaları

Bölge 1'deki çalışma alanı Konya Organize Sanayi Bölgesi (4-5. Bölge) pafta L29-D-23-D-4-D-3C, ada 43119 ve parsel 1 kısmında yapılan sondaj çalışmaları ve zemin etüt raporları esas alınarak zemin profili, tabaka kalınlıkları, geoteknik ve dinamik parametreler tanımlanmıştır. İnceleme alanında açılan temel sondajlarından elde edilen verilerle zemin yüzeyden itibaren değişen derinliklerde yer alan formasyonun litolojisi ve zemin/kaya derinlikleri belirlenmiş ve deprem davranışı açısından zemin sınıflandırması yapılmıştır. Yerinde uygulanan deneyler ve mevcut sondaj verilerinden yararlanılarak temsili bir zemin profili ve kayma dalgası hız profili oluşturulmuştur (Şekil 3.22).





Şekil 3.22. Bölge 1 sondaj kuyularına ait lokasyon haritası

### 3.8.1.1 Bölge 1’de gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar

1. Bölgede yapılan sondaj çalışmaları, sismik kırılma ve MASW ölçümleri yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar kapsamında 5 adet sismik kırılma ve 2 adet rezistivite ölçü değerleri alınmıştır. Bu ölçümlere bağlı olarak tabakalanma, yer altı hız yapısı, zeminlerin dinamik-elastik mühendislik parametreleri, taşıma gücü, zemin sınıfları, zemin hâkim titreşim periyotları zemin büyütme ve zemin içerisindeki yanal ve düşey süreksizlikler belirlenmiştir.

Çalışma alanında elde edilen verilerden her bir profile ait  $V_p$  ve  $V_s$  dalga hızlarının derinlikle değişimi belirlenmiştir. Hesaplanan kayma dalgası hızlarına göre zeminin dinamik-esneklik özelliklerini ortaya koymak amacıyla belirlenen her bir tabaka için yoğunluk ( $\rho$ ), maksimum kayma modülü ( $G$ ), Young modülü, Poisson oranı ( $\nu$ ), Bulk modülü ( $K$ ) ve  $V_{s30}$  (m/sn) değerleri hesaplanmıştır.

### 3.8.1.2 Bölge 1’de yapılan sondaj çalışmaları

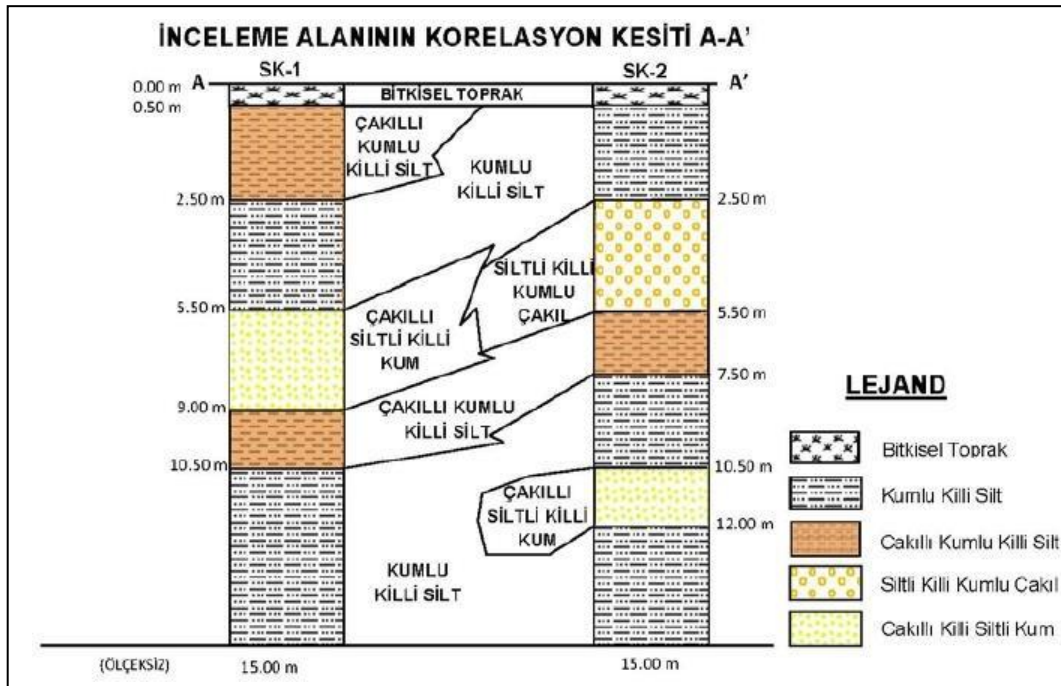
Etüt alanındaki parselde 13 adet 15 m. sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyuları Rotary usulü kuru olarak hidrolik tip sondaj makinesi ile yapılmıştır (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Bölge 1’de gerçekleştirilen sondaj çalışmaları

Sondaj no	Koordinat (WGS84)		Sondaj derinliği (m)
	X	Y	
SK-1	4206466	466737	15.00
SK-2	4206472	466651	15.00
SK-3	4206463	466681	15.00
SK-4	4206451	466633	15.00
SK-5	4206434	466650	15.00
SK-6	4206427	466672	15.00
SK-7	4206397	466748	15.00
SK-8	4206389	466710	15.00
SK-9	4206394	466637	15.00
SK-10	4206410	466661	15.00

### 3.8.1.3 Bölge 1’in jeolojik kesiti

İnceleme alanındaki gözlemler ve yapılan sondaj çalışmalarından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler sonucunda çalışma alanı litolojisinde kum, çakıl ve silt görülmüştür. 0.5 m kalınlığında yer yer bitki kökleri ve organik kil ihtiva eden zemin bitkisel toprak olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Bölge 1 için inceleme alanı jeolojik kesiti

### 3.8.2. Bölge 2’de gerçekleştirilen arazi çalışmaları

Bölge 2’deki çalışma alanı Konya Organize Sanayi Bölgesindeki pafta M29A03C1A-B-C-D, ada 22723 ve parsel 64 kısmında yapılan sondaj çalışmaları ve zemin etüt raporları esas alınarak zemin profili, tabaka kalınlıkları, geoteknik ve dinamik parametreler tanımlanmıştır. İnceleme alanında açılan temel sondajlarından elde edilen verilerle zemin yüzeyden itibaren değişen derinliklerde yer alan formasyonun litolojisi ve zemin/kaya derinlikleri belirlenmiş ve deprem davranışı açısından zemin sınıflandırması yapılmıştır. Yerinde uygulanan deneyler ve mevcut sondaj verilerinden yararlanılarak temsili bir zemin profili ve kayma dalgası hız profili oluşturulmuştur (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Bölge 2 sondaj kuyularına ait lokasyon haritası

#### 3.8.2.1 Bölge 2’de gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar

2. Bölgede yapılan sondaj çalışmaları, sismik kırılma ve MASW ölçümleri yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar kapsamında 9 profilde 9 adet 24 metre açılımlı 2 m., jeofon 2 m., ofset aralıklı sismik kırılma ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümler sonucunda 8 metre derinlikten bilgi alınmıştır. Ayrıca 7 profilde serim boyu 30 m ( $AB/2=15$  m) olan 7 adet rezistivite çalışması ve 5 profilde 5 adet 28 metre açılımlı 2 m. jeofon aralıklı 6 m. ofset aralıklı MASW çalışması yapılmıştır.

### 3.8.2.2 Bölge 2’de yapılan sondaj çalışmaları

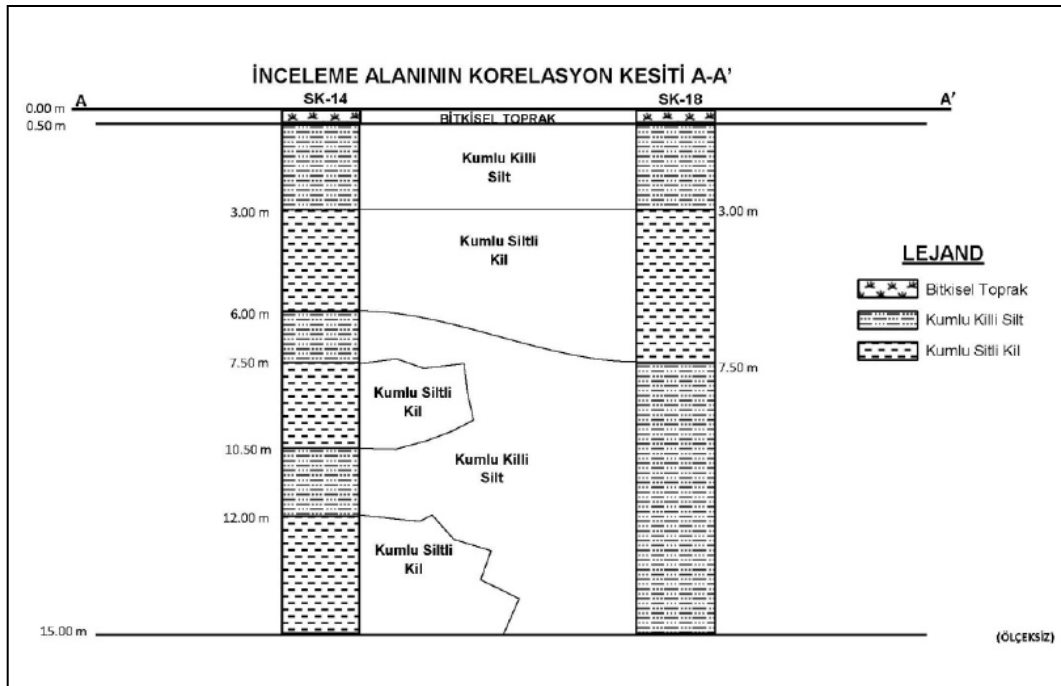
Etüt alanındaki parselde 41 adet 15 metre sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyuları Rotary usulü kuru olarak hidrolik tip sondaj makinesi ile yapılmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Bölge 2’de gerçekleştirilen sondaj çalışmaları

Sondaj No	Koordinat (WGS84)		Sondaj Derinliği (m)
	X	Y	
SK-1	4202543	467554	15.00
SK-2	4202523	467570	15.00
SK-3	4202487	467576	15.00
SK-4	4202560	467603	15.00
SK-5	4202532	467603	15.00
SK-6	4202498	467621	15.00
SK-7	4202461	467631	15.00
SK-8	4202217	467669	15.00
SK-9	4202243	467682	15.00
SK-10	4202274	467663	15.00

### 3.8.2.3 Bölge 2’nin jeolojik kesiti

İnceleme alanındaki gözlemler ve yapılan sondaj çalışmalarından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler sonucunda çalışma alanı litolojisinde kumlu killi silt, kumlu siltli kil, killi çakıl ve siltli kum olarak belirlenmiştir. Yer yer bitki-ağaç kökleri ve 0.50 m., kalınlığında bitkisel toprak olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Bölge 2 için inceleme alanı jeolojik kesiti

### 3.8.3. Bölge 3'te gerçekleştirilen arazi çalışmaları

Bölge 3'deki çalışma alanı Konya Organize Sanayi Bölgesindeki (4-5. Bölge) pafta M29-A-03-B, ada 43517 ve parsel 1 kısmında yapılan sondaj çalışmaları ve zemin etüt raporları esas alınarak zemin profili, tabaka kalınlıkları, geoteknik ve dinamik parametreler tanımlanmıştır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Bölge 3 sondaj kuyularına ait lokasyon haritası

#### 3.8.3.1 Bölge 3'te gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar

Projede yapılan sondaj çalışmalarının haricinde sismik kırılma, MASW ve rezistivite ölçümleri yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar kapsamında 3 profilde 3 adet 24 metre açılımlı 2 metre, jeofon 2 metre ofset aralıklı sismik kırılma ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçüm sonucunda 8 metre derinlikten bilgi alınmıştır. Ayrıca 7 profilde serim boyu 24 m olan 2 adet rezistivite çalışması yapılmıştır.

#### 3.8.3.2 Bölge 3'te yapılan sondaj çalışmaları

Bölge 3'deki parselde 10 adet 15 m., sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyuları Rotary usulü kuru olarak hidrolik tip sondaj makinesi ile yapılmıştır (Çizelge 3.6).

**Çizelge 3.6.** Bölge 3’de gerçekleştirilen sondaj çalışmaları

Sondaj no	Koordinat (WGS84)		Sondaj derinliği (m)
	X	Y	
SK-1	4204741	468388	15.00
SK-2	4204763	468417	15.00
SK-3	4204691	468442	15.00
SK-4	4204717	468440	15.00
SK-5	4204748	468462	15.00
SK-6	4204776	468485	15.00
SK-7	4204778	468507	15.00
SK-8	4204794	468464	15.00
SK-9	4204764	468441	15.00
SK-10	4204831	468467	15.00

### 3.8.3.3 Bölge 3’ün jeolojik kesiti

İnceleme alanındaki yapılan gözlemler ve sondaj çalışmalarından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler sonucunda çalışma alanda çakıllı kumlu killi silt birim olduğu belirlenmiştir.

### 3.8.4. Bölge 4’te gerçekleştirilen arazi çalışmaları

Bölge 4’deki çalışma alanı Konya Organize Sanayi Bölgesindeki pafta M29A03B1A, ada 43122 ve parsel 1 kısmında yapılan sondaj çalışmaları ve zemin etüt raporları esas alınarak zemin profili, tabaka kalınlıkları, geoteknik ve dinamik parametreler tanımlanmıştır.

İnceleme alanında açılan temel sondajlarından elde edilen verilerle zemin yüzeyden itibaren değişen derinliklerde yer alan formasyonun litolojisi ve zemin/kaya derinlikleri belirlenmiş ve deprem davranışı açısından zemin sınıflandırması yapılmıştır. Yerinde uygulanan deneyler ve mevcut sondaj verilerinden yararlanılarak temsili bir zemin profili ve kayma dalgası hız profili oluşturulmuştur (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Bölge 4 sondaj kuyularına ait lokasyon haritası

#### 3.8.4.1 Bölge 4’te gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar

Bu projede yapılan sondaj çalışmalarının haricinde sismik kırılma, MASW ve rezistivite ölçümleri yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar kapsamında 4 profilde 4 adet 24 metre açılımlı 2 m., jeofon 2 metre ofset aralıklı sismik kırılma ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçüm sonucunda 8 metre derinlikten bilgi alınmıştır. Bunun yanında 3 profilde serim boyu 30 m olan 3 adet rezistivite çalışması ve 4 profilde 4 adet 24 metre açılımlı 2 metre jeofon aralıklı 6 metre ofset aralıklı MASW çalışması yapılmıştır.

#### 3.8.4.2 Bölge 4’te yapılan sondaj çalışmaları

Etüt alanındaki parselde 21 adet 15 m. sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyuları Rotary usulü kuru olarak hidrolik tip sondaj makinesi ile yapılmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Bölge 4’te gerçekleştirilen sondaj çalışmaları

Sondaj No	Koordinat (Wgs84)		Sondaj Derinliği (m)
	X	Y	
SK-1	36.467510	4205815	15.00
SK-2	36.467550	4205805	15.00
SK-3	36.467583	4205789	15.00
SK-4	36.467629	4205786	15.00
SK-5	36.467592	4205760	15.00
SK-6	36.467567	4205771	15.00
SK-7	36.467535	4205779	15.00
SK-8	36.467527	4205748	15.00
SK-9	36.467556	4205742	15.00
SK-10	36.467584	4205736	15.00

#### .8.4.4 Bölge 4'ün jeolojik kesidi

İnceleme alanındaki gözlemler ve yapılan sondaj çalışmalarından alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler sonucunda çalışma alanı litolojisinde kumlu silt ve siltli kum görülmüştür. Yer yer bitki kökleri ve organik kil ihtiva eden zemin bitkisel toprak olarak tanımlanmıştır ve kalınlığı ortalama 0.50 metredir.

#### 3.8.5. Bölge 5'te gerçekleştirilen arazi çalışmaları

Bölge 5'deki çalışma alanı Konya Organize Sanayi Bölgesindeki pafta pafta pafta M29A03B4B, ada 22722 ve parsel 35 kısmında yapılan sondaj çalışmaları ve zemin etüt raporları esas alınarak zemin profili, tabaka kalınlıkları, geoteknik ve dinamik parametreler tanımlanmıştır.

İnceleme alanında adet açılan temel sondajlarından elde edilen verilerle zemin yüzeyden itibaren değişen derinliklerde yer alan formasyonun değişen litolojileri ve zemin/kaya derinlikleri belirlenmiş ve deprem davranışı açısından zemin sınıflandırması yapılmıştır. Yerinde uygulanan deneyler ve mevcut sondaj verilerinden yararlanılarak temsili bir zemin profili ve kayma dalgası hız profili oluşturulmuştur (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Bölge 5 sondaj kuyularına ait lokasyon haritası



### 3.8.5.1 Bölge 5 jeofizik çalışması

Bu projede yapılan sondaj çalışmalarının haricinde sismik kırılma, MASW ve rezistivite ölçümleri yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar kapsamında 5 adet sismik serim 36 m ve iki adet rezistivite çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

### 3.8.5.2 Bölge 5'te yapılan sondaj çalışmaları

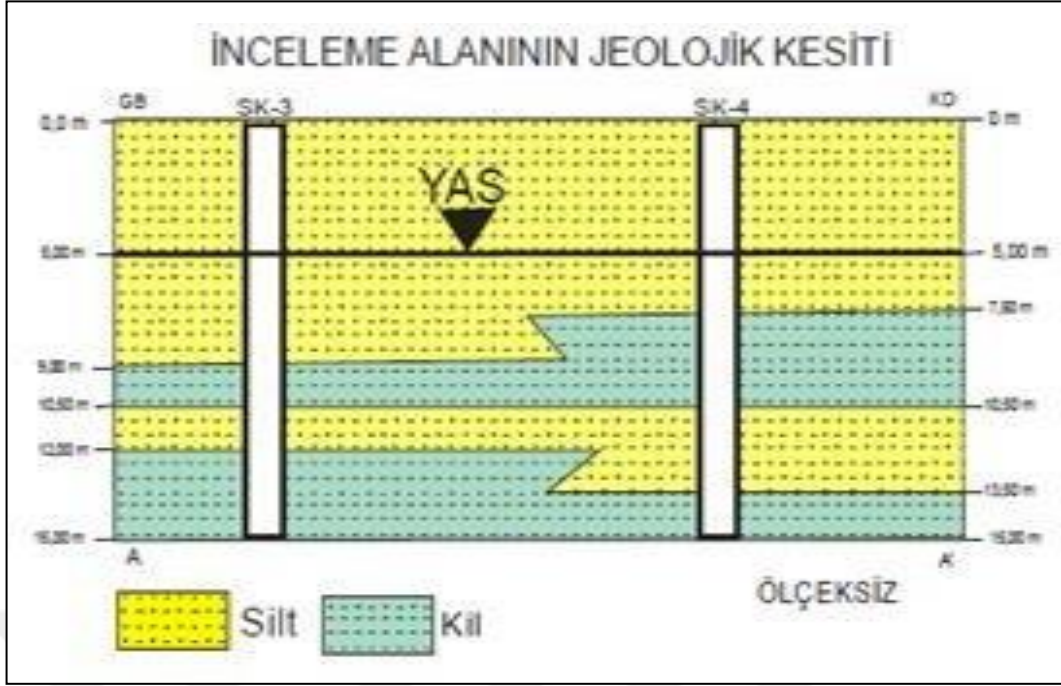
Etüt alanındaki parselde 14 adet 15-30 m arasında sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyuları Rotary usulü kuru olarak hidrolik tip sondaj makinesi ile yapılmıştır (Çizelge 3.8).

**Çizelge 3.8.** Bölge 5'te gerçekleştirilen sondaj çalışmaları

Sondaj no	Koordinat (WGS84)		Sondaj derinliği (m)
	X	Y	
SK-1	467825	4204173	15.00
SK-2	467854	4204183	15.00
SK-3	467870	4204208	15.00
SK-4	467896	4204211	15.00
SK-5	467892	4204233	15.00
SK-6	467902	4204277	15.00
SK-7	467903	4204252	15.00
SK-8	467923	4204238	15.00
SK-9	467938	4204245	15.00
SK-10	467919	4204212	15.00

### 3.8.5.3 Bölge 5'in jeolojik kesiti

Etüdü yapılan parselde zeminden 15 metre derinliğe kadar kil ve silt birimdir. Düşeyde ve yatayda zemin değişimi görülmemektedir. Etüdü yapılan parsel formasyon olarak Sakyatan Formasyonu beyaz ve gri renkli, çok az tutturulmuş silt, kum ve çakıldan oluşur. Formasyon Pliyostosen'in ikinci evresinde çökelmiş olan Kumocağı formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Sakyatan formasyonu göl çanağı çökellerinden oluşur (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. Bölge 5 inceleme alanı jeolojik kesiti

### 3.9. Temsili Zemin Profillerinin Oluşturulması

Arazide dinamik davranış analizini gerçekleştirmek için öncelikle Konya Organize Sanayi Bölgesinin jeolojik ve geoteknik özellikleri araştırılmış ve bölgede daha önce yapılmış olan sondaj ve sismik kırılma verileri toplanmıştır. Toplanan veriler doğrultusunda çalışma alanının temsili zemin profili oluşturulmuştur. DEEPSOIL programında analiz yapmak üzere temsili zemin profilleri oluşturulurken aşağıdaki adımlar dikkate alınmıştır.

- Sondaj yapılan zeminde her bir tabakanın olduğu zemin malzemesinin türü yazılmalıdır. Bu işlem yapılırken tabakaların litolojik adlandırmasında sadeleştirme yapılmalıdır.
- Sondaj kuyusu içerisinde geçilen her bir tabaka kalınlığı (z) metre cinsinden yazılmalıdır.
- Kayma dalgası hızı ( $V_s$ ) zemin tabakalarının dinamik davranışının belirlenmesinde kullanılan önemli bir zemin özelliği olup, zemin rijitlikleri hakkında doğrudan bilgi vermektedir. Kayma dalgası hızı sismik kırılma ve yansıma deneylerinden, SPT deneyi sonucu elde edilen  $N_{30}$  değerine bağlı olarak ampirik bağıntılardan, aktif ve pasif kaynaklı yüzey dalgası yöntemlerinden ve mikrotremor ölçümlerinden elde edilebilmektedir. Kuyu içi yöntemlerle ölçülen

kayma dalgası hızı, elde edilen parametrelerin literatürdeki uygun bağıntılarla kullanılması ile de tahmin edilebilmektedir. Bazı araştırmacılar tarafından geliştirilen bu bağıntılar Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** SPT-N Vuruş Sayısıyla Kayma Dalgası Hızı Arasındaki Korelasyonlar (Ceren, 2019)

Araştırmacı	Bağıntı $V_{s30}$ (m/sn)	Zemin Cinsi
Kanai ve diğ. (1966)	$V_s=19*N^{0.6}$	Tüm
Shibata (1970)	$V_s=31.7*N^{0.54}$	Kum
Ohba ve Toriuma (1970)	$V_s=85.3*N^{0.31}$	Alüvial
Ohta ve diğ. (1972)	$V_s=87.2*N^{0.36}$	Kum
Ohasaki ve Iwasaki (1973)	$V_s=81.4*N^{0.39}$	Tüm
Imail ve Yoshimura (1975)	$V_s=92*N^{0.329}$	Tüm
Imai, Fumoto ve Yokota (1975)	$V_s=89.9*N^{0.341}$ $V_s=41.6*q_u^{0.417}$ $q_u(\text{psi})$	Tüm
Seed ve Idriss (1981)	$V_s=54.6*N^{0.5}$	Tüm
Lin ve diğ. (1984)	$V_s=65.58*N^{0.6}$	Tüm
İyisan (1996)	$V_s=51.5*N^{0.516}$	Tüm

- Tablo 1’de verilen SPT-Kayma Dalgası hızı arasındaki korelasyonlara göre sismik ölçümler sonucu ulaşılan S kayma dalgası hızları ( $V_s$ ) m/sn cinsinden  $V_s = N^{0.516} \times 51.5$  formülü kullanılmıştır.
- Her bir tabakadaki zeminin doğal birim hacim ağırlığı ( $\gamma$ ), laboratuvar deneylerinden alınmıştır.

Yukarıdaki adımların uygulanması sonucu oluşturulan temsili zemin profilleri Çizelge 3.9 ve Çizelge 3.13 arasında verilmiştir. CBS bilgi sistemi ile her bölgeye ait uydu görüntüsü Şekil 3.29’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Bölge 1' ait zemin profili (YASS'na rastlanılmamıştır)

SK-1 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
1.00	Silt	30	18.50	297.85	26
4.00	Kum	20	18.50	241.62	-
9.00	Silt	32	18.50	307.93	31
15.00	Kil	40	18.50	345.51	32
SK-2 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
1.00	Silt	19	19.30	235.31	30
4.00	Silt	26	19.30	276.65	31
9.00	Kil	50	19.30	387.68	31
15.00	Silt	32	19.30	307.93	28
SK-3 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	27	19.30	282.09	25
5.00	Kil	19	19.30	235.31	30
12.00	Silt	41	19.30	349.94	30
13.00	Silt	64	19.30	440.34	32
15.00	Silt	50	19.30	387.68	29
SK-4 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	45	19.30	367.16	28
5.00	Silt	31	19.30	302.93	30
15.00	Silt	34	19.30	317.72	27
SK-5 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
1.00	Silt	23	18.50	259.69	28
6.00	Silt	18	18.50	228.83	28
7.00	Silt	11	18.50	177.48	27
9.00	Silt	50	18.50	387.68	25
10.00	Silt	50	18.50	387.68	29
15.00	Silt	26	18.50	276.65	29
SK-6 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
1.00	Kil	30	18.50	297.85	26
3.00	Silt	23	18.50	259.69	26
5.00	Kil	31	18.50	302.93	27
6.00	Kum	50	18.50	387.68	-
15.00	Silt	26	18.50	276.65	31
SK-7 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Silt	45	18.50	367.16	30
13.00	Silt	50	18.50	387.68	29
15.00	Kil	40	18.50	345.51	29
SK-8 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
1.00	Silt	52	18.50	395.60	28
3.00	Kum	29	18.50	292.68	-
5.00	Kil	45	18.50	367.16	29
10.00	Silt	45	18.50	367.16	31
15.00	Silt	36	18.50	327.23	25
SK-9 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
3.00	Kil	20	18.50	241.62	27
5.00	Kil	12	18.50	185.63	30
10.00	Silt	40	18.50	345.51	27
12.00	Silt	6	18.50	129.81	31
15.00	Kil	38	18.50	336.49	31
SK-10 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
1.00	Silt	43	18.50	358.65	27
4.00	Kil	16	18.50	215.34	29
10.00	Silt	14	18.50	201.00	31
13.00	Silt	35	18.50	322.51	26
15.00	Silt	25	18.50	271.10	27

Çizelge 3.10. Bölge 2'ye ait zemin profili (YASS=4m)

SK-1 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	9	18.26	160.00	31
6.00	Kil	20	18.26	241.62	24
7.00	Silt	8	18.26	150.60	24
10.00	Kil	6	18.26	129.80	31
15.00	Silt	27	18.26	282.00	26
SK-2 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
7.00	Silt	14	18.26	201.00	26
10.00	Kil	5	18.26	118.16	23
12.00	Silt	21	18.26	247.78	30
15.00	Kil	39	18.26	341.00	32
SK-3 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	7	18.26	140.56	30
6.00	Kil	21	18.26	247.78	23
10.00	Silt	6	18.26	129.81	23
12.00	Kum	18	18.26	228.83	-
15.00	Silt	37	18.26	331.90	23
SK-4 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
7.00	Silt	14	18.26	201.00	25
10.00	Kil	5	18.26	118.16	31
15.00	Silt	32	18.26	307.93	25
SK-5 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
6.00	Silt	7	18.26	140.56	30
7.00	Kil	20	18.26	241.62	25
10.00	Silt	8	18.26	150.60	31
12.00	Kil	3	18.26	90.80	24
15.00	Silt	33	18.26	312.86	24
SK-6 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	13	18.26	193.46	32
6.00	Kil	32	18.26	307.93	32
7.00	Silt	6	18.26	129.81	24
10.00	Kil	7	18.26	140.56	31
13.00	Silt	18	18.26	228.83	25
15.00	Kil	36	18.26	327.23	31
SK-7 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	11	19.42	177.48	34
6.00	Kil	30	19.42	297.85	34
7.00	Silt	5	19.42	118.16	28
10.00	Kil	9	19.42	160.00	30
15.00	Silt	27	19.42	282.10	30
SK-8 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	10	19.42	168.96	32
6.00	Kil	36	19.42	327.23	32
7.00	Silt	9	19.42	160.00	23
10.00	Kil	12	19.42	185.63	31
15.00	Silt	33	19.42	312.86	31
SK-9 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	5	19.42	118.16	31
6.00	Kil	17	19.42	222.18	31
7.00	Silt	7	19.42	140.56	24
10.00	Kil	8	19.42	150.60	31
15.00	Silt	24	19.42	265.45	31
SK-10 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	29	19.42	292.68	31
6.00	Kil	26	19.42	276.65	31
7.00	Silt	7	19.42	140.56	31
12.00	Kil	8	19.42	150.60	32
15.00	Silt	28	19.42	287.43	32

Çizelge 3.11. Bölge 3'e ait zemin profili (YASS=4 m)

SK-1 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
6.00	Silt	33	18.90	312.86	24
7.00	Kum	14	18.90	201.00	-
15.00	Silt	19	18.90	253.30	28
SK-2 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	16	18.60	215.34	26
6.00	Çakıl	17	18.60	222.98	-
7.00	Kum	20	18.60	241.60	-
15.00	Silt	19	18.60	253.30	27
SK-3 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
6.00	Silt	15	18.70	208.30	25
9.00	Kum	17	18.70	222.98	-
10.00	Silt	18	18.70	228.80	24
15.00	Çakıl	24	18.70	265.45	-
SK-4 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	11	18.70	177.48	28
6.00	Kum	24	18.70	265.45	-
15.00	Silt	25	18.70	271.00	23
SK-5 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
7.00	Silt	16	20.10	215.34	29
10.00	Çakıl	21	20.10	247.78	-
15.00	Silt	18	20.10	228.80	22
SK-6 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	22	20.10	253.80	23
6.00	Kum	42	20.10	354.32	-
7.00	Çakıl	9	20.10	160.00	-
10.00	Kum	17	20.10	222.18	-
15.00	Silt	21	20.10	247.78	26
SK-7 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
3.00	Silt	21	19.80	247.78	28
6.00	Kum	45	19.80	367.16	-
7.00	Çakıl	15	19.80	208.30	-
10.00	Kum	23	19.80	259.70	-
15.00	Silt	12	19.80	185.63	24
SK-8 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	20	19.20	241.62	21
6.00	Çakıl	42	19.20	354.32	-
10.00	Kum	14	19	201.00	-
15.00	Silt	28	19	287.43	21
SK-9 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	24	19	265.45	28
10.00	Kum	29	19	292.68	-
15.00	Silt	22	19	253.80	27
SK-10 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	16	18.50	215.34	23
7.00	Kum	25	18.50	271.11	-
10.00	Çakıl	14	18.50	201.00	-
15.00	Silt	12	18.50	185.63	23

**Çizelge 3.12.** Bölge 4'e ait zemin profili (YASS'ne rastlanılmamıştır)

SK-1 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Silt	23	20.20	259.70	25
12.00	Silt	4	20.20	105.30	28
15.00	Silt	32	20.20	307.90	23
SK-2 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	18	20.00	228.83	24
15.00	Silt	20	20.00	241.62	30
SK-3 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	16	19.40	215.34	27
10.00	Silt	27	19.40	282.10	32
15.00	Silt	19	19.40	235.31	31
SK-4 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	29	20.20	292.70	25
9.00	Silt	21	20.20	247.80	27
15.00	Silt	15	20.20	208.30	29
SK-5 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	32	19.90	307.90	31
7.00	Silt	15	19.90	208.30	30
10.00	Silt	13	19.90	193.46	26
15.00	Silt	18	19.90	228.83	28
SK-6 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	30	20.40	297.85	24
10.00	Silt	7	20.40	140.56	25
15.00	Silt	22	20.40	253.80	32
SK-7 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	30	20.20	297.85	25
10.00	Silt	11	20.20	177.48	30
15.00	Silt	28	20.20	287.43	29
SK-8 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	34	19.90	317.72	25
10.00	Silt	13	19.90	193.46	28
15.00	Silt	17	19.90	222.18	32
SK-9 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	26	20.20	276.65	26
10.00	Silt	10	20.20	168.96	23
15.00	Silt	18	20.20	228.83	30
SK-10 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
5.00	Kil	28	20.20	287.43	29
10.00	Silt	12	20.20	185.63	26
15.00	Silt	18	20.20	228.83	28

Çizelge 3.13. Bölge 5'e ait zemin profili (YASS= 5 m)

SK-1 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
2.00	Silt	23	18.79	259.70	29
6.00	Kil	45	18.79	367.16	29
7.00	Silt	13	18.79	193.46	25
10.00	Kil	10	18.79	168.96	28
13.00	Silt	33	18.79	312.86	24
15.00	Kil	50	18.79	387.68	32
SK-2 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	29	18.79	292.68	30
6.00	Kil	53	18.79	399.51	30
9.00	Silt	14	18.79	201.00	30
13.00	Kil	32	18.79	307.93	31
15.00	Silt	21	18.79	247.78	31
SK-3 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
9.00	Silt	37	18.79	331.90	24
10.00	Kil	5	18.79	118.16	31
12.00	Silt	24	18.79	265.45	31
15.00	Kil	35	18.79	322.51	30
SK-4 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
7.00	Silt	32	18.79	307.93	24
10.00	Kil	16	18.79	215.34	31
13.00	Silt	9	18.79	160.00	24
15.00	Kil	34	18.79	317.72	30
SK-5 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
7.00	Silt	21	18.79	247.78	23
10.00	Kil	12	18.79	185.63	32
13.00	Silt	45	18.79	367.16	25
15.00	Kil	32	18.79	307.93	30
SK-6 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
9.00	Silt	16	18.79	215.34	23
10.00	Silt	43	18.79	358.65	24
SK-7 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
9.00	Silt	25	18.79	271.11	24
10.00	Kil	7	18.79	140.56	30
15.00	Silt	26	18.79	276.65	25
SK-8 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
9.00	Silt	19	18.79	235.31	31
10.00	Kil	12	18.79	185.63	24
13.00	Silt	37	18.79	331.89	30
15.00	Kil	50	18.79	387.68	31
SK-9 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
4.00	Silt	25	18.79	271.10	31
6.00	Kil	18	18.79	228.83	22
12.00	Silt	14	18.79	201.00	29
15.00	Kil	33	18.79	312.86	31
SK-10 (m)	Zemin cinsi	N <sub>30</sub>	γ (kN/m <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	PI (%)
9.00	Silt	19	18.79	235.31	23
10.00	Kil	19	18.79	235.31	31
13.00	Silt	50	18.79	387.68	23
15.00	Kil	38	18.79	336.50	30





Şekil 3.29. İnceleme alanına ait görüntü

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

İnceleme alanında 50 adet sondaj kuyusunda farklı topoğrafik ve jeolojik özellikleri temsil edecek şekilde seçilmiş 1-5 bölgelerde bir boyutlu analizler yapılmış ve analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. DEEPSOIL programının bünyesindeki frekans alanında eşdeğer doğrusal analize ve zaman alanında doğrusal olmayan analize göre hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Excel ortamına aktarılarak Kocaeli depremine ait karşılaştırma grafikleri elde edilmiştir ve elde edilen analiz sonuçları karşılaştırılmıştır.

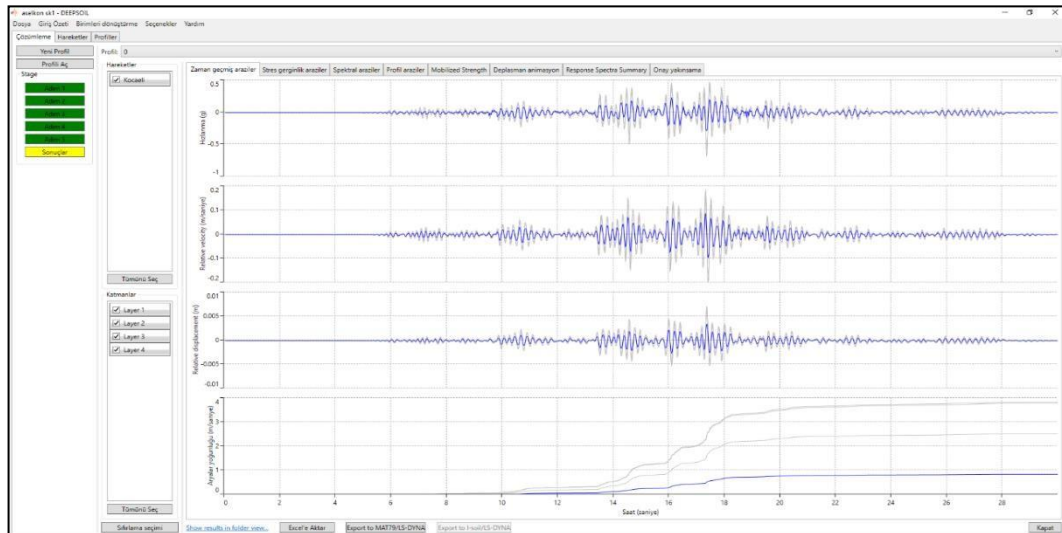
DEEPSOIL programına analiz öncesi gerekli tüm datalar girildikten sonra “Analiz” düğmesine tıklanır. Program analizi gerçekleştirdikten sonra Şekil 4.1.’de görülen pencere karşımıza çıkmaktadır. Bu sayfada çeşitli grafikler ve sonuç değerleri barındıran sekmeler bulunur. Analiz sonuçlarını içeren bu sekmeler genel olarak şunlardır:

Zaman Geçmiş, Gerilme-Şekil Değiştirme, Spektral, Profil ve Mobilize Güç Grafikleri, Yer Değiştirme Animasyonu, Tepki Spektrumlarının Özeti, Yakınsama kontrol verileridir.

“Zaman geçmişi grafikleri” sekmesi her bir katman için şu grafikleri içermektedir;

- İvme-zaman grafiği
- Göreceli hız-zaman grafiği
- Göreceli yer değiştirme zaman-grafiği
- Şiddet-zaman grafiği

Tüm analiz sonuçları bu sayfada bulunan “Excel’e Aktarma” düğmesi aracılığıyla detaylı incelenmek üzere Excel ortamına aktarılabilir.



Şekil 4.1. DEEPSOIL programı analiz sayfası temsili gösterimi

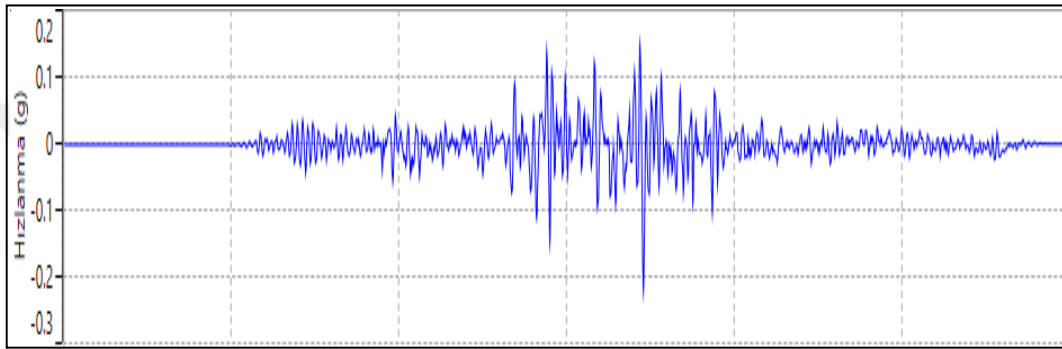
DEEPSOIL programı ile hesaplanan analiz sonuçları Excel ortamına aktarıldıktan sonra Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi bir pencere karşımıza çıkmaktadır. Bu sayfada, analiz yapılan bölgelerdeki sondaj kuyularının bütün katmanları analiz öncesinde adlandırıldığı şekilde Excel sayfasının en alt kısmında gözükmektedir. Her bir katman için ivme, spektral ivme, periyot, frekans, PGA gibi sık kullanılan verilerin zamanla bağlı değişimi detaylı olarak incelenebilmektedir. "Input Motion" bölümünde analizde kullanılan depremin zamana bağlı ivme, frekans, periyot, PGA değişimleri bulunmaktadır. "Profile" sayfasında ise efektif gerilme, maksimum gerginlik, maksimum deplasman ve PGA değerlerinin derinliğe bağlı değişimi tablo halinde verilmektedir.

Time (s)	Accelerati Strain (%)	Shear Str	Shear Str	Shear Str	Shear Str	Intel Housner	Intensity (n	Period (se	PGA (g)	Frequency	Fourier A	Fourier Amplitude	Ratio
0	6.43E-07	-1.1E-08	-8.5E-07	-1.6E-05	3.18E-14	0	0.01	0.220196	0.006104	1.12E-05	1.00001		
0.005	6.77E-07	-1.1E-08	-8.3E-07	-1.5E-05	6.72E-14	2.69E-07	0.010641	0.220236	0.012207	5E-05	1.00004		
0.01	7.14E-07	-1.1E-08	-8E-07	-1.5E-05	1.06E-13	6.46E-07	0.011323	0.220282	0.018311	0.000128	1.00009		
0.015	7.55E-07	-1E-08	-7.8E-07	-1.4E-05	1.5E-13	9.62E-07	0.01205	0.220334	0.024414	0.00021	1.000159		
0.02	8.01E-07	-9.9E-09	-7.5E-07	-1.4E-05	2E-13	1.28E-06	0.012822	0.220393	0.030518	0.000211	1.000249		
0.025	8.51E-07	-9.5E-09	-7.2E-07	-1.3E-05	2.56E-13	1.56E-06	0.013644	0.220461	0.036621	8.81E-05	1.000359		
0.03	9.08E-07	-9E-09	-6.8E-07	-1.2E-05	3.19E-13	1.83E-06	0.014519	0.220539	0.042725	0.000657	1.000488		
0.035	9.72E-07	-8.4E-09	-6.3E-07	-1.2E-05	3.92E-13	2.06E-06	0.01545	0.220627	0.048828	0.001851	1.000638		
0.04	1.04E-06	-7.7E-09	-5.8E-07	-1.1E-05	4.76E-13	2.29E-06	0.016441	0.220727	0.054932	0.003777	1.000808		
0.045	1.13E-06	-6.8E-09	-5.1E-07	-9.5E-06	5.74E-13	2.49E-06	0.017495	0.220843	0.061035	0.006523	1.000997		
0.05	1.22E-06	-5.8E-09	-4.4E-07	-8.1E-06	6.89E-13	2.68E-06	0.018616	0.220975	0.067139	0.010088	1.001207		
0.055	1.34E-06	-4.6E-09	-3.5E-07	-6.4E-06	8.27E-13	2.85E-06	0.01981	0.221153	0.073242	0.014366	1.001437		
0.06	1.47E-06	-3.1E-09	-2.3E-07	-4.3E-06	9.94E-13	3.01E-06	0.02108	0.221528	0.079346	0.019194	1.001686		
0.065	1.64E-06	-1.2E-09	-9.3E-08	-1.7E-06	1.2E-12	3.16E-06	0.022432	0.221764	0.085449	0.024104	1.001956		
0.07	1.85E-06	1.18E-09	8.89E-08	1.64E-06	1.46E-12	3.3E-06	0.02387	0.221863	0.091553	0.028891	1.002246		
0.075	2.12E-06	4.4E-09	3.32E-07	6.11E-06	1.81E-12	3.42E-06	0.025401	0.221865	0.097656	0.033103	1.002556		
0.08	2.46E-06	8.87E-09	6.69E-07	1.23E-05	2.28E-12	3.53E-06	0.027025	0.222134	0.10376	0.036359	1.002887		
0.085	3E-06	1.53E-08	1.19E-06	2.13E-05	2.98E-12	3.63E-06	0.028763	0.222338	0.109863	0.039322	1.003237		
0.09	3.74E-06	2.48E-08	1.87E-06	3.44E-05	4.05E-12	3.72E-06	0.030607	0.222736	0.115967	0.038788	1.003608		
0.095	4.77E-06	3.78E-08	2.85E-06	5.25E-05	5.81E-12	3.8E-06	0.032569	0.220839	0.12207	0.037462	1.003999		
0.1	5.92E-06	5.25E-08	3.96E-06	7.29E-05	8.51E-12	3.86E-06	0.034657	0.221566	0.128174	0.034493	1.00441		
0.105	6.96E-06	6.61E-08	4.88E-06	9.17E-05	1.22E-11	3.92E-06	0.036879	0.228931	0.134277	0.03	1.004842		
0.11	7.83E-06	7.76E-08	5.86E-06	0.000108	1.7E-11	3.95E-06	0.039244	0.233697	0.140381	0.024367	1.005294		
0.115	8.59E-06	8.76E-08	6.61E-06	0.000122	2.26E-11	3.98E-06	0.04176	0.232966	0.146484	0.018311	1.005767		
0.12	9.27E-06	9.66E-08	7.29E-06	0.000134	2.93E-11	4E-06	0.044438	0.226221	0.152588	0.013277	1.00626		
0.125	9.93E-06	1.05E-07	7.95E-06	0.000146	3.69E-11	4.03E-06	0.047287	0.224179	0.158691	0.011905	1.006774		
0.13	1.06E-05	1.15E-07	8.64E-06	0.000159	4.56E-11	4.06E-06	0.050319	0.222813	0.164795	0.014993	1.007308		
0.135	1.14E-05	1.24E-07	9.39E-06	0.000173	5.56E-11	4.1E-06	0.053545	0.227572	0.170888	0.01979	1.007863		
0.14	1.21E-05	1.34E-07	1.01E-05	0.000186	6.69E-11	4.14E-06	0.056979	0.229066	0.177002	0.024372	1.008439		

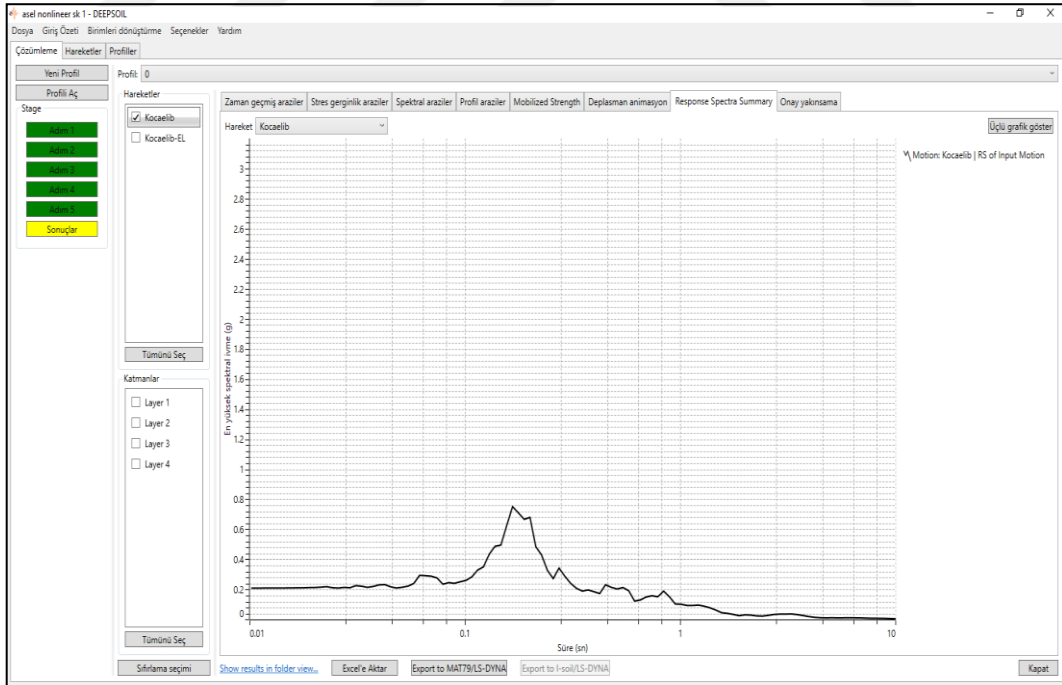
Şekil 4.2. Analiz sonuçlarının Excel ortamında temsili gösterimi

Her bir sondaj kuyusunun katmanlardaki ivme değerleri zamana bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Zaman aralığı çok sık olduğu için çok fazla ivme değeri

karşımıza çıkmaktadır. Excel programı kolaylığı ile her katmandaki ivme değerinin bulunduğu sütun büyükten küçüğe sıralanarak maksimum yatay yüzey ivmesine ve bu ivmenin hangi zaman aralığına karşılık geldiğine ulaşmak analizlerin yorumlanmasında büyük fayda sağlamaktadır. Ayrıca ulaşılan bu değerlerin DEEPSOIL programı analiz sonuçları sayfasındaki grafiklerle karşılaştırıp yorumlanabilmesi sonuçların doğruluğunun incelenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri EK-3 ve EK-4 bölümlerinde grafiksel olarak gösterilmiştir. Bu değerlerin tam net doğruluğuna Excel sonuçlarındaki ivme değerleri ile ulaşmak daha güvenilir olmaktadır.



Şekil 4.3. Kocaeli depremi etkisindeki anakayaya ait ivme zaman grafiği



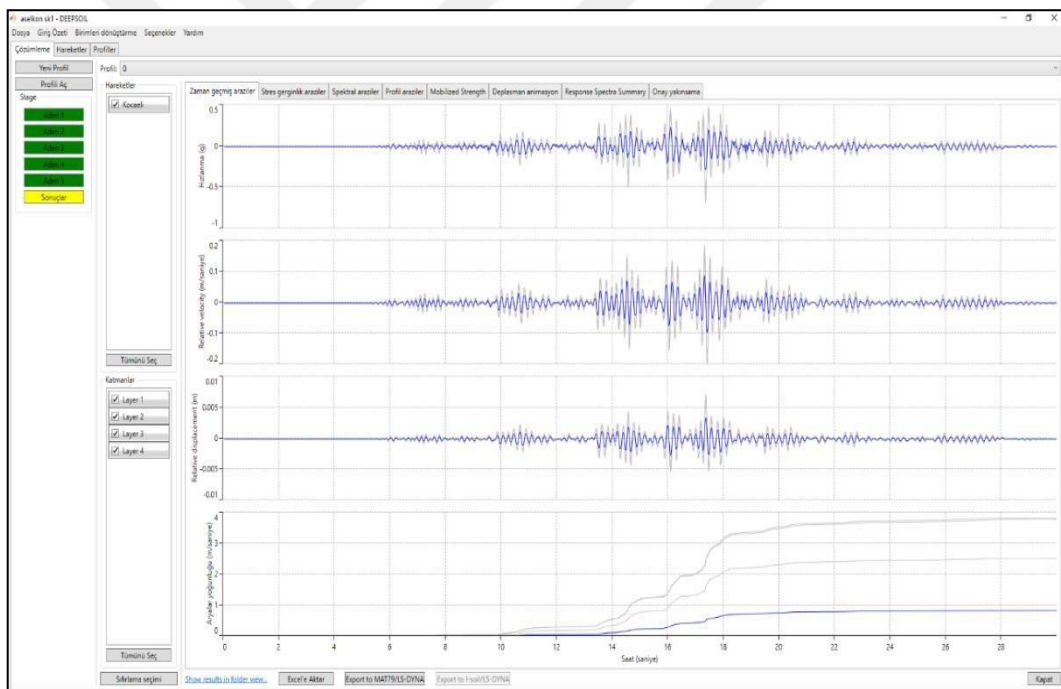
Şekil 4.4. Kocaeli depremi etkisindeki anakayaya ait spektral ivme grafiği

Şekil 4.3'te görüldüğü üzere analizde kullanılan deprem kaydına ait anakaya maksimum ivme değeri 0.150 g olarak ölçülmüştür. Deprem ivmesi bu değere 17.165 saniyede ulaşmıştır. Şekil 4.4'de ise analizde kullanılan deprem kaydına ait anakaya maksimum

spektral ivme değeri 0.761 g olarak ölçülmüştür. Bu değer 0.163 periyodu ile pik noktaya ulaşarak maksimum değerini almıştır. Bu değerlere hem grafikler hem de Excel'e aktarılan analiz sonuçları aracılığıyla ulaşmak mümkündür.

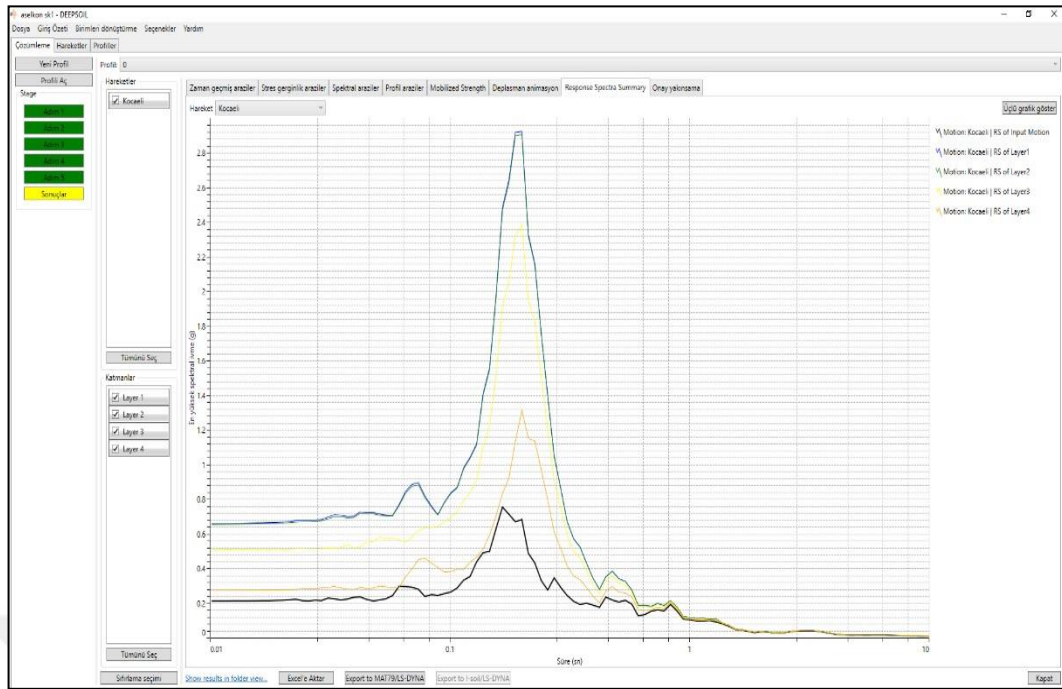
#### 4.1. Frekans Alanında Eşdeğer Lineer Analiz Sonuçları

DEEPSOIL programı aracılığıyla Konya Organize Sanayi Bölgesinde belirlenmiş olan 50 adet sondaj kuyusu için frekans tanım alanında eşdeğer lineer analiz gerçekleştirilmiştir. Eşdeğer lineer analiz sonucunda ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri, PGA değerleri, spektral ivme değerleri ve zemin büyütme oranları Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.4 arasında tablolar halinde verilmiştir. Bu parametrelerin her bir sondaj kuyusu için minimum ve maksimum değerleri de çizelgelerde bulunmaktadır. Çizelgelerin oluşturulmasında kullanılan eşdeğer lineer analiz grafik sonuçları EK-3, EK-5 ve EK-7 bölümlerinde her bir sondaj kuyusu için ayrı ayrı verilmiştir.



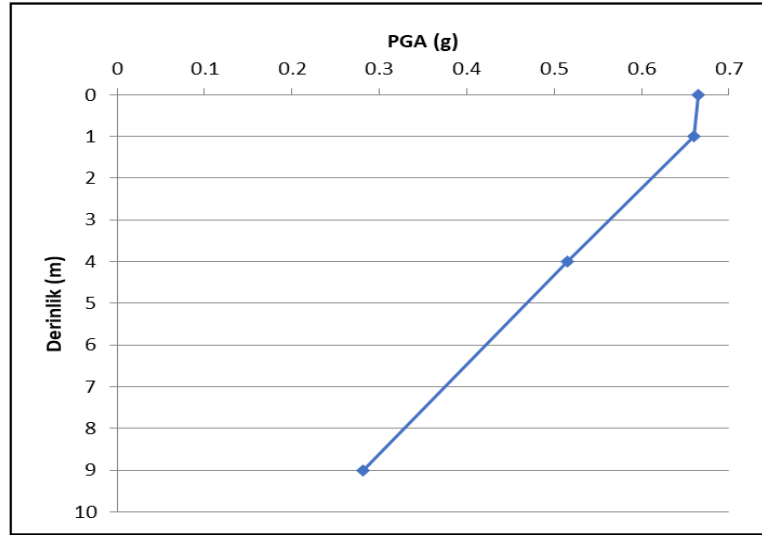
Şekil 4.5. Bölge 1 SK-1 için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi değerinin zamana bağlı değişimi

Şekil 4.5'te Kocaeli depremi etkisi altındaki Bölge 1 SK-1 zemin profilinin eşdeğer lineer analiz yöntemi ile ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi sonuçları gösterilmiştir. Bu ivme değeri 10. saniyeye kadar 0.05 g ile 0.1 g arasında değerler alırken sonrasında etkiyen deprem yer hareketlerine bağlı olarak göreceli olarak artış göstermiştir. Grafik incelendiğinde 17.56 saniyede maksimum değere ulaşmıştır. Ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi değeri 0.483 g olarak belirlenmiştir.



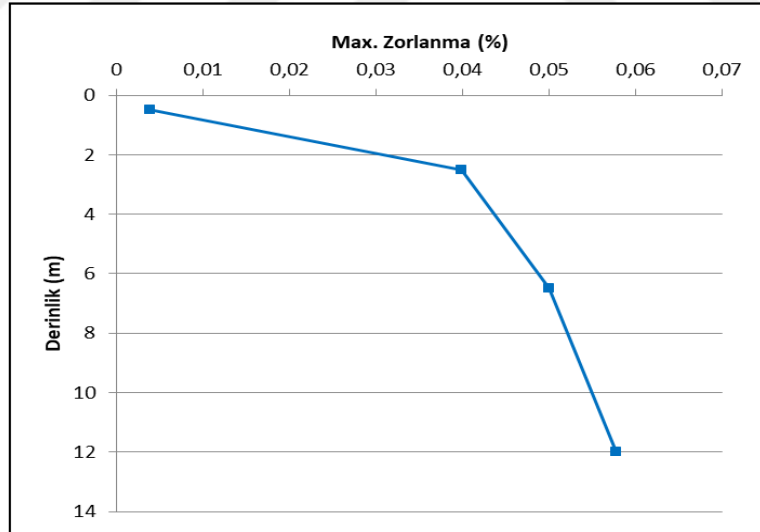
**Şekil 4.6.** Bölge 1 SK-1 için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile elde edilen spektral ivme değerinin zamana bağlı değişimi

Şekil 4.6'daki grafik incelendiğinde spektral ivme değeri 0.07 saniyeye kadar 0.6 g ile 0.8 g arasında doğrusal olarak devam ederken sonrasındaki deprem yer hareketlerine bağlı olarak 0.195 saniyede 2.93 g ile maksimum spektral ivme değerine ulaşmıştır. Zemin hâkim periyodu 0.195 saniye olarak tespit edilmiştir. Grafikte SK-1 zemin profilinin her bir katmanının spektral ivme değeri farklı renklerle gösterilmektedir. Bazı katmanlardaki spektral ivme, anakaya spektral ivmesine yakın değerler alırken bazı katmanlarda ise anakaya ivmesinin 3 katı kadar büyük değerler alabilmektedir. Aynı bölge içindeki sondaj kuyularında bu farkların görülmesi spektral ivme değerinin zemin cinsinden, plastisite indisinden ve kayma dalgası hızından büyük oranda etkilendiğini ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.7.** Bölge 1 SK-1 için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile elde edilen PGA değerlerinin derinliğe bağlı değişimi

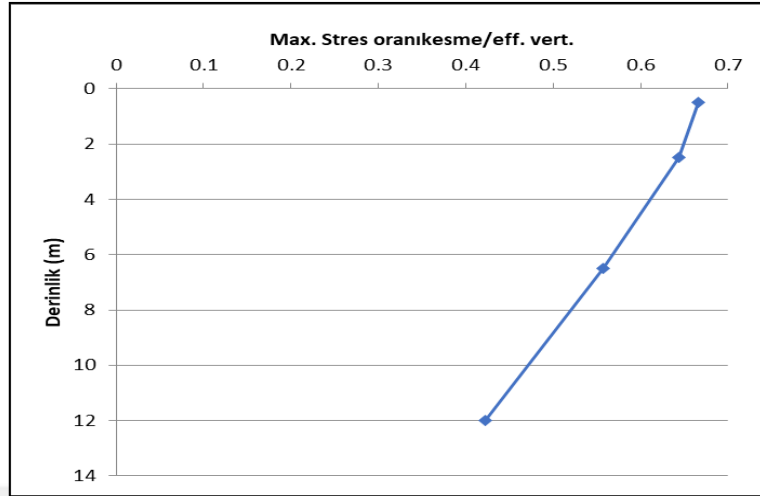
Şekil 4.7'ye göre SK-1 zemin profilinin 9 metredeki maksimum yer ivmesi değeri 0.3 g iken yüzeye doğru ivmenin büyüyerek 0.666 g olduğu görülmektedir. Deprem yer hareketlerinin ve zemin davranışının etkisiyle ivmenin tabandan yüzeye yaklaşık olarak %100 arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Diğer sondaj kuyularında gerçekleştirilen analizler sonucunda farklı oranlarda büyümeler ve azalmaların olduğunu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.8.** Bölge 1 SK-1 için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile elde edilen maksimum şekil değiştirme değerlerinin derinlikle değişimi

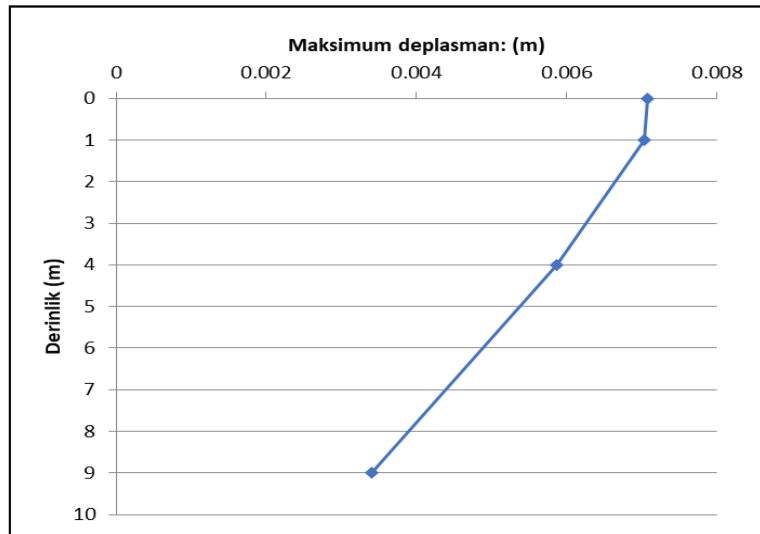
Grafiğe göre şekil değiştirme oranı 12 m., derinlikte %0.055 değerindeyken yüzeyde %0.003 olarak hesaplanmıştır. SK-1 çalışma bölgesinin zemin profiline bakıldığında 0.00-4.00 m derinlikler arasında silt zemin tabakasının etkisi olduğu görülürken 4.00-9.00 m arasında kum tabakasının etkisini ve sonrasında tekrar silt

tabakasına bir geçişin olduğunu görmekteyiz. Bu durum tabakaların zemin cinslerinin şekil değiştirme oranlarına etkisini açık bir şekilde göstermektedir.



Şekil 4.9. Bölge 1 SK-1 için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile elde edilen maksimum gerilme oranı değerlerinin derinlikle değişimi

Şekil 4.9'a göre genel zemin profili dikkate alınarak 12 metre derinlikten itibaren kil zemindeki maksimum gerilme oranı 0.42 iken, kum zemine doğru hareket sırasında maksimum gerilme oranı düzgün bir şekilde artış göstermiştir. 2 metre derinlikten itibaren tekrar silt tabakasına girmesi sonucunda gerilme oranı değerinde daha küçük bir artış görülmüş ve yüzeye ulaştığında ise maksimum gerilme oranı 0.5 metre derinlikte 0.66 olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak SK-1 zemin profilindeki gerilme oranında dalgalanmalar olmasına rağmen 12 metre derinlikteki maksimum gerilme oranı 0.42 iken yüzeye ulaştığı sırada yaklaşık olarak %50'lik bir artış göstererek 0.66 değerine ulaşmıştır.



Şekil 4.10. Bölge 1 SK-1 için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile elde edilen maksimum deplasman değerlerinin derinlikle değişimi



Şekil 4.10'daki grafik incelendiğinde yer hareketi ve zemin davranışının da etkisiyle 9 metre derinlikten itibaren zemin yüzeyine doğru yaklaşık olarak 0.36 cm'lik bir yer değiştirmenin olduğu tespit edilmiştir. Zemin profilinin siltli ve kumlu-kil tabakalardan oluşmasının yer değiştirmede etkili olduğu gözlemlenmektedir.



**Çizelge 4.1.** Eşdeğer lineer analiz minimum-maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen minimum-maksimum yatay yüzey ivmesi $a_{max}$ (g)				
	Sondaj Kuyusu				
	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
BÖLGE 1	0,238-0.483	0.347-0.430	0.131-0.582	0.358-0.433	0.128-0.237
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.186-0.214	0.131-0.565	0.252-0.365	0.112-0.165	0.155-0.263
	Sondaj Kuyusu				
	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
BÖLGE 2	0.144-0.202	0.189-0.221	0.162-0.238	0.172-0.233	0.118-0.245
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.171-0.233	0.146-0.191	0.150-0.225	0.151-0.253	0.158-0.216
	Sondaj Kuyusu				
	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
BÖLGE 3	0.144-0.177	0.158-0.213	0.153-0.207	0.156-0.234	0.118-0.207
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.131-0.177	0.128-0.160	0.144-0.178	0.115-0.165	0.145-0.176
	Sondaj Kuyusu				
	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
BÖLGE 4	0.154-0.185	0.186-0.255	0.143-0.250	0.129-0.170	0.133-0.191
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.185-0.252	0.163-0.198	0.134-0.186	0.148-0.185	0.147-0.187
	Sondaj Kuyusu				
	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
BÖLGE 5	0.140-0.174	0.136-0.169	0.139-0.196	0.126-0.158	0.162-0.214
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.140-0.563	0.130-0.199	0.137-0.223	0.155-0.194	0.130-0.320

Eşdeğer lineer analizden elde edilen ivme zaman grafikleri incelendiğinde (EK-3);

Bölge 1 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.165 g ile 0.582 g aralığında değişmektedir. Bu bölgedeki bazı sondaj kuyuları için maksimum yatay yüzey ivmesi değeri anakaya ivmesine yakın değerler almaktadır ama genel olarak ulaşılan ivme değerleri anakaya ivmesi değerinden çok daha büyüktür. Bölge 1 için maksimum yatay yüzey ivmesi değeri SK-3 kuyusunda ortaya çıkmıştır. Bu ivme değerinin 0.582 g olduğu ve 17.42 saniyede pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Bölge 2 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.191 g ile 0.253 g arasında değişim göstermektedir. Bu bölgedeki maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri Bölge 1'e kıyasla daha küçüktür ve anakaya ivme değerine daha yakındır. Maksimum ivme değeri SK-9 kuyusunda ölçülmüştür. İvme değerinin 0.253 g olduğu ve bu ivmenin 14.77 saniyede pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Bölge 3'teki yatay yüzey ivmesi değerleri 0.160 g ile 0.234 g aralığında değerler almaktadır. Bu bölgedeki ivme değerleri genel olarak diğer bölgedeki değerlere göre daha küçüktür. Bundan kaynaklı olarak da en anakaya ivme değerine en yakın sonuçlar bu

bölgede ortaya çıkmaktadır. Maksimum yatay yüzey ivmesi değeri SK-4 kuyusunda 0.234 g olarak belirlenmiştir. Bu değere 18.44 saniyede pik yaparak ulaşmıştır.

Bölge 4 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.170 g ile 0.255 g aralığında değişmektedir. Maksimum yatay yüzey ivmesi SK-2 kuyusunda ölçülmüştür. Bu bölge için maksimum yatay yüzey ivmesinin 0.255 g olduğu ve bu ivmenin 18.45 saniyede pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Bölge 5 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.158 g ile 0.563 g aralığında değerler almaktadır. Bu bölge için maksimum yatay yüzey ivmesi SK-6 kuyusunda 0.563 g olarak ölçülmüştür. Bu ivme değerine 17.42 saniyede ulaşılmıştır.

Elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi sonuçları incelendiğinde farklı konumlardan seçilen 5 bölgenin genel olarak birbirine yakın değerler aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Maksimum yatay yüzey ivmesi Bölge 1 için 0.582 g ve diğer bölgeler için sırasıyla 0.253 g, 0.234 g, 0.255 g, 0.563 g olarak hesaplanmıştır. Bölge killi ve siltli birimlerden oluşmaktadır.

**Çizelge 4.2.** Eşdeğer lineer analiz minimum-maksimum PGA değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen PGA (Peak Ground Acceleration) değeri				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.281-0.665	0.368-0.459	0.183-0.756	0.450-0.599	0.155-0.431
BÖLGE 1	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.321-0.384	0.202-0.703	0.315-0.483	0.148-0.198	0.160-0.384
BÖLGE 2	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.130-0.244	0.244-0.347	0.179-0.246	0.175-0.251	0.118-0.277
BÖLGE 2	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.179-0.254	0.161-0.259	0.163-0.300	0.165-0.307	0.160-0.276
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.184-0.306	0.180-0.340	0.148-0.333	0.267-0.396	0.147-0.281
BÖLGE 3	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.153-0.254	0.129-0.185	0.172-0.250	0.144-0.277	0.143-0.198
BÖLGE 4	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.158-0.221	0.291-0.360	0.175-0.371	0.145-0.195	0.140-0.222
BÖLGE 4	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.247-0.293	0.197-0.250	0.122-0.216	0.187-0.234	0.153-0.223
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.178-0.244	0.136-0.226	0.146-0.249	0.126-0.217	0.189-0.309
BÖLGE 5	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.228-0.717	0.147-0.239	0.142-0.389	0.196-0.246	0.161-0.397

Eşdeğer lineer analizden elde edilen PGA derinlik grafikleri incelendiğinde (EK-7);

Bölge 1 için PGA değerleri 0.198 g ile 0.756 g aralığında değişmektedir. Bu bölge için maksimum PGA değeri SK-3 kuyusunda 0.756 g olarak belirlenmiştir. Bölge 2 için PGA değerleri 0.244 g ile 0.347 g aralığında değişmektedir. Bu bölge için maksimum PGA değeri SK-2 kuyusunda 0.347 g olarak belirlenmiştir. Bölge 3 için PGA değerleri 0.185 g ile 0.396 g aralığında değişmektedir. Bu bölge için PGA değeri SK-4 kuyusunda 0.396 g olarak bulunmuştur. Bölge 4 için PGA değerleri 0.195 g ile 0.371 g aralığında değişirken maksimum PGA değeri SK-3 kuyusunda 0.371 g olarak belirlenmiştir. Bölge 5'teki maksimum PGA değeri SK-6 kuyusunda 0.717 g değerindedir.

→Ulaşılan maksimum yer ivmesi sonuçlarına göre en büyük değer Bölge 5'te ölçülmüştür. Bölge 1 ve Bölge 5'teki değerler birbirine yakın olmakla birlikte genel olarak diğer bölgelerden daha büyük değerler almıştır. Bu ivme değerinin zemin tabakalarının özelliklerinden çok fazla etkilendiği daha önce de belirtilmişti. Nitekim elde edilen veriler de bu durumu destekler niteliktedir.

**Çizelge 4.3.** Eşdeğer lineer analiz minimum-maksimum spektral ivme değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen spektral ivme (g)				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	1.32-2.93	1.58-2.16	0.64-3.63	1.86-2.29	0.69-1.35
BÖLGE 2	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	1.09-1.22	0.62-3.41	1.13-1.97	0.71-1.00	0.62-1.36
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.75-0.99	0.85-1.18	0.73-0.98	0.60-0.95	0.52-0.99
BÖLGE 4	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.66-1.02	0.76-1.00	0.61-0.90	0.77-1.44	0.62-1.03
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.67-0.94	0.67-1.07	0.66-1.09	0.92-1.20	0.53-0.93
BÖLGE 6	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.55-0.83	0.68-0.90	0.68-0.78	0.50-0.84	0.51-0.62
BÖLGE 7	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.64-0.80	1.18-1.37	0.81-1.36	0.73-0.88	0.53-0.97
BÖLGE 8	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.83-1.28	0.75-0.92	0.65-1.00	1.06-1.11	0.77-1.03
BÖLGE 9	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.67-0.79	0.66-0.84	0.68-1.17	0.63-0.85	0.70-0.95
BÖLGE 10	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.74-3.24	0.63-0.81	0.61-1.22	0.73-0.90	0.55-1.70

Eşdeğer lineer analizden elde edilen spektral ivme periyot grafikleri incelendiğinde (EK-5);

Bölge 1 için maksimum spektral ivme değerinin 3.63 g olduğu ve bu ivmenin 0.197 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-3 kuyusunda ölçülmüştür. Bu değer anakaya spektral ivmesinin yaklaşık olarak 6 katı büyüklüğündedir.

Bölge 2 için maksimum spektral ivme değerinin 1.44 g olduğu ve bu ivmenin 0.127 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-9 kuyusunda ölçülmüştür.

Bölge 3 için maksimum spektral ivme değerinin 1.20 g olduğu ve bu ivmenin 0.163 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-4 kuyusunda ölçülmüştür. Bu değer anakaya spektral ivmesine en yakın değer olarak bulunmuştur.

Bölge 4 için maksimum spektral ivme değerinin 1.37 g olduğu ve bu ivmenin 0.286 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-2 kuyusunda ölçülmüştür. Bölge 5 için ise maksimum spektral ivme değerinin SK-6 kuyusunda 3.24 g olduğu ve bu ivmenin 0.197 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Spektral ivme değerleri incelendiğinde çalışma bölgeleri arasında genel olarak birbirine yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır. Spektral ivme değeri Bölge 1 için 3.63 g ve diğer bölgeler için sırasıyla 1.44 g, 1.20 g, 1.37 g, 3.24 g olarak hesaplanmıştır. En büyük spektral ivme değeri de en büyük maksimum yatay yüzey ivmesinin görüldüğü Bölge 1'de ölçülmüştür. En büyük periyot değeri ise spektral ivmenin küçük olduğu Bölge 3'te görülmektedir.

Her bir sondaj kuyusundaki spektral ivme değerinin anakaya spektral ivme değerine bölünmesi ile zemin büyütme oranı değerlerine ulaşılmaktadır (Çizelge 4.4). Zemin büyütme oranları bölgelerin risk durumları hakkında bilgiler vermektedir. 5. Bölümde bu durum detaylı olarak incelenmiştir.

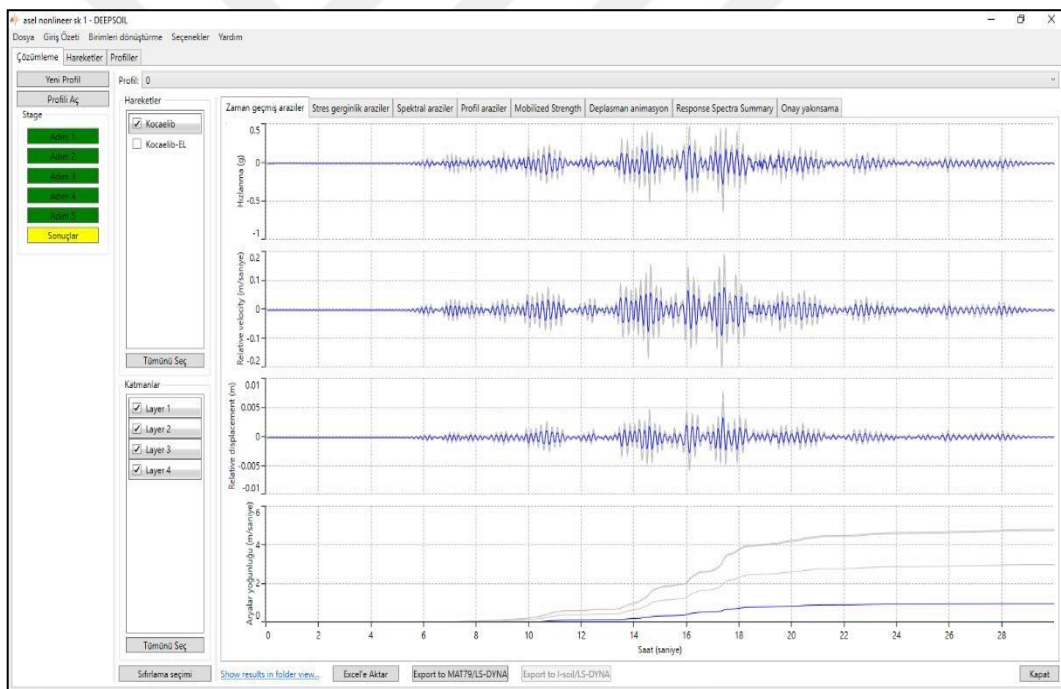
Çizelge 4.4. Eşdeğer lineer analiz zemin büyütme oranları ve frekans değerleri

Bölge No	Sondaj Kuyusu	Büyütme Oranı	Frekans (Hz)
BÖLGE 1	SK-1	3.84	5.07
	SK-2	2.83	5.07
	SK-3	4.76	5.07
	SK-4	3.00	5.07
	SK-5	1.77	3.71
	SK-6	1.60	3.71
	SK-7	4.47	5.07
	SK-8	2.58	5.07
	SK-9	1.31	2.72
	SK-10	1.78	3.49
BÖLGE 2	SK-1	1.31	2.55
	SK-2	1.54	6.13
	SK-3	1.28	6.14
	SK-4	1.24	6.14
	SK-5	1.30	6.14
	SK-6	1.33	7.35
	SK-7	1.31	2.55
	SK-8	1.18	6.14
	SK-9	1.89	7.87
	SK-10	1.32	2.26
BÖLGE 3	SK-1	1.28	3.27
	SK-2	1.40	6.13
	SK-3	1.40	6.13
	SK-4	1.57	6.14
	SK-5	1.22	2.90
	SK-6	1.09	2.89
	SK-7	1.18	2.55
	SK-8	1.02	5.74
	SK-9	1.10	6.13
	SK-10	0.81	1.87
BÖLGE 4	SK-1	1.05	6.13
	SK-2	1.80	3.50
	SK-3	1.78	3.49
	SK-4	1.15	2.72
	SK-5	1.27	2.89
	SK-6	1.68	6.13
	SK-7	1.20	2.90
	SK-8	1.31	2.72
	SK-9	1.45	2.55
	SK-10	1.35	2.72
BÖLGE 5	SK-1	1.03	2.89
	SK-2	1.10	2.26
	SK-3	1.54	14.70
	SK-4	1.11	2.55
	SK-5	1.24	3.27
	SK-6	4.25	5.07
	SK-7	1.06	2.89
	SK-8	1.60	3.71
	SK-9	1.18	2.89
	SK-10	2.23	3.95

## 4.2. Zaman Alanında Nonlinear Analiz Sonuçları

DEEPSOIL programı aracılığıyla ek olarak Konya Organize Sanayi Bölgesinde belirlenmiş olan 50 adet sondaj kuyusu için zaman tanım alanında nonlinear analiz gerçekleştirilmiştir. Nonlinear analizde doğrusal olmayan gerilme-şekil değiştirme ilişkisini ortaya koyan zeminin kayma modülü ve sönüm oranı eğrileri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

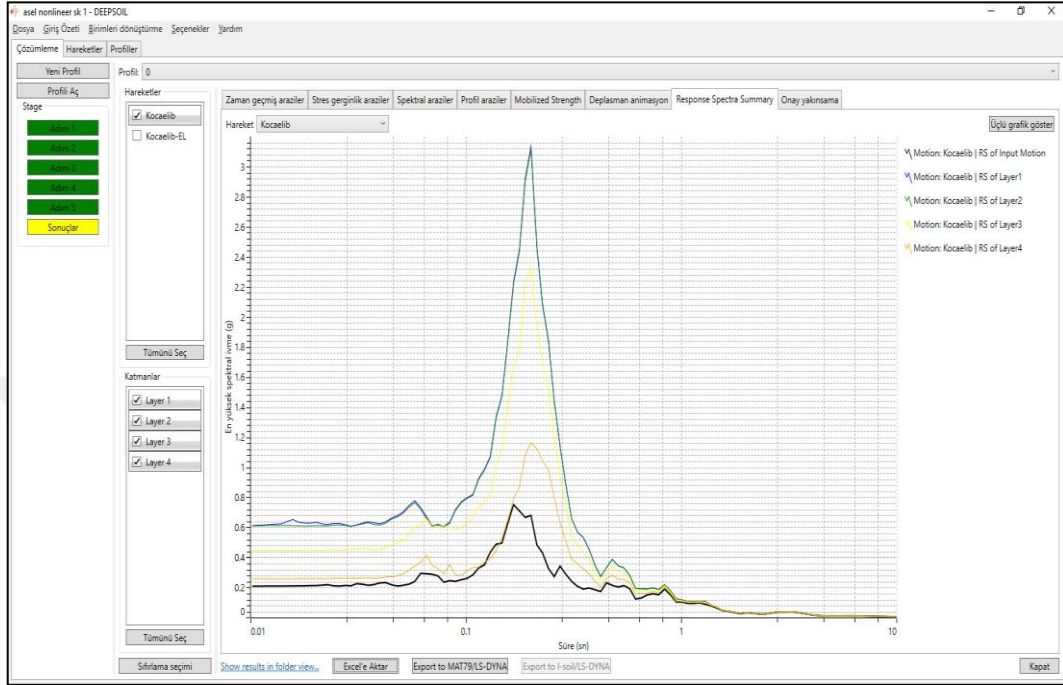
Nonlinear analiz sonucunda ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri, PGA değerleri, spektral ivme değerleri ve zemin büyütme oranları Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.8 arasında tablolar halinde verilmiştir. Bu parametrelerin her bir sondaj kuyusu için minimum ve maksimum değerleri de çizelgelerde bulunmaktadır. Çizelgelerin oluşturulmasında kullanılan nonlinear analiz grafik sonuçları EK-4, EK-6 ve EK-8 bölümlerinde her bir sondaj kuyusu için ayrı ayrı verilmiştir.



Şekil 4.11. Bölge 1 SK-1 için nonlinear analiz yöntemi ile elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi değerinin zamana bağlı değişimi

Şekil 4.11'deki grafik incelendiğinde maksimum yatay yüzey ivmesi değeri 11 saniyeye kadar 0.05 g ile 0.25 g arasında değerler alırken 11-14 saniyeleri arasında tekrar 0.05 g değerine düşmüştür. Sonrasında etkiyen deprem yer hareketleri ile göreceli olarak artış göstererek 16.07 saniyede maksimum değere ulaşmıştır. Ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi değeri 0.478 g olarak belirlenmiştir. Bu sondaj kuyusu için eşdeğer lineer analiz ile elde edilen ivme değerinin 17.56 saniyede pik yaparak 0.483 değerine ulaştığı

belirlenmiştir. Her iki sonuç incelendiğinde birbirlerine çok yakın ivme değerleri aldıkları ve bu değerlere çok yakın sürelerde ulaştıkları görülmüştür. Eşdeğer lineer analiz ile ulaşılan ivme değeri nonlinear analiz ile ulaşılan değere göre bir miktar daha büyük çıkmıştır.

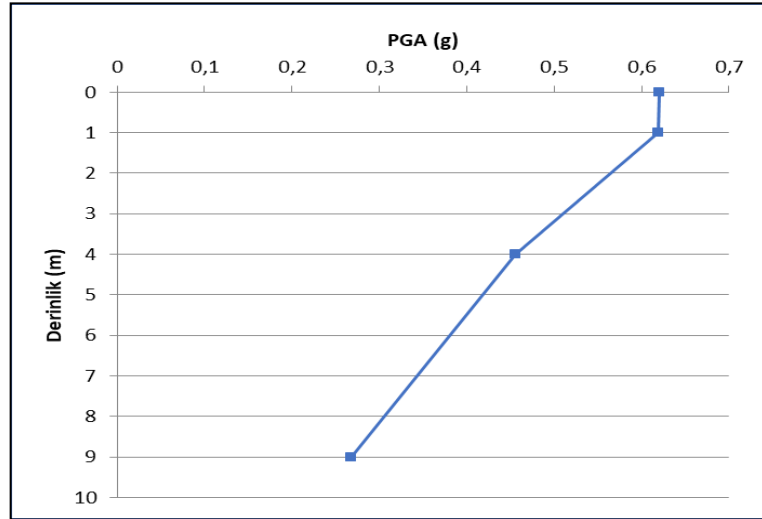


**Şekil 4.12.** Bölge 1 SK-1 için nonlinear analiz yöntemi ile elde edilen spektral ivme değerinin zamana bağlı değişimi

Şekil 4.12'ye göre Bölge 1'deki SK-1 zemin profilinin spektral ivme değeri 0.08 saniyeye kadar 0.6g-0.8g arasında doğrusal olarak devam ederken sonrasındaki deprem yer hareketlerine bağlı olarak 0.197 saniyede 3.14 g ile maksimum değerine ulaşmıştır. Zemin hâkim periyodu 0.197 saniye olarak belirlenmiştir.

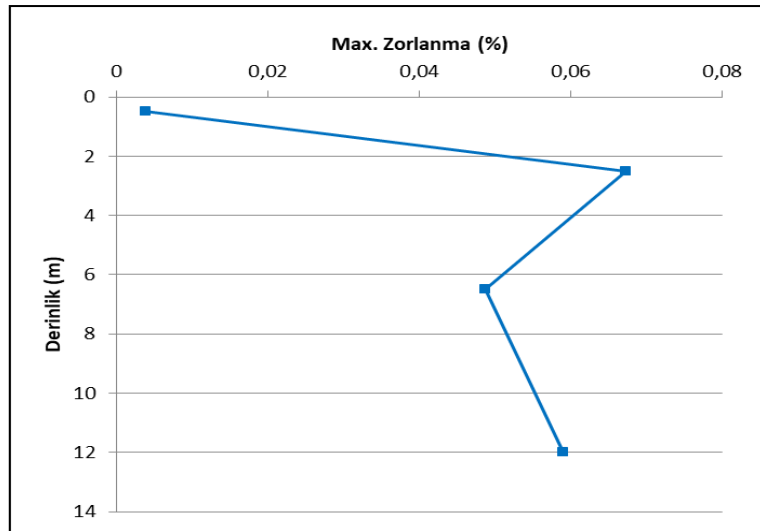
Tepki spektrumları incelendiğinde eşdeğer lineer analiz için 0.195 saniyede 2.93 g ile maksimum değere ulaştığı görülürken nonlinear analiz yönteminde ise 0.197 saniyede 3.14 g maksimum değerine ulaştığı görülmektedir. Yüksek periyotlardaki zemin davranışları benzerlikler göstermektedir. Fakat pik değerlerinin farklı periyot ve büyüklükte olduğu görülmüştür.





**Şekil 4.13.** Bölge 1 SK-1 için nonlinear analiz yöntemi ile elde edilen PGA değerlerinin derinliğe bağlı değişimi

Şekil 4.13'teki grafiğe göre SK-1 zemin profilinin 9 m'deki maksimum yer ivmesi değeri 0.267g iken yüzeye doğru ivmenin büyüyerek 0.619g olduğu görülmektedir. Deprem yer hareketlerinin ve zemin davranışının etkisiyle ivmenin tabandan yüzeye yaklaşık olarak %130 arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Nonlinear analiz yönteminde derinden yüzeye doğru gerçekleşen büyüme değerinin eşdeğer analize göre daha büyük oranda olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat yüzeyde görülen maksimum yer ivmesi değerleri karşılaştırıldığında eşdeğer analiz ile elde edilen değer daha büyük olduğu gözükmemektedir.

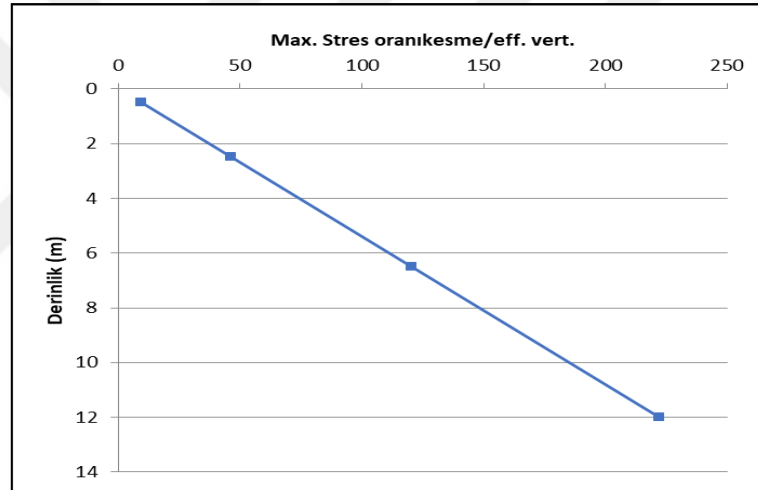


**Şekil 4.14.** Bölge 1 SK-1 için nonlinear analiz yöntemi ile elde edilen maksimum şekil değiştirme oranlarının derinlikle değişimi

Şekil 4.14'te grafiğe göre maksimum şekil değiştirme oranı 12 metre derinlikte %0.059 değerindeyken yüzeyde %0.003 olarak hesaplanmıştır. Eşdeğer lineer analiz ile

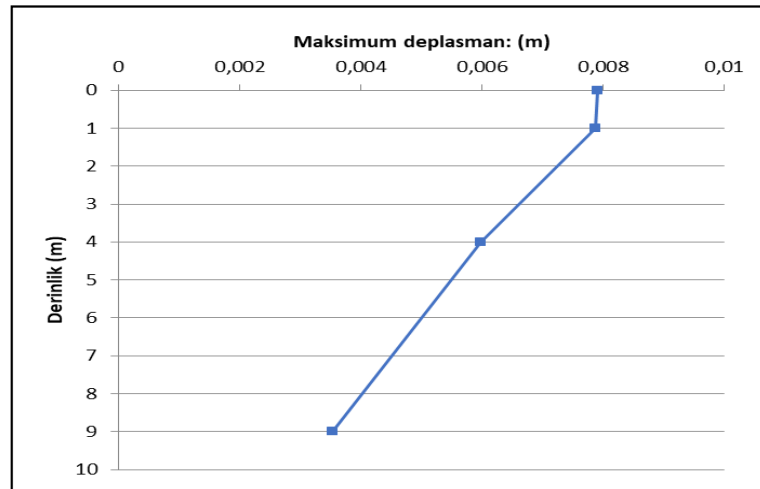
elde edilen şekil değiştirme değerleri yüzeye doğru sürekli azalma eğilimi göstermiştir. Fakat nonlinear analizde önce 6 metre derinliğe kadar azalma gerçekleşirken ardından 2. saniyeye kadar doğrusal bir artış oluşmuştur ve bu derinlikten sonra yüzeye kadar tekrar azalışa geçilmiştir. Bu durum aynı zemin profilinde iki farklı analiz türünün etkisini net şekilde ortaya koymaktadır.

TBDY 2018’de kayma birim şekil değiştirme oranının %1’i aşmaması koşuluyla nonlinear analizin yapılacağı belirtilmiştir. Histerik sönüm katsayılarının gerçekçi olarak modellenbilmesi sadece nonlinear analiz yöntemiyle olmaktadır. Kaklamanos ve diğ., (2013) ve Kim ve diğ., (2013) kayma birim şekil değiştirme oranının %0.1’den daha büyük olduğu durumlarda nonlinear analiz yönteminin, %1’den daha büyük olduğu durumlarda ise eşdeğer lineer analiz yönteminin kullanılmasının daha uygun olacağını ifade etmişlerdir (Gücek, 2020).



Şekil 4.15. Bölge 1 SK-1 için nonlinear analiz yöntemi ile elde edilen maksimum gerilme oranı değerlerinin derinlikle değişimi

Şekil 4.15’e göre 12 metre derinlikten itibaren kil zemindeki maksimum gerilme oranı 0.396 iken, kum zemine doğru hareket sırasında maksimum gerilme oranı düzgün bir şekilde artış göstermiştir. 2 metre derinlikten itibaren tekrar silt tabakasına girmesi sonucunda gerilme oranı değerinde daha küçük bir artış görülmüş ve yüzeye ulaştığında ise maksimum gerilme oranı 0.5 metre derinlikte 0.653 ölçülmüştür. Zemin profilindeki gerilme oranında dalgalanmalar olmasına rağmen 12 metre derinlikteki maksimum gerilme oranı 0.396 iken yüzeye ulaştığı sırada yaklaşık olarak %50’lik bir artış göstererek 0.653 değerine ulaşmıştır. Hem gerilme oranının yüzeydeki değeri hem de tabandan yüzeye gerçekleşen büyüme oranları eşdeğer lineer analizdeki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.16. Bölge 1 SK-1 için nonlinear analiz yöntemi ile elde edilen maksimum deplasman değerlerinin derinlikle değişimi

Grafiğe göre yer hareketi ve zemin davranışının da etkisiyle 15 metre derinlikten itibaren zemin yüzeyine doğru yaklaşık olarak 0.44 cm'lik bir yer değiştirmenin olduğu görülmektedir. Eşdeğer analizde gerçekleşen yer değiştirme 0.36 cm olarak bulunmuştu. Bu durumda nonlinear analiz ile daha büyük yer değiştirmenin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4.5. Nonlinear analiz minimum-maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi $a_{max}$ (g)				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.224-0.478	0.245-0.249	0.154-0.563	0.250-0.299	0.169-0.235
BÖLGE 1	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.242-0.279	0.182-0.405	0.269-0.319	0.137-0.176	0.163-0.237
BÖLGE 2	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.126-0.209	0.120-0.251	0.124-0.240	0.158-0.223	0.081-0.228
BÖLGE 2	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.167-0.220	0.149-0.229	0.156-0.243	0.161-0.266	0.158-0.243
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.118-0.178	0.134-0.184	0.145-0.207	0.156-0.234	0.165-0.233
BÖLGE 3	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.160-0.187	0.130-0.159	0.168-0.210	0.150-0.214	0.159-0.162
BÖLGE 4	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.089-0.224	0.163-0.194	0.161-0.251	0.119-0.148	0.148-0.170
BÖLGE 4	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.162-0.335	0.152-0.197	0.146-0.190	0.155-0.239	0.143-0.201
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.147-0.234	0.134-0.183	0.140-0.234	0.130-0.177	0.196-0.263
BÖLGE 5	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.209-0.423	0.163-0.217	0.162-0.296	0.144-0.223	0.181-0.323

Nonlinear analizden elde edilen ivme zaman grafikleri incelendiğinde (EK-4);

Bölge 1 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.176 g ile 0.563 g aralığında değişmektedir. Bu bölgedeki bazı sondaj kuyuları için maksimum yatay yüzey ivmesi değeri anakaya ivmesine yakın değerler almaktadır ama genel olarak ulaşılan ivme değerleri anakaya ivmesi değerinden çok daha büyüktür. Bölge 1 için maksimum yatay yüzey ivmesi değeri SK-3 kuyusunda ortaya çıkmıştır. Bu ivme değerinin 0.563 g olduğu ve 17.43 saniyede pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Bölge 2 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.209 g ile 0.266 g arasında değişim göstermektedir. Bu bölgedeki maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri Bölge 1'e kıyasla daha küçüktür ve anakaya ivme değerine daha yakındır. Maksimum ivme değeri SK-9 kuyusunda ölçülmüştür. İvme değerinin 0.266 g olduğu ve bu ivmenin 15.15 saniyede pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Bölge 3'teki yatay yüzey ivmesi değerleri 0.159 g ile 0.234 g aralığında değerler almaktadır. Bu bölgedeki ivme değerleri genel olarak diğer bölgedeki değerlere göre daha küçüktür. Bundan kaynaklı olarak da en anakaya ivme değerine en yakın sonuçlar bu bölgede ortaya çıkmaktadır. Maksimum yatay yüzey ivmesi değeri SK-4 kuyusunda 0.234 g olarak belirlenmiştir. Bu değere 15.05 saniyede pik yaparak ulaşmıştır.

Bölge 4 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.148 g ile 0.335 g aralığında değişmektedir. Maksimum yatay yüzey ivmesi SK-6 kuyusunda ölçülmüştür. Bu bölge için maksimum yatay yüzey ivmesinin 0.335 g olduğu ve bu ivmenin 14.58 saniyede pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Bölge 5 için yatay yüzey ivmesi değerleri 0.177 g ile 0.423 g aralığında değerler almaktadır. Bu bölge için maksimum yatay yüzey ivmesi SK-6 kuyusunda 0.423 g olarak ölçülmüştür. Bu ivme değerine 17.42 saniyede ulaşılmıştır.

Elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi sonuçları incelendiğinde farklı konumlardan seçilen 5 bölgenin genel olarak birbirine yakın değerler aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Maksimum yatay yüzey ivmesi Bölge 1 için 0.563 g ve diğer bölgeler için sırasıyla 0.266 g, 0.234 g, 0.335 g, 0.423 g olarak hesaplanmıştır. En büyük ivme değerinin ölçüldüğü bölgede yer altı su seviyesi 0 metrededir. Bölgede killi ve siltli tabakalar hakimdir.

Çizelge 4.6. Nonlineer analiz minimum-maksimum PGA değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen PGA (Peak Ground Acceleration) değeri				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.267-0.619	0.251-0.310	0.186-0.747	0.264-0.299	0.169-0.355
BÖLGE 2	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.293-0.330	0.196-0.553	0.337-0.433	0.155-0.242	0.182-0.326
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.130-0.269	0.144-0.251	0.146-0.244	0.174-0.292	0.087-0.118
BÖLGE 4	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.203-0.243	0.186-0.255	0.181-0.304	0.155-0.271	0.160-0.243
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.170-0.236	0.165-0.257	0.167-0.285	0.225-0.294	0.194-0.298
BÖLGE 6	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.160-0.232	0.132-0.183	0.199-0.226	0.152-0.282	0.173-0.201
BÖLGE 7	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.087-0.276	0.226-0.266	0.206-0.377	0.141-0.173	0.165-0.193
BÖLGE 8	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.171-0.335	0.180-0.240	0.178-0.218	0.193-0.280	0.182-0.242
BÖLGE 9	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.183-0.249	0.159-0.241	0.207-0.263	0.141-0.224	0.214-0.404
BÖLGE 10	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.252-0.561	0.187-0.306	0.187-0.396	0.218-0.254	0.206-0.373

Nonlineer analizden elde edilen PGA derinlik grafikleri incelendiğinde (EK-8);

Bölge 1 için PGA değerleri 0.242 g ile 0.747 g aralığında değişmektedir. Bu bölge için maksimum PGA değeri SK-3 kuyusunda 0.747 g olarak belirlenmiştir. Bölge 2 için PGA değerleri 0.118 g ile 0.304 g aralığında değişmektedir. Bu bölge için maksimum PGA değeri SK-8 kuyusunda 0.304 g olarak belirlenmiştir. Bölge 3 için PGA değerleri 0.183 g ile 0.298 g aralığında değişmektedir. Bu bölge için PGA değeri SK-5 kuyusunda 0.298 g olarak bulunmuştur. Bölge 4 için PGA değerleri 0.173 g ile 0.335 g aralığında değişirken maksimum PGA değeri SK-6 kuyusunda 0.335 g olarak belirlenmiştir. Bölge 5'teki maksimum PGA değeri SK-6 kuyusunda 0.561 g değerindedir.

→Ulaşılan maksimum yer ivmesi sonuçlarına göre en büyük değer Bölge 1'de ölçülmüştür. Bölge 1 ve Bölge 5'teki değerler birbirine yakın olmakla birlikte genel olarak diğer bölgelerden daha büyük değerler almıştır. Bu ivme değerinin zemin tabakalarının özelliklerinden çok fazla etkilendiği daha önce de belirtilmişti. Aynı zemin profillerinin her iki analiz türünde de en büyük değeri alması bu durumu destekler niteliktedir.

Çizelge 4.7. Nonlineer analiz minimum-maksimum spektral ivme değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen spektral ivme (g)				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	1.17-3.14	1.23-1.48	0.81-3.98	1.35-1.54	0.59-1.32
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	1.43-1.64	0.87-2.90	1.10-2.03	0.73-0.95	0.77-1.31
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 2	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.75-0.99	0.49-1.10	0.60-1.10	0.75-0.96	0.38-1.03
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.66-1.02	0.76-1.08	0.69-1.09	0.92-1.65	0.62-1.03
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.78-0.98	0.77-1.03	0.66-1.02	0.98-1.23	0.66-1.03
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.63-0.83	0.70-0.93	0.64-0.80	0.65-1.13	0.54-0.81
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 4	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.45-0.98	1.15-1.30	0.93-1.56	0.77-0.94	0.65-0.91
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.73-1.86	0.73-0.98	0.92-1.13	0.83-1.54	0.91-1.27
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.66-1.03	0.75-1.14	0.67-1.27	0.62-0.79	0.72-1.47
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	1.45-2.80	0.63-1.03	0.69-1.51	0.70-0.94	0.80-1.66

Nonlineer analizden elde edilen spektral ivme periyot grafikleri incelendiğinde (EK-6);

Bölge 1 için maksimum spektral ivme değerinin 3.98 g olduğu ve bu ivmenin 0.197 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-3 kuyusunda ölçülmüştür. Bu değer anakaya spektral ivmesinin yaklaşık olarak 6 katı büyüklüğündedir.

Bölge 2 için maksimum spektral ivme değerinin 1.65 g olduğu ve bu ivmenin 0.127 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-9 kuyusunda ölçülmüştür.

Bölge 3 için maksimum spektral ivme değerinin 1.23 g olduğu ve bu ivmenin 0.286 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-4 kuyusunda ölçülmüştür. Bu değer anakaya spektral ivmesine en yakın değer olarak bulunmuştur.

Bölge 4 için maksimum spektral ivme değerinin 1.86 g olduğu ve bu ivmenin 0.127 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Bu maksimum değer SK-6 kuyusunda ölçülmüştür. Bölge 5 için ise maksimum spektral ivme

değerinin SK-6 kuyusunda 2.80 g olduğu ve bu ivmenin 0.185 periyodu ile pik yaparak maksimum değerine ulaştığı sonucuna varılmıştır.

Spektral ivme değerleri incelendiğinde çalışma bölgeleri arasında genel olarak birbirine yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır. Spektral ivme değeri Bölge 1 için 3.98 g ve diğer bölgeler için sırasıyla 1.65 g, 1.23 g, 1.86 g, 2.80 g olarak hesaplanmıştır. En büyük spektral ivme değeri de en büyük maksimum yatay yüzey ivmesinin görüldüğü Bölge 1’de ölçülmüştür. En büyük periyot değeri ise spektral ivmenin küçük olduğu Bölge 3’te görülmektedir. Ulaşılan ivme değerleri ve bu ivmelerin görüldüğü kuyular ile periyotlar eşdeğer lineer analiz ile benzerlik göstermektedir.

Nonlineer analiz ile elde edilen zemin büyütme oranları ve frekans değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Nonlineer analiz zemin büyütme oranları ve frekans değerleri

Bölge No	Sondaj Kuyusu	Büyütme Oranı	Frekans (Hz)
BÖLGE 1	SK-1	4.12	5.07
	SK-2	1.94	3.95
	SK-3	5.22	5.07
	SK-4	2.02	4.21
	SK-5	1.73	3.95
	SK-6	2.15	3.95
	SK-7	3.80	5.07
	SK-8	2.66	5.40
	SK-9	1.24	2.55
	SK-10	1.71	3.49
BÖLGE 2	SK-1	1.36	6.13
	SK-2	1.44	12.13
	SK-3	1.44	6.49
	SK-4	1.26	6.13
	SK-5	1.35	6.14
	SK-6	1.33	6.14
	SK-7	1.31	7.87
	SK-8	1.43	3.50
	SK-9	2.16	7.87
	SK-10	1.28	2.55
BÖLGE 3	SK-1	1.28	3.27
	SK-2	1.35	3.28
	SK-3	1.33	6.13
	SK-4	1.61	3.50
	SK-5	1.35	5.74
	SK-6	1.09	6.13
	SK-7	1.22	2.55
	SK-8	1.05	10.10
	SK-9	1.48	3.50
	SK-10	1.06	2.12
BÖLGE 4	SK-1	1.28	6.13
	SK-2	1.70	3.27
	SK-3	2.04	3.50
	SK-4	1.23	2.55
	SK-5	1.19	2.58
	SK-6	2.44	7.87
	SK-7	1.28	8.92
	SK-8	1.48	7.87
	SK-9	2.02	6.13
	SK-10	1.66	7.86
BÖLGE 5	SK-1	1.35	13.69
	SK-2	1.49	2.55
	SK-3	1.66	14.70
	SK-4	1.03	2.55
	SK-5	1.92	3.71
	SK-6	3.67	5.40
	SK-7	1.35	3.27
	SK-8	1.98	3.94
	SK-9	1.23	14.70
	SK-10	2.17	4.21



### 4.3. EERA Programı Bir Boyutlu Eşdeğer Lineer Analiz Sonuçları

EERA programı aracılığıyla Konya Organize Sanayi Bölgesinde belirlenmiş olan 50 adet sondaj kuyusu için eşdeğer lineer analiz gerçekleştirilmiştir. Nitekim EERA programında yalnızca eşdeğer lineer analiz gerçekleştirebilmektedir. Eşdeğer lineer analiz sonucunda ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri, spektral ivme değerleri ve zemin büyütme oranları Çizelge 4.9 ve Çizelge 4.11 arasında tablolar halinde verilmiştir.

Çizelge 4.9. EERA Eşdeğer lineer analiz maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi $a_{max}$ (g)				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.190	0.200	0.201	0.197	0.206
BÖLGE 1	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.195	0.185	0.187	0.210	0.213
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 2	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.225	0.240	0.243	0.225	0.228
BÖLGE 2	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.231	0.225	0.226	0.239	0.214
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.191	0.202	0.201	0.206	0.195
BÖLGE 3	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.199	0.160	0.211	0.211	0.170
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 4	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.225	0.198	0.186	0.173	0.186
BÖLGE 4	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.212	0.215	0.184	0.199	0.191
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.234	0.181	0.207	0.208	0.216
BÖLGE 5	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.224	0.202	0.235	0.221	0.216

**Çizelge 4.10.** EERA Eşdeğer lineer analiz spektral ivme değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen spektral ivme (g)				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.84	0.65	0.65	0.64	0.65
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.64	0.61	0.62	0.86	0.68
BÖLGE 2	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.92	1.07	1.08	0.99	0.85
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.98	0.84	0.77	0.87	0.90
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.64	0.66	0.67	0.66	0.64
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.68	0.53	0.74	0.74	0.58
BÖLGE 4	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.78	0.64	0.60	0.58	0.64
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.83	0.75	0.63	0.69	0.65
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	0.84	0.59	0.75	0.82	0.71
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	0.70	0.69	0.78	0.77	0.70

**Çizelge 4.11.** EERA Eşdeğer lineer analiz zemin büyütme oranı değerleri

Bölge No	Analizlerden elde edilen zemin büyütme oranları				
	Sondaj Kuyusu				
BÖLGE 1	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	3.381	1.005	1.477	1.225	1.458
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	1.095	1.195	1.130	3.977	1.658
BÖLGE 2	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	1.501	1.074	1.088	2.544	3.682
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	2.701	3.309	1.878	1.873	1.436
BÖLGE 3	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	1.564	1.108	1.249	1.001	1.077
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	1.831	1.603	1.722	1.722	1.815
BÖLGE 4	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	5.254	1.072	1.304	1.484	1.725
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	2.821	1.793	1.832	1.805	1.727
BÖLGE 5	<b>SK-1</b>	<b>SK-2</b>	<b>SK-3</b>	<b>SK-4</b>	<b>SK-5</b>
	2.099	2.143	3.126	2.108	1.676
	<b>SK-6</b>	<b>SK-7</b>	<b>SK-8</b>	<b>SK-9</b>	<b>SK-10</b>
	1.053	2.276	1.258	1.464	1.321

#### 4.4. Eşdeğer Linear Analiz ile Nonlinear Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması ve İncelenmesi

DEEPSOIL programı aracılığıyla gerçekleştirilmiş olan eşdeğer lineer analiz sonucunda elde edilen EK-3'teki ivme zaman grafikleri incelendiğinde, Bölge 1 için maksimum yatay yüzey ivmesi değerinin 0.165 g ile 0.582 g arasında değiştiği ve 17.42 saniyede pik noktaya ulaştığı tespit edilmiştir. Bölge 2 için maksimum yatay yüzey ivmesi değerinin 0.191 g ile 0.253 g arasında değerler alarak 14.77 saniyede pik yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Bölge 3'te bu değerler 0.160 g ile 0.234 g arasında, Bölge 4'te 0.170 g ile 0.255 g arasında, Bölge 5'te ise 0.158 g ile 0.563 g arasında değişmektedir.

Nonlinear analiz sonucunda elde edilen EK-4'teki ivme zaman grafikleri incelendiğinde ise Bölge 1 için maksimum ivme değerinin 0.176 g ile 0.563 g arasında değiştiği ve 17.43 saniyede pik noktaya ulaştığı tespit edilmiştir. Bölge 2 için maksimum ivme değeri 0.209 g ve 0.266 g arasında değişmiş ve 15.15 saniyede pik değere ulaşmıştır. Bölge 3'te bu değerler 0.159 g ile 0.234 g arasında, Bölge 4'te 0.148 g ile 0.335 g arasında, Bölge 5'te ise 0.177 g ile 0.423 g arasında değişmektedir.

Tüm bölgelerde her iki analiz türüne göre elde edilen değerler incelendiğinde aynı çevrede bulunan iki bölge için maksimum ivme değerleri birbirine yakın olmakla birlikte hem pik yaptığı süre hem de ivme değerleri küçük farklılıklar göstermektedir. Yakın çevrenin farklı konumlarının temsil edildiği bu beş bölgeden elde edilen değerler zemin özelliklerinin konumsal olarak değişiminin bir kanıtı niteliğindedir.

DEEPSOIL programında Eşdeğer lineer analiz ve nonlinear analiz sonucunda elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi değerlerinin her beş bölge için ve her bir sondaj kuyusu için detaylı incelemesi yapıldığında sonuçların birbirlerine yakın değerler aldığı tespit edilmiştir. Nonlinear analizle ulaşılan değerlerin yer yer daha büyük olduğunun tespit edilmesine rağmen eşdeğer lineer analiz ile elde edilen maksimum ivme değerlerinin nonlinear analizle ulaşılan değerlere göre bir miktar daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Zaten bu durum literatürdeki daha önceden yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Ceren ve Karakan (2019), Mert (2018), Kale (2008), Hosseini ve Pajouh (2010), Arslan ve Siyahi (2006), Adampira ve diğ., (2014) çalışmalarında eşdeğer lineer analizde yüksek frekans aralığında ivme hesaplaması yaptığını tespit etmişlerdir. Bunun yanında analiz bölgelerinin zemin ve topoğrafik koşullarına bağlı

olarak eşdeğer lineer analizde nonlinear analize göre daha büyük maksimum yatay yüzey ivmesi değerlerine ulaştıkları ifade etmişlerdir.

DEEPSOIL programı aracılığıyla gerçekleştirilmiş olan eşdeğer lineer analiz sonucunda elde edilen EK-5'teki spektral ivme periyot grafikleri incelendiğinde, Bölge 1 analizi sonucunda elde edilen maksimum spektral ivme değerinin 3.63 g olduğu ve 0.197 periyodu ile pik noktaya ulaştığı tespit edilmiştir. Bölge 2 için maksimum spektral ivme değerinin 1.44 olduğu ve 0.127 periyodu ile pik yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Bölge 3'te bu değer 1.20 g, Bölge 4'te 1.37 g, Bölge 5'te ise 3.24 g olduğu sonucuna varılmıştır.

Nonlinear analiz sonucunda elde edilen EK-6'daki spektral ivme periyot grafikleri incelendiğinde ise Bölge 1 analizi sonucunda elde edilen maksimum spektral ivme değerinin 3.98 g olduğu ve 0.127 periyodu ile pik noktaya ulaştığı tespit edilmiştir. Bölge 2 için maksimum spektral ivme değerinin 1.65 olduğu ve 0.127 periyodu ile pik yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Bölge 3'te bu değer 1.23 g, Bölge 4'te 1.86 g, Bölge 5'te ise 2.80 g olduğu sonucuna varılmıştır.

Eşdeğer lineer analiz ve nonlinear analiz sonucunda elde edilen maksimum spektral ivme değerlerinin her beş bölge için ve her bir sondaj kuyusu için detaylı incelemesi yapıldığında sonuçların birbirlerine benzer eğilimler göstererek yakın değerler aldığı tespit edilmiştir. Eşdeğer lineer analizle ulaşılan değerlerin de daha büyük olduğu sondaj kuyuları bulunmaktadır. Fakat nonlinear analiz ile elde edilen maksimum spektral ivme değerlerinin eşdeğer lineer analizle ulaşılan değerlere göre bir miktar daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Gücek (2020), Iswanto ve Yee (2016)'nin çalışmalarına göre analizler değerlendirildiğinde nonlinear analiz ile elde edilen spektral ivme değerlerinin eşdeğer lineer analize göre daha büyük frekans değerlerini daha güvenilir olacak bir biçimde yansıtacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.8'deki analiz sonuçları incelendiğinde eşdeğer lineer analizdeki en büyük zemin büyütme oranları Bölge 1 için SK-3 kuyusunda 5.07 Hz frekansında 4.76 değerinde, Bölge 2 için SK-9 kuyusunda 7.87 Hz frekansında 1.89 değerinde, Bölge 3 için SK-4 kuyusunda 6.14 Hz frekansında 1.57 değerinde, Bölge 4 için SK-6 kuyusunda 7.87 Hz frekansında 2.44 değerinde, Bölge 5 için SK-6 kuyusunda 5.40 Hz frekansında 3.87 değerinde olduğu tespit edilmiştir.

Nonlinear analiz için en büyük zemin büyütme oranları ise Bölge 1 için SK-3 kuyusunda 5.07 Hz frekansında 5.22 değerinde, Bölge 2 için SK-9 kuyusunda 7.87 Hz

frekansında 2.16 değerinde, Bölge 3 için SK-4 kuyusunda 3.50 Hz frekansında 1.61 değerinde, Bölge 4 için SK-6 kuyusunda 7.87 Hz frekansında 2.44 değerinde, Bölge 5 için SK-6 kuyusunda 5.40 Hz frekansında 3.67 değerinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde nonlinear analiz ile elde edilen büyütme oranı değerlerinin bazı kuyularda daha küçük olmakla birlikte genel olarak eşdeğer lineer analiz ile elde edilen büyütme oranlarına göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.6'dan elde edilen analiz sonuçlarına bakıldığında toplam gerilme temelli olan eşdeğer lineer analiz yönteminde yer hareketleri etkisindeki maksimum PGA değeri Bölge 1 için 0.756 g, Bölge 2 için 0.307 g, diğer bölgeler için ise sırasıyla 0.540 g, 0.371 g ve 0.717 g olarak bulunmuştur. Efektif gerilme kullanılarak gerçekleştirilen nonlinear analizde yöntemdeki maksimum PGA değeri ise Bölge 1 için 0.747 g, Bölge 2 için 0.292 g, diğer bölgeler için ise sırasıyla 0.298 g, 0.377 g ve 0.561 g olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.12.** DEEPSOIL ve EERA ile elde edilen maksimum yatay yüzey ivmesi değerlerinin karşılaştırılması

Bölge No	Sondaj Kuyusu	DEEPSOIL	EERA
BÖLGE 1	SK-1	0.483	0.190
	SK-2	0.430	0.200
	SK-3	0.582	0.201
	SK-4	0.433	0.197
	SK-5	0.237	0.206
	SK-6	0.214	0.195
	SK-7	0.565	0.185
	SK-8	0.365	0.187
	SK-9	0.165	0.210
	SK-10	0.263	0.213
BÖLGE 2	SK-1	0.202	0.225
	SK-2	0.221	0.240
	SK-3	0.238	0.243
	SK-4	0.233	0.225
	SK-5	0.245	0.228
	SK-6	0.233	0.231
	SK-7	0.191	0.225
	SK-8	0.225	0.226
	SK-9	0.253	0.239
	SK-10	0.216	0.214
BÖLGE 3	SK-1	0.177	0.191
	SK-2	0.213	0.202
	SK-3	0.207	0.201
	SK-4	0.234	0.206
	SK-5	0.207	0.195
	SK-6	0.177	0.199
	SK-7	0.160	0.160
	SK-8	0.178	0.211
	SK-9	0.165	0.211
	SK-10	0.176	0.170
BÖLGE 4	SK-1	0.185	0.225
	SK-2	0.255	0.198
	SK-3	0.250	0.186
	SK-4	0.170	0.173
	SK-5	0.191	0.186
	SK-6	0.252	0.212
	SK-7	0.198	0.215
	SK-8	0.223	0.184
	SK-9	0.185	0.199
	SK-10	0.187	0.191
BÖLGE 5	SK-1	0.174	0.234
	SK-2	0.169	0.181
	SK-3	0.196	0.207
	SK-4	0.158	0.208
	SK-5	0.214	0.216
	SK-6	0.563	0.224
	SK-7	0.199	0.202
	SK-8	0.223	0.235
	SK-9	0.194	0.221
	SK-10	0.320	0.216

Daha önceden seçilmiş olan 5 farklı bölgedeki 10'ar adet inceleme kuyusu üzerinde DEEPSOIL programı aracılığıyla gerçekleştirilen eşdeğer lineer analiz ve EERA programı aracılığıyla gerçekleştirilen eşdeğer lineer analiz sonuçları incelendiğinde maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri genel olarak birbirlerine yakın değerler göstermektedir. Bazı kuyularda EERA ile elde edilen ivme değeri DEEPSOIL ile elde edilen ivme değerlerinden az farkla daha büyük değerler almaktadır. Fakat sonuçlar genele vurulduğunda DEEPSOIL programı maksimum yatay yüzey ivmesi değerlerinin EERA programı maksimumu yatay yüzey ivmesi değerlerine göre daha büyük değerler aldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu analiz sonuçları topoğrafyaya bağlı değişimi benzer olarak yansıtmaktadır. Nitekim bu durum literatürle uyum içerisindedir. Ceren ve Karakan (2019), Mert (2018), Kale (2008), Hosseini ve Pajouh (2010), Arslan ve Siyahi (2006), Adampira ve diğ., (2014) yaptıkları çalışmalarda bu yönde sonuçlara ulaşmışlardır.

Çizelge 4.13. DEEPSOIL ve EERA ile elde edilen zemin büyüme oranı değerlerinin karşılaştırılması

Bölge No	Sondaj Kuyusu	DEEPSOIL	EERA
BÖLGE 1	SK-1	3.84	3.38
	SK-2	2.83	1.00
	SK-3	4.76	1.47
	SK-4	3.00	1.22
	SK-5	1.77	1.45
	SK-6	1.60	1.09
	SK-7	4.47	1.19
	SK-8	2.58	1.30
	SK-9	1.31	3.97
	SK-10	1.78	1.65
BÖLGE 2	SK-1	1.31	1.50
	SK-2	1.54	1.07
	SK-3	1.28	1.08
	SK-4	1.24	2.54
	SK-5	1.30	3.68
	SK-6	1.33	2.70
	SK-7	1.31	3.30
	SK-8	1.18	1.87
	SK-9	1.89	1.87
	SK-10	1.32	1.43
BÖLGE 3	SK-1	1.28	1.54
	SK-2	1.40	1.10
	SK-3	1.40	1.24
	SK-4	1.57	1.00
	SK-5	1.22	1.07
	SK-6	1.09	1.83
	SK-7	1.18	1.60
	SK-8	1.02	1.72
	SK-9	1.10	1.72
	SK-10	0.81	1.81
BÖLGE 4	SK-1	1.05	5.25
	SK-2	1.80	1.07
	SK-3	1.78	1.30
	SK-4	1.15	1.48
	SK-5	1.27	1.72
	SK-6	1.68	2.82
	SK-7	1.20	1.79
	SK-8	1.31	1.83
	SK-9	1.45	1.80
	SK-10	1.35	1.72
BÖLGE 5	SK-1	1.03	2.09
	SK-2	1.10	2.14
	SK-3	1.54	3.12
	SK-4	1.11	2.10
	SK-5	1.24	1.67
	SK-6	4.25	1.05
	SK-7	1.06	2.27
	SK-8	1.60	1.25
	SK-9	1.18	1.45
	SK-10	2.23	1.32



DEEPSOIL programı aracılığıyla gerçekleştirilen eşdeğer lineer analiz ve EERA programı aracılığıyla gerçekleştirilen eşdeğer lineer analiz sonuçlarının zemin büyütme oranı değerleri incelendiğinde ise genel olarak her iki analiz yöntemi de birbirlerine yakın değerler göstermektedir. Bazı kuyularda EERA ile elde edilen ivme değeri DEEPSOIL ile elde edilen ivme değerlerinden az farkla daha büyük değerler almaktadır. Bu durum diğer analiz verilerine göre çoğunluk içermektedir.

EERA ile ulaşılan değerlerin DEEPSOIL ile ulaşılan değerlerden fazla olduğu kuyular daha çok sayıdadır. Fakat sonuçlar genele vurulduğunda DEEPSOIL programı zemin büyütme oranı değerlerinin EERA programı zemin büyütme oranı değerlerine göre daha büyük değerler aldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu analiz sonuçları topoğrafyaya bağlı değişimi benzer olarak yansıtmaktadır.

Literatürdeki diğer çalışmalarda Ceren ve Karakan (2019), Mert (2018), Kale (2008), Hosseini ve Pajouh (2010), Arslan ve Siyahi (2006), Adampira ve diğ., (2014) çalışmalarda bu yönde sonuçlara ulaşılmıştır.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Konya ili Organize Sanayi Bölgesi için bölgeye ait zemin özellikleri ile geoteknik ve jeolojik etüt raporları incelenerek detaylandırılmıştır. Deprem etkisi altında çalışma bölgesinin deprem riski incelenmiştir. Deprem etkisinde oluşabilecek yer hareketlerine göre analizler gerçekleştirilmiştir. Bölgede yer alan ve 50 adet sondaj kuyusu için eşdeğer lineer ve nonlinear zemin dinamik analizleri ve zemin büyütme analizleri gerçekleştirilmiştir. Her beş analiz bölgesi için de bölge zemininin olası davranışları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Analizlerin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle Konya Organize Sanayisinde farklı konumlarda yer alan 5 adet bölge seçilmiştir. Her bir bölge için 10'ar adet olmak üzere toplamda 50 tane sondaj kuyusu belirlenmiştir. Bu bölgeler için hazırlanan geoteknik ve jeolojik etüt raporları ile laboratuvar ve arazi deneyleri sonucunda elde edilen geoteknik verilerden faydalanarak belirlenen 50 sondaj kuyusu için idealize zemin profilleri oluşturulmuştur (Bölüm 3.8). Ardından bu zemin profillerinin DEEPSOIL programı aracılığıyla eşdeğer lineer ve nonlinear, EERA programı aracılığıyla eşdeğer lineer zemin dinamik davranış analizleri gerçekleştirilmiştir.

Anakayadan gelen deprem dalgaları zemin tabakaları içerisinde değişime uğramaktadır. Bu durum deprem hareketlerinin zeminler içerisinde transforme edilerek iletilmesini ortaya çıkarmaktadır. Çalışmada ülkemizde yaşanan çok büyük depremlerden olan 17.07.1999 Kocaeli depreminin zemin özelliklerini ne derecede değiştirdiği ve büyüttüğü üzerinde çalışılmıştır.

TBDY 2018'de önerilen kayma dalgası hızlarına göre yerel zemin sınıflarının belirlenmesi kısmı dikkate alınarak inceleme alanı ZD-ZE zemin sınıfı olarak belirlenmiştir.

Bölgelerin yerel zemin koşulları, o bölgelerin yer hareketine karşı tepkilerini net bir şekilde etkilemektedir. Bu etkiler yerel etkiler olarak da adlandırılmaktadır. Yerel etkilerin belirlenmesinde akla gelen en önemli etkenler yeraltı tabakalanması, geoteknik özellikler, zemin topoğrafyası ve yüzey jeolojisidir. Bu etkilerin incelenebilmesi için zemin davranış analizleri ile yerel etkilerin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yerel etkinin en önemli örneği zemin büyütmesidir. Çünkü zeminler deprem esnasındaki anakaya kaynaklı sismik dalgaların genliklerini büyütme veya sönmüleme davranışlarına sahiptir.

Zemin büyütmesi, deprem oluşumunun beklendiği yerlerde yapılarda meydana gelebilecek zararların belirlenebilmesinde, olası can kayıplarının ve ekonomik problemlerin azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. Geçmişte zemin büyütmesi kaynaklı meydana gelen depremlerde ciddi hasar ve kayıpların olduğu görülmüştür. Bundan kaynaklı olarak da zemin dinamik davranışlarının belirlenmesi, mevcut yapılarda önlem alınmasında ve oluşturulacak yeni yerleşim yerlerinin uygun olarak belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Zemin tabakalarındaki kayma dalgası hızları, tabakaların yoğunlukları, tabakaların sönüm özellikleri ve kalınlıkları, zemin büyütmesinde etkili olan kritik faktörlerdir. Çalışmada zemin büyütmesi değeri, en büyük spektral ivme değerinin en büyük anakaya spektral ivmesine oranı şeklinde hesaplanmıştır. Çalışma sahasındaki geoteknik veriler değerlendirildiğinde analizlerin bir boyutlu olacak şekilde yapılmasına karar verilmiştir. Bundan kaynaklı olarak da zemin sahasındaki vadi boyutu gibi iki boyut oluşturacak etkiler çalışmada göz ardı edilmiştir.

Eşdeğer lineer ve nonlinear zemin davranış analizleri ile ulaşılan ivme zaman ve spektral ivme periyot grafikleri ele alındığında; eşdeğer lineer analiz ile tespit edilen maksimum yatay yüzey ivmesi değerlerinin nonlinear analiz ile ulaşılan değerlere göre genel anlamda yakın olmakla birlikte bir miktar daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Maksimum spektral ivme değerleri incelendiğinde ise nonlinear analiz sonucu elde edilen değerlerin eşdeğer lineer analize göre bir miktar daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Fakat bu kıyaslama bölgede yer alan tüm sondaj kuyularını kapsayıcı nitelikte değildir. Bu genellemenin uymadığı hücreler de bulunmaktadır. Bu iki durum da literatürle uyum içerisindedir. Bu iki ivme değeri tüm bölgeler için aynı analiz yöntemi altında değerlendirildiğinde değerlerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Fakat arada çok büyük olmayan farklar bulunmaktadır. Hemen hemen birbirine yakın noktalar olsa da zemin özelliklerinin kısa mesafelerdeki değişiminin analizlere etkisi göz ardı edilmemelidir.

EERA analiz programı aracılığıyla elde edilen eşdeğer lineer analiz sonuçları, DEEPSOIL aracılığıyla ulaşılan sonuçlara yakınlık göstermektedir. Her iki analiz sonucu da topoğrafyaya bağlı olan değişimi benzer şekilde yansıtmaktadır. EERA ile ulaşılan maksimum yatay yüzey ivmesi değerleri genel olarak DEEPSOIL eşdeğer lineer analiz maksimum yatay yüzey ivmesi sonuçlarına benzerdir. Bazı sondaj kuyularında DEEPSOIL ile ulaşılan maksimum ivme değerleri bazı sondaj kuyularında ise EERA ile

ulaşılan ivme değerleri daha büyük olarak belirlenmektedir. Fakat çoğunluğa bakıldığında EERA eşdeğer lineer analiz ile hesaplanan yüzey ivmesi değerlerinin DEEPSOIL programı eşdeğer lineer analizi ile hesaplanan maksimum yatay yüzey ivmesi değerlerinden bir miktar daha büyük olduğu görünmektedir. Spektral ivme değerlerinin karşılaştırması yapıldığında ise yine her iki programdaki eşdeğer lineer analiz sonucunda birbirine yakın değerler ortaya çıkmaktadır. Spektral ivme değerlerinde de iki farklı analiz sonucunun birbirinden büyük olduğu durumlar mevcuttur. Fakat burada da genele bakıldığında DEEPSOIL eşdeğer lineer ile hesaplanan maksimum spektral ivme değerlerinin EERA eşdeğer lineer analiz ile hesaplanan değerlere göre daha büyük olduğuna ulaşılmıştır. DEEPSOIL programı nonlinear analiz yöntemi ile ulaşılan maksimum spektral ivme değerlerinde bu fark daha belirgin olarak ortaya çıkmaktadır.

Toplam gerilme temelli olan eşdeğer lineer analiz yönteminde yer hareketleri etkisindeki maksimum PGA değeri Bölge 1 için 0.756 g, Bölge 2 için 0.307 g, diğer bölgeler için ise sırasıyla 0.540 g, 0.371 g ve 0.717 g olarak bulunmuştur.

Efektif gerilme kullanılarak gerçekleştirilen nonlinear analizde yöntemindeki maksimum PGA değeri ise Bölge 1 için 0.747 g, Bölge 2 için 0.292 g, diğer bölgeler için ise sırasıyla 0.298 g, 0.377 g ve 0.561 g olarak bulunmuştur. Analiz bölgelerine göre inceleme yapıldığında ulaşılan bu tüm sonuçlara bakıldığında kayma modülü ve snleme oranına göre hesap gerçekleştirebilmek için nonlinear analiz yönteminin, özellikle yumuşak zeminlerde kullanımının daha iyi sonuçlar vereceği sonucuna ulaşılmıştır ve önerilmiştir.

Eşdeğer lineer analiz sonuçlarına göre:

Bölge 1 için en küçük zemin büyütme oranı 1.06 iken en büyük zemin büyütme oranı 1.90 olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu büyütme değerleri, zemin büyütme değerlerine bağlı tehlike düzeyi sınıflandırmasına göre C düzeyinde yani düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 2 için en küçük zemin büyütme oranı 1.12, en büyük zemin büyütme oranı değeri 1.49 olarak belirlenmiştir. Bölge 2, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre C düzeyinde düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 3 için en küçük zemin büyütme oranı 0.81, en büyük zemin büyütme oranı değeri 1.57 olarak belirlenmiştir. Bölge 3, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre C düzeyinde düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 4 en küçük zemin büyütme oranı 1.05, en büyük zemin büyütme oranı değeri 1.78 olarak belirlenmiştir. Bölge 4, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre C düzeyinde düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 5 için inceleme yapıldığında ise en küçük zemin büyütme oranı 1.03, en büyük zemin büyütme oranı değeri 4 olarak belirlenmiştir. Bölge 5, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre B düzeyinde orta tehlikeli olarak tespit edilmiştir

Nonlineer analiz sonuçlarına göre Bölge 1 için en küçük zemin büyütme oranı 1.24 en büyük zemin büyütme oranı ise 2.77 olarak tespit edilmiştir. Bölge 1 bu sonuçlara göre B düzeyinde orta tehlikeli bölge olarak belirlenmiştir.

Bölge 2 için zemin büyütme değeri 1.28 iken en büyük zemin büyütme oranı ise 2.16'dir. Bölge 2 nonlineer analiz sonucuna göre B düzeyinde yani orta tehlikeli olarak belirlenmiştir.

Bölge 3 için en küçük zemin büyütme oranı 1.05, en büyük zemin büyütme oranı değeri 1.61 olarak belirlenmiştir. Bölge 3, nonlineer analiz sonucuna göre C düzeyinde düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 4 için en küçük zemin büyütme oranı 1.09, en büyük zemin büyütme oranı değeri 2.44 olarak belirlenmiştir. Bölge 4, nonlineer analiz sonucuna göre B düzeyinde orta tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 5 için inceleme yapıldığında ise en küçük zemin büyütme oranı 1.03, en büyük zemin büyütme oranı değeri 3.67 olarak belirlenmiştir. Bölge 5, nonlineer analiz sonucuna göre C düzeyinde düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

EERA aracılığıyla gerçekleştirilen eşdeğer lineer analiz sonucuna göre:

Bölge 1 için en büyük zemin büyütme oranı 3.97 iken Bölge 2 için ise bu değer 3.68 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre Bölge 1 ve Bölge 2, B düzeyinde orta tehlikeli bölge olarak belirlenmiştir.

Bölge 3 için en küçük zemin büyütme oranı 1.00 en büyük zemin büyütme oranı değeri 1.83 olarak belirlenmiştir. Bölge 3, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre C düzeyinde düşük tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 4 için en küçük zemin büyütme oranı 1.07, en büyük zemin büyütme oranı değeri 2.82 olarak belirlenmiştir. Bölge 4, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre B düzeyinde orta tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Bölge 5 için inceleme yapıldığında ise en küçük zemin büyütme oranı 1.32, en büyük zemin büyütme oranı değeri 3.12 olarak belirlenmiştir. Bölge 5, eşdeğer lineer analiz sonucuna göre B düzeyinde orta tehlikeli olarak tespit edilmiştir.

Zemin büyütme oranlarının genel tablosuna bakıldığında EERA eşdeğer lineer analiz ile hesaplanan zemin büyütme oranlarının DEEPSOIL eşdeğer lineer analiz ile hesaplanan zemin büyütme oranlarından bir miktar daha büyük olduğu belirlenmiştir.

Gerçekleştirilen zemin büyütme analizlerinin sonuçlarına göre bazı sondaj bölgelerinde, eşdeğer lineer analiz için iki kata varan nonlinear analiz için ise üç kata varan zemin büyütme oranı değerlerine ulaşılmıştır. Bu değerler de açık olarak yerel zemin koşullarının depremler esnasındaki etkilerini göstermektedir.

Çalışmada analizler ile ulaşılan zemin büyütme oranı değerlerinin zeminin plastisitesi ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Zemin kalınlığının sabit tutulması nedeniyle zemin büyütmesinin zemin plastisite değerinden çok fazla etkilendiği ortaya çıkmaktadır.

Analizler ile ulaşılan zemin büyütme değerleri, bina durumları ve deprem etkilerine göre farklılık göstermektedir. Analiz sonuçlarında ulaşılan değerlerin yönetmelikte önerilen spektral ivme değerlerinden büyük ve küçük olduğu durumlara ulaşılmıştır. Hem eşdeğer lineer analiz hem de nonlinear analizde zemin büyütme oranları arttıkça spektral ivme değerleri yönetmelikte önerilen değerlerin üzerine çıkmaktadır. Bundan kaynaklı olarak zemin büyütme değerlerinin yüksek olduğu bölgelerde, sahaya özel olarak belirlenecek tasarım spektrumunun yönetmelikte önerilen değerler yerine kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Zeminlerdeki aşırı boşluk suyu basıncı değeri ve zeminlerin doğrusal olup olmama derecesine göre toplam gerilme temelli eşdeğer lineer analiz ve efektif gerilme temelli nonlinear analizler arasındaki farklılıklar değişim göstermektedir.

Eşdeğer lineer yöntem zemin tepki analizlerinde en sık kullanılan analiz yöntemlerinden biridir. Fakat bu analiz ile elde edilen tepki değerleri zeminlerin doğrusal olmama durumlarını tam olarak kapsayamamaktadır. Çünkü zeminlerdeki doğrusal olmama durumunu gösteren sönüm oranı ve kayma modülü değerleri efektif gerilme aracılığıyla tespit edilebilmektedir. Bu değerler zaman içerisinde değişim göstermektedir. Fakat eşdeğer lineer analiz yönteminde bu iki değer zamanla değişim göstermediği kabul edilmektedir. Bundan kaynaklı olarak da büyük ölçekli depremler etkisinde,

sıvılaşma ihtimali yüksek ve yumuşak yapıdaki zeminler için eşdeğer lineer ve nonlineer analizlerin birbirine paralel olacak şekillerde yapılarak birbirleri uyarınca değerlendirilmesi önerilmektedir. Her iki yöntemden elde edilen sonuçlar bu şekilde değerlendirilerek analizlerde yapılan hatalar kolayca tespit edilebilmekte ve daha doğru sonuçlara ulaşmak kolaylaşmaktadır.

İncelenen bu unsurlara göre tez çalışması kapsamında seçilen Konya Organize Sanayi Bölgesinde gerçekleştirilen analiz sonuçlarına bakıldığında birbirine yakın parsellerde farklı ivme değerleri, tepki spektrumları ve büyütme oranlarına ulaşılmıştır. Bu sonuçlar neticesinde Konya Organize Sanayi Bölgesinin sismik etkiler altında çok farklı davranışlar göstereceğine açıkça ulaşılmaktadır. Bunlara ek olarak Konya Organize Sanayi Bölgesi zemini, deprem etkileri esnasında deprem hareketi süresini uzatıcı etkiye sahiptir.

Ülkemiz de büyük depremlere maruz kalabilecek yapıya sahip olduğundan ve zemininin deprem hareketini büyütmesi ve süresini uzatması açısından mutlaka üzerinde çalışılması gereken durum olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Ulaşılan analiz sonuçlarının yeni yapı tasarımında ve mevcut yapıların deprem etkisindeki davranışının incelenmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir. Güvenli yapılaşmalar için raporlardan ulaşılan zemin profillerinin de dikkate alınması gerektiğine açıkça ulaşılmaktadır.

Konya Organize Sanayi Bölgesinde inşa edilecek yeni yapılarda statik hesaplamalar yapılmadan önce mutlak olarak zemin dinamik davranış analizleri gerçekleştirilerek incelenmelidir. Bu aşamada DEEPSOIL ve EERA programı analizlerinin birlikte yapılarak değerlendirilmesinin güvenli sonuçlar alınması açısından önemli olduğunu düşünmekteyim. Elde edilen bu analiz sonuçlarına göre binaların statik hesaplarının yapılmasının daha doğru ve daha güvenilir sonuçlar vereceği kanaatindeyim.

## KAYNAKLAR

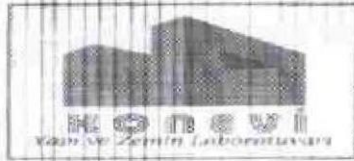
- Adatepe, Ş. (2002), “Küçükçekmece ve Sefaköy Yerleşim Bölgelerinin Zemin Büyütmesine Göre Mikrobölgelemesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-130.
- Adampira, M., Alielahi, H., Panji, M., Koohsari, H., 2014, Comparison of Equivalent Linear and Nonlinear Methods in Seismic Analysis of Liquefiable Site Response Due to Near-Fault Incident Waves: A Case Study, *Arabian Journal of Geosciences*, 8, 3103-3118.
- Afacan, K.B. (2014), “Evulation of Nonlinear Site Response Of Soft Clay Using Centrifuge Models”, Doktora Tezi, *University of California*, Los Angeles, 1-85.
- Afacan, K.B., Yniesta, S., Shafiee, A., Stewart, J.P., Brandanberg, S.J., 2019, Total Stress Analysis of Soft Clay Ground Response in Centrifuge Models, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 145(10), 04019061.
- Aksu, B. (2014), “Erzurum Şehir Merkezinde Kuzey Güney Doğrultulu Bir Hat Boyunca Yer Alan Yapı Stoğunun, Zemin ve Yapı Periyodu Açısından Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, 1-65.
- Arslan, H., Siyahi, B., 2006, A Comparative Study on Linear and Nonlinear Site Response Anylsis, *Enviromental Geology*, 50, 1193-1200.
- Bayrakçı, S., Baran, T., 2018, Zemin Dinamik Davranışının Eşdeğer Lineer Analiz Yöntemi ile Belirlenmesi, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1/1, 10-15.
- Benli, A. (2020), “İstanbul Burgazada’ında Jeofizik Veriler Kullanılarak Deprem-Zemin Etkileşiminin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul, 1-163.
- Bozkurt, R., Demiröz, A., 2020, Aksaray Hamidiye Bölgesi Zemin Dinamik Davranışının Eşdeğer Doğrusal Analiz Yöntemi ile İncelenmesi, *Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi*, c.8 s.3, 643-651.
- Bozkurt, R., Demiröz, A., 2020, Investigation of Soil Dynamic Behavior by Using Equivalent Linear Analysis Method: Example of Aksaray Doğantarla, *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6/2, 160-171.
- Ceren, K., Karakan, E., 2019, Zemin Analizleriyle Dinamik Davranış Özelliklerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Çalışma: Kahramanmaraş ili Üngüt Mahallesi Örneği, *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetlet Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 2020; 6(1), 146-156.
- Civelekler, E., Okur, D.V., Afacan, K.B., 2017, Eşdeğer Analiz Yöntemi ile Zeminin Dinamik Davranışının Değerlendirilmesi: Eskişehir Odunpazarı Örneği, 4. *Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 11-13 Ekim 2017*, Eskişehir, 1-8.



- Çetin, K.Ö., Unutmaz, B., 2004, Zemin Sıvılaşması ve Sismik Zemin Davranışı, *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 430, 33-34.
- Çokar, T. (2012), “Gyte Çayırova Kampüsü Zemininin Eşdeğer Lineer Analiz Yöntemi Kullanılarak Davranış Analizlerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 1-70.
- Deepankar, C., Purnanand, S., 2009, Equivalent-Linear Seismic Anlyses of MSW Landfills Using DEEPSOIL, *Engineering Geology*, 107(3-4), 98-108.
- Eren, Y., 2011, Konya'nın Jeolojisi, Neo-tektonik Yapısı ve Depremselliği, *1. Konya Kent Sempozyumu*, Konya, 111-120.
- Erdil, E.F. (2013), “Yapı Zemin Etkileşiminin Antalya ili Ölçeğinde Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Antalya, 1-80.
- Gücek, S. (2020), “Arazi Deneilerine Dayalı Zemin Büyütmesi ve Sıvılaşma Analizleri: Afyonkarahisar-Uydukent Yerleşim Alanı Örneği”, Doktora Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Afyonkarahisar, 1-183.
- Halaç B. (2016), “Deprem Yönetmeliklerindeki Zemin Sınıflandırma Kriterlerinin Zemin Büyütme Açısından İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-69.
- Hashash, Y.M.A., Musgrove, M.I., Harmon, J.A., İlhan, O., Groholski, D.R., Philips, C.A. and Park, D., 2017, *DEEPSOIL 7.0, User Manual*, 1-170.
- Hosseini, S.M.M.M., Pajouh, M.A., 2010, *Comparative Study on the Equivalent Linear and the Fully Nonlinear Site Response Anlysis Approaches*, *Arabian Journal of Geosciences*, 587-597.
- Kaklamanos, J., Baise, L.G., Thompson, E.M., Dorfmann, L., 2015, Comparison of 1D Linear, Equivalent Linear, and Non-linear Site Response Models at Six Kik-Net Validation Sites, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 69, 207-219.
- Khanbabazadeh, H. (2014), “Anakaya Eğiminin Zemin Büyütmesine Etkisi”, Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-65.
- Kale, P. (2008), “Yerel Arazi Etkilerinin Bir ve İki Boyutlu Analizlerle İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-161.
- Kirkit, M., Siyahi, B., Akgünler, C., 2010, Kohezyonlu Zeminlerin Davranış Analizinde Doğrusal ve Eşdeğer Doğrusal Yaklaşımlarının Karşılaştırılması, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği On Üçüncü Ulusal Kongresi*, İstanbul, 225-234.
- Mert, M. (2018), “Zeminlerin Sıvılaşma Potansiyelinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analizlerle Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir, 1-140.

- Nar, D. (2016), “Kocaeli Gölcük İlçesi Çöküntü Bölgesi Yerel Zemin Özelliklerinin Sismolojik ve Bir Boyutlu Zemin Davranış Analizleri ile Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması”, Doktora Tezi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kocaeli, 1-74.
- Özyazıcıoğlu, M., Dönmezçelik, K., Orhan, S.N., Özkan, M.Y., 2019, Erzincan ili Zemin Büyütmelerine Dayalı Mikrobölgeleme Çalışması, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5/2, 247-256.
- Seed, H.B., Idriss, I.M., 1970, Soil Moduli and Damping Factors for Dynamic Response Analyses, *Earthquake Engineering Research Center, University of California*, EERC 70-10.
- Selçuk, M.E., Kılıç, H., Özaydın, K., 2007, Kalın Zemin Çökellerinde Eşdeğer Lineer ve Nonlinear Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması, *Altuncu Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı*, İstanbul, 187-198.
- Subaşı, O., Haşal, E., Özaslan, B., İyisan, R., Yamanaka, H., 2019, Bir Boyutlu Dinamik Analiz ve Mikrotremör Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması, *Teknik Dergi*, 9459-9481.
- Tunçel, A. (2008), “Sismik Kırılma Yöntemi ve Mikrotremör Ölçümlerinden Elde Edilen Dinamik Zemin Parametrelerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-169.
- URL-1: [kos.org.tr](http://kos.org.tr)
- URL-2: <http://geomekanik.com/konya/stratigrafik-kesit-konya/>
- Uyanık, O. (2002), “Kayma Dalgası Hızına Bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analiz Yöntemi”, Doktora Tezi, *Dokuz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1-190.
- Yalçın, İ.A., Kuruoğlu, M., Kayalar, A.Ş., 2008, İzmir Körfezi Güneydoğu Kıyı Zeminleri için Bir Geoteknik Deprem Mühendisliğinin Araştırması, *Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği On İkinci Ulusal Kongresi*, Konya, 62-72.
- Yılmazoğlu, M.U., Bayraktar, O.Y., 2018, Topoğrafik Özelliklerinin Zeminin Dinamik Davranışına Etkisinin Bir Boyutlu Analiz Yöntemiyle İncelenmesi, *2nd International Symposium on Innovative Approaches in Scientific Students*, Samsun, 1311-1313.
- Zhang, Y., Yao, S., Christie, S.R., 2013, Non-linear and Equivalent Linear site Response Anlysis for the İzmit Bay Bridge, *Cesedininse of the 3rd International FLACDEM Symposium*, Hangzhou, P.R. China.

## EK-1 Kullanılan Laboratuvar DeneY Sonuçları Raporları



**KONEVİ YAPI-ZEMİN LABORATUVAR**  
**HİZ. MÜH. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.**  
 Fevzi Çakmak Mah. 10569 Sk. No:34 Karatay / KONYA  
 Tel/Faks: (0 332) 342 41 40

**YAPI BİLGİLERİ**

<b>BAŞVURU SAHİBİ</b>	HASAN ÇİMEN MÜH. LTD. ŞTİ.
<b>YAPI SAHİBİ</b>	ASELKON HİD. MET. DEM. ÇEL. MÜH. MAK. SAN. VE TİC. A.Ş.
<b>YAPININ ADRESİ</b>	BÜYÜKKAYACIK MAH. / SELÇUKLU / KONYA
<b>PAFTA/ADA/PARSEL</b>	L29D23D3C / 43119 / 1

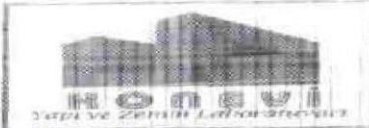
<b>Numune Geliş Tarihi</b>	21.09.2019
<b>Deney Baş. Tarihi</b>	21.09.2019
<b>Kayıt Numarası</b>	K19-813-Z
<b>Rapor Tarihi</b>	12.10.2019
<b>Rapor Numarası</b>	R19-813-Z
<b>Bakanlık Rap. No</b>	16929963

**TOPLU DENEY SONUÇLARI RAPORU**

Numune			Doğal Su Muhtevası (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			USCS	Nokta Yüklleme Dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Üç Eksenli Basınç (UU)		Konsolidasyon		Gr	Direkt Kesme Deneyi	
Sondaj Kuyusu Adı	Tipi ve Adı	Derinlik			#10 Kalan (%)	#200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PT (%)			* C <sub>u</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	* f <sub>su</sub> (°)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m <sup>2</sup> )		* C <sub>cu</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	* f <sub>cu</sub> (°)
SK-1	UD-1	0,00	22,56		0,00	90,51		NP	ML									
SK-1	SPT-1	1,50	7,45		4,81	34,82		NP	SM									
SK-1	SPT-2	4,50	18,63		5,87	82,66		NP	ML									
SK-1	UD-2	5,00	24,56		8,27	84,78		NP	ML									
SK-1	SPT-3	7,50	20,52		4,42	85,96		NP	ML									
SK-1	SPT-4	9,00	23,42		0,00	92,64	52	26	26	CH								
SK-1	UD-3	10,00	31,56	1,85	0,00	93,51	54	26	28	CH	0,65	4	1,7		2,63			

SK-1,0,00-5,00m; UD numunelerinde zemini sıtli ve dağılıp olması nedeniyle üç eksenli basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılamamıştır.

EK 1.1. Bölge 1 laboratuvar deney sonuçları raporu



**KONEVİ YAPI-ZEMİN LABORATUVAR**  
**HİZ. MÜH. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.**  
 Fevzi Çakmak Mah. 10569 Sk. No:34 Karatay / KONYA  
 Tel/Faks: (0 332) 342 41 40



### YAPI BİLGİLERİ

<b>BAŞVURU SAHİBİ</b>	HASAN ÇİMEN MÜH. LTD. ŞTİ.
<b>YAPI SAHİBİ</b>	ASELKON HİD. MET. DEM. ÇEL. MÜH. MAK. SAN. VE TİC. A.Ş.
<b>YAPININ ADRESİ</b>	BUYUKKAYACIK MAH. / SELÇUKLU / KONYA
<b>PAFTA/ADA/PARSEL</b>	L29D23D3C / 43119 / 1

<b>Numune Geliş Tarihi</b>	25.09.2019
<b>Deney Baş. Tarihi</b>	25.09.2019
<b>Kayıt Numarası</b>	K19-813-Z
<b>Rapor Tarihi</b>	12.10.2019
<b>Rapor Numarası</b>	R19-813-Z
<b>Bakanlık Rap. No</b>	16929963

### TOPLU DENEY SONUÇLARI RAPORU

Sondaj Kuyusu Adı	Tipi ve Adı	Derinlik	Doğal Su Muhtevası (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Etik Analiz		Atterberg Limitleri			USCS	Nokta Yıkılma Dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Diç Eksenli Basınç (DU)		Konsolidasyon		Gr	Direkt Kesme Deneyi	
					#10 Kızan (%)	#200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)			$\sigma_{c1}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{c2}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Sıgma Yüzdesi (%)	Sıgma Basıncı (kN/m <sup>2</sup> )		$\sigma_{1p}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{2p}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
SK-2	UD-1	0,00	6,52		0,00	80,91				ML								
SK-2	SPT-1	1,50	4,63		6,74	76,05				ML								
SK-2	UD-2	5,00	21,45	1,93	0,00	87,10	46	25	21	CL		0,66	5	2,6		2,66		
SK-2	SPT-2	6,00	16,75		0,00	88,14				ML								
SK-2	UD-3	10,00	8,46		0,00	89,28				ML								
SK-2	SPT-3	10,50	16,31		0,00	90,38				ML								
SK-2	SPT-4	12,00	14,71		0,00	91,35				ML								
SK-3	UD-1	0,00	7,34		0,00	78,23				ML								
SK-3	SPT-1	3,00	30,63		0,00	93,13	53	25	28	CH								
SK-3	UD-2	5,00	5,82		0,00	87,13				ML								
SK-3	SPT-2	9,00	16,34		0,00	91,36				ML								
SK-3	UD-3	10,00	10,55		0,00	86,28				ML								
SK-3	SPT-3	12,00	12,33		3,90	85,72				ML								
SK-3	SPT-4	13,50	18,47		0,00	92,66				ML								
SK-4	UD-1	0,00	7,35		0,00	82,83				ML								
SK-4	SPT-1	3,00	33,56		0,00	94,35	55	25	30	CH								
SK-4	SPT-2	4,50	21,63		0,00	84,14	44	24	20	CL								
SK-4	UD-2	5,00	6,81		0,00	76,24				ML								
SK-4	SPT-3	7,50	18,45		0,00	88,40				ML								
SK-4	UD-3	10,00	11,82		0,00	87,97				ML								
SK-4	SPT-4	12,00	16,22		0,00	92,95				ML								

SK-2-3-4 0,00-10,00m, SK-3-4 5,00m UD numunelerinde zeminin siltli ve dağılıp olması nedeniyle diç eksenli basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılmamıştır.

Not ve Açıklamalar:

**EK 1.2.** Bölge 1 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK2-SK4)



## KONEVİ YAPI-ZEMİN LABORATUVAR HİZ. MÜH. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.

Fevzi Çakmak Mah. 10569 Sk. No:34 Karatay / KONYA  
Tel/Faks: (0 332) 342 41 40



### YAPI BİLGİLERİ

BAŞVURU SAHİBİ	HASAN ÇİMEN MÜH. LTD. ŞTİ.
YAPI SAHİBİ	ASELKON HİD. MET. DEMİ. ÇEL. MÜH. MAK. SAN. VE TİC. A.Ş.
YAPININ ADRESİ	BÜYÜKAYACIK MAH. / SELÇUKLU / KONYA
PAFTA/ADA/PARSEL	L29D23D3C / 43119 / 1

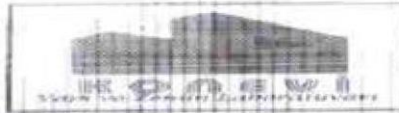
Numune Geliş Tarihi	25.09.2019
Dency Baş. Tarihi	25.09.2019
Kayıt Numarası	K19-813-Z
Rapor Tarihi	12.10.2019
Rapor Numarası	R19-813-Z
Bakanlık Rap. No	16929963

### TOPLU DENEY SONUÇLARI RAPORU

Numune			Doğal Su Muhtevası (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			USCS	Nokta Yükleme Dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Üç Eksenli Basınç (UU)		Konsolidasyon		Gs	Direkt Kesme Deneyi	
Sondaj Kuyusu Adı	Tipi ve Adı	Derinlik			#10 Kalan (%)	#200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)			*c <sub>up</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	*f <sub>op</sub> (°)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m <sup>2</sup> )		*c <sub>cp</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	*f <sub>cp</sub> (°)
SK-5	UD-1	0,00	6,83	0,00	75,43		NP		ML									
SK-5	SPT-1	1,50	17,82	6,19	79,84		NP		ML									
SK-5	UD-2	5,00	14,58	8,81	76,57		NP		ML									
SK-5	SPT-2	6,00	20,56	0,00	86,16		NP		ML									
SK-5	SPT-3	7,50	15,63	5,25	86,58		NP		ML									
SK-5	SPT-4	9,00	13,82	0,00	93,12		NP		ML									
SK-5	UD-3	10,00	16,37	10,86	78,52		NP		ML									
SK-6	UD-1	0,00	6,33	6,76	82,42	41	23	18	CL									
SK-6	SPT-1	1,50	18,56	0,00	81,67		NP		ML									
SK-6	SPT-2	3,00	33,63	0,00	93,06	53	26	27	CH									
SK-6	SPT-3	4,50	28,55	0,00	90,84	51	26	25	CH									
SK-6	UD-2	5,00	4,72	1,87	40,43		NP		SM							0,1639		19
SK-6	SPT-4	6,00	16,91	0,00	84,93		NP		ML									
SK-6	UD-3	10,00	24,78	0,00	76,68		NP		ML									

SK-5 0,00-5,00-10,00m, SK-6 10,00m UD numunelerinde zeminin siltli ve dağılgan olması nedeniyle üç eksenli basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılamamıştır.

EK 1.3. Bölge 1 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK5-SK6)



**KONEVİ YAPI-ZEMİN LABORATUVAR**  
**HİZ. MÜH. MAD. SAN. VE TİC. LTD. ŞTİ.**  
 Fevzi Çakmak Mah. 10569 Sk. No:39 Karatay / KONYA  
 Tel/Faks: (0 332) 342 41 40



### YAPI BİLGİLERİ

<b>BAŞVURU SAHİBİ</b>	HASAN CİMER MÜH. LTD. ŞTİ.
<b>YAPI SAHİBİ</b>	AŞILKON HİD. MET. DEM. ÇEL. MÜH. MAK. SAN. VE TİC. A.Ş.
<b>YAPININ ADRESİ</b>	BÜYÜKKAYACIK MAH. / SELÇUKLU / KONYA
<b>PAFTA/ADA/PARSEL</b>	L29D23D9C / 43119 / 1

<b>Numune Geliş Tarihi</b>	02.10.2019
<b>Deney Baş. Tarihi</b>	02.10.2019
<b>Kayıt Numarası</b>	K19-813-Z
<b>Rapor Tarihi</b>	12.10.2019
<b>Rapor Numarası</b>	R19-813-Z
<b>Bakanlık Rap. No</b>	16929963

### TOPLU DENEY SONUÇLARI RAPORU

Sonda Kuyusu Adı	Tipi ve Ade	Derinlik	Doğal Su Muhtevası (%)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Elek Analiz		Atterberg Limitleri			USCS	Nokta Yüklenme Dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Üç Eksenli Basınç (UU)		Konsolidasyon		Gs	Düğümlü Kesme Deneyi	
					#10 Kalan (%)	#200 Geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)			* $e_{cu}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	* $e_{cu}$ (%)	Şişme Yüzdesi (%)	Şişme Basıncı (kN/m <sup>2</sup> )		* $e_{cu}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	* $e_{cu}$ (%)
SK-7	UD-1	0,00	18,56		5,12	81,23			NP									
SK-7	SPT-1	1,50	17,63		5,58	84,50			NP									
SK-7	SPT-2	4,50	17,82		4,61	84,42			NP									
SK-7	UD-2	5,00	21,45		0,00	88,89			NP									
SK-7	SPT-3	9,00	18,93		0,00	92,55			NP									
SK-7	UD-3	10,00	24,55		0,00	91,47			NP									
SK-7	SPT-4	13,50	22,63		0,00	89,44	51	26	25	CH								
SK-8	UD-1	0,00	20,63		2,46	84,49			NP									
SK-8	SPT-1	1,50	4,12		13,60	28,28			NP									
SK-8	SPT-2	3,00	31,53		0,00	94,32	54	27	27	CH								
SK-8	UD-2	5,00	12,56		0,00	89,12			NP									
SK-8	SPT-3	6,00	14,75		0,00	86,69			NP									
SK-8	UD-3	10,00	26,71		0,00	92,14			NP									
SK-8	SPT-4	10,50	17,33		5,39	85,41			NP									
SK-9	UD-1	0,00	16,91	1,90	2,65	88,55	51	27	24	CH	0,68	5	3,0		2,64			
SK-9	SPT-1	3,00	33,34		0,00	95,64	56	27	29	CH								
SK-9	UD-2	5,00	18,71		10,83	76,60			NP									
SK-9	SPT-2	6,00	16,63		6,08	81,54			NP									
SK-9	SPT-3	7,50	18,71		10,86	76,52			NP									
SK-9	UD-3	10,00	28,75		0,00	90,03			NP									
SK-9	SPT-4	12,00	31,28		0,00	93,84	54	24	30	CH								
SK-10	UD-1	0,00	17,34		3,31	84,95			NP									
SK-10	SPT-1	1,50	22,42		0,00	86,22	46	24	22	CL								
SK-10	SPT-2	4,50	8,63		4,65	80,78			NP									
SK-10	UD-2	5,00	21,45		6,09	84,35			NP									
SK-10	SPT-3	9,00	14,72		4,08	84,79			NP									
SK-10	UD-3	10,00	30,25		0,00	91,12			NP									
SK-10	SPT-4	13,50	16,25		10,56	76,34			NP									

SK-7-9-10 5,00-10,00cm, SK-7-8-10 0,00cm UD numunelerinde zeminden ziftir ve doğal birim hacim ağırlıkların üç eksenli basınç ve konsolidasyon deneyleri yapılmamıştır.

EK 1.4. Bölge 1 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK7-SK10)

	<b>Alyans</b> Yapı Mühendislik Gıda ve Elektronik San. Tic. Ltd. Şti. <b>Alyans</b> Yapı ve Zemin Laboratuvarı	 T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



TALEP NO : TLP151341	RAPOR NO : RP152263	BAKANLIK RP. NO : 17070541	RAPOR TARİHİ : 04.01.2020
----------------------	---------------------	----------------------------	---------------------------

### TOPLU DENEY SONUÇLARI FORMU

ŞANTIYE VE NUMUNE BİLGİLERİ			
PROJENİN ADI	DOĞRULAR EV ÜRÜNLERİ A.Ş.		
PAFTA / ADA / PARSEL	M29A03C1A-B-C-D PAFTA / 22723 ADA / 64 PARSEL		
ŞANTIYE ADRESİ	BÜYÜK KAYACIK MH. SELÇUKLU / KONYA		
NUMUNEYİ GETİREN	İBRAHİM ALTUN YATAY SONDAJ		
NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	05.10.2019	DENEY BAŞ.TARİHİ	05.10.2019

SONDAJ KUYUSU ADI	TİPİ VE ADI	DERİNLİK (m)	DOĞAL SU NİHTEVASI %	DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK KN/m <sup>3</sup>	ELEK ANALİZİ		ATTERBERG LİMLERİ			USCS	SERBEST BASINÇ		ÜÇ EKSENLİ BASINÇ (UU)		KONSOLIDASYON		KESME KUTUSU		NOKTA YÜKLEME DENEYİ Is(50) Mpa
					#10 KALAN (%)	#200 GEÇEN (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Birim Ağırlık kg/dm <sup>3</sup>	qu kgf/cm <sup>2</sup>	cup kgf/cm <sup>2</sup>	f <sub>φ</sub>	ŞİŞME %	ŞİŞME BASINCI kN/m <sup>2</sup>	Gs	cup kgf/cm <sup>2</sup>	
SK-1	UD	1,50	15,15		5,72	67,90				ML			#	#	#				
SK-1	SPT	3,00	23,80		0,00	99,65	57,00	26,00	31,00	CH									
SK-1	UD	6,00	34,44		0,00	99,88	56,00	32,00	24,00	MH			#	#	#				
SK-1	SPT	7,50	32,94		0,00	99,71	56,00	25,00	31,00	CH									
SK-1	UD	10,50	25,89		0,00	99,84	58,00	32,00	26,00	MH			#	#	#				
SK-1	SPT	12,00	24,39		7,57	59,65				ML									
SK-2	UD	1,50	15,23		1,95	70,25				ML			#	#	#				
SK-2	SPT	3,00	10,45		6,02	69,27				ML									
SK-2	UD	6,00	27,58		0,00	99,82	56,00	33,00	23,00	MH			#	#	#				
SK-2	SPT	7,50	34,98		0,00	98,63	56,00	26,00	30,00	CH									
SK-2	UD	10,50	28,79		0,00	83,18				ML			#	#	#				
SK-2	SPT	12,00	18,71		0,00	98,94	57,00	25,00	32,00	CH									
SK-3	UD	1,50	12,32		0,29	77,70				ML			#	#	#				
SK-3	SPT	3,00	23,81		0,00	99,86	56,00	26,00	30,00	CH									
SK-3	UD	6,00	39,98		0,00	99,84	55,00	32,00	23,00	MH			#	#	#				
SK-3	SPT	7,50	22,94		0,00	99,82	57,00	26,00	3,00	MH									
SK-3	UD	10,50	25,71	18,26	7,91	48,52		*		SM			&	&	&		0,25	17	
SK-3	SPT	12,00	29,73		5,49	83,08				ML									
SK-4	UD	1,50	14,22		0,76	65,78				ML			#	#	#				
SK-4	SPT	3,00	31,51		0,00	99,42				ML									
SK-4	UD	6,00	23,87		0,00	99,84	57,00	32,00	25,00	MH			#	#	#				
SK-4	SPT	7,50	35,04		0,00	99,74	56,00	25,00	31,00	CH									
SK-4	UD	10,50	33,79		0,00	99,85	57,00	32,00	25,00	MH			#	#	#				
SK-4	SPT	12,00	22,31		15,02	71,78				ML									

**EK 1.5.** Bölge 2 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK1-SK4)

	<b>Alyans</b> Yapı Mühendislik Gıda ve Elektronik San. Tic. Ltd. Şti. <b>Alyans</b> Yapı ve Zemin Laboratuvarı	 T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI																				
<b>TALEP NO :</b> TLP151341	<b>RAPOR NO :</b> RP152263	<b>BAKANLIK RP. NO :</b> 17070550	<b>RAPOR TARİHİ :</b> 04.01.2020																			
<b>TOPLU DENEY SONUÇLARI FORMU</b>																						
<b>ŞANTİYE VE NUMUNE BİLGİLERİ</b>																						
<b>PROJENİN ADI</b>		DOĞRULAR EV ÜRÜNLERİ A.Ş.																				
<b>PAFTA / ADA / PARSEL</b>		M29A03C1A-B-C-D PAFTA / 22723 ADA / 64 PARSEL																				
<b>ŞANTİYE ADRESİ</b>		BÜYÜK KAYACIK MH. SELÇUKLU / KONYA																				
<b>NUMUNİYİ GETİREN</b>		İBRAHİM ALTUN YATAY SONDAJ																				
<b>NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ</b>		05.10.2019	<b>DENEY BAŞ. TARİHİ</b> 05.10.2019																			
<b>NUMUNE</b>		<b>ELEK ANALİZİ</b>																				
<b>SONDAJ KUTUSU ADI</b>	<b>TİPİ VE ADI</b>	<b>DERİNLİK (m)</b>	<b>DOĞAL - SU MÜHTEVASE %</b>	<b>DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK KN/m<sup>3</sup></b>	<b>#10 KALAN (%)</b>		<b>#200 GEÇEN (%)</b>		<b>ATTERBERG LİMITLERİ</b>			<b>USCS</b>	<b>SERBEST BASINÇ</b>		<b>ÜÇ EKSENLİ BASINÇ (UU)</b>		<b>KONSOLIDASYON</b>		<b>Gs</b>	<b>KESME KUTUSU</b>		<b>NOKTA YÜKLEME DENEYİ I<sub>s(50)</sub> Mpa</b>
					<b>#10 KALAN (%)</b>	<b>#200 GEÇEN (%)</b>	<b>LL (%)</b>	<b>PL (%)</b>	<b>PI (%)</b>	<b>Birim Ağırlık kg/dm<sup>3</sup></b>	<b>qu kgf/cm<sup>2</sup></b>		<b>cup kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>r<sub>w</sub> φ</b>	<b>ŞİŞME %</b>	<b>ŞİŞME BASINCI kN/m<sup>2</sup></b>	<b>cup kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>r<sub>w</sub> φ</b>				
SK-5	UD	1,50	16,02		5,87	72,52			NP		ML			##	##	##						
SK-5	SPT	3,00	26,78		0,00	99,71	56,00	26,00	30,00	CH												
SK-5	UD	6,00	31,37		0,00	99,90	57,00	32,00	25,00	MH			#	#	#							
SK-5	SPT	7,50	38,11		0,00	99,45	56,00	25,00	31,00	CH												
SK-5	UD	10,50	36,22		0,00	99,76	56,00	32,00	24,00	MH			#	#	#							
SK-5	SPT	12,00	38,91		31,17	56,80			NP		ML											
SK-6	UD	1,50	8,08		1,79	80,41			NP		ML			#	#	#						
SK-6	SPT	3,00	24,19		0,00	99,14	57,00	25,00	32,00	CH												
SK-6	UD	6,00	40,93		0,00	99,76	57,00	33,00	24,00	MH			#	#	#							
SK-6	SPT	7,50	33,21		0,00	99,85	56,00	25,00	31,00	CH												
SK-6	UD	10,50	35,57		0,00	99,84	57,00	32,00	25,00	MH			#	#	#							
SK-6	SPT	13,50	38,51		0,00	99,87	56,00	25,00	31,00	CH												

EK 1.6. Bölge 2 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK5-SK6)





**Alyans** Yapı Mühendislik Gıda ve Elektronik San. Tic. Ltd. Şti.  
**Alyans** Yapı ve Zemin Laboratuvarı



T.C. ÇEVRE VE  
ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

TALEP NO : TLP151427

RAPOR NO : RP152264

BAKANLIK RP. NO : 17070550

RAPOR TARİHİ : 04.01.2020

## TOPLU DENEY SONUÇLARI FORMU

### ŞANTIYE VE NUMUNE BİLGİLERİ

PROJENİN ADI	DOĞRULAR EV ÜRÜNLERİ A.Ş.		
PAFTA / ADA / PARSEL	M29A03C1A-B-C-D PAFTA / 22723 ADA / 64 PARSEL		
ŞANTIYE ADRESİ	BÜYÜK KAYACIK MH SELÇUKLU / KONYA		
NUMUNİYİ GETİREN	İBRAHİM ALTUN YATAY SONDAJ		
NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	09.10.2019	DENEY BAŞ. TARİHİ	09.10.2019

SONDAJ KUYUSU ADI	TİPİ VE ADI	DERİNLİK (m)	DOĞAL SU MEHTEVASI %	DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK kN/m <sup>3</sup>	ELEK ANALIZI		ATTERBERG LİMLERİ			USCS	SERBEST BASINÇ		ÜÇ EKSENLİ BASINÇ (UU)		KONSOLIDASYON		G <sub>s</sub>	KESME KUTUSU		NOKTA YÜKLEME DENEYİ I <sub>k(50)</sub> Mpa
					#10 KALAN (%)	#200 GEÇEN (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Birim Ağırlık kg/dm <sup>3</sup>	qu kgf/cm <sup>2</sup>	cup kgf/cm <sup>2</sup>	f <sub>u</sub> φ	ŞİŞME %	ŞİŞME BASINCI kN/m <sup>2</sup>		cup kgf/cm <sup>2</sup>	f <sub>e</sub> φ	
SK-7	UD	1,50	10,35		1,66	78,12			NP	ML			#	#	#					
SK-7	SPT	3,00	22,06		0,00	98,57	59,00	25,00	34,00	CH										
SK-7	UD	6,00	29,30		0,00	99,32	59,00	31,00	28,00	MH			#	#	#					
SK-7	SPT	7,50	27,46		0,00	99,82	55,00	25,00	30,00	CH										
SK-7	UD	10,50	10,52		3,18	61,20			NP	ML			#	#	#					
SK-7	SPT	12,00	24,96		16,86	57,48			NP	ML										
SK-8	UD	1,50	10,50		11,15	78,04			NP	ML			##	##	##					
SK-8	SPT	3,00	21,85		0,00	99,45	57,00	25,00	32,00	CH										
SK-8	UD	6,00	28,06		0,00	98,95	54,00	31,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-8	SPT	7,50	25,73		0,00	99,71	57,00	26,00	31,00	CH										
SK-8	UD	10,50	29,38		4,21	69,75			NP	ML			#	#	#					
SK-8	SPT	12,00	17,01		28,55	64,71			NP	ML										
SK-9	UD	1,50	12,28		6,28	71,97			NP	ML			##	##	##					
SK-9	SPT	3,00	22,62		0,00	98,44	56,00	25,00	31,00	CH										
SK-9	UD	6,00	25,26		0,00	99,74	56,00	32,00	24,00	MH			#	#	#					
SK-9	SPT	7,50	23,91		0,00	99,84	56,00	25,00	31,00	CH										
SK-9	UD	10,50	13,79		9,00	64,85			NP	ML			##	##	##					
SK-9	SPT	12,00	23,01		7,66	79,04			NP	ML										
SK-10	UD	1,50	8,11		0,45	70,86			NP	ML			#	#	#					
SK-10	SPT	3,00	22,23		0,00	98,36	57,00	26,00	31,00	CH										
SK-10	UD	6,00	9,88		12,26	79,55			NP	ML			##	##	##					
SK-10	SPT	7,50	27,33		0,00	99,82	57,00	26,00	31,00	CH										
SK-10	UD	10,50	17,31	19,42	0,00	99,49	57,00	25,00	32,00	CH			0,54	5	0,8			2,64		
SK-10	SPT	12,00	21,33		2,80	85,39			NP	ML										

EK 1.7. Bölge 2 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK7-SK10)



JEOTEKNİK LABORATUVAR ENERJİ  
MADEN TAAH. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ

FEVZİÇAKMAK MAH. ESENERLER CAD. NO: 10 KARATAVI  
KONYA  
35 95 FAX: 3332 237 17 02 TEL: 0332 235



KAYA VE ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU  
(ROCK AND SOIL TEST RESULTS FORM)

Talen Eden Firma/Donanımın Firması:	OPAL MÜHENDİSLİK	SAYFA 1/3	
Proje Bilgileri/Project Information:	KARAS TARIM MAK.YAPI MALZ.İNŞ.SAN.TİC.LTD.ŞTİ. M29A03B PAFTA, 43517 ADA, 1 PARSEL, B.KAYACIK MAH. SELÇUKLU/KONYA	Numune Geliş Tarihi / Sample Receiving Date:	29.10.2019-30.10.2019
Rapor No/Report No:	190395	Rapor Tarihi / Report Date:	24.12.2019
		Bakanlık Rapor No / Ministry Report Date:	17035664

Sondaj No: (Boring No)	Numune No: (Sample No)	Derinlik: (Depth) (m)	Elek Analizi (Sieve Analysis)		Atterberg Limitleri (Atterberg Limits)			Hidrometre Yaklaşımı	SINIF (Class) USCS	Özgül Ağırlık (Specific Gravity) gn (gr/cm <sup>3</sup> )	Tabii Birim Ağırlık (Unit Weight) gn (gr/cm <sup>3</sup> )	Su Muh. (Water Content) W(n) (%)	Serbest Basınç (The Uniaxial Pressure)		Üç Eksenli Basınç (Three - Axis pressure) (UU)		Direkt Kesme Testi (Direct Shear Test)		Nokta Yüğü Deneyi (Point Load Test) Is(50) (kg/cm <sup>2</sup> )	Standart Proktor (Standard Proktor)			Konsolidasyon (Consolidation)					
			-10 kalan (%)	-200 geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)						qu (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece		g <sub>max</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	g <sub>min</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	w <sub>opt</sub> (%)		CBR % (Kaliforniya T.C)	Şişme Yüzdesi (Percent Swelling) (%)	Şişme Basıncı (Inflation Pressure) (kg/cm <sup>2</sup> )	mv (cm <sup>2</sup> / kg)	
SK-1	UD	1.50	2.30	81.80	57.00	33.00	24.00		MH	2.63	1.95	14.73			0.46	5.00										0.75		
SK-1	UD	6.00	12.20	49.00		*			SM		1.69	6.16			&	&	0.22	15.00									&	
SK-1	SPT	7.50	5.40	57.60		NP			ML			22.74																
SK-1	UD	10.50	8.30	69.70	60.00	32.00	28.00		MH			16.07			#	#											#	
SK-1	SPT	12.00	16.90	51.90		NP			ML			12.55																
SK-2	UD	1.50	1.80	71.90	59.00	33.00	26.00		MH	2.65	1.93	24.84			0.46	7.00											0.50	
SK-2	SPT	3.00	1.10	68.40	55.00	30.00	25.00		MH			6.97																
SK-2	SPT	4.50	46.50	39.40		**			GM			16.56																
SK-2	UD	6.00	4.10	49.50		*			SM		1.86	16.79			&	&	0.19	17.00									&	
SK-2	UD	10.50	3.00	59.60	62.00	35.00	27.00		MH			17.73			#	#											#	
SK-3	UD	1.50	0.50	86.40	57.00	32.00	25.00		MH	2.66	1.94	14.16			0.52	6.00											1.40	
SK-3	SPT	4.50	34.60	52.30		NP			ML			24.32																
SK-3	UD	6.00	17.40	47.60		*			SM		1.87	13.03			&	&	0.17	18.00									&	
SK-3	SPT	9.00	7.80	75.50	58.00	34.00	24.00		MH			20.14																
SK-3	UD	10.50	45.80	37.10		**			GM			20.89			&&	&&											&&	
SK-4	UD	1.50	0.00	88.30	61.00	33.00	28.00		MH			13.37			#	#											#	
SK-4	SPT	3.00	17.20	19.70		*			SM			3.80																
SK-4	UD	6.00	1.60	64.10	80.00	33.00	27.00		MH			5.79			#	#											#	
SK-4	SPT	7.50	9.50	68.10	56.00	34.00	22.00		MH			25.53																
SK-4	UD	10.50	10.30	64.00	59.00	36.00	23.00		MH			18.62			#	#											#	
SK-5	UD	1.50	2.60	69.10	64.00	34.00	30.00		MH	2.62	2.01	15.59			0.51	6.00											1.00	
SK-5	SPT	3.00	3.40	64.80	62.00	33.00	29.00		MH			10.30																
SK-5	UD	6.00	8.90	64.40	65.00	34.00	31.00		MH			17.55			#	#											#	
SK-5	SPT	7.50	30.00	40.50		**			GM			22.22																

Açıklamalar / Remarks:

- \* Numunenin kum ve silt miktarı fazla olduğundan Atterberg limitleri alınmamıştır.  
\*\* Numunenin çakıl, kum ve silt miktarı fazla olduğundan Atterberg limitleri alınmamıştır.  
# Numune değişik özelliklerdeki üç ayrı bölgeye ayrı ayrı alınmıştır.

Notlar / Notes:

- #Deneyler, talep sahibi tarafından laboratuvarımıza teslim edilen deney numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir./The tests were carried out on the specimens delivered to the laboratory by the client.

EK 1.8. Bölge 3 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK1-SK5)



JEOTEKNİK LABORATUVAR ENERJİ  
MADEN TAAH. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ

FEYİZÇAKMAK MAH. ESENLER CAD. NO: 10 KARATAŞI  
KONYA  
35 95 FAX: 0332 237 17 02 TEL: 0332 235



KAYA VE ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU  
(ROCK AND SOIL TEST RESULTS FORM)

SAYFA 2/3

Talen Eden Firma/Demanding firm:	OPAL MUHENDİSLİK	Numune Geliş Tarihi / Sample Receiving Date:		29.10.2019-30.10.2019
Proje Bilgileri/Project Information:	KARŞ TARIM MAK.YAPI MALZ.İNŞ.SAN.TİC.LTD.ŞTİ. M29A03B PAFTA, 43517 ADA, 1 PARSEL, B.KAYACIK MAH. SELÇUKLUKONYA	Rapor Tarihi / Report Date:		24.12.2019
Rapor No/Report No:	190395	Bakanlık Rapor No / Ministry Report Date:		17035664

Sondaj No: (Boring No)	Numune No: (Sample No)	Derinlik: (Depth) (m)	Elek Analizi (Sieve Analysis)		Atterberg Limitleri (Atterberg Limits)			Hidrometre Hidrometre	SINIF (Class) USCS	Özgül Ağırlık (Specific Gravity) gn (g/cm <sup>3</sup> )	Tabii Birim Ağırlık (Unit Weight) gn (g/cm <sup>3</sup> )	Su Muh. (Water Content) W(n) (%)	Serbest Basınç (The Uniaxial Pressure)		Üç Eksenli Basınç (Three - Axis pressure) (UU)		Direkt Kesme Testi (Direct Shear Test)		Nokta Yükü Deneyi (Point Load Test) İs(50) (kg/cm <sup>2</sup> )	Standart Proktor (Standard Proctor)			CBR % (Kaliforniya T O)	Konsolidasyon (Consolidation)					
			-10 kalan (%)	-200 geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)						qu (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece		g <sub>max</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	g <sub>kur</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	w <sub>opt</sub> (%)		Şişme Yüzdesi (Percent Swelling) (%)	Şişme Basıncı (Inflation Pressure) (kg/cm <sup>2</sup> )	mv (cm <sup>2</sup> / kg)			
SK-5	UD	10.50	11.00	66.70	56.00	34.00	22.00		MH			16.46			#	#									#				
SK-6	UD	1.50	0.30	82.70	59.00	35.00	23.00		MH			12.10			#	#										#			
SK-6	SPT	4.50	17.60	29.30		*			SM			7.61																	
SK-6	UD	6.00	40.80	36.80		**			CM			17.04			&&	&&													
SK-6	SPT	7.50	14.50	43.10		*			SM			16.39																	
SK-6	UD	10.50	10.00	58.90	60.00	34.00	26.00		MH			13.34			#	#													
SK-7	UD	1.50	2.50	85.50	62.00	34.00	28.00		MH	2.60	1.98	18.95			0.44	7.00													
SK-7	SPT	3.00	28.60	18.50		*			SM			3.77																	
SK-7	UD	6.00	29.90	57.90		NP			ML			38.21			#	#													
SK-7	SPT	7.50	17.30	47.90		*			SM			15.84																	
SK-7	UD	10.50	3.60	65.40	57.00	33.00	24.00		MH			16.32			#	#													
SK-8	UD	1.50	0.00	87.60	55.00	34.00	21.00		MH	2.60	1.92	14.25			0.59	4.00													
SK-8	SPT	4.50	28.60	43.70		**			GM			15.31																	
SK-8	UD	6.00	4.50	48.50		*			SM		1.90	12.08			&	&	0.24	15.00											
SK-8	SPT	9.00	22.10	31.10		*			SM			17.68																	
SK-8	UD	10.50	11.90	50.70		NP			ML			14.59			#	#													
SK-9	UD	1.50	0.00	79.30	60.00	32.00	28.00		MH			2.35			#	#													
SK-9	SPT	4.50	25.30	45.00		*			SM			9.43																	
SK-9	SPT	6.00	12.20	44.60		*			SM			9.19																	
SK-9	SPT	9.00	28.10	29.90		*			SM			7.06																	
SK-9	UD	10.50	9.10	72.30	62.00	35.00	27.00		MH			6.92			#	#													
SK-10	UD	1.50	27.50	63.30	59.00	36.00	23.00		MH			3.31			#	#													
SK-10	SPT	4.50	28.60	34.50		*			SM			5.20																	
SK-10	UD	6.00	7.50	43.10		*			SM		1.85	4.59			&	&	0.26	14.00											

Açıklamalar / Remarks:

\* Numunenin kuru ve ısıtılmadan önceki durumu için ölçülen değerler belirtilmiştir.

Notlar / Notes:

EK 1.9. Bölge 3 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK5-SK10)

 <b>GRAFİK</b> <small>JEOTEKNİK LABORATUVAR VE DENEYLER</small>	<b>JEOTEKNİK LABORATUVAR ENERJİ MADEN TAAH. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ</b>	FEVZİÇAKMAK MAH. ESENLER CAD. NO: 10 KARATAYI KONYA 35 85 FAX: 0332 237 17 02	 TEL: 0332 235
		<b>KAYA VE ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU</b> (ROCK AND SOIL TEST RESULTS FORM)	

Talen Eden Firma/Demanding firm :	GRAFİK JEOTEKNİK LAB. ENERJİ MAD. TAAHHÜT SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.	SAYFA 1/5	
Proje Bilgileri/Project Information :	ASIL ÇEVATA SAN. VE TİC.A.Ş.	Numune Geliş Tarihi / Sample Receiving Date :	06.12.2019-18.12.2019
	M29A03B1A PAFTA, 43122 ADA, 1 PARSEL, B.KAYACIK MAH. SELÇUKLU/KONYA	Rapor Tarihi / Report Date :	29.01.2020
Rapor No/Report No.:	190439	Bakanlık Rapor No / Ministry Report Date :	17136837

Sondaj No: (Boring No)	Numune No: (Sample No)	Derinlik: (Depth) (m)	Elek Analizi (Sieve Analysis)		Atterberg Limitleri (Atterberg Limits)			Hidrometre/Plastisite	SINIF (Class) USCS	Özgüt Ağırlık (Specific Gravity) gn (gr/cm <sup>3</sup> )	Tabii Birim Ağırlık (Unit Weight) gn (gr/cm <sup>3</sup> )	Su Muh. (Water Content) W(n) (%)	Serbest Basınç (The Unsoil Pressure)		Üç Eksenli Basınç (Three - Axis pressure) (UU)		Direkt Kesme Testi (Direct Shear Test)		Nokta Yükü Deneyi (Point Load Test) Is(50) (kg/cm <sup>2</sup> )	Standart Proktor (Standard Proctor)			CBR % (Kağına T.C)	Konsolidasyon (Consolidation)								
			-10 kalan (%)	-200 geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)						qu (t/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece		G <sub>max</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	G <sub>opt</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	W <sub>opt</sub> (%)		Şişme Yüzdesi (Percent Swelling) (%)	Şişme Basıncı (Swelling Pressure) (kg/cm <sup>2</sup> )	MV (cm <sup>2</sup> / kg)						
SK-1	UD	0.80	0.00	86.20	56.00	29.00	27.00		CH	2.58	2.02	18.26					0.53	7.00											1.80			
SK-1	SPT	2.30	0.40	93.50	52.00	27.00	25.00		CH			28.11																				
SK-1	UD	5.30	0.70	93.10	62.00	34.00	28.00		MH			30.19					#	#													#	
SK-1	SPT	6.80	0.00	99.00	65.00	36.00	29.00		MH+			34.71																				
SK-1	UD	9.80	0.00	77.20	60.00	34.00	26.00		MH			32.33					#	#													#	
SK-1	SPT	12.00	33.50	53.00		NP			ML			27.69																				
SK-2	UD	0.80	0.50	93.80	51.00	29.00	23.00		CH	2.62	2.00	34.49					0.58	6.00													1.50	
SK-2	SPT	2.30	0.10	91.10	54.00	29.00	25.00		CH			22.79																				
SK-2	UD	5.50	0.00	97.90	59.00	35.00	24.00		MH			33.48					#	#													#	
SK-2	SPT	9.00	4.90	87.80	61.00	33.00	28.00		MH			32.69																				
SK-2	UD	10.50	1.70	92.80	64.00	37.00	27.00		MH			28.84					#	#													#	
SK-2	SPT	13.50	2.00	83.10	63.00	33.00	30.00		MH			24.79																				
SK-3	UD	0.80	0.00	97.30	65.00	29.00	26.00		CH	2.62	1.94	21.03					0.60	4.00													2.05	
SK-3	SPT	3.80	0.00	91.10	62.00	24.00	29.00		CH			22.66																				
SK-3	UD	5.50	3.30	88.50	60.00	33.00	27.00		MH			26.01					#	#													#	
SK-3	SPT	7.50	2.80	74.70	66.00	34.00	32.00		MH+			27.58																				
SK-3	SPT	9.00	5.00	62.90	61.00	35.00	26.00		MH			23.18																				
SK-3	UD	10.50	17.70	74.00	67.00	36.00	31.00		MH			36.45					#	#													#	
SK-4	UD	0.80	0.00	89.20	53.00	28.00	25.00		CH	2.61	2.02	20.26					0.62	5.00													2.60	
SK-4	SPT	3.80	0.70	94.70	50.00	25.00	25.00		CH			23.91																				
SK-4	UD	5.50	10.00	60.00	58.00	32.00	26.00		MH			19.66					#	#													#	
SK-4	SPT	9.00	0.00	93.90	60.00	33.00	27.00		MH			19.87																				
SK-4	UD	10.50	1.20	71.90	65.00	36.00	29.00		MH			35.97					#	#													#	
SK-4	SPT	12.00	4.20	90.30	67.00	38.00	29.00		MH			33.64																				

Açıklamalar / Remarks :

Notlar / Notes :

EK 1.10. Bölge 4 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK1-SK4)

	<b>JEOTEKNIK LABORATUVAR ENERJİ MADEN TAAH. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ</b>	FEYİZÇAKMAK MAH. EBENLER CAD. NO: 10 KARATAYI KONYA 35 95 FAX: 0332 237 17 02 TEL: 0332 235	
-----------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**KAYA VE ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU**  
(ROCK AND SOIL TEST RESULTS FORM)



Talen Eden Firma/Demanding firm :	GRAFİK JEOTEKNIK LAB. ENERJİ MAD. TAHHÜT SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ	SAYFA 2/6
Proje Bilgileri/Project Information :	ASIL CIVATA SAN. VE TİC.A.Ş. M29A03B1A PAFTA, 43122 ADA, 1 PARSEL, B.KAYACIK MAH. SELÇUKLUKONYA	Numune Geliş Tarihi / Sample Receiving Date : 06.12.2019-18.12.2019
Rapor No/Report No.:	190439	Rapor Tarihi / Report Date : 29.01.2020
		Bakanlık Rapor No / Ministry Report Date : 17138837

Sondaj No: (Boring No)	Numune No: (Sample No)	Derinlik: (Depth) (m)	Elek Analizi (Sieve Analysis)		Atterberg Limitleri (Atterberg Limits)			SINIF (Class) USCS	Özgül Ağırlık (Specific Gravity) gn (g/cm <sup>3</sup> )	Tabii Birim Ağırlık (Unit Weight) gn (g/cm <sup>3</sup> )	Su Muh. (Water Content) W(n) (%)	Serbest Basınç (The Uniaxial Pressure)		Üç Eksenli Basınç (Three - Axis pressure) (UU)		Direkt Kesme Testi (Direct Shear Test)		Nokta Yükü (Point Load Test)	Standart Proktor (Standard Proctor)			Konsolidasyon (Consolidation)	mv (cm <sup>2</sup> / kg)		
			-10 kalan (%)	-200 geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)					qu (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece	C (kg/cm <sup>2</sup> )	φ derece		Is(50) (kg/cm <sup>2</sup> )	G <sub>90s</sub> (g/cm <sup>2</sup> )	G <sub>60s</sub> (g/cm <sup>2</sup> )			W <sub>opt</sub> (%)	CBR % (Kalkınmaya T. Ö)
SK-5	UD	0.80	0.00	92.00	54.00	28.00	26.00	CH	2.60	1.99	18.05			0.68	4.00									2.15	
SK-5	SPT	2.30	0.00	96.10	56.00	25.00	31.00	CH			25.86														
SK-5	UD	5.50	0.20	91.10	63.00	33.00	30.00	MH			15.91			#	#										#
SK-5	SPT	7.50	15.30	54.20		NP		ML			23.93														
SK-5	UD	10.50	0.00	95.40	60.00	34.00	26.00	MH			29.28			#	#										#
SK-5	SPT	12.00	0.00	95.00	64.00	36.00	28.00	MH			29.17														#
SK-6	UD	0.80	0.00	95.60	57.00	29.00	28.00	CH	2.63	2.04	17.47			0.58	6.00										1.40
SK-6	SPT	3.80	0.00	85.10	50.00	25.00	24.00	CH			29.51														
SK-6	UD	5.50	3.50	87.70	61.00	34.00	27.00	MH			23.03			#	#										#
SK-6	SPT	9.00	1.10	86.00	63.00	38.00	25.00	MH			30.65			#	#										#
SK-6	UD	10.50	0.00	96.90	62.00	33.00	29.00	MH			20.14			#	#										#
SK-6	SPT	12.00	2.80	73.20	66.00	34.00	32.00	MH			17.97			#	#										#
SK-7	UD	0.80	0.00	85.30	51.00	24.00	27.00	CH	2.63	2.02	18.03			0.49	8.00										2.10
SK-7	SPT	3.80	2.70	82.30	52.00	27.00	25.00	CH			24.04														
SK-7	UD	5.50	0.00	96.30	62.00	33.00	29.00	MH			25.20			#	#										#
SK-7	SPT	7.50	0.00	97.70	64.00	34.00	30.00	MH			27.04			#	#										#
SK-7	UD	10.50	0.00	94.60	60.00	35.00	25.00	MH			27.66			#	#										#
SK-7	SPT	12.00	0.30	90.10	65.00	36.00	29.00	MH			30.91			#	#										#
SK-8	UD	0.80	0.00	89.50	53.00	28.00	25.00	CH	2.64	1.99	19.41			0.56	6.00										1.15
SK-8	SPT	2.30	0.00	93.20	55.00	29.00	26.00	CH			23.54														
SK-8	UD	5.50	0.80	94.50	61.00	33.00	28.00	MH			30.82			#	#										#
SK-8	SPT	9.00	2.60	82.30	64.00	36.00	28.00	MH			29.60			#	#										#
SK-8	UD	10.50	0.30	92.70	62.00	33.00	29.00	MH			31.62			#	#										#
SK-8	SPT	13.50	3.90	80.20	68.00	36.00	32.00	MH			37.82			#	#										#

Açıklamalar / Remarks:

Notlar / Notes:

EK 1.11. Bölge 4 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK5-SK8)

 <b>GRAFİK</b> JEOTEKNİK LABORATUVAR ENERJİ MADEN TAAH. SAN. ve TİC. LTD. ŞTİ	FEVZİÇAKMAK MAH. ESENLER CAD. NO: 10 KARATAYI KONYA 35 95 FAX: 0332 237 17 02 TEL: 0332 235	

**KAYA VE ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU**

(ROCK AND SOIL TEST RESULTS FORM)

Talen Eden Firma/Demanding firm:	GRAFİK JEOTEKNİK LAB. ENERJİ MAD. TAAHHÜT SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.	SAYFA 3/6	
Proje Bilgileri/Project Information:	ASİL CIVATA SAN. VE TİC.A.Ş.	Numane Geliş Tarihi / Sample Receiving Date:	06.12.2019-18.12.2019
	M29A03B1A PAFTA, 45122 ADA, 1 PARSEL, B.KAYACIK MAH. SELÇUKLUKONYA	Rapor Tarihi / Report Date:	29.01.2020
Rapor No/Report No:	190439	Bakanlık Rapor No / Ministry Report Date:	17136837

Sondaj No: (Boring No)	Numune No: (Sample No)	Derinlik: (Depth) (m)	Elek Analizi (Sieve Analysis)		Atterberg Limitleri (Atterberg Limits)			Hidrometre (Hydrometer)	SINIF (Class) USCS	Özgül Ağırlık (Specific Gravity) gn (g/cm <sup>3</sup> )	Tabii Birim Ağırlık (Unit Weight) gn (g/cm <sup>3</sup> )	Su Muh. (Water Content) W(n) (%)	Serbest Basınc (The Uniaxial Pressure)		Üç Eksenli Basınc (Three - Axis pressure) (UL)		Direkt Kesme Testi (Direct Shear Test)		Nokta Yükü (Point Load Test) Is(50) (g/cm <sup>2</sup> )	Standart Proktor (Standard Proctor)			CBR % (Kaliforniya T.C)	Konsolidasyon (Consolidation)				
			-10 kalan (%)	-200 geçen (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)						qu (g/cm <sup>2</sup> )	C (g/cm <sup>2</sup> )	C (g/cm <sup>2</sup> )	φ derece	C (g/cm <sup>2</sup> )	φ derece		g <sub>yağ</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	g <sub>kuru</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	W <sub>opt</sub> (%)		Şişme Yüzdesi (Percent Swelling) (%)	Şişme Basıncı (Inflation Pressure) (kg/cm <sup>2</sup> )	m <sub>v</sub> (cm <sup>2</sup> / kg)		
SK-9	UD	0.80	0.00	95.40	53.00	27.00	28.00		CH	2.63	2.02	19.02			0.55	7.00										3.00		
SK-9	SPT	3.80	0.70	85.00	60.00	23.00	27.00		CH			25.84																
SK-9	UD	5.50	0.50	95.90	61.00	38.00	23.00		MH			30.50			#	#											#	
SK-9	SPT	9.00	3.00	62.30	68.00	32.00	26.00		MH			23.70																
SK-9	UD	10.50	0.00	51.40		NP			ML			30.83			#	#											#	
SK-9	SPT	12.00	3.80	81.40	63.00	33.00	30.00		MH			28.02																
SK-10	UD	0.80	0.00	88.80	55.00	26.00	29.00		CH	2.59	2.02	18.95			0.56	7.00											2.00	
SK-10	SPT	2.30	0.00	90.00	52.00	27.00	25.00		CH			27.16															#	
SK-10	UD	5.50	1.40	87.30	62.00	36.00	26.00		MH			25.73			#	#											#	
SK-10	SPT	9.00	0.50	91.80	63.00	34.00	29.00		MH			23.97															#	
SK-10	UD	10.50	0.00	70.20	65.00	37.00	28.00		MH			28.80			#	#											#	
SK-10	SPT	12.00	0.00	98.20	60.00	34.00	26.00		MH			30.33																
SK-11	UD	0.80	0.00	94.50	54.00	27.00	27.00		CH	2.60	1.97	19.25			0.61	5.00											1.65	
SK-11	SPT	2.30	0.00	91.00	51.00	25.00	26.00		CH			23.41															#	
SK-11	UD	5.50	1.40	93.80	58.00	33.00	25.00		MH			32.88			#	#											#	
SK-11	SPT	7.50	10.20	64.70	57.00	30.00	27.00		MH			18.89															#	
SK-11	UD	10.50	1.50	67.40	61.00	35.00	26.00		MH			31.40			#	#											#	
SK-11	SPT	13.50	21.30	72.90	59.00	34.00	25.00		MH			33.56																
SK-12	UD	0.80	0.00	87.70	54.00	26.00	28.00		CH	2.58	1.98	19.67			0.52	7.00											0.95	
SK-12	SPT	3.80	10.50	68.30	50.00	27.00	23.00		CH			24.71															#	
SK-12	UD	5.50	9.40	79.90	60.00	34.00	28.00		MH			27.51			#	#											#	
SK-12	SPT	9.00	3.40	73.80	64.00	35.00	29.00		MH			34.09															#	
SK-12	UD	10.50	0.90	69.90	69.00	36.00	33.00		MH			36.65			#	#											#	
SK-12	SPT	12.00	17.30	68.70	66.00	35.00	31.00		MH			35.13															#	

EK 1.12. Bölge 4 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK9-SK10)

## TOPLU DENEY SONUÇLARI FORMU

ŞANTIYE VE NUMUNE BİLGİLERİ	
PROJENİN ADI	CAMLAZA CAM İNŞ.SAN. VE TİC. A.Ş.
PAFTA / ADA / PARSEL	M29A03B4B PAFTA / 22722 ADA / 35 PARSEL
ŞANTIYE ADRESİ	BÜYÜK KAYACIK MH SELÇUKLU / KONYA
NUMUNİYİ GETİREN	PARMAR MÜH.

NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	25.10.2019	DENEY BAŞ TARİHİ	25.10.2019
------------------------	------------	------------------	------------

SONDAJ RUTYESİ ADE	TİPİ VE ADİ	DERİNLİK (m)	DOĞAL SU MÜSTEVASİ %		DOĞAL BİRİM HACİM ALGİRLİK (kg/m <sup>3</sup> )	ELEK ANALİZİ		ATTERRBERG LİMLERİ			LİNEKS	SERBEST BASINÇ		ÜÇ EKSTREMLİ BASINÇ (t/c)		KONSOLİDASYON		KESME KUTUSU		NOTTA YOKLU ME DENEYİ İÇİN Mpa	
			410 KALAN (%)	600 ÜÇÜNDEN (%)		LL (%)	PL (%)	PI (%)	Başın. Akış. Değ. kg/cm <sup>2</sup>	q <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>		q <sub>10</sub> kg/cm <sup>2</sup>	q <sub>5</sub> kg/cm <sup>2</sup>	SİME % İR=2	SİME BASINCI IR=2	q <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	q <sub>w</sub> kg/cm <sup>2</sup>				
SK-1	UD	1,00	9,68		0,00	99,86		NP			ML			#	#	#					
SK-1	SPT	2,50	27,91		0,00	99,81	55,00	26,00	29,00	CH											
SK-1	UD	6,00	36,32		0,00	99,87	56,00	31,00	25,00	MH				#	#	#					
SK-1	SPT	7,50	39,92		0,00	99,70	55,00	27,00	28,00	CH											
SK-1	UD	10,50	39,88		0,00	99,89	55,00	31,00	24,00	MH				#	#	#					
SK-1	SPT	13,50	32,96		0,00	99,82	56,00	24,00	32,00	CH											
SK-2	UD	1,00	19,20		0,10	84,85		NP			ML			#	#	#					
SK-2	SPT	4,00	29,98		0,00	99,84	56,00	26,00	30,00	CH											
SK-2	UD	6,00	32,12		7,53	61,13		NP			ML			#	#	#					
SK-2	SPT	9,00	46,50		0,00	99,85	55,00	25,00	30,00	CH											
SK-2	UD	10,50	19,64	18,79	0,00	99,75	58,00	27,00	31,00	CH				0,53	5	0,4			2,61		
SK-2	SPT	15,00	35,31		17,85	74,08		NP			ML										
SK-2	UD	1,00	17,64		0,39	81,51		NP			ML			#	#	#					
SK-3	UD	6,00	32,70		0,00	99,87	56,00	32,00	24,00	MH				#	#	#					
SK-3	SPT	9,00	46,08		0,00	99,22	55,00	24,00	31,00	CH											
SK-3	UD	10,50	37,16		0,00	99,83	56,00	34,00	22,00	MH				#	#	#					
SK-3	SPT	12,00	21,85		0,00	98,95	56,00	25,00	31,00	CH											
SK-3	SPT	15,00	30,84		0,00	99,77	56,00	26,00	30,00	CH											
SK-4	UD	1,00	15,46		1,60	80,08		NP			ML			#	#	#					
SK-4	SPT	4,00	24,04		6,69	74,89		NP			ML										
SK-4	UD	6,00	29,56		0,00	99,86	56,00	32,00	24,00	MH				#	#	#					
SK-4	SPT	7,50	38,80		0,00	99,46	56,00	25,00	31,00	CH											
SK-4	UD	10,50	32,46		0,00	99,90	55,00	31,00	24,00	MH				#	#	#					
SK-4	SPT	13,50	38,15		0,00	99,62	56,00	26,00	30,00	CH											

Ölçümler dağılımı olduğu için, eksenli basınç ve konsolidasyon deney numunesi alınmamıştır.

EK 1.13. Bölge 5 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK1-SK4)

## TOPLU DENEY SONUÇLARI FORMU

ŞANTİYE VE NUMUNE BİLGİLERİ	
PROJENİN ADI	CAMPLAZA CAM İNŞ.SAN. VE TİC. A.Ş.
PAFTA / ADA / PARSEL	M29A03B4B PAFTA / 22722 ADA / 35 PARSEL
ŞANTİYE ADRESİ	BÜYÜK KAYACIK MHL SELÇUKLU / KONYA
NUMUNİYİ GETİREN	PARMAR MÜH.

NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	25.10.2019	DENEY BAŞ TARİHİ	25.10.2019
------------------------	------------	------------------	------------

SONDAJ KILYUSU ADI	NUMUNE		DOĞAL SU NEMTLİLİKİ %	DOĞAL BİKİM RANJINE AÇIKLIK $\frac{1}{1000m^3}$	İLEK ANALİZİ		ATTERBERG LİMİTLERİ			USCS	SİRDİST HASTIÇ		ÖÇ EKSENELİ BASIÇ (UU)		KONSOLIDASYON		KESME KUTULU		NOKTA YÜKLEME DENEYİ (50) Mpa	
	TİPİ VE ADI	DERİNLİK (m)			A10 KALAN (%)	P200-GEÇEN (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Hüme Ağırlık $\frac{kg}{4m^3}$	q <sub>u</sub> $\frac{kg}{cm^2}$	c <sub>up</sub> $\frac{kg}{cm^2}$	f <sub>cu</sub> $\phi$	ŞİŞME %	ŞİŞME BASINCI $\frac{kN}{m^2}$	G <sub>s</sub>	c <sub>up</sub> $\frac{kg}{cm^2}$		f <sub>cu</sub> $\phi$
					1000-GEÇEN (%)															
SK-5	UD	1,00	21,15		8,36	82,42		NP		ML			#	#	#					
SK-5	UD	6,00	40,71		0,00	99,84	55,00	32,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-5	SPT	7,50	39,32		0,00	99,67	57,00	25,00	32,00	CH										
SK-5	UD	10,50	40,73		0,00	99,55	57,00	32,00	25,00	MH			#	#	#					
SK-5	SPT	12,00	41,49		3,45	83,51		NP		ML										
SK-5	SPT	15,00	37,29		0,00	99,72	56,00	26,00	30,00	CH										
SK-6	UD	1,00	26,06		7,14	74,58		NP		ML			#	#	#					
SK-6	SPT	4,00	32,63		10,16	79,62		NP		ML										
SK-6	UD	6,00	29,20		0,00	99,84	55,00	31,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-6	UD	10,50	27,02		0,00	99,88	56,00	32,00	24,00	MH			#	#	#					
SK-6	SPT	12,00	33,09		9,86	66,37		NP		ML										
SK-6	SPT	15,00	33,11		11,82	59,76		NP		ML										
SK-7	UD	1,00	11,16		1,03	81,52		NP		ML			#	#	#					
SK-7	UD	6,00	38,54		0,00	99,76	56,00	32,00	24,00	MH			#	#	#					
SK-7	SPT	9,00	47,09		0,00	99,73	55,00	25,00	30,00	CH										
SK-7	UD	10,50	33,75		0,00	99,87	57,00	32,00	25,00	MH			#	#	#					
SK-7	SPT	12,00	30,94		18,67	60,52		NP		ML										
SK-7	SPT	13,50	32,24		17,79	68,89		NP		ML										
SK-8	UD	1,00	11,34		1,52	84,70		NP		ML			#	#	#					
SK-8	UD	6,00	32,48		0,00	99,88	55,00	32,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-8	SPT	9,00	38,11		0,00	99,77	55,00	24,00	31,00	CH										
SK-8	UD	10,50	29,09		0,00	99,86	56,00	32,00	24,00	MH			#	#	#					
SK-8	SPT	12,00	35,53		2,13	74,83		NP		ML										
SK-8	SPT	13,00	31,59		0,00	99,80	56,00	26,00	30,00	CH										

\*Numuneler dağılım olduğundan öç eksenli basıç ve konsolidasyon deney numunesi alınmamıştır.

**EK 1.14.** Bölge 5 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK4-SK8)



## TOPLU DENEY SONUÇLARI FORMU

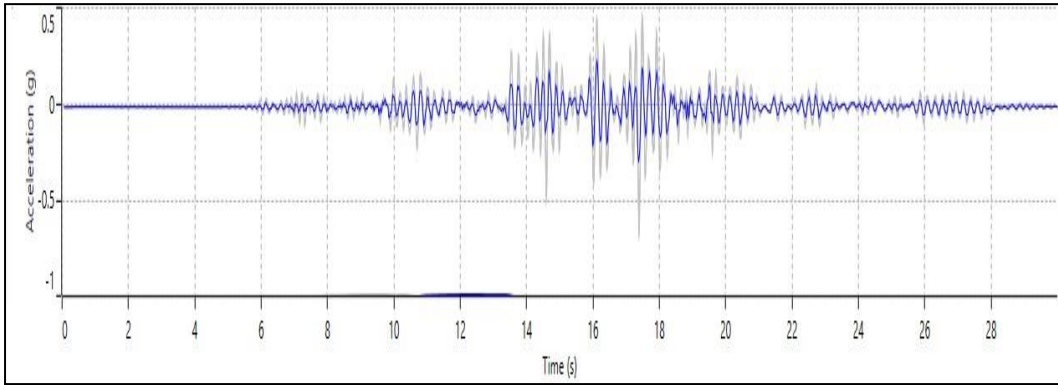
ŞANTİYE VE NUMUNE BİLGİLERİ			
PROJENİN ADI	CAMPLAZA CAM İNŞ.SAN. VE TİC. A.Ş.		
PAFTA / ADA / PARSEL	M29A03B4B PAFTA / 22722 ADA / 35 PARSEL		
ŞANTİYE ADRESİ	BÜYÜK KAYACIK MHL SELÇUKLU / KONYA		
NUMUNEYİ GETİREN	PARMAR MÜH.		
NUMUNENİN GELİŞ TARİHİ	25.10.2019	DENEY BAŞ.TARİHİ	25.10.2019

SONDAJ KUYUSU ADID	NUMUNE		DOĞAL SU MİHTEVASI % DOĞAL BİRLİK HESABINA AÇIKLIK İNŞ.M <sup>2</sup>	ELEK ANALİZİ		ATTERBERG LİMITLERİ			USCS	SERBEST BASINÇ		İÇ EKSENİLİ BASINÇ (UD)		KONSOLIDASYON		Ge	KESME KUTUBU		NOKTA YÜKLE ME DENEYİ 18/20 Mpa
	TİPİ VE ADID	DERİNLİK ( m )		# 10 KALAN (%)	#20 ÇİRCİN (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)		Birim Ağırlık kg/dm <sup>3</sup>	q <sub>v</sub> kg/cm <sup>2</sup>	e <sub>p</sub> kg/cm <sup>2</sup>	ŞİŞME %	ŞİŞME BASINCI kN/m <sup>2</sup>	e <sub>p</sub> kg/cm <sup>2</sup>		e <sub>v</sub> %		
SK-9	UD	1,00	12,43	0,75	82,87		NP		ML			#	#	#					
SK-9	SPT	4,00	14,26	0,00	99,76	56,00	25,00	31,00	CH										
SK-9	UD	6,00	15,44	0,00	99,19	54,00	32,00	22,00	MH			#	#	#					
SK-9	UD	10,50	22,47	8,14	84,75		NP		ML			#	#	#					
SK-9	SPT	12,00	48,74	0,00	99,89	55,00	26,00	29,00	CH										
SK-9	SPT	13,50	42,76	0,00	99,52	56,00	25,00	31,00	CH										
SK-10	UD	1,00	10,59	2,42	76,98		NP		ML			#	#	#					
SK-10	SPT	2,50	37,47	11,49	81,83		NP		ML										
SK-10	UD	6,00	28,05	0,00	99,91	55,00	32,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-10	SPT	9,00	38,03	0,00	99,69	56,00	25,00	31,00	CH										
SK-10	UD	10,59	34,53	0,00	99,73	54,00	31,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-10	SPT	13,50	33,54	0,00	99,64	55,00	25,00	30,00	CH										
SK-11	UD	1,00	17,59	1,99	86,60		NP		ML			#	#	#					
SK-11	UD	6,00	30,56	0,00	99,60	53,00	32,00	21,00	MH			#	#	#					
SK-11	SPT	7,50	37,16	0,00	99,82	54,00	25,00	29,00	CH										
SK-11	UD	10,50	31,70	0,00	99,91	54,00	31,00	23,00	MH			#	#	#					
SK-11	SPT	12,00	36,75	0,00	99,79	56,00	26,00	30,00	CH										
SK-11	SPT	15,00	35,60	7,11	83,87		NP		ML										
SK-12	UD	1,00	20,80	5,02	70,14		NP		ML			#	#	#					
SK-12	UD	6,00	37,51	0,00	99,77	56,00	32,00	24,00	MH										
SK-12	UD	10,50	44,64	0,00	99,62	54,00	32,00	22,00	MH			#	#	#					
SK-12	SPT	12,00	26,60	0,00	99,56	54,00	24,00	30,00	CH										
SK-12	SPT	13,50	40,60	0,00	99,68	55,00	26,00	29,00	CH										
SK-12	SPT	15,00	32,42	0,00	99,80	56,00	25,00	31,00	CH										

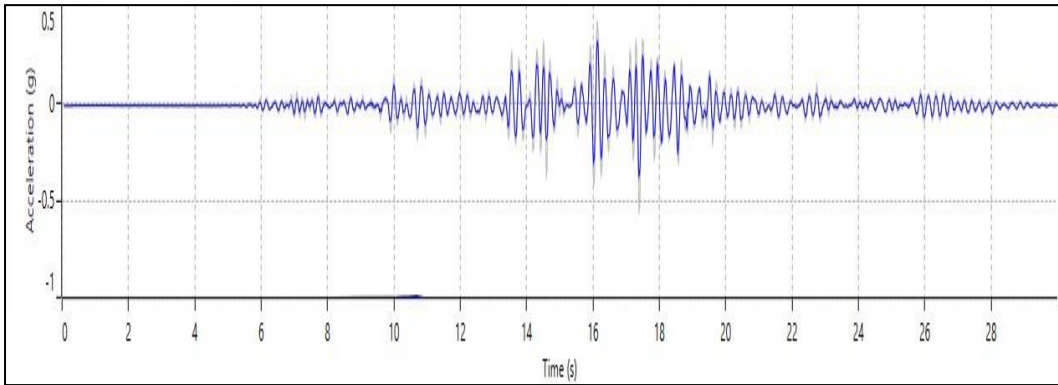
#Numuneler dağılımı olduğundan iç eksenli basınç ve konsolidasyon deney numuneleri alınmamıştır.

EK 1.15. Bölge 5 laboratuvar deney sonuçları raporu (SK9-SK10)

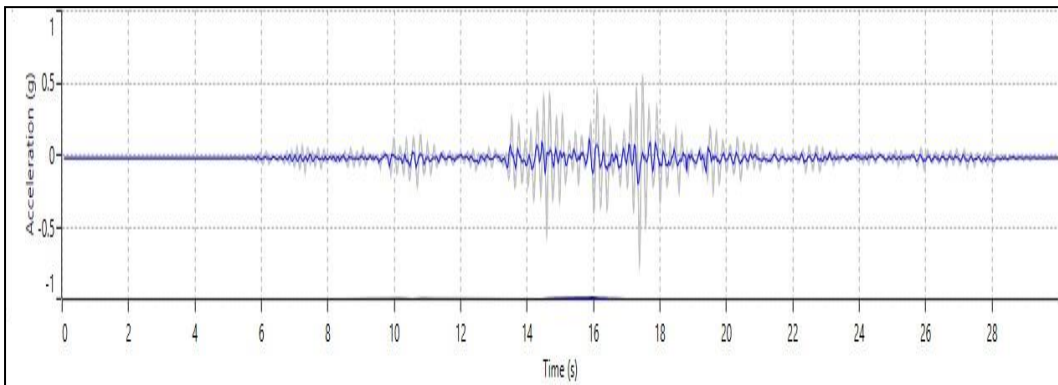
## EK-2 Kocaeli Depremine Ait Eşdeğer Lineer Analiz Yatay Yüzey İvme Grafikleri



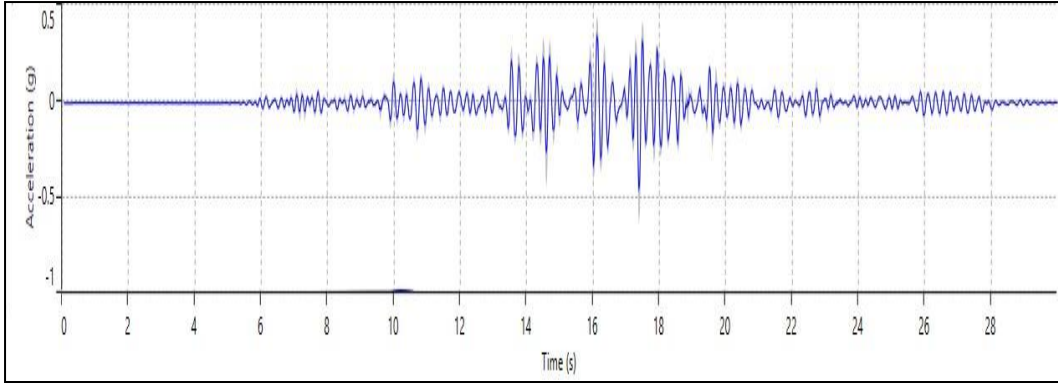
**EK 2.1.** Bölge 1 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



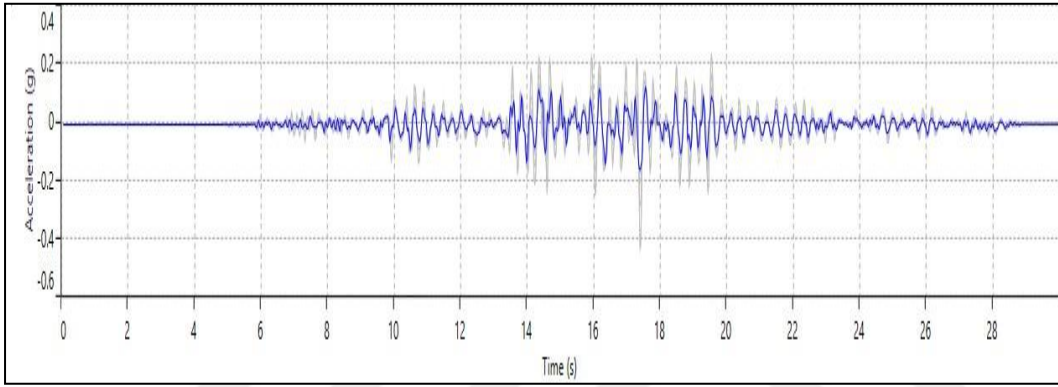
**EK 2.2.** Bölge 1 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



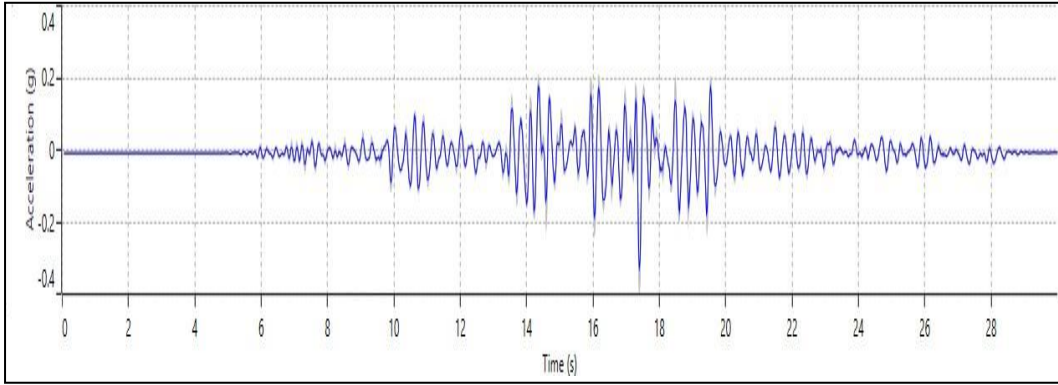
**EK 2.3.** Bölge 1 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



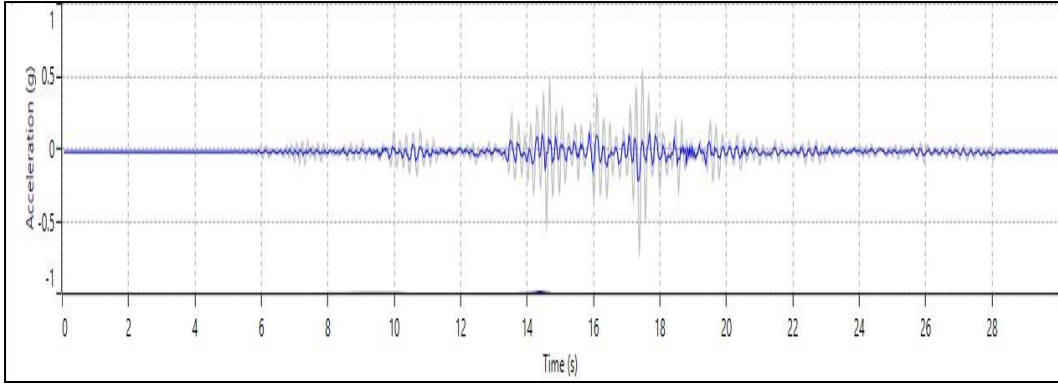
**EK 2.4.** Bölge 1 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



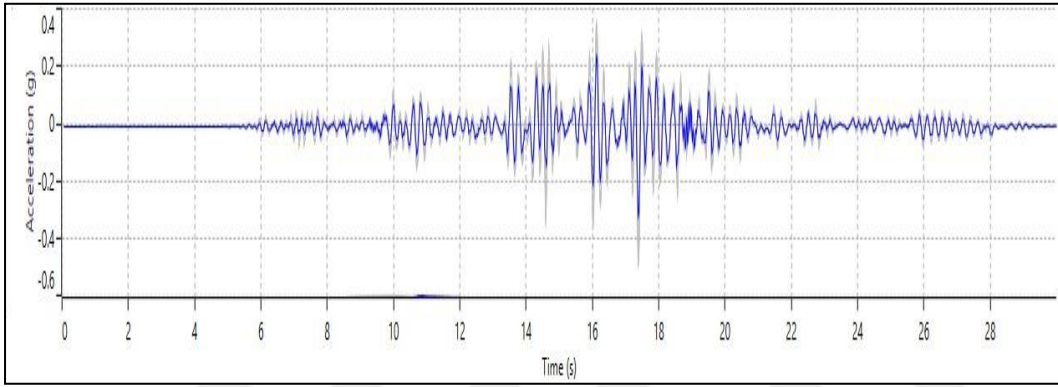
**EK 2.5.** Bölge 1 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



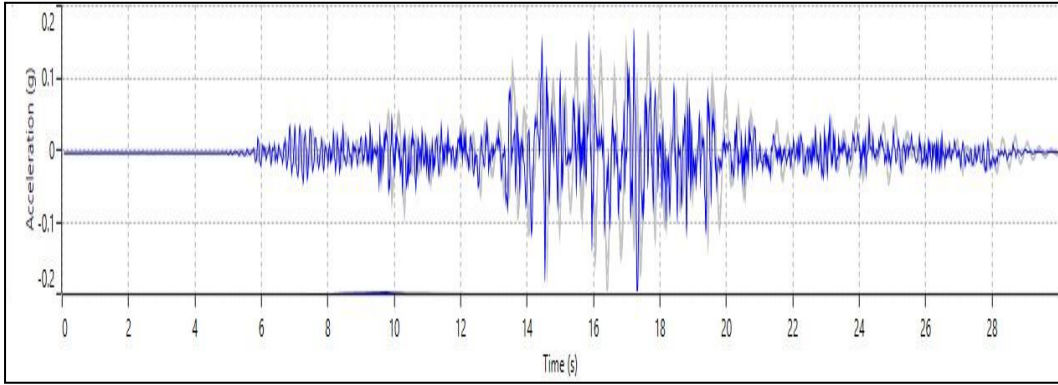
**EK 2.6.** Bölge 1 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



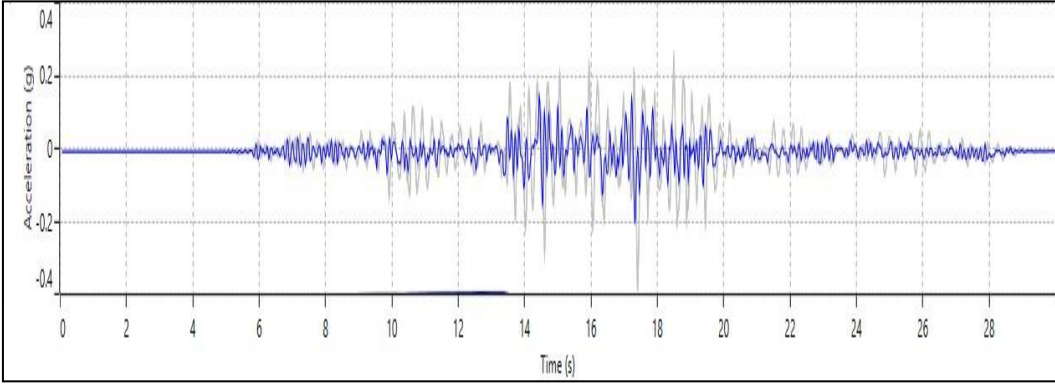
**EK 2.7.** Bölge 1 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



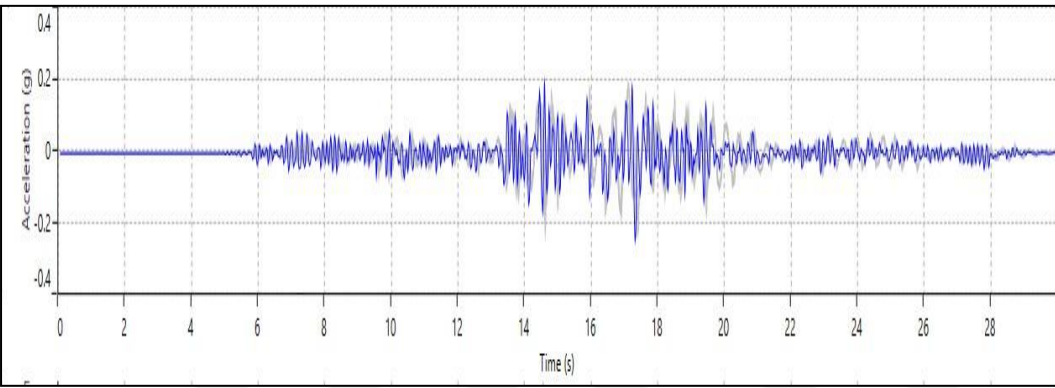
**EK 2.8.** Bölge 1 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



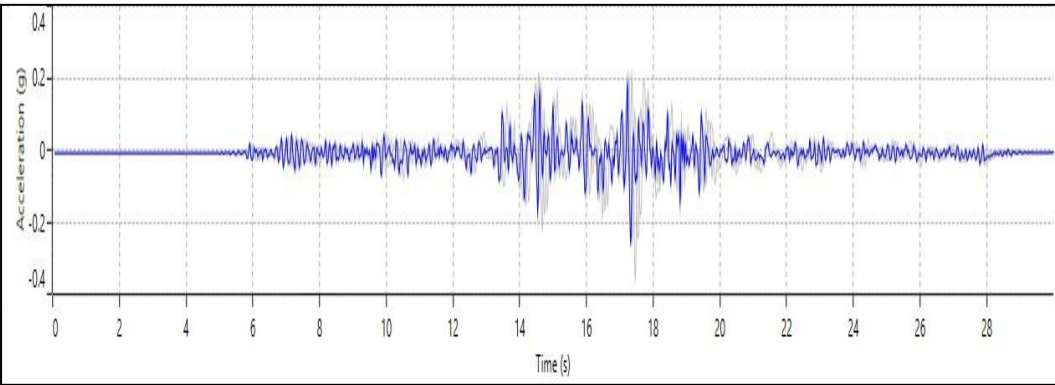
**EK 2.9.** Bölge 1 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



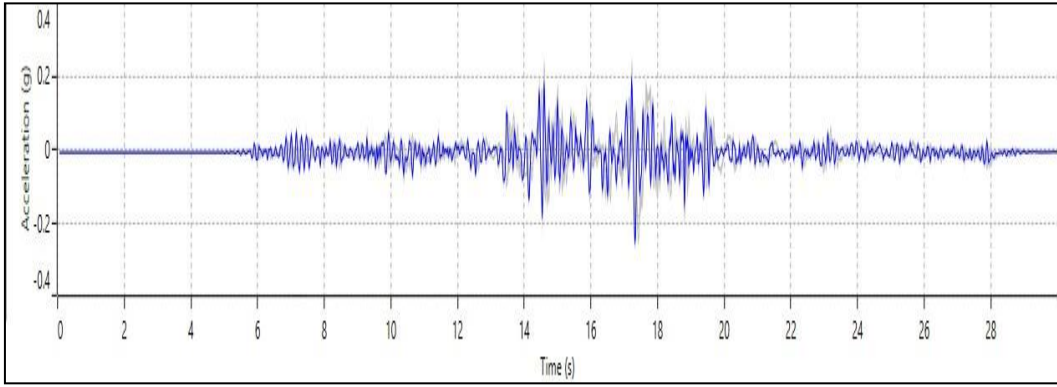
**EK 2.10.** Bölge 1 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği



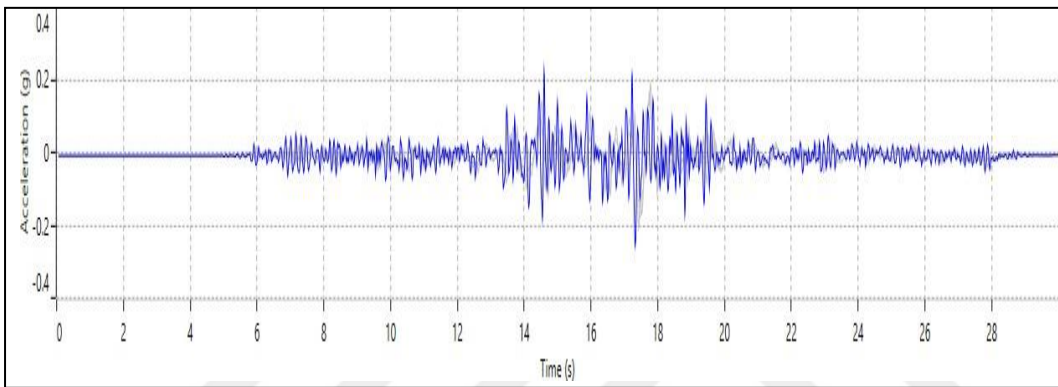
**EK 2.11.** Bölge 2 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



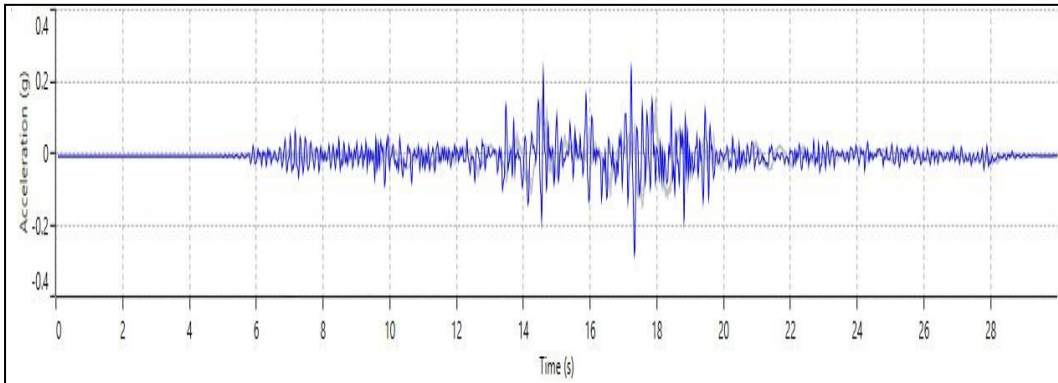
**EK 2.12.** Bölge 2 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



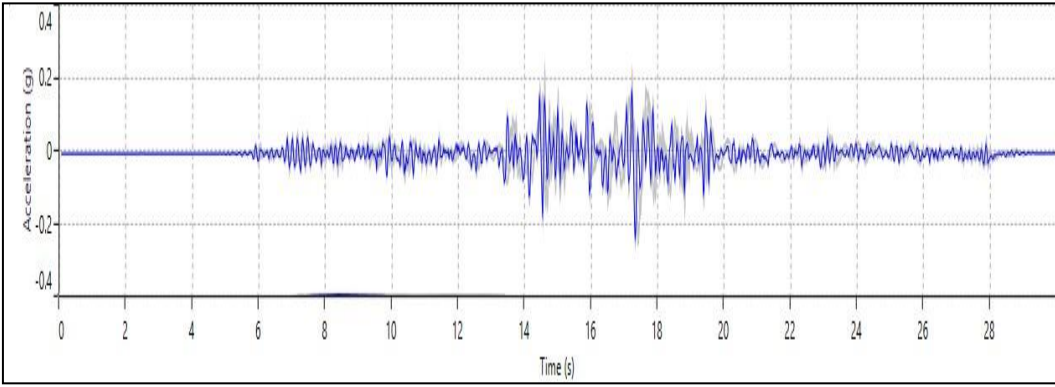
**EK 2.13.** Bölge 2 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



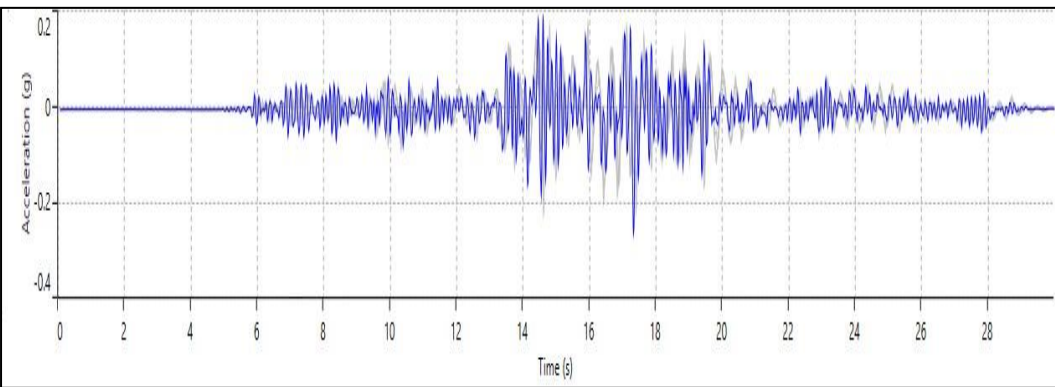
**EK 2.14.** Bölge 2 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



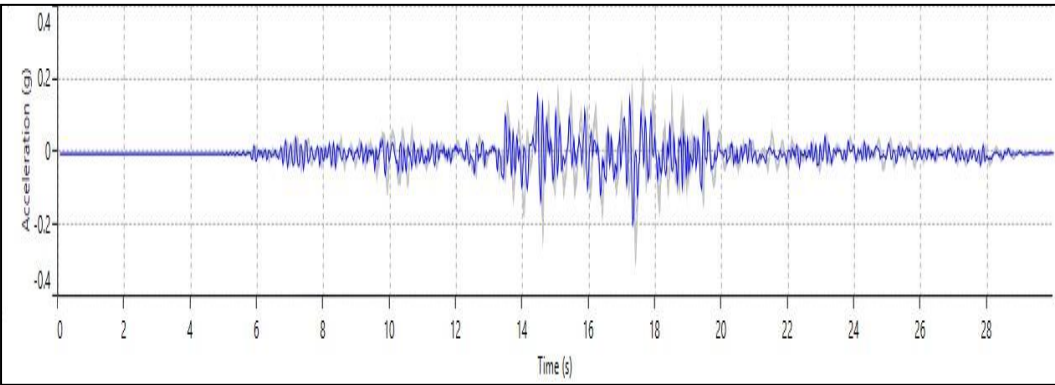
**EK 2.15.** Bölge 2 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



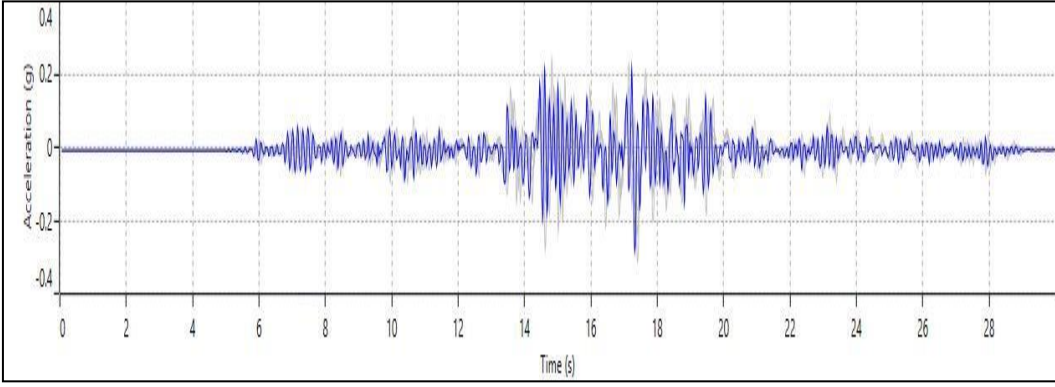
**EK 2.16.** Bölge 2 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



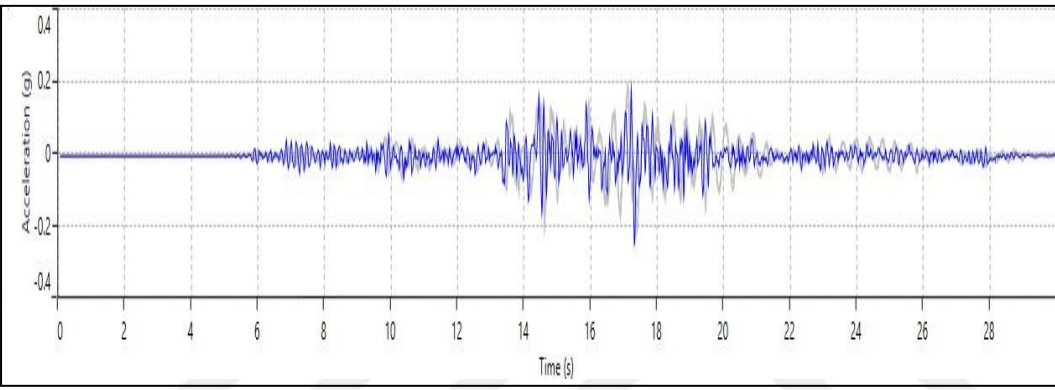
**EK 2.17.** Bölge 2 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



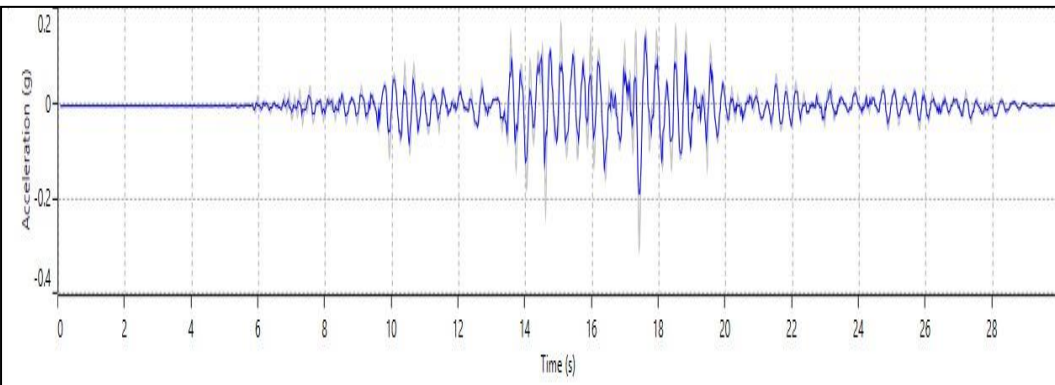
**EK 2.18.** Bölge 2 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



**EK 2.19.** Bölge 2 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği

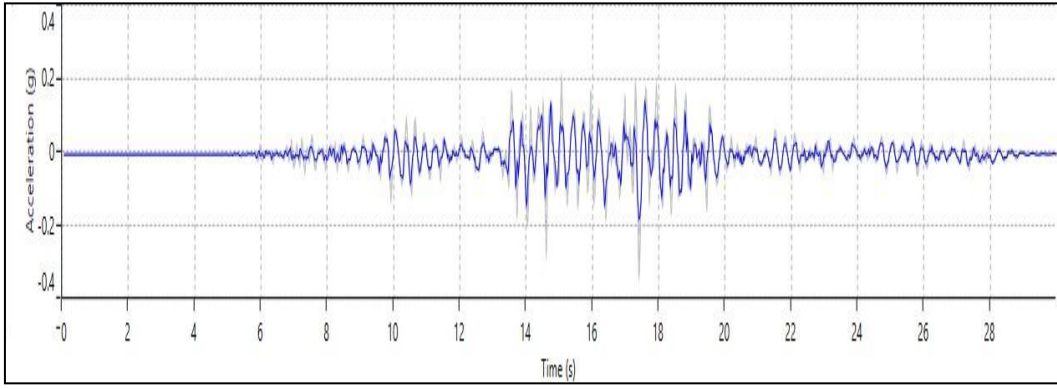


**EK 2.20.** Bölge 2 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği

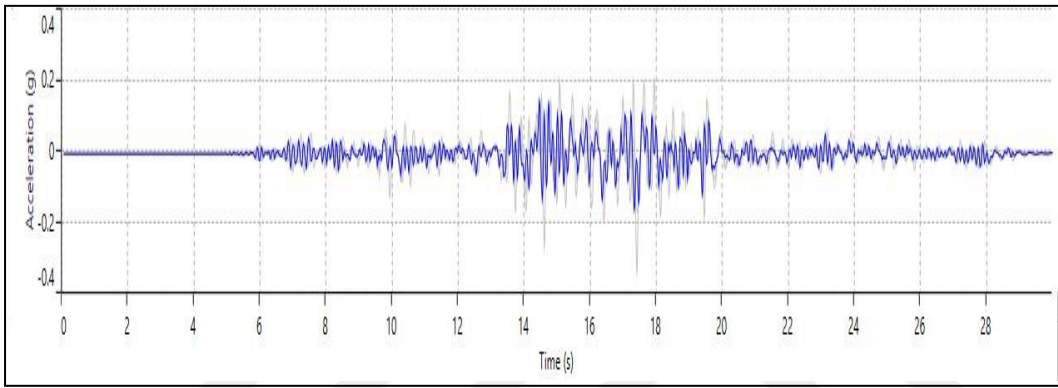


**EK 2.21.** Bölge 3 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği

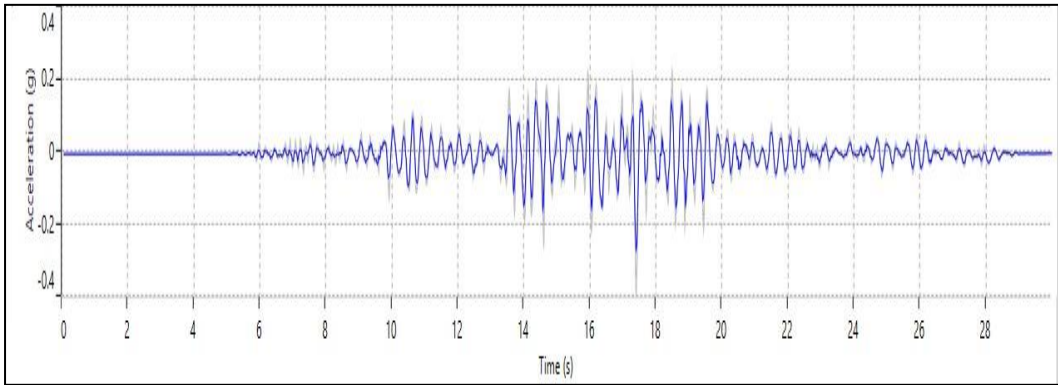




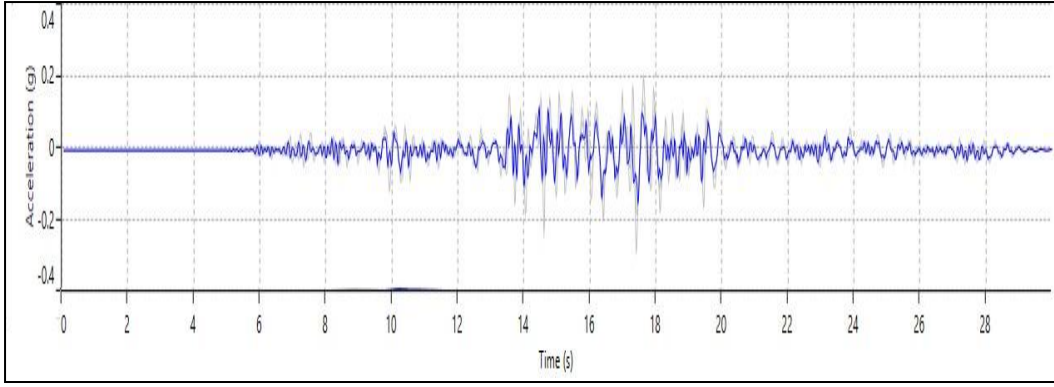
**EK 2.22.** Bölge 3 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



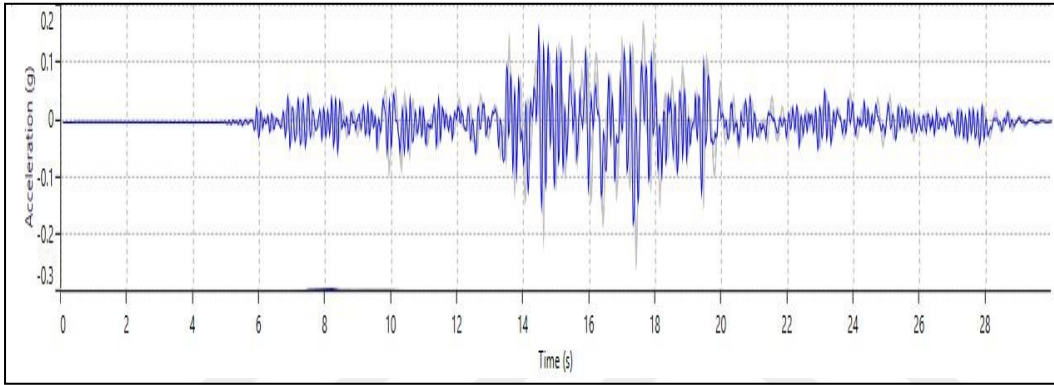
**EK 2.23.** Bölge 3 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



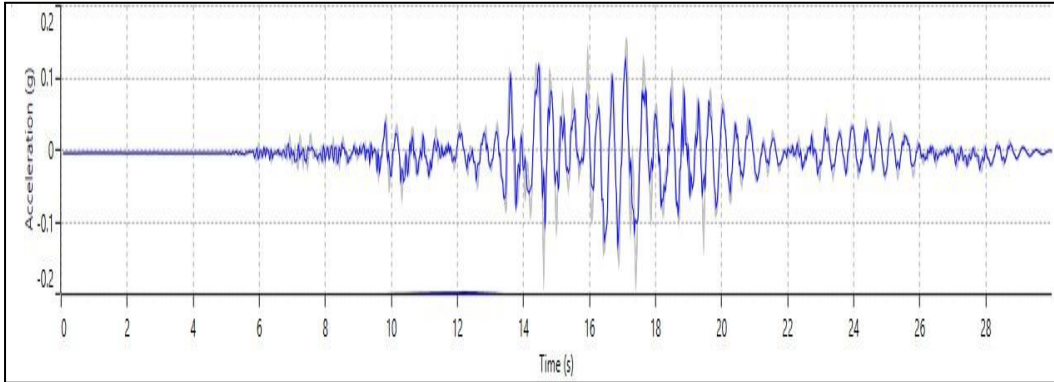
**EK 2.24.** Bölge 3 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



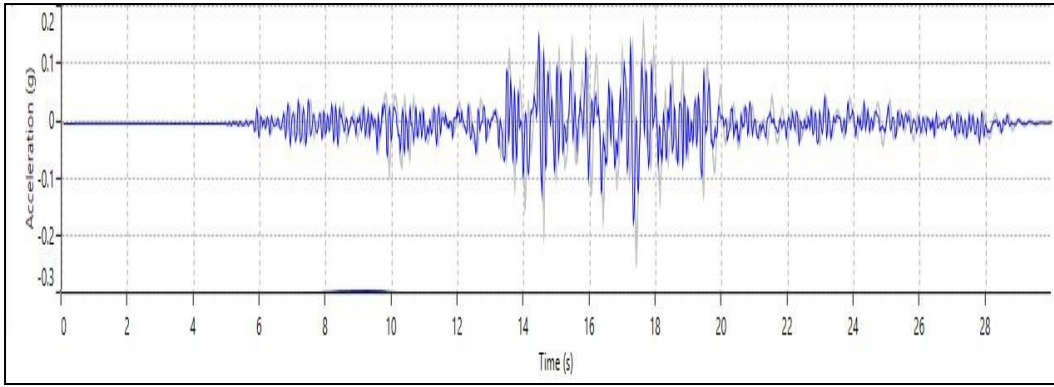
**EK 2.25.** Bölge 3 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



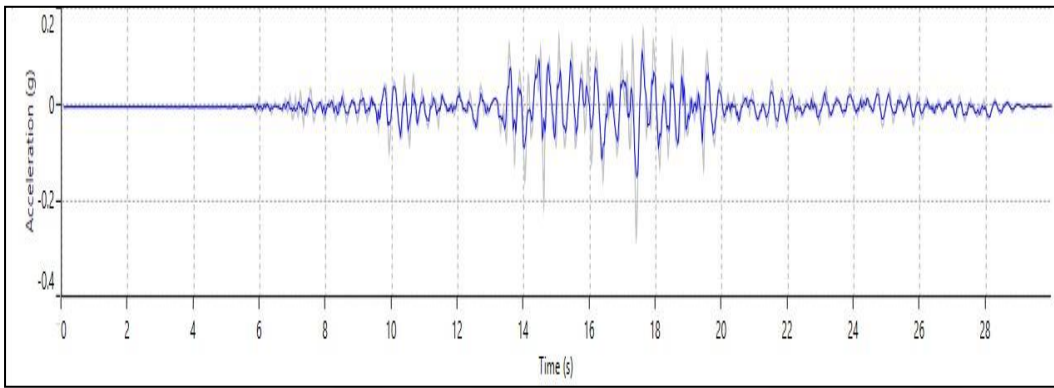
**EK 2.26.** Bölge 3 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



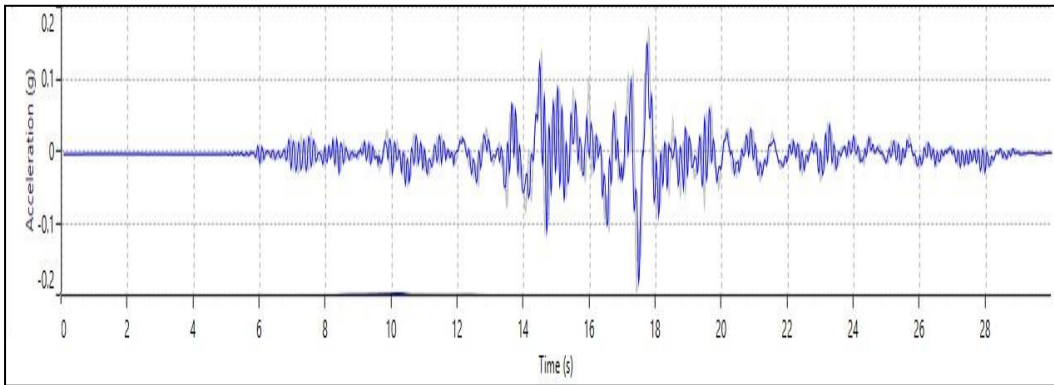
**EK 2.27.** Bölge 3 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



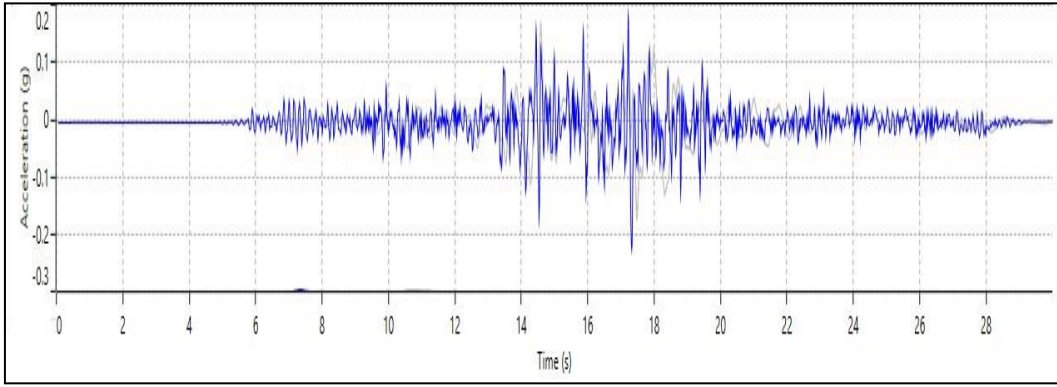
**EK 2.28.** Bölge 3 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



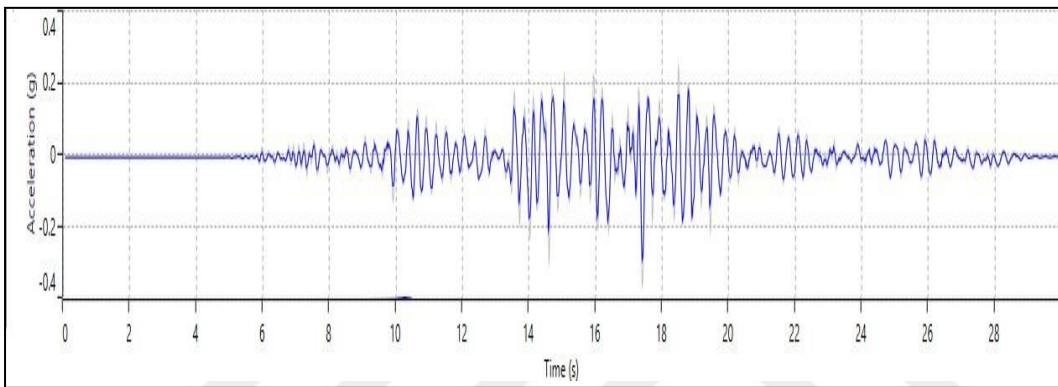
**EK 2.29.** Bölge 3 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



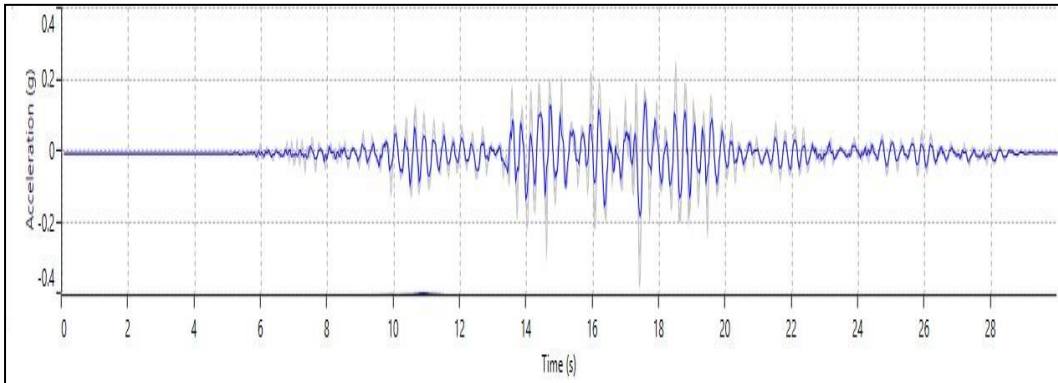
**EK 2.30.** Bölge 3 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği



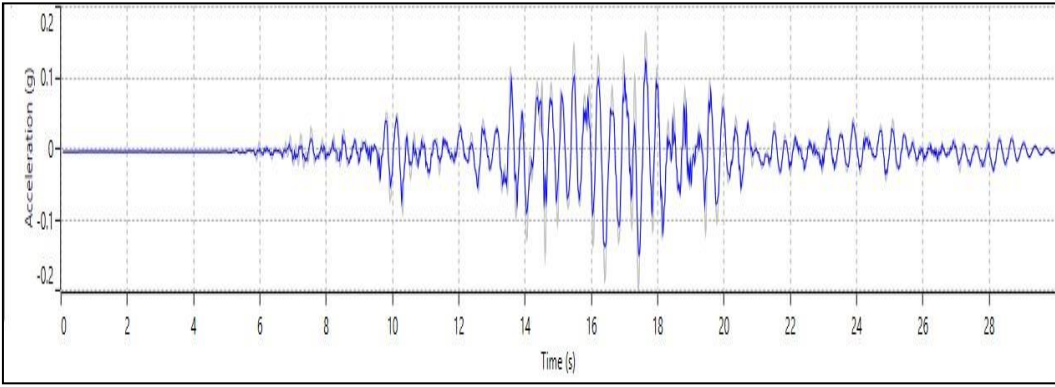
**EK 2.31.** Bölge 4 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



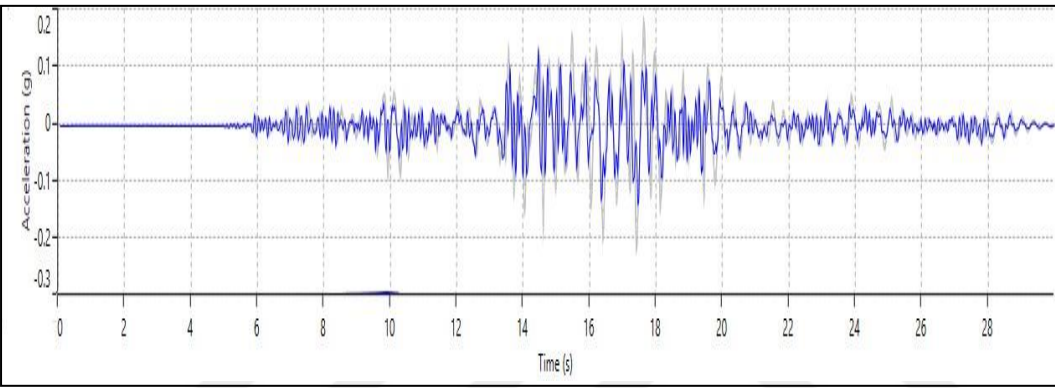
**EK 2.32.** Bölge 4 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



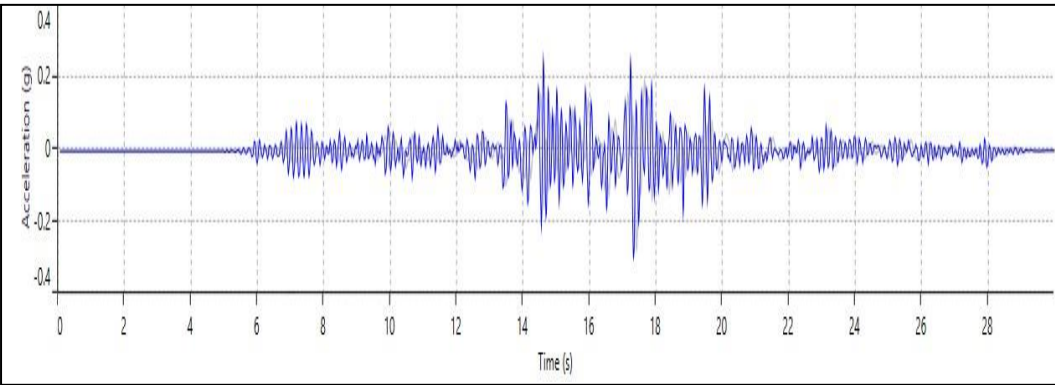
**EK 2.33.** Bölge 4 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



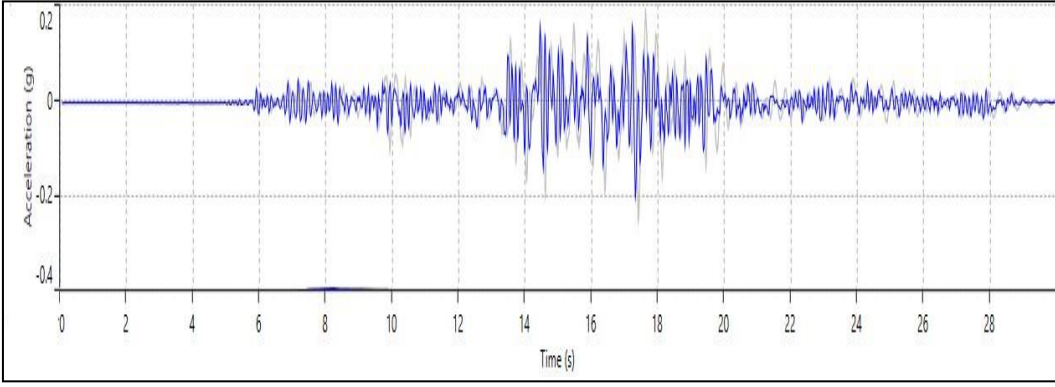
**EK 2.34.** Bölge 4 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



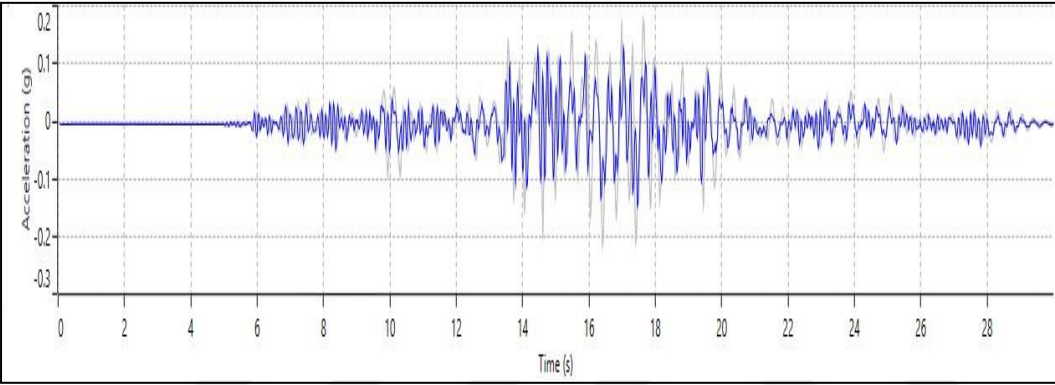
**EK 2.35.** Bölge 4 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



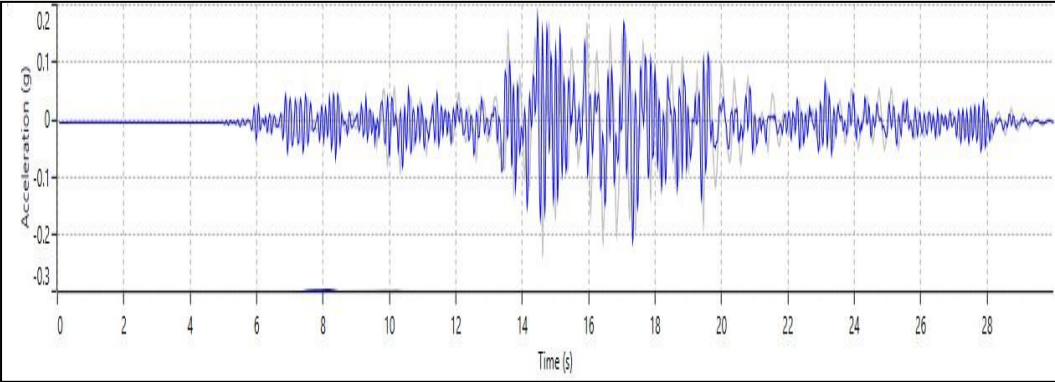
**EK 2.36.** Bölge 4 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



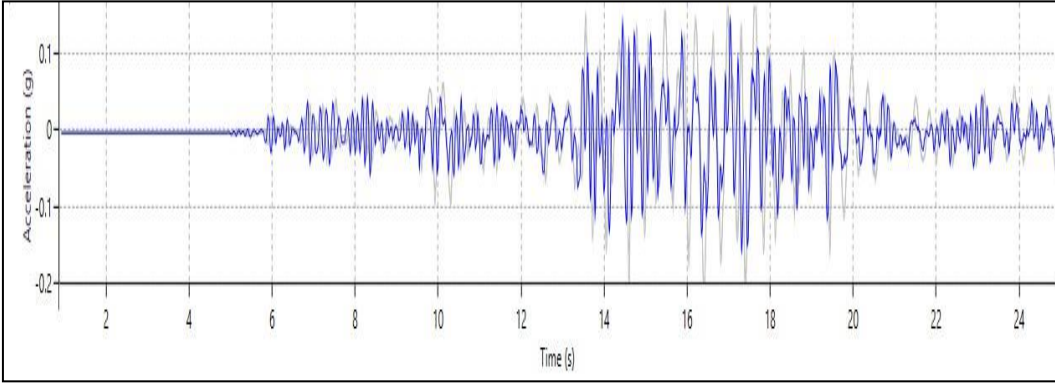
**EK 2.37.** Bölge 4 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



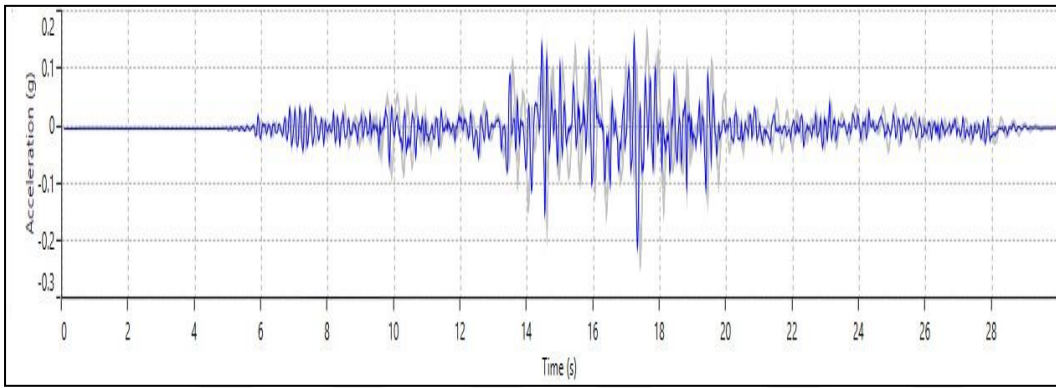
**EK 2.38.** Bölge 4 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



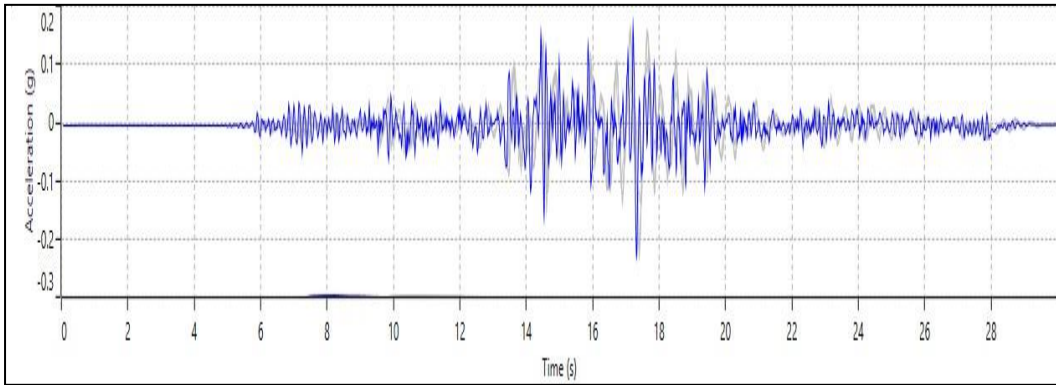
**EK 2.39.** Bölge 4 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



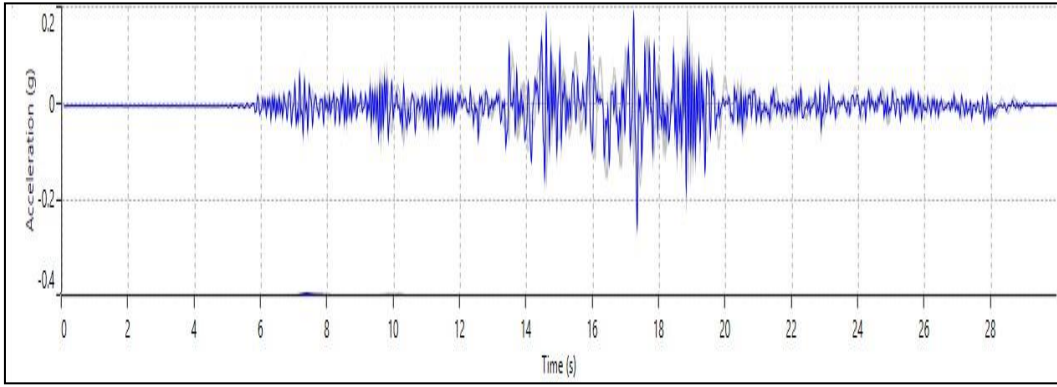
**EK 2.40.** Bölge 4 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği



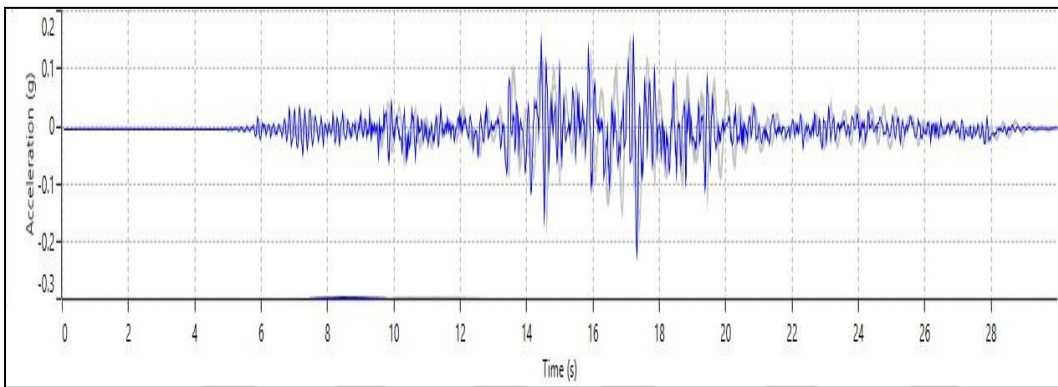
**EK 2.41.** Bölge 5 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



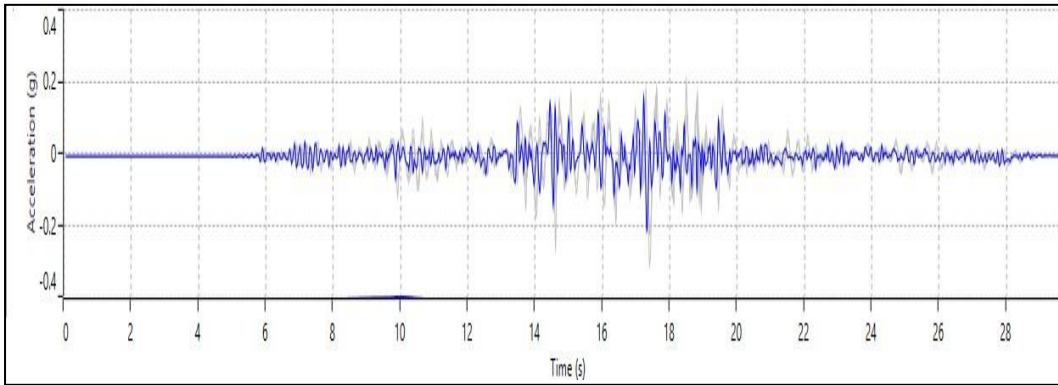
**EK 2.42.** Bölge 5 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



**EK 2.43.** Bölge 5 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği

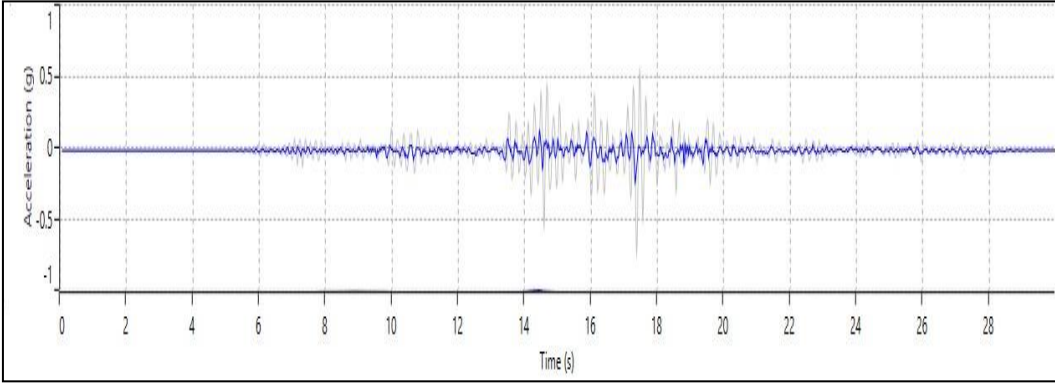


**EK 2.44.** Bölge 5 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği

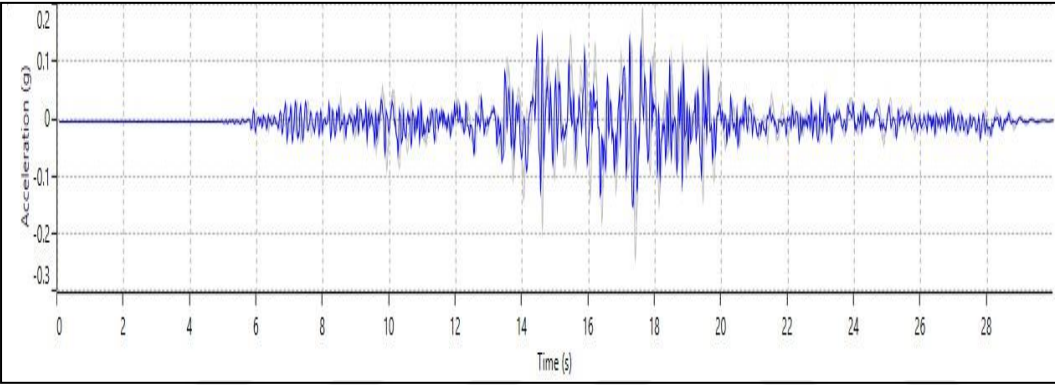


**EK 2.45.** Bölge 5 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği

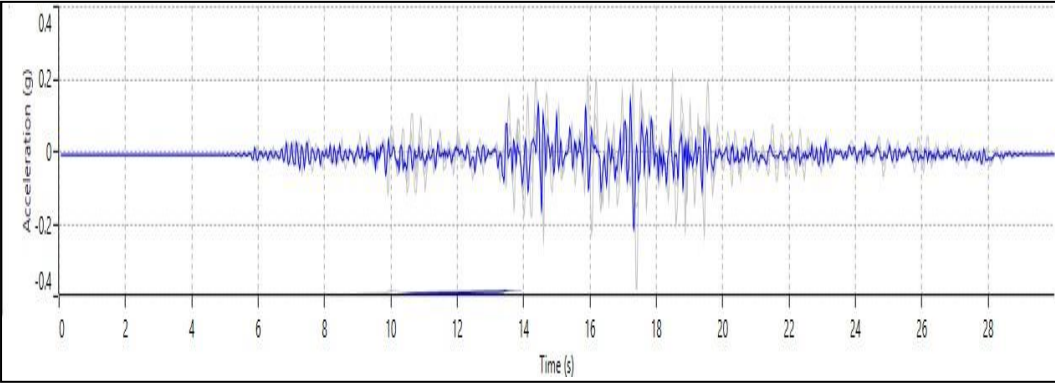




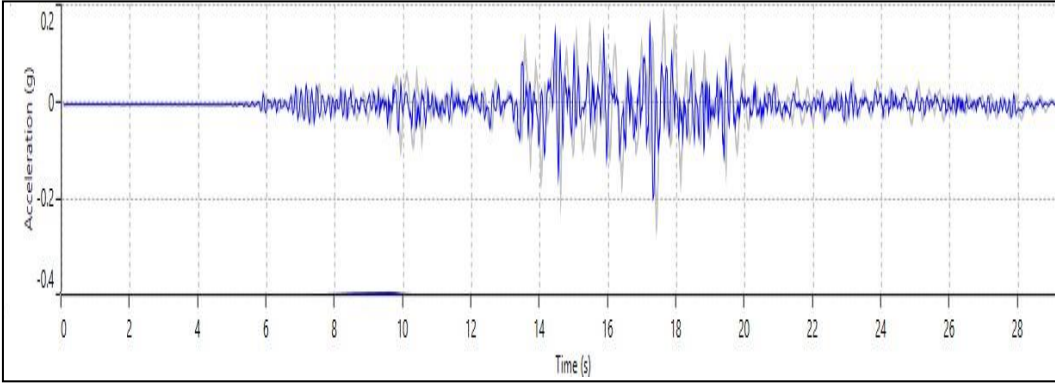
**EK 2.46.** Bölge 5 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



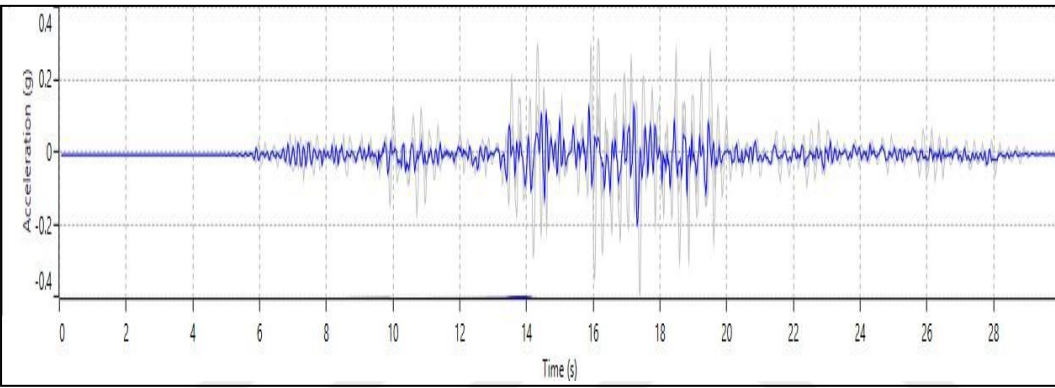
**EK 2.47.** Bölge 5 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



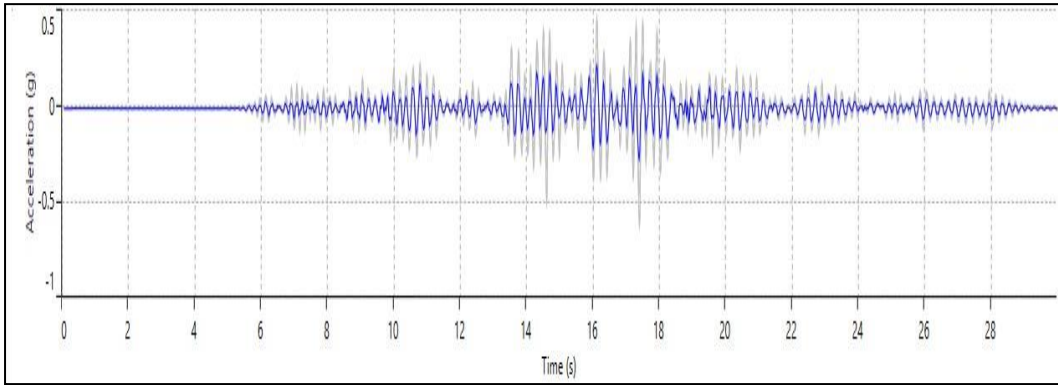
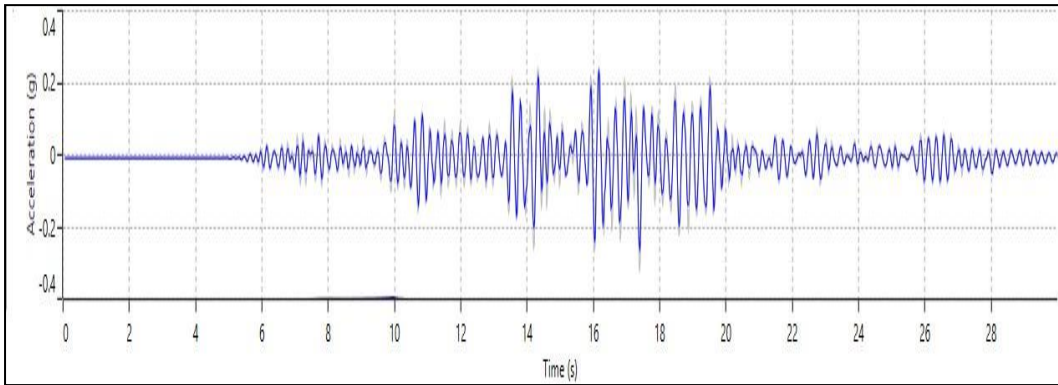
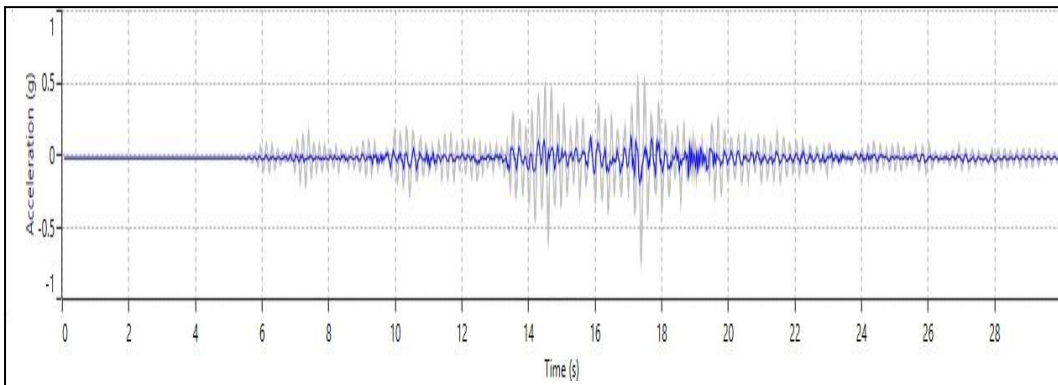
**EK 2.48** Bölge 5 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği

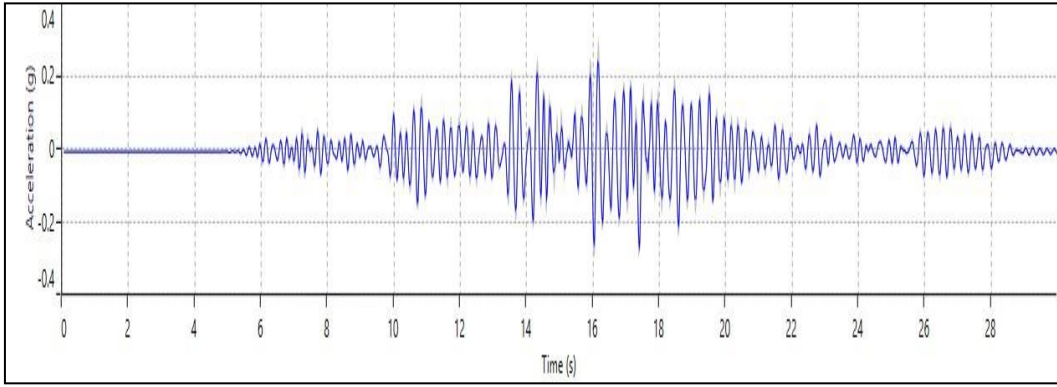


**EK 2.49.** Bölge 5 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği

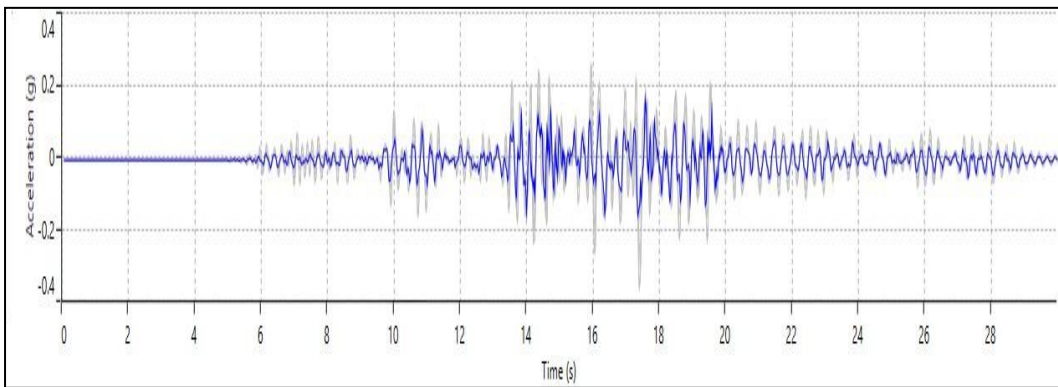


**EK 2.50.** Bölge 5 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği

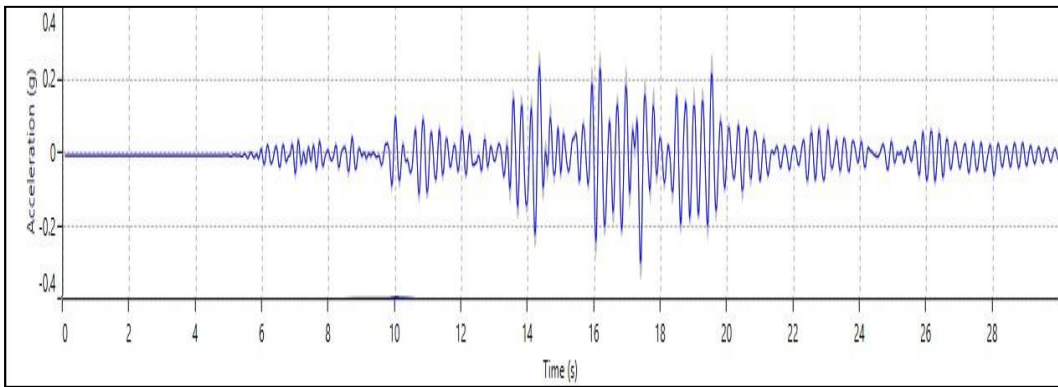
**EK-4** Kocaeli Depremine Ait Nonlineer Analiz Yatay Yüzey İvme Grafikleri**EK 3.1.** Bölge 1 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği**EK 3.2.** Bölge 1 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği**EK 3.3.** Bölge 1 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



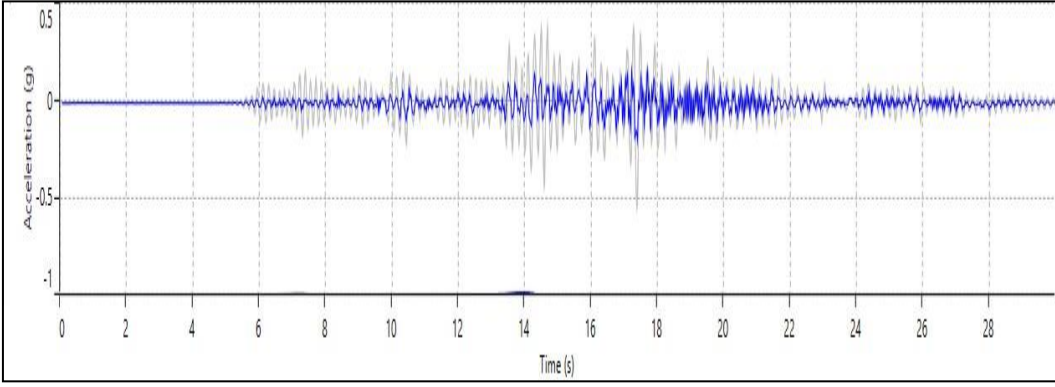
**EK 3.4.** Bölge 1 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



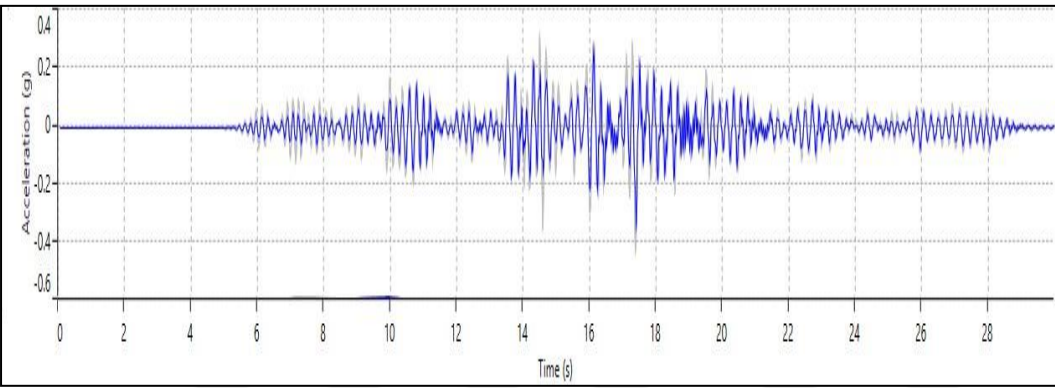
**EK 3.5.** Bölge 1 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



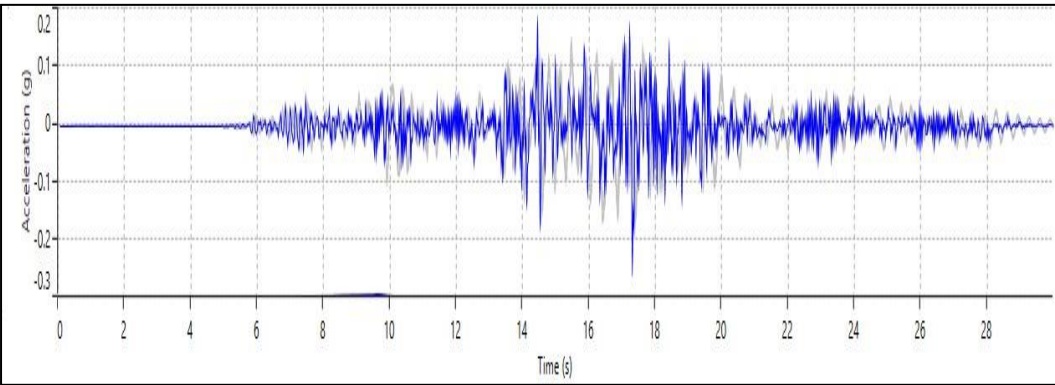
**EK 3.6.** Bölge 1 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



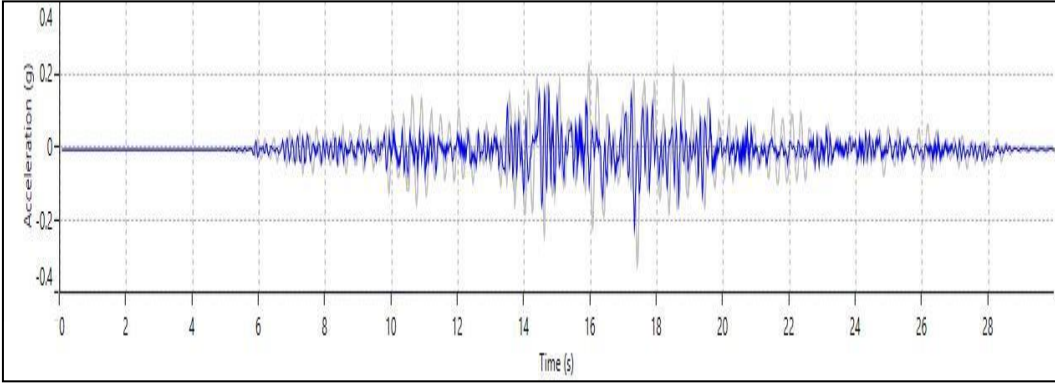
**EK 3.7.** Bölge 1 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



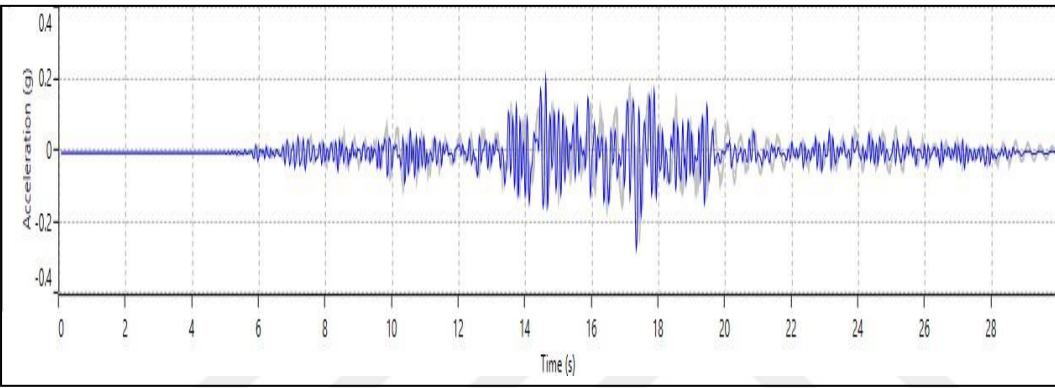
**EK 3.8.** Bölge 1 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



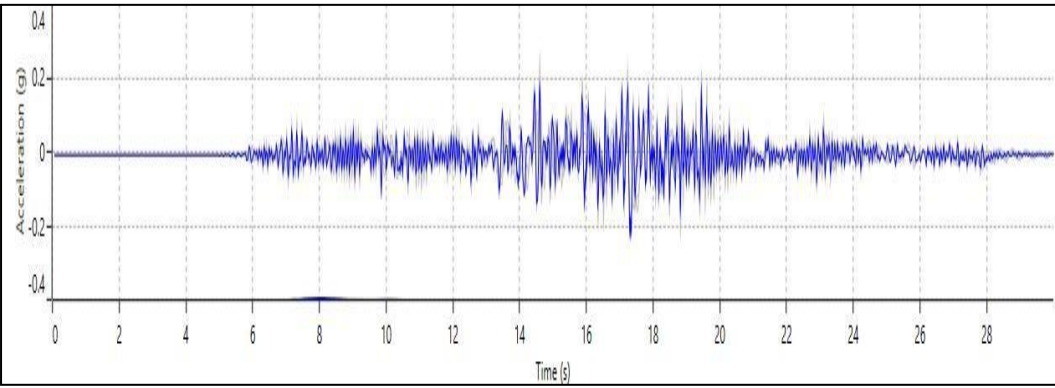
**EK 3.9.** Bölge 1 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



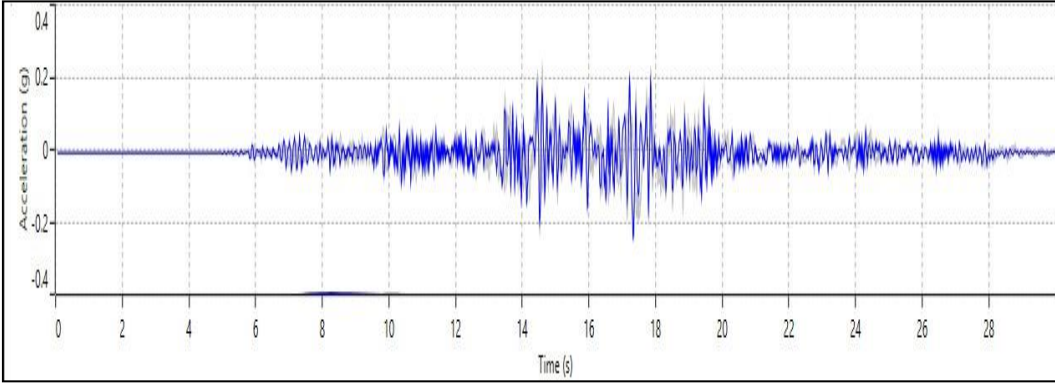
**EK 3.10.** Bölge 1 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği



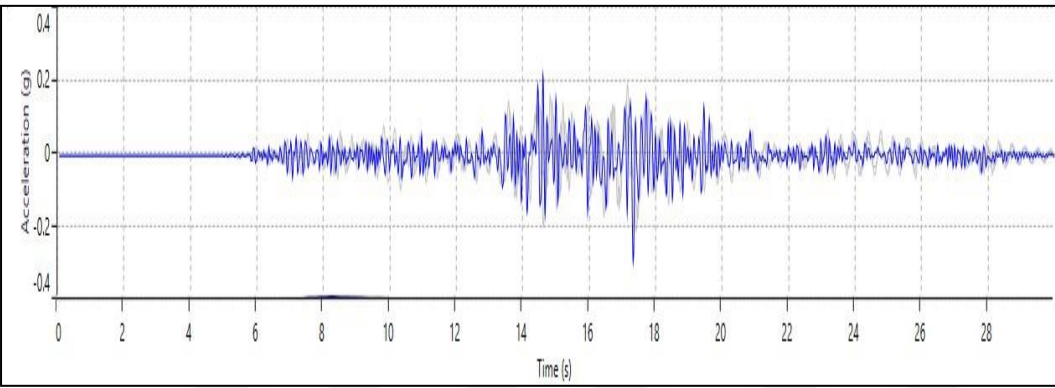
**EK 3.11.** Bölge 2 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



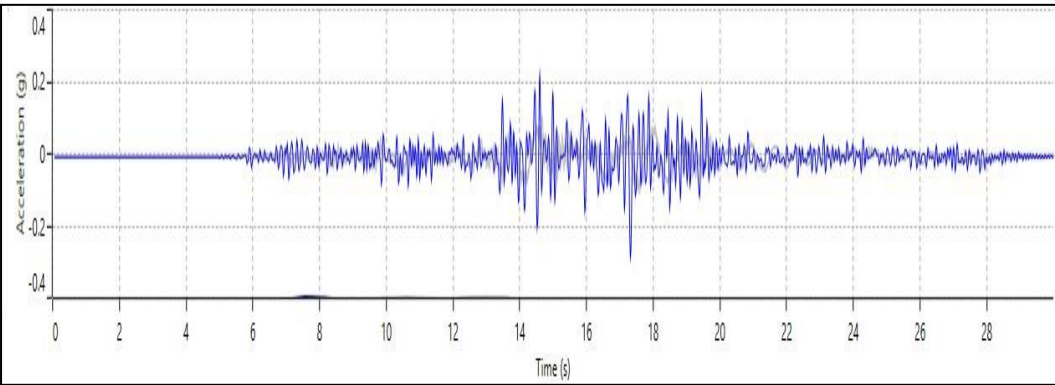
**EK 3.12.** Bölge 2 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



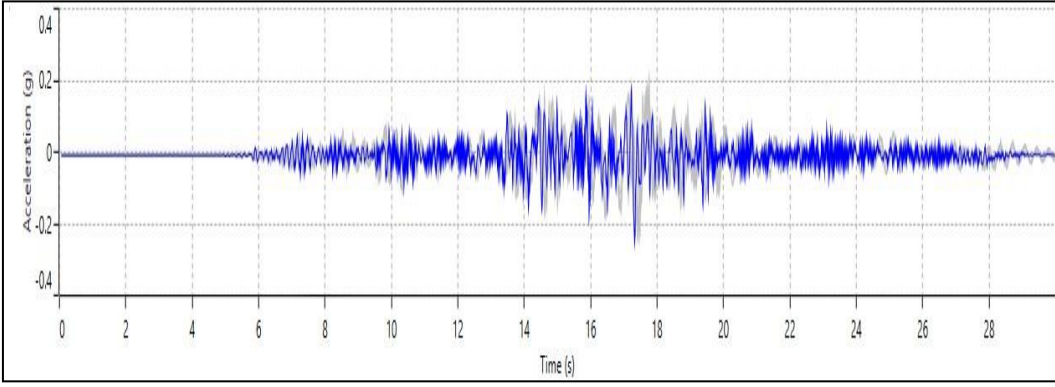
**EK 3.13.** Bölge 2 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



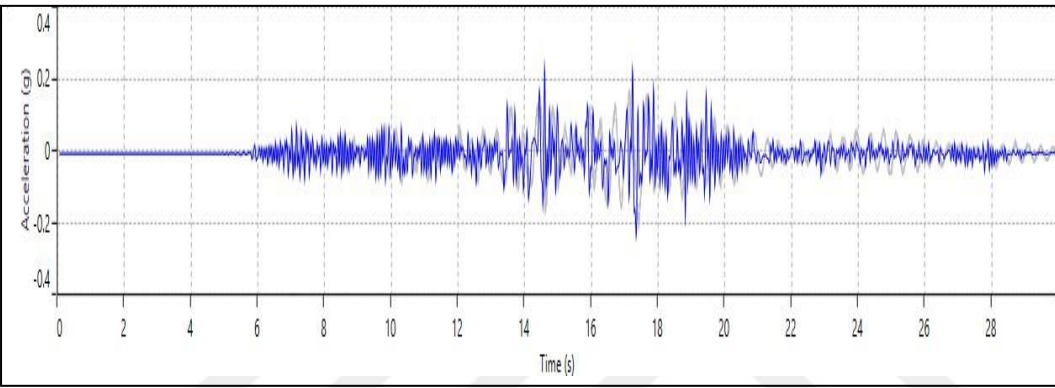
**EK 3.14.** Bölge 2 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



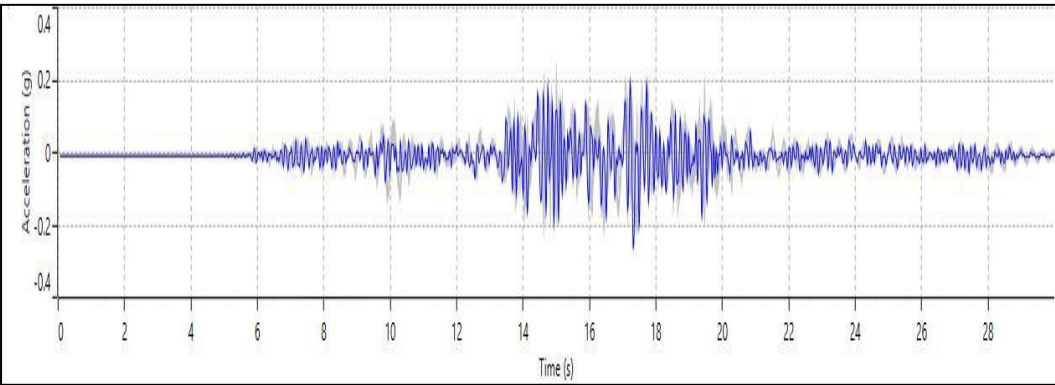
**EK 3.15.** Bölge 2 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



**EK 3.16.** Bölge 2 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği

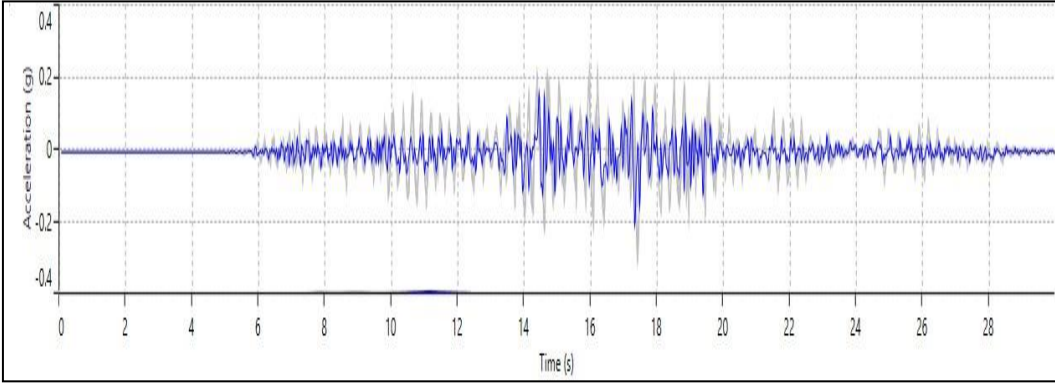


**EK 3.17.** Bölge 2 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği

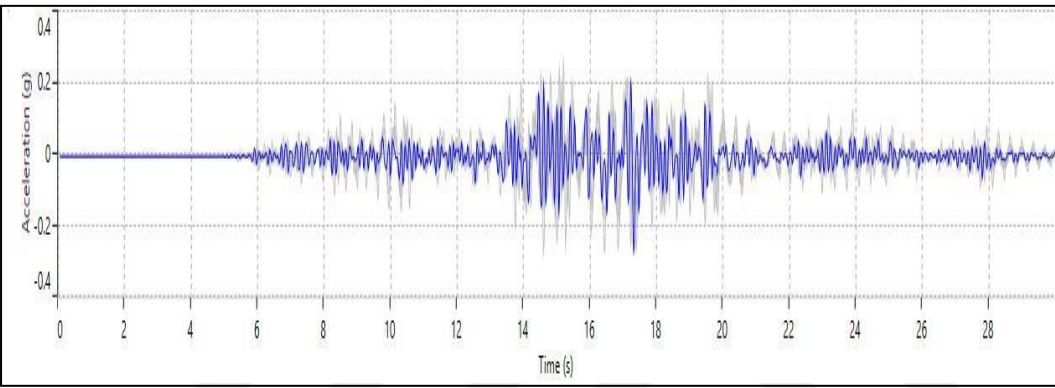


**EK 3.18.** Bölge 2 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği

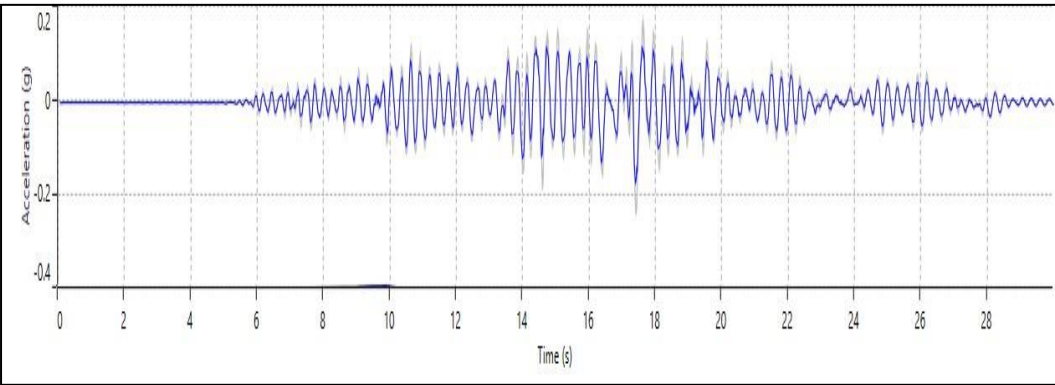




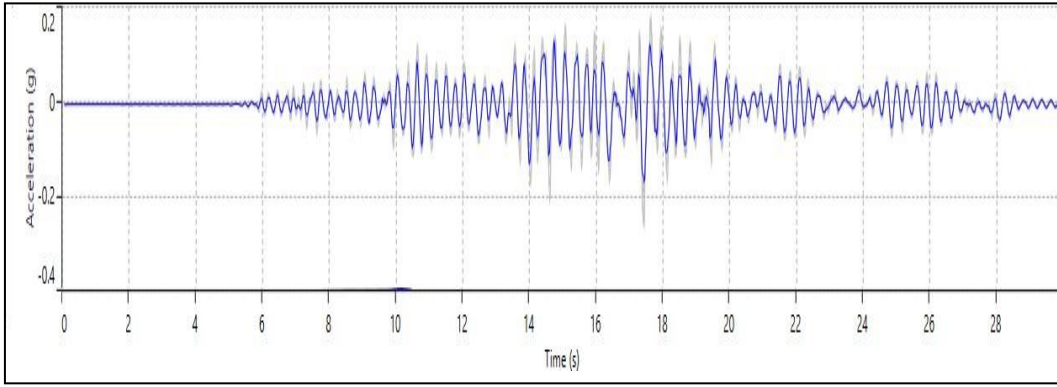
**EK 3.19.** Bölge 2 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



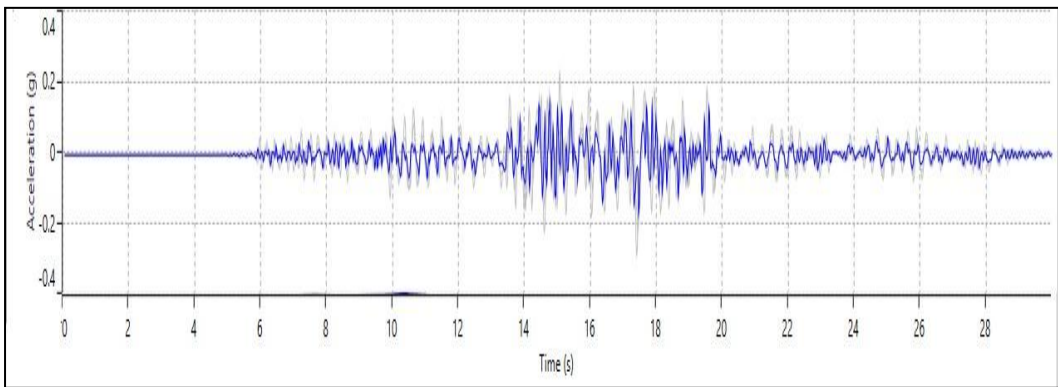
**EK 3.20.** Bölge 2 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği



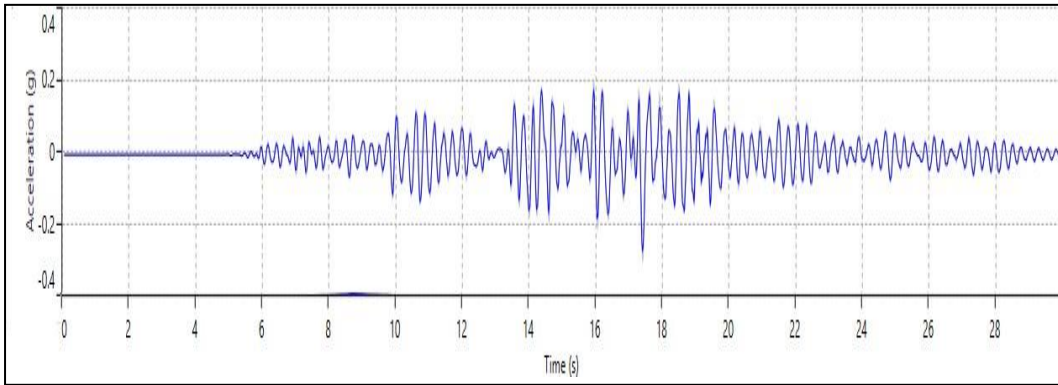
**EK 3.21.** Bölge 3 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



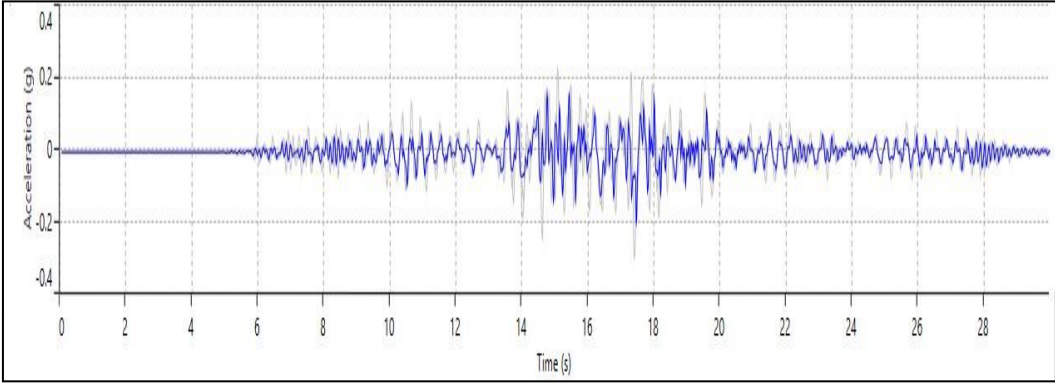
**EK 3.22.** Bölge 3 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



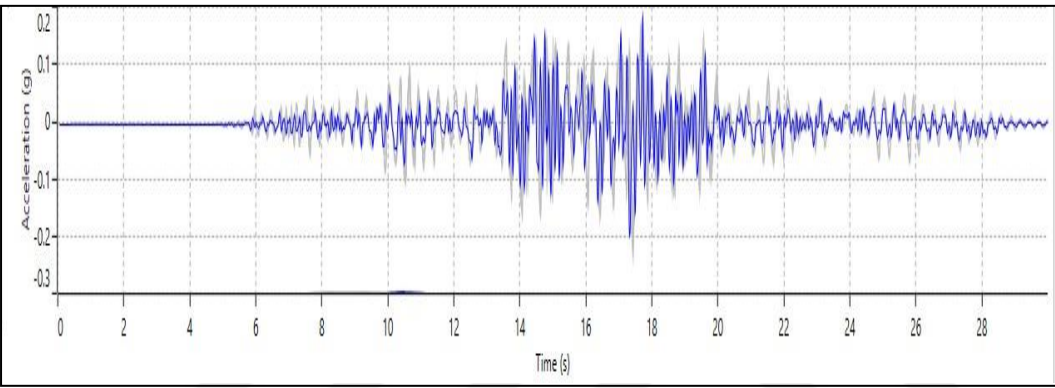
**EK 3.23.** Bölge 3 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



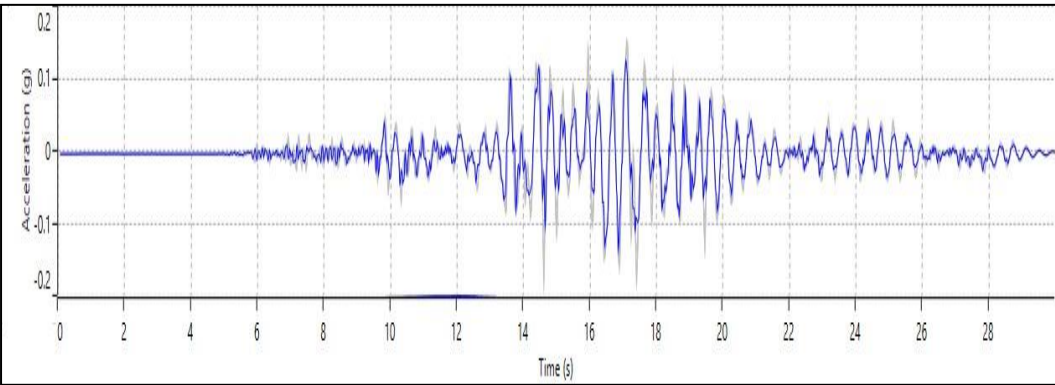
**EK 3.24.** Bölge 3 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



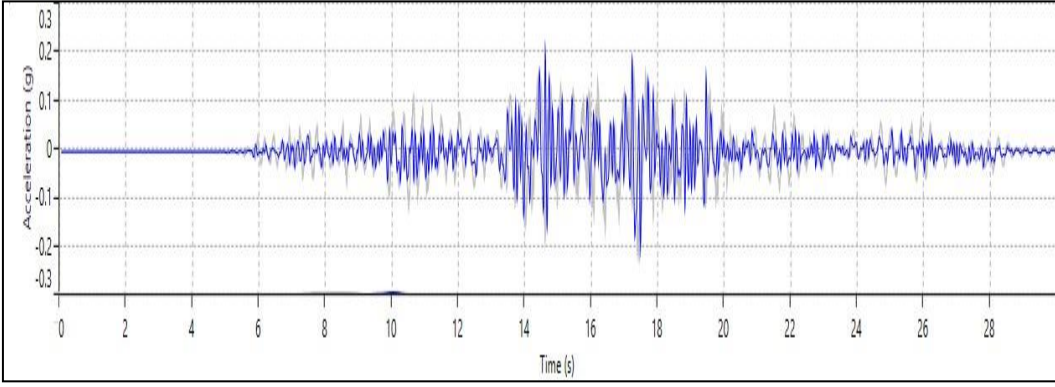
**EK 3.25.** Bölge 3 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



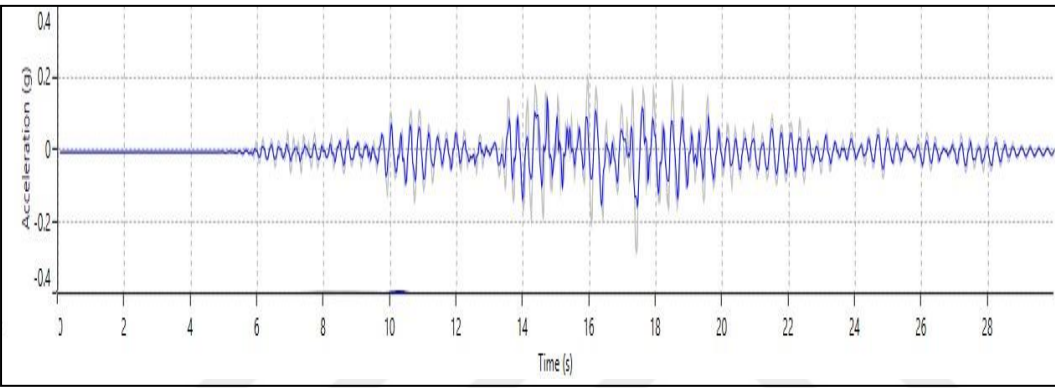
**EK 3.26.** Bölge 3 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



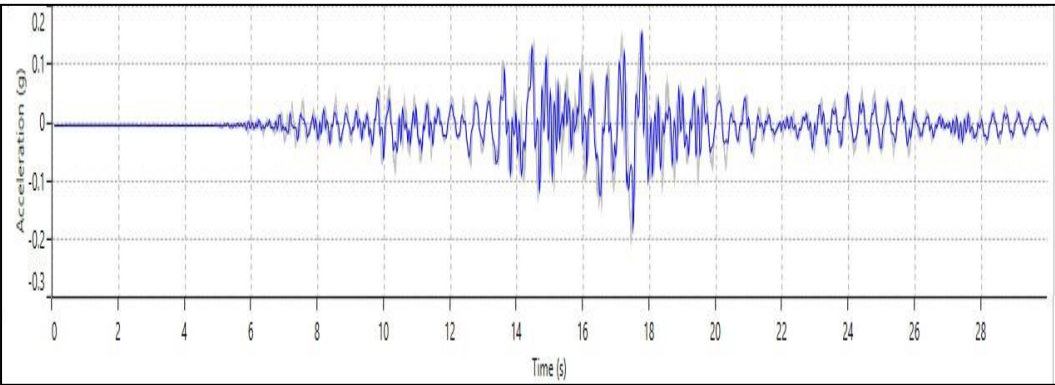
**EK 3.27.** Bölge 3 SK-7'e ait yatay yüzey ivme grafiği



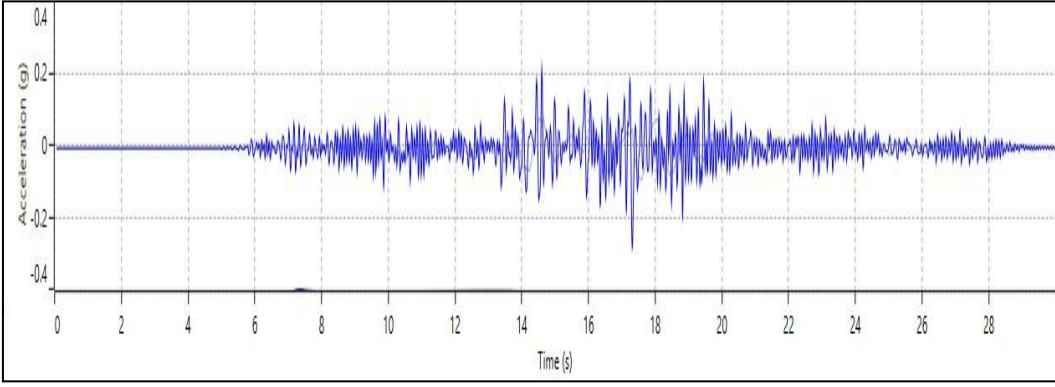
**EK 3.28.** Bölge 3 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



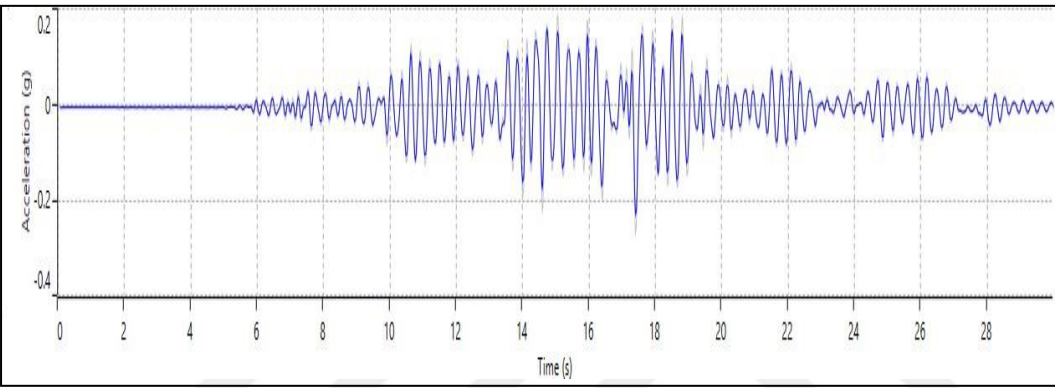
**EK 3.29.** Bölge 3 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



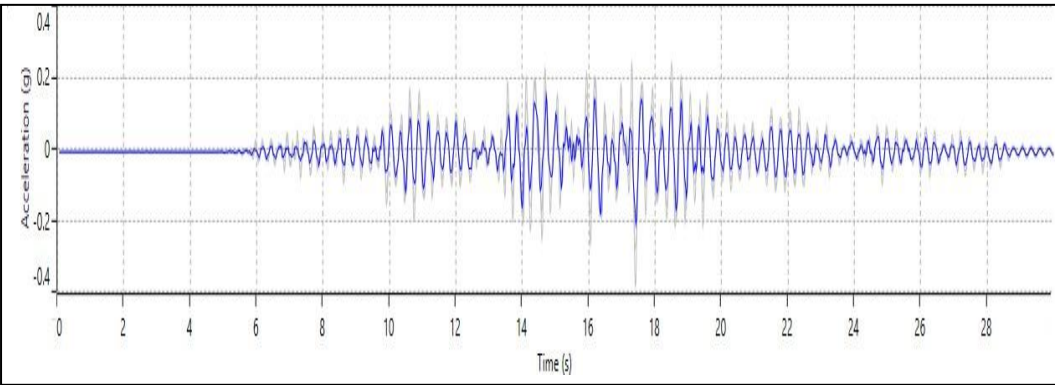
**EK 3.30.** Bölge 3 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği



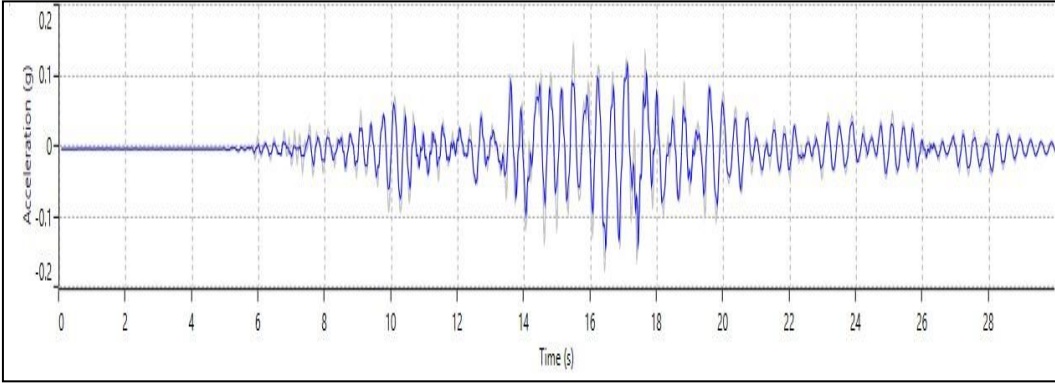
**EK 3.31.** Bölge 4 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği



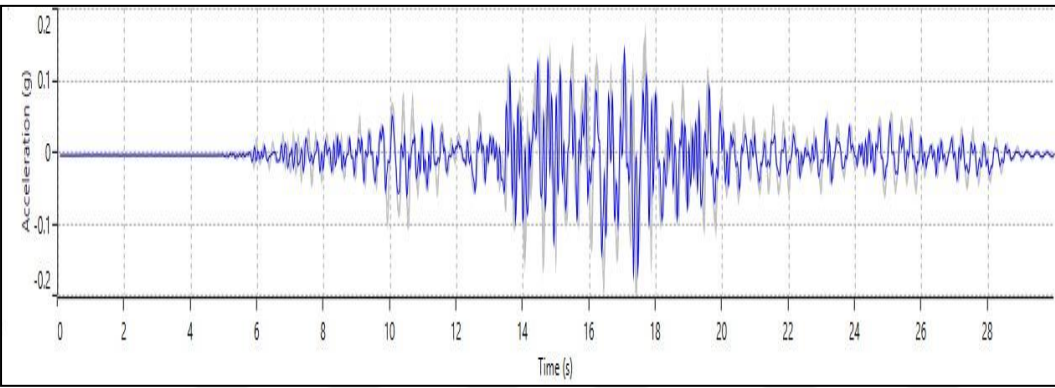
**EK 3.32.** Bölge 4 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



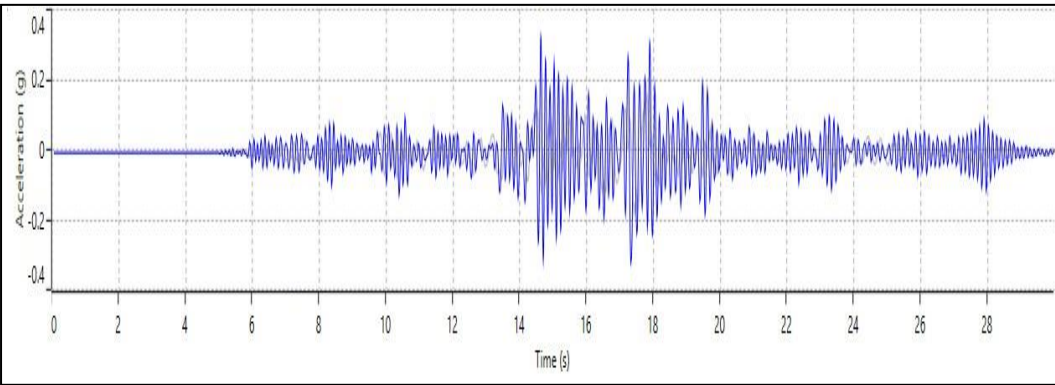
**EK 3.33.** Bölge 4 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



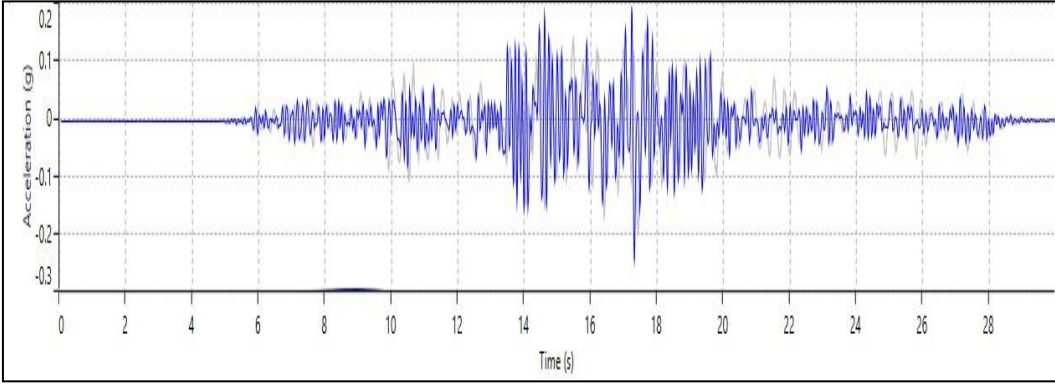
**EK 3.34.** Bölge 4 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



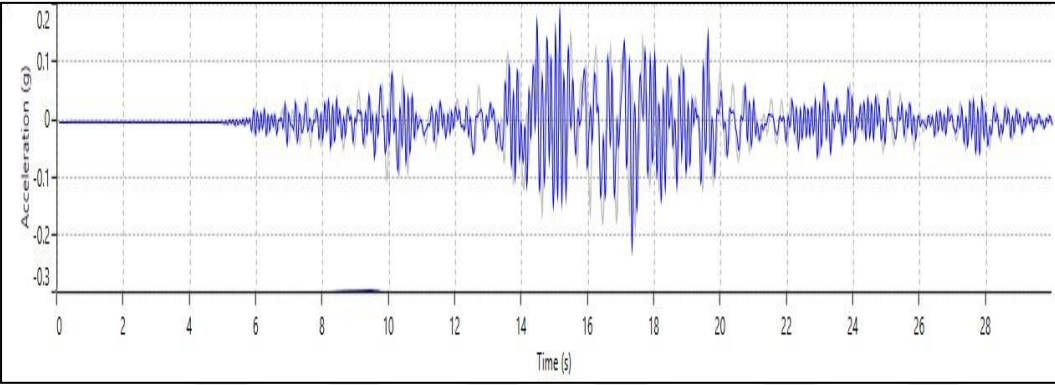
**EK 3.35.** Bölge 4 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



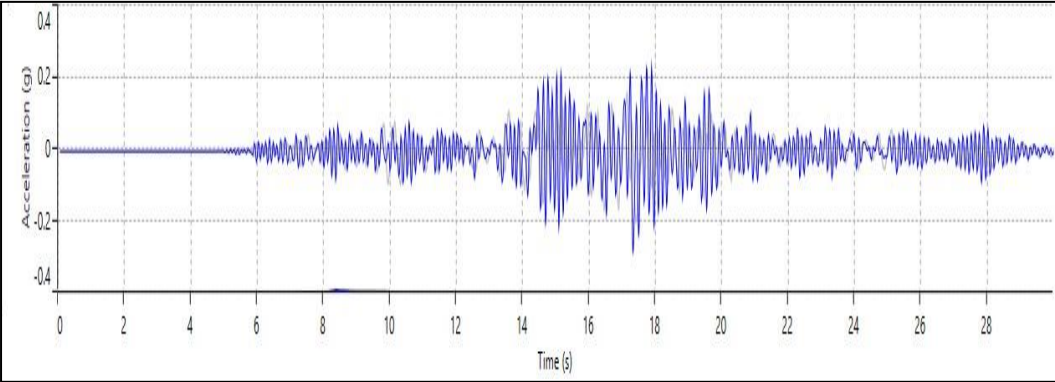
**EK 3.36.** Bölge 4 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



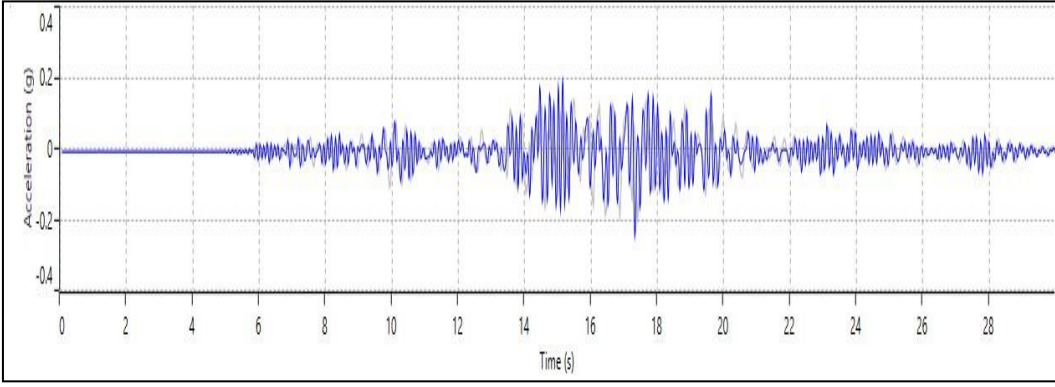
**EK 3.37.** Bölge 4 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



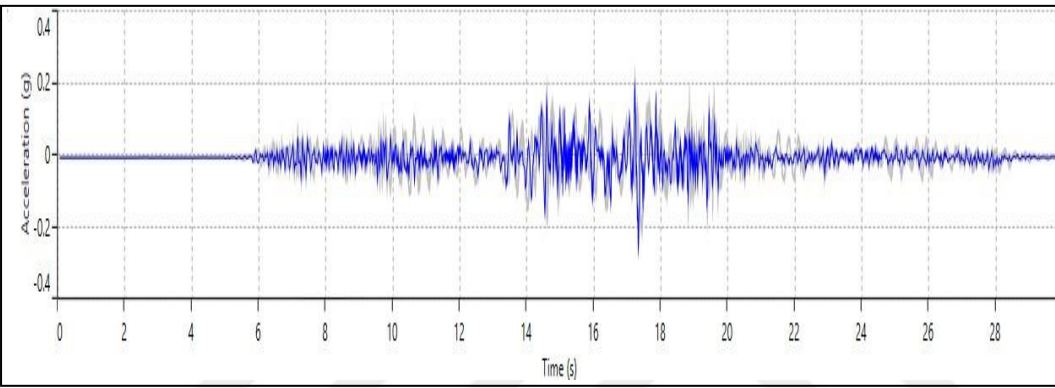
**EK 3.38.** Bölge 4 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği



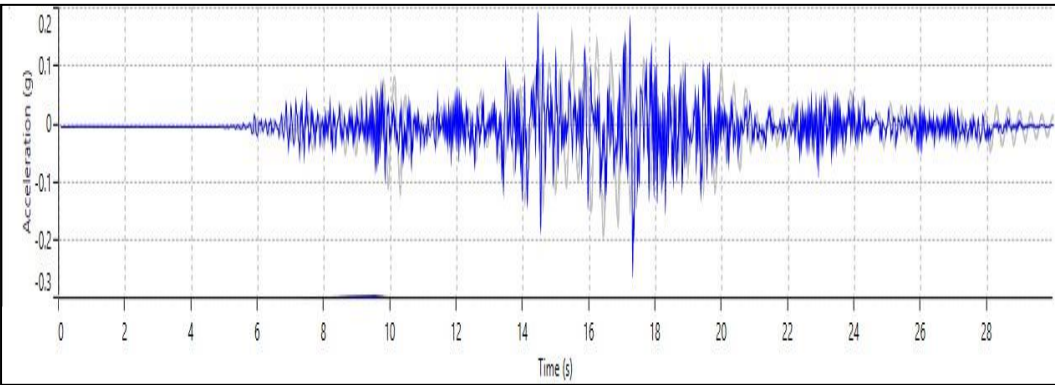
**EK 3.39.** Bölge 4 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği



**EK 3.40.** Bölge 4 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği

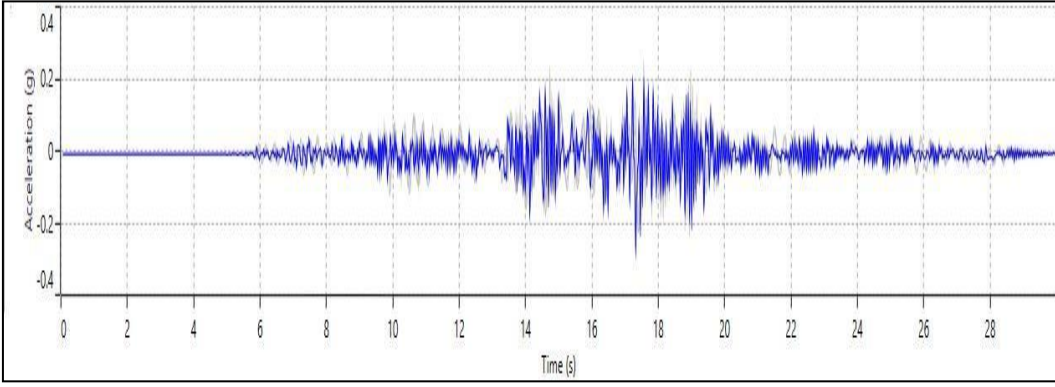


**EK 3.41.** Bölge 5 SK-1'e ait yatay yüzey ivme grafiği

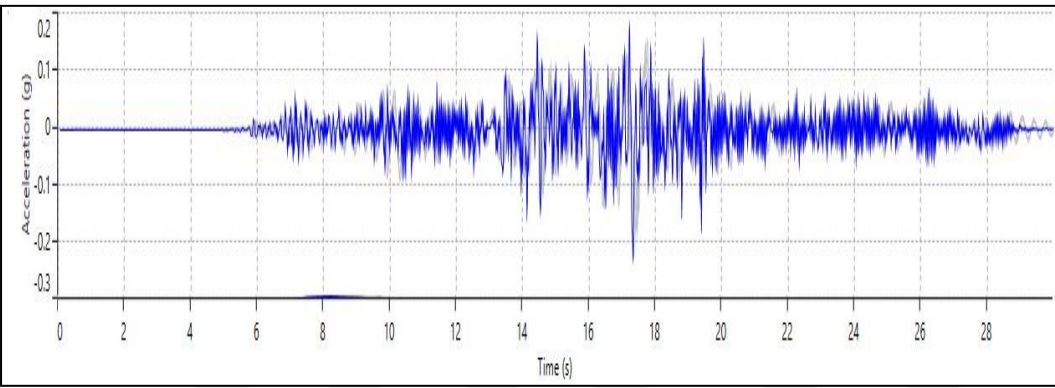


**EK 3.42.** Bölge 5 SK-2'ye ait yatay yüzey ivme grafiği

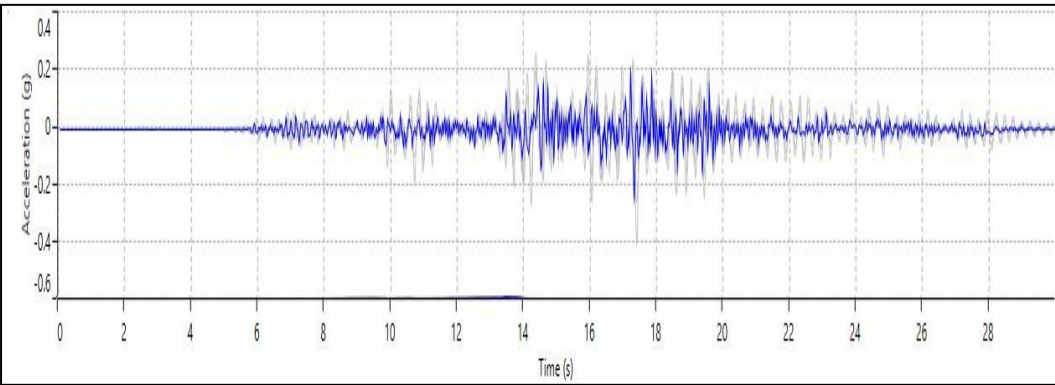




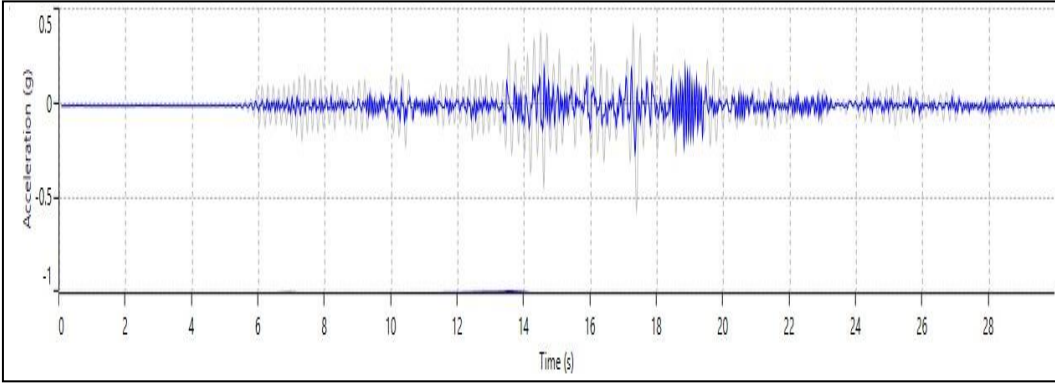
**EK 3.43.** Bölge 5 SK-3'e ait yatay yüzey ivme grafiği



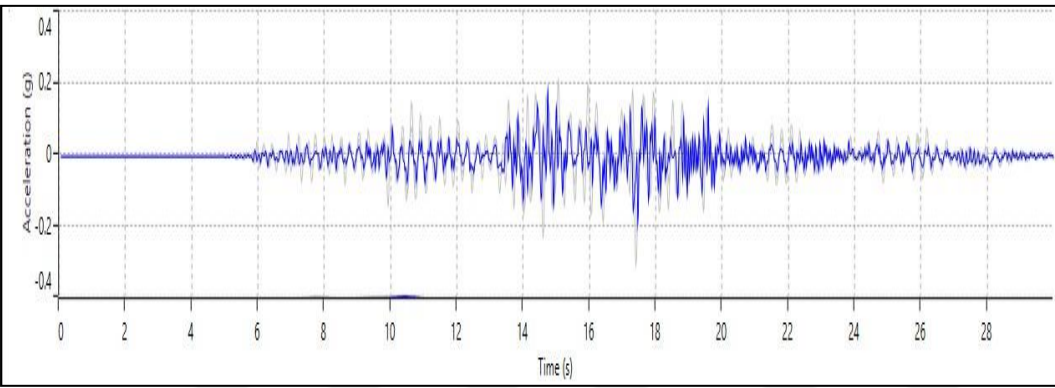
**EK 3.44.** Bölge 5 SK-4'e ait yatay yüzey ivme grafiği



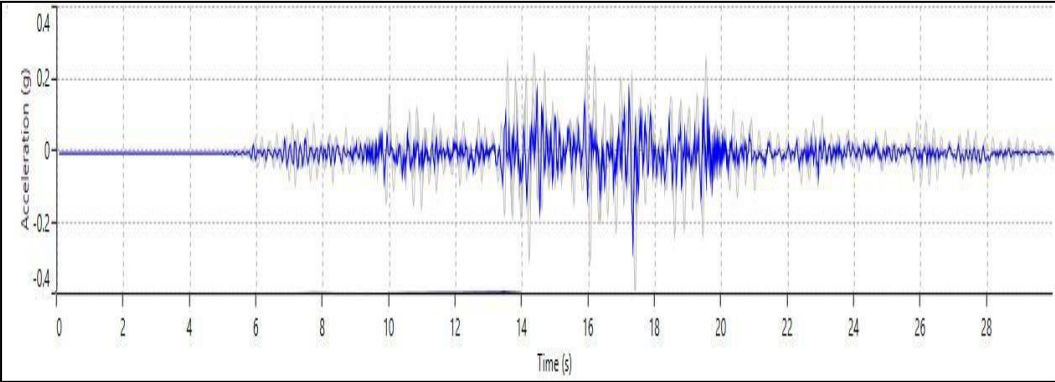
**EK 3.45.** Bölge 5 SK-5'e ait yatay yüzey ivme grafiği



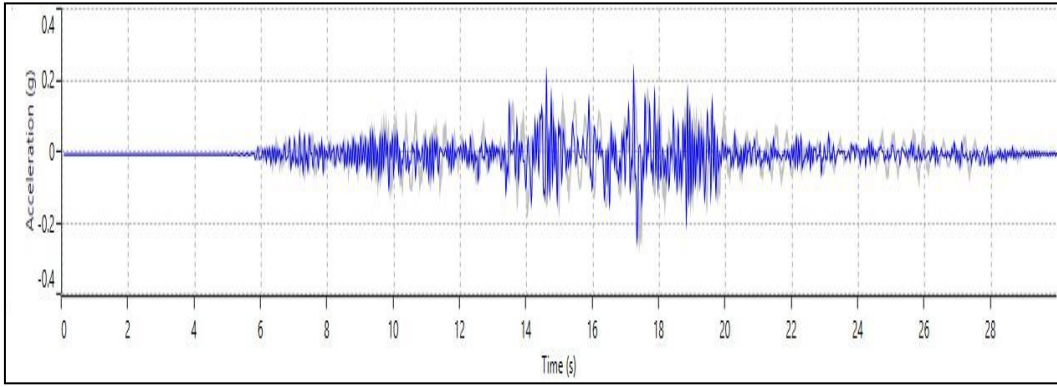
**EK 3.46.** Bölge 5 SK-6'ya ait yatay yüzey ivme grafiği



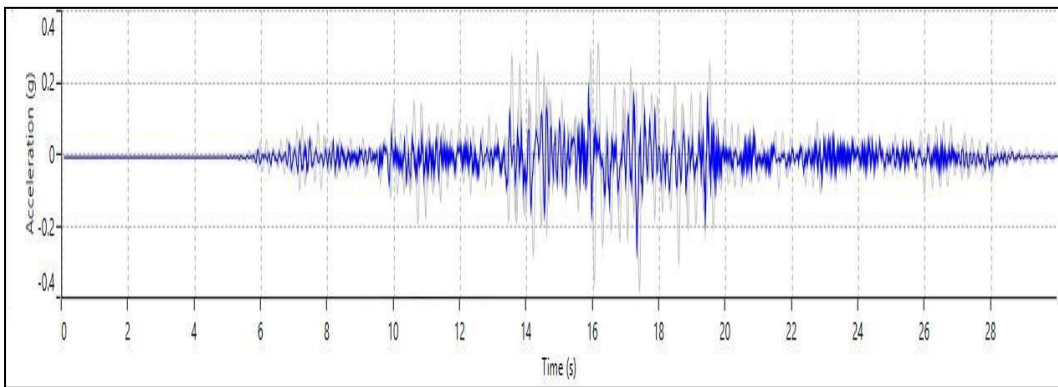
**EK 3.47.** Bölge 5 SK-7'ye ait yatay yüzey ivme grafiği



**EK 3.48.** Bölge 5 SK-8'e ait yatay yüzey ivme grafiği

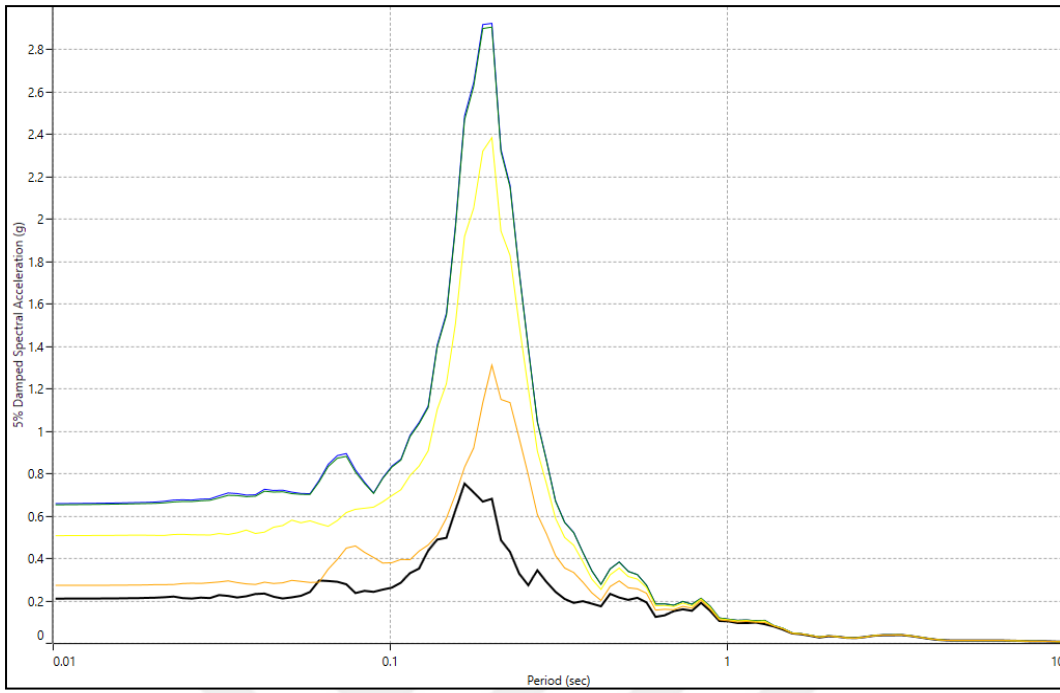


**EK 3.49.** Bölge 5 SK-9'a ait yatay yüzey ivme grafiği

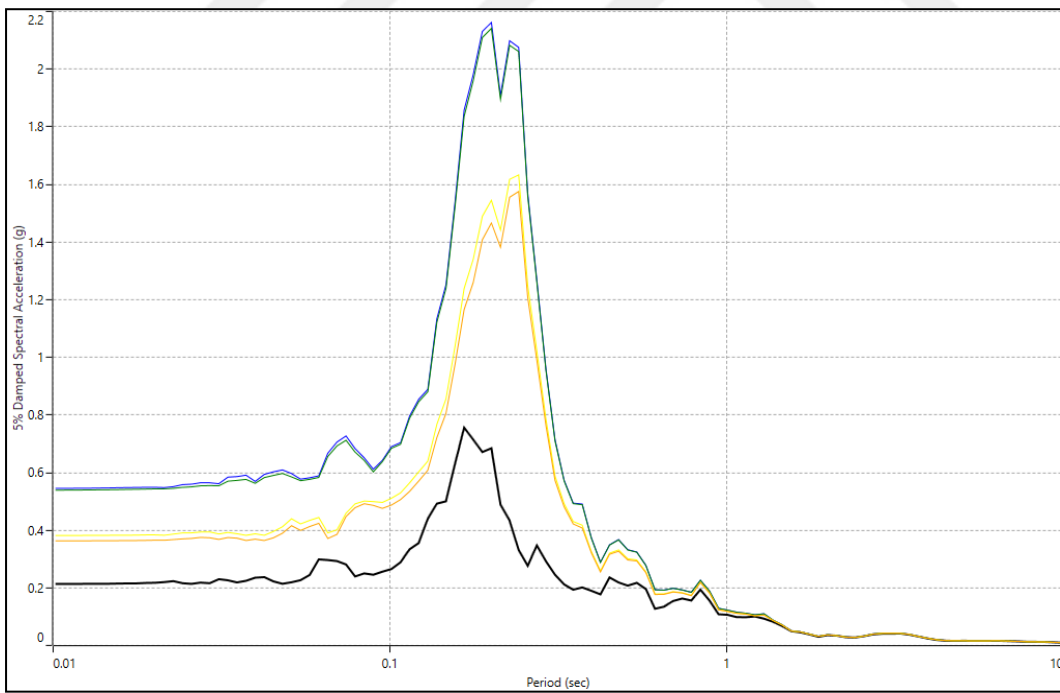


**EK 3.50.** Bölge 5 SK-10'a ait yatay yüzey ivme grafiği

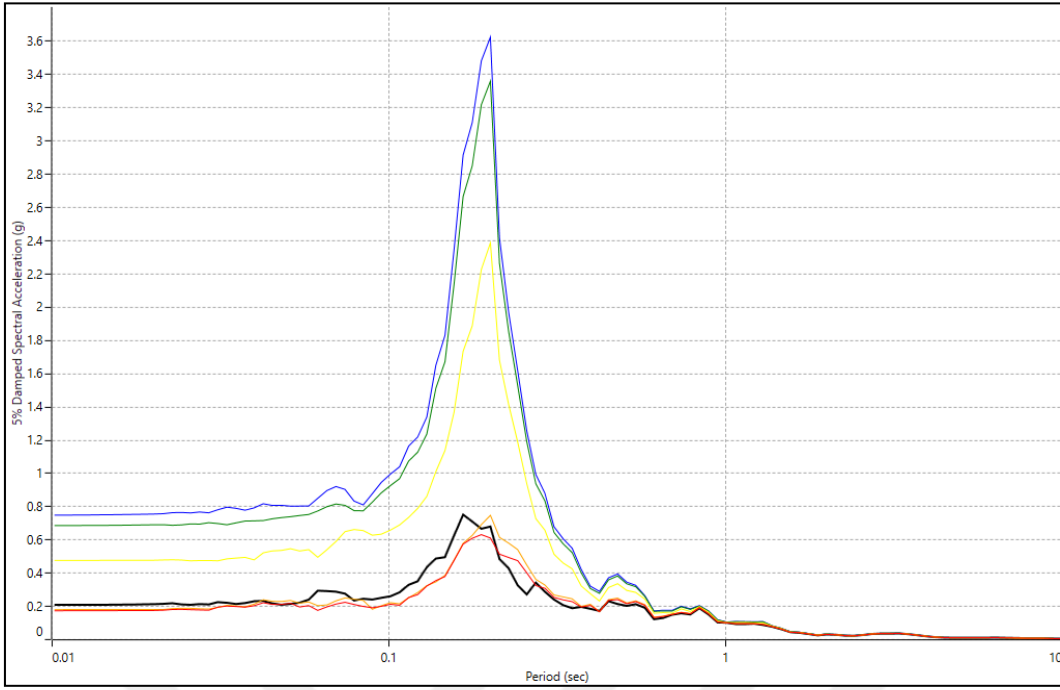
## EK-5 Kocaeli Depremine Ait Eşdeğer Linear Analiz Yüzey Spektral İvme Grafikleri



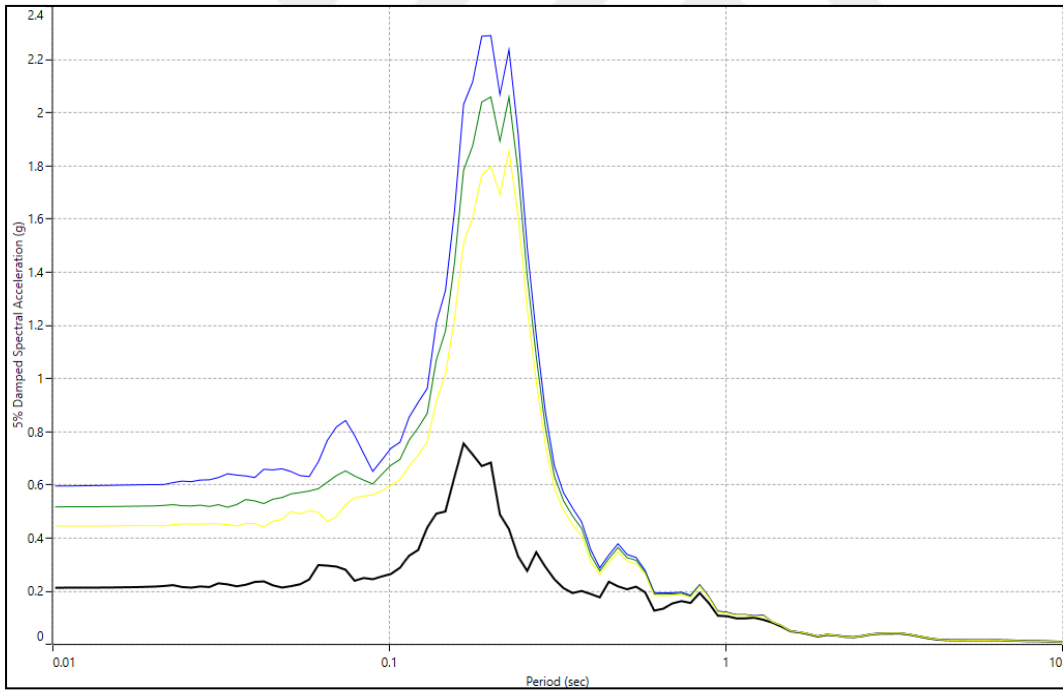
**EK 4.1.** Bölge 1 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



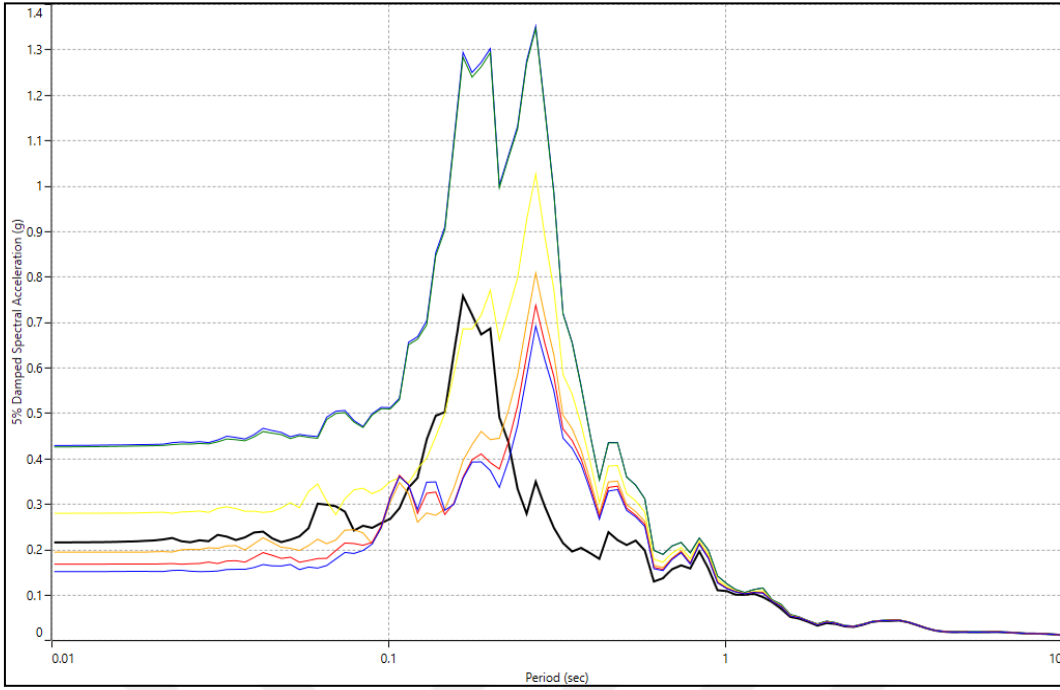
**EK 4.2.** Bölge 1 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



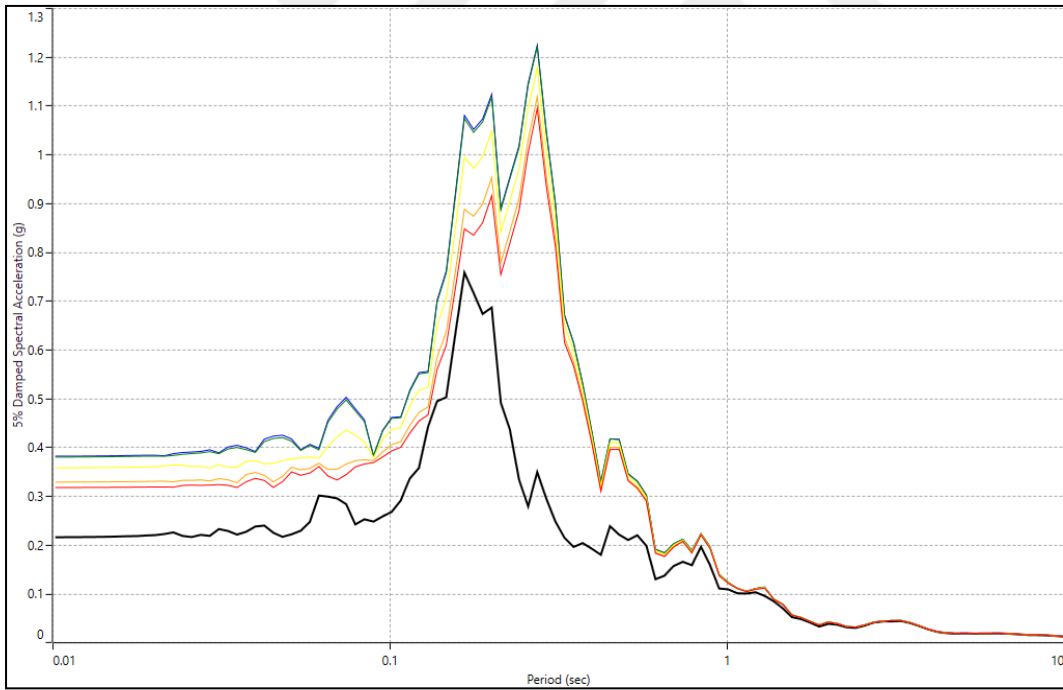
**EK 4.3.** Bölge 1 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



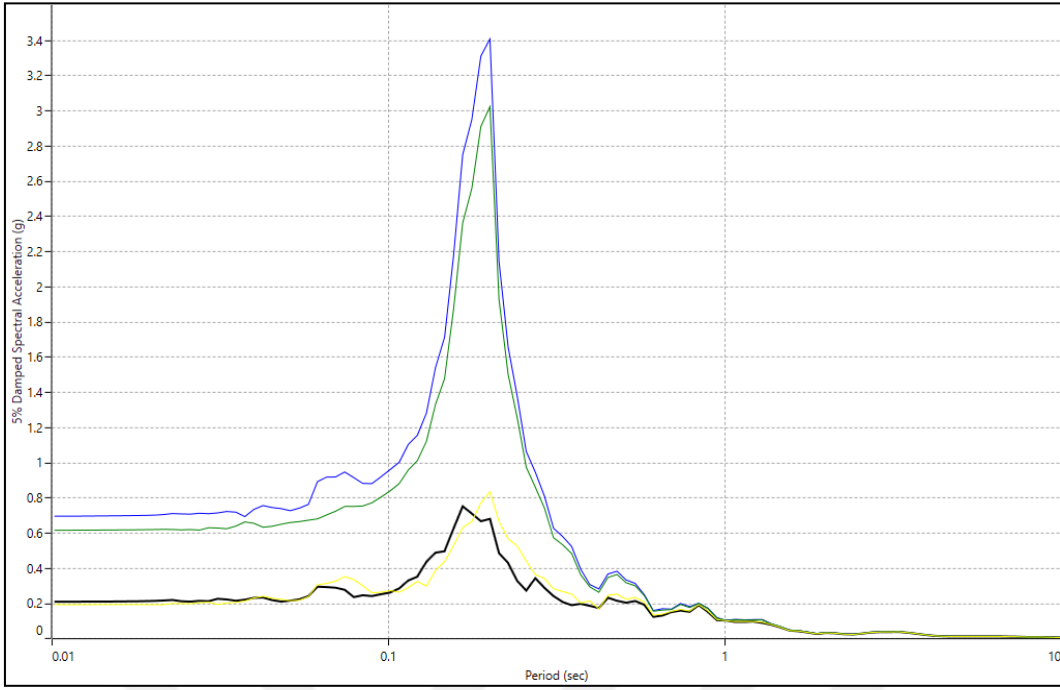
**EK 4.4.** Bölge 1 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



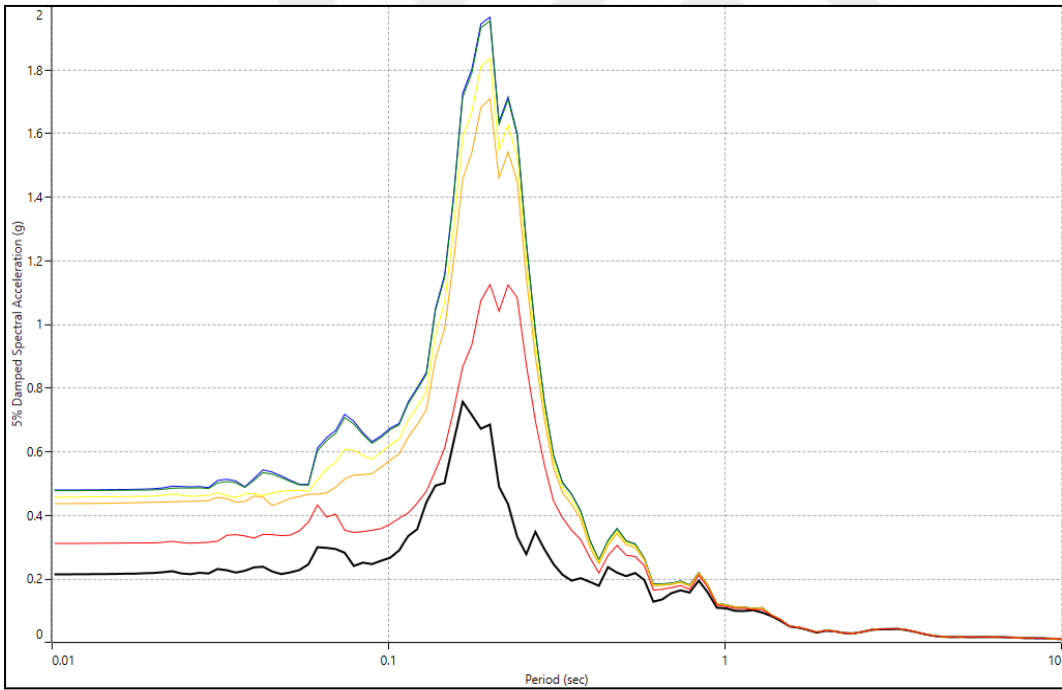
**EK 4.5.** Bölge 1 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



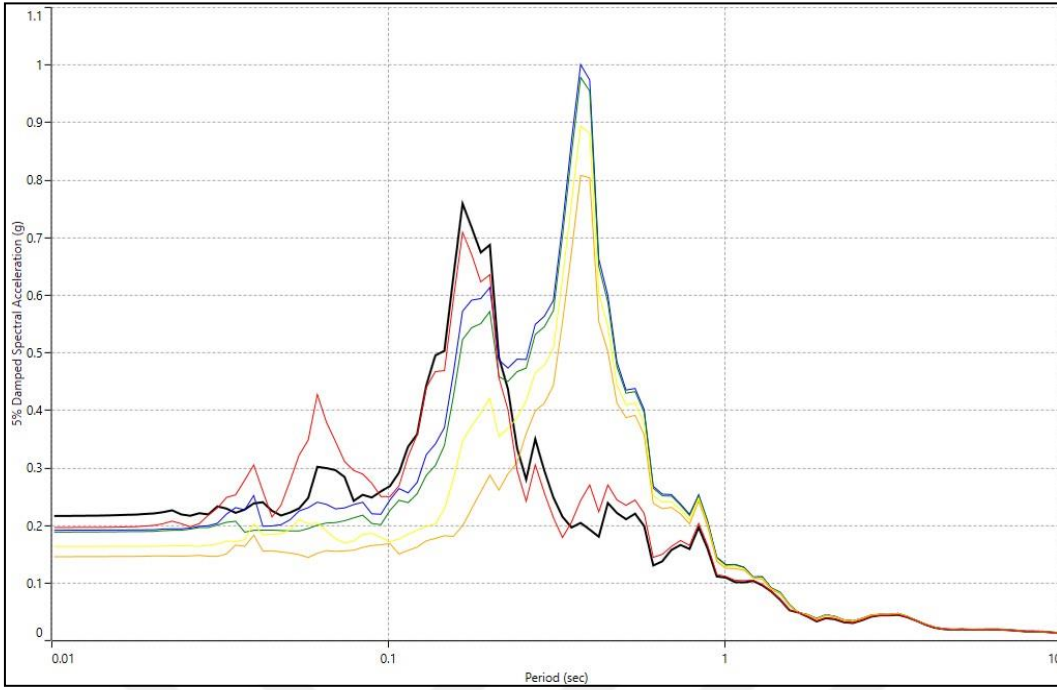
**EK 4.6.** Bölge 1 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



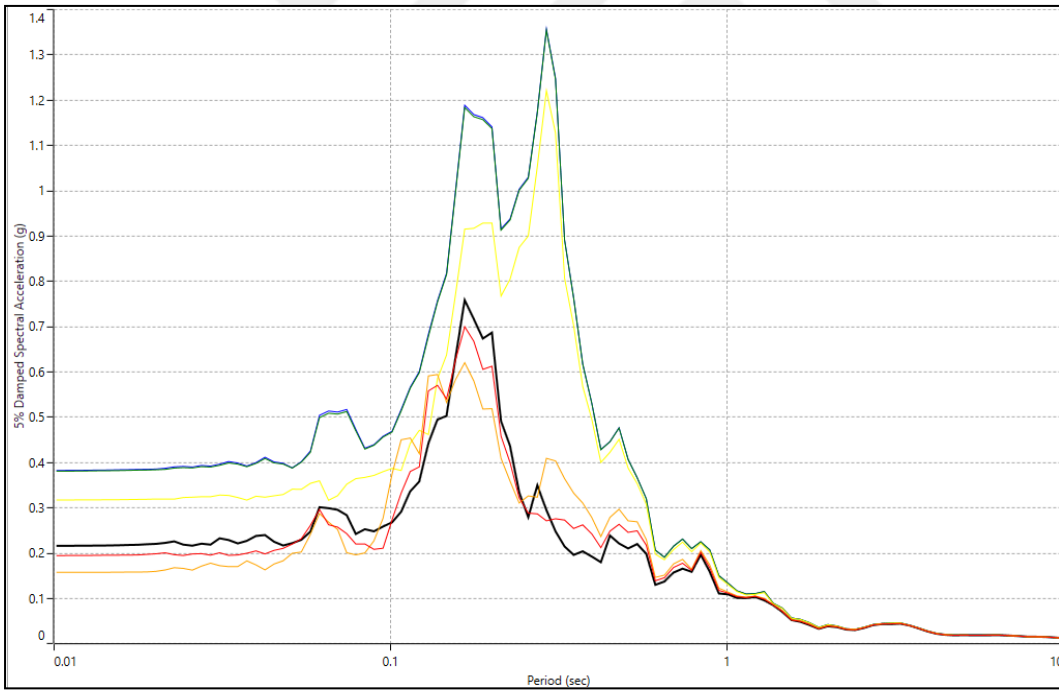
**EK 4.7.** Bölge 1 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 4.8.** Bölge 1 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği

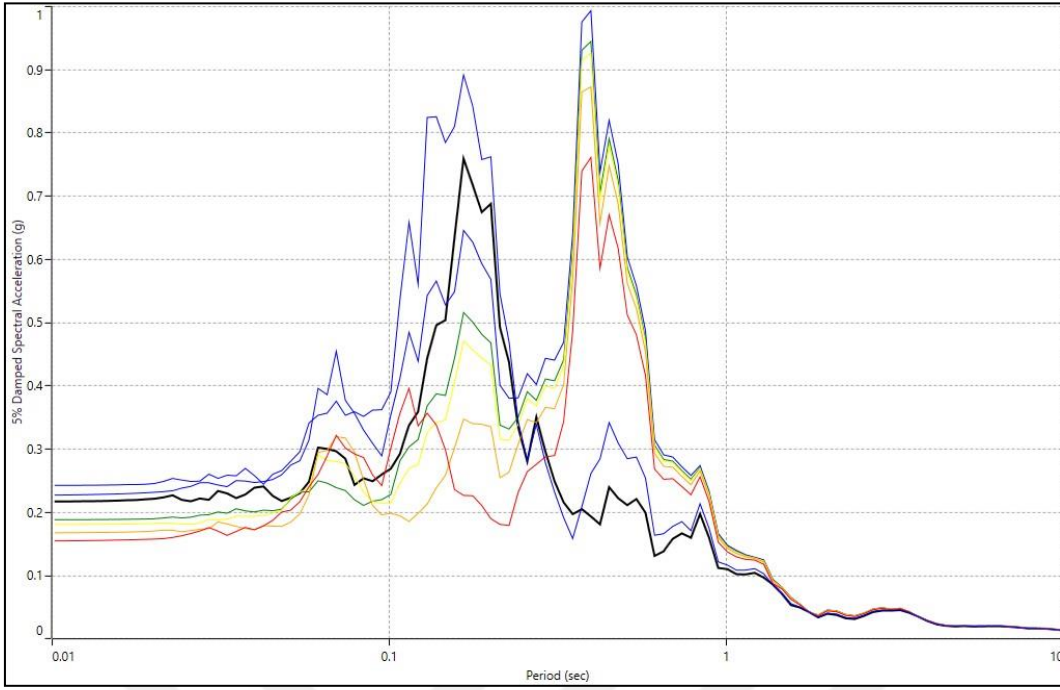


**EK 4.9.** Bölge 1 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği

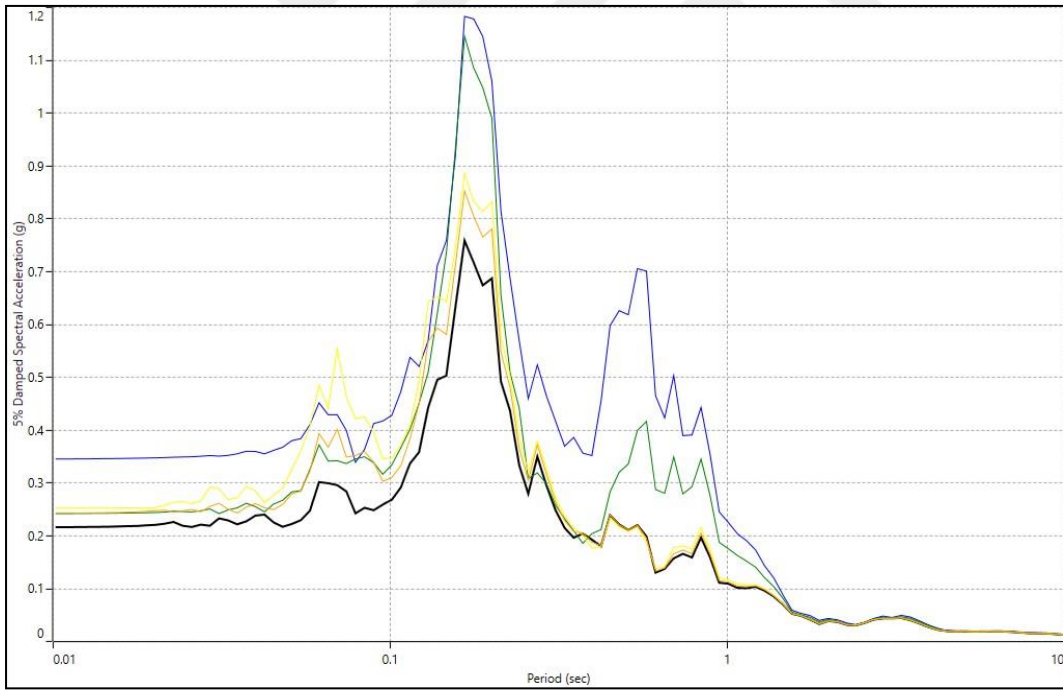


**EK 4.10.** Bölge 1 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği

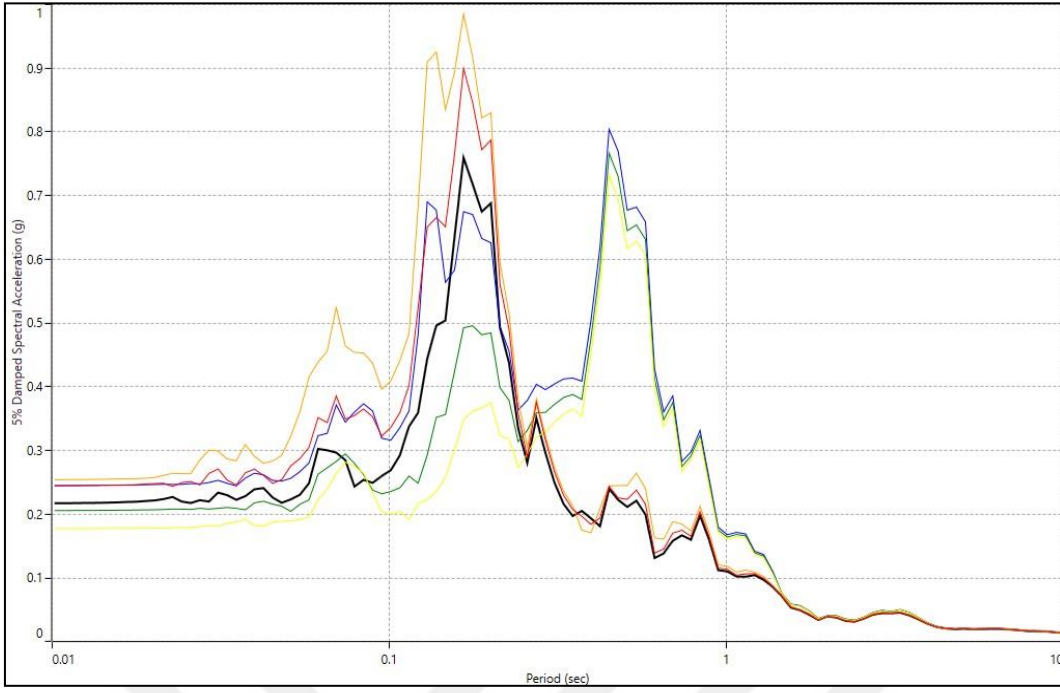




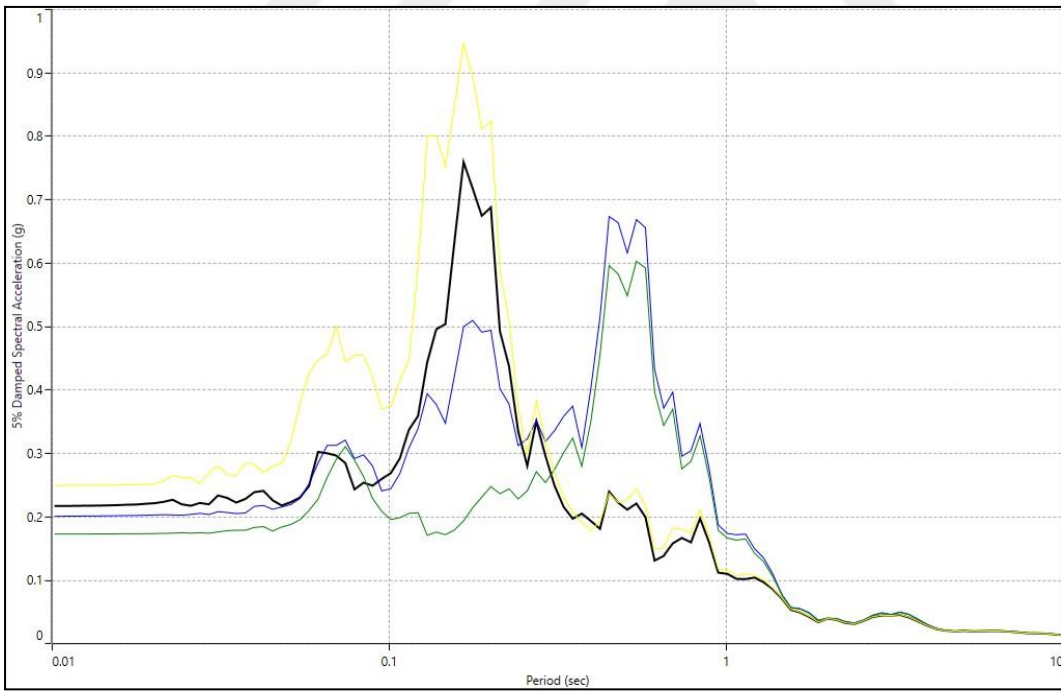
**EK 4.11.** Bölge 2 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



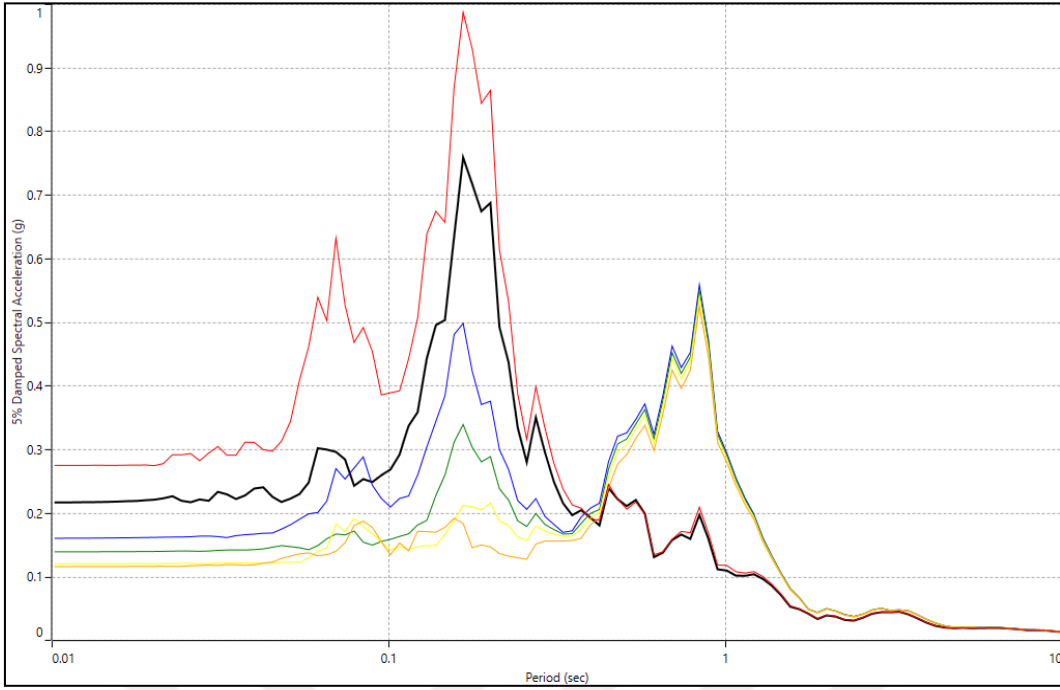
**EK 4.12.** Bölge 2 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



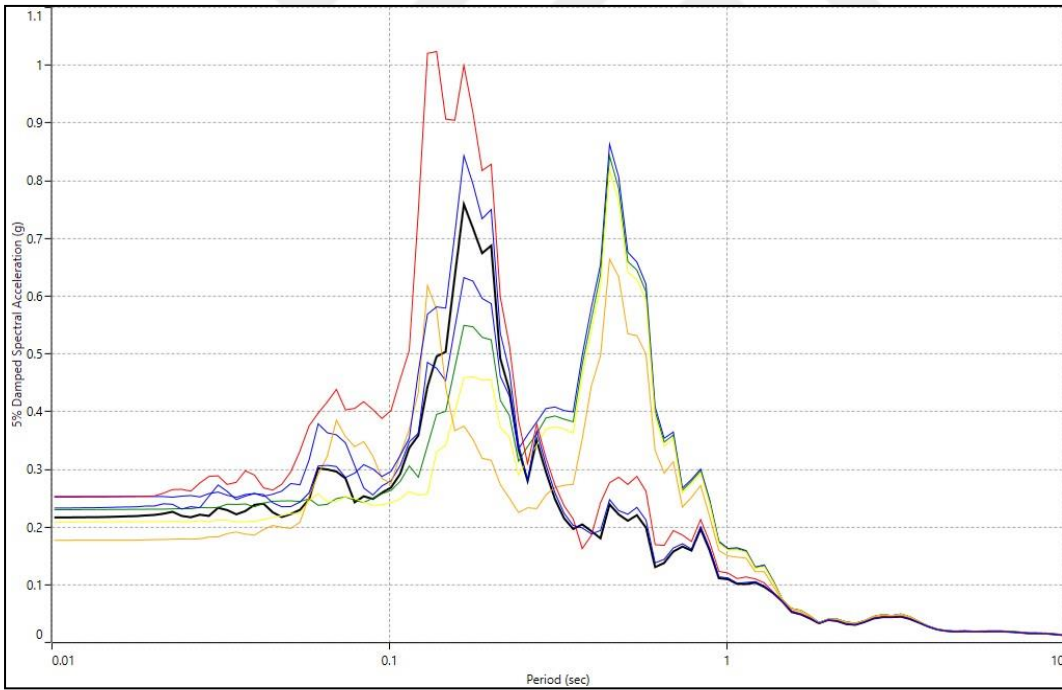
**EK 4.13.** Bölge 2 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



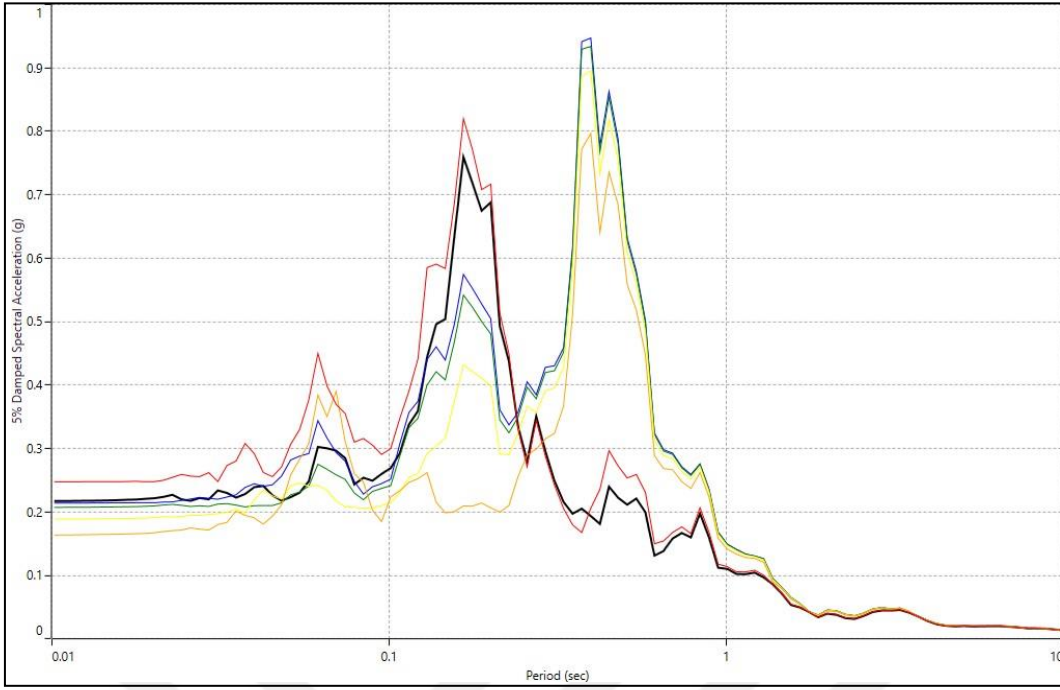
**EK 4.14.** Bölge 2 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



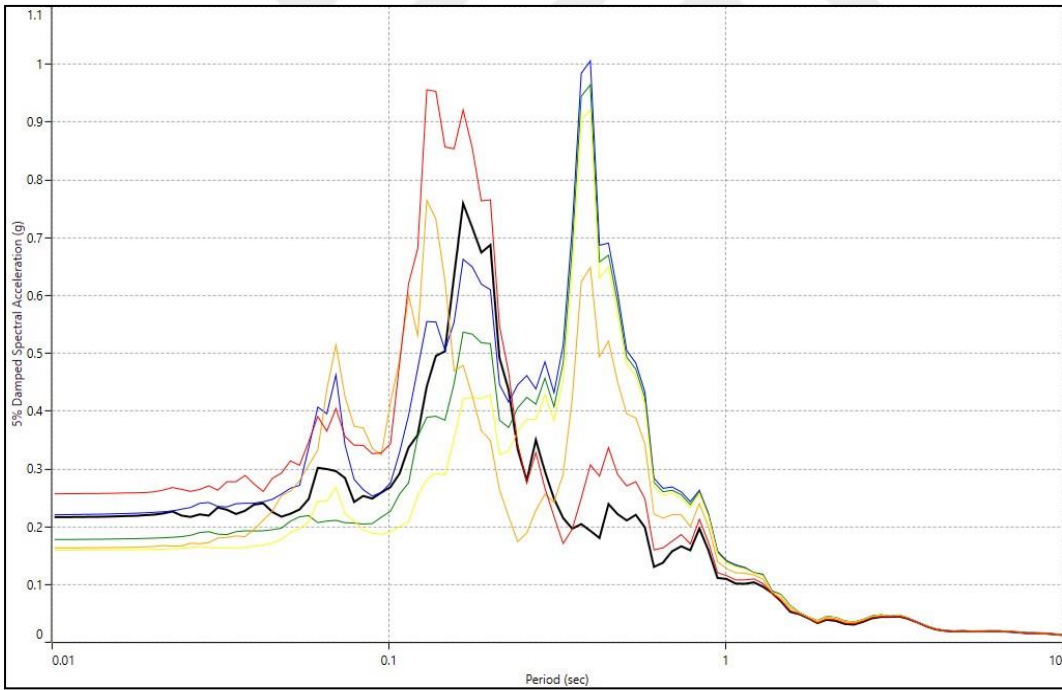
**EK 4.15.** Bölge 2 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



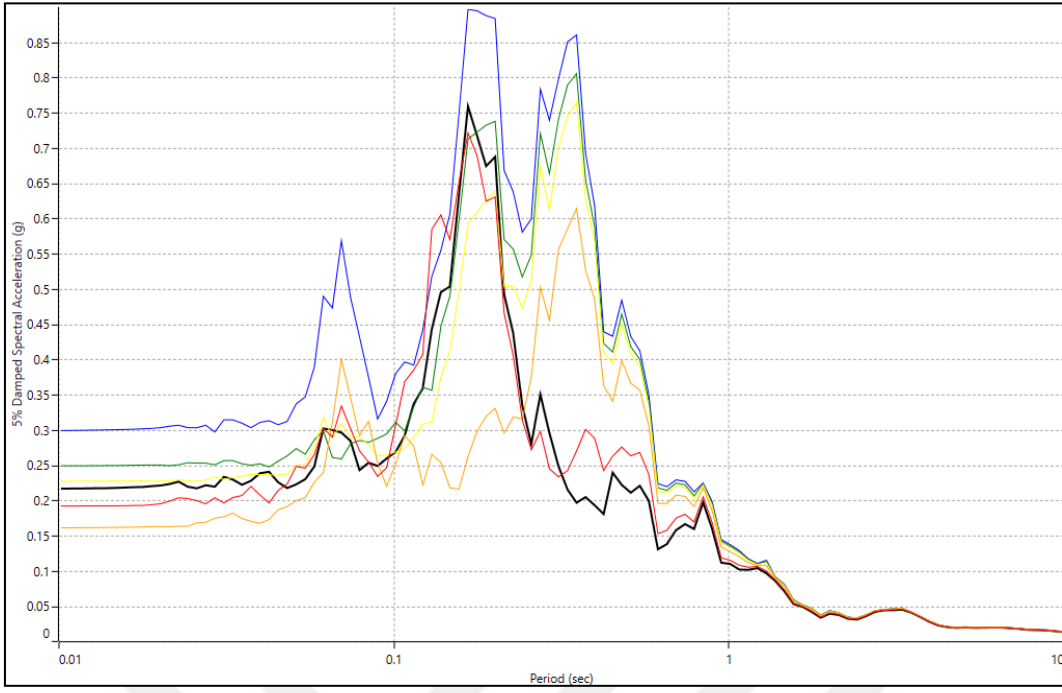
**EK 4.16.** Bölge 2 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



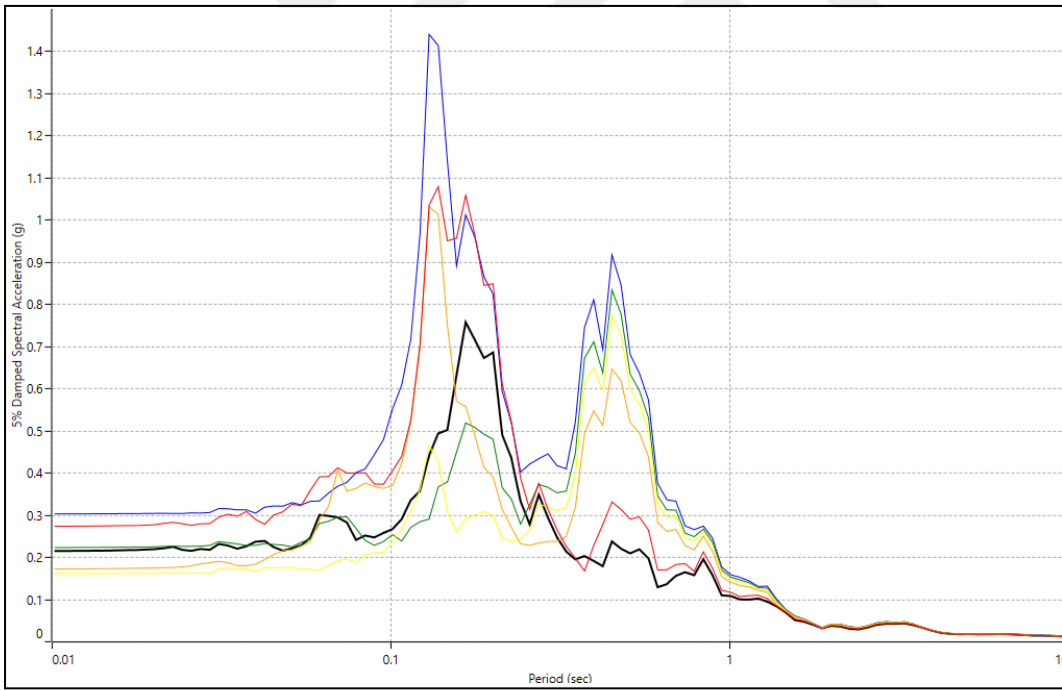
**EK 4.17.** Bölge 2 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



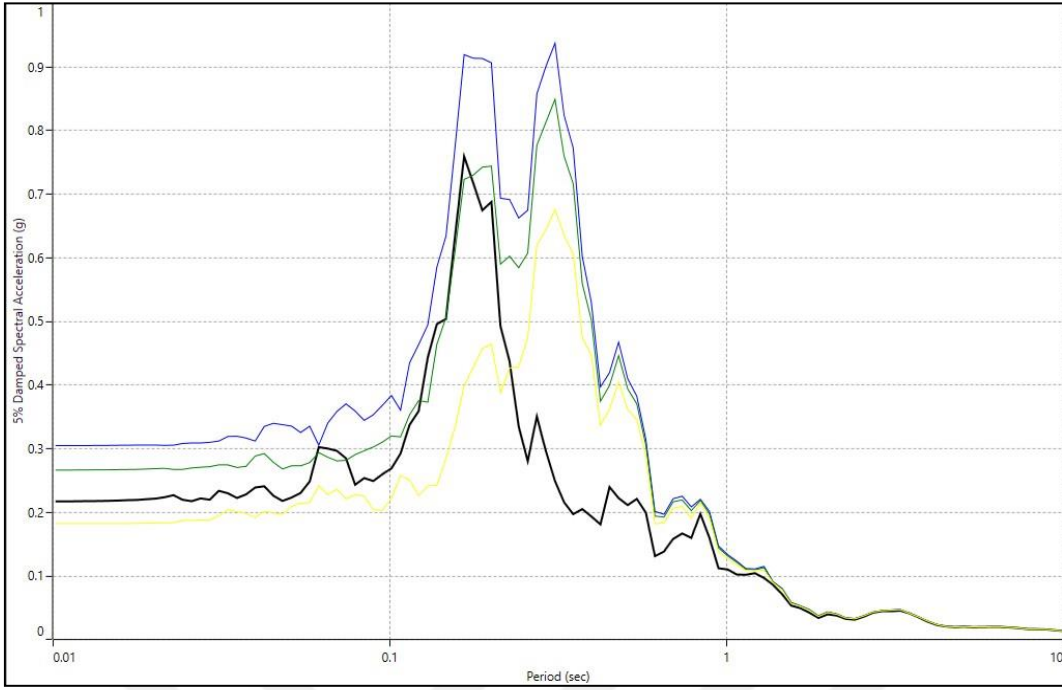
**EK 4.18.** Bölge 2 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği



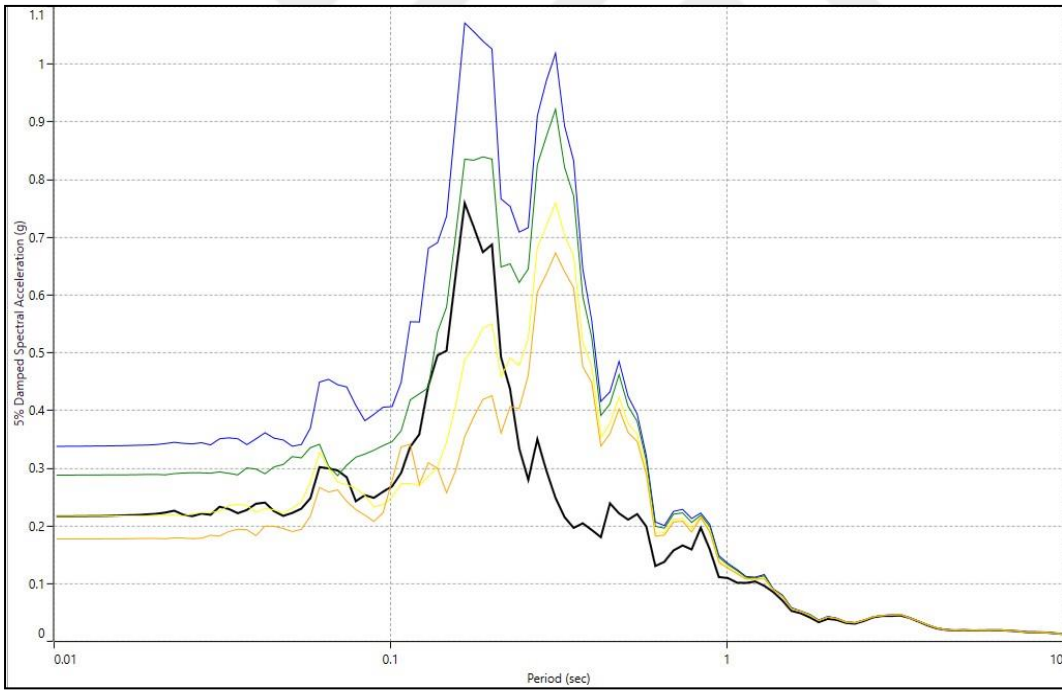
**EK 4.19.** Bölge 2 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği



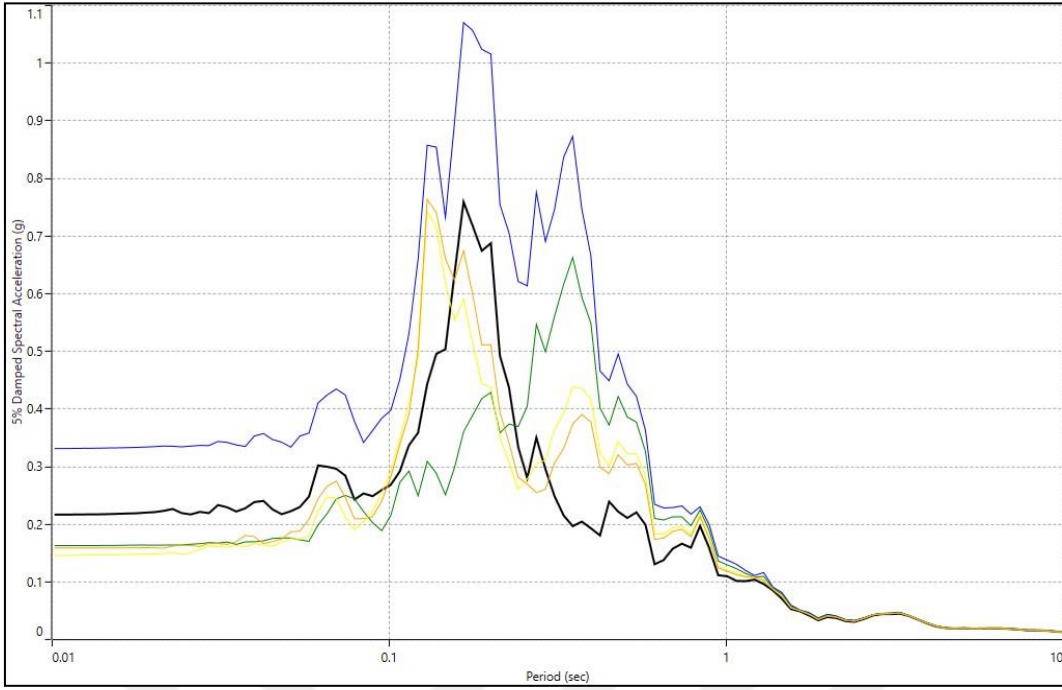
**EK 4.20.** Bölge 2 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği



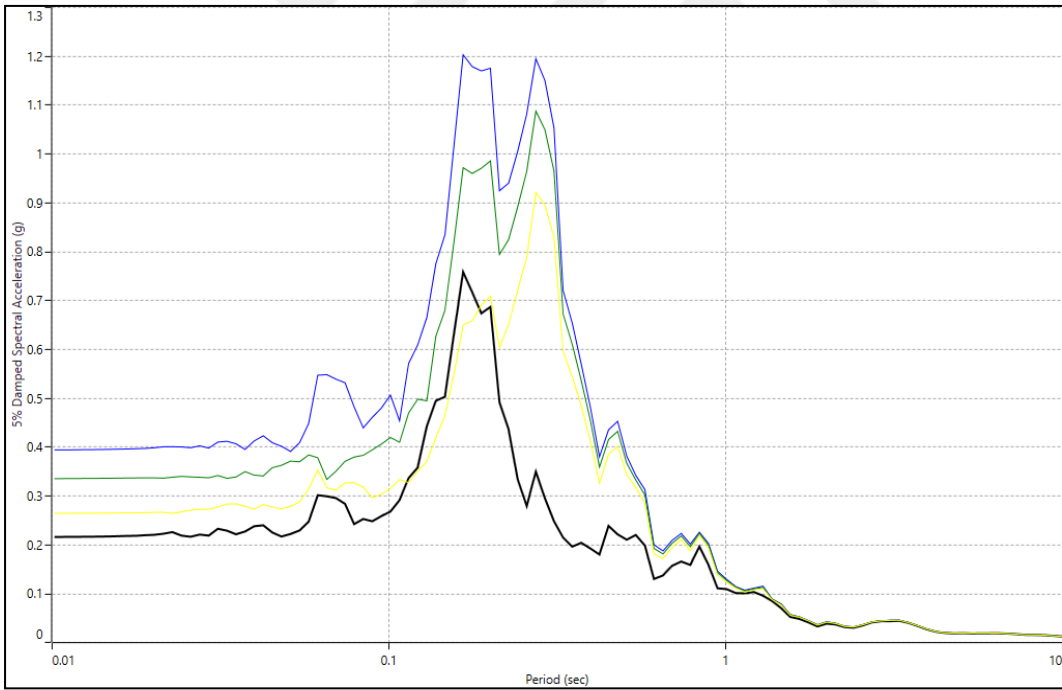
**EK 4.21.** Bölge 3 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



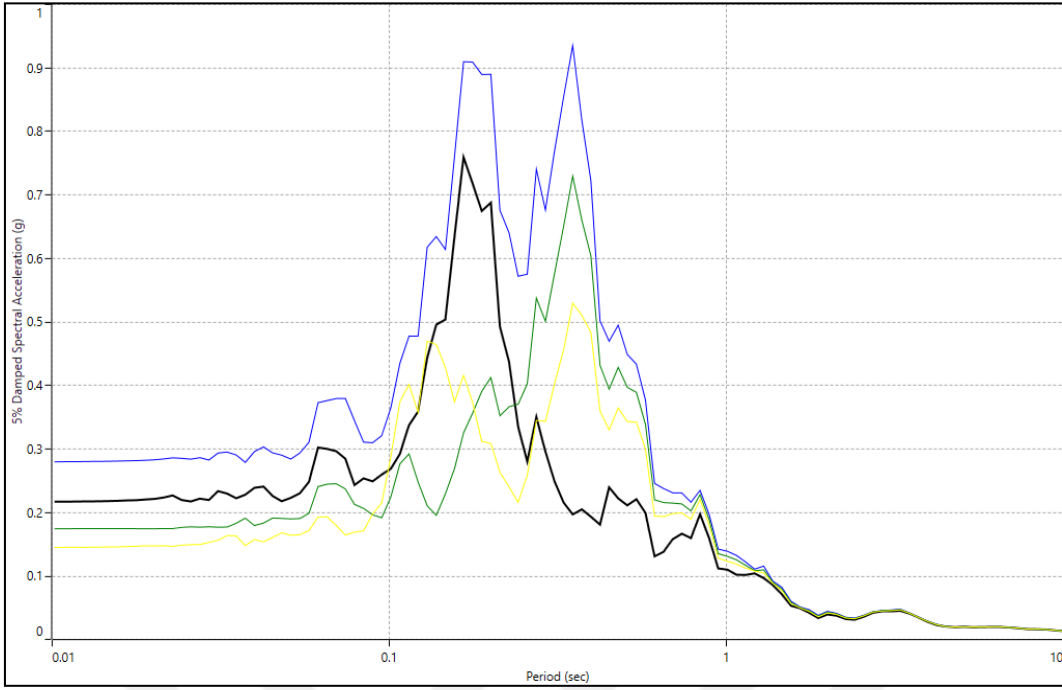
**EK 4.22.** Bölge 3 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



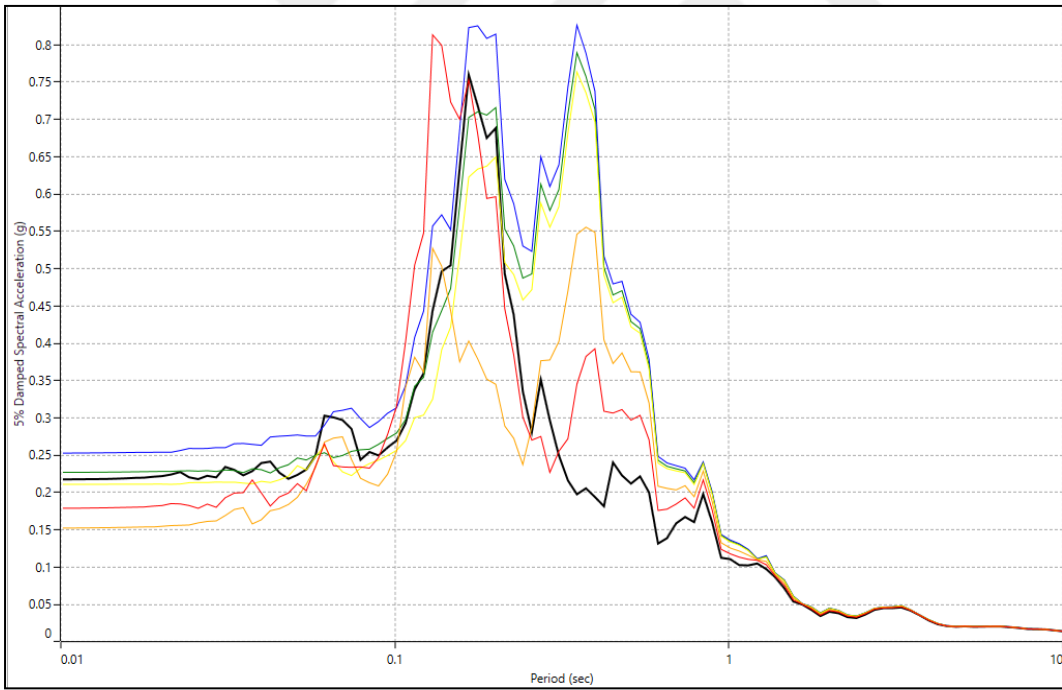
**EK 4.23.** Bölge 3 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 4.24.** Bölge 3 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği

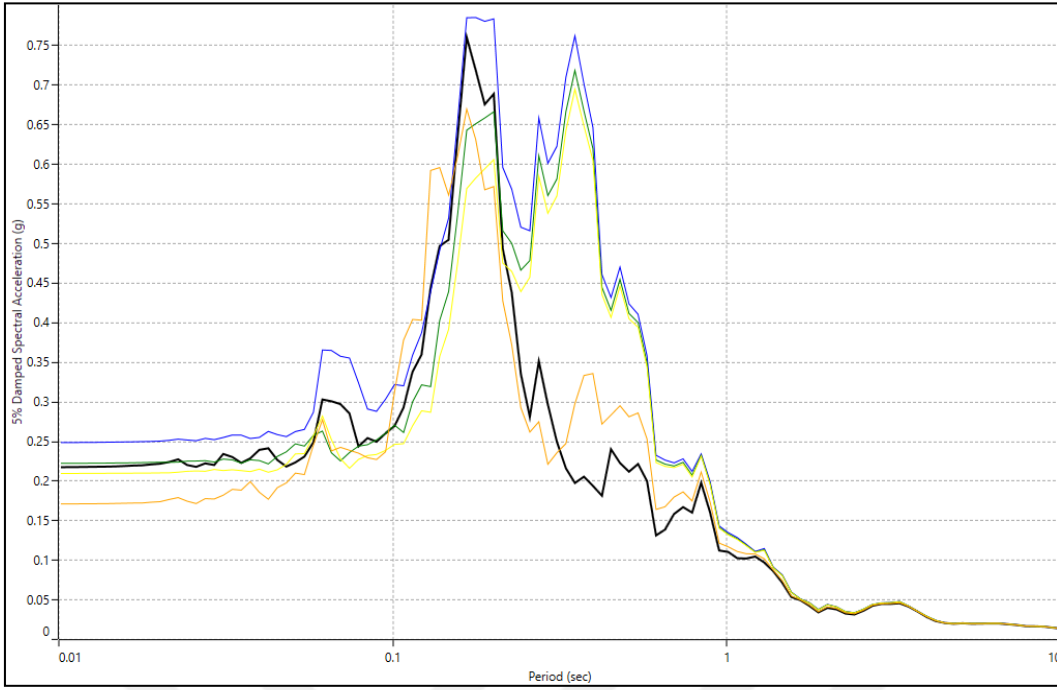


**EK 4.25.** Bölge 3 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği

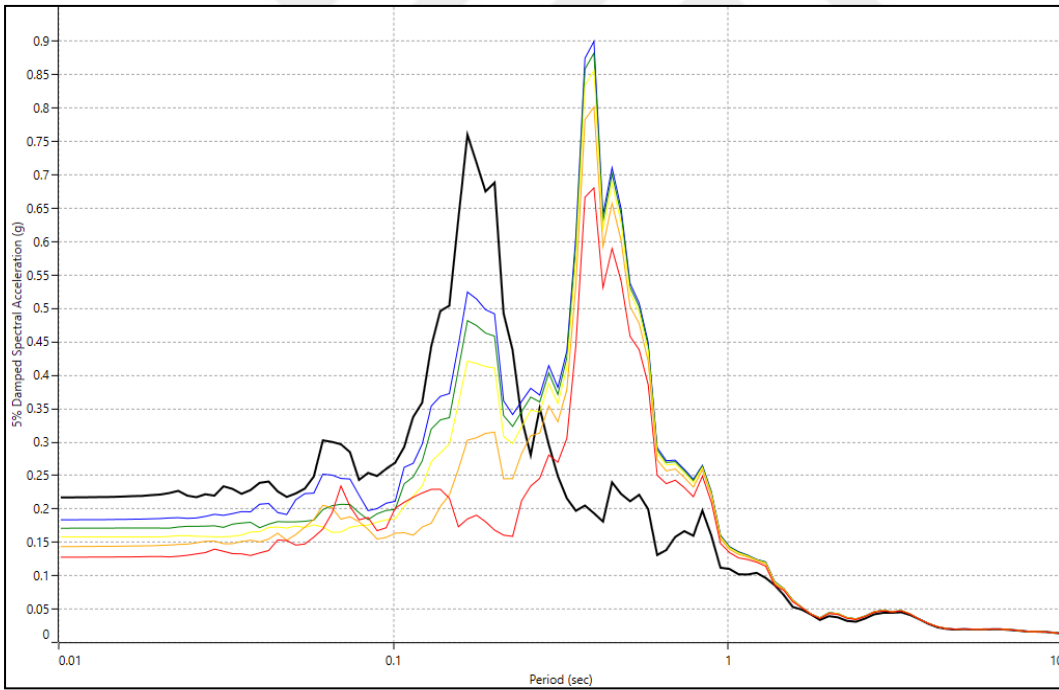


**EK 4.26.** Bölge 3 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği

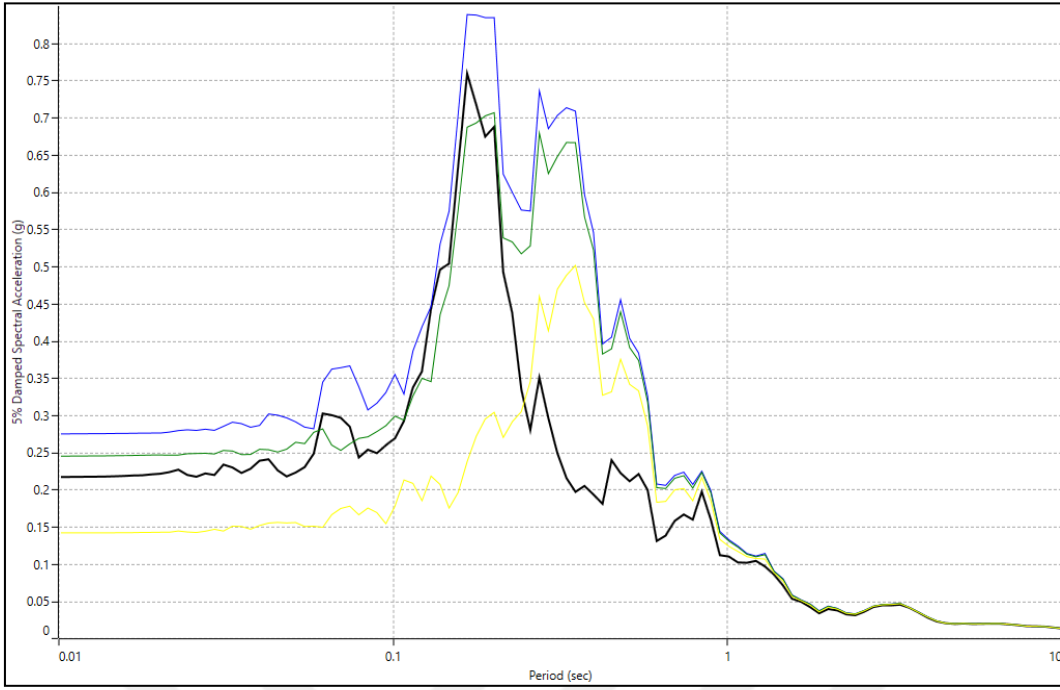




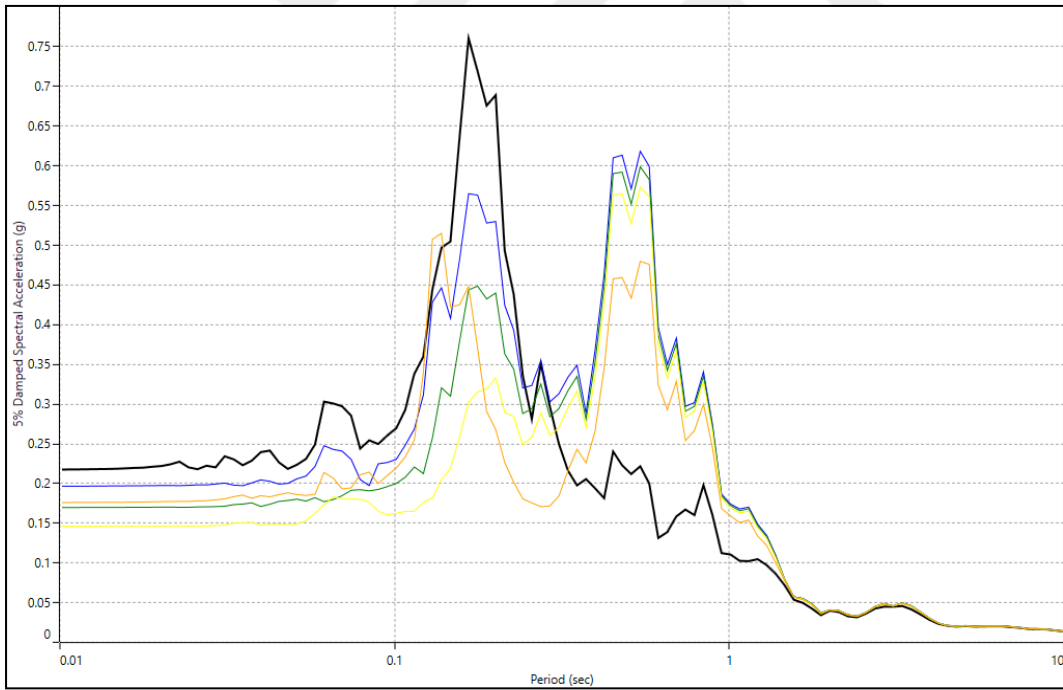
**EK 4.27.** Bölge 3 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



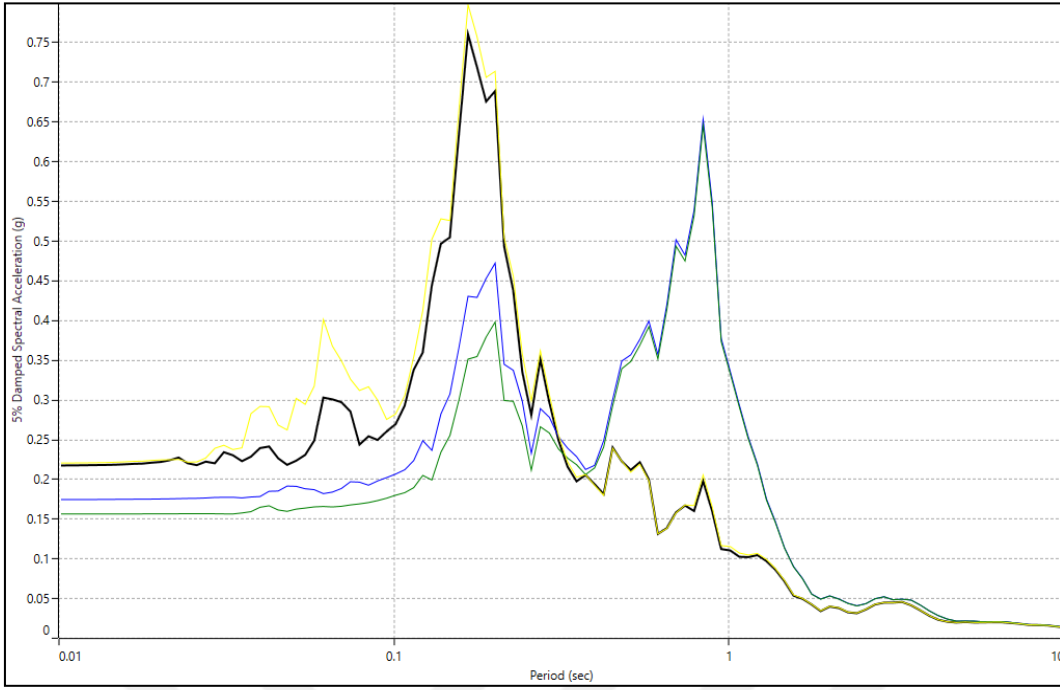
**EK 4.28.** Bölge 3 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği



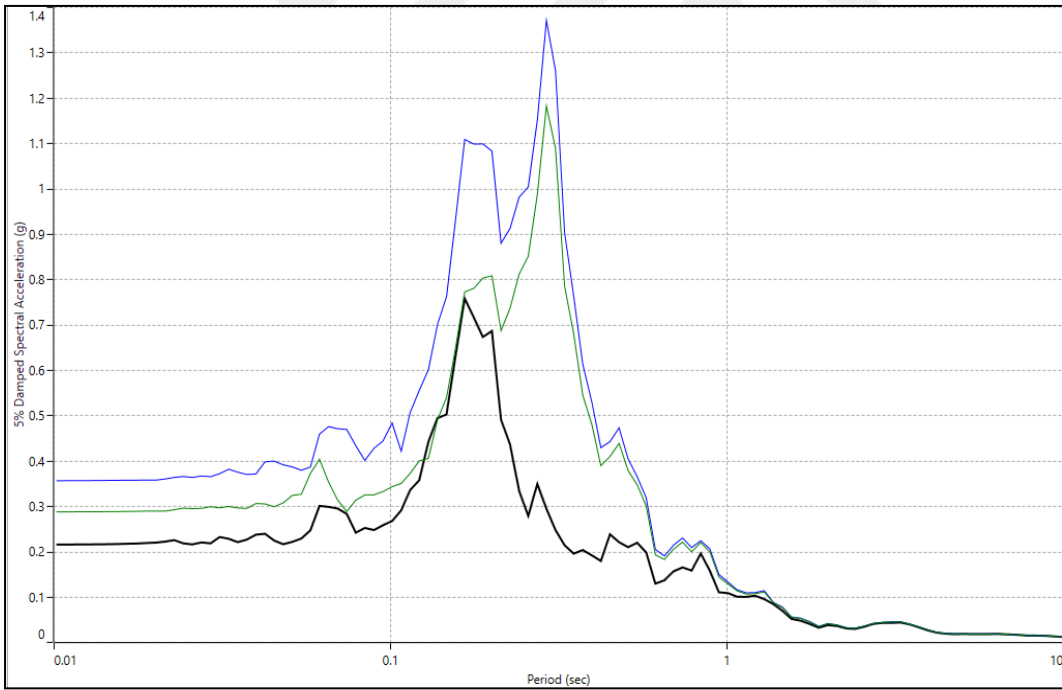
**EK 4.29.** Bölge 3 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği



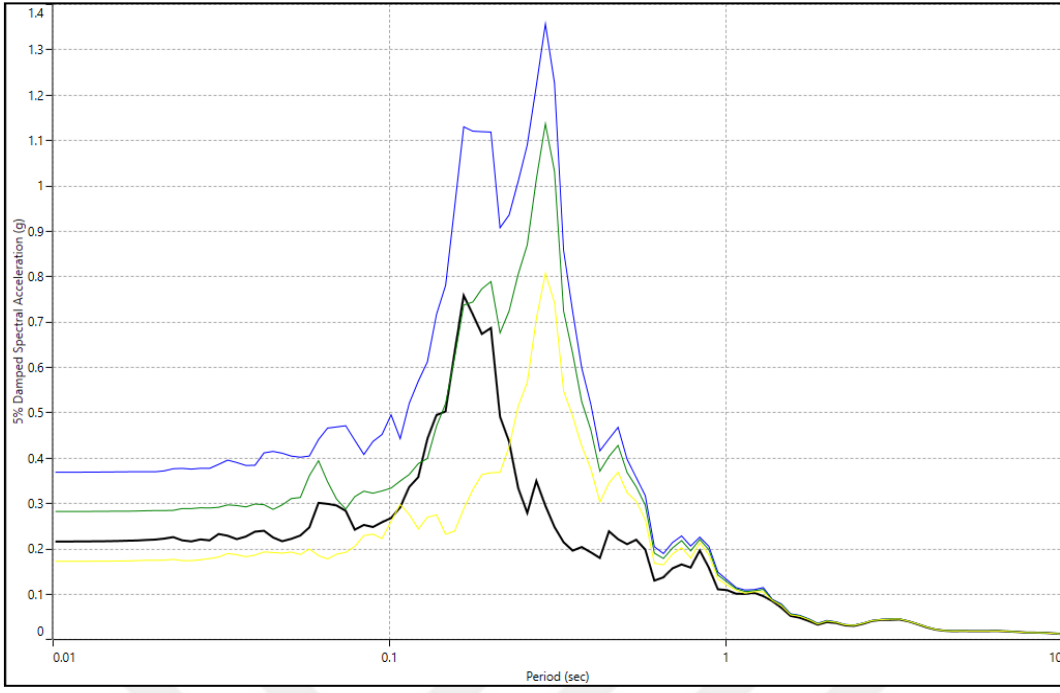
**EK 4.30.** Bölge 3 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği



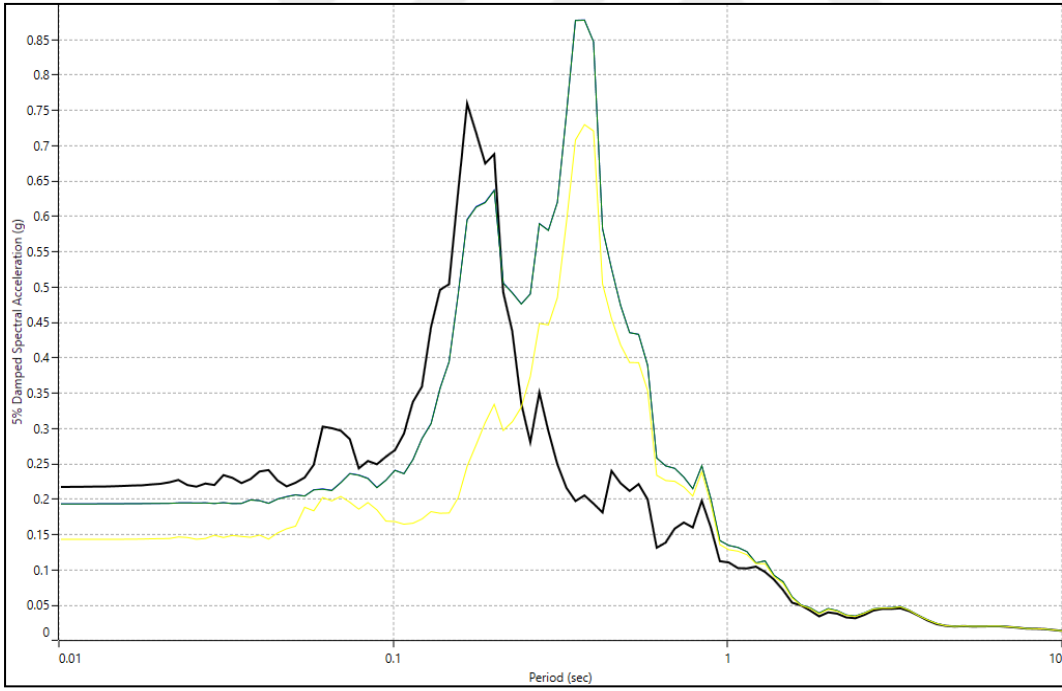
**EK 4.31.** Bölge 4 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



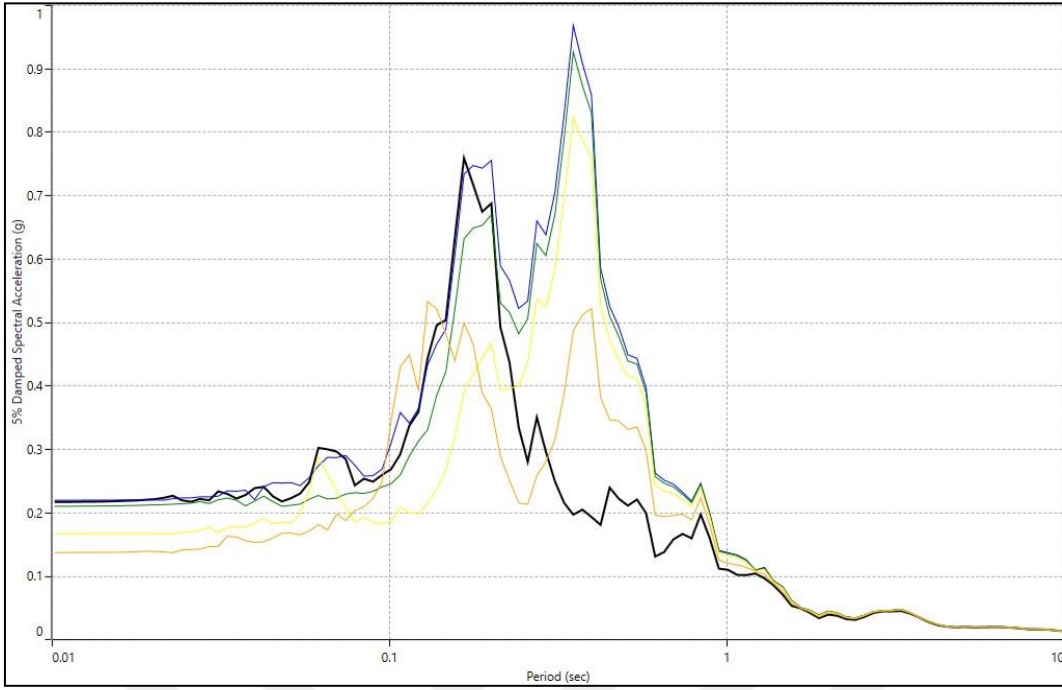
**EK 4.32.** Bölge 4 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



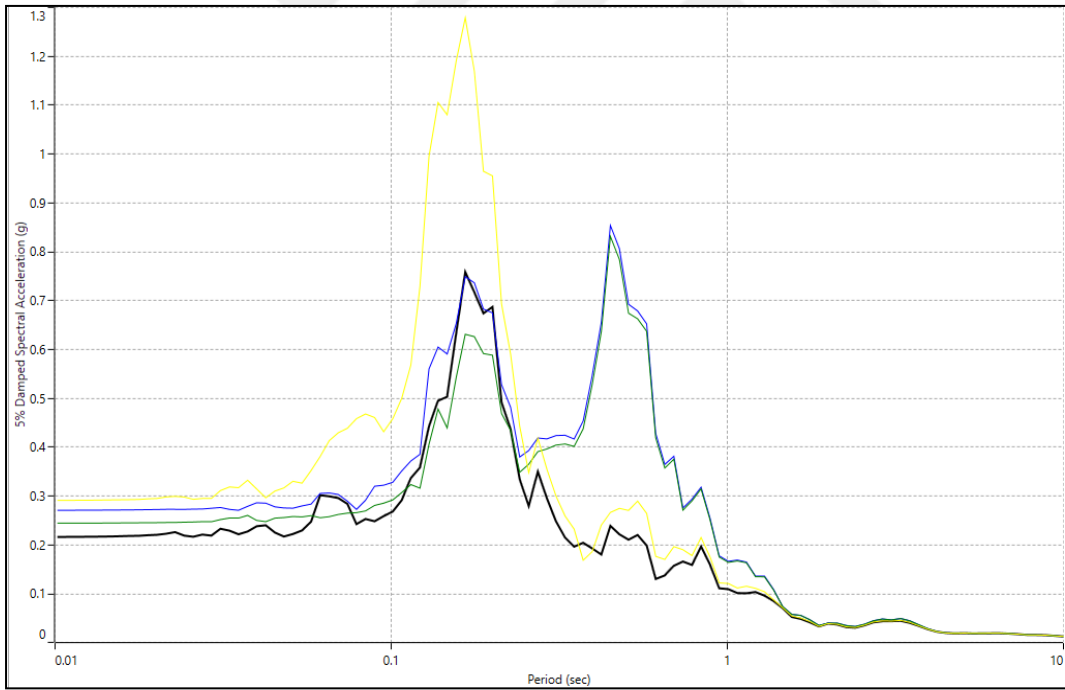
**EK 4.33.** Bölge 4 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



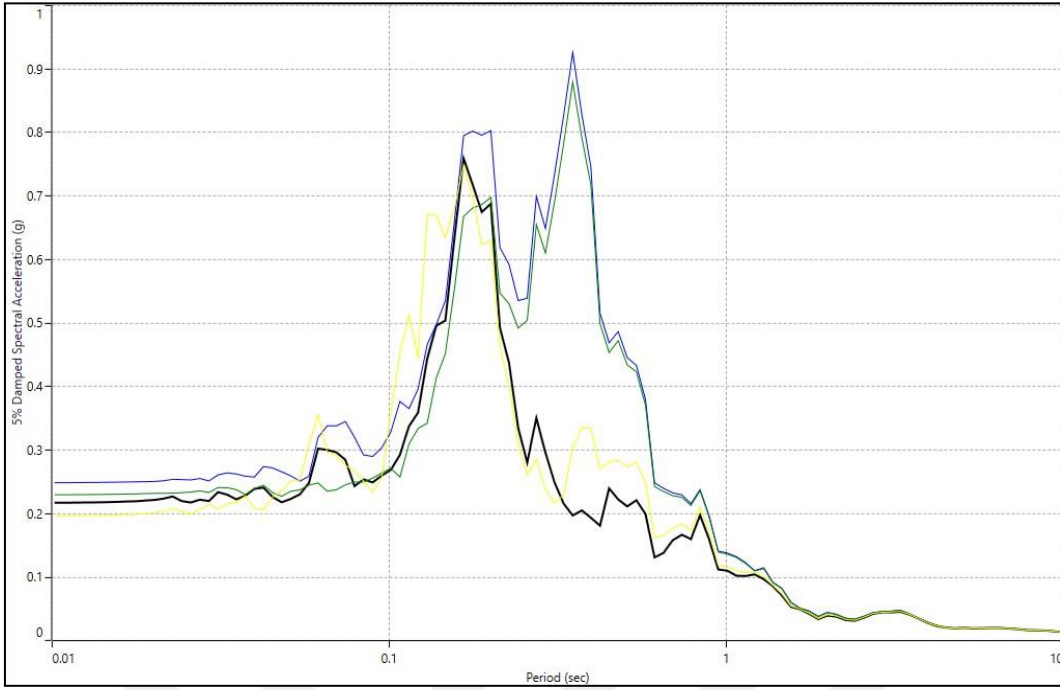
**EK 4.34.** Bölge 4 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



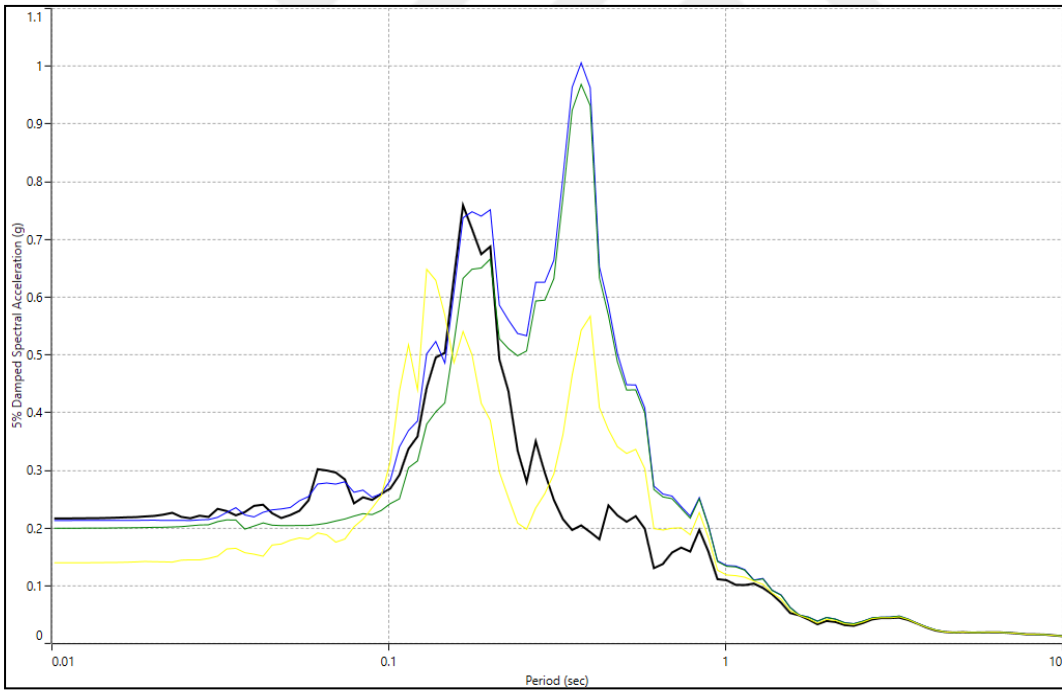
**EK 4.35.** Bölge 4 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



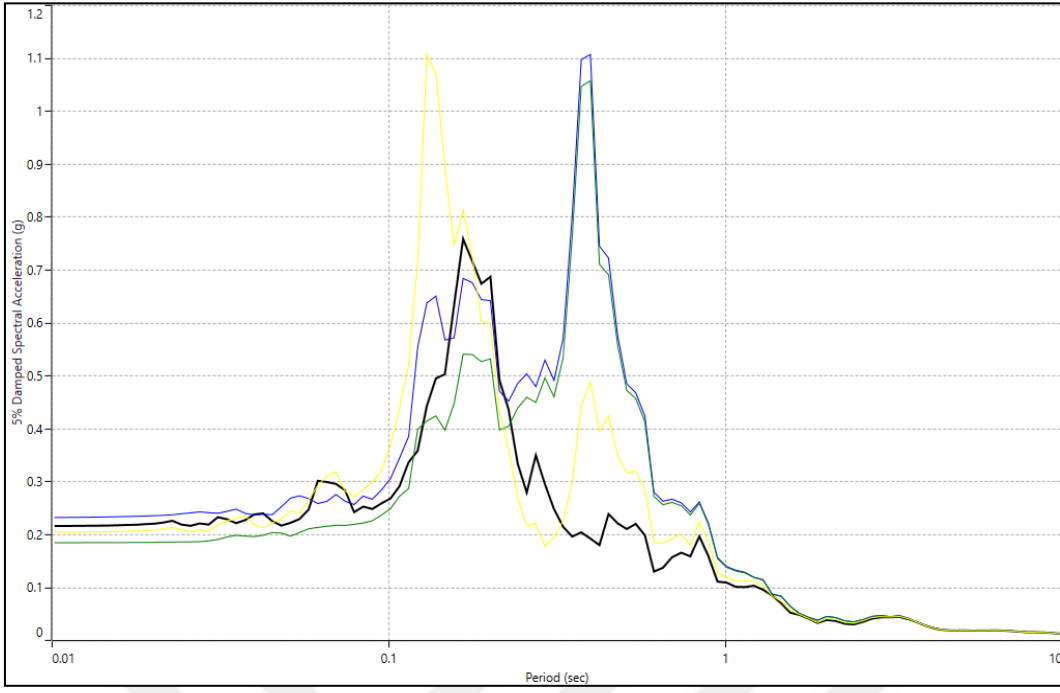
**EK 4.36.** Bölge 4 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



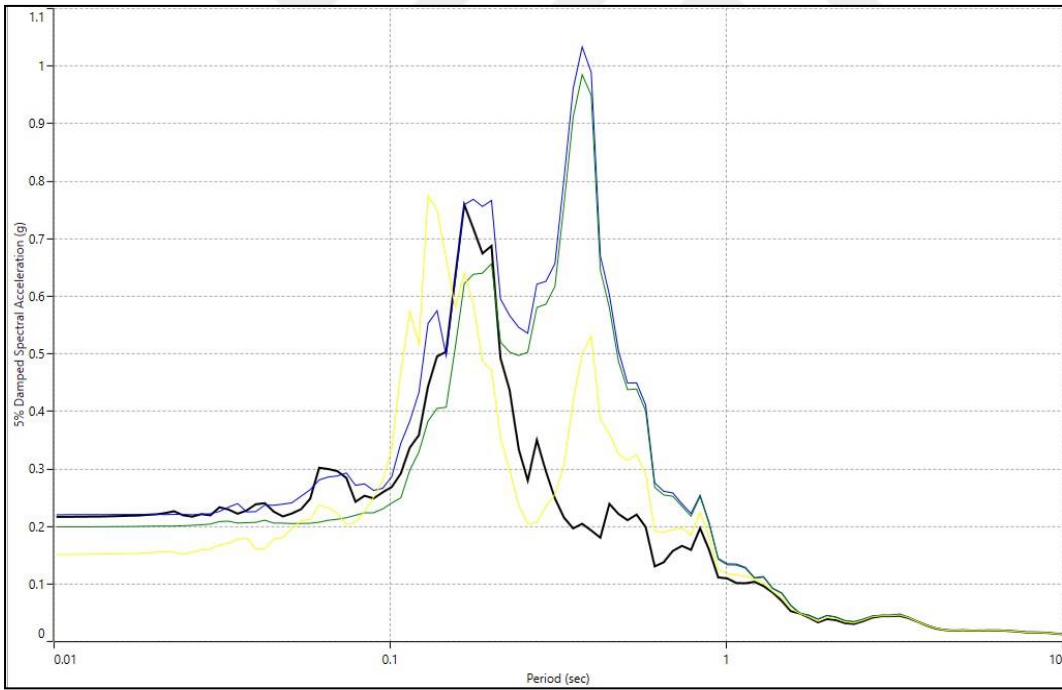
**EK 4.37.** Bölge 4 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



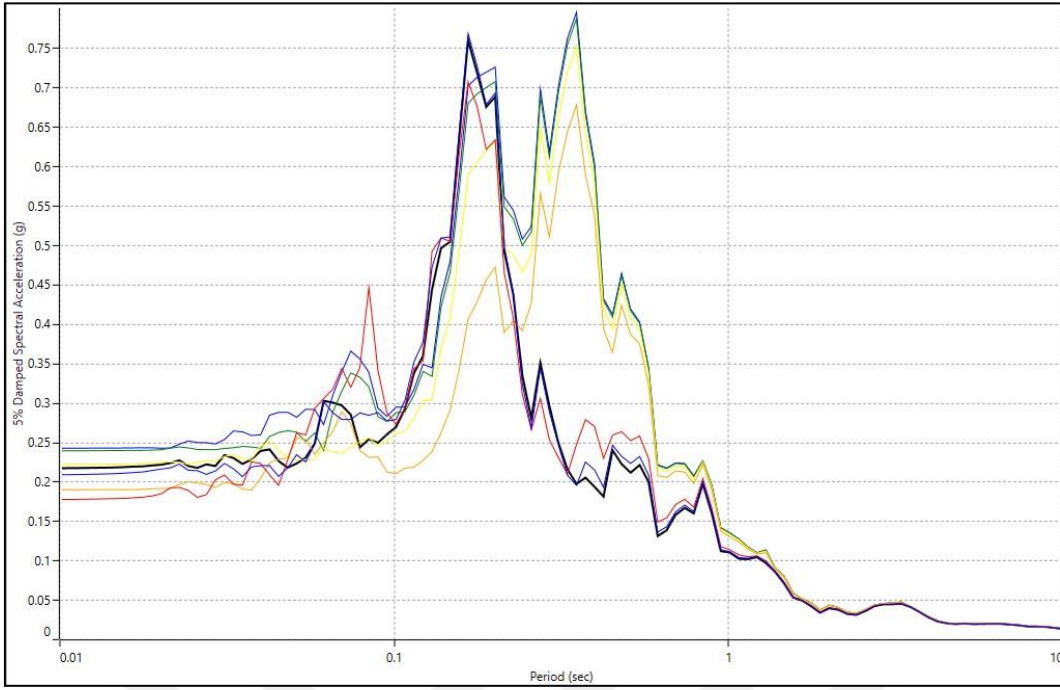
**EK 4.38.** Bölge 4 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği



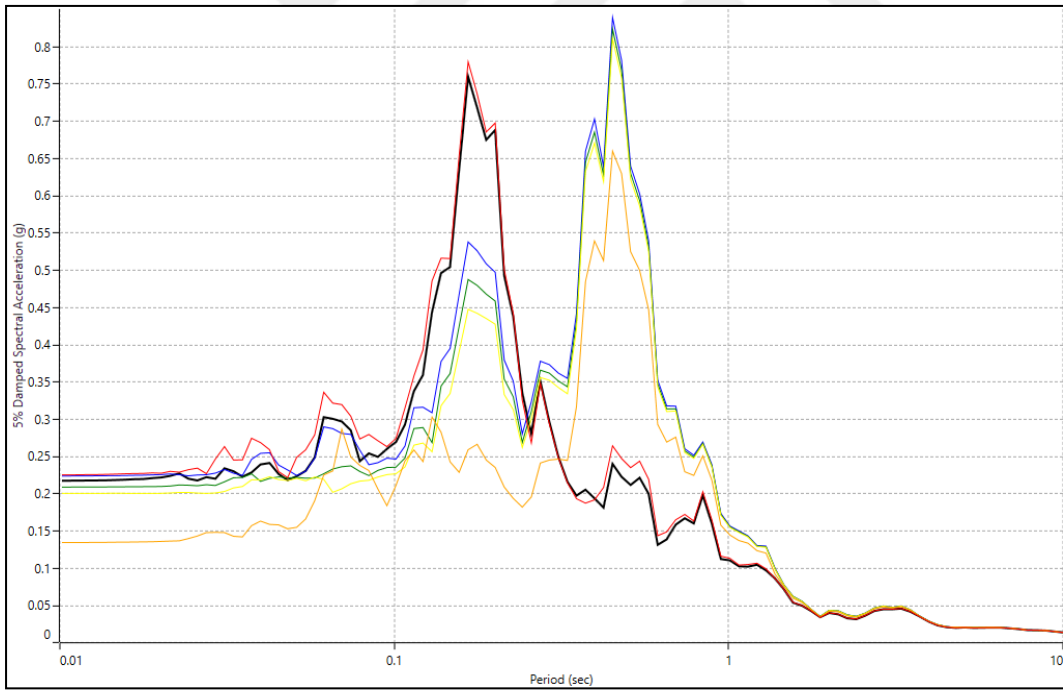
**EK 4.39.** Bölge 4 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 4.40.** Bölge 4 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği

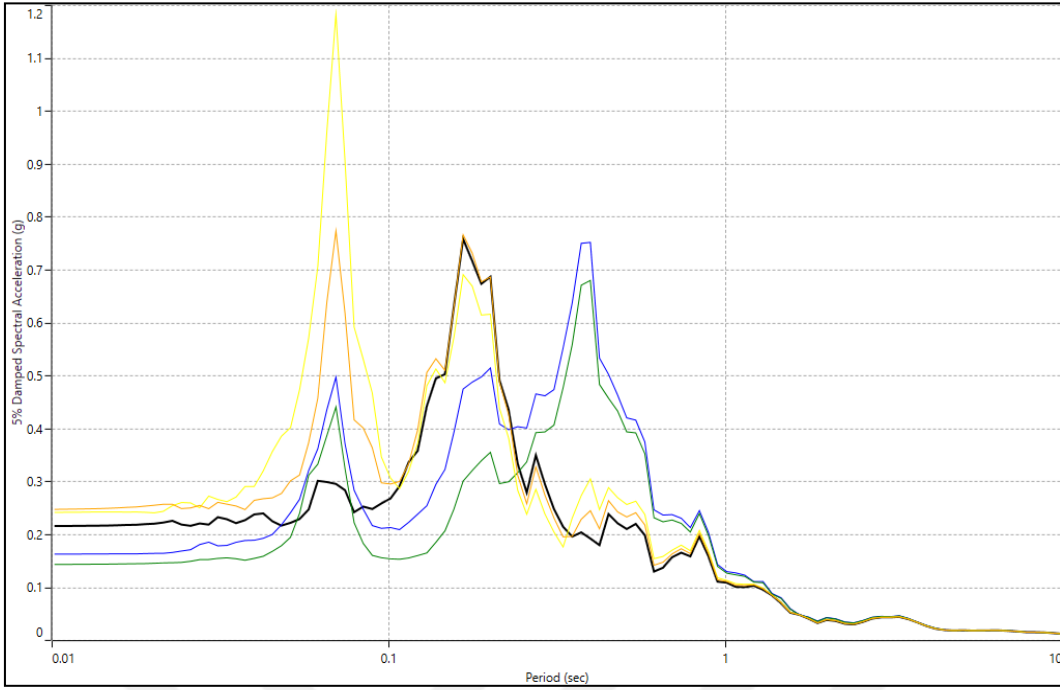


**EK 4.41.** Bölge 5 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği

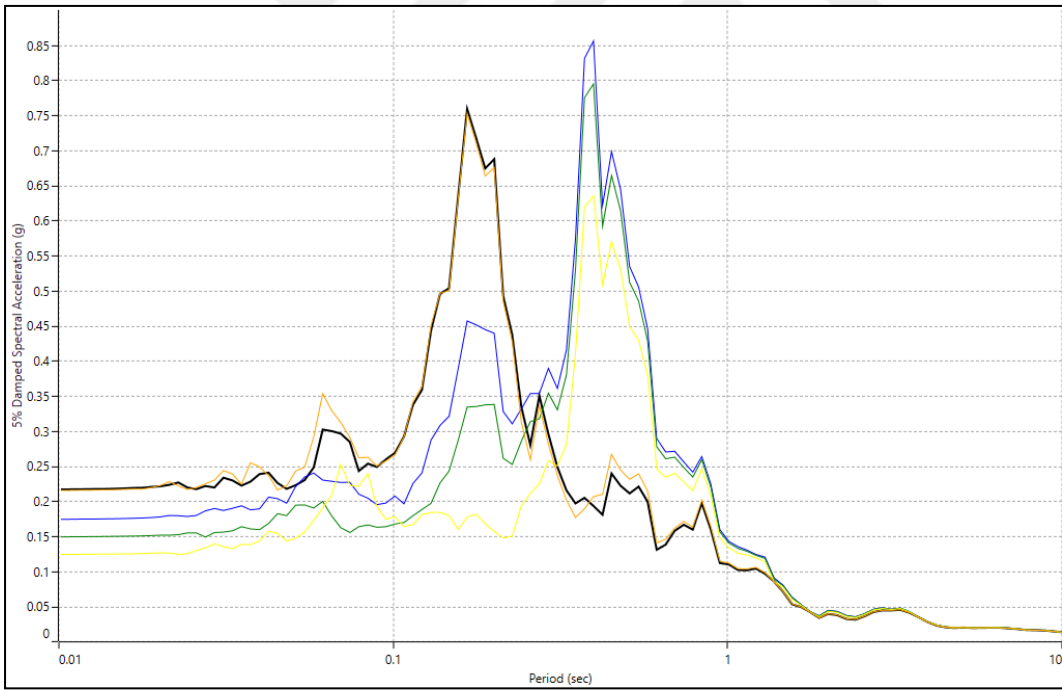


**EK 4.42.** Bölge 5 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği

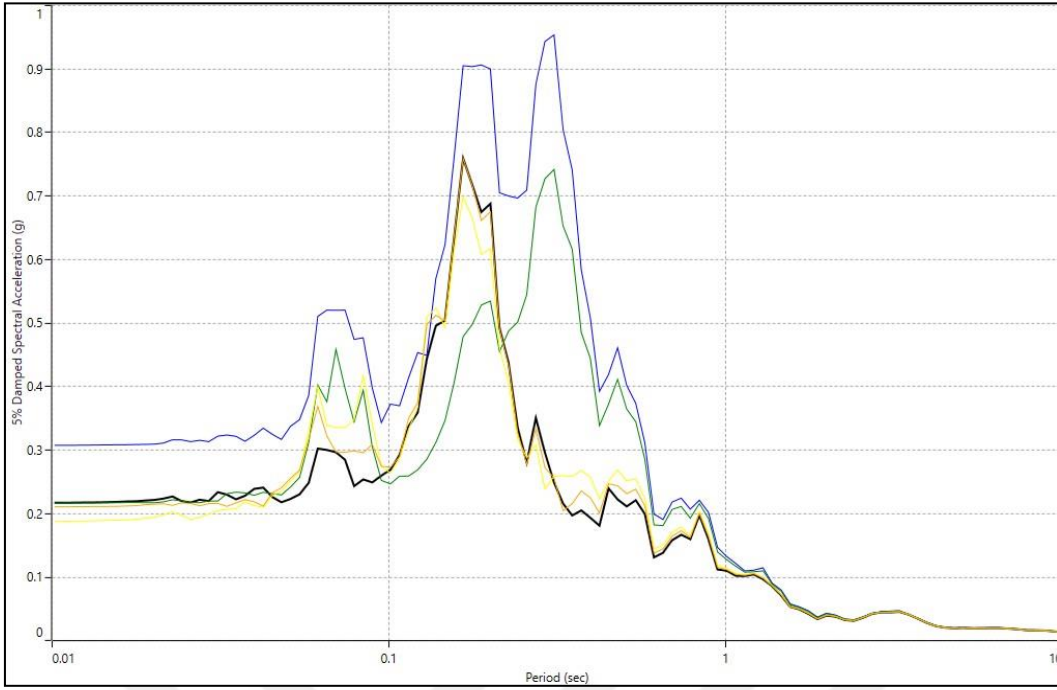




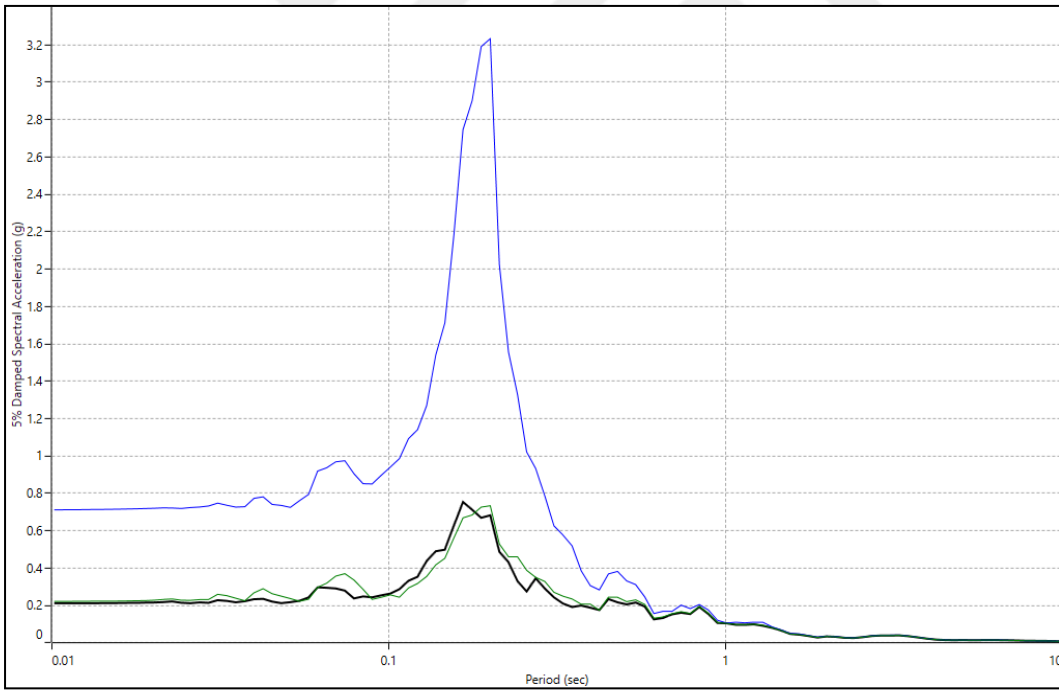
**EK 4.43.** Bölge 5 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



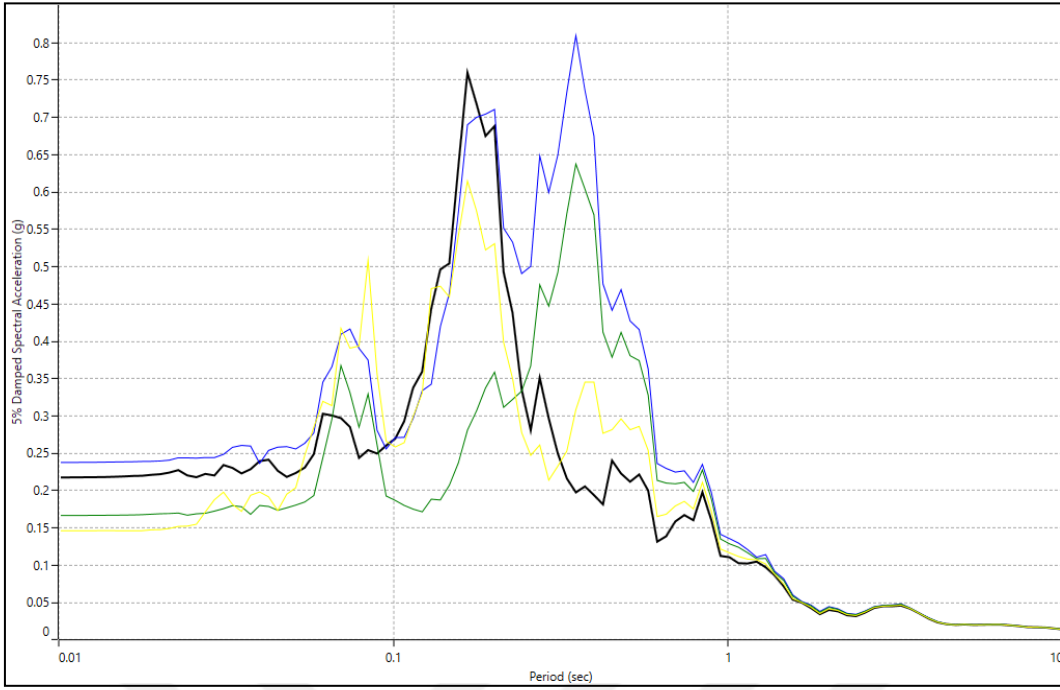
**EK 4.44.** Bölge 5 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



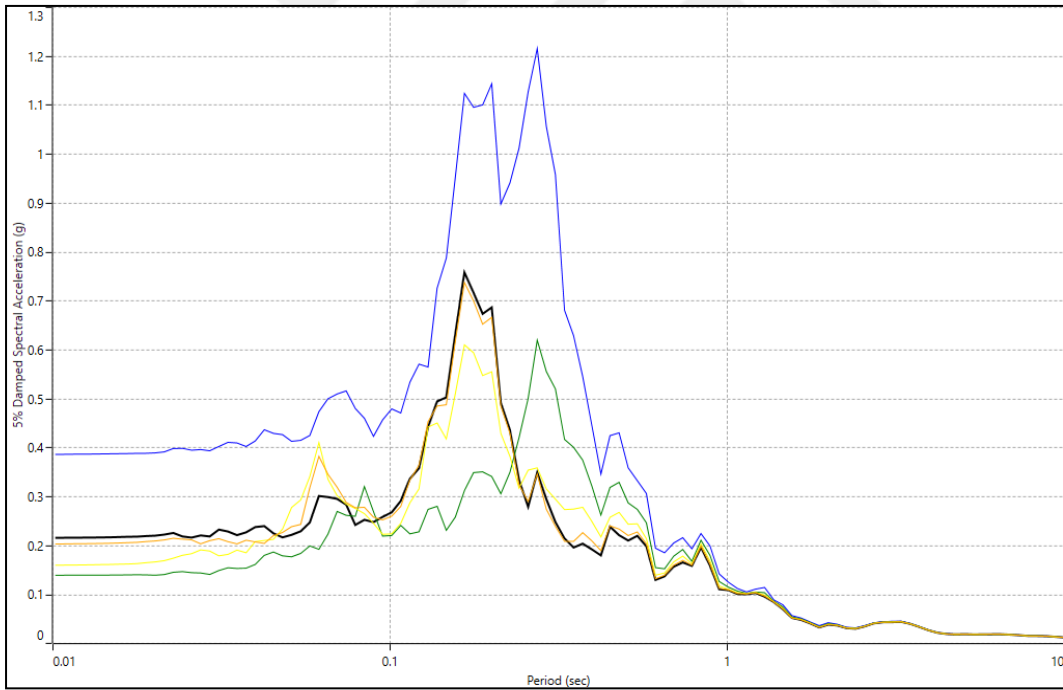
**EK 4.45.** Bölge 5 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



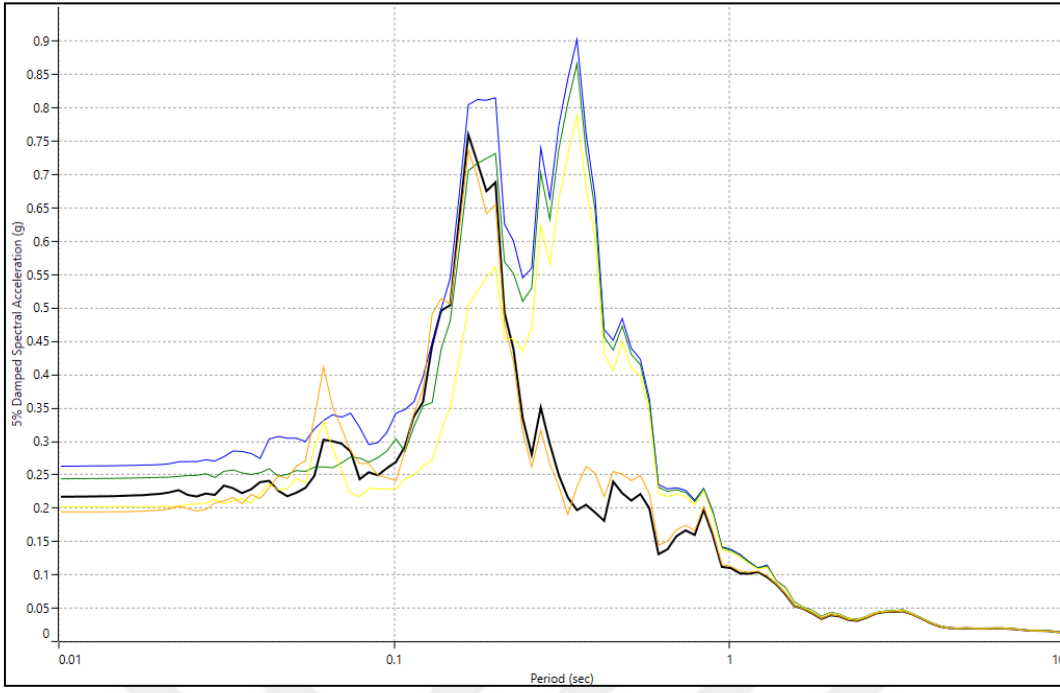
**EK 4.46.** Bölge 5 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



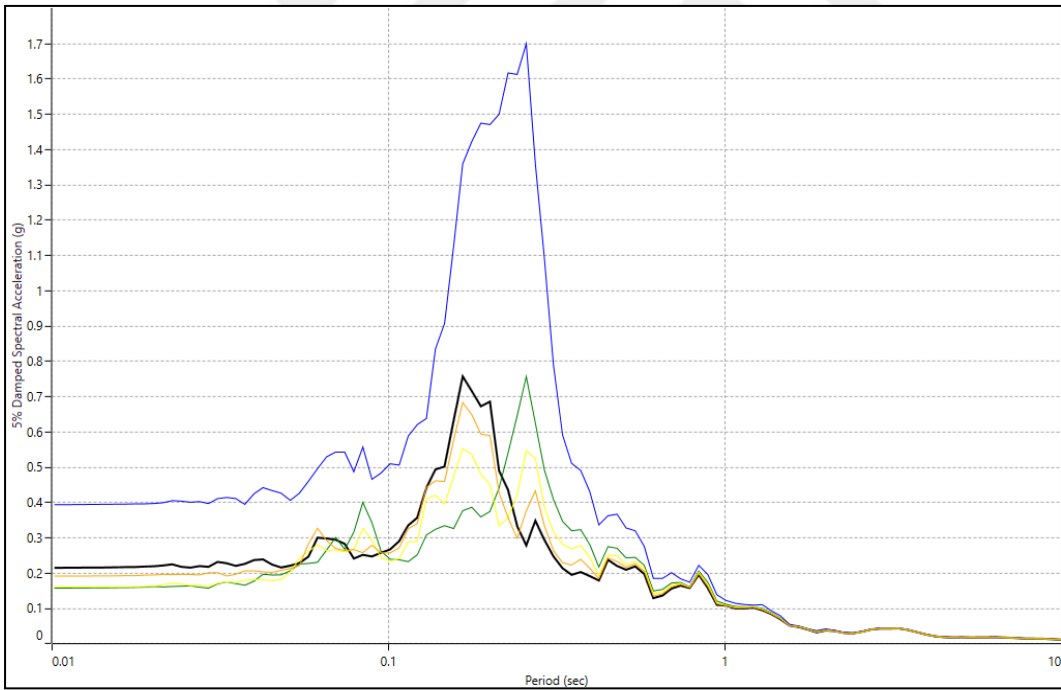
**EK 4.47.** Bölge 5 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 4.48.** Bölge 5 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği

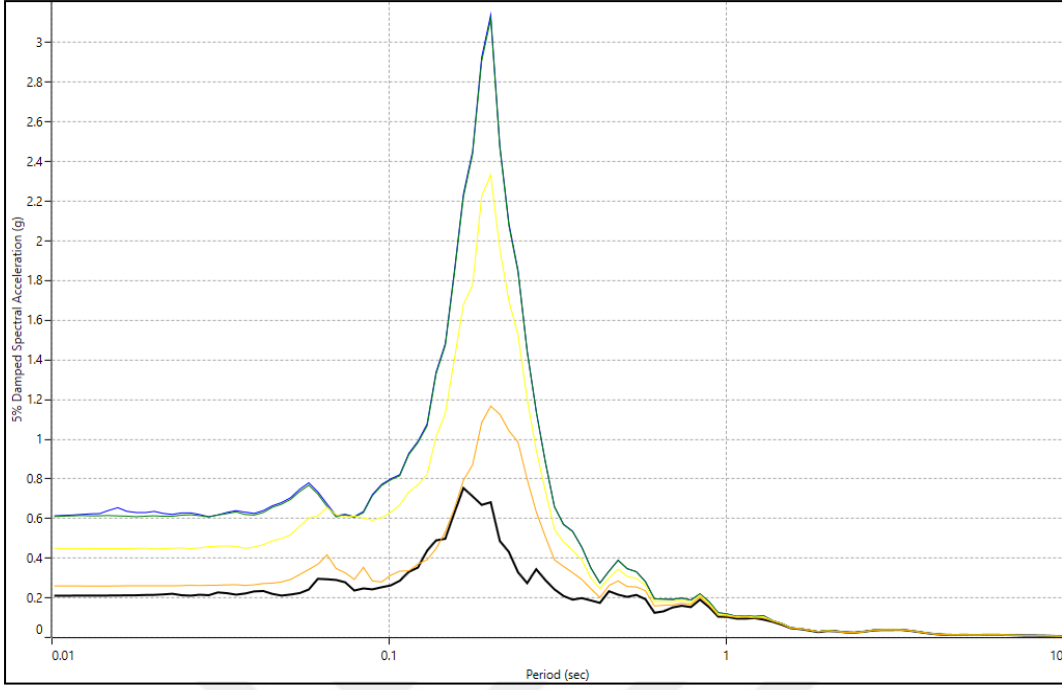


**EK 4.49.** Bölge 5 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği

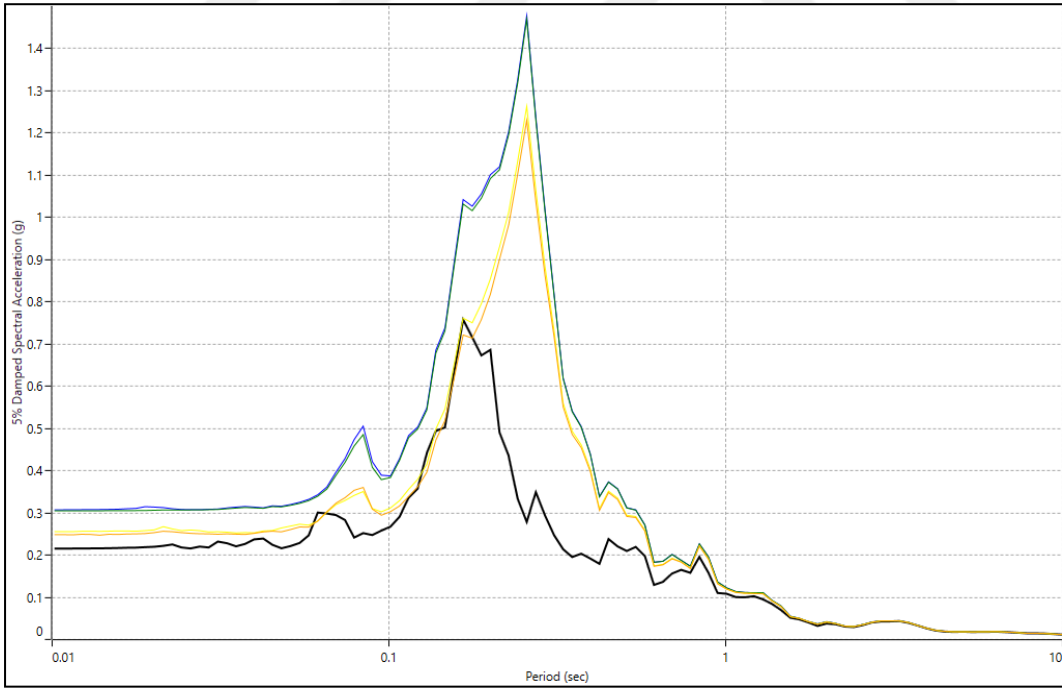


**EK 4.50.** Bölge 5 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği

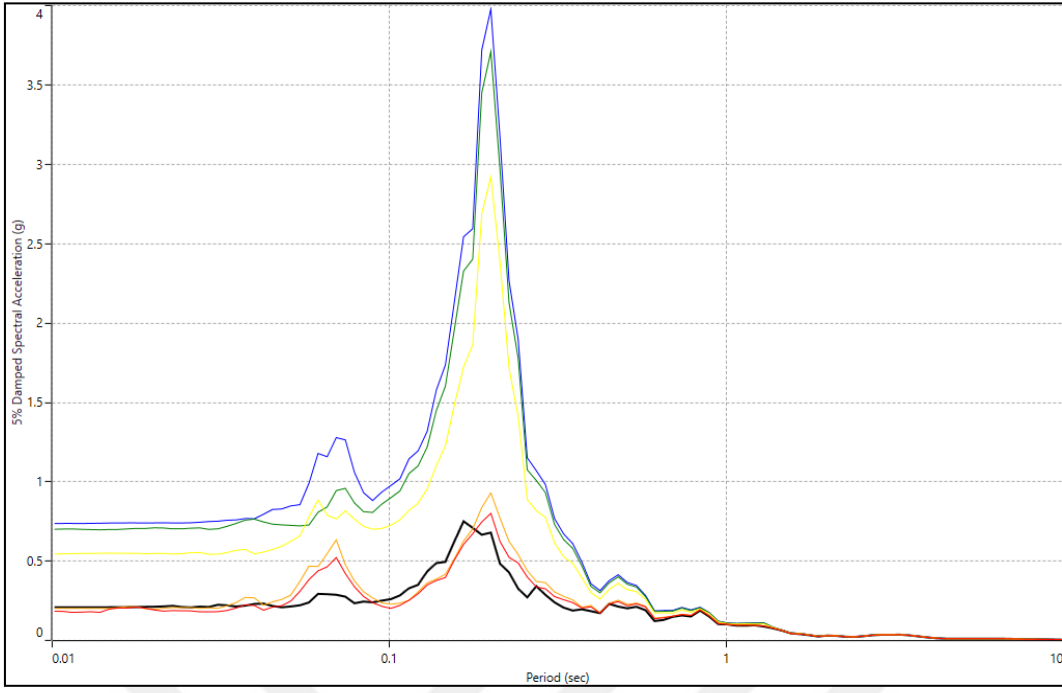
## EK-6 Kocaeli Depremine Ait Nonlinear Analiz Yüzey Spektral İvme Grafikleri



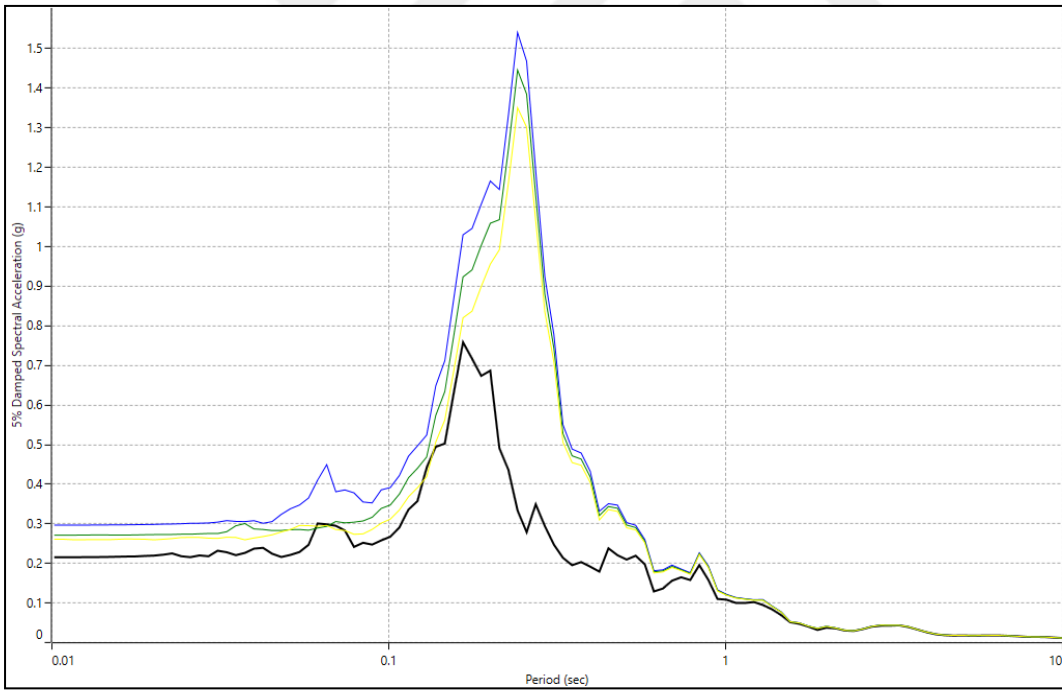
**EK 5.1.** Bölge 1 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



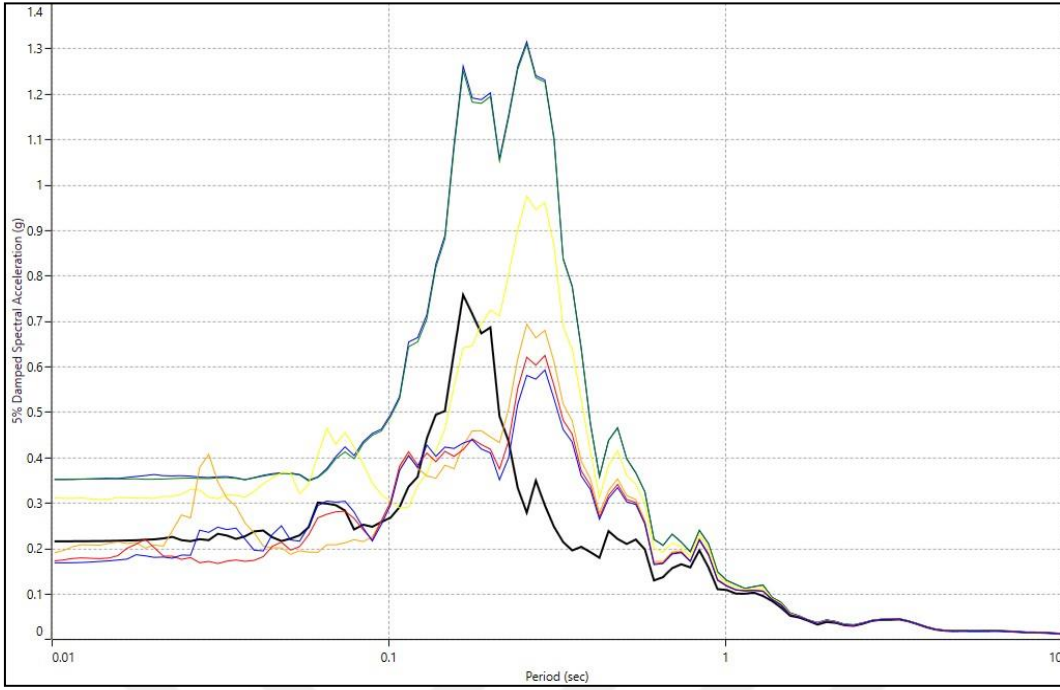
**EK 5.2.** Bölge 1 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



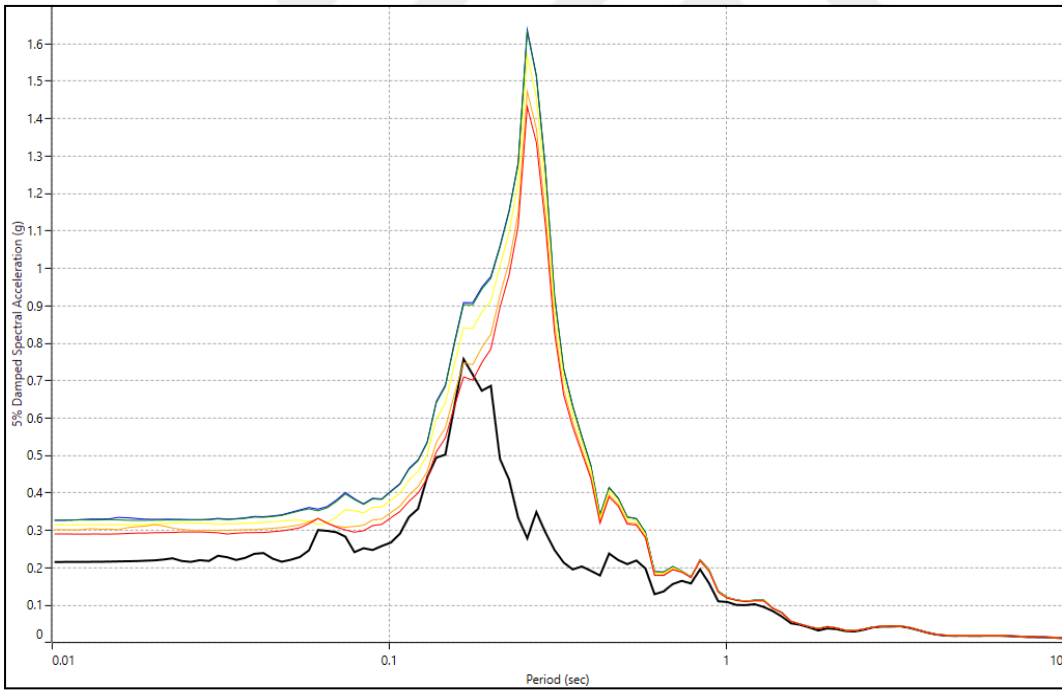
**EK 5.3.** Bölge 1 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



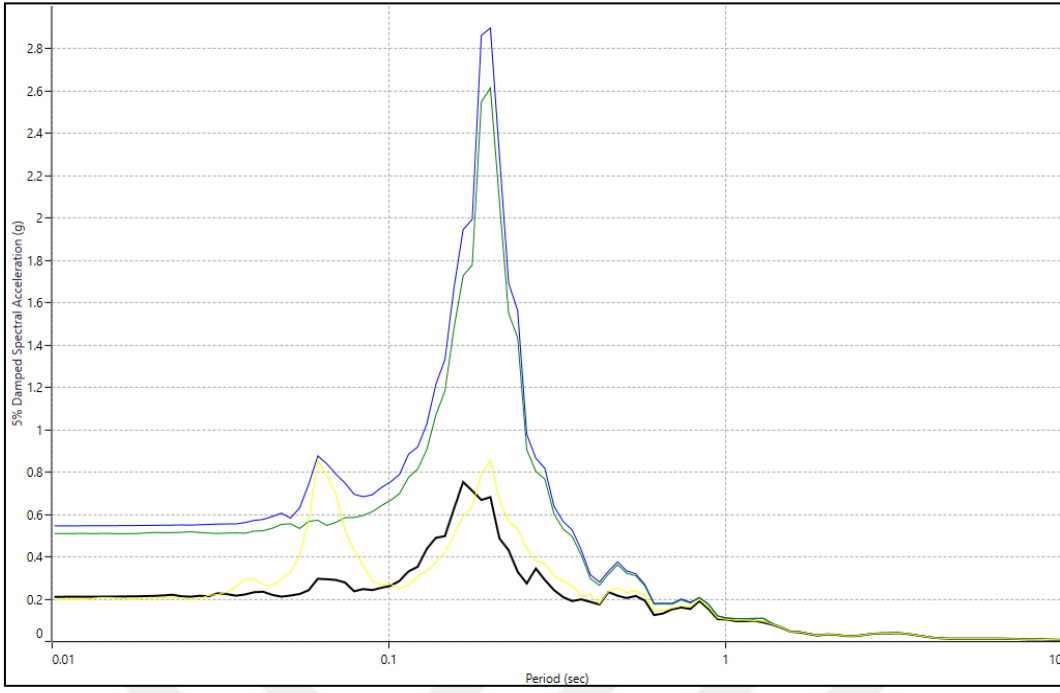
**EK 5.4.** Bölge 1 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



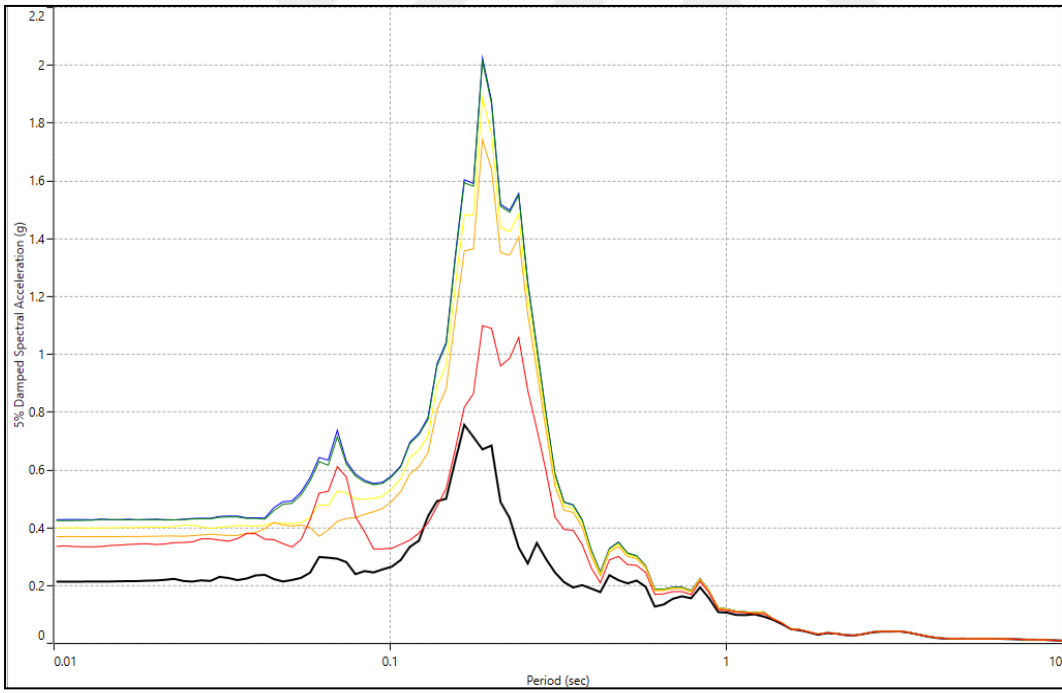
**EK 5.5.** Bölge 1 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 5.6.** Bölge 1 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği

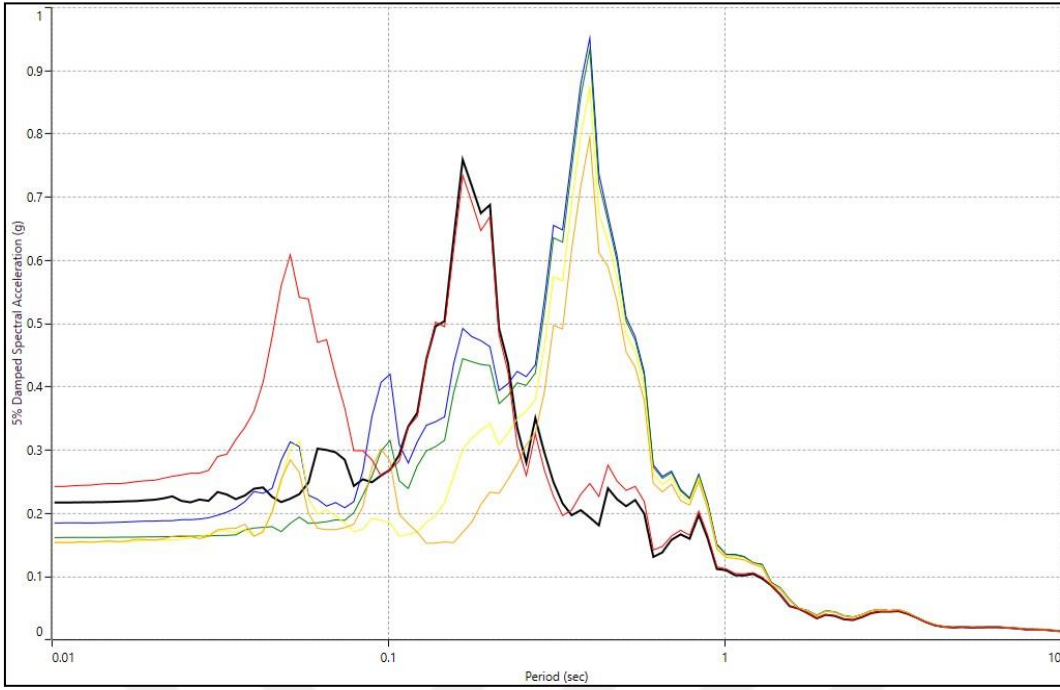


**EK 5.7.** Bölge 1 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği

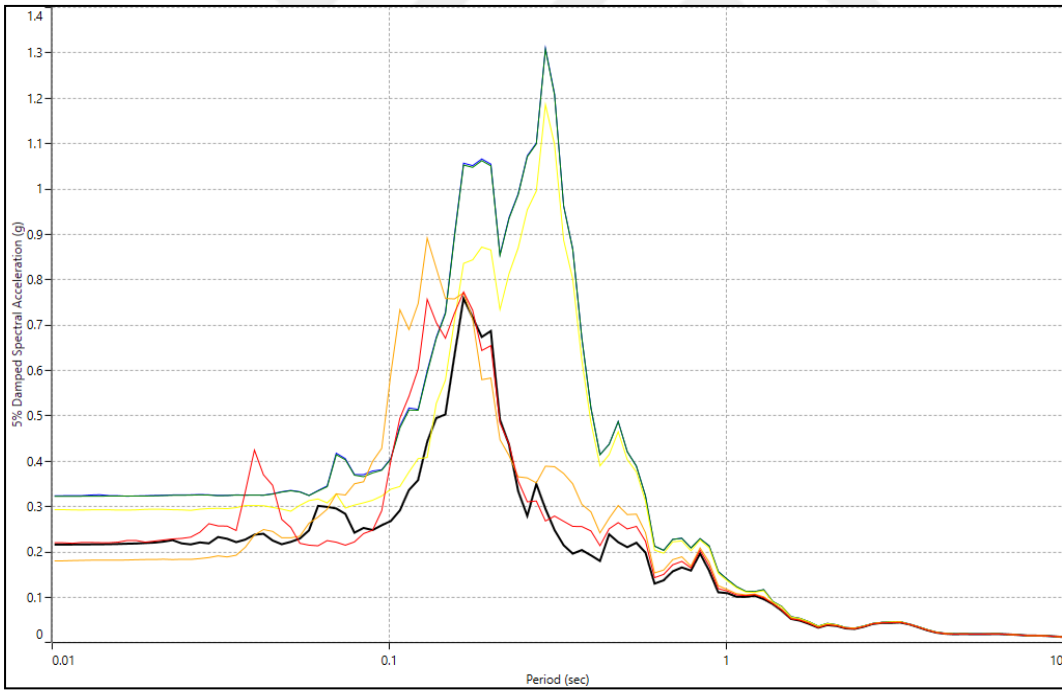


**EK 5.8.** Bölge 1 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği

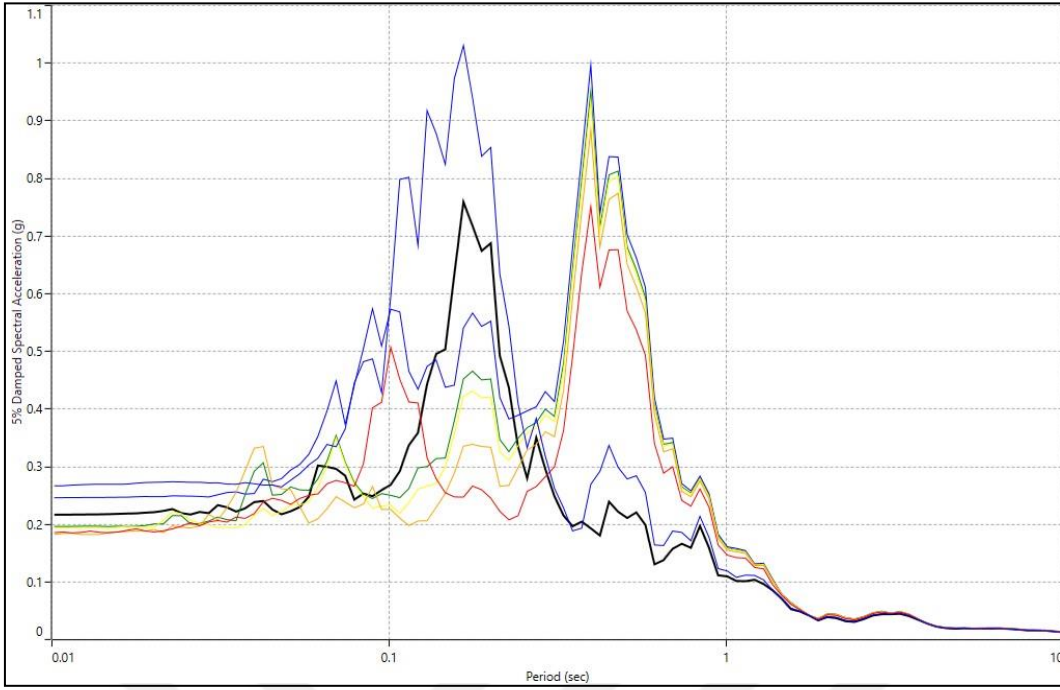




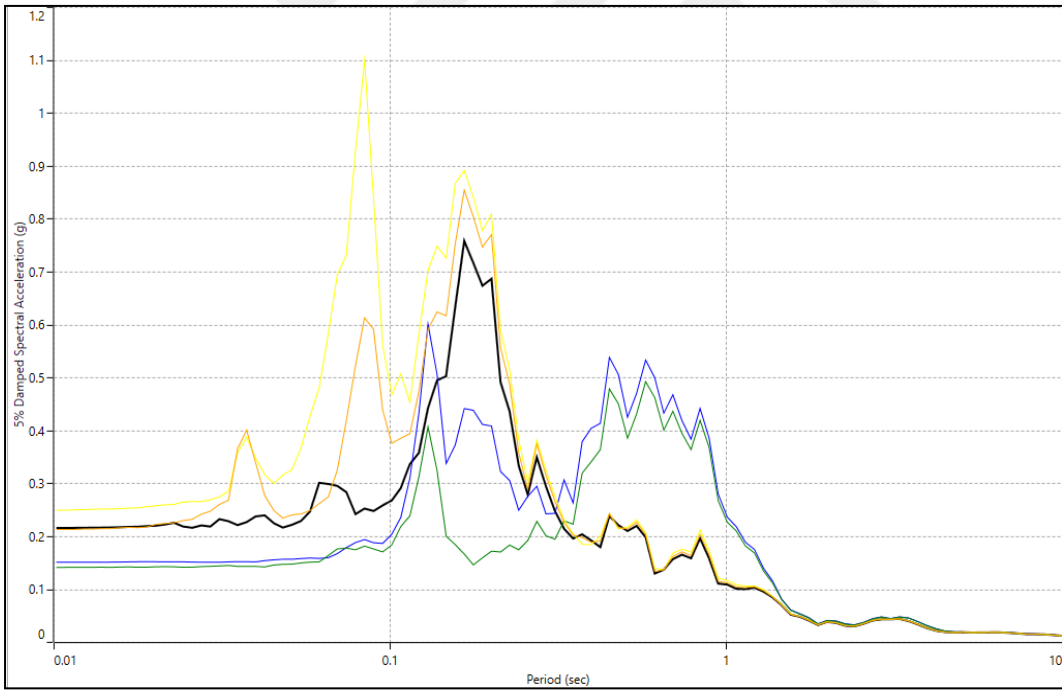
**EK 5.9.** Bölge 1 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği



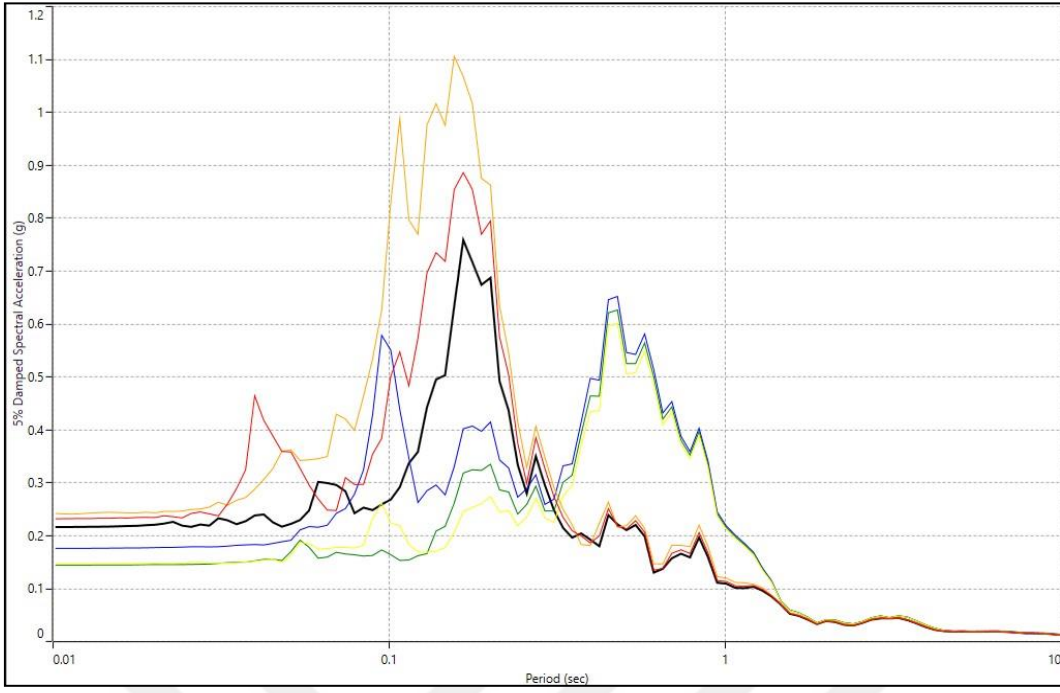
**EK 5.10.** Bölge 1 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği



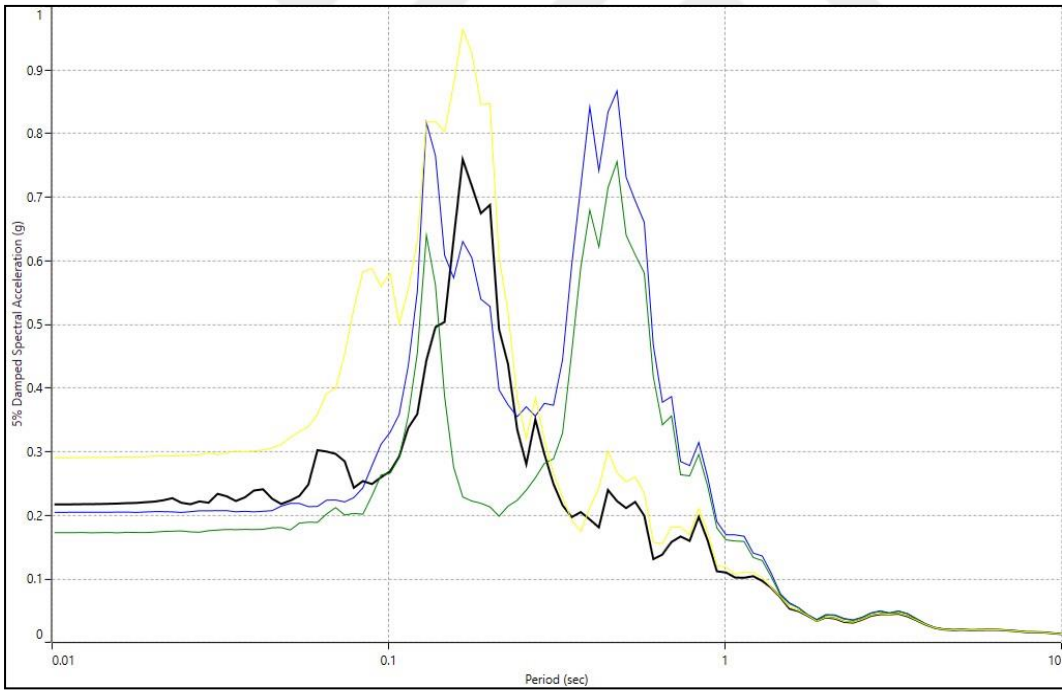
**EK 5.11.** Bölge 2 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



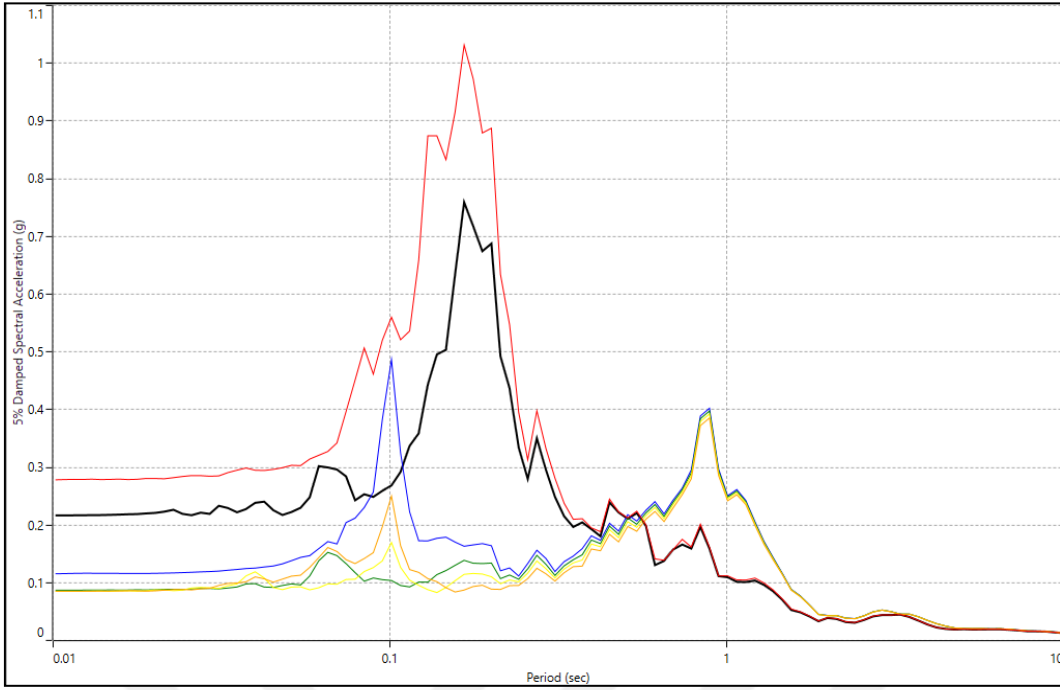
**EK 5.12.** Bölge 2 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



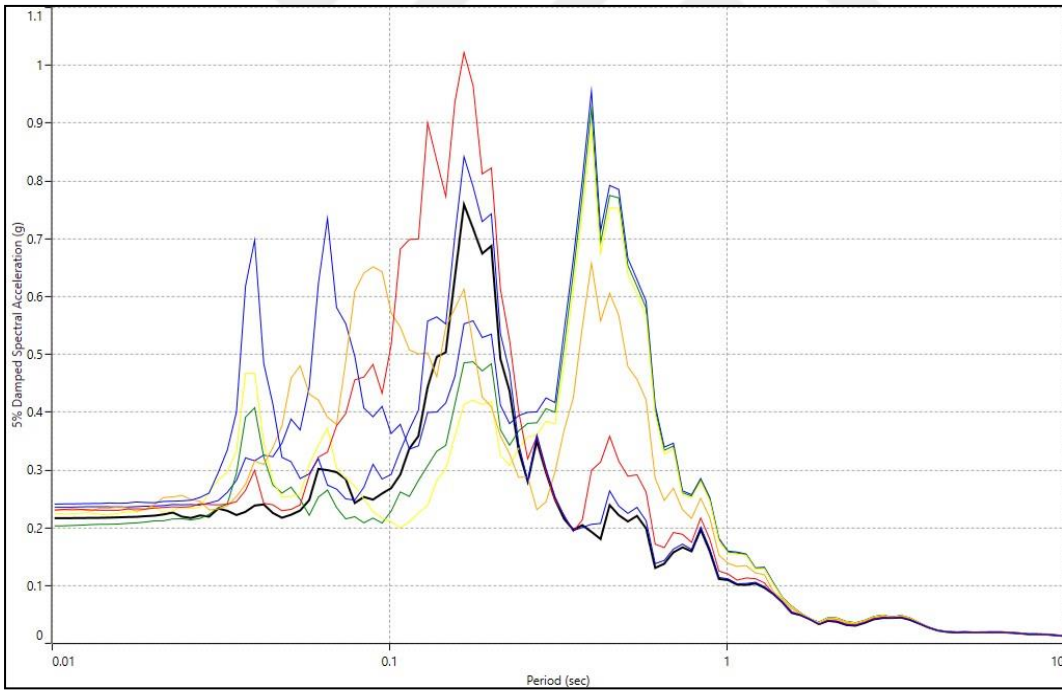
**EK 5.13.** Bölge 2 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



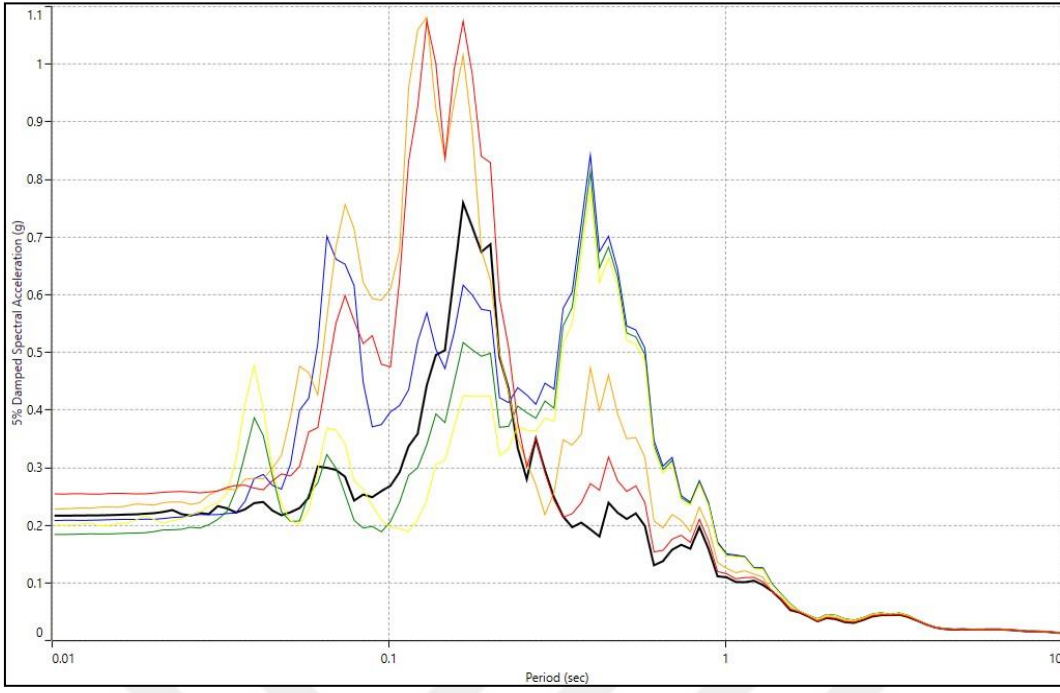
**EK 5.14.** Bölge 2 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



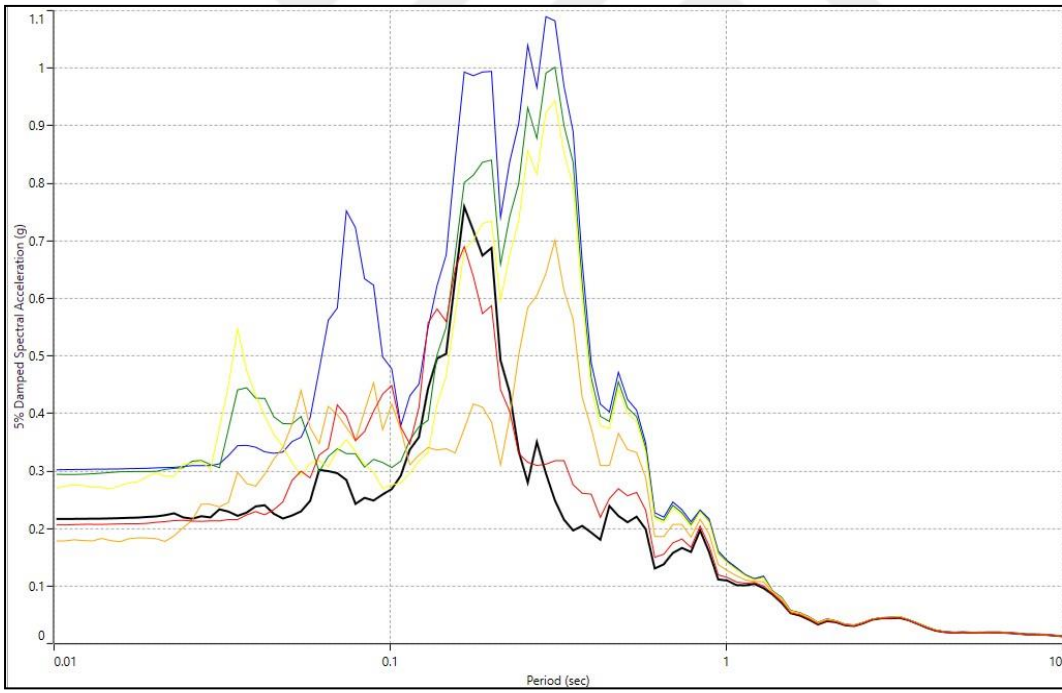
**EK 5.15.** Bölge 2 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



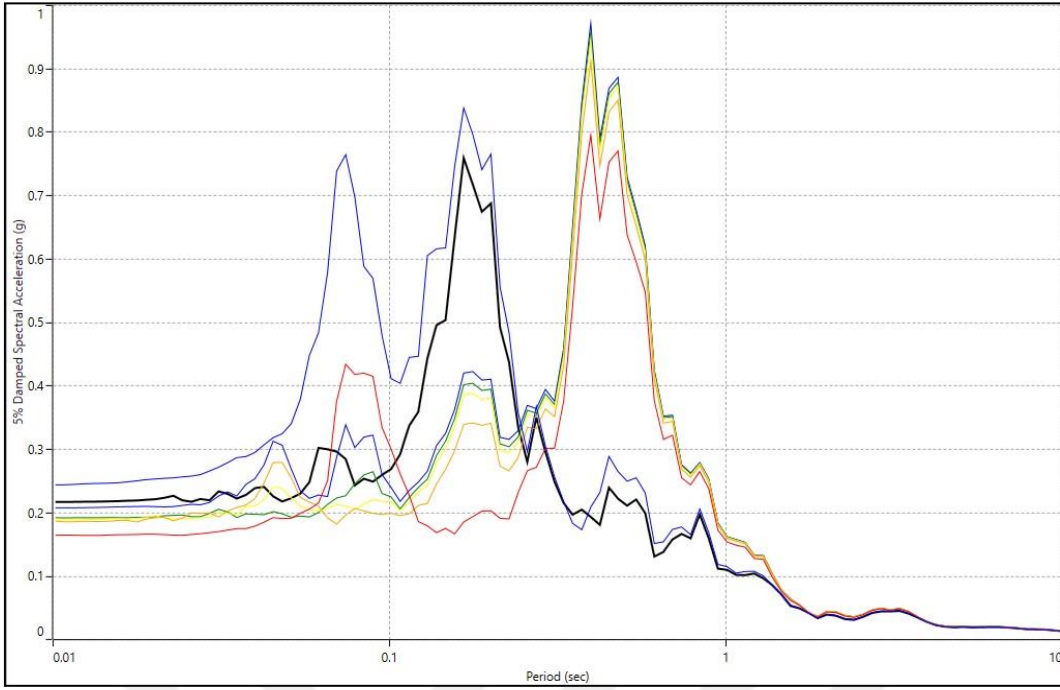
**EK 5.16.** Bölge 2 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



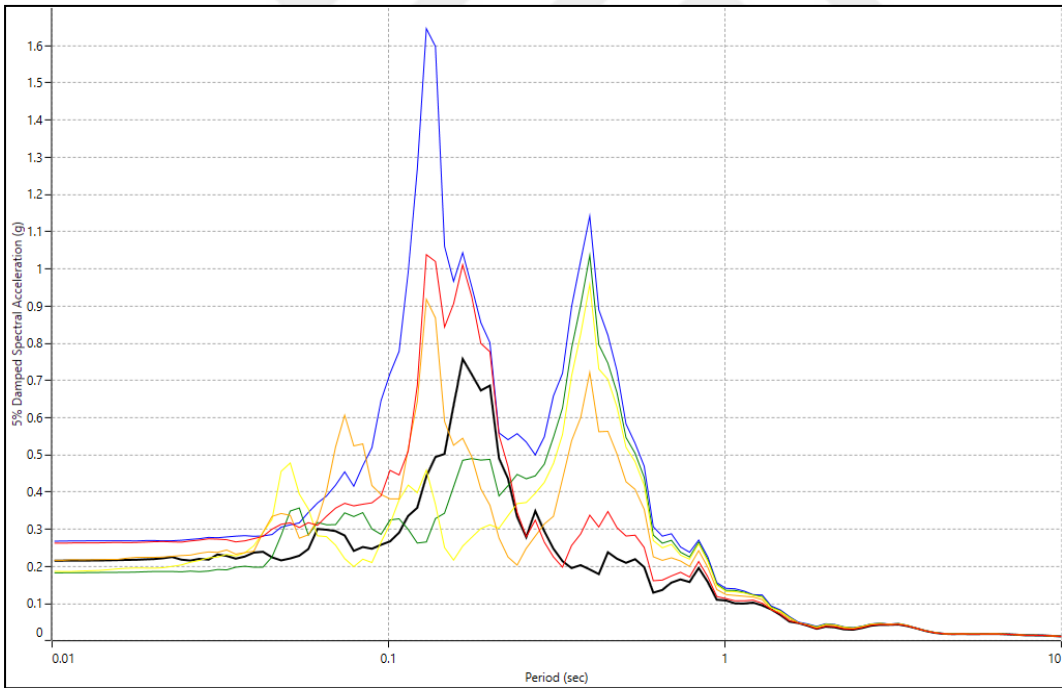
**EK 5.17.** Bölge 2 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



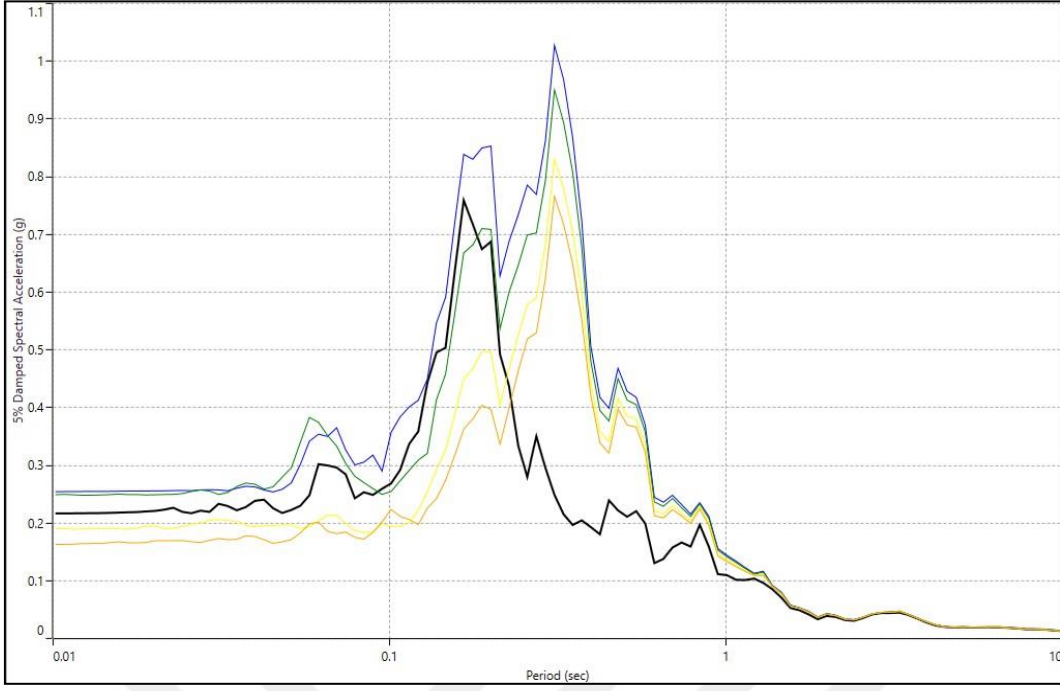
**EK 5.18.** Bölge 2 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği



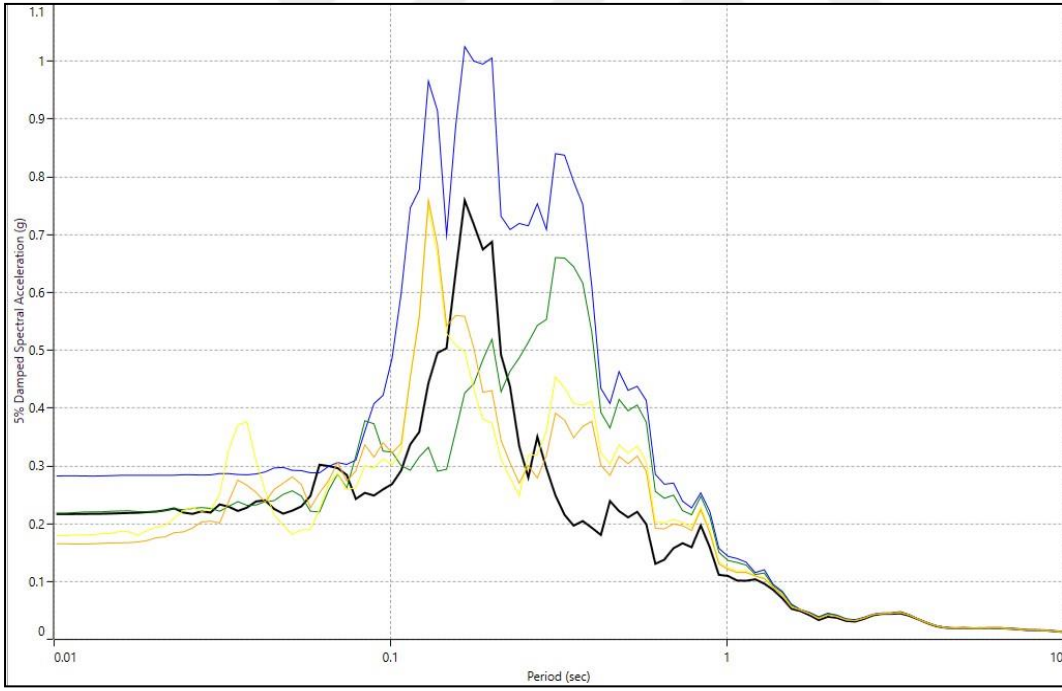
**EK 5.19.** Bölge 2 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği



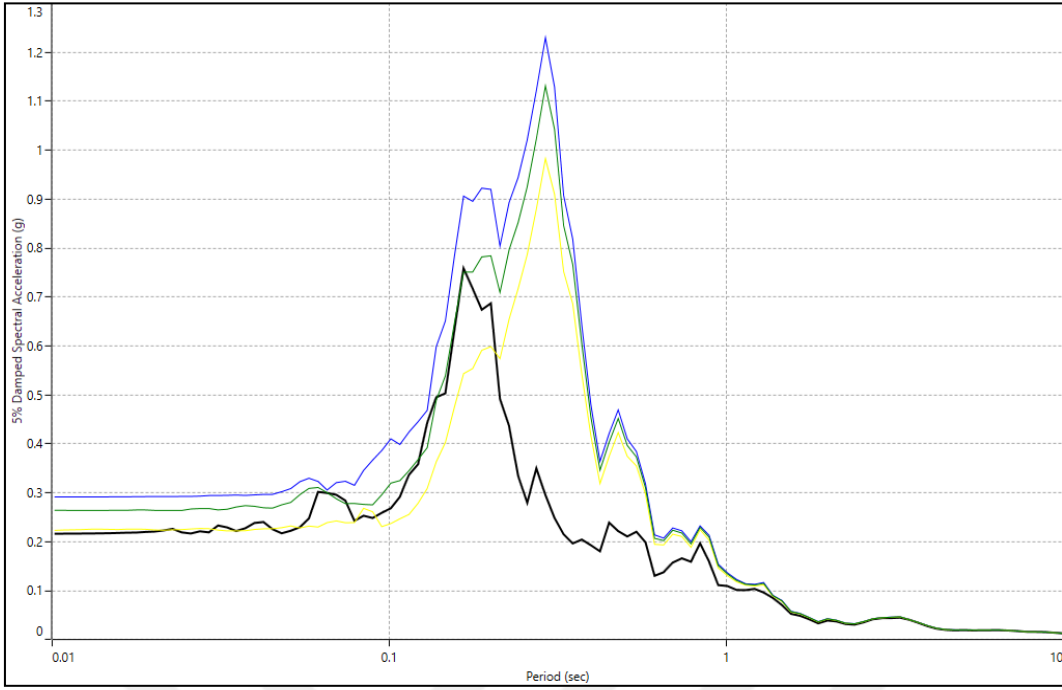
**EK 5.20.** Bölge 2 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği



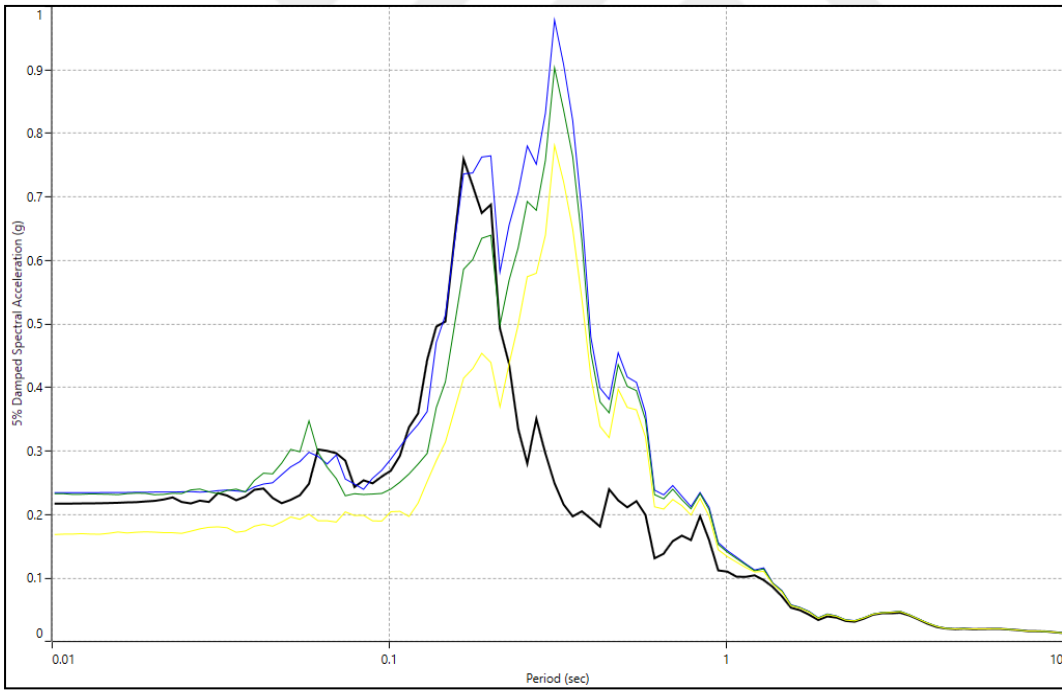
**EK 5.21.** Bölge 3 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 5.22.** Bölge 3 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği

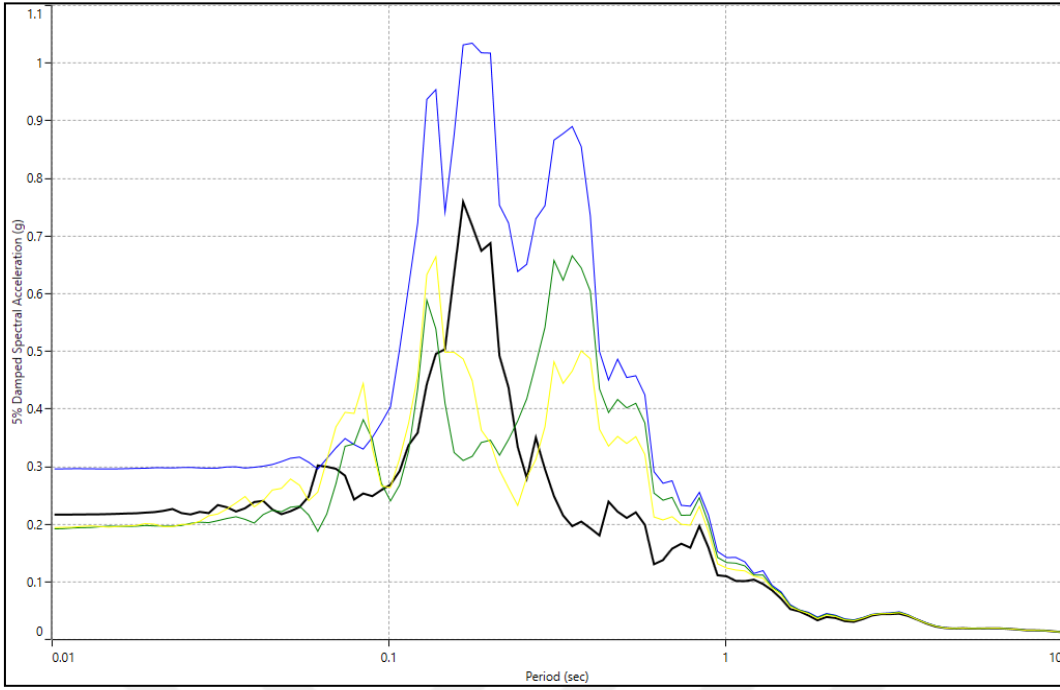


**EK 5.23.** Bölge 3 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği

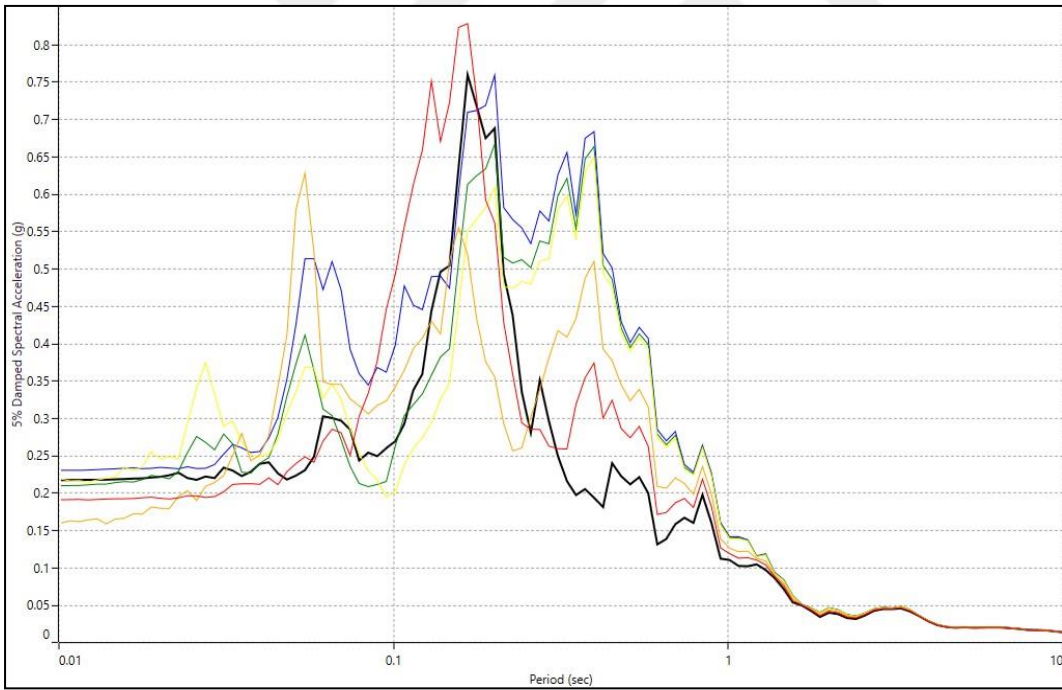


**EK 5.24.** Bölge 3 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği

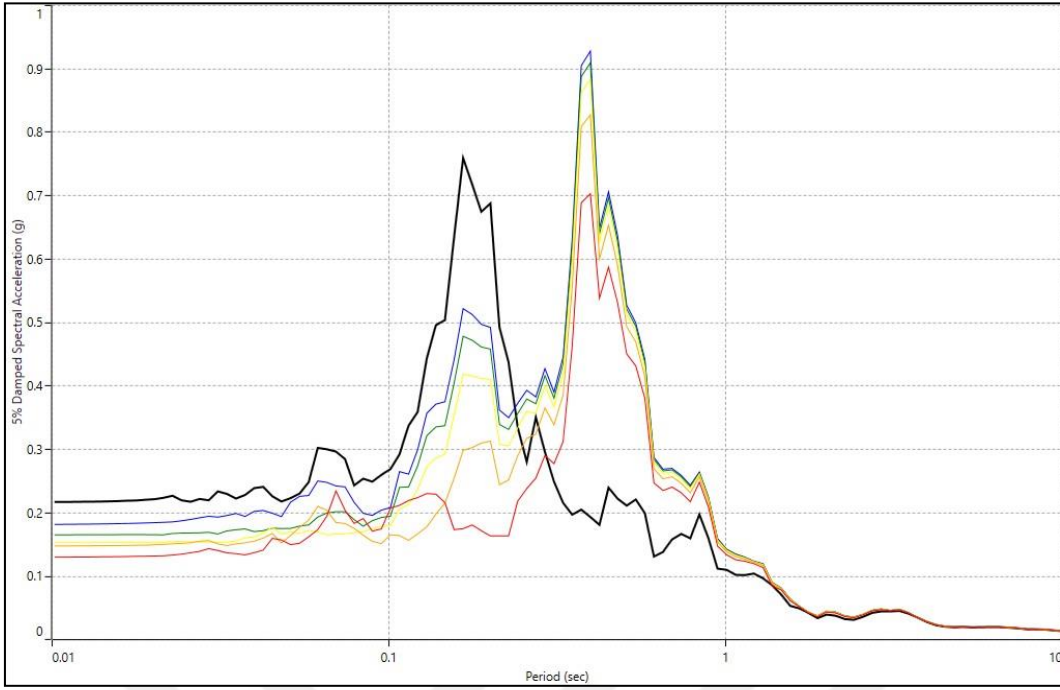




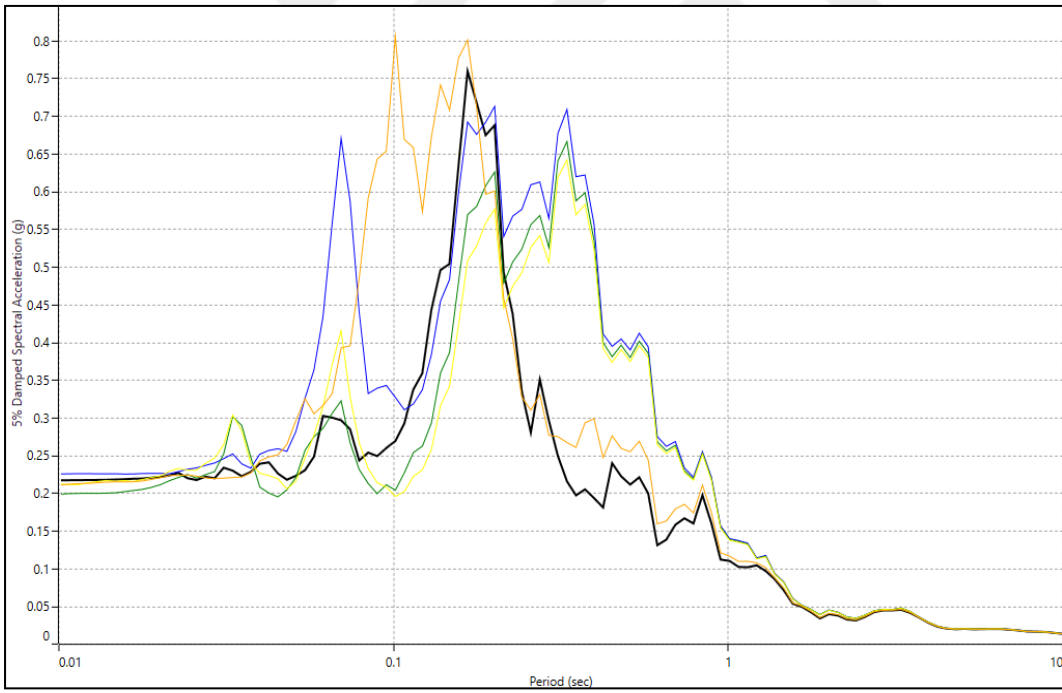
**EK 5.25.** Bölge 3 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



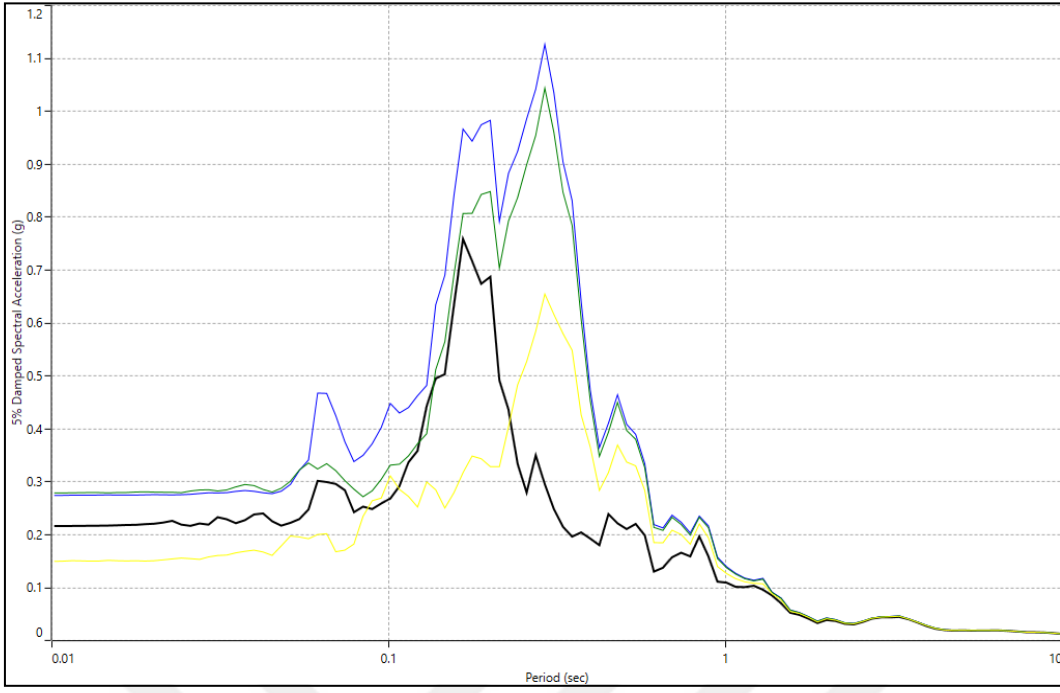
**EK 5.26.** Bölge 3 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



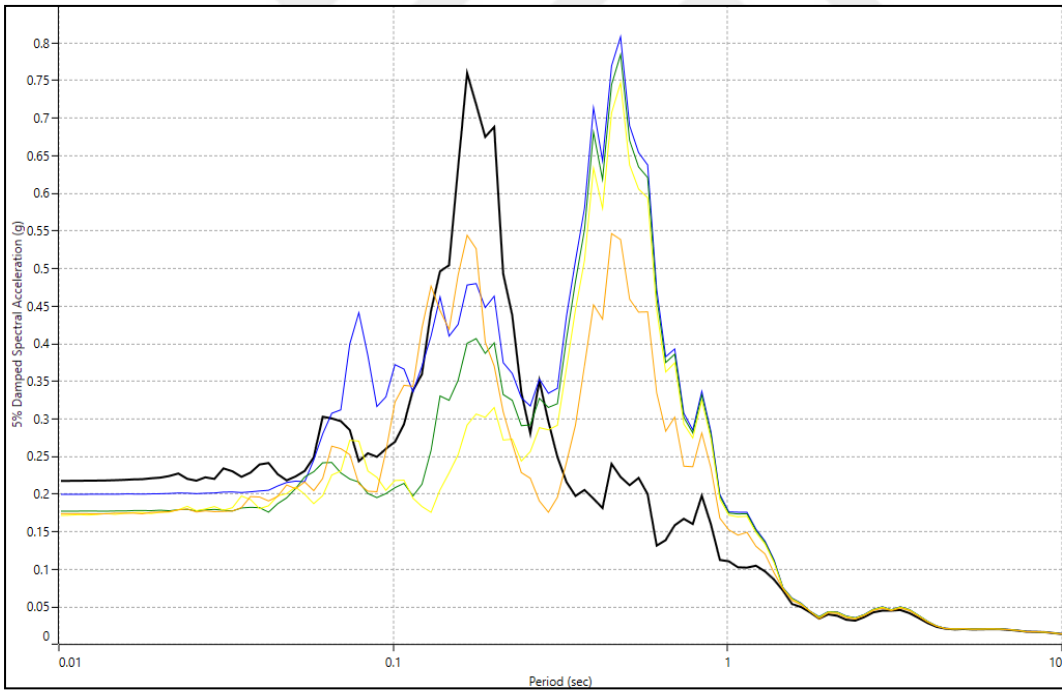
**EK 5.27.** Bölge 3 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



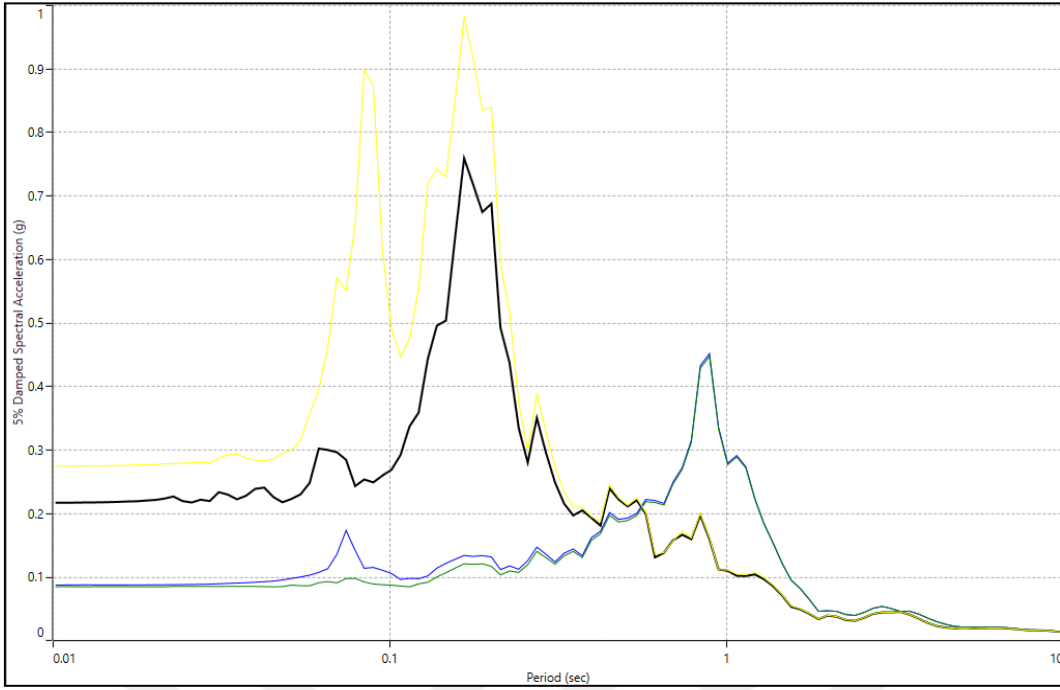
**EK 5.28.** Bölge 3 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği



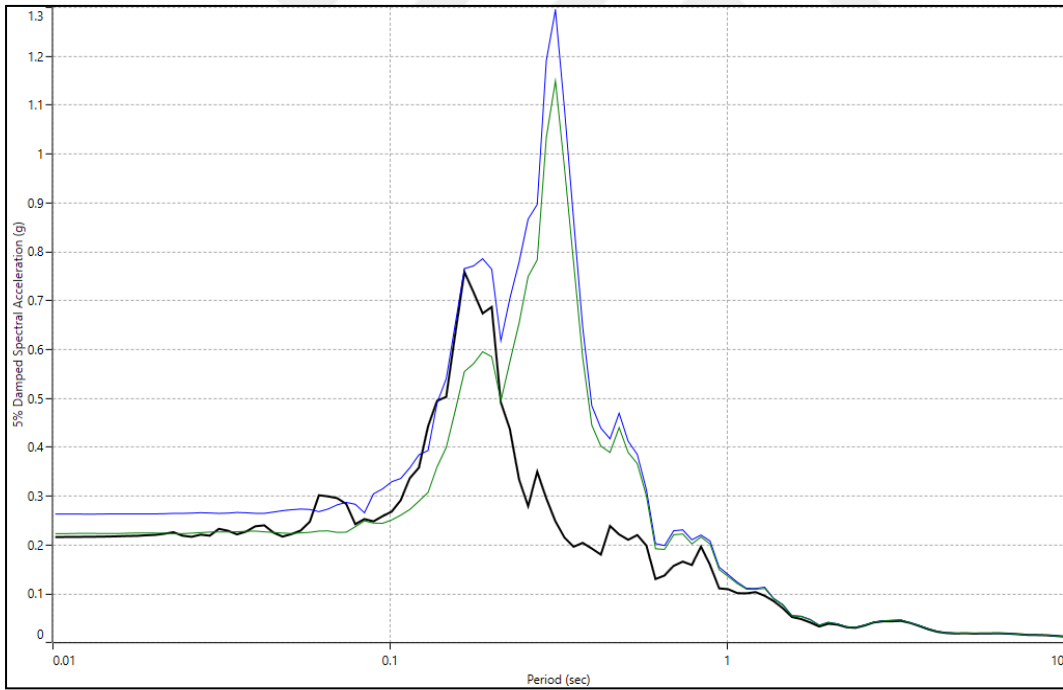
**EK 5.29.** Bölge 3 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği



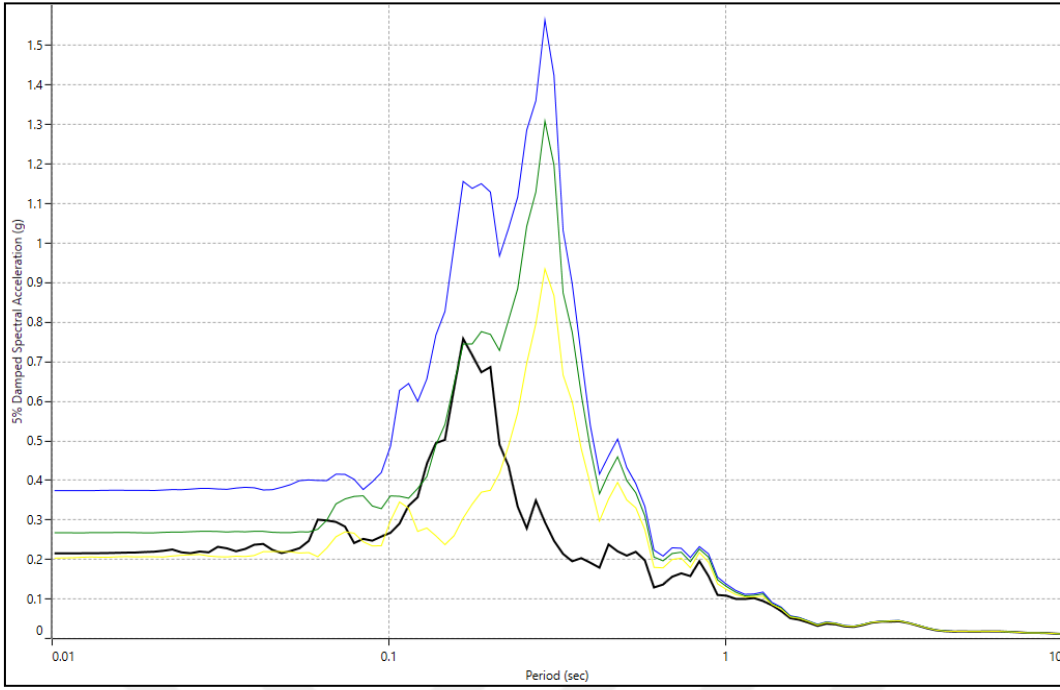
**EK 5.30.** Bölge 3 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği



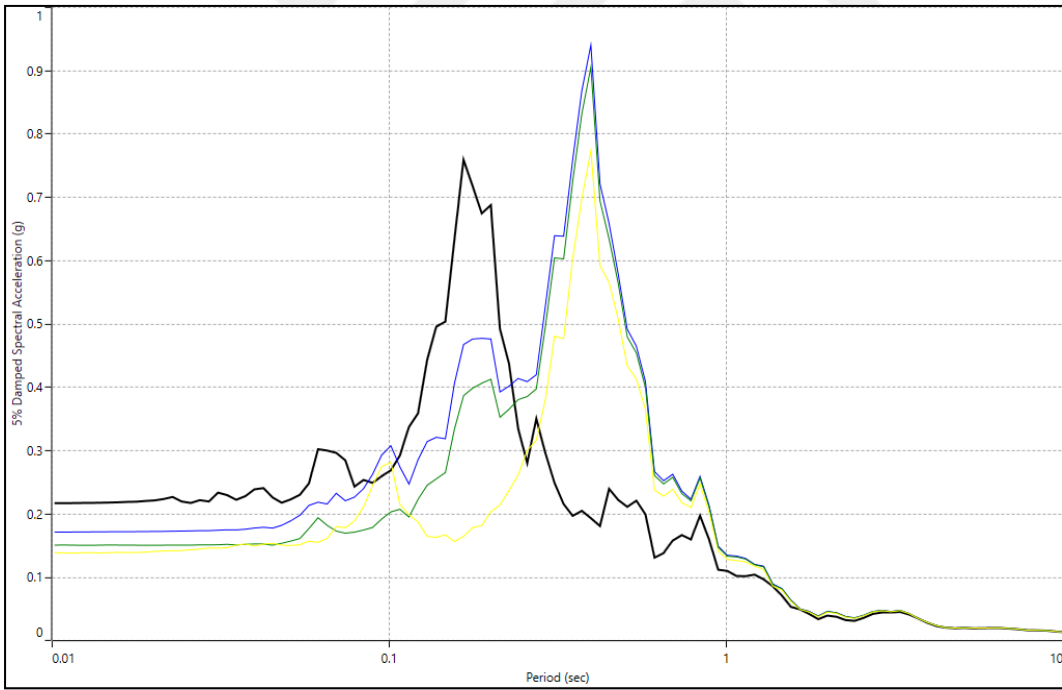
**EK 5.31.** Bölge 4 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



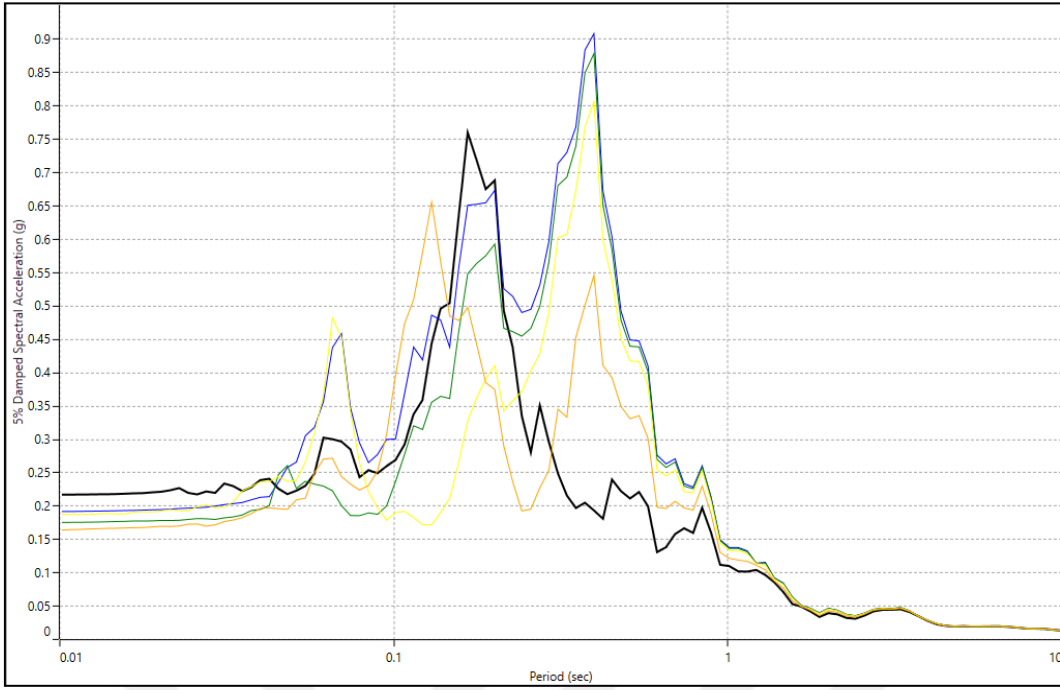
**EK 5.32.** Bölge 4 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



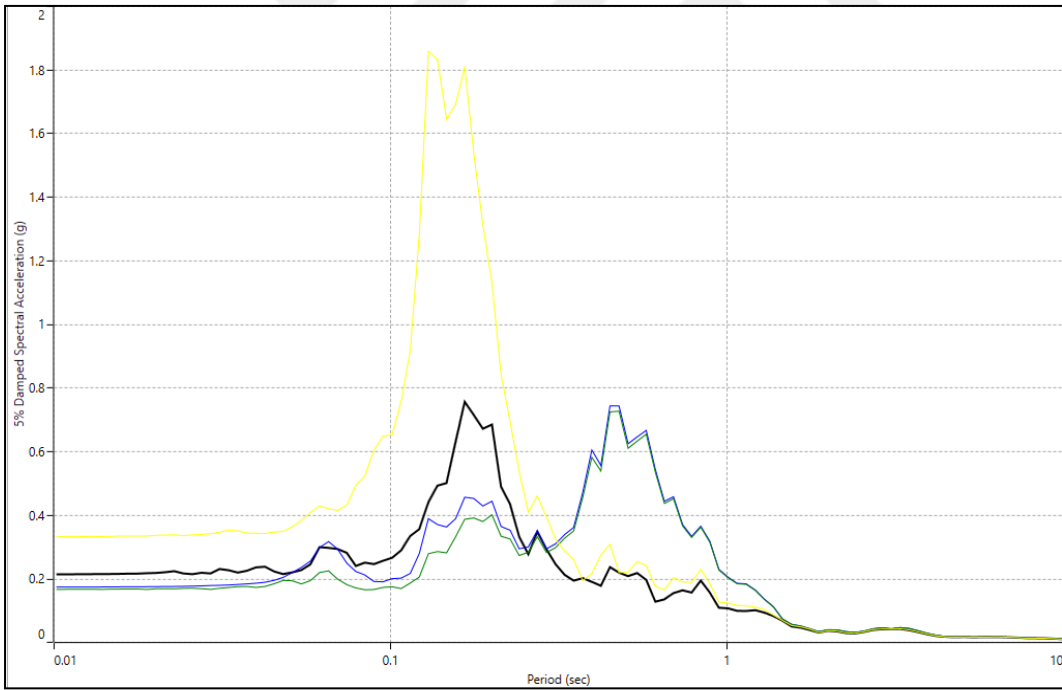
**EK 5.33.** Bölge 4 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



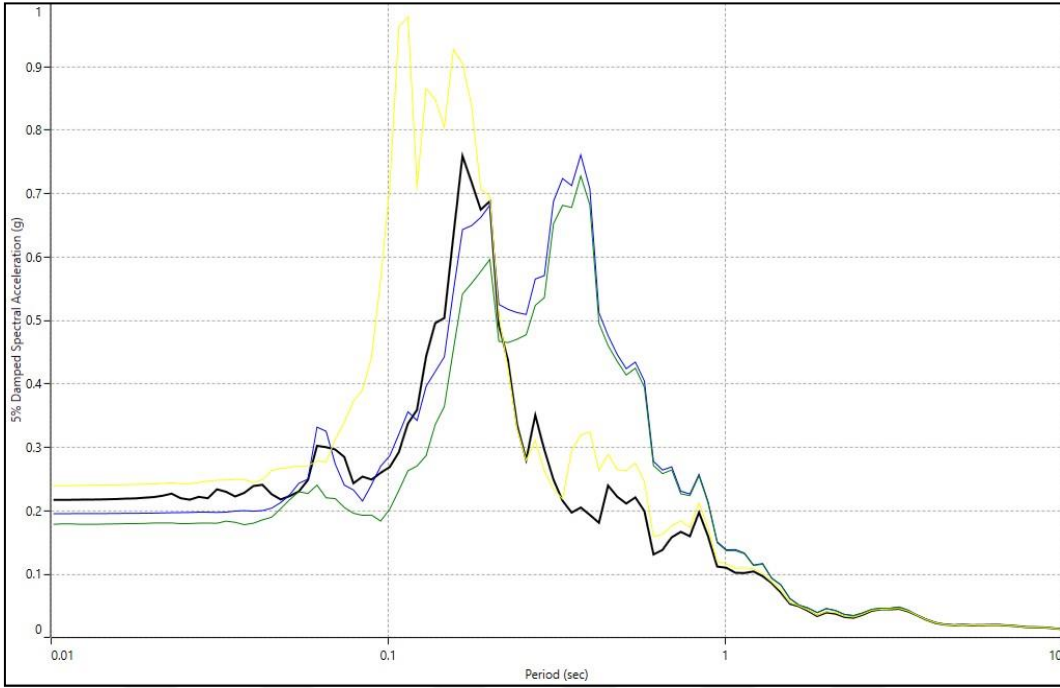
**EK 5.34.** Bölge 4 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



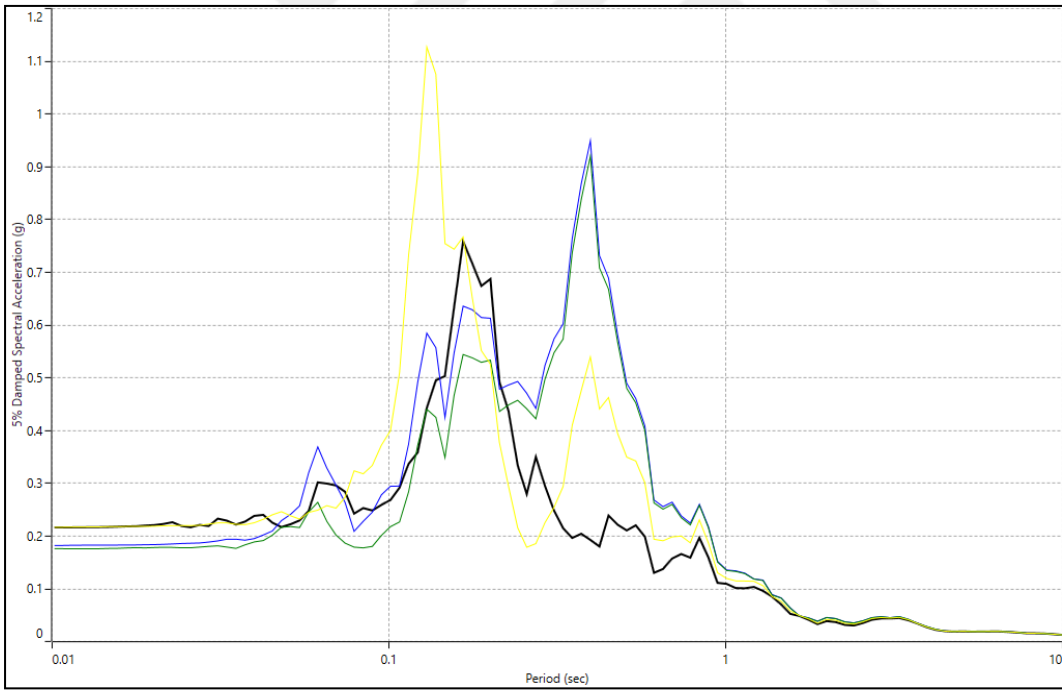
**EK 5.35.** Bölge 4 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



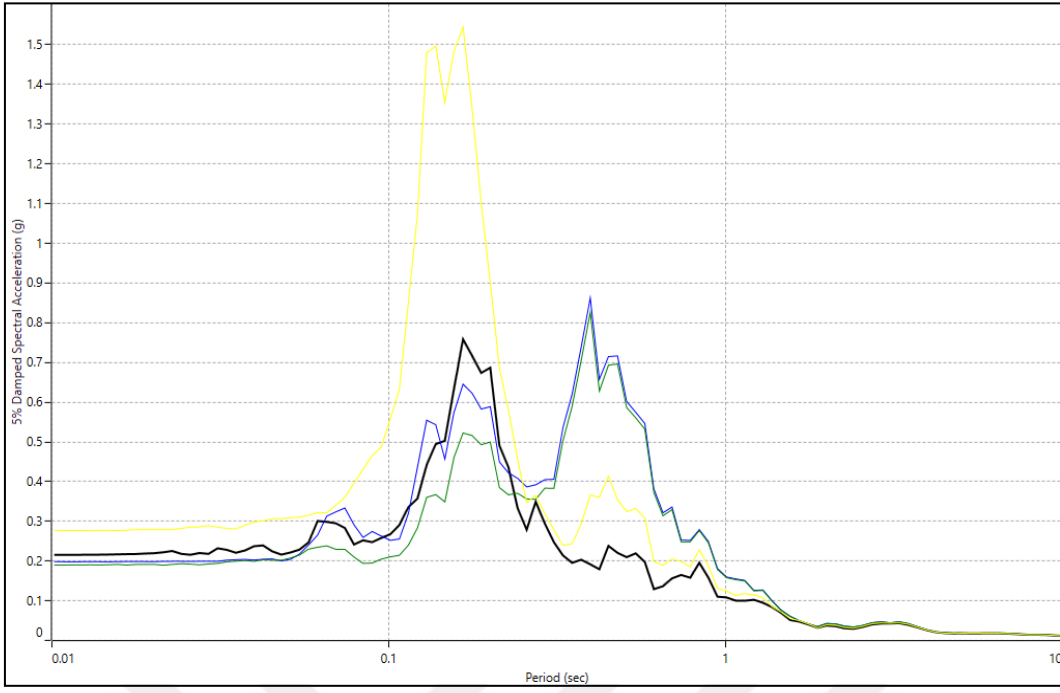
**EK 5.36.** Bölge 4 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



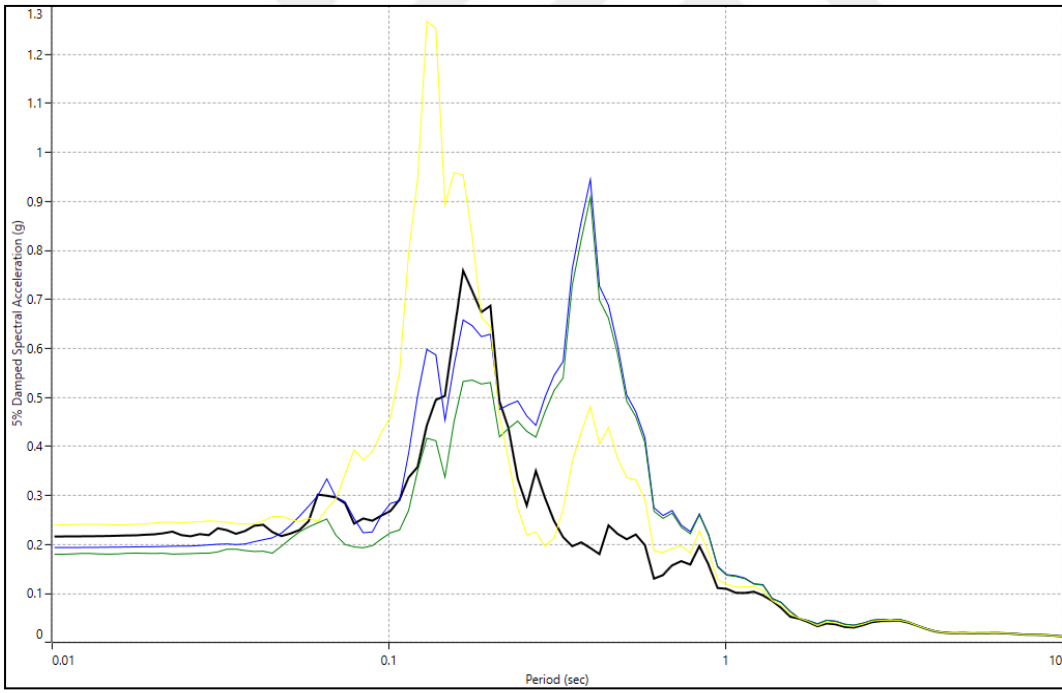
**EK 5.37.** Bölge 4 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 5.38.** Bölge 4 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği

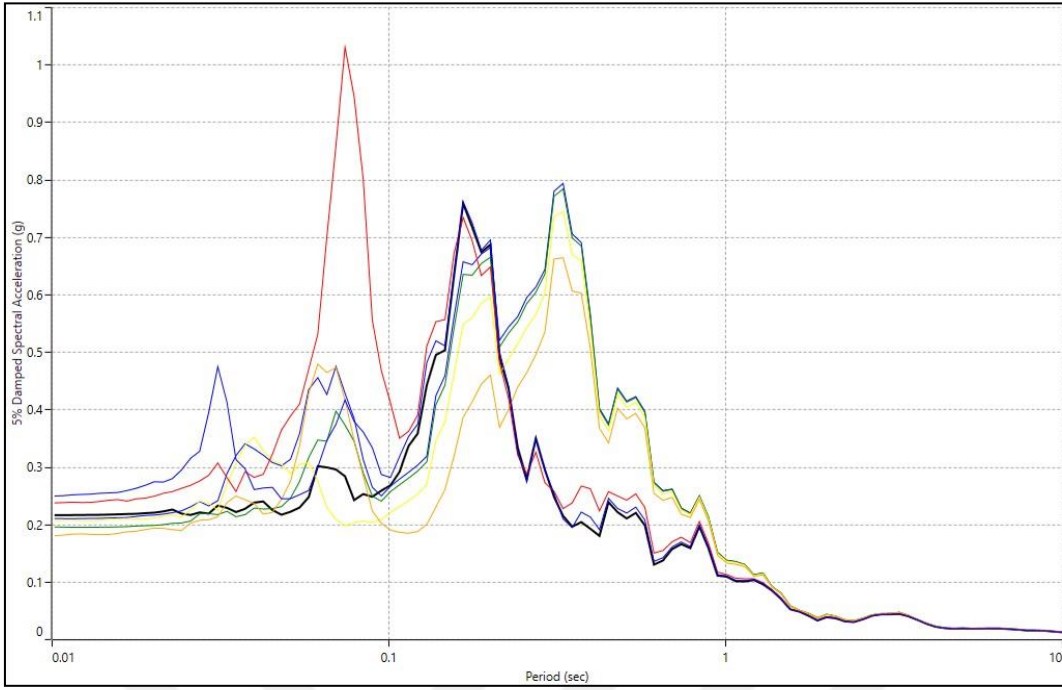


**EK 5.39.** Bölge 4 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği

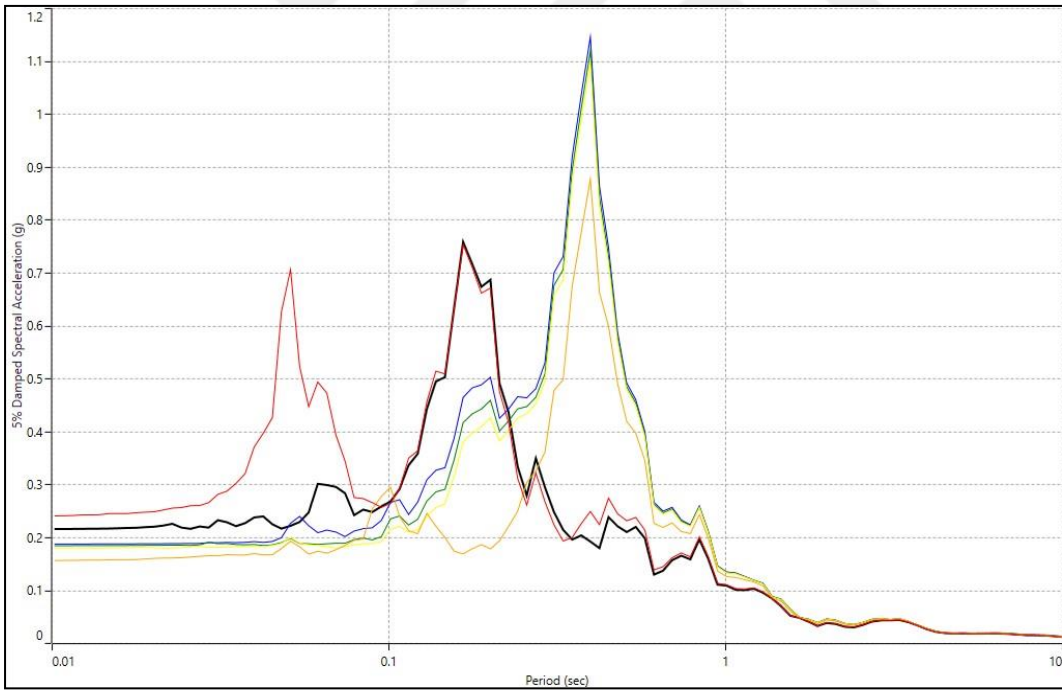


**EK 5.40.** Bölge 4 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği

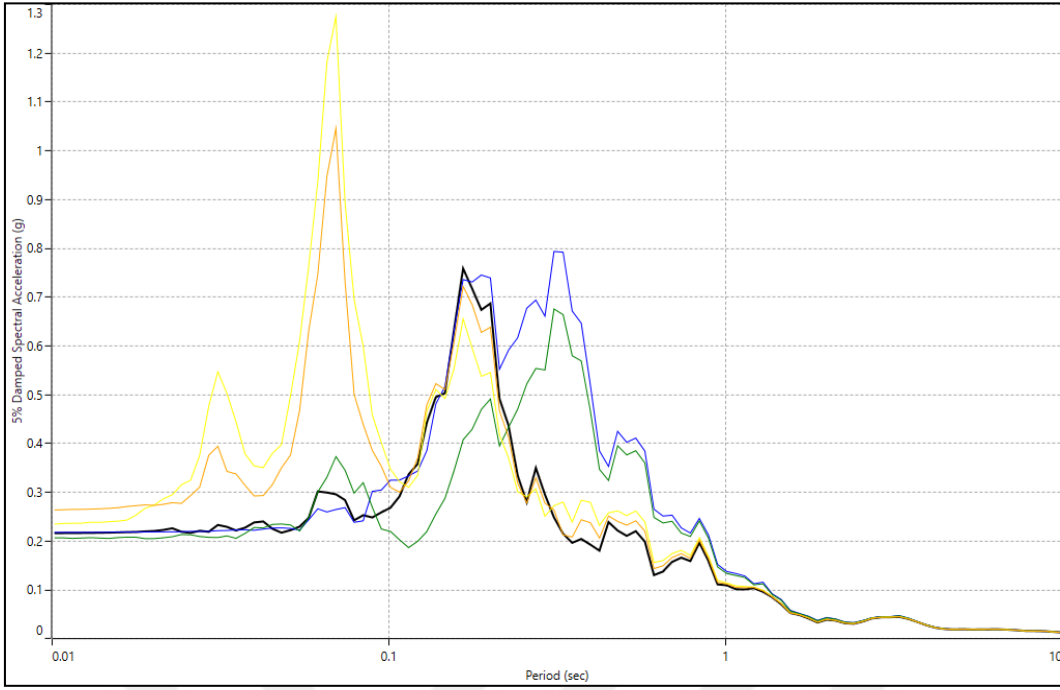




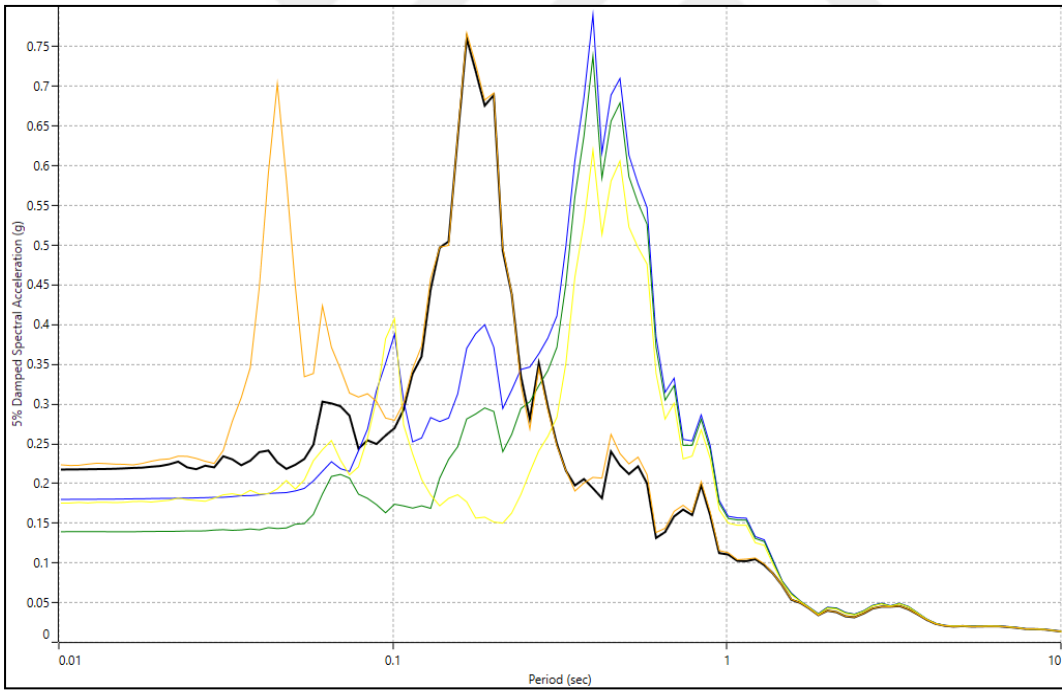
**EK 5.41.** Bölge 5 SK-1'e ait yüzey spektral ivme grafiği



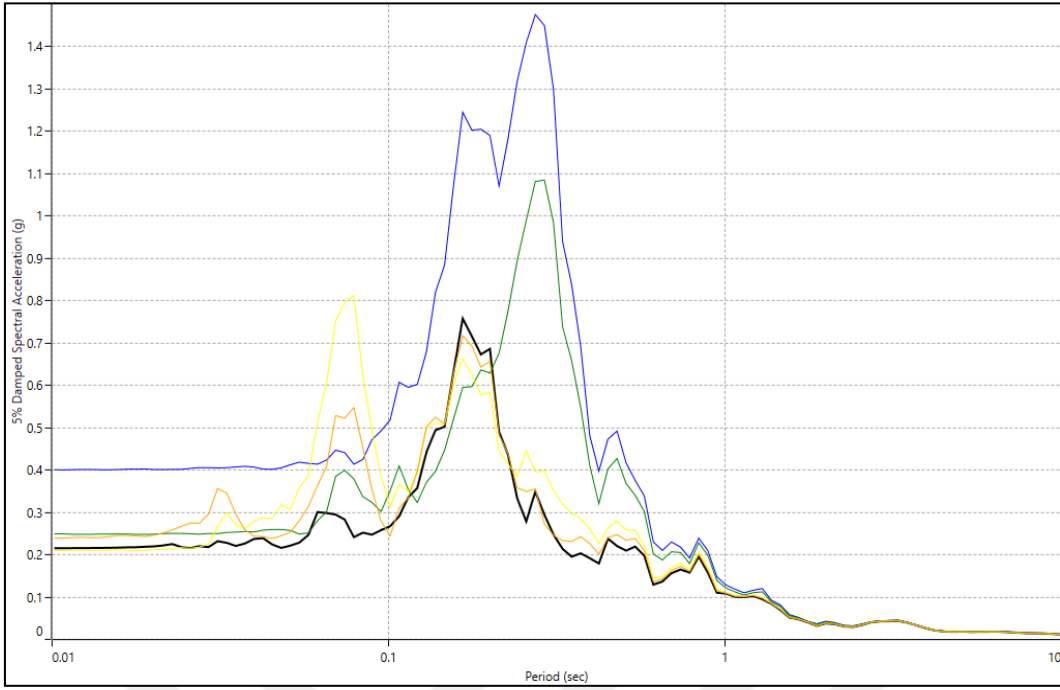
**EK 5.42.** Bölge 5 SK-2'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



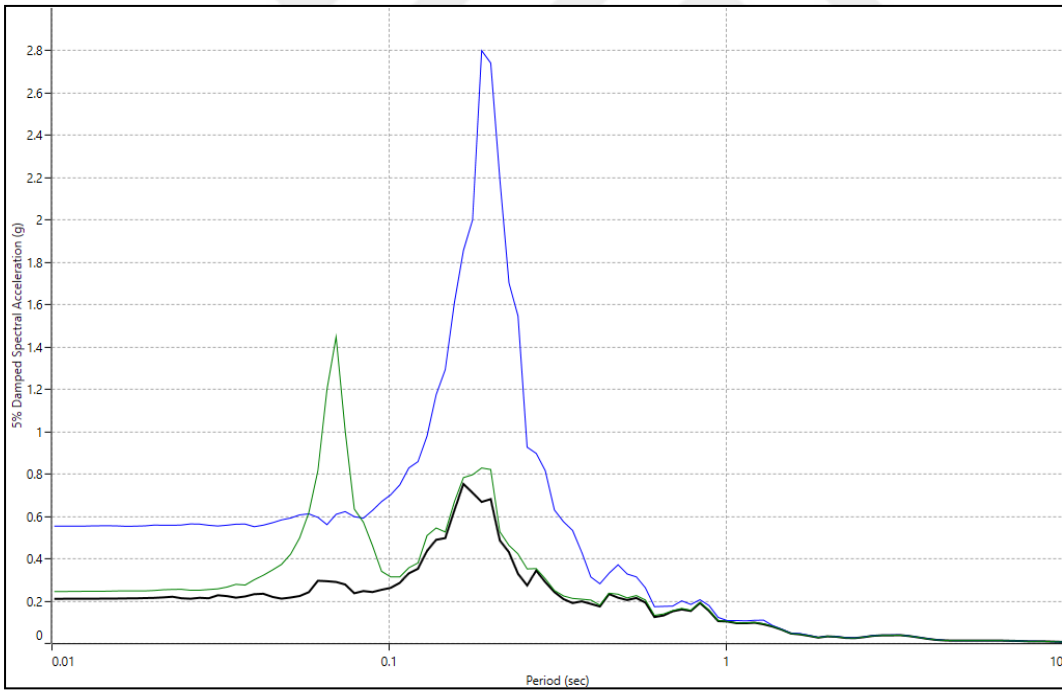
**EK 5.43.** Bölge 5 SK-3'e ait yüzey spektral ivme grafiği



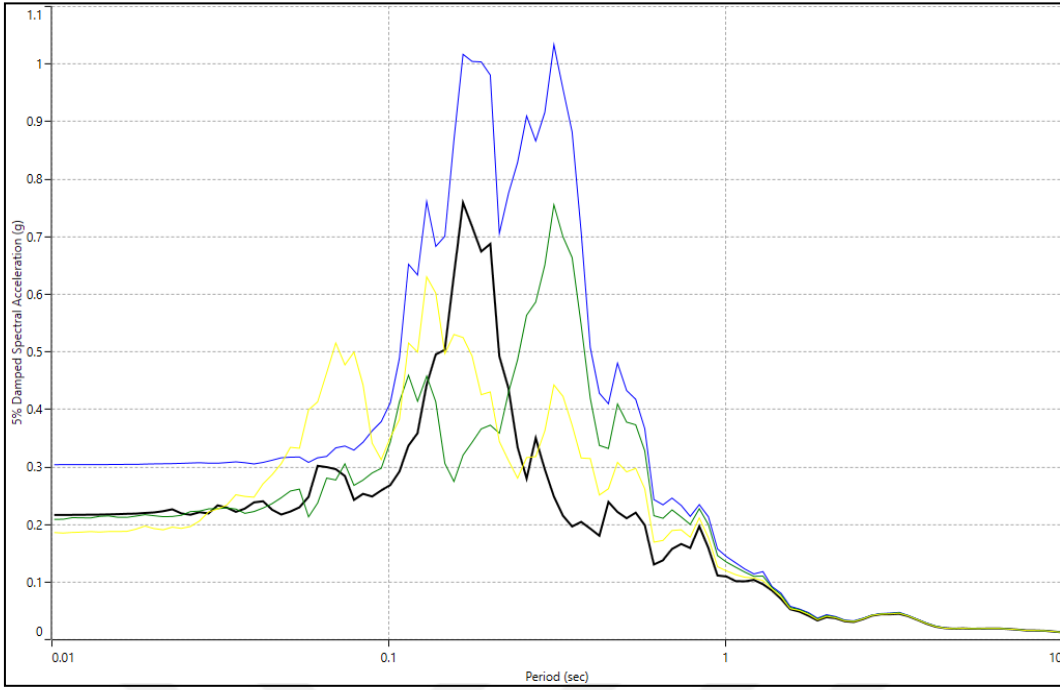
**EK 5.44.** Bölge 5 SK-4'e ait yüzey spektral ivme grafiği



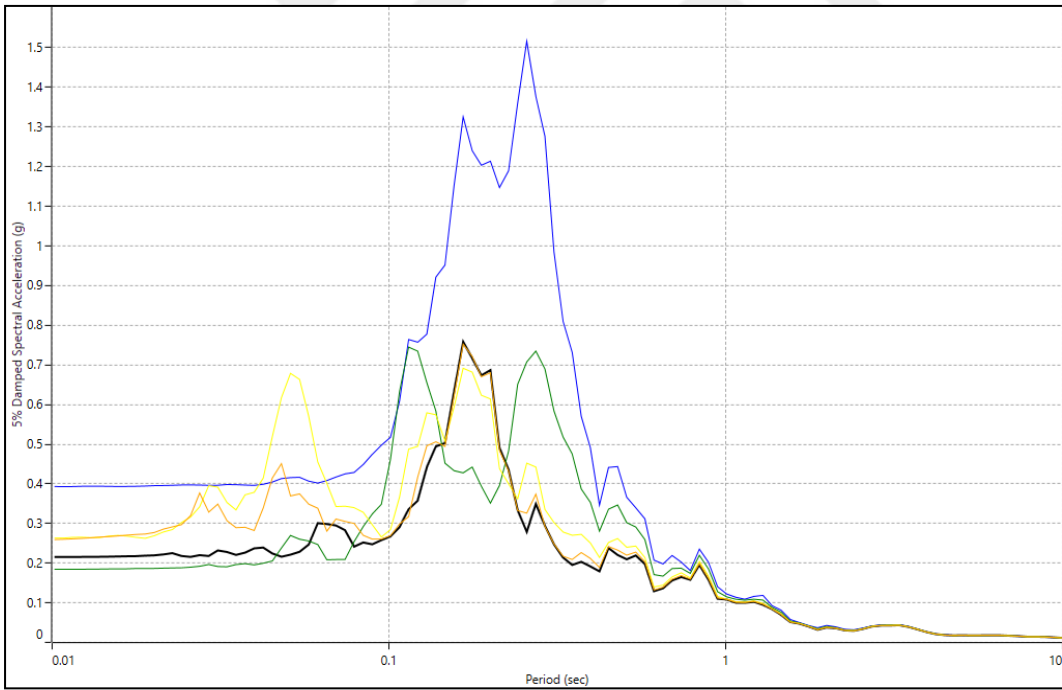
**EK 5.45.** Bölge 5 SK-5'e ait yüzey spektral ivme grafiği



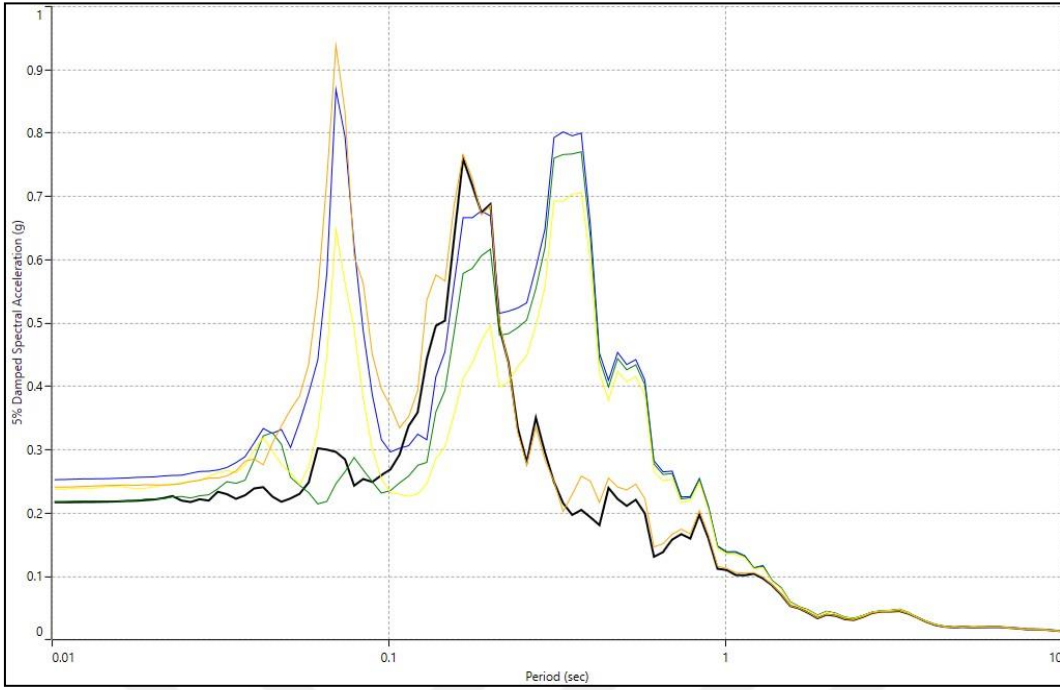
**EK 5.46.** Bölge 5 SK-6'ya ait yüzey spektral ivme grafiği



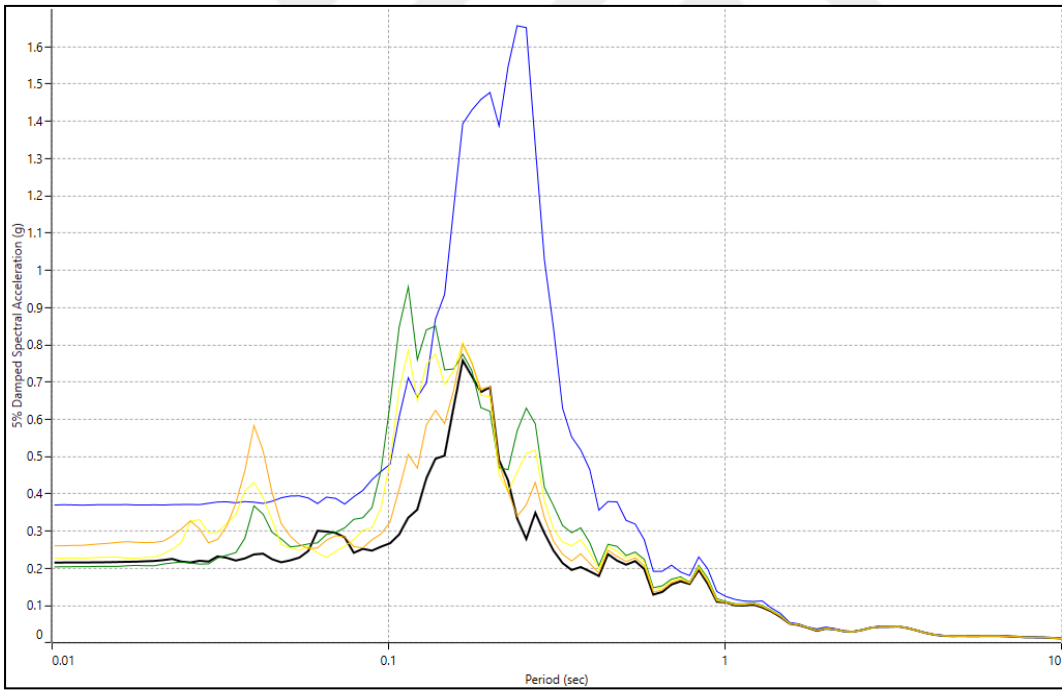
**EK 5.47.** Bölge 5 SK-7'ye ait yüzey spektral ivme grafiği



**EK 5.48.** Bölge 5 SK-8'e ait yüzey spektral ivme grafiği

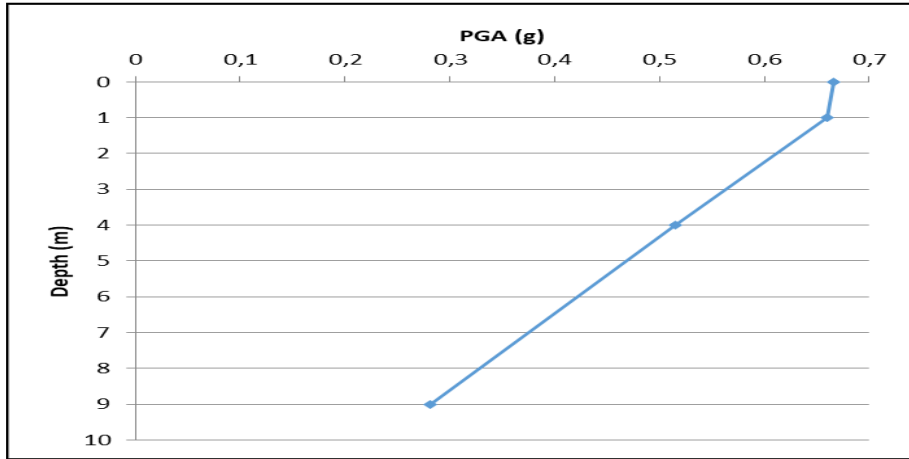


**EK 5.49.** Bölge 5 SK-9'a ait yüzey spektral ivme grafiği

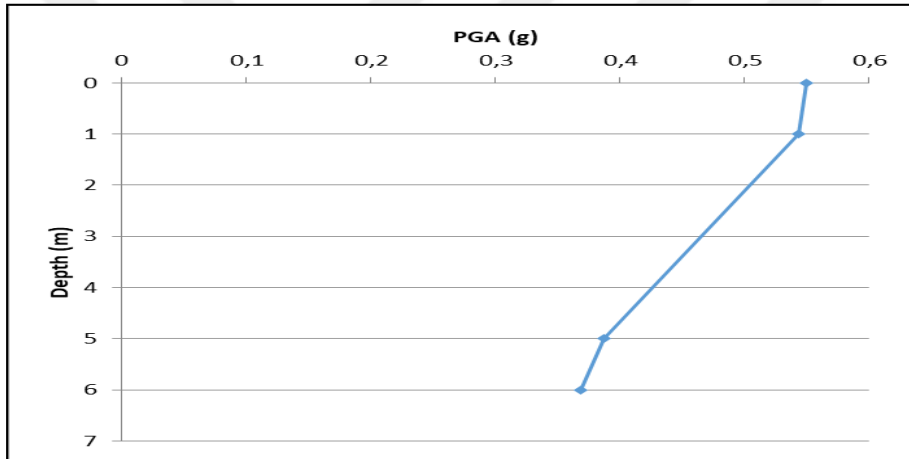


**EK 5.50.** Bölge 5 SK-10'a ait yüzey spektral ivme grafiği

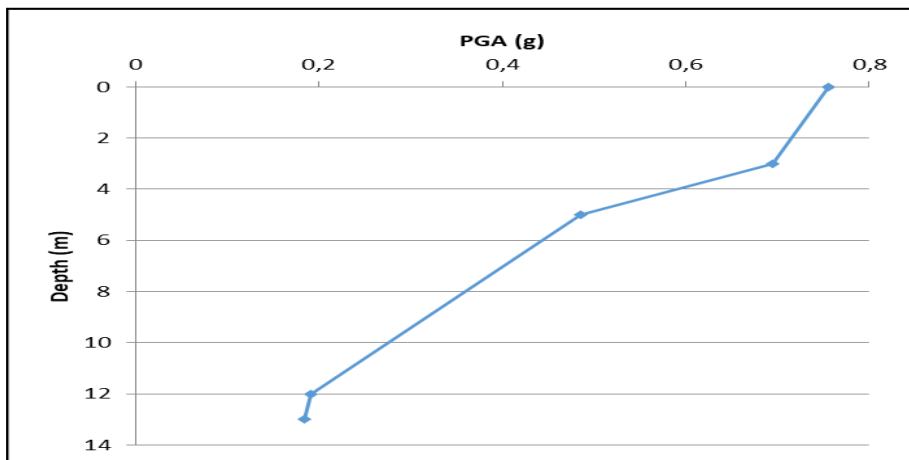
### EK-7 Kocaeli Depremine Ait Eşdeğer Linear Analiz PGA Grafikleri



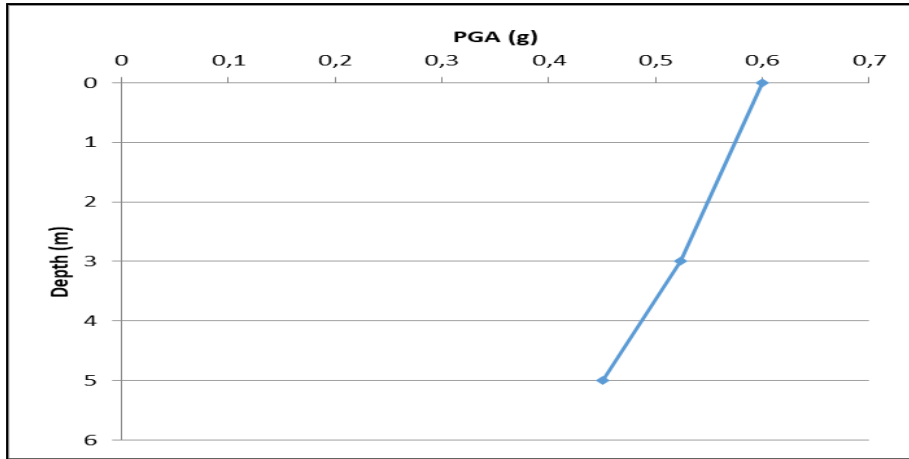
**EK 6.1.** Bölge 1 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



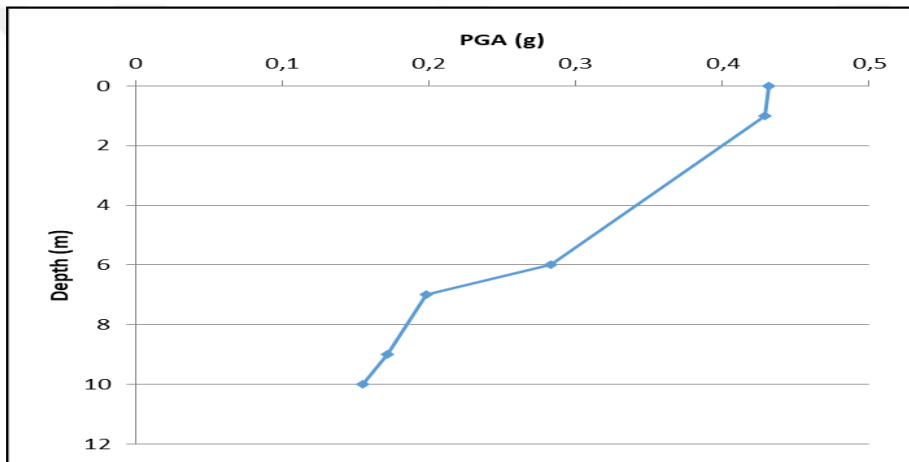
**EK 6.2.** Bölge 1 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



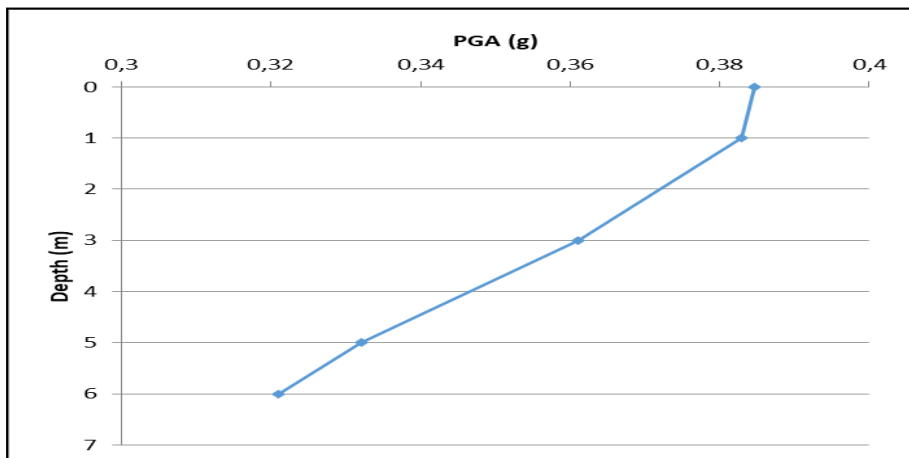
**EK 6.3.** Bölge 1 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



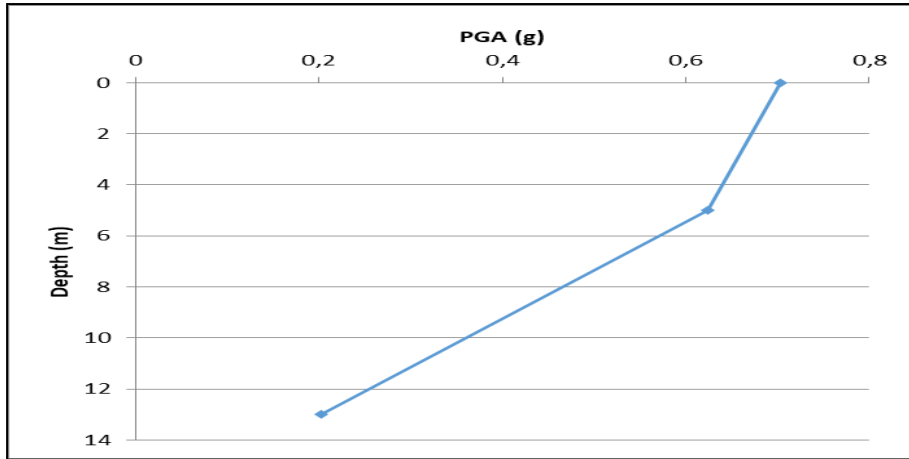
**EK 6.4.** Bölge 1 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



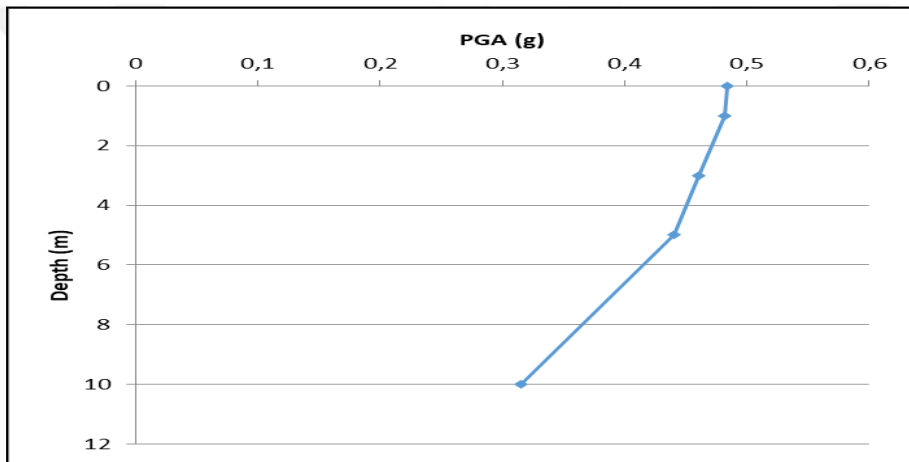
**EK 6.5.** Bölge 1 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



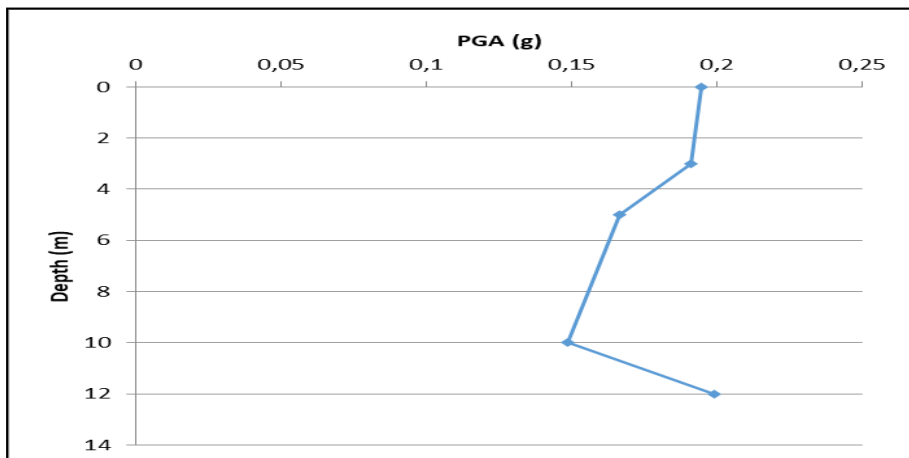
**EK 6.6.** Bölge 1 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



**EK 6.7.** Bölge 1 SK-7'ye ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

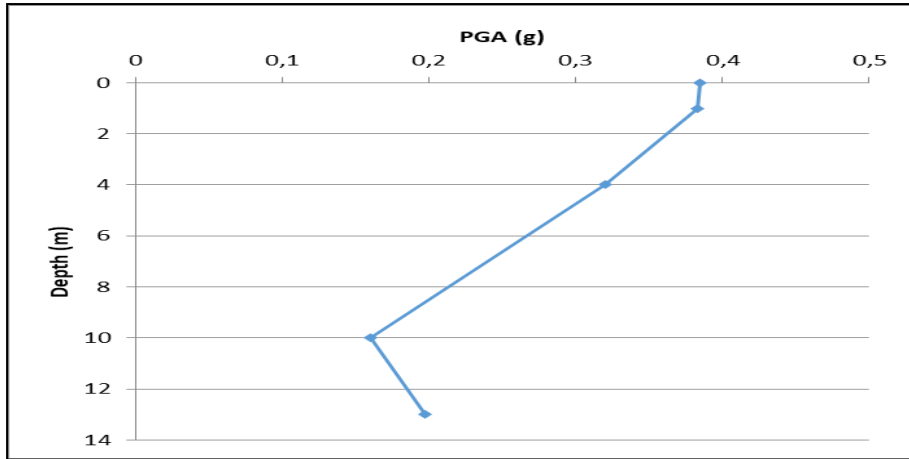


**EK 6.8.** Bölge 1 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

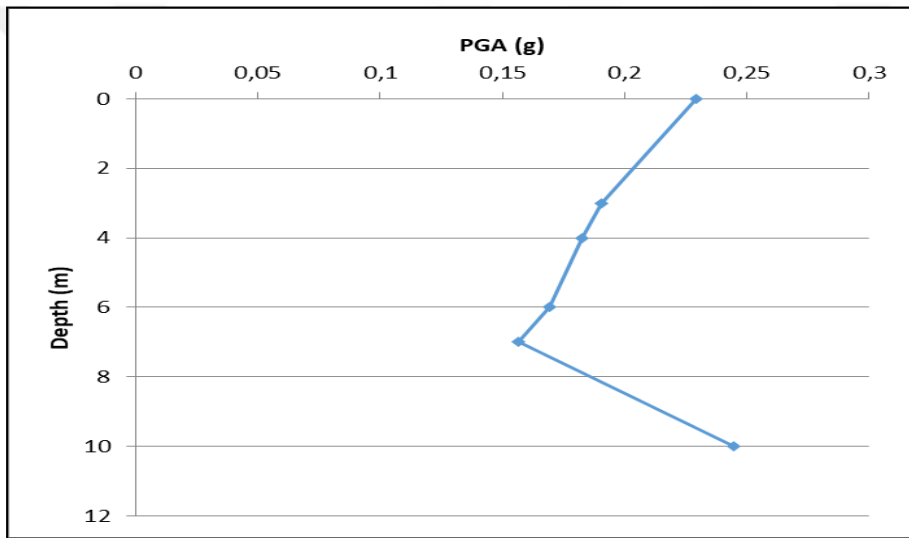


**EK 6.9.** Bölge 1 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

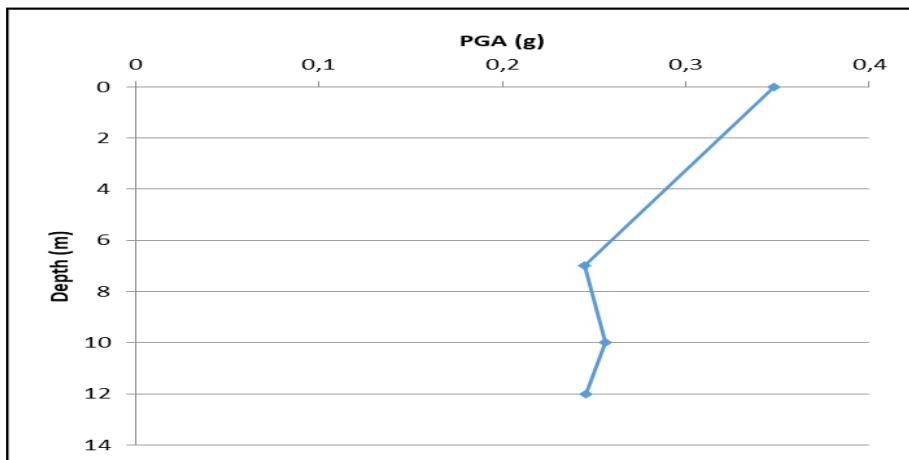




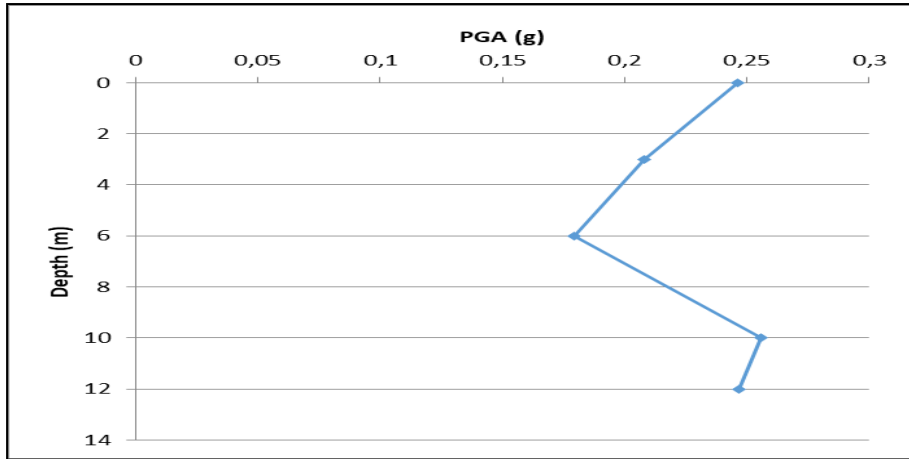
**EK 6.10.** Bölge 1 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi



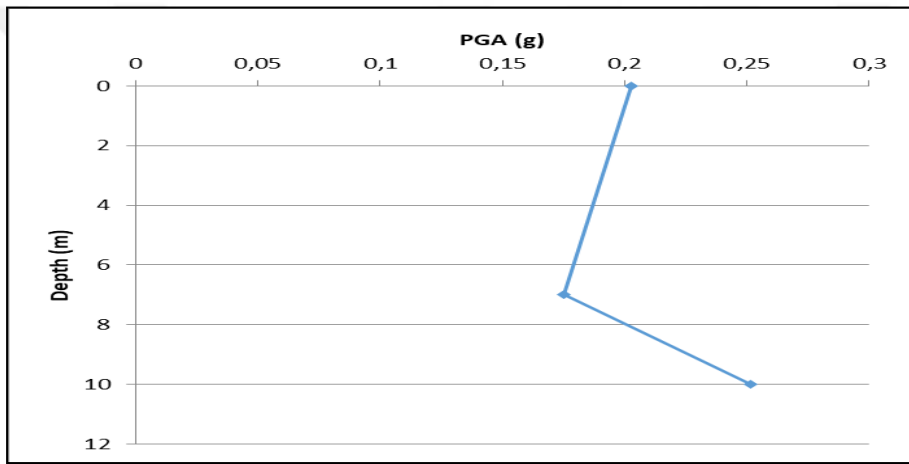
**EK 6.11.** Bölge 2 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi



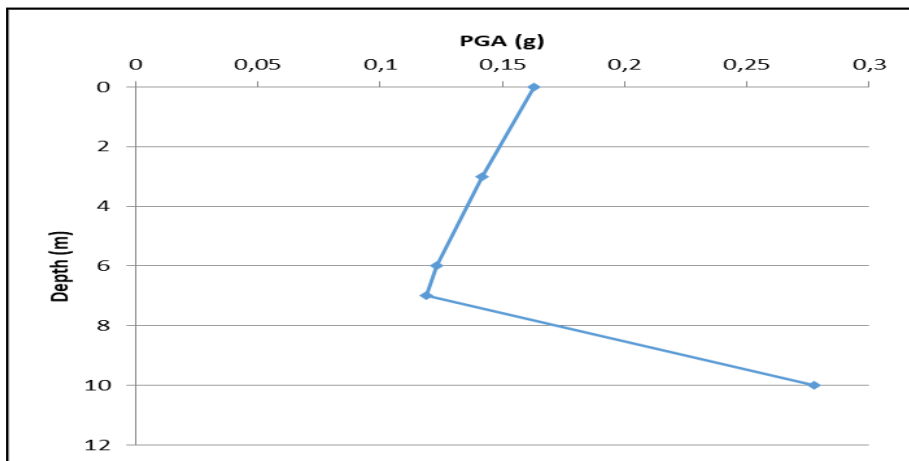
**EK 6.12.** Bölge 2 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi



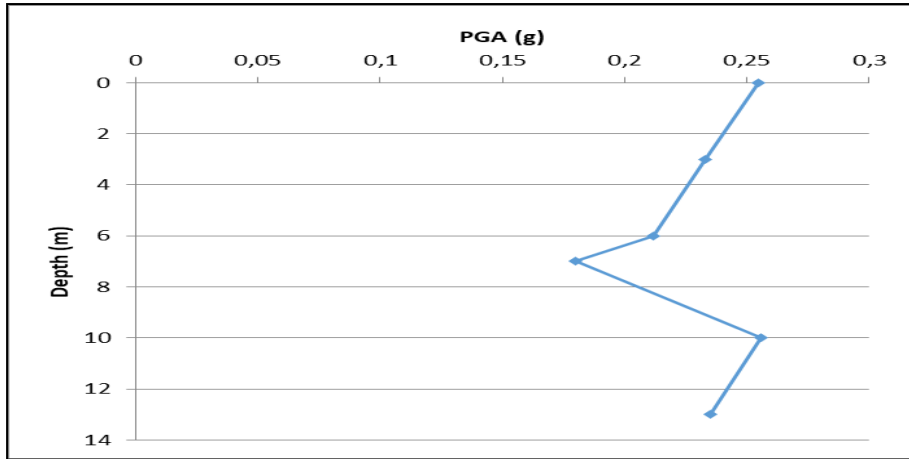
**EK 6.13.** Bölge 2 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi



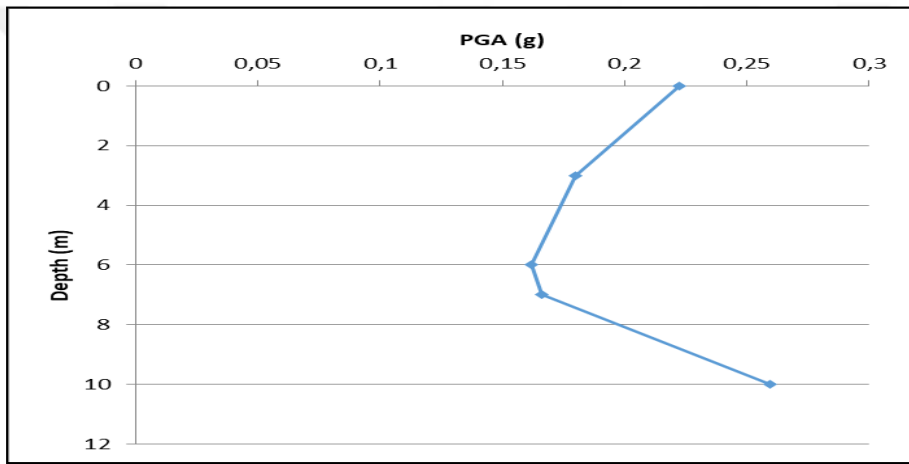
**EK 6.14.** Bölge 2 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi



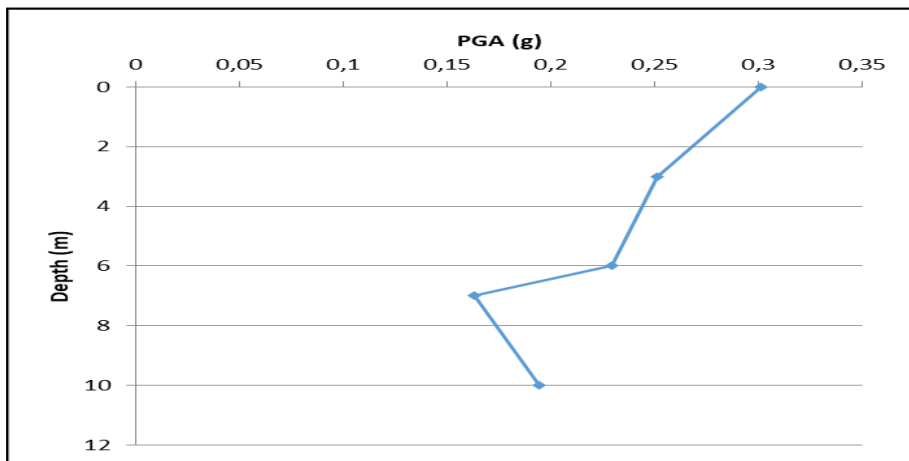
**EK 7.15.** Bölge 2 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi



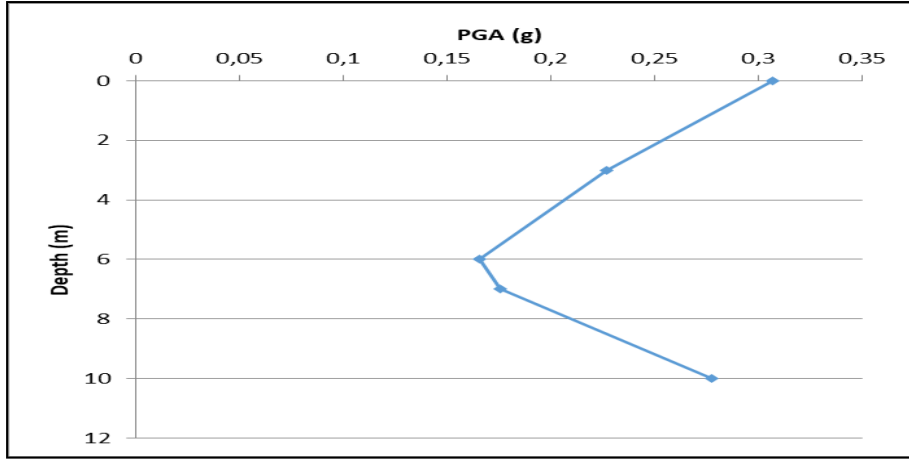
**EK 6.16.** Bölge 2 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi



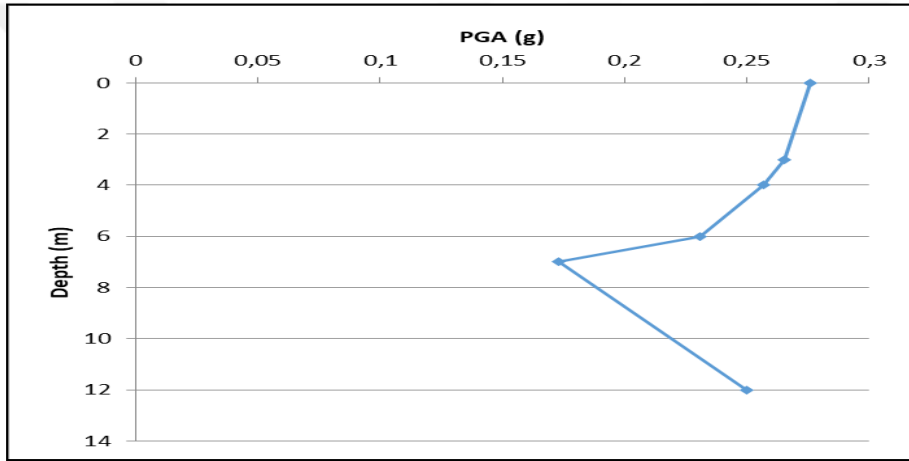
**EK 6.17.** Bölge 2 SK-7'ye ait derinliğe göre PGA değişimi



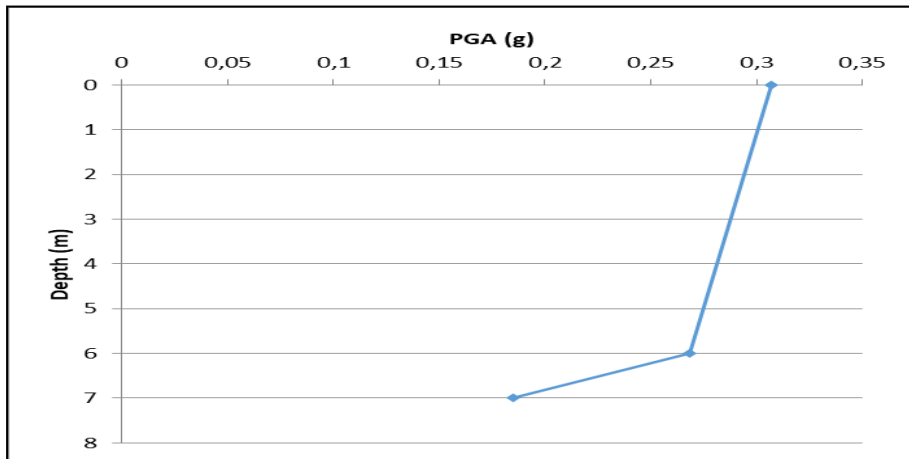
**EK 7.18.** Bölge 2 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi



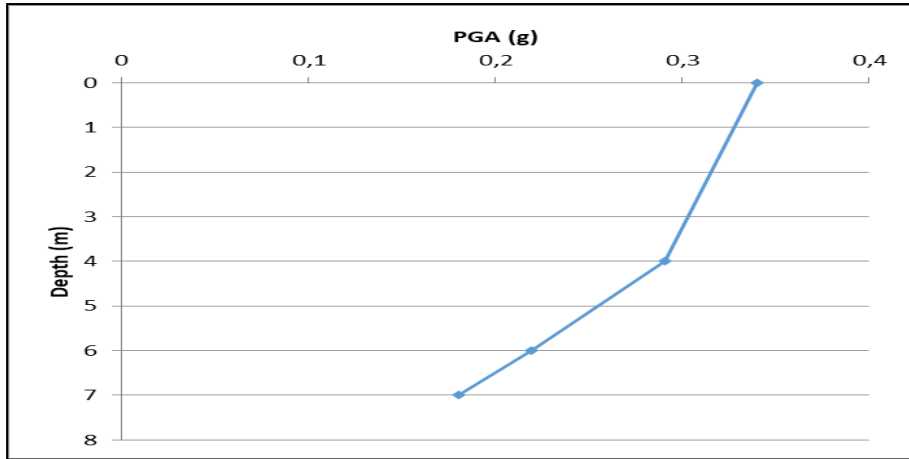
**EK 6.19.** Bölge 2 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi



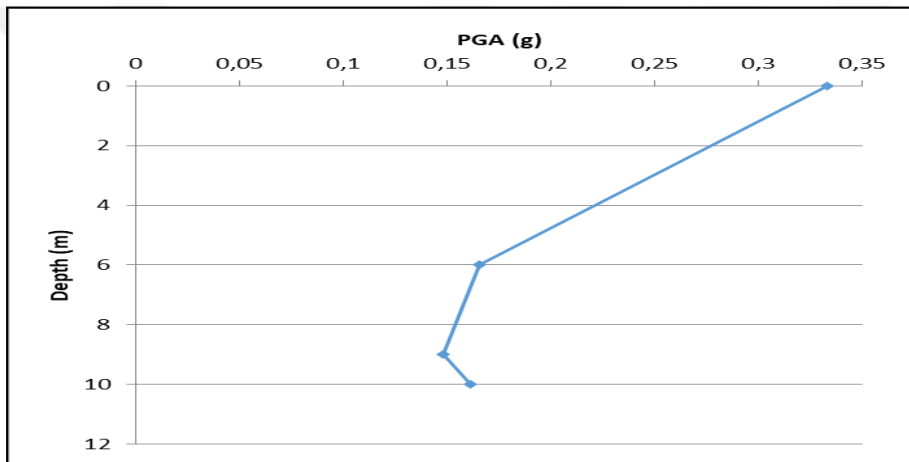
**EK 6.20.** Bölge 2 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi



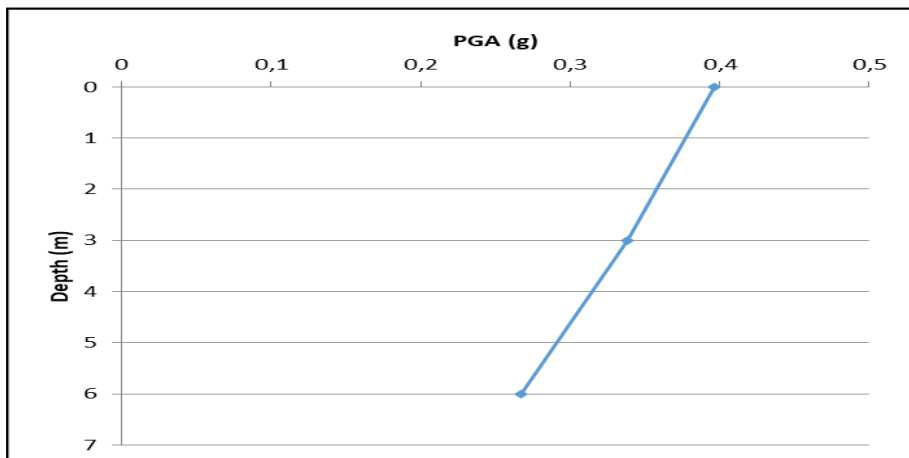
**EK 7.21.** Bölge 3 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi



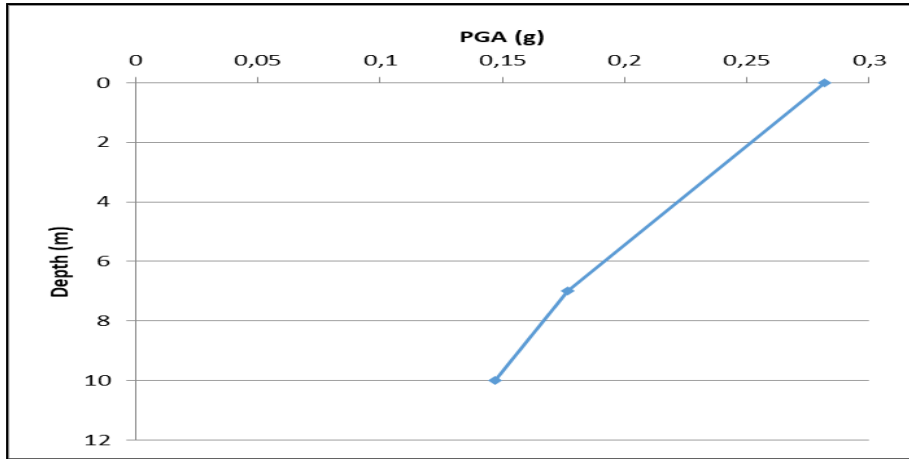
**EK 6.22.** Bölge 3 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi



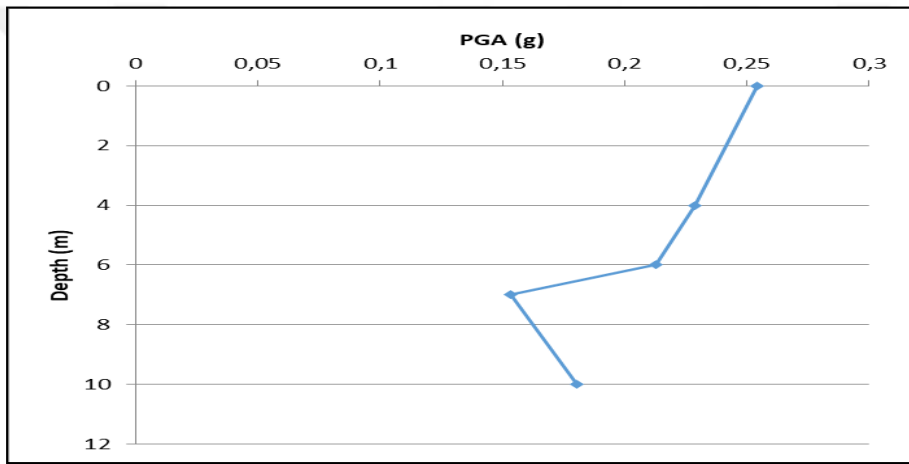
**EK 6.23.** Bölge 3 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi



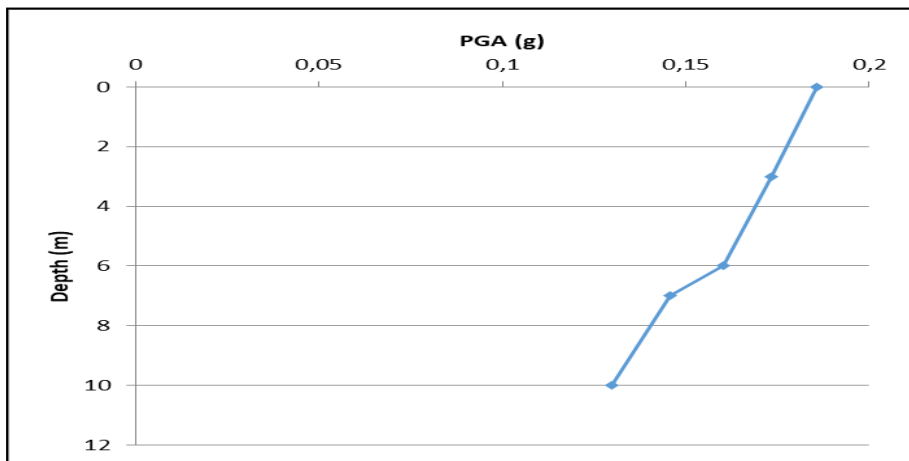
**EK 7.24.** Bölge 3 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi



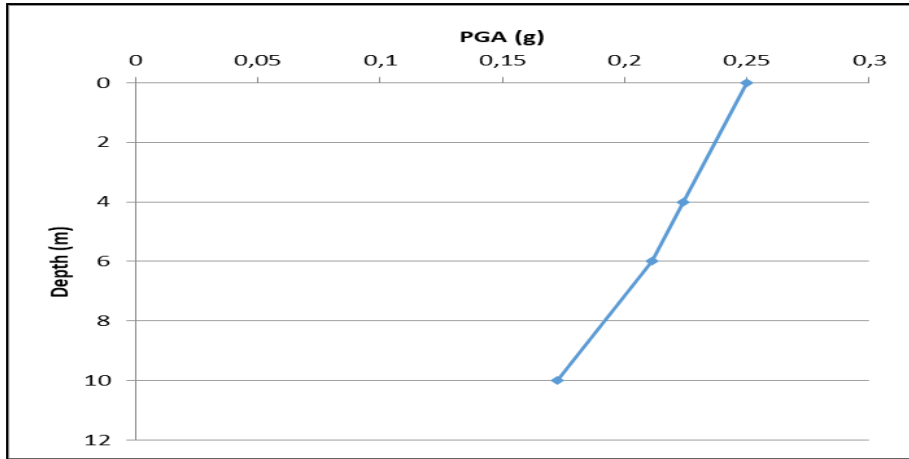
**EK 6.25.** Bölge 3 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi



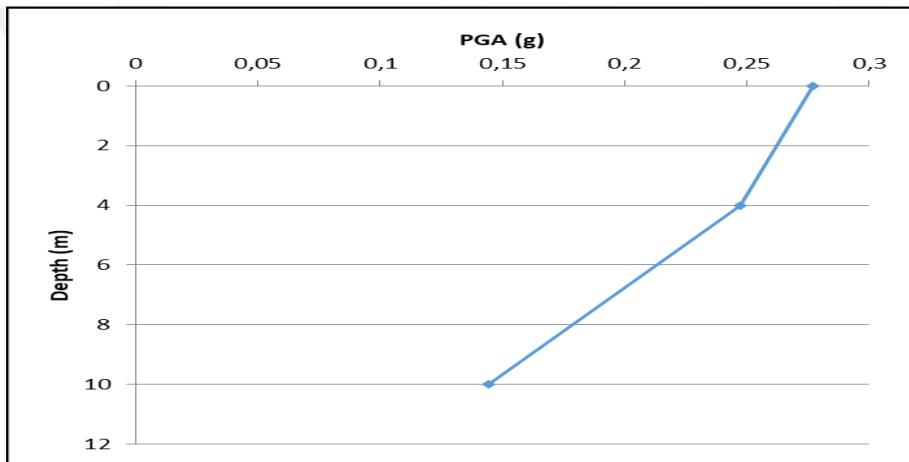
**EK 6.26.** Bölge 3 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişim



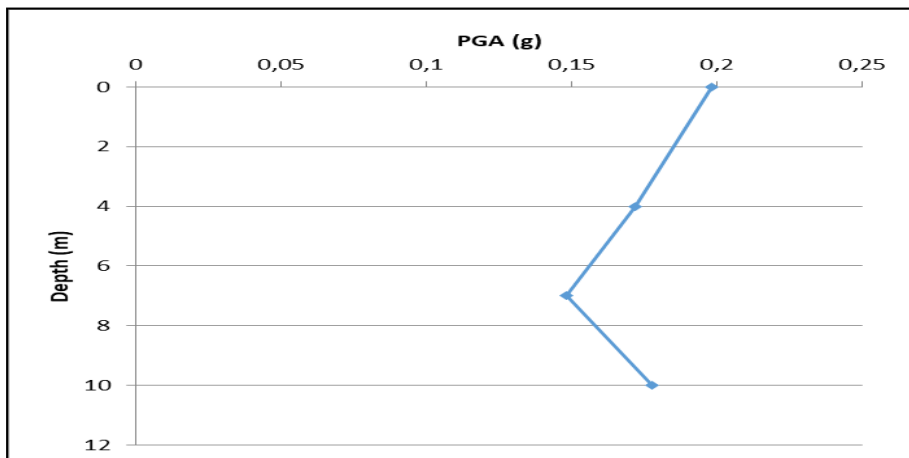
**EK 7.27.** Bölge 3 SK-7'e ait derinliğe göre PGA değişimi



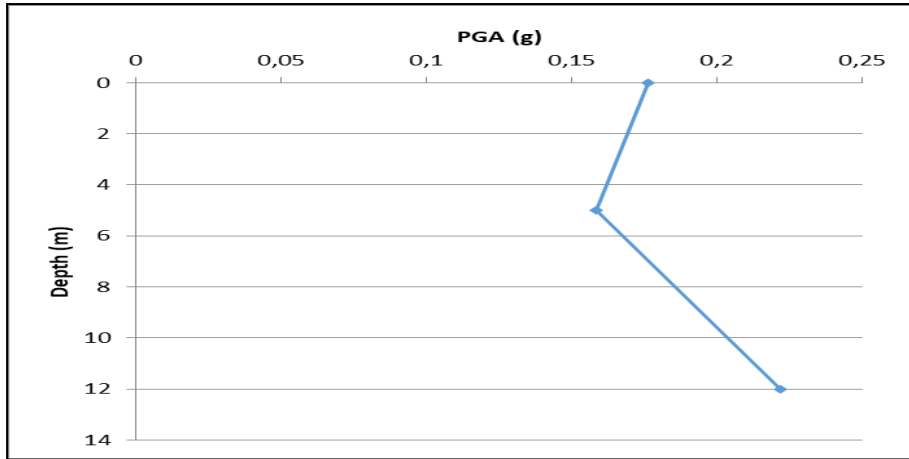
**EK 6.28.** Bölge 3 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi



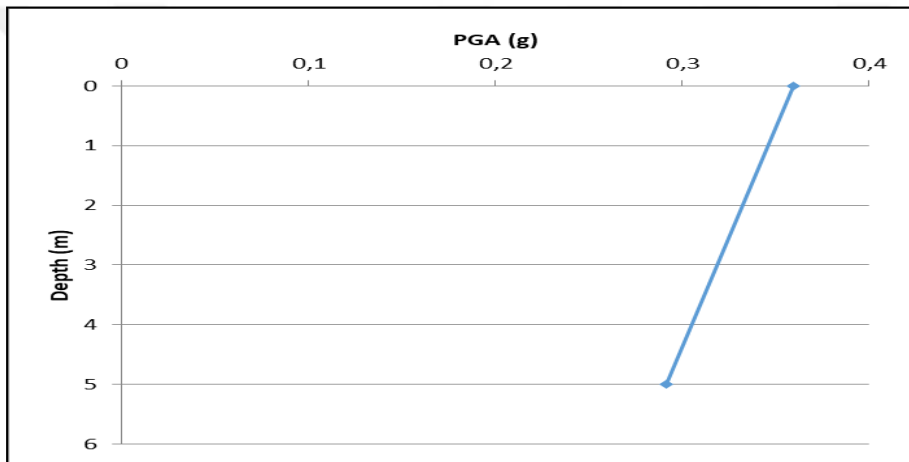
**EK 6.29.** Bölge 3 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi



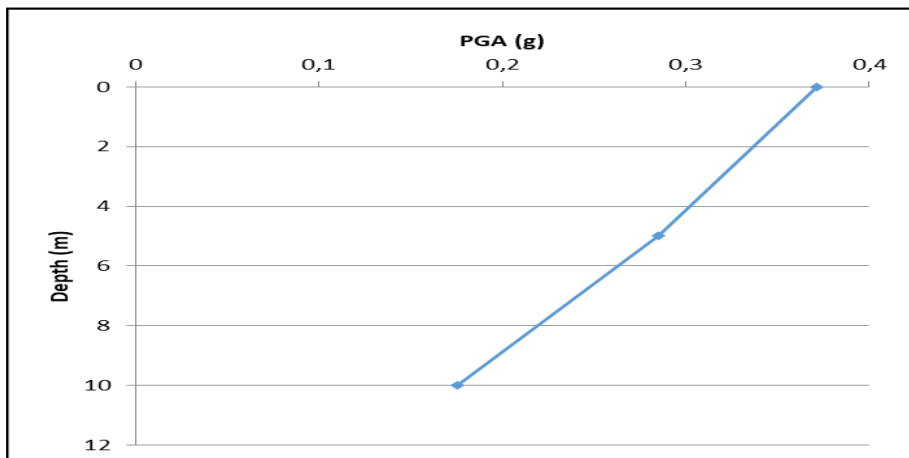
**EK 7.30.** Bölge 3 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi



**EK 6.31.** Bölge 4 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi

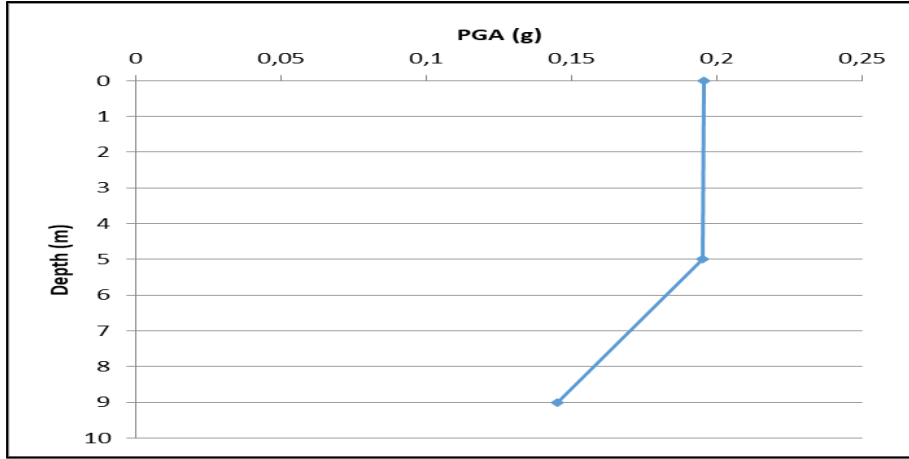


**EK 6.32.** Bölge 4 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi

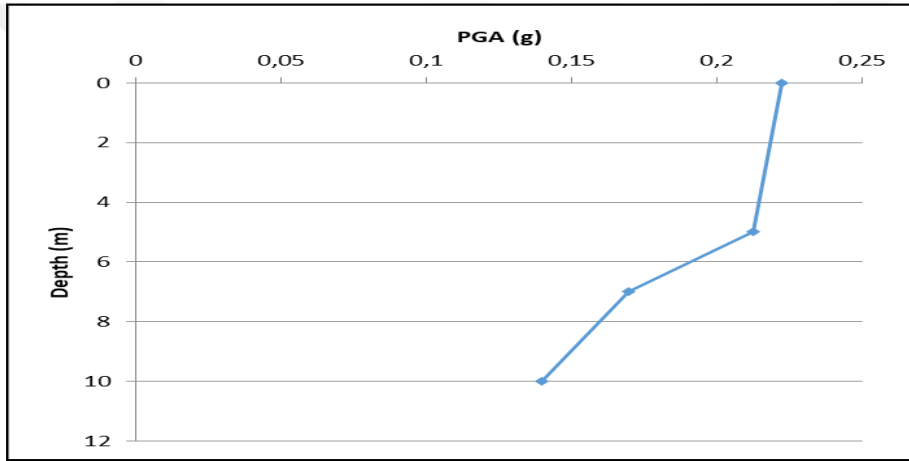


**EK 7.33.** Bölge 4 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi

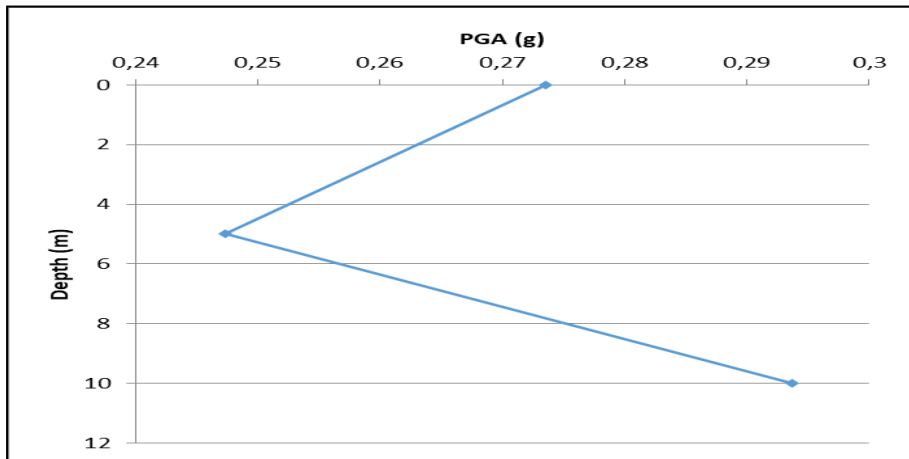




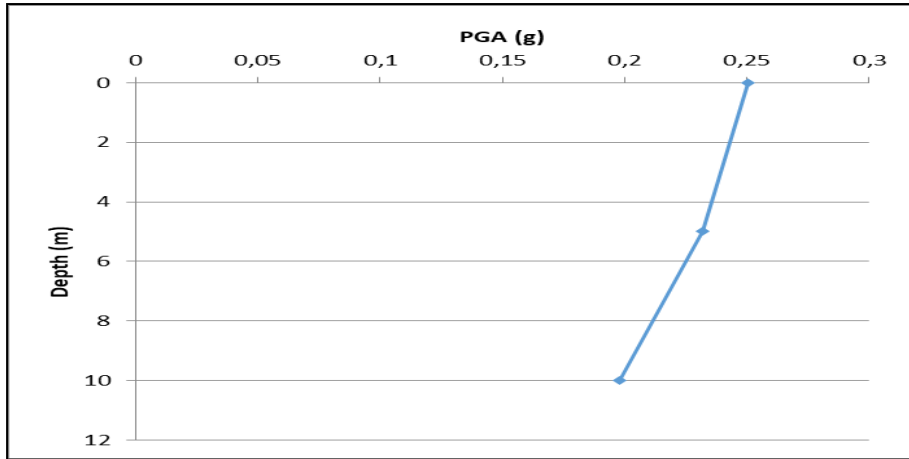
**EK 6.34.** Bölge 4 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi



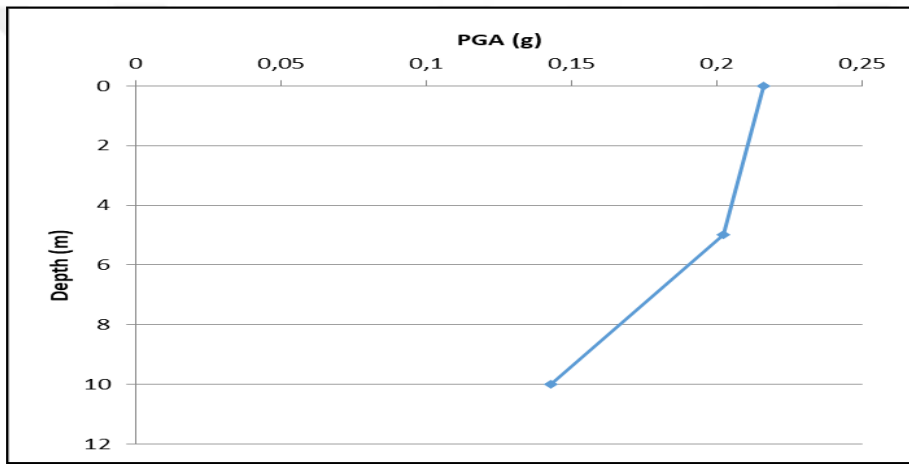
**EK 6.35.** Bölge 4 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi



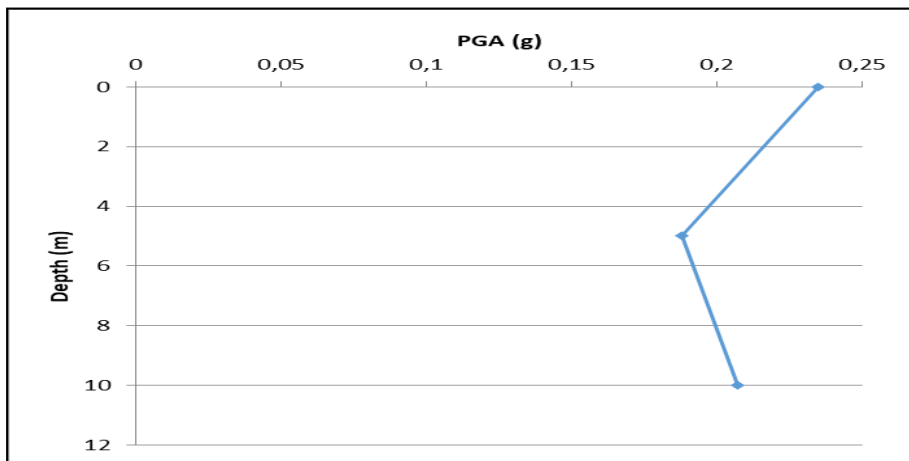
**EK 7.36.** Bölge 4 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi



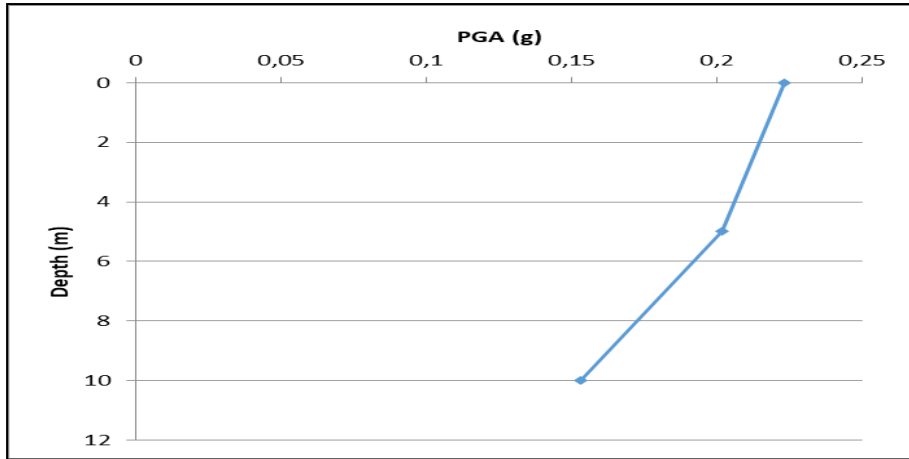
**EK 6.37.** Bölge 4 SK-7'ye ait derinliğe göre PGA değişimi



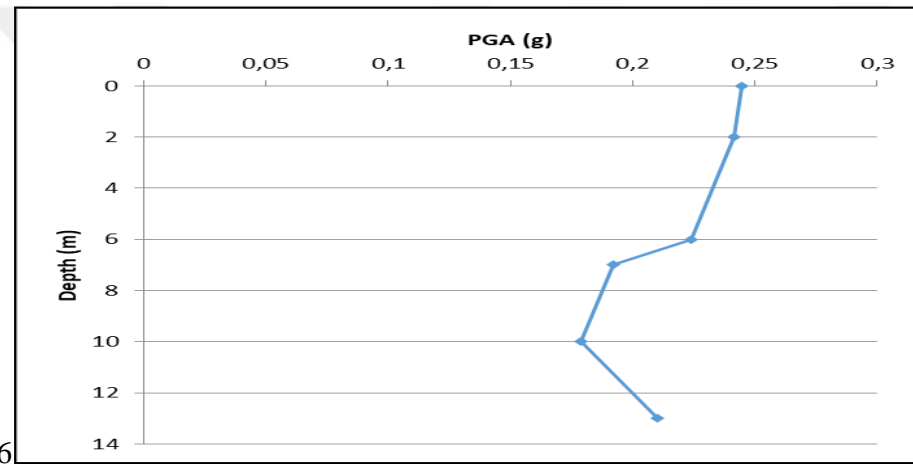
**EK 6.38.** Bölge 4 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi



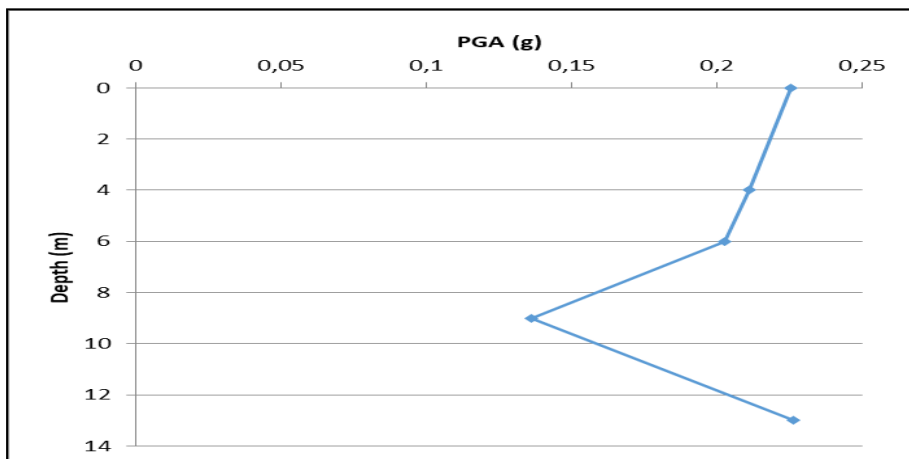
**EK 7.39.** Bölge 4 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi



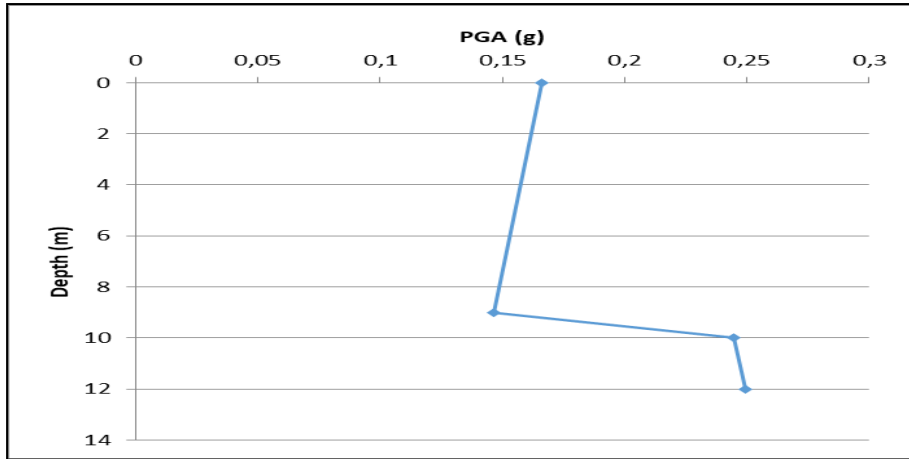
**EK 6.40.** Bölge 4 SK-40'a ait derinliğe göre PGA değişimi



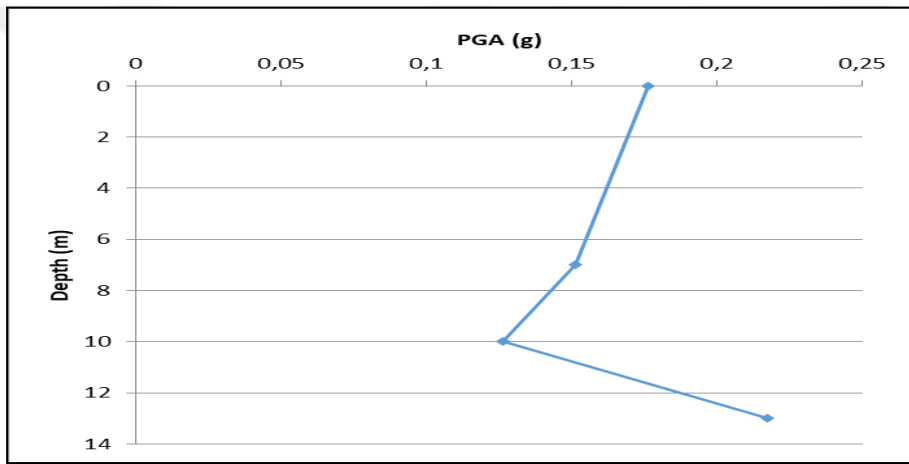
**EK 6.41.** Bölge 5 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi



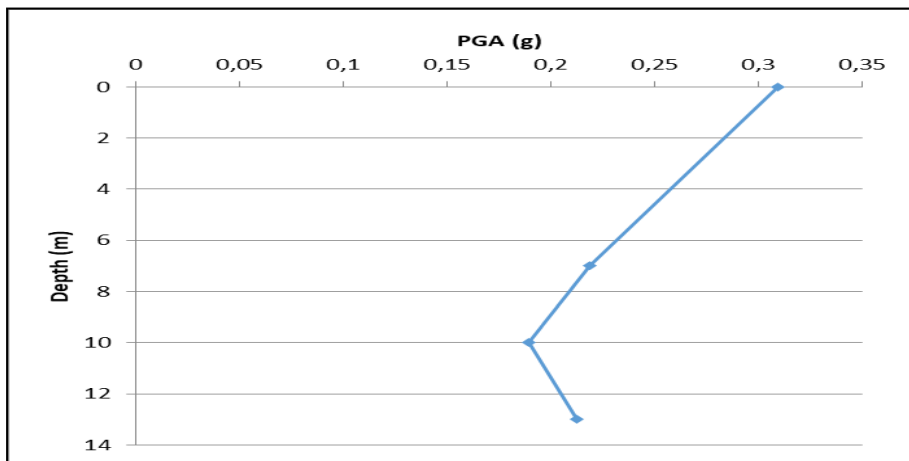
**EK 7.42.** Bölge 5 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi



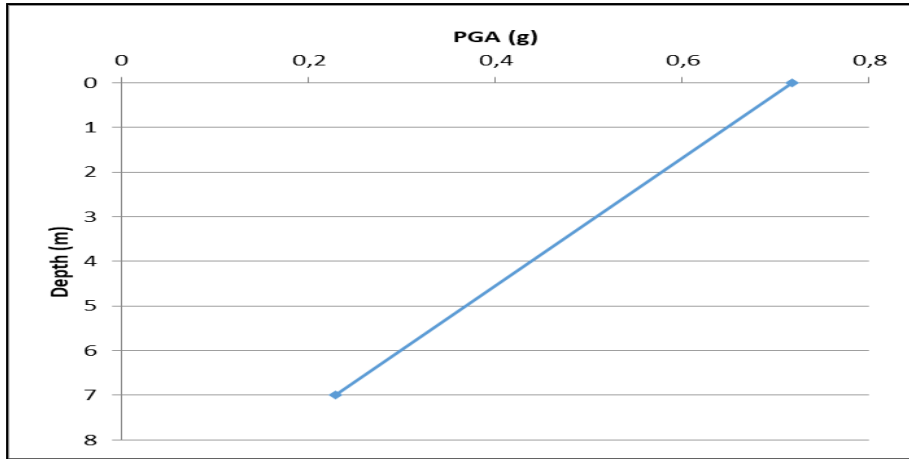
**EK 6.43.** Bölge 5 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi



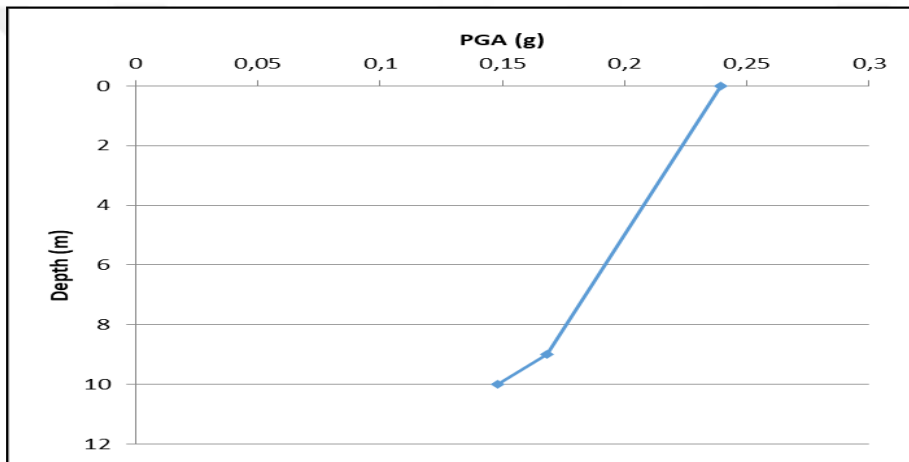
**EK 6.44.** Bölge 5 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi



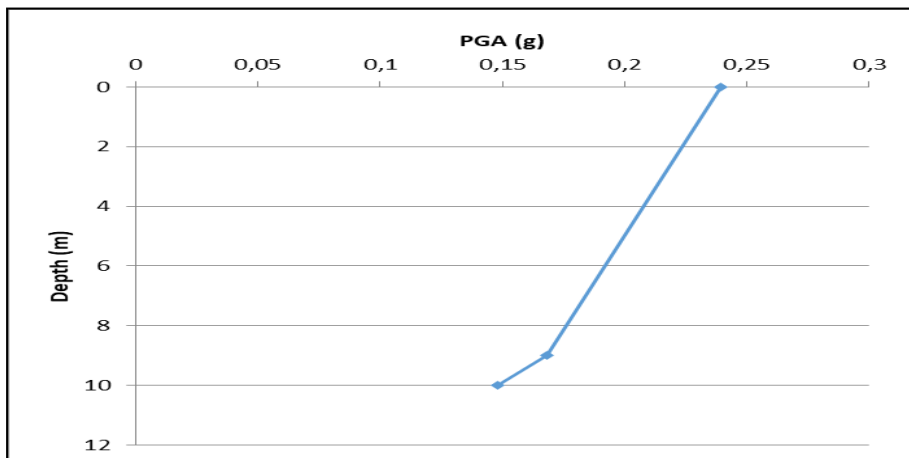
**EK 7.45.** Bölge 5 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi



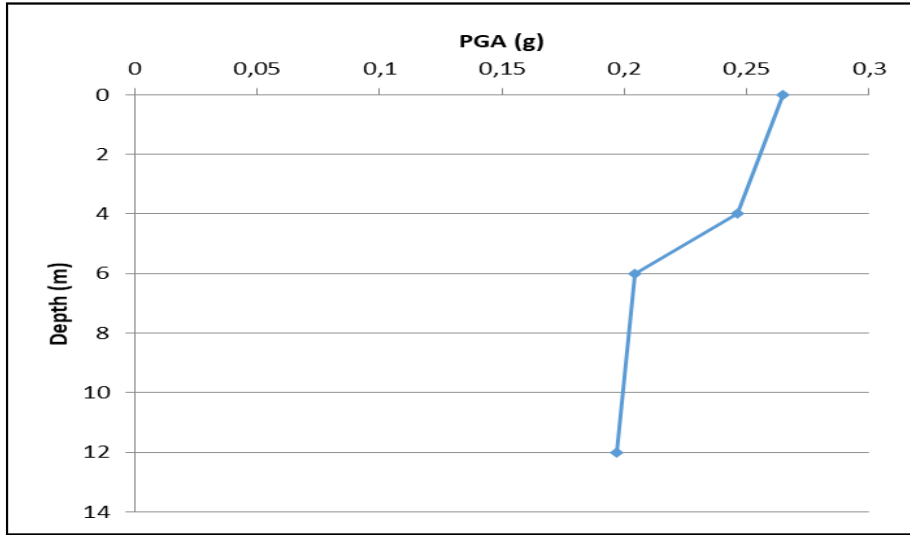
**EK 6.65.** Bölge 5 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi



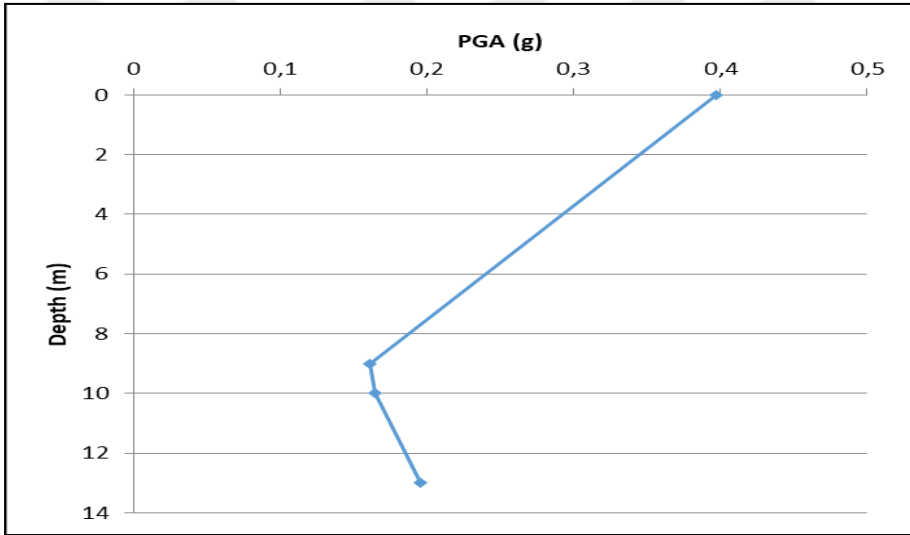
**EK 6.47.** Bölge 5 SK-7'ye ait derinliğe göre PGA değişimi



**EK 7.48.** Bölge 5 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi

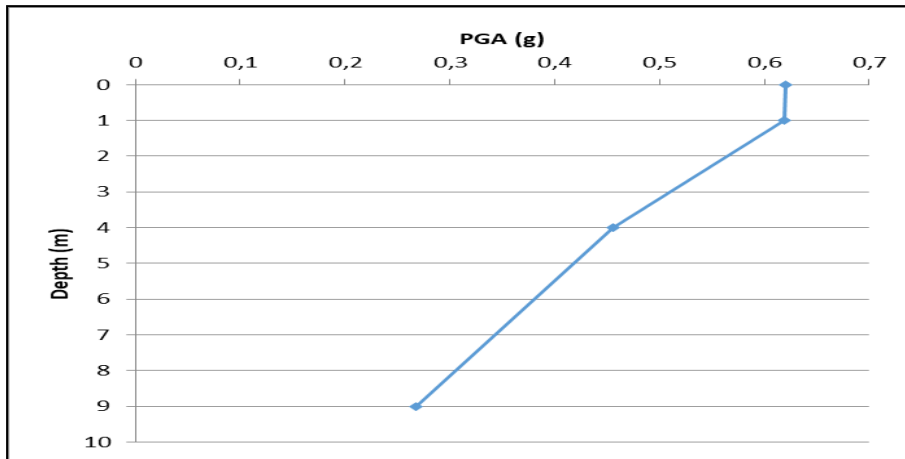


**EK 6.49.** Bölge 5 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi

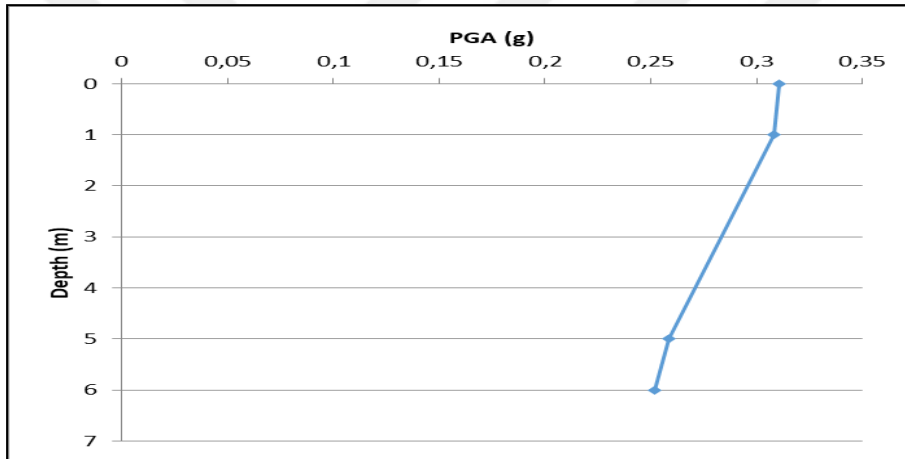


**EK 6.50.** Bölge 5 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi

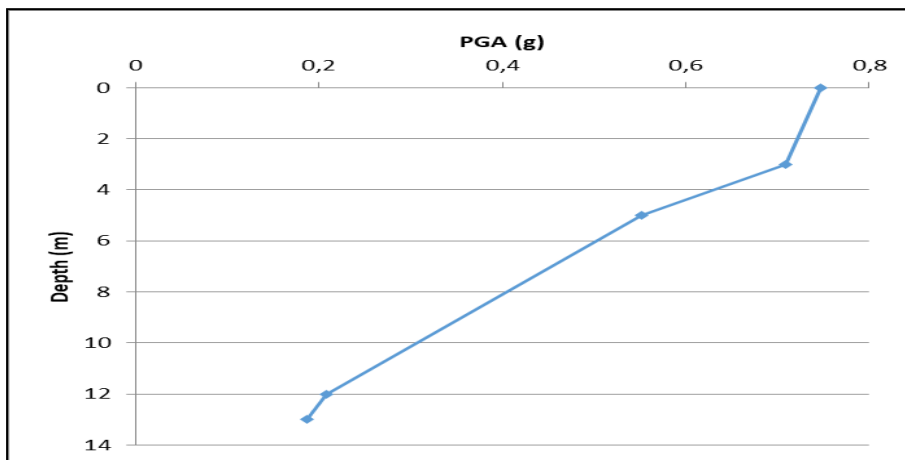
### EK-8 Kocaeli Depremine ait Nonlineer Analiz PGA Grafikleri



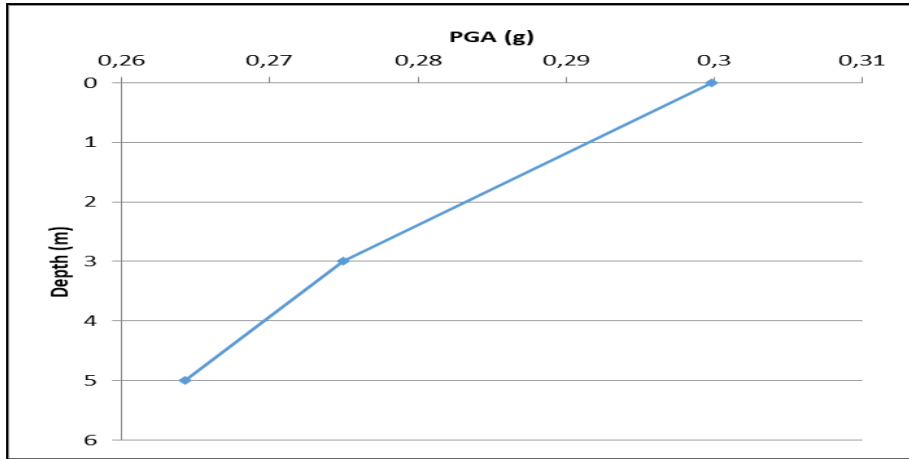
**EK 7.1.** Bölge 1 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



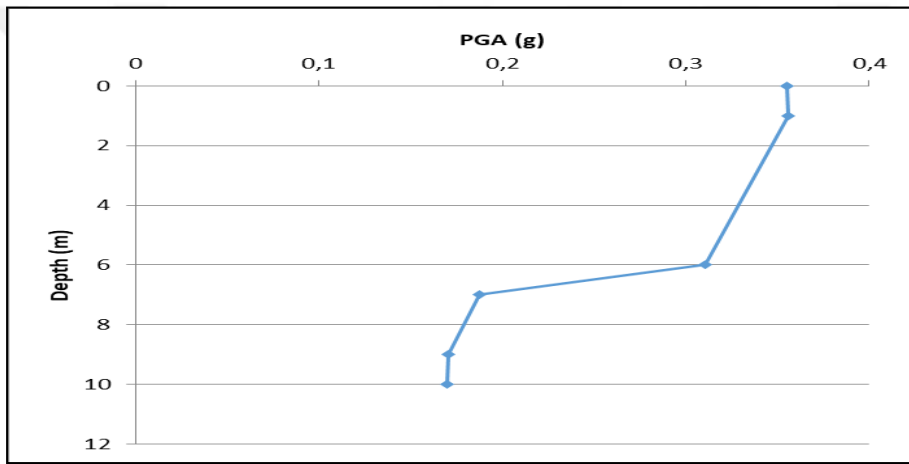
**EK 7.2.** Bölge 1 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



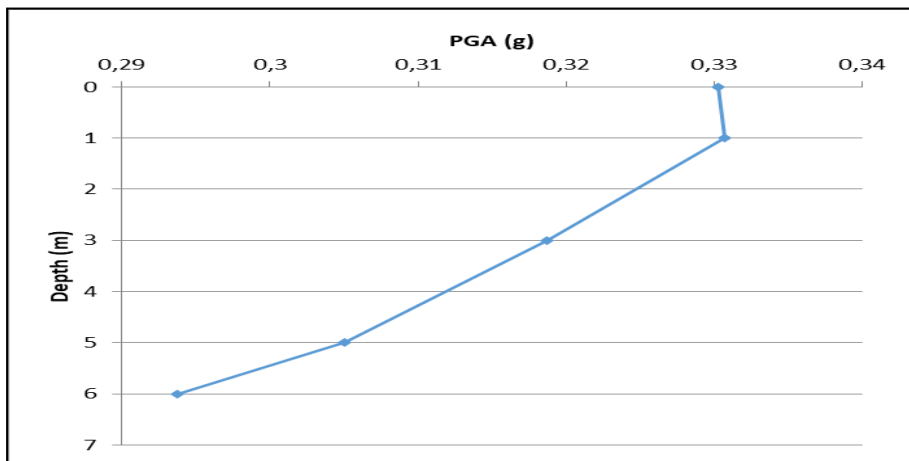
**EK 8.3.** Bölge 1 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



**EK 7.4.** Bölge 1 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

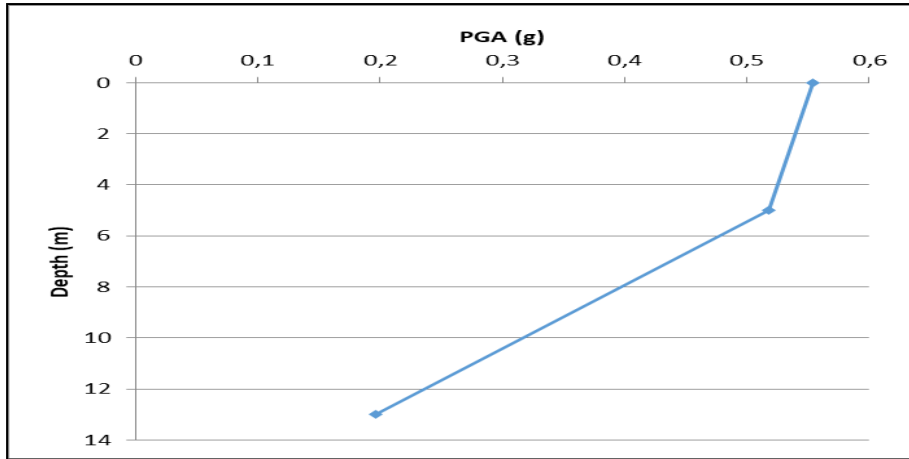


**EK 7.5.** Bölge 1 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

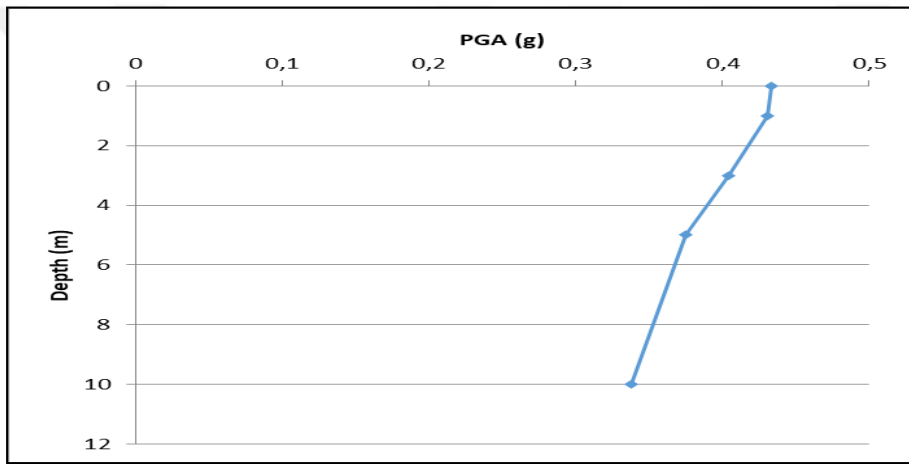


**EK 8.6.** Bölge 1 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

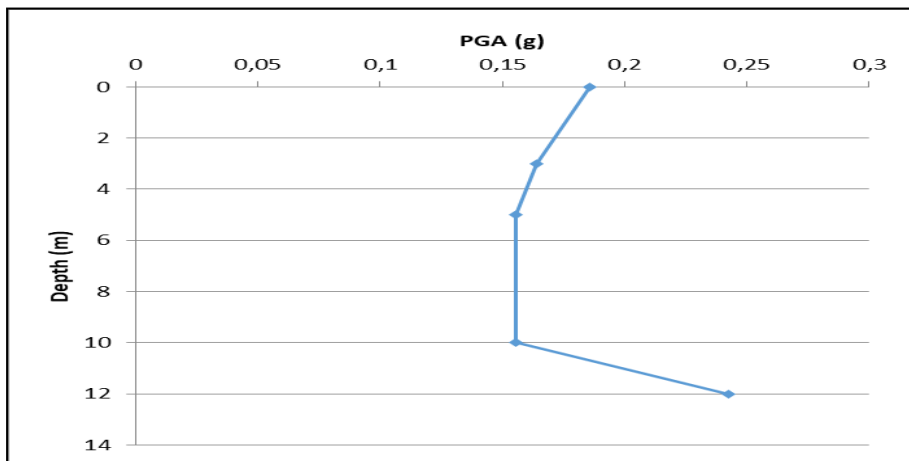




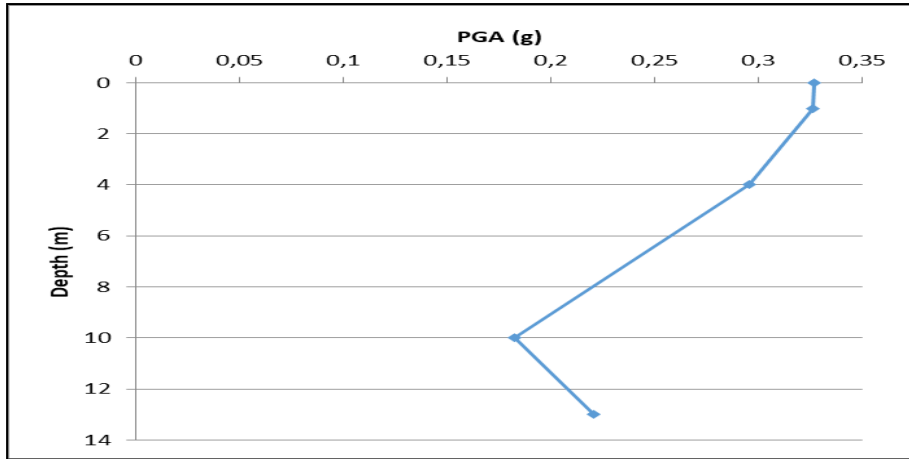
**EK 7.7.** Bölge 1 SK-7'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



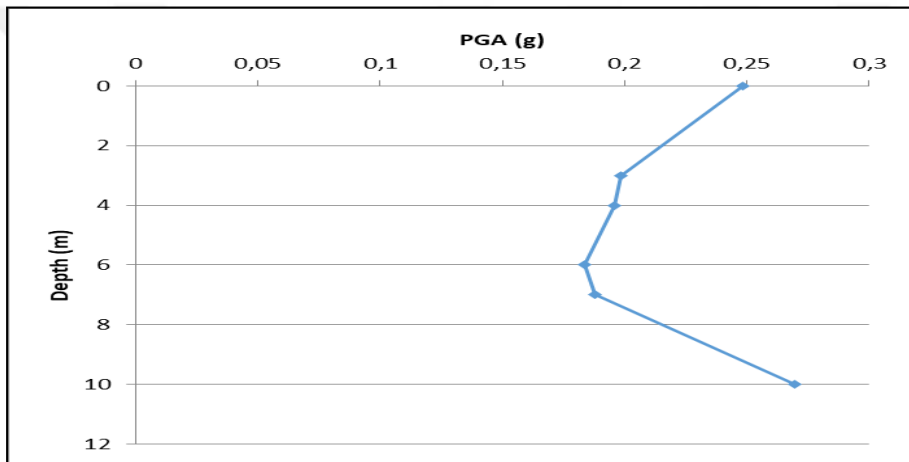
**EK 7.8.** Bölge 1 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



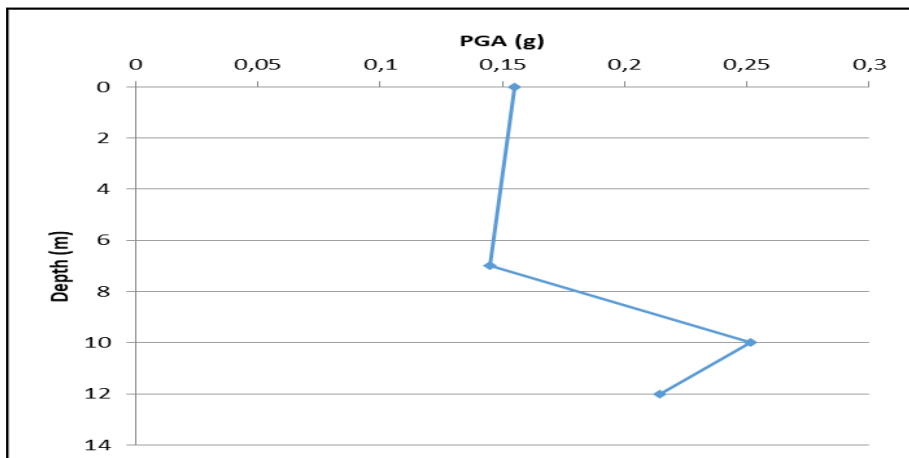
**EK 8.9.** Bölge 1 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



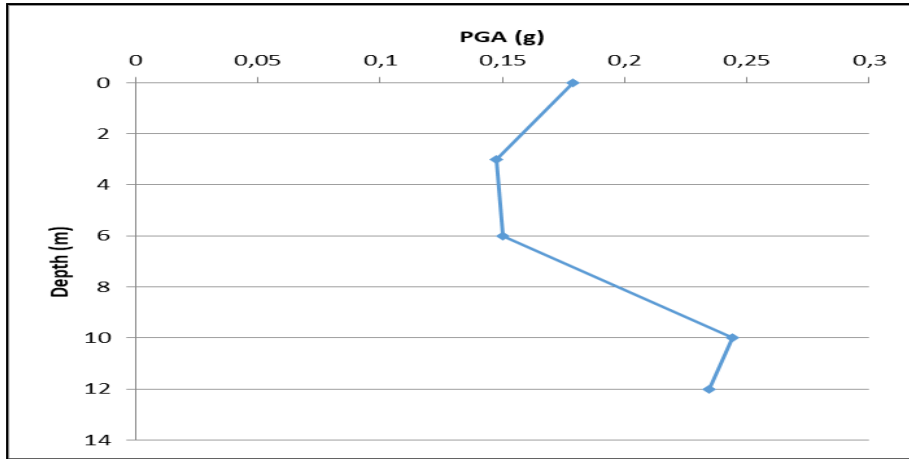
**EK 7.10.** Bölge 1 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



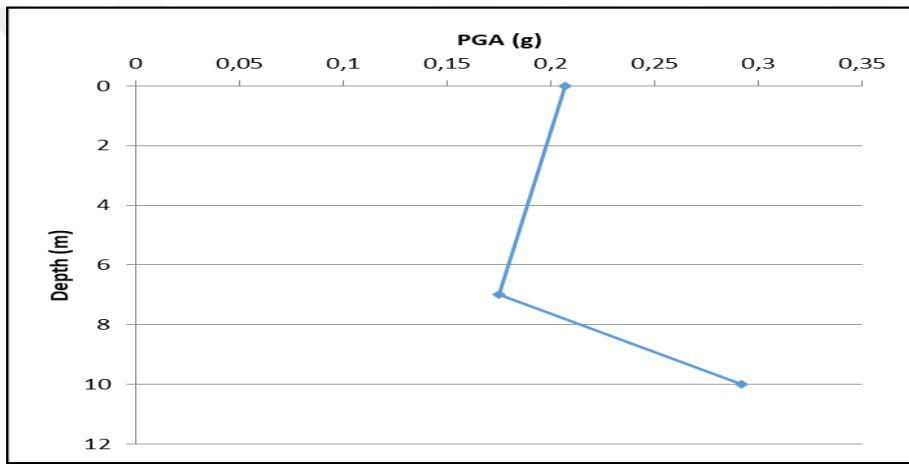
**EK 7.11.** Bölge 2 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



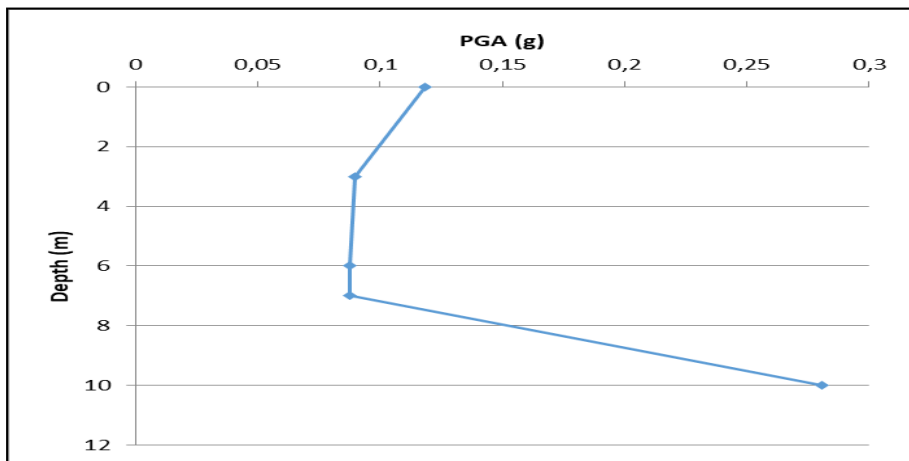
**EK 8.12.** Bölge 2 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



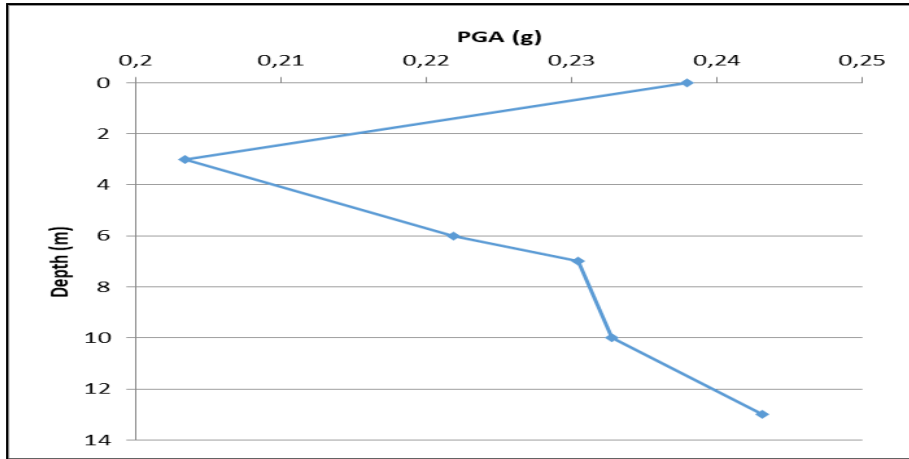
**EK 7.13.** Bölge 2 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



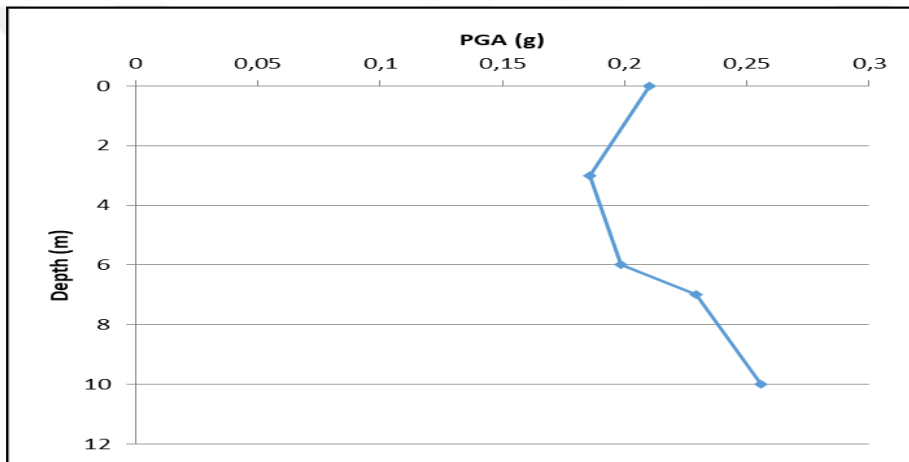
**EK 7.13.** Bölge 2 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



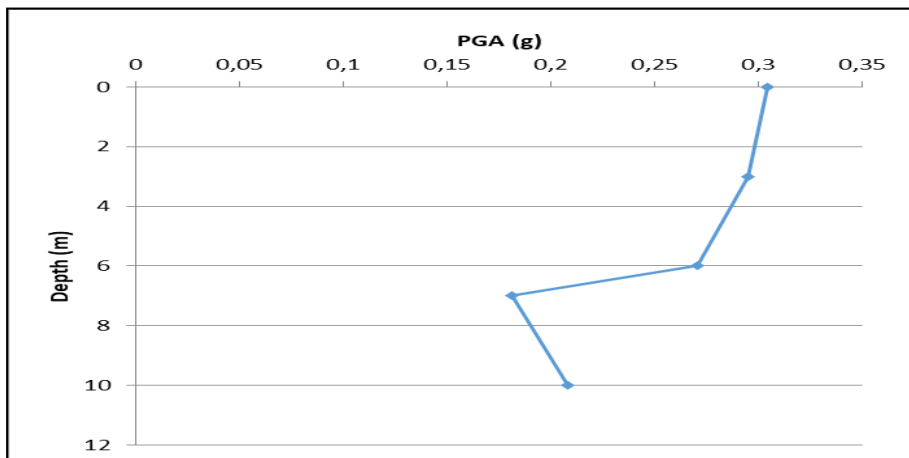
**EK 8.15.** Bölge 2 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



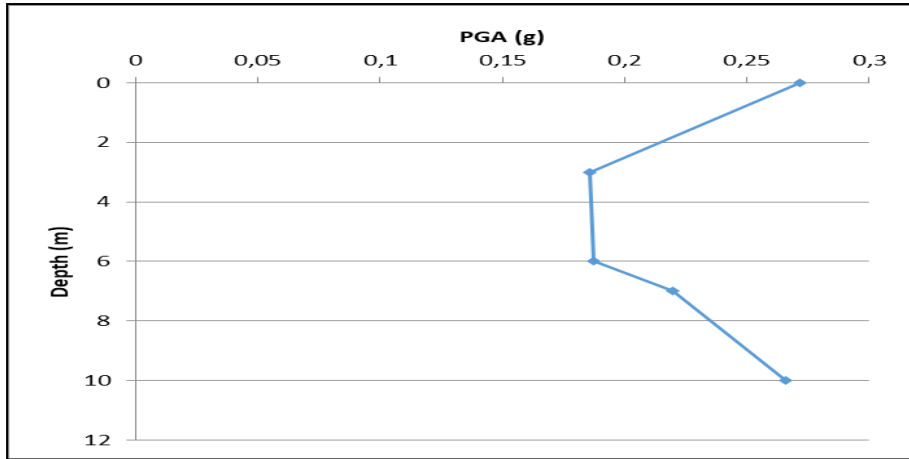
**EK 7.16.** Bölge 2 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



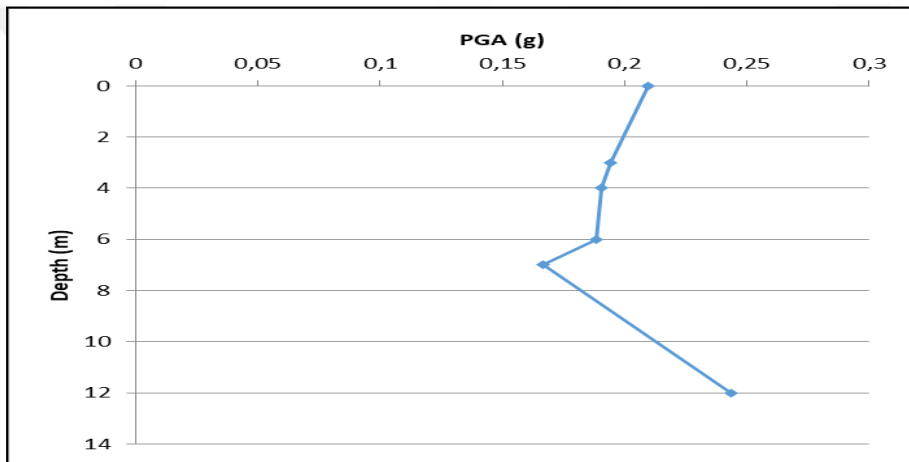
**EK 7.17.** Bölge 2 SK-7'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



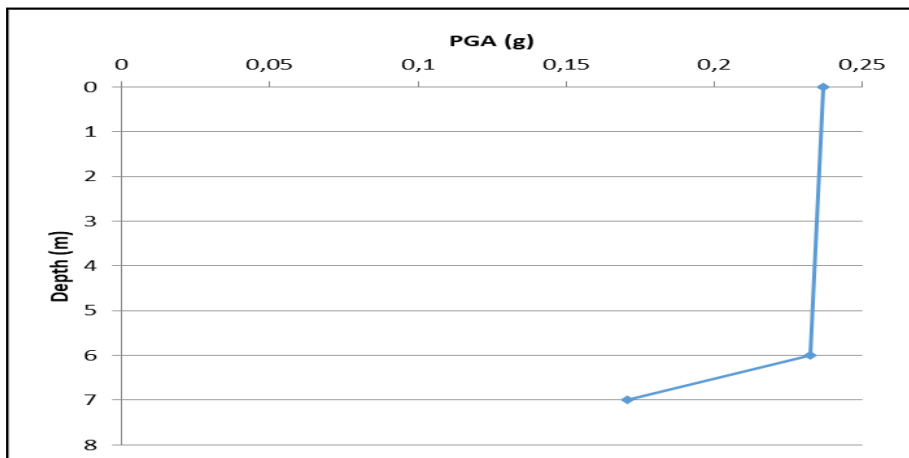
**EK 8.18.** Bölge 2 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



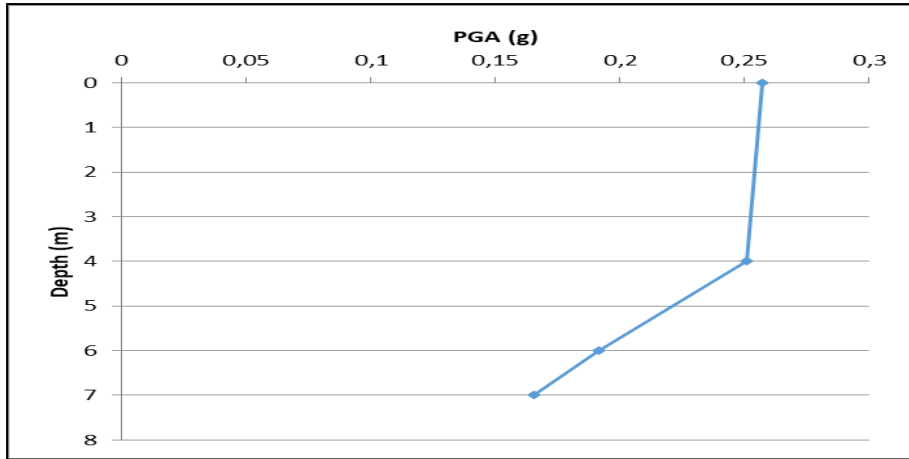
**EK 7.19.** Bölge 2 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



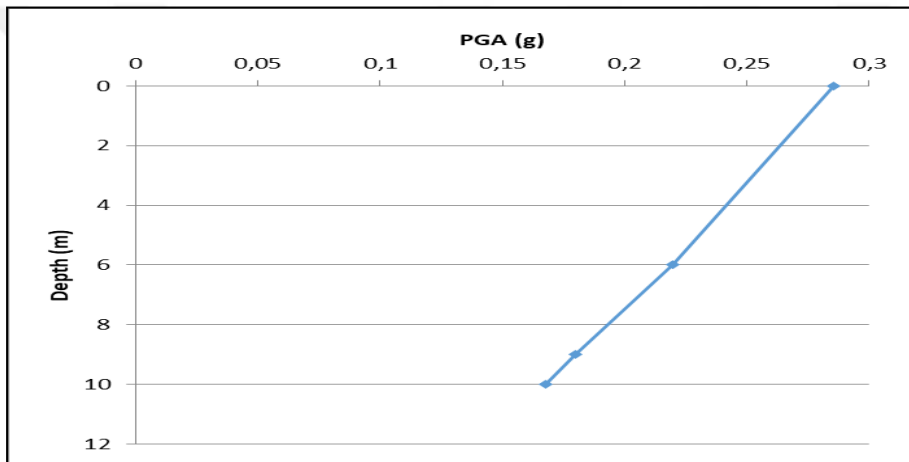
**EK 7.20.** Bölge 2 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



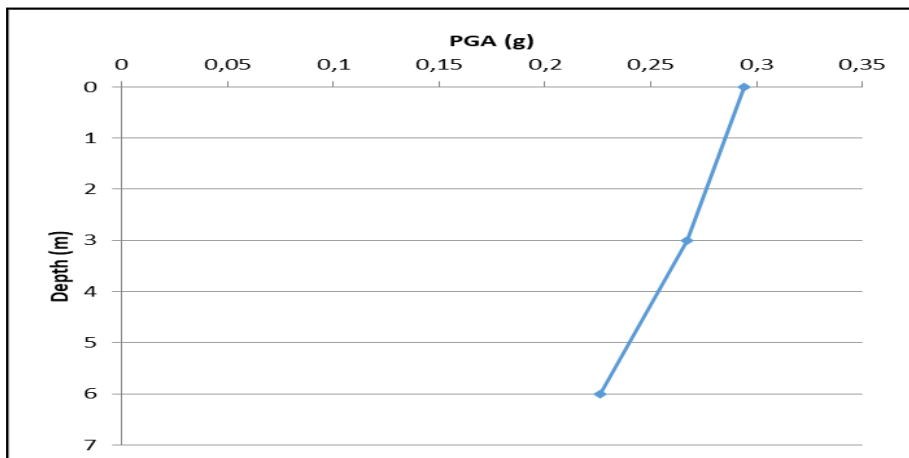
**EK 8.21.** Bölge 3 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



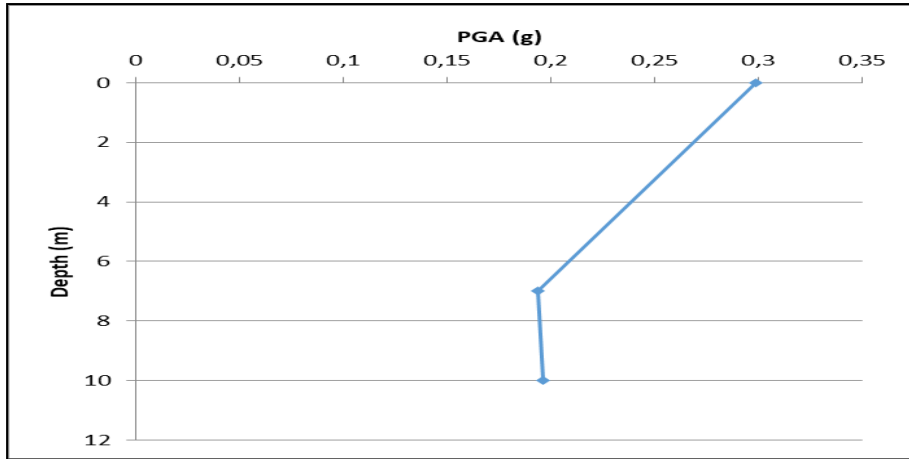
**EK 7.22.** Bölge 3 SK-2'ye ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



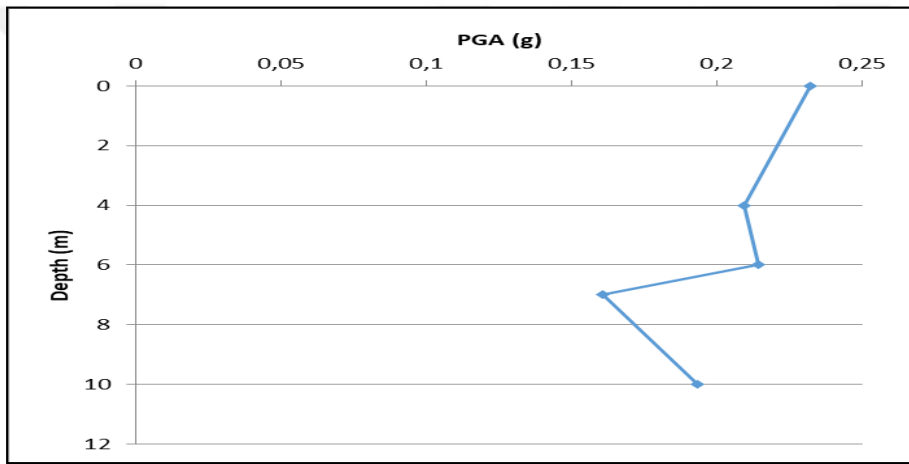
**EK 7.23.** Bölge 3 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



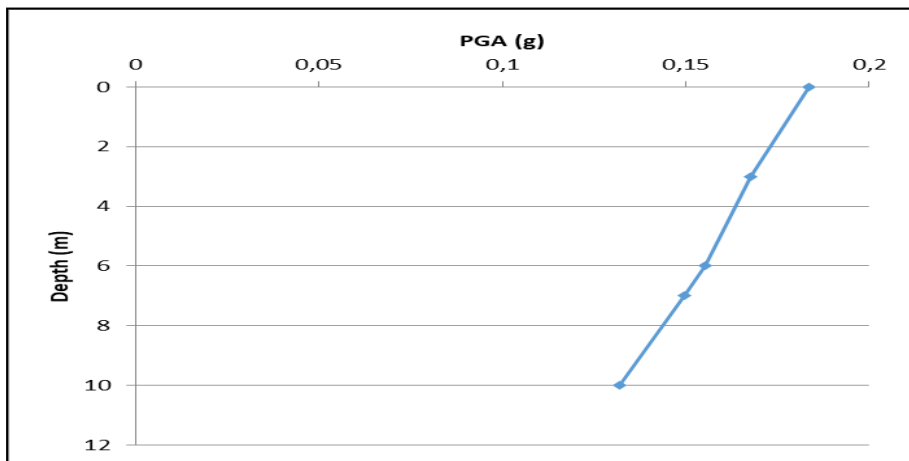
**EK 8.24.** Bölge 3 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



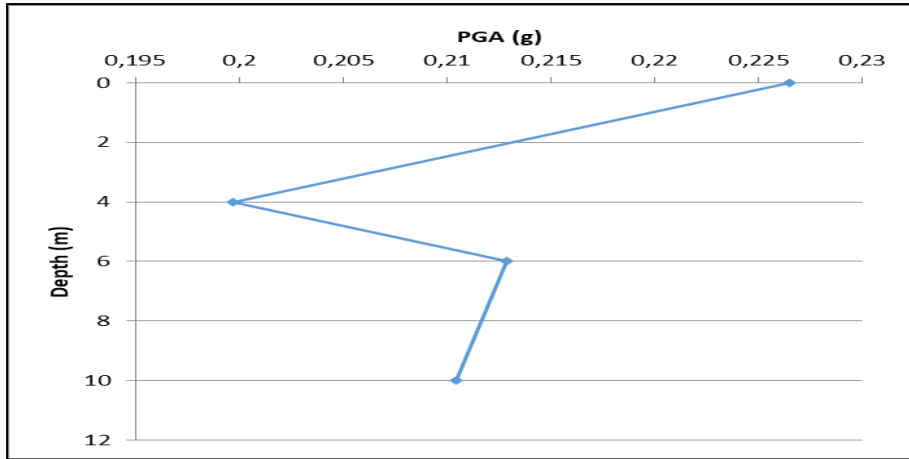
**EK 7.25.** Bölge 3 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



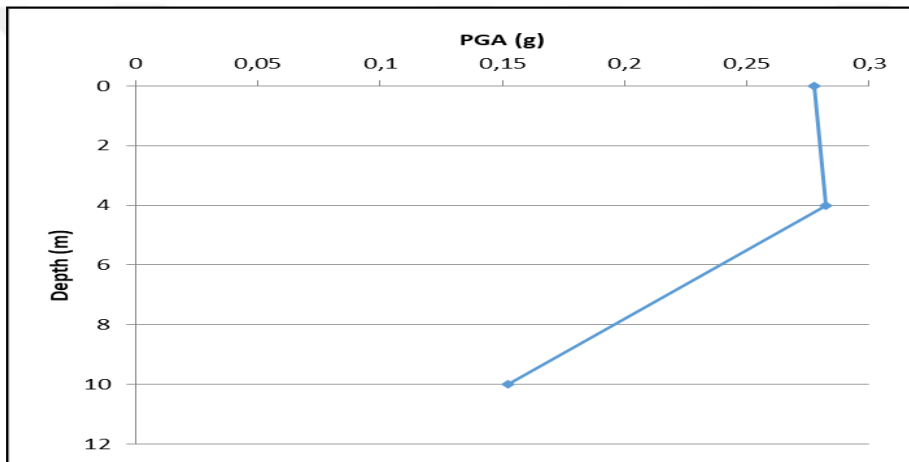
**EK 7.26.** Bölge 3 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



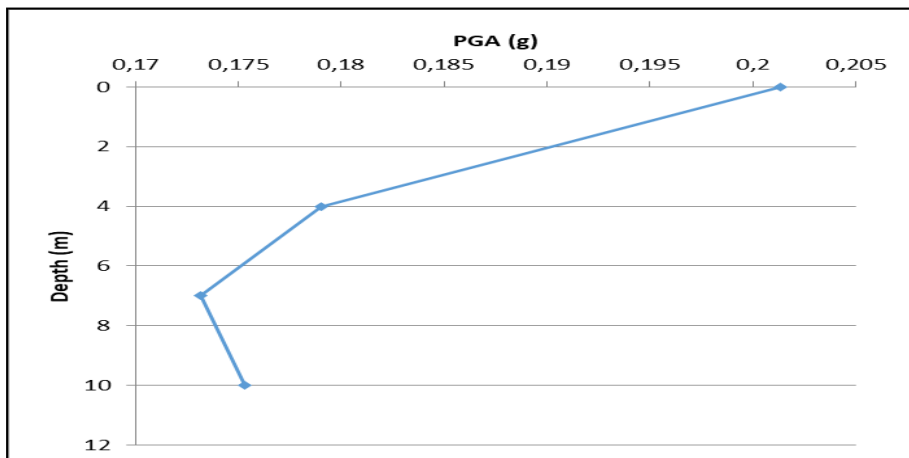
**EK 8.27.** Bölge 3 SK-7'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



**EK 7.28.** Bölge 3 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

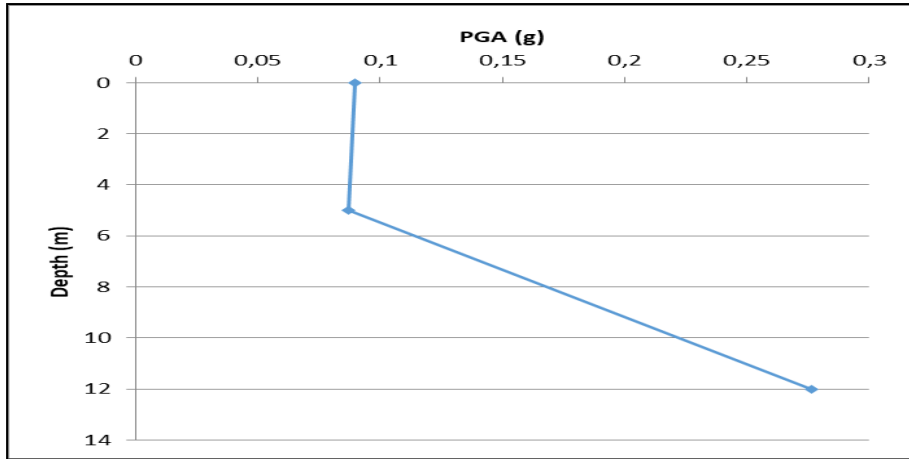


**EK 7.29.** Bölge 3 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

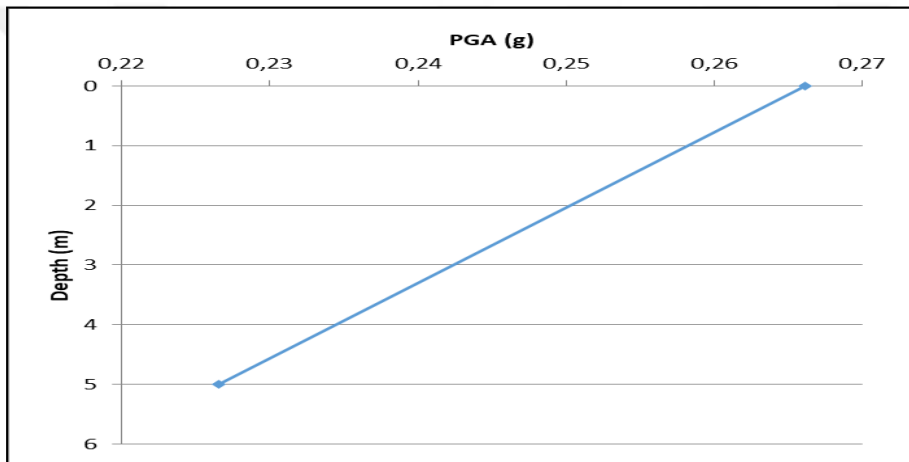


**EK 8.30.** Bölge 3 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği

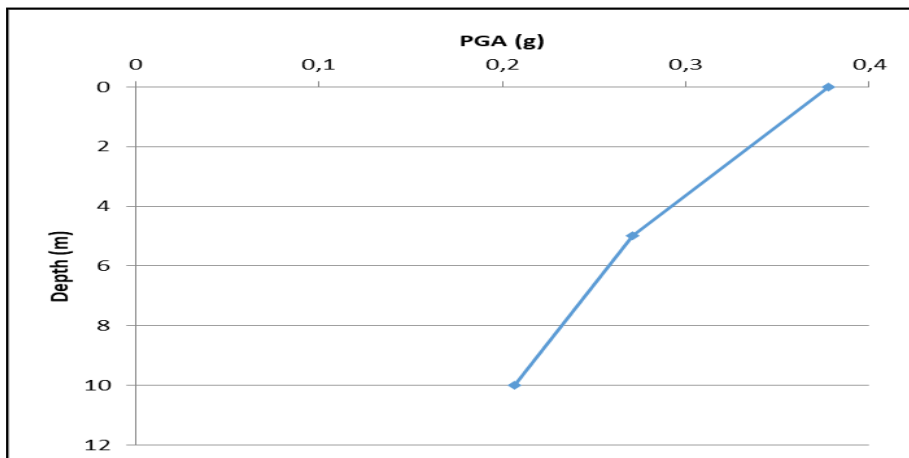




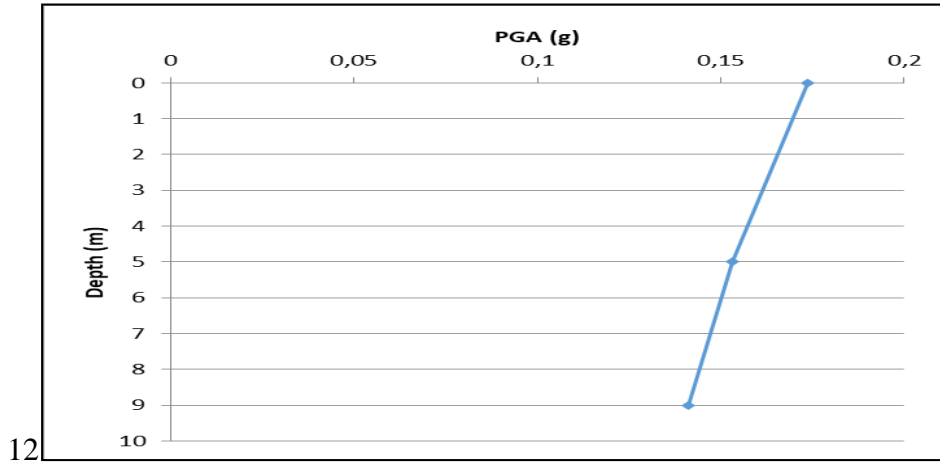
**EK 7.31.** Bölge 4 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



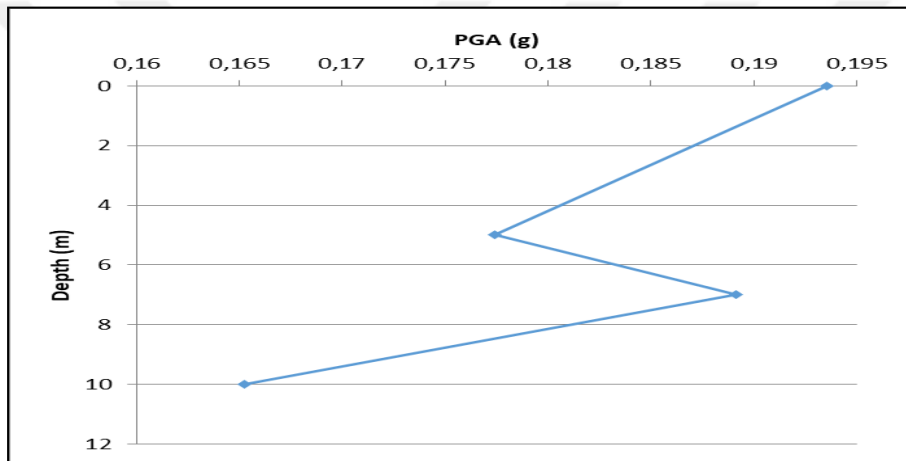
**EK 7.32.** Bölge 4 SK-2'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



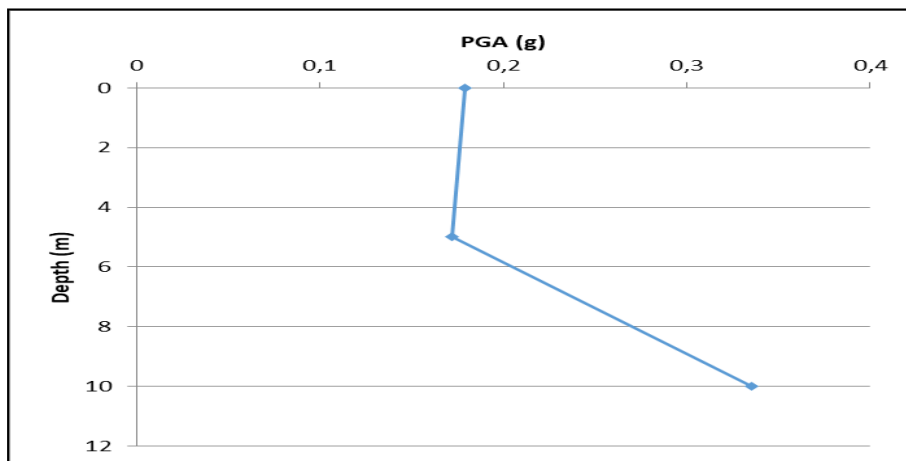
**EK 8.33.** Bölge 4 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



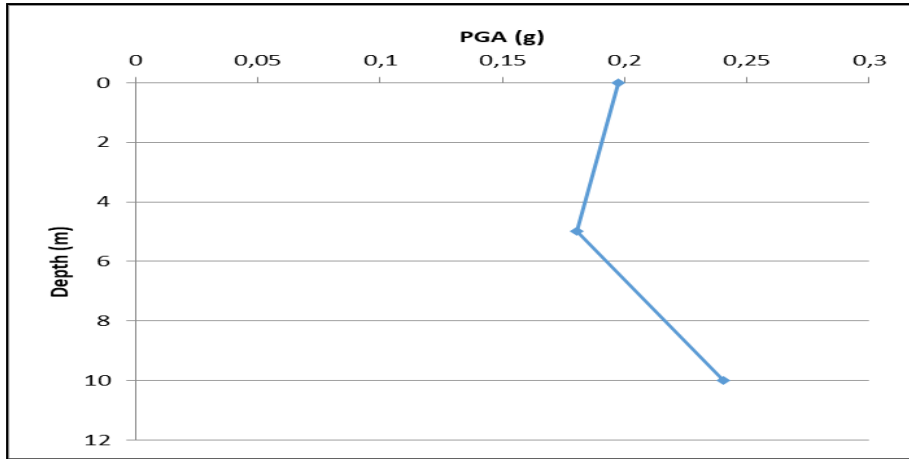
**EK 7.34.** Bölge 4 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



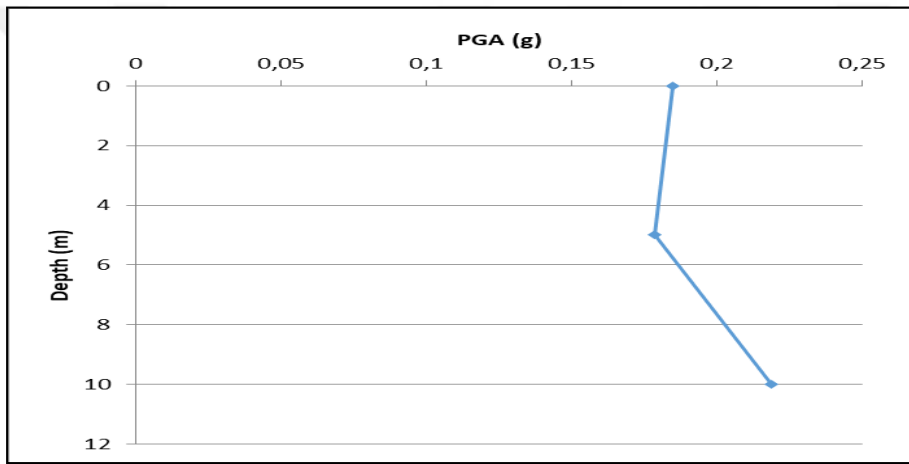
**EK 7.35.** Bölge 4 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



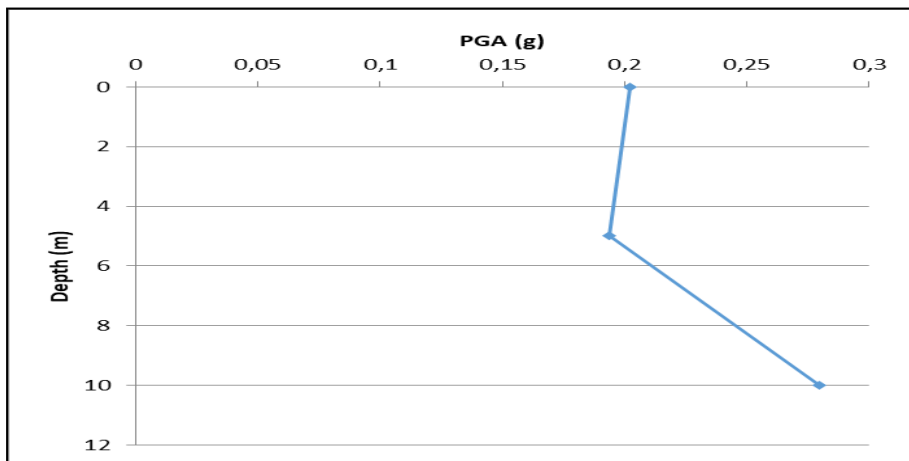
**EK 8.36.** Bölge 4 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



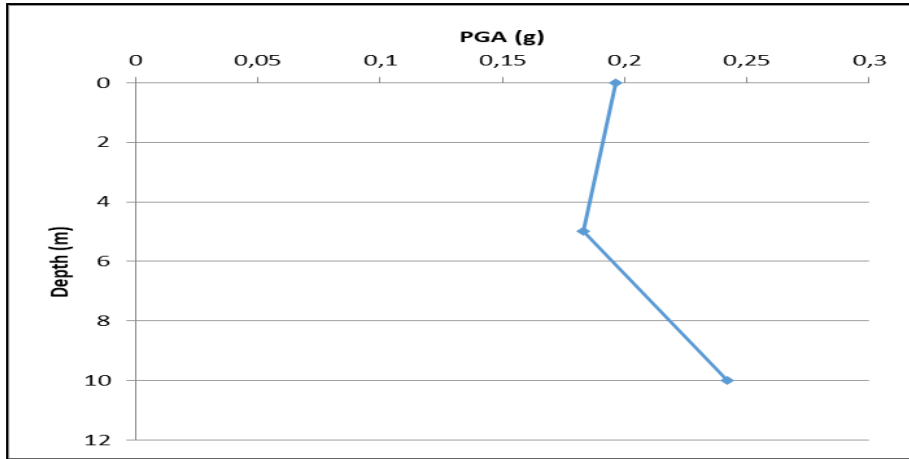
**EK 7.37.** Bölge 4 SK-7'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



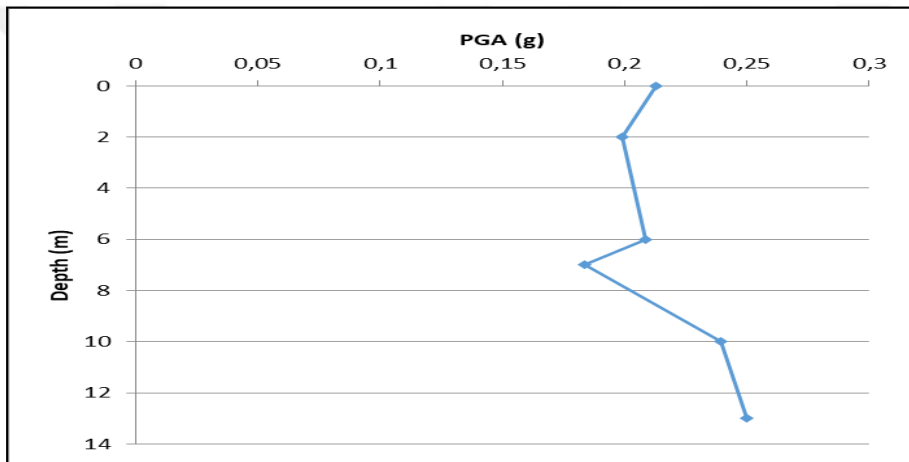
**EK 7.38.** Bölge 4 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



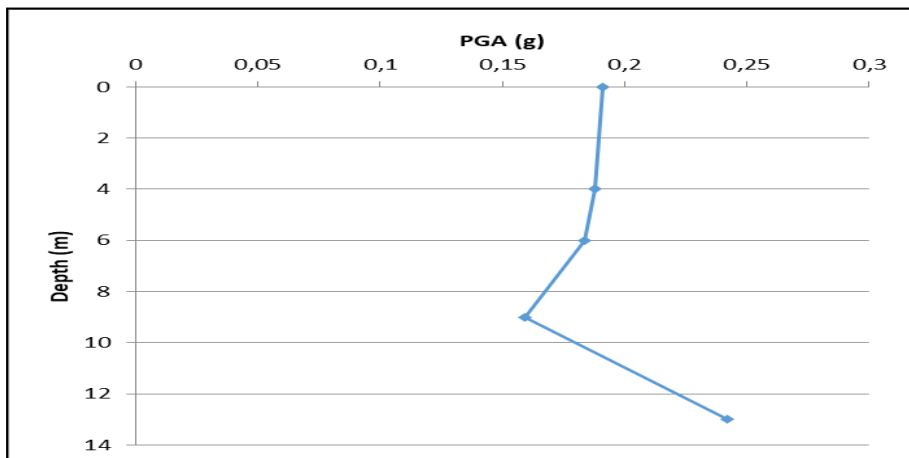
**EK 8.39.** Bölge 4 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



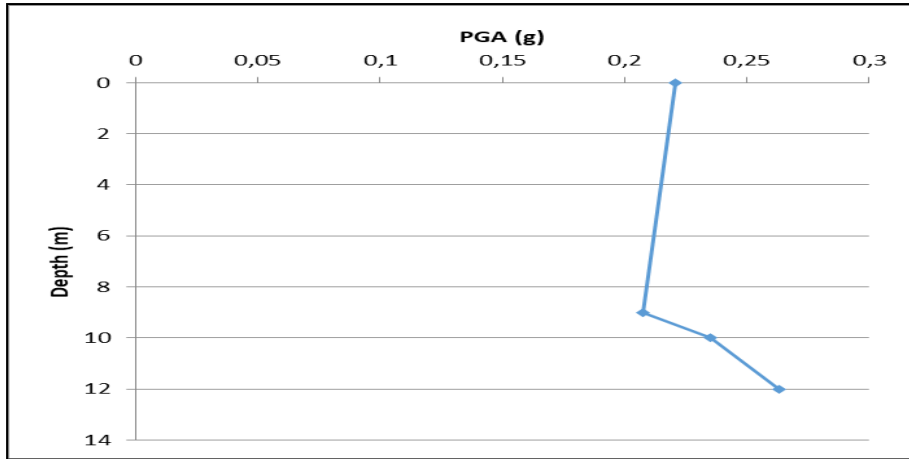
**EK 7.40.** Bölge 4 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



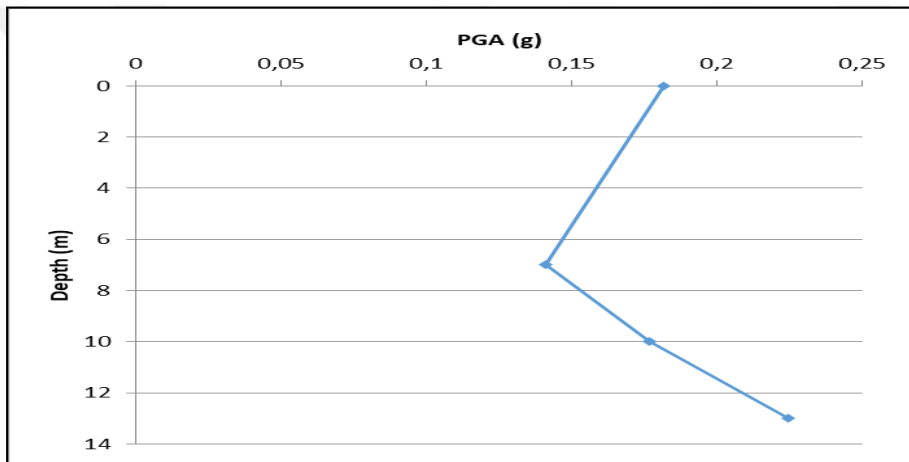
**EK 7.41.** Bölge 5 SK-1'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



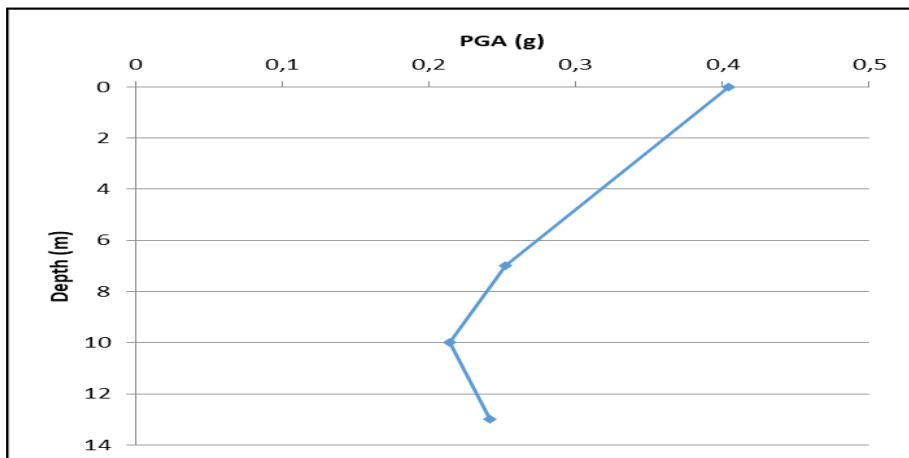
**EK 8.42.** Bölge 5 SK-2'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



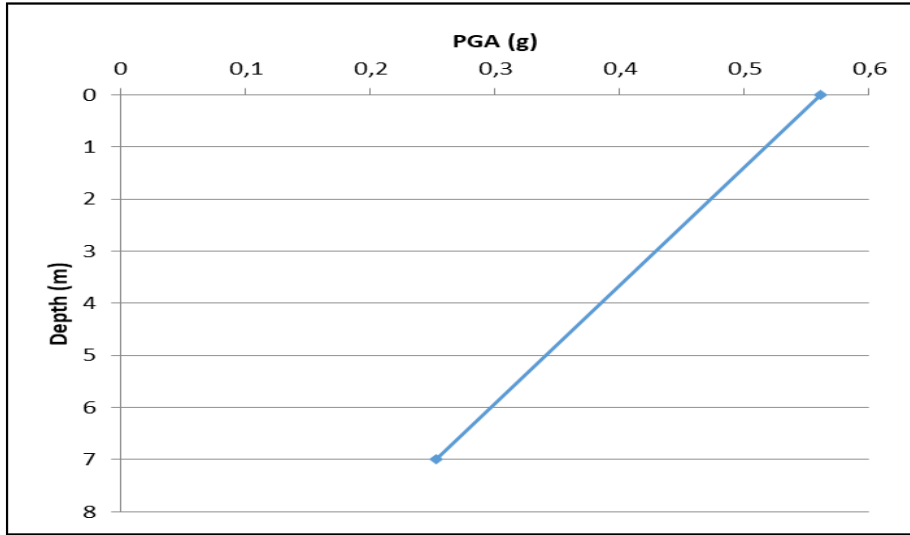
**EK 7.43.** Bölge 5 SK-3'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



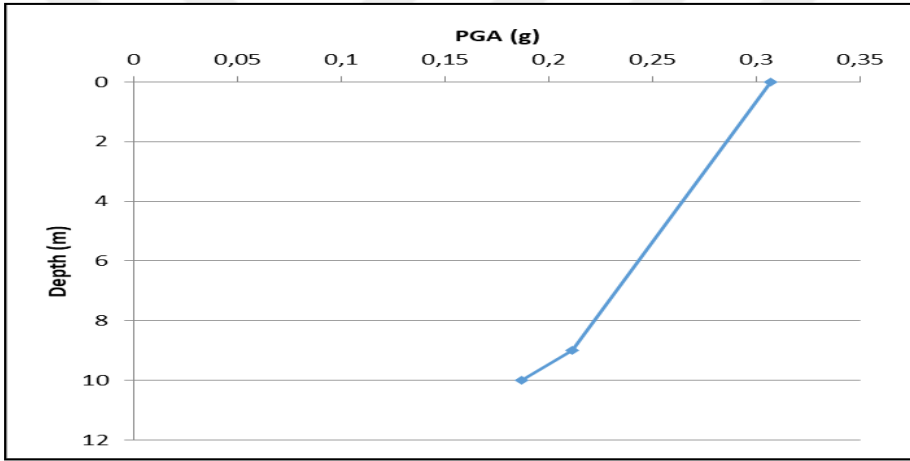
**EK 7.44.** Bölge 5 SK-4'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



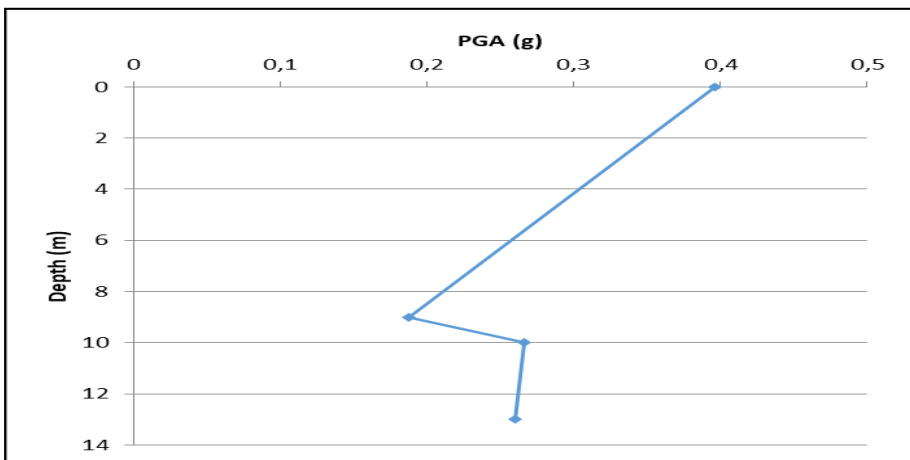
**EK 8.45.** Bölge 5 SK-5'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



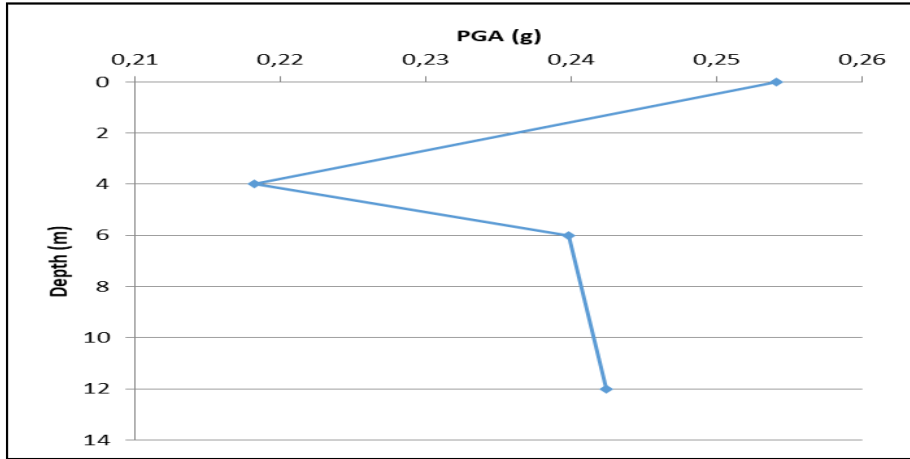
**EK 7.46.** Bölge 5 SK-6'ya ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



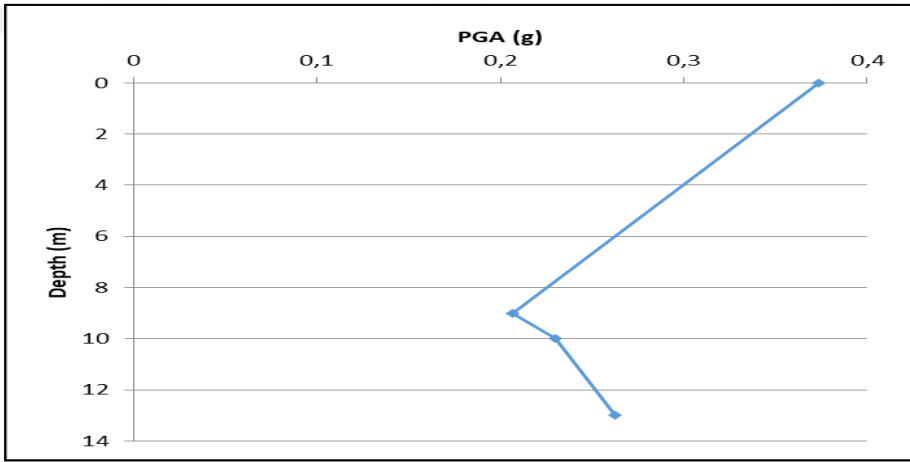
**EK 7.47.** Bölge 5 SK-7'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



**EK 8.48.** Bölge 5 SK-8'e ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



**EK 7.49.** Bölge 5 SK-9'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği



**EK 7.50.** Bölge 5 SK-10'a ait derinliğe göre PGA değişimi grafiği