

**ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KARAKÖY MAHALLESİ'NİN (MUSTAFAKEMALPAŞA, BURSA)
TEMEL ZEMİNLERİNİN 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİNE
GÖRE JEOLojİK VE JEOTEKNİK AÇIDAN İNCELENMESİ**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

BÜŞRA SARICI

OCAK 2020

ZONGULDAK BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KARAKÖY MAHALLESİ'NİN (MUSTAFAKEMALPAŞA, BURSA)
TEMEL ZEMİNLERİNİN 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİNE
GÖRE JEOLojİK VE JEOTEKNİK AÇIDAN İNCELENMESİ

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Büşra SARICI

DANIŞMAN : Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

İKİNCİ DANIŞMAN : Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ

ZONGULDAK

Ocak 2020

KABUL:

Büşra SARICI tarafından hazırlanan "Karaköy Mahallesi'nin (Mustafakemalpaşa, Bursa) Temel Zeminlerinin 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine Göre Jeolojik ve Jeoteknik Açından İncelenmesi" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 31/01/2020

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji
Mühendisliği Bölümü

Üye : Prof. Dr. Nail ÜNSAL

Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Gürkan BACAK

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji
Mühendisliği Bölümü

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

..../..../2020

Prof. Dr. Ahmet ÖZARSLAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



Büşra SARICI

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KARAKÖY MAHALLESİ'NİN (MUSTAFAKEMALPAŞA, BURSA) TEMEL ZEMİNLERİNİN 2018 TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE JEOLJİK VE JEOTEKNİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Büşra SARICI

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN

İkinci Danışman: Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ

Ocak 2020, 161 sayfa

Bu tez çalışmasında; Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırlarında meydana gelen yüzeysel kaymaların Jeolojik-Jeoteknik açıdan incelenerek, edinilen bulgulara göre yerleşime uygunluk durumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma, tez konusu alanda gözlenen yüzeysel heyelanların, yerleşim alanına yakınlığı ve dolayısıyla yapıların etki alanında kalması sebebiyle, can ve mal güvenliği açısından önemlidir. İnceleme alanında yapılan sondaj ve sismik çalışmalarına göre sahanın litolojik özellikleri tanımlanmıştır. Sondaj çalışmalarından elde edilen numuneler üzerinde gerekli zemin ve kaya mekaniği deneyleri yaptırılarak, jeofizik verilerle birlikte 2018 Deprem Yönetmeliğine uygun olarak taşıma gücü, oturma ve şişme, şev stabilite analizleri yapılmıştır. Buna göre kaymayı tetikleyebilecek kritik kısımlar ve zemin problemleri değerlendirilmiştir.

ÖZET (devam ediyor)

İnceleme alanında derinlikleri 10.00 ve 15.00 metre olan, 8 adet zemin araştırma sondajı yapılmıştır. Sondajlar sırasında her 1.50 metrede Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenmiş ve 39 adet örselenmiş numune ve uygun görülen zemin koşullarında Karot numuneleri alınmıştır. Ayrıca, sahada düzenli periyotlarla yeraltı suyu ölçümü yapılmış, bu sonuçlar değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yer dinamik parametrelerini belirlemeye yönelik Jeofizik yöntemlerden 3 serim boyunca sismik kırılma ve 2 noktada mikrotremör çalışmaları yapılmıştır. Buna göre sahada Üst Miyosen yaşlı Mudamköy Volkanitlerine ait Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış Tüf seviyeler ve Paleozoyik yaşlı Serkedere Metamorfitlelerine ait kristalize kireçtaşı, mika şistlere ait birimlerin karmaşık şekilde yer aldığı gözlenmiştir. Ayrıca 2.00 metreyle 11.00 metre arası değişken derinliklerde yeraltı suyu olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde zemin problemlerinin birçoğu yapılaşma öncesi alınmayan tedbirlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin kontrolsüz ve önlemsiz yapılmış bir kazı çalışması sonucunda heyelan meydana gelebilir, ciddi maddi hasarlar oluşabilir. Bu tip hasarları önlemek, can ve mal güvenliğini sağlamak için yapılaşma öncesi zeminin taşıyabileceği yükler hesaplanmalı, planlama bu doğrultuda yapılmalıdır.

Bu çalışma kapsamında yapılan arazi gözlemleri, sondaj çalışmaları, jeofizik ölçümler, laboratuvar verileriyle yerel zeminlerin mühendislik özellikleri incelenmiş ve inceleme alanını etkileyebilecek jeolojik tehlikeler irdelenerek yapılan değerlendirmeler sonucu, alanın yerleşime uygunluk durumu belirlenerek tez raporu tamamlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu; Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırları içerisinde yer alan jeolojik birimlerin mühendislik parametreleri incelenmiştir. Buna göre jeolojik birimlerin, üst yapı üzerindeki etkisinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: 2018 Deprem Yönetmeliği, Zemin ve temel etüdü veri raporu, Taşıma gücü analizi, Oturma analizi, Şev duraylılık analizleri

Bilim Kodu: 606.04.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

KARAKÖY NEIGHBORHOOD (MUSTAFAKEMALPAŞA, BURSA) FOUNDATION SOILS GEOLOGICAL AND GEOTECHNICAL INVESTIGATION ACCORDING TO 2018 TURKEY EARTHQUAKE BUILDING REGULATIONS

Büşra SARICI

**Zonguldak Bülent Ecevit University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering**

Thesis Advisor: Asist. Prof. Dr. İbrahim BUZKAN

Co-Advisor: Assc. Prof. Dr. Ahmet KARAKAŞ

January 2020, 161 pages

In this thesis; Geological-Geotechnical investigation of the surface shifts in the Karaköy neighborhood of Mustafakemalpaşa District of Bursa Province is aimed to evaluate the suitability of the settlement according to the findings. The research is important due to the proximity of the superficial landslides observed in the subject area to the settlement area. There are structures within the scope of these landslides. Therefore, this assessment is important for the safety of life and property. According to the drilling and seismic studies carried out in the study area, the lithological characteristics of the site have been defined. Necessary soil and rock mechanics tests were performed on the samples obtained from drilling works. In addition to geophysical data, bearing capacity, sitting and swelling and slope stability analyzes were conducted in accordance with the 2018 Earthquake Regulations. Accordingly, critical parts and soil problems that could trigger the shift were evaluated.

ABSTRACT (continued)

In the study area, 8 soil exploration drillings with depths of 10.00 and 15.00 meters were made. During drilling, Standard Penetration Test (SPT) was performed every 1.50 meters and the penetration resistance of the soils was determined and 39 aborted samples and core samples were taken under appropriate ground conditions. In addition, groundwater measurements were carried out at regular intervals in the field and these results were evaluated. In the study area, seismic refraction and 2 points microtramor studies have been carried out during 3 layouts, which is one of the geophysical methods, to determine the ground dynamic parameters. Accordingly, in the area, Upper Miocene aged Mudamköy volcanics which are whitish-yellowish, cream colored, very tightly structured silty sand-gravel content in places pebbly silty clay, very decomposed and completely decomposed Tuff levels were observed. In addition, complex crystalline limestone and mica schists belonging to Paleozoic Serkedere Metamorphics are observed. In addition, it is determined that there is ground water at variable depths between 2.00 meters and 11.00 meters.

Many of the soil problems in our country are caused by precautions not taken before construction. For example, uncontrolled excavation may result in landslides and serious material damage. In order to prevent such damages and ensure the safety of life and property, the loads that the ground can bear should be calculated before construction and planning should be made accordingly.

In this study, field observations, drilling studies, geophysical measurements, laboratory data of local soils are examined. In addition, the geological hazards that could affect the study area were examined and the suitability of the site to the settlement was determined. As a result of the studies; The engineering parameters of the geological units located in Karaköy Quarter of Mustafakemalpaşa District of Bursa Province were investigated. Accordingly, it was concluded that the effect of geological units on the superstructure was positive.

Keywords: 2018 Earthquake Regulation, Soil and foundation survey data report, Bearing capacity analysis, Settlement analysis, Slope stability analysis

Science Code: 606.04.01

TEŞEKKÜR

Öncelikle yüksek lisans tez alışmamın her aşamasında değerli bilgilerini benimle paylaşan, bana yol gösteren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi İbrahim BUZKAN'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Tez yapım aşamasındaki araştırmalarımnda bilgi birikimi ve tecrübesiyle bana yardımcı olan Jeoloji Mühendisi Tuncer ILTAŐ'a ve Jeoloji Mühendisi Ahmet ÖZTÜRK'e çok teşekkür ederim.

Son olarak tez alışmamdan desteğini benden esirgemeyen sevgili eşim Tolga TERZİÖĞLU'na ve beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren bu hayattaki en büyük şansım olan annem Nuray SARICI'ya ve babam Ferzan SARICI'ya sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL:.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ.....	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xxi
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2 İNCELEME ALANININ TANITILMASI.....	3
2.1 İNCELEME ALANININ YERİ.....	3
2.2 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ.....	3
2.2.1 Don Etkisi	4
2.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.4 İNCELEME ALANININ JEOMORFOLOJİSİ.....	6
BÖLÜM 3 BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ.....	9
3.1 BÖLGESEL JEOLJİ.....	9
3.1.1 Yapısal Jeoloji.....	9
3.1.1.1 Faylar.....	10
3.1.2 Bölgenin Stratigrafisi	11
3.1.2.1 Serkedere Metamorfitleri (Ps).....	11

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.1.2.2 Uludağ Metamorfitleri (Pum).....	11
3.1.2.3 Uludağ Mermeri (Pumr).....	11
3.1.2.4 Yörüktepe Formasyonu (Py).....	12
3.1.2.5 Metaultramafitler (Pzmu).....	12
3.1.2.6 Karakaya Kompleksi (Trk).....	12
3.1.2.7 Nilüfer Formasyonu (Trkn).....	13
3.1.2.8 Çataltepe Mermeri (Trkç).....	13
3.1.2.9 Avdancık Formasyonu (Trkav).....	14
3.1.2.10 Abadiye Formasyonu (Trkab).....	14
3.1.2.11 Bilecik Kireçtaşı (JKb).....	15
3.1.2.12 Piribeyler Şistleri (Kp).....	15
3.1.2.13 Yayla Melanjı (Ky).....	16
3.1.2.14 Koyunhisar Formasyonu (Kko).....	16
3.1.2.15 Yarhisar Formasyonu (Kya).....	16
3.1.2.16 Paşayayla Formasyonu (Kpa).....	16
3.1.2.17 Kurtkaya Formasyonu (Kk).....	17
3.1.2.18 Fındıcak Formasyonu (Tef).....	17
3.1.2.19 Çanakpınar Formasyonu (Teç).....	18
3.1.2.20 Kayacıkçayırı Formasyonu (Tek).....	18
3.1.2.21 Katırlı Formasyonu (Teka).....	19
3.1.2.22 Kurbandağı Formasyonu (Teku).....	20
3.1.2.23 Uludağ Graniti (Tgr).....	20
3.1.2.24 Mudamköy Volkanitleri (Tmu).....	21
3.1.2.25 Köprühisar Formasyonu (Tmk).....	21
3.1.2.26 İnegöl Formasyonu (Tmi).....	22
3.1.2.27 Mudanya Formasyonu (Tmm).....	22
3.1.2.28 Yamaç Molozu (Qym).....	23
3.1.2.29 Alüvyon (Qal).....	23
3.2. İNCELEME ALANI JEOLojİSİ.....	26
3.2.1 Mudamköy Volkanitleri (Tmu).....	27
3.2.2 Serkedere Metamorfitleri (Ps).....	28

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 4 İNCELEME ALANININ TANITILMASI.....	31
4.1 SONDAJ ÇALIŞMALARI.....	31
BÖLÜM 5 İNCELEME ALANININDA YAPILAN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR	35
5.1 JEOFİZİK ÇALIŞMALAR	35
5.1.1 Sismik Kırılma	36
5.1.1.1 Zeminin Dinamik ve Elastik Parametrelerinin Belirlenmesi	37
5.1.1.1.1 Boyuna Dalga Hızı (V_p).....	39
5.1.1.1.2 Enine Dalga Hızı (V_s)	40
5.1.1.1.3 Elastisite Modülü (kg/cm^2)	42
5.1.1.1.4 Kayma (Shear) Modülü (kg/cm^2).....	43
5.1.1.1.5 Bulk (Sıkışmazlık) Modülü (kg/cm^2).....	43
5.1.1.1.6 Poisson Oranı (σ).....	44
5.1.1.1.7 Yoğunluk ρ (gr/cm^3)	45
5.1.1.1.8. Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T_0).....	46
5.1.1.1.9 Güvenli Taşıma Gücü (İzin Verilen Toprak Gerilmesi)- q_a	47
5.1.2 Mikrotremör Çalışması	48
BÖLÜM 6 LABORATUVAR DENEYLERİ.....	51
6.1 ZEMİN İNDEKS – FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ.....	51
6.1.1 Elek Analizi ve Atterberg Limitleri	51
6.2 ZEMİN MEKANİĞİ DENEYLERİ.....	54
6.2.1 Makaslama Dayanımı Parametreleri.....	54
6.3 KAYA MEKANİĞİ DENEYLERİ.....	55
6.3.1 Nokta Yükleme Deneyi.....	55
BÖLÜM 7 HİDROJEOLOJİ.....	57
7.1 İNCELEME ALANI VE ÇEVRESİNİN HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER	57
7.2 YÜZEYSEL SULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	58
7.3. YERALTI SULARININ HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ	59

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
7.4. HİDROJEOLOJİK VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	60
BÖLÜM 8 DEPREMSELLİK VE AFET DURUMU	61
8.1 DEPREMSELLİK DURUMU	61
8.1.1 Bölgenin Deprem Tehlikesi ve Risk Analizi	65
8.2 AFET DURUMU	71
BÖLÜM 9 JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	75
9.1. ZEMİN VE KAYA BİRİMLERİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ	75
9.1.1 Mudamköy Volkanitleri Birimin Jeoteknik Parametreleri	76
9.1.2 Serkedere Metamorfitleri Birimin Jeoteknik Parametreleri.....	78
9.2 ŞEV STABİLİTE ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	78
9.3 JEOTEKNİK ANALİZLER.....	81
9.3.1 Taşıma Gücü Hesabı	81
9.3.2 Yatak Katsayısı	84
9.3.3 Oturma Analizi.....	84
9.3.4 Genel Değerlendirmeler.....	86
BÖLÜM 10 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR.....	91
EK AÇIKLAMALAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ	161

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Çalışma sahasının yer bulduru haritası.	5
Şekil 2.2 Çalışma sahasına ait genel görünüm.	6
Şekil 2.3 İnceleme alanına ait 3 boyutlu uydu görüntüsü haritası.	7
Şekil 3.1 İnceleme alanının diri fay ve heyelan haritasındaki konumu.	10
Şekil 3.2 İnceleme alanının Genel Jeoloji Haritası ve Lejantı (MTA 1/25.000).	24
Şekil 3.3 Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti (MTA 2009).	25
Şekil 3.4 İnceleme alanında gözlenen Mudamköy Volkanitlerine ait yarma fotoğrafı.	27
Şekil 3.5 a) Mudamköy Volkanitleri çatlak sistemlerinin sağdan görünümü, b) Mudamköy Volkanitleri çatlak sistemlerinin soldan görünümü.	27
Şekil 3.6 Serkedere Metamorfitlerine ait kireçtaşı birimin genel görünüm fotoğrafı.	28
Şekil 3.7 Serkedere Metamorfitleri şist birime ait genel görünüm fotoğrafı.	29
Şekil 4.1 SK-6 nolu sondaj çalışmasından görünüm.	31
Şekil 4.2 İnceleme alanında açılmış 10 metrelik SK-1 nolu sondaj kuyusunda ait karot sandığı fotoğrafı.	33
Şekil 4.3 İnceleme alanında açılan 10 metre derinliğe sahip SK-1 nolu sondaj kuyunun logu.	34
Şekil 5.1 SİS-1 nolu sismik kırılma çalışmasından genel görünüm (Arson 2019).	35
Şekil 5.2 SİS-2 nolu sismik kırılma çalışmasından genel görünüm (Arson 2019).	36
Şekil 5.3 Sahaha ölçüm yapılan sismik cihaza ait görüntü (Arson 2019).	36
Şekil 5.4 Mikrotremör çalışmasına ait örnek fotoğraf.	49
Şekil 7.1 Çalışma sahasının dışında (batısında) kaynak suyu çıkışına ait fotoğraf.	58
Şekil 7.2 İnceleme alanında oluşmuş yüzeysel su akış hattından genel görünüm	59
Şekil 8.1 Bursa ili ve çevresinin deprem bölgeleri haritasındaki yeri (AFAD 2019).	62
Şekil 8.2 Yatay Elastik Tasarım Spektrumu.	64
Şekil 8.3 Düşey Elastik Tasarım Spektrumu.	64
Şekil 8.4 İnceleme alanı 100 km çevresinde meydana gelmiş depremler.	70
Şekil 8.5 Bursa ve çevresinin aktif fayları (MTA Diri fay haritası, 2011).	71
Şekil 8.6 Karaköy Mahallesinin Heyelan Envanterindeki konumu (MTA).	72
Şekil 8.7 İnceleme alanında hasar görmüş taş duvar.	72
Şekil 8.8 İnceleme alanında oluşmuş yüzeysel heyelanlar	73
Şekil 8.9 İnceleme alanında oluşmuş yüzeysel kabarmalar	74
Şekil 9.1 Tüf birim için Mohr&Coulomb basınç parametreleri hesaplamaları.	77
Şekil 9.2 Statik durumda geçici şev analizi.	79
Şekil 9.3 Dinamik durumda kalıcı şev analizi.	80
Şekil 9.4 Killi Zeminlerde Esneklik ve Rijitlik Katsayıları	85
Şekil A.1 İnceleme alanının 1/100.000 ölçekli genel jeoloji haritası (MTA).	97

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil A.2 İnceleme alanının 1/100.000 ölçekli stratigrafik dikme kesiti (MTA).	98
Şekil A.3 İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli genel jeoloji haritası ve stratigrafik dikme kesiti (MTA).	99
Şekil A.4 İnceleme alanının jeoloji ve jeofizik lokasyon haritası.	100
Şekil B.1 SK-1 kuyusu 0.00-10.00 metre karot sandığı.	101
Şekil B.2 SK-2 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	101
Şekil B.3 SK-3 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	101
Şekil B.4 SK-4 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	102
Şekil B.5 SK-5 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	102
Şekil B.6 SK-6 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	102
Şekil B.7 SK-7 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	103
Şekil B.8 SK-8 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.	103
Şekil C.1 SK-1 kuyu logu.	105
Şekil C.2 SK-2 kuyu logu.	106
Şekil C.3 SK-3 kuyu logu.	107
Şekil C.4 SK-4 kuyu logu.	108
Şekil C.5 SK-5 kuyu logu.	109
Şekil C.6 SK-6 kuyu logu.	110
Şekil C.7 SK-7 kuyu logu.	111
Şekil D.1 İnceleme alanının jeolojik en kesiti.	113
Şekil E.1 SİS-1 ölçüsü P-düz atışı ham verisi.	115
Şekil E.2 SİS-1 ölçüsü P-ters atışı ham verisi.	116
Şekil E.3 SİS-1 ölçüsü S dalgası atışı ham verisi.	117
Şekil E.4 SİS-2 ölçüsü P-düz atışı ham verisi.	118
Şekil E.5 SİS-2 ölçüsü P-ters atışı ham verisi.	119
Şekil E.6 SİS-2 ölçüsü S dalgası atışı ham verisi.	120
Şekil E.7 SİS-3 ölçüsü P-düz atışı ham verisi.	121
Şekil E.8 SİS-3 ölçüsü P-ters atışı ham verisi.	122
Şekil E.9 SİS-3 ölçüsü S dalgası atışı ham verisi.	123
Şekil E.10 SİS-1 ölçüsü Vs dalgası kırılma zamanları.	124
Şekil E.11 SİS-1 ölçüsü Vp-düz kırılma zamanları.	124
Şekil E.12 SİS-1 ölçüsü Vp-ters kırılma zamanları.	125
Şekil E.13 SİS-1 ölçüsü yeraltı modeli.	125
Şekil E.14 SİS-2 ölçüsü Vs dalgası kırılma zamanları.	126
Şekil E.15 SİS-2 ölçüsü Vp-düz kırılma zamanları.	126
Şekil E.16 SİS-2 ölçüsü Vp-ters kırılma zamanları.	127
Şekil E.17 SİS-2 ölçüsü yeraltı modeli.	127
Şekil E.18 SİS-3 ölçüsü Vs dalgası kırılma zamanları.	128
Şekil E.19 SİS-3 ölçüsü Vp-düz kırılma zamanları.	128
Şekil E.20 SİS-3 ölçüsü Vp-ters kırılma zamanları.	129

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil E.21 SİS-3 ölçüsü yeraltı modeli.	129
Şekil E.22 Mikrotremör-1 ölçüm sonuçları.....	130
Şekil E.23 Mikrotremör-2 ölçüm sonuçları.....	131
Şekil F.1 Laboratuvar deneyleri toplu sonuç föyü.	133
Şekil F.2 Laboratuvar deneyleri toplu sonuç föyü (devamı).....	134
Şekil F.3 SK-1 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	135
Şekil F.4 SK-3 SPT 4.50-4.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	136
Şekil F.5 SK-3 SPT 9.00-9.45 metre numunesi granülometri eğrisi.....	137
Şekil F.6 SK-3 SPT 7.50-7.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	138
Şekil F.7 SK-4 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	139
Şekil F.8 SK-4 SPT 6.00-6.45 metre numunesi granülometri eğrisi.....	140
Şekil F.9 SK-5 SPT 12.00-12.45 metre numunesi granülometri eğrisi.....	141
Şekil F.10 SK-5 SPT 13.50-13.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	142
Şekil F.11 SK-5 SPT 15.00-15.45 metre numunesi granülometri eğrisi.....	143
Şekil F.12 SK-6 UD 1.00-1.50 metre numunesi granülometri eğrisi.....	144
Şekil F.13 SK-6 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	145
Şekil F.14 SK-1 UD 2.50-3.00 metre numunesi granülometri eğrisi.....	146
Şekil F.15 SK-6 SPT 4.50-4.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	147
Şekil F.16 SK-6 SPT 7.50-7.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	148
Şekil F.17 SK-6 SPT 13.50-13.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	149
Şekil F.18 SK-1 SPT 4.50-4.95 metre numunesi granülometri eğrisi.....	150



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 İnceleme alanında gözlemlenen birimlerin jeolojik formasyonları.	26
Çizelge 4.1 Açılan sondaj kuyularına ait koordinatlar, sondaj derinliği ve yeraltı su seviyesi.	33
Çizelge 5.1 İnceleme alanında yapılan sismik kırılma ölçümlerinin koordinatları.....	37
Çizelge 5.2 SİS-1 için sismik ölçüm dinamik-elastik zemin parametreleri.	38
Çizelge 5.3 SİS-2 için sismik ölçüm dinamik-elastik zemin parametreleri.	38
Çizelge 5.4 SİS-3 için sismik ölçüm dinamik-elastik zemin parametreleri.	39
Çizelge 5.5 Zeminlerin P dalgası hızına göre sökülebilirlikleri (Bilgin 1989).	40
Çizelge 5.6 P dalgası hızları ve katmanlara göre sökülebilirlik özellikleri.....	40
Çizelge 5.7 Vs hızlarına göre kohezyonlu zeminlerin kıvam durumu (Özaydın, 1982).....	41
Çizelge 5.8 Eurocode 8'e göre zemin sınıfları.	41
Çizelge 5.9 Sismik ölçümlere ait VS hızları ve katmanlara göre zemin grubu.	42
Çizelge 5.10 Elastisite modülüne göre zemin ve kayaçların dayanımı (Keçeli 1990).....	42
Çizelge 5.11 Jeofizik ölçümlere göre katmanların elastisite modülleri ve dayanımları.	42
Çizelge 5.12 Kayma modülüne göre zemin ve kayaçların dayanımı (Keçeli 1990).	43
Çizelge 5.13 Jeofizik ölçümlere göre katmanların kayma modülleri için dayanımları.	43
Çizelge 5.14 Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli 1990).	44
Çizelge 5.15 Jeofizik ölçümlere göre Bulk modülleri ve katmanların sıkışma dirençleri.	44
Çizelge 5.16 Poisson oranına göre sıklık ve hız oranı karşılaştırması.	45
Çizelge 5.17 Poisson oranına göre gözeneklilik değerlendirmesi.....	45
Çizelge 5.18 Sismik ölçümlere ait poisson oranlarının katmanlara göre sıklık özellikleri....	45
Çizelge 5.19 Zemin birimlerinin yoğunluk sınıflaması (Keçeli 1990).	46
Çizelge 5.20 Sismik ölçümlere ait katmanların yoğunluk tanımlamaları.	46
Çizelge 5.21 Zemin hakim titreşim periyodu sınıflaması (Keçeli 1990).	47
Çizelge 5.22 Jeofizik ölçümlere ait zemin hakim titreşim periyodları ve tehlike düzeyleri. ...	47
Çizelge 5.23 Jeofizik ölçümlere göre güvenli taşıma gücü zemin emniyet gerilmesi.	48
Çizelge 5.24 İnceleme alanında yapılan Mikrotremör ölçümlerinin koordinatları.....	48
Çizelge 5.25 Mikrotremör ölçüm değerlendirme sonuçları.	49
Çizelge 5.26 Spektral büyütmeleme göre mikro bölgeleme ölçütleri (Ansal vd. 2001).....	50
Çizelge 6.1 Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemleri (USCS).	52
Çizelge 6.2 Zemin numuneleri laboratuvar deney sonuçları.....	53
Çizelge 6.3 Zemin numuneleri makaslama dayanım parametreleri.	54
Çizelge 6.4 Nokta yükleme deneyi değerleri.	55
Çizelge 7.1 Periyodik yeraltı suyu ölçümleri.	60
Çizelge 8.1 Yerel Zemin Sınıflaması.	63

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 8.2 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) gereği değerlendirilmesi.....	63
Çizelge 8.3 İnceleme sahası 200 km çaplı alanda oluşan depremlerin listesi.....	66
Çizelge 9.1 İzin Verilebilir Oturma Miktarları (Uzuner 1995).....	85



EK AÇIKLAMALAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
EK A Haritalar	97
EK B Çalışma Sahasında Açılmış Sondaj Kuyularına Ait Karot Sandığı Fotoğrafları	101
EK C Çalışma Sahasında Açılan Sondajlara Ait Sondaj Logları.....	105
EK D Jeolojik En Kesit	113
EK E Jeofizik Veri ve Ekleri.....	115
EK F Zemin ve Kaya Laboratuvar Deney Sonuçları	133



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

DD-2	: 50 yılda aşılma olasılığı %10olan deprem yer hareketi düzeyi
F _S	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F ₁	: 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı
S _S	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S ₁	: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S _{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
S _{D1}	: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
PGA	: En büyük yer ivmesi [g]
PGV	: En büyük yer hızı [cm/sn]
T _A	: Yatay elastik tasarım ivme spektrum köşe prediyodu [s]
T _B	: Yatay elastik tasarım ivme spektrum köşe prediyodu [s]
P	: Boyuna Dalga Hızı
S	: Enine Dalga Hızı
V _{S30}	: Yüzeyden 30 m derinliğindeki kayma dalgası hızı[m/s]
T ₀	: Zemin Hakim Titreşim Periyodu
Z _B	: Zemin Büyütmesi
G _{max}	: Dinamik Kayma Modülü [kg/cm ²]
E _d	: Dinamik Elastisite Modülü [kg/cm ²]
λ	: Yoğunluk [g/cm ³]
σ	: Poisson Oranı
K	: Bulk Modülü [kg/cm ²]

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

C_N	: Örtü yükü düzeltme katsayısı
C_R	: Tij boyu düzeltme katsayısı
C_S	: Numune alma metodu düzeltme katsayısı
C_B	: Kuyu çapı düzeltme katsayısı
C_E	: Enerji oranı düzeltme katsayısı
C_u	: Drenajsız kayma dayanımı [kPa]
d_c, d_q, d_γ	: Temel derinliği düzeltme katsayıları
s_c, s_q, s_γ	: Temel şekli düzeltme katsayıları
i_c, i_q, i_γ	: Yükleme eğikliği düzeltme katsayıları
N_c, N_q, N_γ	: Taşıma gücü katsayıları
\emptyset	: İçsel Sürtünme Açısı
$W(n)$: Su İçeriği
C	: Kohezyon [kgf/cm ²]
I_s	: Nokta Yükleme Deneyi [MPa]
RQD	: Kaya Kalite Göstergesi
TCR	: Toplam Karot Verimi
SCR	: Sağlam Karot Verimi
W4	: Çok Ayrışmış Kaya
YASS	: Yeraltı Su Seviyesi
B	: Temel Genişliği
L	: Temel Uzunluğu
D_f	: Temel Derinliği
H	: Oturma Gözlenebilecek Tabaka Kalınlığı
S_i	: Toplam Oturma Miktarı
Q_{max}	: Toplam Bina Yüğü
I_1	: Temel Şekli
I_2	: Biçim Faktörü
E_s	: Elastisite Modülü

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

KISALTMALAR

BKS	: Bina Kullanım Sınıfı
BYS	: Bina Yükseklik Sınıfı
Dİ	: Don Etkisi
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
MASW	: Multy Channel Analysis of Surface Waves
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
SİS	: Sismik Hattı
SK	: Sondaj Noktası
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi
R	: Refü
LL	: Likit Limit
PL	: Plastik Limit
PI	: Plastisite İndisi
Tmu	: Mudamköy Volkanitleri
Ps	: Serkedere Metamorfitleri



BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ülkemiz, tektonik olarak hareketli bir bölgede yer almaktadır. Artan nüfusun beraberinde getirdiği yapılaşmanın etkileri, deprem etkisini tasarıma yansıtmayı gerektirmiştir. Bu amaçla Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 18.03.2018 tarih ve 30364 mükerrer sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmış 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe girmiş “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği” oluşturulmuştur.

Ülkemizde zemin problemlerinin birçoğu yapılaşma öncesi alınmayan tedbirlerden kaynaklanmaktadır. Günümüzde jeolojik problemlerin oluşmasındaki en büyük etken, eski yerleşim merkezlerinin jeolojik özelliklerinin incelenmeden ve plansız olarak seçilmiş olmasıdır. Örneğin; yapı temelleri kontrolsüz yapılmış bir dolgu üzerine oturtulursa, bu tip zeminde oturma problemi gelişebilir, ciddi bir maddi hasar oluşabilir. Veya kontrolsüz ve önlemsiz yapılmış bir kazı çalışması sonucunda heyelan gelişebilir, can ve mal kaybı meydana gelebilir.

Bu tip hasarları önlemek, can ve mal güvenliğini sağlamak için zemin etüt çalışmalarında yapıların taşıtılacağı zeminlerin mühendislik parametreleri belirlenmeli ve detaylı olarak incelenmeli, yeraltı suyu durumu değerlendirilmelidir. Ayrıca temel tipi, temel derinliği ile yapı yüklerinin taşıtılacağı seviyelerin mühendislik parametrelerinden taşıma gücü, sıvılaşma, oturma, farklı oturma, yanal yayılma, şişme, zemin sınıfı, zemin hakim titreşim periyodu, zemin büyütmesi, sıvılaşma, şev stabilite hesapları yapılmalı, parsel bazında zemin etüt raporları oluşturulmalıdır. Ayrıca, yapı-zemin etkileşimine uygun temel sistemi geliştirilmeli, yapılaşma öncesi ve sonrasında bir takım önlemler alınarak yerleşim yerlerinin güvenliği sağlanmalıdır.

Bu tez çalışmasında; Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırlarında meydana gelen yüzeysel kaymaların Jeolojik-Jeoteknik açıdan incelenerek, edinilen bulgulara göre yerleşime uygunluk durumunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Araştırma, tez konusu alanda gözlenen yüzeysel heyelanların, yerleşim alanına yakınlığı ve dolayısıyla yapıların etki alanında kalması sebebiyle, can ve mal güvenliği açısından önemlidir. İnceleme alanında yapılan sondaj ve sismik çalışmalarına göre sahanın litolojik özellikleri tanımlanmıştır. Sondaj çalışmalarından elde edilen numuneler üzerinde gerekli zemin ve kaya mekaniği deneyleri yaptırılarak, jeofizik verilerle birlikte 2018 Deprem Yönetmeliğine uygun olarak taşıma gücü, oturma ve şişme, şev stabilite analizleri yapılmıştır. Buna göre kaymayı tetikleyebilecek kritik kısımlar ve zemin problemleri değerlendirilmiştir.

İnceleme alanında derinlikleri 10.00 ve 15.00 metre olan, 8 adet zemin araştırma sondajı yapılmıştır. Sondajlar sırasında her 1.50 metrede Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılarak zeminlerin penetrasyon direnci belirlenmiş, 39 adet örselenmiş numune alınmıştır. Buna ek olarak uygun görülen zemin koşullarında örselenmemiş UD numuneleri ve kayadan KAROT numuneleri alınmıştır. Ayrıca, sahada düzenli periyotlarla yeraltı suyu ölçümü yapılmış, bu sonuçlar değerlendirilmiştir. İnceleme alanında yer dinamik parametrelerini belirlemeye yönelik Jeofizik yöntemlerden 3 serim boyunca sismik kırılma ve 2 noktada mikrotremör çalışmaları yapılmıştır. Buna göre sahada Üst Miyosen yaşlı Mudamköy Volkanitlerine ait Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış Tüf seviyeler ve Paleozoyik yaşlı Serkedere Metamorfitelerine ait kristalize kireçtaşı, mika şistlere ait birimlerin karmaşık şekilde yer aldığı gözlenmiştir. Ayrıca 2.00 metreyle 11.00 metre arası değişken derinliklerde yeraltı suyu olduğu belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucu; Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırları içerisinde yer alan jeolojik birimlerin mühendislik parametreleri incelenmiştir. Buna göre jeolojik birimlerin, üst yapı üzerindeki etkisinin olumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

BÖLÜM 2

İNCELEME ALANININ TANITILMASI

2.1 İNCELEME ALANININ YERİ

Çalışma sahası, Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi sınırları içerisindeki ormandan tahsisli yaklaşık 52.700,00 m²'lik alanı kapsamaktadır.

Doğusunda Orhaneli, güneydoğusunda Büyükorhan, batısında Susurluk, kuzeyinde Uluabat Gölü, kuzeybatısında Karacabey, kuzeydoğusunda Osmangazi, Nilüfer, Yıldırım ve Mudanya İlçeleri ile çevrilidir. Denizden yüksekliği 610-675 metredir. İnceleme alanına her mevsimde özel ve ticari araçlar ile ulaşım mümkündür. (Şekil 2.1)

İnceleme alanı, Bursa İli, 1/100.000 ölçekli I21 Pafta, 1/25.000 ölçekli I21A3 Pafta, 1/5000 ölçekli I21-A-14-D pafta, 1/1000 ölçekli I21-A-14-D-3-A, I21-A-14-D-3-B, I21-A-14-D-2-C, I21-A-14-D-2-D paftalarında yer almaktadır.

2.2 İKLİM VE BİTKİ ÖRTÜSÜ

Bursa, Marmara ve Ege Bölgeleri arasındaki coğrafi konumu sebebiyle, iklim ve bitki örtüsü açısından geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Bu sebeple iklimi karmaşık bir yapıdadır. Bursa İli'nin güney bölgelerinde İç Anadolu'da gözlenen karasal iklim etkili olup, İlin kuzey kısımlarında Marmara denizinin de etkileriyle Akdeniz iklimi görülmektedir. Bursa İli'nin kuzeyinde en düşük hava sıcaklığı -10°C görülürken, Bursa İl merkezinde bu sıcaklık -25°C dereceye inebilir. Bu değişkenliğin en önemli sebebi merkeze yakın konumdaki 2483 metre yüksekliğinde Uludağ'dır. Uludağ'da kar yağışı yılın 6 ayı etkili olurken, şehir merkezinde ve ilçelerde bir hafta kadar sürmektedir.

Bölgede Marmara iklim tipi hüküm sürmektedir. Özellikle yaz ayları oldukça sıcak ve az yağışlı kış ayları ise çok yağışlı-yüksek kotlarda kar şeklinde ve soğuk geçer. Bahar aylarındaki yağışlar daha çok depresyonik, yaz aylarındakilerin ise daha çok konvektif türde gerçekleşir.

İnceleme alanı ve dolayını etkisi altında bulunduran bu iklim özelliğini, daha gerçekçi olarak tanımlayabilmek amacıyla, yakın çevredeki meteoroloji istasyonu kayıtlarından yararlanılmıştır. Bursa, Doğancı Barajı ve Kozbudaklar meteoroloji gözlemevlerinde ölçülen değerlerden hareketle hesaplanan bölgesel yağışın ortalama yüksekliği 703.3 mm/yıl'dır. En fazla yağış Aralık ayında, en az yağış ise Ağustos ayında yağmaktadır. Genel olarak Ekim ayında başlayan yağışlı dönem Nisan ayına kadar devam etmektedir. Mayıs ayından itibaren giderek azalan yağışlar Eylül ayı sonuna kadar az yağışlı dönemi oluşturmaktadır. Buna göre yıllık yağışın %46'sı yağışlı dönemde (Aralık-Mart), %30'u geçiş döneminde (Ekim-Kasım-Nisan) ve %24'ü kurak dönemde (Mayıs-Eylül) düşmektedir. Yağışlı dönem, zeminin suya tamamen doymuş olduğu, geçiş dönemi zeminin suya kısmen doymuş olduğu, kurak dönem ise zemin suyunun bulunmadığını ifade eder.

2.2.1 Don Etkisi

Zeminde bulunan boşluklarda sular, hava sıcaklığının suyun donma sıcaklığının altına düştüğü durumlarda donma eğilimi gösterir. Zeminlerde don oluşumu, beraberinde bir takım mühendislik problemleri oluşturabilmektedir. Bu problemler özellikle donan suyun hacminin artmasından kaynaklanan zemin hacim değişimlerine bağlı olarak gelişmektedir. Zemin hacim değişimleri öncelikle mevcutta bulunan yapılarda oturma, şişme gibi etkiler göstermektedir. Donan suyun etkisiyle mevcutta bulunan üst yapılar genişirken, bu suların erimesiyle yeniden eski haline dönemeyen yapılarda farklı oturmalar ve kırılmalar gözlenebilir. (Holtz ve Kovacs 1981).



Şekil 2.1 Çalışma sahasının yer bulduru haritası.



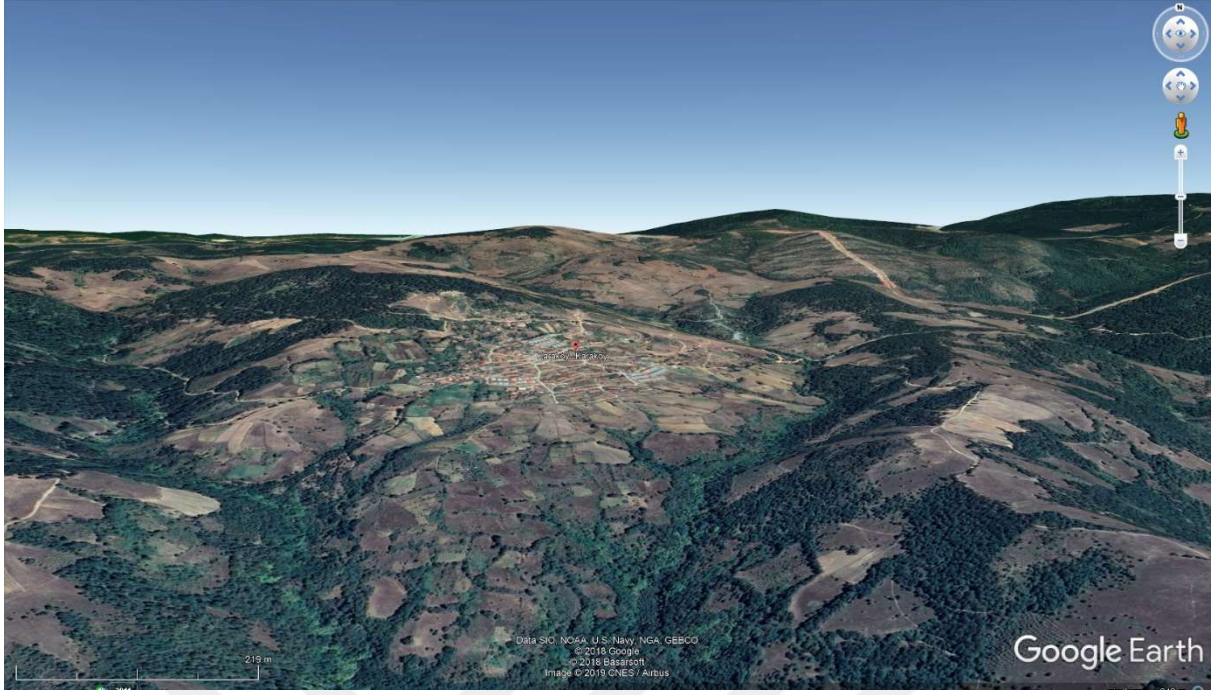
Şekil 2.2 Çalışma sahasına ait genel görünüm.

2.3 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma sahasında 2019 yılında Arson Müh. Müt. Ltd. Şti. tarafından zemin sondajları yapılmıştır. Yapılan bu zemin sondajları ve jeofizik çalışmalar ile birlikte bu veriler bir bütün halinde değerlendirilmiştir.

2.4 İNCELEME ALANININ JEOMORFOLOJİSİ

Karaköy Mahallesi genel olarak az eğimli ve orta eğimli bir topoğrafyaya sahiptir. İnceleme alanının bulunduğu bölge vadi şeklindedir. En önemli yükselti olarak; kuzey batısında 820 metre yüksekliğe sahip Karaotluk Tepesi yer almaktadır. Çalışma sahasında 610-675 metre arasında değişken yüksekliğe sahip kotlar bulunmaktadır. İnceleme alanı topoğrafik olarak %10-20 arasında eğimli ve %20-40 arasında eğimli alanlardan oluşmaktadır. Eğim yönü kuzeybatıdan güneydoğuya doğrudur (Çizelge 2.2, Şekil 2.3).



Şekil 2.3 İnceleme alanına ait 3 boyutlu uydu görüntüsü haritası.

BÖLÜM 3

BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

3.1 BÖLGESEL JEOLJİ

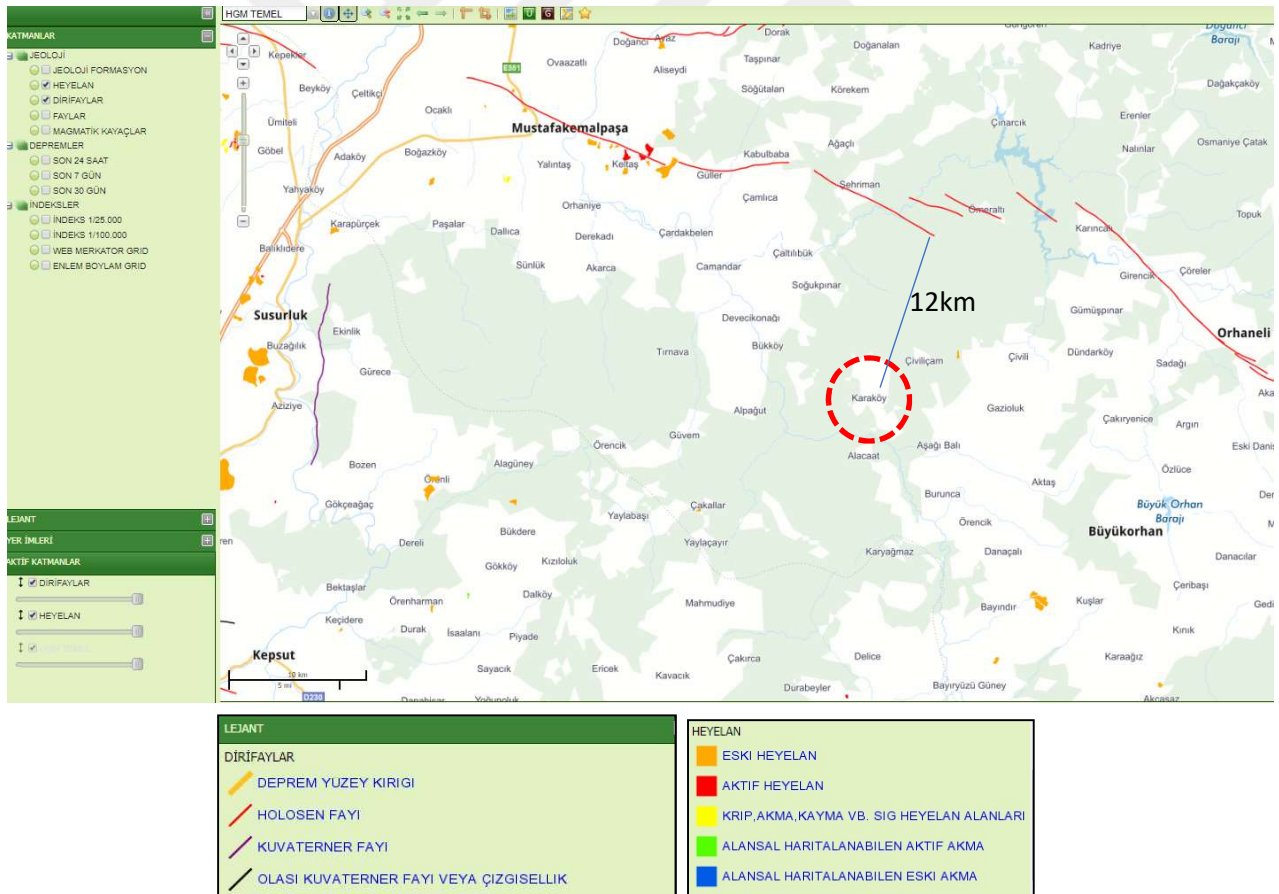
3.1.1 Yapısal Jeoloji

Bursa İli genelinde Paleozoyik-Kuvaterner zaman aralığını temsil eden, farklı litolojik özellikler sunan metamorfik, ofiyolitik, volkanik, plütonik ve çökel kaya türleri yer almaktadır. İnceleme alanı, ofiyolitik kenet kuşaklarıyla ayrılan, üç önemli tektonik birliğin bir araya geldiği bölgede yer almaktadır. Birbiriyle tektonik ilişkili olan bu birlikler, ilin kuzeyinde İstanbul Zonu, ortada Sakarya Zonu ve Güneyinde Tavşanlı zonlarından oluşur (Şengör ve Yılmaz 1981, Okay 1987). İstanbul zonu, Paleozoik yaşlı pasif kıta kenarı çökelleri ve bunları uyumsuzlukla örten Triyas yaşlı sedimanter kayalarından oluşmaktadır. Erendil vd. (1991)'ne göre Armutlu yarımadasının temelini oluşturan, Paleozoyik yaşlı Pamukova metamorfikleri, İstanbul istifleriyle denestirilebilecek özellikler taşımaktadır. Sakarya zonu, altta Uludağ masifinde yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı temel ve bu temeli tektonik olarak örten Permien-Triyas yaşta dalma-batma zonu kayalarından (Karakaya Kompleksi) meydana gelir (Okay vd. 1986). Tavşanlı Zonu ise mavi Şistleri Ofiyolit ve Ofiyolitli melanjdan oluşmaktadır (Okay 1984). Bu tektonik birliklerden İstanbul zonu ve Sakarya zonu Pondit İçi Kenedi ile Sakarya Zonu ve Tavşanlı zonu'da İzmir-Ankara Kenedi ile ayrılmaktadır. Pondit içi kenedi, Mesozoyik'te İstanbul zonu ve Sakarya zonu arasında yer alan okyanusun Erken Eosen-Oligosen dönemlerinde kapanması sonucu oluşmuş, ofiyolit ve mavi şist dilimlerinden oluşan bir fay zonu ile temsil edilir (Okay 1994). Sakarya ve Tavşanlı zonları arasında sınırı oluşturan İzmir-Ankara Kenedi, Neo-Tetis okyanusunun kuzeye dalarak yok olmasıyla oluşmuştur. Sakarya zonu ile Anatolid-Torid platformu arasında kıta kıta çarpışması muhtemelen Paleosen'de gerçekleşmiştir (Akyüz ve Okay 1998). Bu eski kıta parçalarını temsil eden bu tektonik birlikler ile bu tektonik birlikleri ayıran kenet kuşakları, oldukça farklı stratigrafik ve yapısal özelliklere sahiptir.

3.1.1.1 Faylar

Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü deprem verilerine göre inceleme alanı ve çevresini etkileyen 1900 ile 2019 arasında oluşmuş aletsel dönem deprem verileri, deprem risk analizlerinde kullanılmıştır. 17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 depreminin artçı depremleri bu analizlerde kullanılmamış, bireysel olarak $M_w \geq 4.0$ ve üzeri depremler değerlendirmeye katılmıştır.

Bursa civarında çok sayıda aktif fay bulunmaktadır "Yapılan bir araştırmaya göre, 100 yıl içerisinde Bursa'da 7 büyüklüğünün üzerinde şiddetli bir depremin olabileceği tespit edilmiştir. Bu fayların tamamı diri olup büyük bir çoğunluğu 6 üzerinde bir deprem üretme özelliğine sahiptir. Şehrin altından geçen Bursa fayı da 7 büyüklüğünde bir deprem üretebilir. (JMO Bursa paneli, Ağustos 2008)



Şekil 3.1 İnceleme alanının diri fay ve heyelan haritasındaki konumu.

Etüt alanı; Bursa ili içerisindeki; Bursa, Barakfakih ve İznik Aktif faylarına yakın olduğundan bu fayların üreteceği olası depremlerden etkilenmesi söz konusudur. İnceleme alanına en yakın diri fay 12.00 km mesafede bulunmaktadır.

3.1.2 Bölgenin Stratigrafisi

3.1.2.1 Serkedere Metamorfitleri (Ps)

Litolojik olarak yeşilimsi-gri renkli mika şistlerden oluşan birim kuvars-tremolit-aktinolit şist, kloritoid- muskovit-kuvars şist, albit-biyotit-kuvars şist, muskovit-biyotit-kuvars şist, albit-muskovit-kuvars şist, muskovit-kuvars şist ve mikalı kuvars şistlerden meydana gelmiştir. İlksel konumda sığ deniz çökelleri olarak oluşan kayalar daha sonra metamorfizma geçirmişlerdir.

3.1.2.2 Uludağ Metamorfitleri (Pum)

Uludağ'ın merkezi kesiminde yüzeyleyen yüksek dereceli metamorfik kayalar, gnays ile daha az orandan amfibolit ardalanmasından oluşmaktadır. Yer yer kalkşist ve kuvars şist içerir. Gnays ve amfibolit seviyelerinin kalınlığı bir kaç metre ile on metre arasında değişir. Yer yer mermer ara tabakaları içerir. Yapraklanmalar genellikle KB-GD doğrultulu ve kuzeye dikçe eğimlidir. Ayrıca KB-GD yönelimli yataya yakın kuvvetli mineral lineyasyonu gelişmiştir.

3.1.2.3 Uludağ Mermeri (Pumr)

Mermerler, Uludağ'ın kuzey ve güney yamaçları boyunca şerit halinde izlenir. Genellikle beyazımsı açık gri renkli olan mermerler; ince-orta-kalın tabakalı, bazen masif, yer yer erime boşluklu, erime yüzeyli, sert ve sağlam dayanımlıdır.

3.1.2.4 Yörüktepe Formasyonu (Py)

Yörüktepe Formasyonu genellikle rekristalize kireçtaşıdan oluşur. Bazı yerlerde killi kumlu kireçtaşı ve kumtaşları içermektedir. Kireçtaşları koyu gri, siyah, beyaz, sarımsı renkli, sert, orta-kalın, yer yer düzgün, çoğunlukla belirsiz tabakalı, erime boşluklu ve erime yüzeylidir. Genellikle çok sık çatlaklı, eklemlidir. Eklem ve çatlakları kalsit dolguludur. Bol makro fosilli olan birim yer yer kumlu, oolitik ve resifal kireçtaşı özellikleri gösterir. Topoğrafyada tepeler ve kornişler oluşturmaktadır. Triyas yaşlı Karakaya kompleksine ait formasyonlar içinde bloklar halinde izlenir. Metamorfik temelle uyumsuz olup, üst dokanağı yer yer faylı, çoğunlukla Liyas detritikleri, Orta Jura-Alt Kretase kireçtaşları, Üst Kretase ve Neojen yaşlı birimlerce uyumsuz olarak örtülür. Üst Permiyen yaşındadır (Genç 1986).

3.1.2.5 Metaultramafitler (Pzmu)

Yeşil mor, kahve renkli, oldukça deforme olmuş ve tektonize serpantinitle. Olasılıkla Karakaya formasyonunun içerisinde tektonik dilimler halinde bulunmaktadır. Biga Yarımadasında çoğu yerde metamorfik kayalar içerisinde gözlenen bu birimlerin kökeni belli değildir. Bu birimlerin olasılıkla Karakaya okyanusunun kapanması sırasında tektonik dilimler halinde metamorfik kayaların üzerine itildiği ve sonraki deformasyon evrelerinde metamorfizma geçirmiş olabilecekleri ileri sürülmektedir. Serpantinitle, yeşil ve koyu yeşil, kahverengimsi yeşil renklidir. Gelişmiş eklem takımlarına sahiptir. Özellikle tektonik aktivitenin ve hidrotermal alterasyonun yoğun olduğu zonlarda, ekaylar halinde izlenir.

3.1.2.6 Karakaya Kompleksi (Trk)

Biga yarımadasında başlıca metalav, metatüf, metapelit türü kısmen metamorfik kayalar ile bunlar içerisindeki çeşitli bloklardan oluşan, Triyas yaşlı kaya türleri ilk kez Bingöl (1968) ve Bingöl vd. (1973) tarafından Karakaya Grubu veya Karakaya Formasyonu olarak adlandırılmış ve tanımlanmıştır. Günümüzde yaygın olarak Karakaya Kompleksi olarak adlandırılan birimlerle benzer özellikler sunan Triyas yaşlı kaya türleri, inceleme alanında da geniş alanlarda yüzeylenmektedir. Grubun önemli özelliklerinden biri Paleozoyik yaşlı temel kayalarla dokanağının devamlı faylı olması, diğeri de Permiyen yaşlı kristalize kireçtaşı blokları içermesidir.

Yapılan araştırmalara göre (Okay vd.1990, Akyüz ve Okay 1996, Genç 1986) Karakaya grubu, başlıca dört tektono-stratigrafik birimden oluşmaktadır. Bunlar Metaultramafitler, Nilüfer Formasyonu (Trkn), Çataltepe Mermeri (Trkç), Avdancık Formasyonu (Trkav) ve Abadiye Formasyonu (Trkab) adı verilerek tanıtılmıştır. En altta yer alan, Okay vd. (1990) tarafından Nilüfer formasyonu olarak tanıtılan istif, bu çalışmada Nilüfer Formasyonu ve ataltepe formasyonu olmak üzere iki formasyona ayrılmıştır.

3.1.2.7 Nilüfer Formasyonu (Trkn)

Geniş alanlarda yayılım gösteren birim, çoğunlukla metabazit ve metapelitik kayalardan, az oranda da kalkşıstten oluşur. Yer yer fillat ve mermer ara seviyeli, yeşil renkli metatflerden oluşan bir istiflenme sunar. Tüm kayalarda belirgin bir folisyon ve yersel gelişmiş mineral yönelimi izlenir. Metamorfileri oluşturan metabazitlerde gözlenen yaygın mineral parajenezi; kalsik amfibol, albit/oligoklas, epidot, klorit, sfen, kalsit, kuvars ve opak minerallerdir. Birim yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Bu birimin üzerine ataltepe mermeleri gelir. Nilüfer formasyonu, yorumsal olarak Permo-Triyas yaşındadır (Akyüz ve Okay 1996).

3.1.2.8 Çataltepe Mermeri (Trkç)

Mermerler beyaz-gri renkli, bazen orta-kalın tabakalı iri kristalli, sık eklemli ve çatlaklıdır. Olduķa kalın ve homojen bir istiflenme sunar. Genellikle ince, değişik kalınlıkta silis bantları içerir.

Çataltepe mermerlerin altında kısa mesafelerde metabazit, mikaşıst, kuvars şist gibi farklı litolojilerin yer alması, bu iki birim arasında, rejyonal metamorfizma öncesi bir uyumsuzluğun var olduğuna işaret eder (Akyüz ve Okay 1998).

3.1.2.9 Avdancık Formasyonu (Trkav)

Kahve, boz, siyah, yeşil, mor ve sarı renkli, kalın-orta-ince tabakalı, konglomera, kumtaşı, feldspatlı kumtaşı, mikalı kumtaşı, grovak, silttaşı, kiltası, kiraçtaşı araldanmasından oluşur. Ayrıca radyolarit, diyabaz ve spilit ara katkıdır. Çeşitli cins ve yaşta kiraçtaşı blokları içerir. Konglomera ve kumtaşı seviyeleri sert ve kalın tabakalıdır. Kiltaları, kıvrımlı, ince-orta tabakalı, kırılğan ve yer yer devriktir. Kayma yapıları, eklem ve kırıklar çok yaygındır. Kumtaşları beyaz-krem renkli, kalın tabakalı, beyaz kuvars çakılıdır. Değişik yerlerde kiraçtaşı araldanımlı detritikler arasında spilitler gözlenir. Ara tabakalı olarak izlenen kiraçtaşları, genellikle gri-beyaz renkli, orta-ince tabakalı ve fosilsizdir. Diğer birimlerle araldanımlı olan konglomeralar boz, kahve renkli, sert ve kalın tabakalıdır. Permiyen ve Karbonifer yaşlı çakıl ve bloklar içerir. Tabanı net görülemeyen birimin alt dokanağı tektoniktir. Üstten Abadiye Formasyonu ve Iğdır Formasyonu ile geçişlidir. Birimin yaşı yorumsal olarak Permiyen sonrası ile Üst Triyas arasındadır (Genç 1986).

3.1.2.10 Abadiye Formasyonu (Trkab)

Abadiye Formasyonu Okay vd. (1990) tarafından Çal birimi olarak adlandırılmıştır. MTA (2009) tarafından yayınlanan Bursa ili Jeoloji haritasında ve eki raporunda Abadiye formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Benzer şekilde İnegöl çevresinde Abadiye formasyonu Genç ve Yılmaz (1995) ve Ankara çevresinde Ortaköy formasyonu kapsamında (Akyürek vd. 1984) adlandırılmıştır. Abadiye formasyonu stratigrafik olarak altındaki Avdancık formasyonu ile tektonik dokanaklı üzerindeki Bilecik kiraçtaşı ile de uyumsuz dokanaklıdır. Abadiye formasyonu ağırlıklı olarak kızıl-kahverengi, kahverengi spilitik bazik volkanik kayalar (toleyitik bazaltlar ve yastık lav bazaltları), kırmızı renkli çamurtaşları, radyolerli çört, grovak ve şeyllerden oluşmaktadır. Birim içerisinde gri, siyahımsı gri, bej renkli Üst Permiyen kiraçtaşı çakıl ve blokları da (Yunusdere formasyonu) izlenmektedir. İçerdiği kiraçtaşlarının boyutları 1 cm'den 3 km'ye kadar değişmektedir. Abadiye formasyonu bölgesel metamorfizmadan az etkilenmiştir. Birimden alınan lav örnekleri oldukça taze ve toleyitik bazalt karakteri sunmaktadır. Bazalt lavlarının gaz boşluklarında kalsit dolguları ve camın alterasyonu ile gelişmiş kloritler görülmektedir (Aysal 2005). Spilitik bazaltlar ise genelde kahverengi ve yeşil renklidir.

3.1.2.11 Bilecik Kireçtaşı (JKb)

Kireçtaşından oluşur. Kireçtaşları, beyaz-krem, pembe, koyu sarı renkli, orta-kalın tabakalı, sert erime boşlukludur. Karstlaşmış seviyelerinde tabakalanma çoğunlukla seçilemez. Kırık ve eklemler iyi gelişmiş ve kalsit dolguludur. Üst kısımlarında çört bant ve yumruları gözlenir. Yer yer ince tabakalı, kırmızı-sarı renkli, killi-kumlu kireçtaşı ve marn ara seviyeli içerir.

Bilecik kireçtaşı altında her zaman Bayırköy formasyonu bulunmaz. Bayırköy formasyonu üzerine geçişli, daha yaşlı birimler üzerinde uyumsuzlukla yer alır. Üst dokanağı ise Üst Kretase kireçtaşları ile geçişlidir. Jura-Alt Kretase yaşındadır (Genç 1986).

Beyaz, krem, pembe, koyu sarı renkli, orta-kalın tabakalı, genellikle oolitiktir. Erime ve karstik olaylar neticesinde tabakalanma çoğun görülmez. Kırık ve eklemler iyi gelişmiş olup kalsit damarları yaygındır. Sert, köşeli kırılmalıdır. Çört bant ve yumruları genellikle üst seviyededir.

3.1.2.12 Piribeyler Şistleri (Kp)

Genellikle silisli şeyl kökenli mikalı şist, çört kökenli mikalı kuvars şist, pelajik killi kireçtaşı kökenli kalkşist ve bazik volkanik kökenli mavi şistlerden oluşur. Metabazitler birim içinde oldukça yaygın olarak izlenir. Metabazit seviyeleri, genellikle siyahımsı ve mavimsi koyu gri renklidir. İyi derecede yapraklanmalı, yatık izoklinal kıvrımlı, mermer, kalkşist, kuvars bant ve mercekleri içerir. Başlıca mineral parajenezleri; amfibolit, glokofan-lavsonit-şist, hornblend-klorit-glokofan-şist, muskovit-klorit-epidot-glokofan-şist, albit-klorit-lavsonit-şist ve muskovit-albit-kuvars şisttir.

Tekeli vd. (1989)'ne göre formasyon, uyumlu bir dokanakla Tekerler mermerleri üzerinde yer almaktadır. Formasyon, Küçükayman vd. (1987) tarafından tanımlanan Devlez Metabazitleri ile deneştirilebilir.

3.1.2.13 Yayla Melanjı (Ky)

Birim birbirleri ile ilksel ilişkide olmayan çökel, metamorfik ve ofiyolit topluluğuna ait bazik ve ultrabazik kayalardan meydana gelmiş, karmaşık bir topluluktur. Formasyon, yeşil, gri, sarı, mor, kahve, kırmızı gibi renklerin hâkim olduğu alacalı bir görünüme sahiptir. İlksel ilişkide bulunmayan radyolarit, çamurtaşı, spilit, tuf, serpantin, diyabaz, gabro, dünit, harzburgit, mermer, metakumtaşı ve blok görünümde klorit-lavsonit-glokofan şist, epidot-lavsonit-glokofan şist ile bunların içinde değişik boyutta, değişik yaşta kireçtaşı bloklarından oluşur. Yayla melanjı, tüm eski kaya birimlerinin üzerinde tektonik dokanıklı olarak yer alır.

3.1.2.14 Koyunhisar Formasyonu (Kko)

Kumtaşı, silttaşı, marn, seyl ve kırmızı-bordo renkli killi kireçtaşı düzeylerinin ardalanmasından oluşur. Kahverengi, kızıl-kahve renkli kumtaşı, marn ve şeyller düzenli ince tabakalanmalıdır. Bazı kesimlerde kırmızı-bordo renkli mikritler ve rekristalize kireçtaşları yaygındır. Birim içerisindeki kırmızı-bordo renkli kireçtaşlarından alınan örneklerde bulunan fosil formları Kretase – Üst Kretase yaşları verir.

3.1.2.15 Yarhisar Formasyonu (Kya)

Kırmızı, pembe, sarı, krem boz renkli, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, konglomeratik kireçtaşı, kireçtaşı, kilitaşı, marn ardalanmasından oluşmuştur. İnce-orta nadiren kalın tabakalıdır. D-B gidişli senklinal yaygındır. Nadiren volkanik ara katlıdır. Birimin kalınlığı 50-200 m. arasında değişmektedir. Determinasyonu yapılan kesitlerde tesbit edilen mikro fosillere göre yaşı Cenomanien-Türoniyen-Maestrichtien (Üst Kretase)'dir.

3.1.2.16 Paşayayla Formasyonu (Kpa)

Genellikle boz, kahve, krem, yeşil renkli, ince-orta tabakalı çakıltası, kumtaşı, kireçtaşı, marn, kilitaşı, silttaşı, çamurtaşı ve tuf ardalanmalarından oluşur. Birimi, üzerine bindirmeyle yerleşen Yayla Melanjından ayıran en belirgin özelliği içerisindeki çamurtaşları sebebiyle renginin kahverengimsi-kırmızımsı olmasıdır.

3.1.2.17 Kurtkaya Formasyonu (Kk)

Bursa H22 b2-b3-b4 paftalarında Bayırköy kuzeyinde 3km uzunlukta mostra vermektedir. Koyu gri renkli, kalın tabakalı olan birim üste doğru Fındıcak Formasyonuna geçiş gösterir. Formasyon adlaması bu lokasyonda yapılmıştır. Kurtkaya Formasyonu inceleme alanında sadece Bayırköy kuzeyinde gözlenebilmiştir. Koyu gri-kahve renkli, orta-kalın tabakalı, çeşitli cins çakıllı konglomeralar, çok düzgün tabakalıdır. Dayanımlı oluşundan dolayı topoğrafyada dik şevler yapmaktadır. Çakıllarını genellikle şist, kuvars ve kireçtaşı oluşturmakta olup genellikle yuvarlak, yer yer ise köşeli, kötü boylanmalıdır. Birimin üst seviyelerine doğru tane boyu ufalmakta ve karbonatlı kumtaşına geçmektedir. Buralarda Formasyonun çok az miktarda nümmülit fosilleri içerdiği izlenmektedir.

Alt dokanağı Paşayayla Formasyonu ile diskordanslıdır. Fındıcak Formasyonu tarafından örtülen birimin kalınlığı 100m' dir. Konglomeraların üste doğru fosilli kumtaşlarına geçtiği görülmüştür.

3.1.2.18 Fındıcak Formasyonu (Tef)

Bol makro ve mikrofosilli kiltası, Silttaşı, karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı litolojisindeki birimde yanal yönde litoloji değişikliği olağandır. En iyi gözlendiği yer Fındıcak köyünün 2 km kuzeyidir. Buraya dayanarak Formasyon adlaması yapılmıştır. Kahve, kirli sarı, boz ve yeşil renkli konglomera-mikro konglomera, kalın-orta-ince tabakalı ve laminalı kumtaşı-karbonatlı kumtaşı, kumlu kireçtaşı, marn litolojisindeki birim düzgün ve devamlı tabakalanmalıdır. Genellikle alt seviyelerde sert karbonatlı kumtaşı-kumlu kireçtaşı, üst seviyelerde ise gevşek kumtaşı marn şeklindedir. Bol nümmülitli gastropotlu, lamellini, mercanlı ve Echinidlidir. Bu kırıntılar arasında killi seviye içindeki ostrea yığılması ile kömür damarı önemlidir. Klavuz seviye halinde doğuya doğru devam ettirilebilen birimde yanal olarak kireçtaşına geçiş görülür. Fındıcak Formasyonu Çanakpınar Bazaltı ile örtülür. Fındıcak Formasyonunun alt dokanağı Kuşkayası Formasyonu ile geçişli olduğu gibi, Üst Kretase yaşı Paşayayla Formasyonu üzerine aşmalı olarakta gelebilmektedir. Üst dokanağı ise zaman zaman Çanakpınar Formasyonu (bazaltları) çoğunlukla ise Sarıkaya Formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür. Klavuz seviye olarak izlenebilen birim GB-KD yönünde zaman zaman incelenip kalınlaşan bir şerit halinde yüzeylenmektedir. Birimin kalınlığı en fazla 150m'dir.

3.1.2.19 Çanakpınar Formasyonu (Teç)

Koyu boz, siyah, kahverenkli, sert, bazaltik bileşimli lavlar Fındıcak Formasyonu üzerine gelmekte ve yer yer geniş yayılımlar sunmaktadır. Çanakpınar formasyonu adlaması özelliklerinin en iyi gözlemlendiği yöreye dayanılarak yapılmıştır. İnceleme alanında H22b4 paftasında izlenmektedir. Koyu kırmızı, kahve, mor renkli, sert, köşeli kırılmalı birim, Fındıcak Formasyonu ve daha yaşlı birimler üzerinde yayılmıştır. Gaz boşluklu birimin fenokristallerini plajiyoklas ile mafik mineraller oluşturur. Hamuru ofilitik dokudadır. Bazaltın üzerine geldiği birimin yüzeyinde pışme meydana getirmiştir.

Fındıcak Formasyonunun çökeldiği çanağa yeri bilinmeyen bir veya birkaç bacadan çıkarak yayılan Çanakpınar volkanitleri, yer yer Sarıkaya veya Dürdane Formasyonları ile örtülür. Volkanizmanın olduğu evredeki paleotopoğrafya ya bağlı olarak kalınlığı bölgesel olarak değişmektedir. 0-200 m arasında tahmin olunmaktadır. Fosil içermeyen birimin yaşı Fındıcak Formasyonunu kestiği ve üzerinde bulunmasından dolayı Lütésiyen başı olarak kabul edilmiştir.

3.1.2.20 Kayacıkçayırı Formasyonu (Tek)

Ak-krem-sarı renkli, makro ve mikrofosilli kireçtaşı, kumlu kireçtaşından oluşan Kayacıkçayırı Formasyonu inceleme alanında tipik olarak yüzeylenir. Formasyon adlaması burada yapılmıştır. Ak-krem-sarı renkli, orta-kalın tabakalı kireçtaşı bol lamelli, gastropot, ekinit makro ve nümülit mikro fosillidir. Çoğunlukla kumlu kireçtaşı olarak izlenen birim yer yer killi-kumlu ardalanımlı olup, sert, köşeli kırıklıdır. Tabakalanması düzgün ve yanal devamlıdır. Yer yer kırıklar iyi gelişmiş. Tektonik dolayısı ile bilhassa batıda eğimler dikleşip devrilmiştir. Hocaköy kuzeybatısında Radyolarit, meta diyabaz ve metabaziklerden oluşan metamorfikler üzerine tüf matriksli konglomera seviyesi ile Eosen yaşlı birim gelmektedir. Çakılları yuvarlak şist, mermer ve paleosen kireçtaşıdır. Derbent köyü batısında Avdancık Formasyonu üzerine konglomera ile gelen kireçtaşının konumu çok tipiktir.

Alt dokanağı Dürdane Formasyonu ile, Üst dokanağı birbiriyle yanal-düşey geçişli katırlı. Müslümsölöz ve Kurbandağı Formasyonları ile geçişlidir. D-B yönünde kalınlığı az da olsa değişerek kuzeye eğimli olarak izlenir. Klavuz seviye niteliğindedir. Kalınlığı 5-20m arasında değişir. Derlenen örneklerden elde edilen fosillere dayanılarak Kayacık çayırı Formasyonunun yaşı; Lütésiyen (Orta-Üst) dir. Sığ denizde çökemiş Dürdane Formasyonu üzerinde 5-20m. kalınlığında klavuz seviye olabilecek kadar bitevil ve yanal devamlı kireçtaşı, bol makro ve mikro fosilli olup sığ ve oldukça düz bir deniz tabanı üzerinde çökeltmiştir.

3.1.2.21 Katırlı Formasyonu (Teka)

Kirli sarı, boz, yeşil renkli, kıltaşı-marn-kumtaşı ardalanımlı, yer yer jips, kömür ve bitüm ihtiva eden birim, Katırlı köyü kuzeybatısında tipik olarak yüzeyleyir. Formasyon adı buraya dayanılarak verilmiştir. Çalışma alanında Gençali köyü dolaylarında, Engürü, Adliye köyleri güneyinde, Bursa H22 a3 paftasında Katırlı köyü kuzeybatısında ve Hamidiye köyü kuzeyinde, Bursa H22 b4 paftasında Hamidiye köyü kuzeyinde yüzeyleyir katırlı Formasyonu, buralarda tip lokaliteler sunar. Katırlı Formasyonu, kirli sarı, boz, yeşil kumtaşı ile kirli sarı, açık yeşil, kırmızı-mor renkli kumtaşı-kıltaşı-marn-çamurtaşı ardalanımlıdır. Kumtaşı, ince-orta-kalın, düzgün tabakalı, karbonat çimentolu olup sert ve boylanma orta, iyi, kıltaşlarıyla ardalanımlıdır. Yer yer kalın jips seviyeleri içeren birimin gelişen heyalanlardan dolayı tabakalanması çoğunlukla gözlenemez. Toprak örtüsü iyi gelişmiştir. Kalınlığı 0,7 m. ye kadar çıkabilen yersel kömürlü seviyeler ekonomik değildir. Kurşunlu güneyinde kil taşları arasında yaygın olarak bitümlü seviyelere rastlanır.

Üst dokanağı Kurbandağı Formasyonu ile düşey-yanal geçişli olan Katırlı Formasyonu, Kayacık çayırı Formasyonu üzerinde uyumlu olarak izlenir. Bursa H22 a4 ve b1 paftalarında Hamidiye köyü kuzeyinde, Dürdane Formasyonu ile geçişlidir. Tabakalanma, toprak örtüsü ve ayrışmadan dolayı pek iyi izlenemez. Bazen de merceksel konumlu izlenen Katırlı Formasyonu batıya doğru açılarak kalınlığı 150m ye erişmektedir.

Yanal ve düşey ilişkide olduğu Formasyonlara dayanılarak yaşı Lütésiyen (Orta-Üst Eosen) dir. Genellikle kıltaşı, marn ve kireçtaşı ardalanımlı birimin yer yer turba ve jips içermesi, oldukça sığ deniz ile ilişkisi göllerde ani taşmalar sonuca oluştuğunu belirtir.

3.1.2.22 Kurbandağı Formasyonu (Teku)

Koyu kırmızı, kahve, yeşil renkli konglomera, aglomera, tüf, çamurtaşı, kumtaşı ardalanımlı olan birim, volkanik ara katkılıdır. Mor, kahve, yeşil, sarı renkli, çamurtaşı, Aglomera, tüf, kumtaşı, konglomera ardalanımlı birim yer yer çok iyi tabakalanmalı olup, çoğunlukla kolay ayrışır kaba kumtaşı ve çamurtaşı litolojisindedir. Tüfler kalın katmanlı, som görünüşlü (açık yeşil-sarı renkli) olup geniş alanlarda izlenir. 5-20cm çapında yuvarlak volkanik çakıllı aglomera ve konglomeralar bazen hiç çimento ihtiva etmez. Yanal ve düşey ilişkide olduğu birimlere dayanılarak yaşı Lütésiyen (Orta-Üst Eosen) dir.

Volkanik aktivitenin etkin olduğu bir dönemde şelf üzerinde sığ denizde çökelmiştir. Detritiklerin tanelerinin de volkanik oluşu beslenme çanağının volkanik kökenli litolojilerle örtülü olduğunu işaretler.

3.1.2.23 Uludağ Graniti (Tgr)

Uludağ Graniti genel olarak gri renkli, bazen pembe renkli, ayrıışmış seviyeleri açık sarı renkli, orta taneli, sert ve masif yapıya sahiptir. Uludağ Graniti, genellikle granodiyorit ve granitten oluşmaktadır. Koyu gri, açık gri, kahve, grimsi beyaz renkli, bol kuvarslı ve mikalıdır. Özellikle kenar zonları çok eklemlı ve yer yer çok ayrıışmıştır. Koyu renkli mineralleri çok fazladır. Kontak zonlarında metamorfizma izleri gözlenir. Yan kayaçları anklav olarak almıştır. Bazı yerlerde soğan yapılı, koyu gri renkli, kırıklı, sert ve kuvars damarları ile kesilmiş halde görülür. Çatlaklar hidrotermal çözeltilerle dolmuştur. Kayaçta sosuritleşme, kloritleşme ve karbonatlaşma bulunmaktadır. Yer yer pegmatitik ve aplit daykları tarafından kesilmiştir. Birime bölgede çalışmalar yapan çeşitli araştırmacılar farklı yaşlar vermişlerdir. Okay vd. (2008)'e göre Uludağ ve çevresinde yüzeyleyen derinlik magmatik kayalar Eosen, Oligosen yaşında olduğunu ileri sürmüştür.

3.1.2.24 Mudamköy Volkanitleri (Tmu)

İnceleme alanında farklı yerlerde yüzeyleyen birim, genellikle andezit, bazalt, dasit, riyodasitten oluşmaktadır. Riyodasitler sarımsı, beyazımsı, bej renkli, dasitler kirli sarı renkli, bazaltlar yeşilimsi, gri, siyahımsı renkli, andezitler ise kırmızımsı, pembemsi ve kahverenkli. Altında bulunan Miyosen çökelleriyle ilişkisi net olarak gözlenememiştir. Pliyosen çökellerinin altında yer almaktadır. Yalçinkaya ve Afşar (1980)'a göre, Pliyosen öncesi Üst Miyosen yaşındadır.

3.1.2.25 Köprühisar Formasyonu (Tmk)

Yenişehir havzasında gözlenen birim genellikle konglomera-kumtaşı ile killi-kumlu kireçtaşı, çamurtaşı ve marndan oluşmaktadır. Bu kaya türleri yanal ve düşey yönde birbirleriyle geçişlidir. Formasyonun hâkim kaya türü konglomera ve kumtaşıdır. Konglomera-kumtaşı seviyeleri genel olarak boz-kahve-kirli sarı, sarı-kırmızımsı renkli, kalın tabakalı, gevşek, yer yer orta tutturulmuş, bazen dağılğan, kaba taneli, kötü boylanmalıdır. Konglomeralar, genellikle kuvars, volkanik, daha az metamorfit, mermer çakıllı, orta kötü boylanmalı, az yuvarlak-küt köşeli, genellikle iri çakıllı, bazen çakılcık-ufak çakıllı, kum matriksli, karbonat çimentoludur. Birim içinde yer yer tabanı aşındırmalı akarsu kanal çökelleri izlenir. Kanal dolguları kaba elemanlı, orta-bazen sıkı tutturulmuştur. Birim içinde ara düzey şeklinde açık yeşilimsi beyaz, sarımsı beyaz renkli, çok gevşek tutturulmuş, çok zayıf dayanımlı silttaşı-kiltaşı düzeyleri de gözlenir. Çamurtaşı, kızıl, kırmızı renkli, kalın tabakalı, gevşek tutturulmuş, dağılğandır. Marn, kirli beyaz renkli, tabakalanma belirsiz, kavkılı ve zayıf dayanımlıdır. Kireçtaşları, beyaz, krem renkli, gastropod fosilli, orta-kalın, düzgün tabakalıdır. Alt dokanağı Miyosen öncesi birimlerle uyumsuzdur. Orta-Üst Miyosen yaşındadır (Genç 1986).

3.1.2.26 İnegöl Formasyonu (Tmi)

İnegöl havzasında yayılım gösteren birim konglomera, kumtaşı ile marn, kiltası, killi kireçtaşı ve kireçtaşından oluşur. Konglomera seviyesi, kahve-kırmızımsı renkli, kalın tabakalı, gevşek tutturulmuş, çakılları 1-2cm den 1-2m ye kadar değişken köşeli granit, mermer ve şistten oluşur. Üzerine tane boyu ufalarak kumtaşları gelmektedir. Çoğunlukla alt seviyelerde kalın tabakalanmalı, üst seviyelere doğru ince-orta tabakalıdır. Kahve, sarı, boz renkli, karbonat çimentoludur. Çapraz tabakalanma, oygu dolgu izleri sıkça görülür. Bazen aşınma yüzeylerinde kömür serpintileri gözlenmiştir. Yer yer 0,5 m lik kömür tabakalıdır. Kumtaşı üste doğru killi marnlı seviyelere geçer. Yanal ve düşey litoloji değişimleri olağandır. Birim İnegöl havzasının kuzeyinde daha çok laminalı, ince-orta tabakalı kiltası, marn, kumtaşı, killi-kireçtaşı, kireçtaşı ve az orandaki çakıltası ardalanımlı olarak izlenir. Kiltaları, genellikle beyaz, sarı, kahve, boz, yeşil renkli plaketer şeklinde ve ince laminalıdır. Yaprak fosilleri ve bitki kırıntıları içerir. Kumtaşları orta tabakalı, sert ve sağlam dayanımlıdır. Kumtaşları içinde omurgalı fosil yığışımı gözlenmiştir. İnegöl'ün güneyinde, formasyonun marn-kiltası-kumtaşı-konglomera ardalanmalı, gevşek tutturulmuş ve dağılgan seviyelerinde yoğun heyelanlar gözlenir. Kendinden yaşlı birimler üzerinde uyumsuz olarak yer almaktadır. Omurgalı fosiline göre Üst Miyosen yaşı verilmiştir (Genç 1986).

3.1.2.27 Mudanya Formasyonu (Tmm)

Bursa şehir merkezinin kuzey, kuzeybatı ve batı kısımlarında olmak üzere, genellikle Nilüfer, Mudanya ve Karacabey İlçesi sınırlarında geniş yayılım gösteren gösel karbonatlı çökellerdir. Birim, gösel çökellerin, kumlu, çakıllı, konglomeralı, silttaşı, marn, kumtaşı ve kiltası ardalanmalı Neojen yaşlı tortuların oluşmuştur. Üstte genellikle 20 metreye kadar tamamen ayrışmış, çapraz tabakalı ve dağılgan zemin özellikleri göstermektedir. Tamamen ayrışmış zemin özelliği gösteren kısımlarında beyaz renkli karbonatlar gözle ayırt edilebilmektedir. Daha derinlerde sağlam kayaç özelliği gösteren kısımlarında karbonat ana dolgulu ve yuvarlak konglomeraları barındırmaktadır. İri tanelerin yuvarlak gözlenmesi göl çevresinde olduğunu yada akarsu fasiyesine bağlı olarak taşındığının göstermektedir. Homojen dağılımlı bir birim değildir.

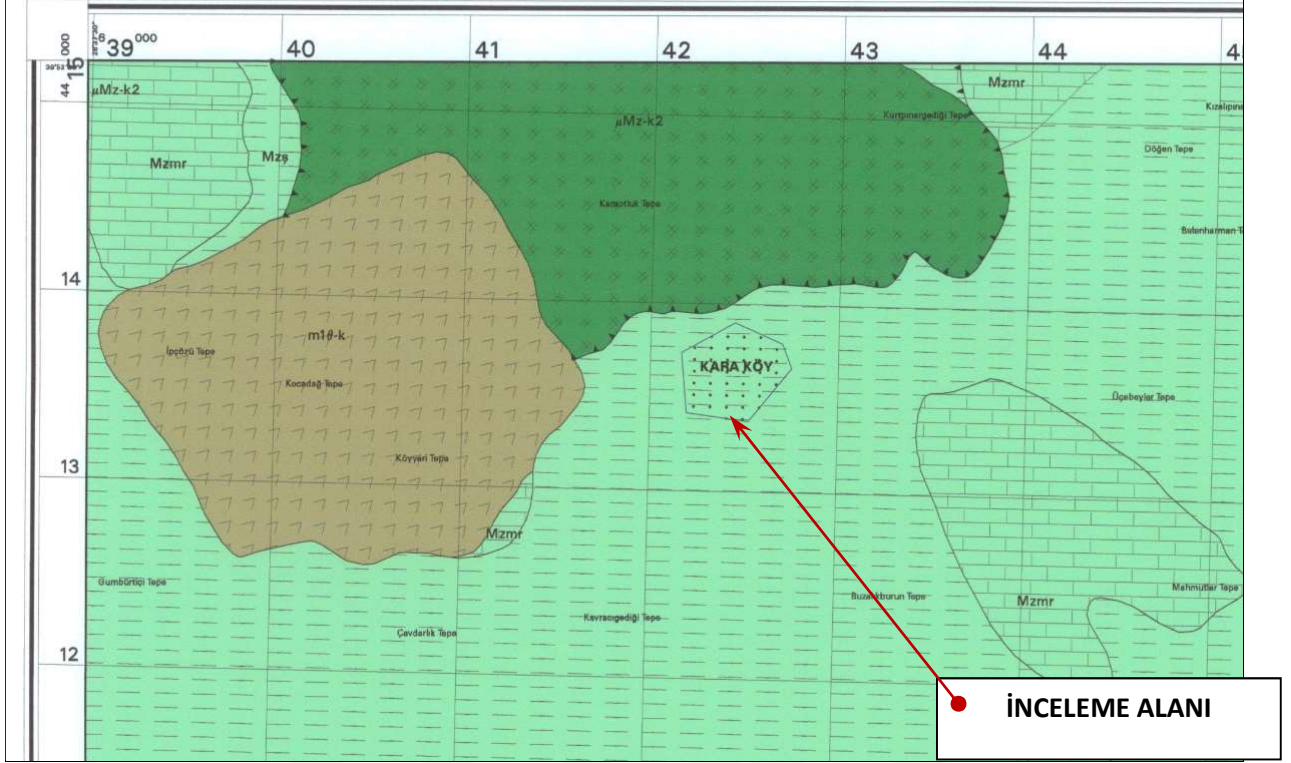
3.1.2.28 Yamaç Molozu (Qym)

Tutturulmamış, gevşek tutturulmuş, köşeli, küt köşeli, genellikle blok, çakıl ve kum yığılımlarından oluşan molozlardır. Toprak ara katkıları içerir. İri blokları ve ince malzemeleri beraberinde barındırdığı için dağılma riski gözlenebilen birimdir.

3.1.2.29 Alüvyon (Qal)

Akarsuların ve derelerin vadi tabanları ile ovaların tabanlarında gözlenen tutturulmamış, çakıl, kum, silt ve kil boyutunda malzemedir oluşur. Bursa ovasında heterojen şekilde birbirine yanal ve düşey geçişler gösteren Kum, kil, silt, çakıl, blok (özellikle birikinti konilerinde) boyutlu malzemeler içermektedir. Akarsu yataklarında, özellikle Nilüfer çayı boyunca, yan kollarda yer alır. Özellikle Nilüfer çayı boyunca alüvyon, iri bloklu ve çakıllıdır. Arada yer yer kalınca kum bantları görülür. Silt ve kil bantları ise incedir. Nilüfer vadisinin genişlediği kesimlerde alüvyon kalınlığı da artmaktadır. Kumlu alüvyon malzemesi kum ocağı olarak işletilmektedir.

KUTAHYA-I21-a3



Simgelerin Açıklaması

	m3pl1±2x1-k ÜST MİYOSEN-ALT PLİYOSEN,TÖF-AGLOMERA,KARASAL,Volkanik Kaya
	m1θ-k ALT MİYOSEN,DASİT,KARASAL,Volkanik Kaya
	m1θ/p-k ALT MİYOSEN,DASİT-RİYO DASİT-RİYOLİT,KARASAL,Volkanik Kaya
	γ1j2Q-pn GRANODİYORİT,PALEOSEN,Derinlik Kaya
	μMz-k2 MELANJ,ÜST KRETASE,Ofiyolitik Kaya
	Mzθ MESOZOYİK,ŞİST,Metamorfik Kaya
	Mzmr MESOZOYİK,MERMER,Metamorfik Kaya

Şekil 3.2 İnceleme alanının Genel Jeoloji Haritası ve Lejantı (MTA 1/25.000).

3.2. İNCELEME ALANI JEOLJİSİ

İnceleme alanının jeolojisini üstte maksimum 0.20 cm bitkisel toprak ve altında Üst Miyosen yaşlı Mudamköy Volkanitlerine ait Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış Tüf seviyeler ile Paleozoik yaşlı Serkedere Metamorfitlerine ait beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok parçalı, kırıklı, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış ŞİST ve Kristalize Kireçtaşı seviyeler oluşturmaktadır. Ekli haritada Mudamköy Volkanitlerine ait seviyeler Tmu, Serkedere Metamorfitlerine ait birimler Ps simgesi ile gösterilmiştir.

İnceleme tarihi itibarıyla inceleme alanında SK-3, SK-7 ve SK-8'de 8.00 metrede, SK-4'te 11.00 metrede, SK-5'te 6.00 metrede ve SK-6'da 2.50 metrede yeraltı suyuna rastlanmıştır. Ayrıca inceleme alanı sınırının dışında, batı kısmında inceleme tarihi itibarıyla kaynak suyu çıkışı gözlenmiş olup, inceleme alanından geçmektedir.

Çizelge 3.1 İnceleme alanında gözlemlenen birimlerin jeolojik formasyonları.

FORMASYON	BİRİM
Güncel	Bitkisel Toprak
Mudamköy Volkanitleri (Tmu)	Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış TÜF
Serkedere Metamorfitleri (Ps)	Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok parçalı, kırıklı, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış ŞİST ve KRİSTALİZE Kireçtaşı

3.2.1 Mudamköy Volkanitleri (Tmu)

İnceleme alanında farklı yerlerde yüzeyleyen birim, genellikle andezit, bazalt, dasit, riyodasitten oluşmaktadır. Riyodasitler sarımsı, beyazımsı, bej renkli, dasitler kirli sarı renkli, bazaltlar yeşilimsi, gri, siyahımsı renkli, andezitler ise kırmızımsı, pembemsi ve kahverenkli. Altında bulunan Miyosen çökelleriyle ilişkisi net olarak gözlenememiştir. Pliyosen çökellerinin altında yer almaktadır. Yalçinkaya ve Afşar (1980)'a göre, Pliyosen öncesi Üst Miyosen yaşındadır.



Şekil 3.4 İnceleme alanında gözlenen Mudamköy Volkanitlerine ait yarma fotoğrafı.



(a)



(b)

Şekil 3.5 a) Mudamköy Volkanitleri çatlak sistemlerinin sağdan görünümü, b) Mudamköy Volkanitleri çatlak sistemlerinin soldan görünümü.

3.2.2 Serkedere Metamorfitleri (Ps)

Litolojik olarak yeşilimsi-gri renkli mika şistlerden oluşan birim kuvars-tremolit-aktinolit şist, kloritoid- muskovit-kuvars şist, albit-biyotit-kuvars şist, muskovit-biyotit-kuvars şist, albit-muskovit-kuvars şist, muskovit-kuvars şist ve mikalı kuvars şistlerden meydana gelmiştir. İlkel konumda sığ deniz çökelleri olarak oluşan kayalar daha sonra metamorfizma geçirmişlerdir.



Şekil 3.6 Serkedere Metamorfitlerine ait kireçtaşı birimin genel görünüm fotoğrafı.



Şekil 3.7 Serkedere Metamorfitleri şist birime ait genel görünüm fotoğrafı.



BÖLÜM 4

İNCELEME ALANININ TANITILMASI

4.1 SONDAJ ÇALIŞMALARI

İnceleme alanında yapılan jeoteknik çalışmalar kapsamında derinlikleri 10.00'ar ve 15.00'er metre olmak üzere toplam derinliği 115 m olan 8 adet zemin araştırma sondajı yapılmıştır (Arson 2019). Sondajlar arasından belirli doğrultular boyunca korelasyonla enine jeoloji kesitleri hazırlanarak birimlerin yeraltındaki konumları aydınlatılmaya çalışılmıştır. Ayrıca saha gözlemleri yapılmış, söz konusu alanda yarmalar incelenmiş ve MTA, 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasından da faydalanılarak birimlerin sahadaki dağılımları belirlenmiştir. İnceleme alanında açılan sondajlar sırasında her 1.5 metrede Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılarak zeminlerin kıvam ve sıklık özellikleri belirlenmiş ve 39 adet örselenmiş numune alınmıştır. Ayrıca uygun görülen zemin koşullarında, zemin birimden örselenmemiş numune (UD) ve kaya birimden karot numuneleri alınmıştır. (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 SK-6 nolu sondaj çalışmasından görünüm.

SK-1’de yüzeyden itibaren 0.20 metreye kadar bitkisel toprak, 0.20 metreden 2.00 metreye kadar Beyazımsı-sarımsı krem renkli, çok ayrışmış, çok zayıf TÜF, 2.00 metreden 3.00 metreye kadar Grimsi krem-krem renkli, çok ayrışmış, çok zayıf ŞİST, 3.00 metreden sondaj sonu 10.00 metreye kadar Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok ayrışmış, çok parçalı, kırıklı TÜF birim geçilmiştir.

SK-2’de yüzeyden itibaren 0.10 metreye kadar bitkisel toprak, 0.10 metreden 2.00 metreye kadar Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, çok ayrışmış, çok zayıf TÜF, 2.00 metreden sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Beyazımsı-grimsi-sarımsı renkli, araları ince kil dolgulu, çok ayrışmış, çok parçalı, kırıklı KRİSTALİZE KİREÇTAŞI birim geçilmiştir.

SK-3’te yüzeyden itibaren 0.10 metreye kadar bitkisel toprak, 0.10 metreden sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, sert kıvamlı, araları çok sıkı çatlaklı şist parçaları içeren, ofiyolitik kayaç kırıntılı, plastik yapılı, çok ayrışmış, kumlu, siltli, yer yer çakıl bantlı, tamamen ayrışmış, killi ŞİST birim geçilmiştir.

SK-4’te yüzeyden itibaren 0.10 metreye kadar bitkisel toprak 0.10 metreden 12.00 metreye kadar, Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrışmış TÜF, 12.00 metreden sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Koyu siyahımsı kahvemsı sarımsı renkli, çok sıkı parçalı çakıllı, çok çatlaklı, yer yer killi, ŞİST birim geçilmiştir.

SK-5’te yüzeyden itibaren 11.00 metreye kadar, Beyazımsı-Kahvemsı renkli araları ince kil dolgulu çok çatlaklı, çok sıkı yapılı ofiyolitik kayaç kırıntılı, TÜF, 11.00 metreden sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Mavimsi-grimsi-beyazımsı renkli, içinde ofiyolitik kayaç kırıntıları bulunan, kumlu, çok katı kıvamlı, tamamen ayrışmış, killi ŞİST birim geçilmiştir.

SK-6’da yüzeyden itibaren 3.00 metreye kadar, Kahvemsı renkli, çok katı kıvamlı, seyrek çakıllı, kumlu, çok ayrışmış, ŞİST, 3.00 metreden 5.00 metreye kadar, Kahvemsı renkli, sert kıvamlı, araları çok sıkı, plastik yapılı, çok ayrışmış, kumlu siltli TÜF (CI-CH), 5.00 metreden sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Mavimsi-grimsi-beyazımsı renkli, içinde ofiyolitik kayaç kırıntıları bulunan, kumlu, çok katı kıvamlı, tamamen ayrışmış, killi ŞİST birim geçilmiştir.

SK-7’de yüzeyden itibaren, sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Kahverengimsi renkli, çok katı-katı-sert kıvamlı, plastik yapılı, çok sıkı çakıllı, kumlu, çok ayrışmış, Çakıllıkumlu siltli KİL (CI-CH) birim geçilmiştir.

SK-8’de yüzeyden itibaren 0.20 metreye kadar bitkisel toprak, 0.20 metreden 4.00 metreye kadar, beyazımsı-kahvemsı renkli, araları çok sıkı-sıkı yapılı, çakıllı kumlu siltli kum ve çakıl-kil içerikli, çok ayrışmış çok çatlaklı ŞİST, 4.00 metreden sondaj sonu 15.00 metreye kadar, Mavimsi-beyazımsı-sarımsı renkli, çok sıkı parçalı, çok çatlaklı, yer yer killi kumlu, siltli, çok ayrışmış, çok çatlaklı ŞİST birim geçilmiştir.

Çizelge 4.1 Açılan sondaj kuyularına ait koordinatlar, sondaj derinliği ve yeraltı su seviyesi.




Sondaj No	Derinliği (m)	Koordinatlar (ITRF-3 ⁰)		Y.A.S.S (m)
		Doğu	Kuzey	
SK-1	10.00	386079.566	4415017.499	Yok
SK-2	15.00	386096.745	4415132.554	Yok
SK-3	15.00	386083.799	4415215.098	8.00
SK-4	15.00	386106.642	4415354.446	11.00
SK-5	15.00	386173.797	4415313.898	6.00
SK-6	15.00	386055.009	4415277.919	2.50
SK-7	15.00	386013.716	4415265.322	8.00
SK-8	15.00	386019.030	4415216.812	8.00

Sahada açılan SK-1 nolu sondaj kuyusuna ait karot sandığı görüntüsü Şekil 4.2’de verilmiştir. Diğer sondaj noktalarına ait karot sandığı görüntüleri Ek-C’de verilmiştir.



Şekil 4.2 İnceleme alanında açılmış 10 metrelik SK-1 nolu sondaj kuyusunda ait karot sandığı fotoğrafı.

SK-1 nolu sondaj kuyusuna ait sondaj derinliği, zemin profili ve zemin tanımlaması Şekil 4.3'te yer almaktadır. Ayrıca diğer sondaj noktalarına ait loglar Ek-D'de verilmiştir.

Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
▼ ▼ ▼ ▼	0.00-0.20m arası:Bitkisel Toprak	0
	0.20-2.00m arası: beyazımsı-sarımsı-krem renkli, çok ayrışmış, çok zayıf Mudamköy Volkaniti Tüf (Tmu)	0.5
		1.0
		1.5
		2.0
	2.00-3.00m arası: Griimsi-krem renkli, çok ayrışmış, çok zayıf Serkedere Metamorfileri Şist (Ps)	2.5
		3.0
	3.00-10.00m arası: Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok ayrışmış, çok parçalı, kırıklı, Mudamköy Volkaniti Tüf (Tmu)	3.5
		4.0
		4.5
		5.0
		5.5
		6.0
		6.5
		7.0
		7.5
		8.0
		8.5
		9.0
9.5		
10.0		
Kuyu Sonu:10.00 metre		10.5

Şekil 4.3 İnceleme alanında açılan 10 metre derinliğe sahip SK-1 nolu sondaj kuyunun logu.

BÖLÜM 5

İNCELEME ALANININDA YAPILAN JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

5.1 JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Çalışma sahasında 26 Mart 2019 tarihinde, 3 profilde karşılıklı atışlı sismik kırılma ve 2 noktada mikrotremör çalışmaları Arson Mühendislik Jeolojik Hizmetler San. ve Tic. Ltd. Şti tarafından yapılmıştır. Bu ölçümlere bağlı olarak jeolojik tabakalanma, tabaka kalınlıkları, yer altı hız yapısı, zeminlerin dinamik ve elastik parametreleri, zemin sınıfı, zemin hakim titreşim periyotları, zemin büyötmeleri, zemin içerisindeki yanal ve düşey süreksizlikler, yeraltı suyu durumu belirlenmiştir. Jeofizik saha çalışmaları, sahanın tamamını kapsayacak şekilde yapılmıştır.



Şekil 5.1 SİS-1 nolu sismik kırılma çalışmasından genel görünüm (Arson 2019).



Şekil 5.2 SİS-2 nolu sismik kırılma çalışmasından genel görünüm (Arson 2019).

5.1.1 Sismik Kırılma

Sismik araştırmada 12 kanallı sinyal biriktiren, WZG-24A marka bir Mühendislik Sismografi kullanılmıştır. Sahadan alınan ölçümlerde edinilen veriler dizüstü bilgisayara kaydedilerek büro ortamında değerlendirilmiştir. Sismograf; kırılma, yansıma, kuyu ii ve kuyular arası sismik alışmalara elverişlidir. Sismik dalga kaynağı olarak 6.0 kg ağırlığındaki balyoz ile elik plaka üzerine yaptırılan vuruşlardan yararlanılmıştır.



Şekil 5.3 Sahaha ölçüm yapılan sismik cihaza ait görüntü (Arson 2019).

Jeofizik çalışmalardan P Dalgası ve S Dalgası hızlarını belirlemeye yönelik olarak profil uzunluğu 60 metre seçilerek 3 profilde sismik kırılma yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada P ve S dalgaları için 14 Hz' lik Jeofonlar kullanılmış, uygulamada jeofon (grup içi alıcı) uzaklıkları 5 metre, ofset (grup dışı alıcı) uzaklığı 5 metre olarak seçilmiştir. Alınan p-düz, p-ters ve s-düz dalgası hızlarını tespit etmek için düz ve ters atışlar yapılmış, atışların okuma analizleri yapılarak yol-zaman grafikleri çizilmiştir. Çizilen grafikler üzerinden jeolojik birimlerin katmanları ve sayısı belirlenmiş, bunlara ait görünür hızlar saptanmış, kesişme zamanları dikkate alınarak jeolojik katmanların gerçek sismik hızları ile kalınlık, derinlik ve dinamik elastik parametreleri belirlenmiştir. Sismik kırılma profillerine göre sahanın yaklaşık 20 metre derinliğinden bilgi alınabilmektedir. Jeofizik ölçümler, sahayı en iyi temsil edebilecek yerlerden alınmıştır.

Sismik Serim-1, Sismik Serim-2 ve Sismik Serim-3'te profil uzunluğu 60 metre, jeofon aralığı 5.00 metre, ofset aralığı 5.00 metre olarak seçilerek, sahanın yaklaşık olarak 20 metre derinliğinden bilgi alınabilmektedir. Sahadan alınan jeofizik ölçümlere ait veri ve ekleri Ek-H'da verilmiştir. Sismik kırılma ölçümlere ait koordinat bilgisi Çizelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1 İnceleme alanında yapılan sismik kırılma ölçümlerinin koordinatları.

Profil No	Başlangıç		Bitiş		Ofset (m)	Jeofon (m)
	X	Y	X	Y		
SİS-1	4415221.459	386146.867	4415281.394	386149.656	5	5
SİS-2	4415298.733	386063.785	4415358.668	386066.575	5	5
SİS-3	4415138.295	386063.708	4415198.031	386058.093	5	5

5.1.1.1 Zeminin Dinamik ve Elastik Parametrelerinin Belirlenmesi

P ve S dalgası hızlarını tespit etmek için iki adet profilde karşılıklı atış yapılmış ve atışların zaman uzaklık (x-t) grafiği çizilmiş ve çizilen doğrulardan tabaka hızları hesaplanmış ve bu hızlardan zemine ait elastik parametreler bulunmuştur.

Çizelge 5.2 SİS-1 için sismik ölçüm dinamik-elastik zemin parametreleri.

SİS-1 DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELER				
1. PROFİL İÇİN PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	1080	1467
TABAKA KALINLIĞI	H	m	8.78	-----
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	310	518
YOĞUNLUK	d	gr/cm ³	1.777	1.919
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm ²	1707.82	5147.88
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm ²	4970.11	14710.39
POİSSON ORANI	δ		0.455	0.429
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm ²	18451.28	34424.69
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_o	sn		0.39
GÜVENLİ TAŞIMA GÜCÜ	q_a	kg/cm ²	5.37	8.63

Çizelge 5.3 SİS-2 için sismik ölçüm dinamik-elastik zemin parametreleri.

SİS-2 DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELER				
2. PROFİL İÇİN PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	901	1262
TABAKA KALINLIĞI	H	m	10.36	-----
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	306	616
YOĞUNLUK	d	gr/cm ³	1.689	1.848
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm ²	1590.32	7011.13
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm ²	4563.62	18840.47
POİSSON ORANI	δ		0.435	0.344
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm ²	11667.29	20078.78
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_o	sn		0.32
GÜVENLİ TAŞIMA GÜCÜ	q_a	kg/cm ²	4.15	9.09

Çizelge 5.4 SİS-3 için sismik ölçüm dinamik-elastik zemin parametreleri.

SİS-3 DİNAMİK-ELASTİK PARAMETRELER				
3. PROFİL İÇİN PARAMETRELER	SEMBOL	BİRİM	1.TABAKA	2.TABAKA
P DALGA HIZLARI	V_p	m/sn	982	2078
TABAKA KALINLIĞI	H	m	13.04	-----
S DALGA HIZLARI	V_s	m/sn	346	410
YOĞUNLUK	d	gr/cm ³	1.735	2.093
KAYMA MODÜLÜ	G	kg/cm ²	2077.50	3518.36
ELASTİSİTE MODÜLÜ	E	kg/cm ²	5938.04	10412.58
POİSSON ORANI	δ		0.429	0.480
BULK MODÜLÜ	K	kg/cm ²	13964.49	85687.15
HAKİM TİTREŞİM PERİYODU	T_o	sn		0.49
GÜVENLİ TAŞIMA GÜCÜ	q_a	kg/cm ²	7.34	10.50

SİS-1’de yüzeyden itibaren 8.78 metreye kadar Tüf birim, devamında ölçüm görüntüleme sonu olan 20 metreye kadar ŞİST birim olduğu tespit edilmiştir.

SİS-2’de yüzeyden itibaren 10.36 metreye kadar Tüf birim, devamında ölçüm görüntüleme sonu olan 20 metreye kadar ŞİST birim olduğu tespit edilmiştir.

SİS-3’te yüzeyden itibaren 13.04 metreye kadar Tüf birim, devamında ölçüm görüntüleme sonu olan 20 metreye kadar ŞİST birim olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sahasında yapılan sismik ölçüm sonuçlarına göre, sahanın homojen bir jeolojik katmanlanmaya sahip olduğu gözlenmiştir. Yapılan ölçümlerde 1. tabaka yüzeyden 13.04 metreye kadar değişken derinliklerde Tüf birim olarak ve 13.04 metreden ölçümün görüntülenme sonu olan 20 metreye kadar ŞİST birim olduğu belirlenmiştir.

5.1.1.1.1 Boyuna Dalga Hızı (V_p)

İnceleme alanında yapılan sismik ölçümlerde, zemine gönderilen P dalgası hızı, birincil dalgalar olup, yeraltında düz şekilde ilerleyen, ilk ulaşan hızlardır. Bu dalga hızlarında zemin katmanlarındaki ilerleme hızına göre, zeminin gevşekliğinden ve sıklığından söz etmek mümkündür. P dalgası hızı gevşek zeminlerde düşük, sıkı zeminlerde yüksek değerler vermektedir.

Çizelge 5.5 Zeminlerin P dalgası hızına göre sökülebilirlikleri (Bilgin 1989).

P dalgası hızı (m/sn)	Sökülebilirlik
300-600	Çok Kolay
600-900	Kolay
900-1500	Orta
1500-2100	Zor
2100-2400	Çok zor
2400-2700	Son Derece zor

İnceleme alanında yapılan sismik ölçümlere göre boyuna dalga hızları 1. katman için 901-1080m/sn arasında, 2. katman için 1262-2078 m/sn arasında bulunmuştur. Vp hızına göre zemin sökülebilirlik derecesi göz önüne alındığında inceleme alanında birinci katman orta sökülebilir ortam ve ikinci tabakadaki zeminlerin ise orta-zor sökülebilir ortam özelliği gösterdikleri tespit edilmiştir. (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6 P dalgası hızları ve katmanlara göre sökülebilirlik özellikleri.

Sismik No	Katmanlar	P Dalgası Hızı (m/sn)	Sökülebilirlik
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	1080	Orta
	2.Katman	1467	Orta
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	901	Orta
	2.Katman	1262	Orta
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	982	Orta
	2.Katman	2078	Zor

5.1.1.1.2 Enine Dalga Hızı (Vs)

İnceleme alanında yapılan sismik ölçümlerde, zemine gönderilen S dalgası hızı, ikincil dalgalar olup, yeraltındaki boşluklardan geçerek dalgalı şekilde ilerleyen, ikinci ulaşan hızlardır. Bu dalga hızlarında zemin katmanlarındaki ilerleme hızına göre, zeminin kıvamından söz etmek mümkündür. Kohezyonlu birimlerde S dalgası hızı yumuşak zeminlerde düşük, sıkı zeminlerde yüksek değerler vermektedir. Vs Kayma Dalgası hızı Kayaçlarda çatlak yapısının belirlenmesinde, kohezyonlu zeminlerin kıvam durumunun incelenmesinde ve kohezyonsuz zeminlerin sıklığını incelemek için kullanılan bir yöntemdir.

Enine dalga hızları 1. katman için 306-346 m/sn, 2. Katman için 410-616 m/sn bulunmuştur. Kohezyonlu zeminlerde kayma dalgası hızlarına göre zemin kıvam durumu göz önüne alındığında inceleme alanında birinci tabakanın çok katı ve ikinci tabakadaki zeminlerin ise çok katı-sert oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7 Vs hızlarına göre kohezyonlu zeminlerin kıvam durumu (Özaydın, 1982)

S dalga Hızı (m/sn)	Zemin Durumu
< 200	Yumuşak – Orta katı
200 – 300	Katı
300 – 500	Çok Katı
500 – 750	Sert

Vs hızının, Vp hızından farkı su ve gaz olan zeminlerde ortaya çıkmaktadır. Normalde katmanlarda Vp boyuna dalga hızı, Vs Kayma Dalgası hızıyla aynı yöne yükselim ve alçalım göstermesine rağmen, su ve gaz olan zeminlerde Vs kayma dalgası hızında sıfıra kadar düşüm gözlenmektedir. Bu düşümden dolayı jeofizik ölçümlere göre zeminin su içeriği, gözenekliliği ve yoğunluğu da bulunabilmektedir. Bu sebeple Vs Kayma Dalgası hızı yeraltı suyu ve doğal kaynak suyu aramalarında, petrol ve doğalgaz aramalarında kullanılabilir.

Çizelge 5.8 Eurocode 8'e göre zemin sınıfları.

Zemin Sınıfı	Zemin Sınıfı Tanımı	Parametreler		
		V _{s,30} (m/s)	N _{SPT}	Cu (kPa)
A	Yüzeyinde en fazla 5m'lik zayıf zemin tabakası bulunan kaya ve benzeri oluşumlar	>800	-	-
B	Onlarca metre kalınlıkta ve mekanik özellikleri derinlikle artan, çok sıkı kum ve çakıl tabakaları ile konsolide kil tabakaları	360-800	>50	>250
C	Onlarca metreden yüzlerce metreye varan kalınlıktaki derin veya orta sıklıkta kum, çakıl veya kaya tortuları	180-360	15-50	70-250
D	Gevşekten ortaya kohezyonsuz toprak tortuları (bir miktar yumuşak kohezyon tabakası olan veya olmayan) veya yumuşaktan serte ağırlıklı olarak kohezyonlu toprak	<180	<15	<70
E	C veya D'deki Vs değerine sahip altıvyon yüzey tabakası bulunan ve kalınlığı 5 metre ile 20 metre arasında değişen Vs>800 m/s katı materyalle vurgulanan toprak profili	-	-	-

Çizelge 5.9 Sismik ölçümlere ait VS hızları ve katmanlara göre zemin grubu.

SİSMİK NO	KATMANLAR	S DALGASI HIZI (m/sn)	ZEMİN GRUBU
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	310	C
	2.Katman	518	B
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	306	C
	2.Katman	616	B
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	346	C
	2.Katman	410	B

5.1.1.1.3 Elastisite Modülü (kg/cm²)

Elastisite Modülü, basınç altındaki zeminlerde meydana gelen deformasyonları gösterir. Elastisite modülüne göre zeminlerin sertlik ve sağlamlığı belirlenmektedir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10 Elastisite modülüne göre zemin ve kayaçların dayanımı (Keçeli 1990).

Elastisite Modülü (kg/cm ²)	DAYANIM
<1000	Çok zayıf
1000-5000	Zayıf
5000-10000	Orta
10000-30000	Sağlam
>30000	Çok Sağlam

İnceleme alanında yapılan jeofizik ölçümlere göre zeminin elastisite modülü 1. katman 4563-5938 kg/cm² zayıf-orta dayanıma sahip, 2. katman 10412-18840 kg/cm² aralığında sağlam dayanıma sahip olarak nitelendirilebilir (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11 Jeofizik ölçümlere göre katmanların elastisite modülleri ve dayanımları.

SİSMİK NO	KATMANLAR	Elastisite Modülü(kg/cm ²)	DAYANIM
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	4970	Zayıf
	2.Katman	14710	Sağlam
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	4563	Zayıf
	2.Katman	18840	Sağlam
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	5938	Orta
	2.Katman	10412	Sağlam

5.1.1.1.4 Kayma (Shear) Modülü (kg/cm²)

Kayma modülü yoğunluk ve Vs kayma dalgası hızı ile hesaplanmaktadır. Belirli bir basınç altında zeminin karşı koyduğu mukavemeti göstermektedir. Makaslama kuvveti gerilme ile deformasyon oranının bir ölçütüdür. Buna göre jeofizik ölçüm sonucu bulunan kayma modülü değeri yüke karşı mukavemeti belirlediğinden yükseğe dayanım artmakta, düşüğe dayanım azalmaktadır (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.12 Kayma modülüne göre zemin ve kayaçların dayanımı (Keçeli 1990).

Kayma Modülü (μ , kg/cm ²)	Dayanım
<400	Çok zayıf
400-1500	Zayıf
1500-3000	Orta
3000-10000	Sağlam
>10000	Çok sağlam

İnceleme alanında 1.katman 1590 - 2077 kg/cm² orta dayanıma sahip zemin, 2.katman 3518-7011 kg/cm² sağlam dayanıma sahip zemin olarak nitelendirilebilir (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13 Jeofizik ölçümlere göre katmanların kayma modülleri için dayanımları.

SİSMİK NO	KATMANLAR	Kayma Modülü	DAYANIM
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	1707	Orta
	2.Katman	5147	Sağlam
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	1590	Orta
	2.Katman	7011	Sağlam
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	2077	Orta
	2.Katman	3518	Sağlam

5.1.1.1.5 Bulk (Sıkışmazlık) Modülü (kg/cm²)

Bulk Modülü, bir hidrostatik basınç altındaki gerilmenin deformasyona oranını vermektedir. Belirli bir basınç altındaki zeminin hacimce sıkışma ve değişim miktarıdır. Dalga teorisinden elde edilen bulk modülü (Çizelge 5.14).

$$K=(E/3(1-2\sigma)) \text{ kg/cm}^2 \quad (5.1)$$

$$K=((d(V_p^2-4/3V_s^2)/100) \text{ kg/cm}^2 \quad (5.2)$$

Çizelge 5.14 Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli 1990).

Bulk Modülü (μ , kg/cm ²)	Sıkışma
<400	Çok Az
400-10000	Az
10000-40000	Orta
40000-100000	Yüksek
>1000000	Çok Yüksek

İnceleme alanında alınan sismik ölçümlere göre 1. katman 11667-18451 kg/cm² orta sıkışma direncine, 2. katman 20078-85687 kg/cm² aralığında orta-yüksek sıkışma direncine sahip olarak nitelendirilebilir (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15 Jeofizik ölçümlere göre Bulk modülleri ve katmanların sıkışma dirençleri.

SİSMİK NO	KATMANLAR	Bulk Modülü	Sıkışma
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	18451	Orta
	2.Katman	34424	Orta
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	11667	Orta
	2.Katman	20078	Orta
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	13964	Orta
	2.Katman	85687	Yüksek

5.1.1.1.6 Poisson Oranı (σ)

Boyuna dalga hızı V_p ve Kayma Dalgası hızı V_s 'yle doğrudan ilişkili olup, V_s dalgasının zemin içinde ilerleme hızı arttıkça poisson oranı küçülür, gözeneklilik azalmaktadır. V_s dalgasının zemin içinde ilerleme hızı azaldıkça poisson oranı büyür, gözeneklilik artmaktadır. (Çizelge 5.14, Çizelge 5.16).

$$P=(V_p^2-2*V_s^2)/(2* V_p^2-2*V_s^2) \quad (5.3)$$

Çizelge 5.16 Poisson oranına göre sıklık ve hız oranı karşılaştırması.

Poisson Oranı; (σ)	Sıklık	Vp/Vs
0.5	Cıvık- sıvı	∞
0.4-0.49	Çok Gevşek	∞ -2.49
0.3-0.39	Gevşek	2.49-1.71
0.20-0.29	Sıkı Katı	1.87-1.71
0.1-0.19	Katı	1.71-1.5
0-0.09	Sağlam Kaya	1.5-1.41

Çizelge 5.17 Poisson oranına göre gözeneklilik değerlendirilmesi.

Poisson Oranı	Zemin Özelliği
0 - 0.25	Gözeneksiz
0.25 – 0.40	Gözenekli -porozlu
0.40 – 0.45	Gözenekli – Suya doymuş

İnceleme alanında alınan sismik ölçümlere göre sahanın poisson oranları ve zeminin katmanlarına göre sıklık özellikleri 1.katman 0.429-0.455 gözenekli-suya doymuş, 2.katman 0.344-0.480 olup gözenekli-porozyonlu ve gözenekli-suya doymuş olarak nitelendirilebilir (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.18 Sismik ölçümlere ait poisson oranlarının katmanlara göre sıklık özellikleri.

SİSMİK NO	KATMANLAR	Poisson Oranı	Sıklık	Zemin Özelliği
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	0.455	Çok Gevşek	Gözenekli-suya doymuş
	2.Katman	0.429	Çok Gevşek	Gözenekli-suya doymuş
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	0.435	Çok Gevşek	Gözenekli-suya doymuş
	2.Katman	0.344	Gevşek	Gözenekli- Porozlu
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	0.429	Çok Gevşek	Gözenekli-suya doymuş
	2.Katman	0.480	Çok Gevşek	Gözenekli-suya doymuş

5.1.1.1.7 Yoğunluk ρ (gr/cm³)

Zeminlerin yoğunluğu birincil dalga hızına göre doğrudan değişmekte olup, Vp hızının tabaka içindeki ilerleme hızına göre belirlenmektedir. Vp hızının düşük olması durumunda zeminlerin yoğunluğu azalırken, Vp hızının yüksek olması durumunda zeminlerin yoğunluğu artmaktadır.

Yoğunluğun boyuna dalga hızına göre değişimi Telford (1976) tarafından verilen formül kullanılarak hesaplanır (Çizelge 5.19).

$$\rho = d = 0.31 * V_p^{0.25} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (5.4)$$

Çizelge 5.19 Zemin birimlerinin yoğunluk sınıflaması (Keçeli 1990).

Yoğunluk: ρ (gr/cm ³)	Tanımlama
<1.20	Çok düşük
1.20-1.40	Düşük
1.40-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

İnceleme alanında yapılan sismik ölçümlere göre 1.katman orta yoğunlukta, 2.katman orta-yüksek yoğunlukta zemin olarak nitelendirilebilir. Bu değerler incelendiğinde, çalışma alanında yoğunluk değerleri derinlere doğru artmaktadır. Buna göre derinlere doğru sıkı zemin söz konusudur. (Çizelge 5.20).

Çizelge 5.20 Sismik ölçümlere ait katmanların yoğunluk tanımlamaları.

SİSMİK NO	KATMANLAR	Yoğunluk	Tanımlama
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	1.777	Orta
	2.Katman	1.919	Yüksek
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	1.698	Orta
	2.Katman	1.848	Orta
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	1.735	Orta
	2.Katman	2.093	Yüksek

5.1.1.1.8. Zemin Hakim Titreşim Periyodu (T_0)

Zeminin dinamik durumdaki baskın periyodunu gösterir. Zemin hakim titreşim periyodu özellikle üst yapı tasarımlarında, yapının frekansından az olmamalıdır. Yapı frekansı karşılamayan zemin hakim titreşim periyotlarında, farklı rezonanslar sebebiyle ciddi hasarlar meydana gelmektedir. Özellikle ülkemizin aktif deprem kuşağı içinde yer alması sebebiyle oluşabilecek deprem anında depremin oluşturduğu sarsıntıları binaya iletmemesi için dikkatle alınması gereken bir değerdir. (Çizelge 5.21)

$$(T = \sum (4h_i / V_{si})) \quad (5.5)$$

Çizelge 5.21 Zemin hakim titreşim periyodu sınıflaması (Keçeli 1990).

(a)		(b)	
Zemin hakim titreşim periyodu aralığı	Ölçüt tanımı	Spektral Büyütme	Tehlike Düzeyi
0.10 – 0.30 sn	A	0.0 – 2.5	A (Düşük)
0.30 – 0.50 sn	B	2.5 – 4.0	B (Orta)
0.50 – 0.70 sn	C	4.0 – 6.5	C (Yüksek)
0.70 – 1.00 sn	D	-	-

Jeofizik ölçümler sonucu sahanın Zemin Hakim Titreşim Periyodları ve tehlike düzeyleri belirlenmiştir (Çizelge 5.22).

Çizelge 5.22 Jeofizik ölçümlere ait zemin hakim titreşim periyodları ve tehlike düzeyleri.

Sismik No	Zemin Hakim Titreşim Periyodu	Ölçüt tanımı	Tehlike Düzeyi
SİS-1	0.39 sn	B	B (Orta)
SİS-2	0.32 sn	B	B (Orta)
SİS-3	0.49 sn	B	B (Orta)

İnceleme alanında yapılan jeofizik ölçümlere göre zemin hakim titreşim periyot (T_0) değerleri 0.32-0.49 sn olarak bulunmuş olup, bu değerlere göre sahanın, B grubu orta tehlike düzeyine sahip olduğunu belirlenmiştir.

5.1.1.1.9 Güvenli Taşıma Gücü (İzin Verilen Toprak Gerilmesi)- q_a

$$q_u = (T * \gamma * V_p) / 40 \text{ (Keçeli 1990,2000)} \quad (5.6)$$

$$GS = V_p / V_s \quad (5.7)$$

$$q_a = q_u / GS \quad (5.8)$$

q_u = Taşıma Gücü (kg/cm^2)

q_a = Güvenli Taşıma Gücü (kg/cm^2)

GS = Güvenlik Katsayısı

T = Zemin Hâkim Titreşim Periyodu

γ = Birim ağırlık (gr/cm^3)

V_p = P Dalgası Hızı (m/sn)

V_s = S Dalga Hızı (m/sn)

Keçeli, temelın zemin yüzeyinden D kadar derinde olması durumunda, bu etkinin şürşarj etkisi olarak formüle eklenmesini önermektedir. Ayrıca, yeraltı su seviyesi temel tabanından yukarıda olduğunda, nihai taşıma gücü %40-60 oranında azaltılmaktadır. Ancak, emniyetli taşıma gücü hesabında kullanılan güvenlik faktörü, P-dalgasının S-dalgasına oranı olarak kullanılacaksa herhangi bir azaltma yapmaya gerek kalmamaktadır (Keçeli 2000). Arazide elde edilen 3 hat'a ait zemin emniyet gerilmesi aşağıdaki gibidir (Çizelge 5.23).

Çizelge 5.23 Jeofizik ölçümlere göre güvenli taşıma gücü zemin emniyet gerilmesi.

SİSMİK NO	KATMANLAR	Taşıma Gücü q_u (kg/cm ²)	GS V_p / V_s	Güvenli Taşıma Gücü q_a (kg/cm ²)
1.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	18.71	3.48	5.37
	2.Katman	24.44	2.83	8.63
2.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	12.23	2.94	4.15
	2.Katman	18.65	2.05	9.09
3.SİSMİK ÖLÇÜM	1. Katman	20.87	2.84	7.34
	2.Katman	53.27	5.07	10.5

5.1.2 Mikrotremör Çalışması

Ölçüm noktasında 13 dakika 39 saniye ölçüm alınmıştır. Mikrotremör ölçümünden elde edilen zemin hakim frekansları ve büyütme değerleri, frekans-spektral oran grafikleri eklerde verilmiştir. Mikrotremör ölçümleri zeminin hakim titreşim periyodunun bulunması ve zemin büyütmesi konusunda bilgi toplamak amacıyla alınmıştır. Sahadan alınan mikrotremör ölçümlerine ait koordinat bilgisi Çizelge 5.24'de verilmiştir.

Çizelge 5.24 İnceleme alanında yapılan Mikrotremör ölçümlerinin koordinatları.

Ölçüm No	X	Y
MT-1	4415314.299	386129.751
MT-2	4415051.409	386106.098



Şekil 5.4 Mikrotremör çalışmasına ait örnek fotoğraf.

İnceleme alanında alınan ham veriler 0,1 - 6 Hz arasında Butterworth filtresi kullanılarak 10 sn'lik pencereye bölünmüş ve % 50 katlama oranı kullanılarak 40 sn'lik Konno-Ohmachi penceresi ile düzgünleştirilip % 10 cos penceresi ile yuvarlatılmıştır. Verilerin örnekleme aralığı 100 Hz'dir. Bu işlem sonucunda verilere ait H/V grafiği (düşey bileşen/yatay bileşen) çıkartılmıştır. Grafikte yatay eksen frekans (Hz), düşey eksen ise H/V cinsinden zamandır ve büyütme değerini vermektedir. İnceleme alanında, T_0 ve zemin büyütmesi değerlerinin tespitine yönelik 2 noktada mikrotremör çalışması sonucunda elde edilen H/V – Frekans grafiğinden temel zemine ait pik değerlerine ulaşılmıştır.

Çizelge 5.25 Mikrotremör ölçüm değerlendirme sonuçları.

Ölçüm Noktası	Periyod (T_0)		Göreceli Büyütme Oranı (%)
	Hz	Sn	
MT-1	1.951	0.517	1.283
MT-2	1.797	0.553	1.26

Zemin büyütmesi değerleri $A = 1.283 - 1.26$ olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 5.26 Spektral büyütmeleere göre mikro bölgeleme ölçütleri (Ansal vd. 2001).

Spektral Büyütme	Tehlike Düzeyi
0.0 - 2.5	A (Düşük)
2.5 - 4.0	B (Orta)
4.0 - 6.5	C (Yüksek)

Bu değerlere göre; Spektral büyütme tehlike düzeyi A (düşük), Zemin Hakim Titreşim Periyot değerleri; $T_0 = 0.517 - 0.553$ sn. (Mikrotremör Ölçüsüne Göre) olarak belirlenmiştir.



BÖLÜM 6

LABORATUVAR DENEYLERİ

6.1 ZEMİN İNDEKS – FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

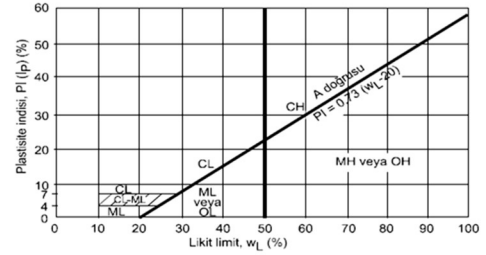
6.1.1 Elek Analizi ve Atterberg Limitleri

İnceleme alanında yapılan sondajlar sırasında Serkedere Formasyonuna ait Şist birimlerin altere kısımları ve Mudamköy Volkanitlerine ait Tüf Birimlerin altere kısımları zemin olarak değerlendirilmiş, alınan SPT (örselenmiş) ve UD (örselenmemiş) numuneleri laboratuvara gönderilerek, zeminlerin indeks/fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için deney yapılmıştır. Üstte 0.20 metreye kadar gözlenen bitkisel toprak taşıyıcı zemin niteliğinde olmadığından değerlendirmeye alınmamıştır. Buna göre çalışma sahasından alınan numuneler üzerinde elek analizi deneyleri yapılarak 4 no'lu elekte kalan malzeme ile 200 no'lu elekten geçen malzeme yüzdeleri belirlenmiş, zeminin çakıl, kum, kil-silt içerikleri tayin edilmiştir (Çizelge 6.2). Deney sonuçları Ek-H'de verilmiştir. Elek analizi deneylerinde TS 1500/Aralık 2000 standardı, Atterberg Limitleri deneylerinde TS 1900-1/Mart 2006 standardı uygulanmıştır.

İnceleme alanında geçilen birimlerden Serkedere Metamorfitlerinden alınan örneklerin likit limit değerleri %LL=32-57, plastik limit değerleri %PL=15-26, plastisite indisi değerleri %PI=15-33 ve su muhtevası %W_n=6.0-26.1 olarak belirlenmiştir. Mudamköy Volkanitlerine ait Tüf birimlerden alınan örneklerin likit limit değerleri %LL=45-48, plastik limit değerleri %PL=19-26, plastisite indisi değerleri %PI=22-26 ve su muhtevası %W_n=17-22.3 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.1 Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemleri (USCS).

ANA GRUPLAR (75 mm'den iri malzeme hariç tutulmuştur.)		Grup sembolü	Tipik isimler	Laboratuvar sınıflandırma ölçütleri			
İRİ TANELİ ZEMİNLER (Malzemenin % 50'nden çoğu, 200 No'lu elekten geçmez.)	ÇAKIL (İri kısmın % 50'nden çoğu, 4 No'lu elekten geçmez.)	Temiz çakıl (İnce az veya yok.)	GW	İyi derecelenmiş çakıllar, kumlu çakıllar (İncesi az veya hiç yok)	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ ve $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} = 1 - 3$		
		Çakıl (Oldukça incesi var.)	GP	Kötü derecelenmiş çakıllar, kumlu çakıllar (İncesi az veya hiç yok)			
		KUM (İri kısmın % 50'nden çoğu, 4 No'lu elekten geçer.)	Temiz kum (İnce az veya yok.)	GM	Siltli çakıllar, killi kumlu çakıllar	Atterberg limitleri A hattının altında veya $I_p < 4$ Atterberg limitleri A hattının üstünde ve $I_p > 7$	
			Kum (Oldukça incesi var.)	GC	Killi çakıllar, killi kumlu çakıllar		
	İNCE TANELİ ZEMİNLER (Malzemenin % 50'nden çoğu, 200 No'lu elekten geçer.)	SİLTLER ve KİLLER (Likit Limit < 50) Plastisite grafiği kullanılır.	İyi derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)	SW	İyi derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ ve $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} = 1 - 3$	
			Kötü derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)	SP	Kötü derecelenmiş kumlar, çakıllı kumlar (İncesi az veya hiç yok)		
			Siltli kumlar	SM	Siltli kumlar		
		SİLTLER ve KİLLER (Likit Limit > 50) Plastisite grafiği kullanılır.	Killi kumlar	SC	Killi kumlar	Atterberg limitleri A hattının altında veya $I_p < 4$ Atterberg limitleri A hattının üstünde veya $I_p > 7$	
			SİLTLER ve KİLLER (Likit Limit < 50) Plastisite grafiği kullanılır.	İnorganik siltler, inorganik siltli veya killi ince kumlar (Düşük plastisiteli)	ML		İnorganik siltler, inorganik siltli veya killi ince kumlar (Düşük plastisiteli)
				İnorganik killer, inorganik siltli killer (Düşük plastisiteli)	CL		İnorganik killer, inorganik siltli killer (Düşük plastisiteli)
Çok organik zeminler	SİLTLER ve KİLLER (Likit Limit > 50) Plastisite grafiği kullanılır.	Organik siltler ve organik siltli killer (Düşük plastisiteli)	OL	Organik siltler ve organik siltli killer (Düşük plastisiteli)	Granülometri eğrisinden çakıl ve kum yüzdesi bulunur. 200 No'dan geçen ince malzeme yüzdesine göre iri taneli zeminler şöyle sınıflandırılır. % 5'den az: GW, GP, SW, SP % 12'den fazla: GM, GC, SM, SC % 5-12 arası sınır durumudur. İki sembol kullanılır.		
		İnorganik siltler (Yüksek plastisiteli)	MH	İnorganik siltler (Yüksek plastisiteli)			
		İnorganik killer (Yüksek plastisiteli)	CH	İnorganik killer (Yüksek plastisiteli)			
		Organik killer (Yüksek plastisiteli)	OH	Organik killer (Yüksek plastisiteli)			
		Turba veya diğer çok organik zeminler (Koyu renkli, kokulu, lifler içerir.)	PT	Turba veya diğer çok organik zeminler (Koyu renkli, kokulu, lifler içerir.)			



Çizelge 6.2 Zemin numuneleri laboratuvar deney sonuçları.

Numune Bilgileri			Su İçeriği	Elek Analizi			Atterberg Limitleri			
			W	Çakıl	Kum	Kil-Silt	LL	PL	PI	Zemin Sınıfı
Sondaj/ Çukur No.	Num. No.	Derinlik (m)	(%)	%	%	%	%	%	%	
SK-3	SPT-1	1.50-1.95	16.9	27	25	48	35	17	18	SC
SK-3	SPT-3	4.50-49.5	22.5	26	24	50	50	21	29	CH
SK-3	SPT-5	7.50-7.95	18.0	47	17	36		NP		GM
SK-3	SPT-6	9.00-9.45	15.1	29	25	46		NP		GM
SK-4	SPT-1	1.50-1.95	20.2	11	40	49		NP		SM
SK-4	SPT-2	3.00-3.45	17.0	26	34	40		NP		SM
SK-4	SPT-4	6.00-6.45	22.3	15	35	50	48	26	22	CI
SK-5	SPT-8	12.00-12.45	16.8	10	30	60	55	25	30	CH
SK-5	SPT-9	13.50-13.95	10.6	12	31	57	34	15	19	CL
SK-5	SPT-10	15.00-15.45	11.6	15	29	56	51	20	31	CH
SK-6	UD	1.00-1.50	18.4	19	22	59	32	17	15	CL
SK-6	SPT-1	1.50-1.95	22.8	11	18	71	57	26	31	CH
SK-6	UD	2.50-3.00	22.4	9	18	73	46	22	24	CI
SK-6	SPT-3	4.50-4.95	20.2	18	24	58	45	19	26	CI
SK-6	SPT-5	7.50-7.95	19.7	22	21	57	51	24	27	CH
SK-6	SPT-9	13.50-13.95	20.9	9	30	61	54	25	29	CH
SK-7	UD	2.50-3.00	23.5	15	22	63	52	23	29	CH
SK-7	SPT-2	3.00-3.45	20.9	7	29	64	52	24	28	CH
SK-7	SPT-4	6.00-6.45	16.3	30	20	50	50	19	31	CH
SK-7	SPT-7	10.50-10.95	20.6	9	23	68	53	20	33	CH
SK-7	SPT-9	13.50-13.95	26.1	17	30	53	35	18	17	CI
SK-8	SPT-1	1.50-1.95	6.7	42	35	23		NP		GM
SK-8	SPT-2	3.00-3.45	6.0	50	32	18		NP		GM
SK-8	SPT-3	4.50-4.95	11.6	20	37	43		NP		SM

6.2 ZEMİN MEKANİĞİ DENEYLERİ

6.2.1 Makaslama Dayanımı Parametreleri

İnceleme alanında açılan sondaj kuyularından 3 adet örselenmemiş (UD) numunesi alınmış, bu numuneler üzerinde zeminlerin kohezyon ve içsel sürtünme açısını belirlemeye yönelik TS 1900-2 standardına uygun olarak üç eksenli basınç deneyleri yapılmıştır. (Çizelge 6.3).

Çalışma sahasında yapılan sondajlarda zemin birimlerinden alınan UD numunelerinin üç eksenli basınç deneyleri sonucuna göre kohezyon değerleri (c) 88.25-96.10 kPa ve içsel sürtünme açısı (ϕ) 8.0-10.0 olarak bulunmuştur. Üç eksenli basınç deneyi sonuçları Çizelge 6.3'de ve Ek-I'da verilmektedir.

Çizelge 6.3 Zemin numuneleri makaslama dayanım parametreleri.

Numune Bilgileri		Derinlik	Üç Eksenli Basınç Deneyi		
			c	ϕ	TİP
Sondaj No.	Numune No.	(m)	kgf/cm ²	°	UD
SK-6	UD	1.00-1.50	0.90	8.0	UD
SK-6	UD	2.50-3.00	0.98	10.00	UD
SK-7	UD	2.50-3.00	0.98	10.00	UD

6.3 KAYA MEKANİĞİ DENEYLERİ

6.3.1 Nokta Yükleme Deneyi

İnceleme alanında kaya birimlerden alınan karot örneklerde kayaların mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik oluşturulan deney programında kayaçların dayanım özelliklerini belirlemek amacıyla nokta yükleme deneyleri yapılmıştır (Çizelge 6.4). Nokta yükleme deneyleri TS 699 standardına uygun olarak kaya mekaniği laboratuvarında yapılmıştır. Deney sonuçları Ek-H’de verilmiştir.

Kaya mekaniği laboratuvarında yapılan deney sonuçlarına göre kireçtaşı biriminde nokta yükleme indisi değeri $I_s(50)$ 3.81 kPa, şist birimde 3.48-3.94 kPa, Tüf birimde 3.68-3.69 kPa olarak tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda karot numunelerde elde edilen deney sonuçları Çizelge 6.4’te verilmektedir.

Çizelge 6.4 Nokta yükleme deneyi değerleri.

Sondaj/Aç No	Derinlik (m)	Numune Cinsi	Nokta Yükleme İndisi	Litoloji
SK-1	4.50-6.00	KAROT	3.69	Tüf (Tmu)
SK-2	4.50-6.00	KAROT	3.81	Kristalize Kireçtaşı (Ps)
SK-3	10.50-	KAROT	3.48	Şist (Ps)
SK-4	12.00-	KAROT	3.74	Şist (Ps)
SK-5	6.00-7.50	KAROT	3.68	Tüf (Tmu)
SK-8	10.50-	KAROT	3.94	Şist (Ps)



BÖLÜM 7

HİDROJEOLOJİ

7.1 İNCELEME ALANI VE ÇEVRESİNİN HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLER

Günümüzde yerleşim alanı seçiminde öncelikle fizibilite çalışmaları yapılmaktadır. Fizibilite çalışmalarında seçilen alanın ve çevresinin yüzeysel suları, taşkın suları, akar yada kuru dere durumu, yeraltı suyu gibi hidrojeolojik özellikleri detaylı olarak araştırılmalıdır. Yerleşim yeri konumlandırılmasına buna göre karar verilmeli, hidrojeolojik etmenlere göre konum değişikliğine gidilmelidir.

Jeolojik problemlerin birçoğunun ana kaynağı su olarak görülmektedir. Su durumu, mevcutta gözlenen stabil malzemede bile bazı problemlere yol açabilir. Bu problemler, özellikle su akış yönünde malzemenin akması ve zemin şekillerinin deformasyonu olarak gözlenmektedir. Ayrıca, deprem durumunda suyun etkisiyle gevşek kum ve silt tabakaları sıvılaşır ve yıkıcı hasarlar meydana gelir. Bu sebeple yerleşim alanı seçiminde özellikle suyun etkisi değerlendirilmelidir.

Mevcutta su bulunan sahalarla ilgili, üst yapı öncesinde gerekli iyileştirmeler yapılmalı, yapı inşasına daha sonra başlanmalıdır. Özellikle yeraltı su seviyesinin temel üstünde kaldığı durumlarda, temelin yalıtım malzemesiyle bohçalanması, su drenajı gibi yöntemlerle yeraltı suyunun temele olan etkisi mutlaka önlenmelidir. Yeraltı suyu durumunda, yağışlı mevsimlerde yükselmeler olması olasıdır. Bu sebeple alınan önlemlerde mevsimsel yağışlar da göz önünde bulundurulmalıdır.

7.2 YÜZEYSEL SULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma sahası ve çevresinde aktif su akışı olan akar dere bulunmamaktadır. Fakat çalışma sahasının kuzeybatısında bulunan Karaotluk Tepesi ve güneydoğusunda yüksek eğime sahip topografik sırtlardan mevsimsel yağışlara ve birimin akifer özelliği göstermesinden kaynaklı olarak, suların alan içerisinde çeşitli noktalardan sızdığı ve çıkışının olduğu gözlenmiştir. Karaköy Mahallesi'nin çevre drenajı yapılarak bu yüzeysel sızma suların ve formasyon suyunun alan içine sızması önlenmelidir.



Şekil 7.1 Çalışma sahasının dışında (batısında) kaynak suyu çıkışına ait fotoğraf.



Şekil 7.2 İnceleme alanında oluşmuş yüzeysel su akış hattından genel görünüm

7.3. YERALTI SULARININ HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Çalışma sahasında inceleme tarihi itibarıyla sıcak su çıkışı gözlenmemiştir. Açılan sondajlarda kireçtaşı birimi içerisinde karstik erime boşlukları ve şist birimlerde kırık ve çatlaklı yüzeylerinde yeraltı suyunun varlığından söz edilebilir. İnceleme alanında SK-3, SK-7 ve SK-8’de 8.00 metrede, SK-4’te 11.00 metrede, SK-5’te 6.00 metrede ve SK-6’da 2.50 metrede yeraltı suyuna rastlanmıştır. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında yer altı su seviyeleri Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge 7.1 Periyodik yeraltı suyu ölçümleri.

Sondaj No	1.Ölçüm Tarihi	2.Ölçüm Tarihi	3.Ölçüm Tarihi	YASS (m)
SK-1	07.04.19	14.04.19	21.04.19	-
SK-2	07.04.19	14.04.19	21.04.19	-
SK-3	07.04.19	14.04.19	21.04.19	8.00
SK-4	07.04.19	14.04.19	21.04.19	11.00
SK-5	07.04.19	14.04.19	21.04.19	6.00
SK-6	07.04.19	14.04.19	21.04.19	2.50
SK-7	07.04.19	14.04.19	21.04.19	8.00
SK-8	07.04.19	14.04.19	21.04.19	8.00

7.4. HİDROJEOLJİK VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma sahası mevsimsel yağışlara bağlı yüzeysel sularının ve formasyon sularının etkisi altındadır. Çalışma alanı ve çevresinde su kaynağı olarak yeraltı su kuyusu, mahalleye ait su deposu, çeşme ve kaynak suyu hattı bulunmaktadır.

Yapılan sondaj kuyularında periyodik yeraltı su seviyesi ölçümleri yapılmış, buna göre mevsimsel yağış oranının yeraltı suyu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu ölçümlere göre inceleme alanında yağışlı dönemde yeraltı suyu seviyesi üzerinde yükselim olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple alana drenler yapılmalı, çıkan yeraltı suyu ve diğer yüzeysel sızan sular, en yakın uygun bölgelere (akar-kuru dereye) drene edilmeli, sahanın drenajı sağlanmalıdır.

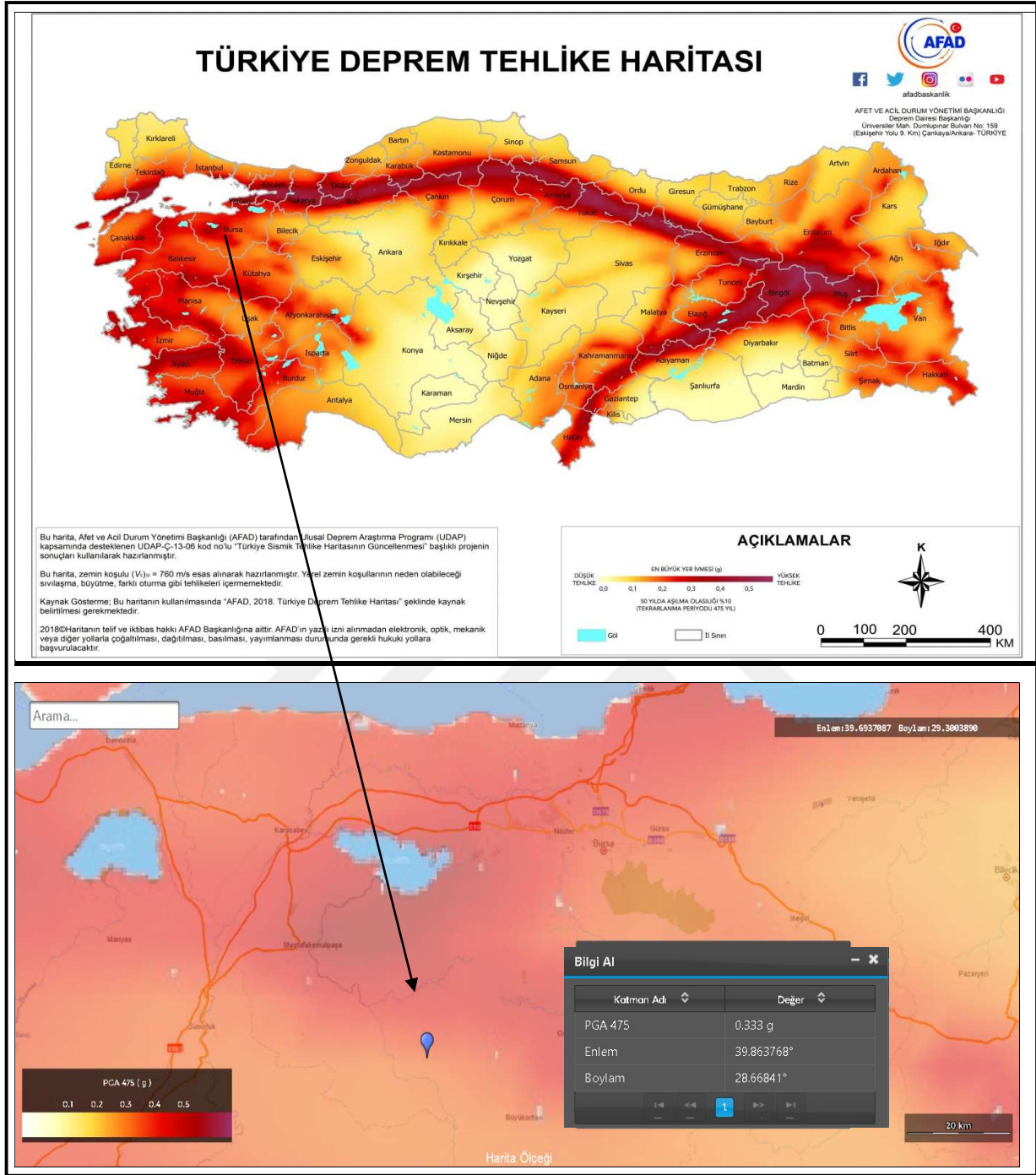
Ayrıca inceleme alanı sınırının dışında, batı kısmında inceleme tarihi itibariyle kaynak suyu çıkışı gözlenmiş olup, inceleme alanından geçmektedir. Bu kaynak suları ve diğer yüzey sular, inceleme alanında gözlenen birimlerin rijitliğini bozacağından, mevcut şevlerin kaymasını tetikleyebilir. Bu sebeple kaynak suyuna ve yüzey sularına karşı drenaj önlemleri alınmalı, ortamdaki uzaklaştırılmalıdır. İnceleme alanı içinde ve çevresinde bulunan akar-kuru derelerin ve kaynak suyunun taşkın durumu ile ilgili, güncel Devlet Su İşleri görüşü alınmalıdır.

BÖLÜM 8

DEPREMSELLİK VE AFET DURUMU

8.1 DEPREMSELLİK DURUMU

Çalışma alanı 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre incelenmiştir. Bu yönetmelikte Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından hazırlanan interaktif web sitesi üzerinden deprem yer hareketi düzeyi DD-2 alınarak yapılan sorgulamada Bursa İli, Mustafakemalpaşa ilçesi en büyük yer ivmesinin 0.333 g olduğu belirlenmiştir. Burada kısaca özetlenen bilgilerden de anlaşılacağı gibi Bursa İli, Mustafakemalpaşa ilçesi sismik etkinliği yüksek olan bir kuşak içerisinde yer almakta olup bu durumun Mühendislik tasarımında dikkate alınması gerekmektedir (Çizelge 8.1, Çizelge 8.2).



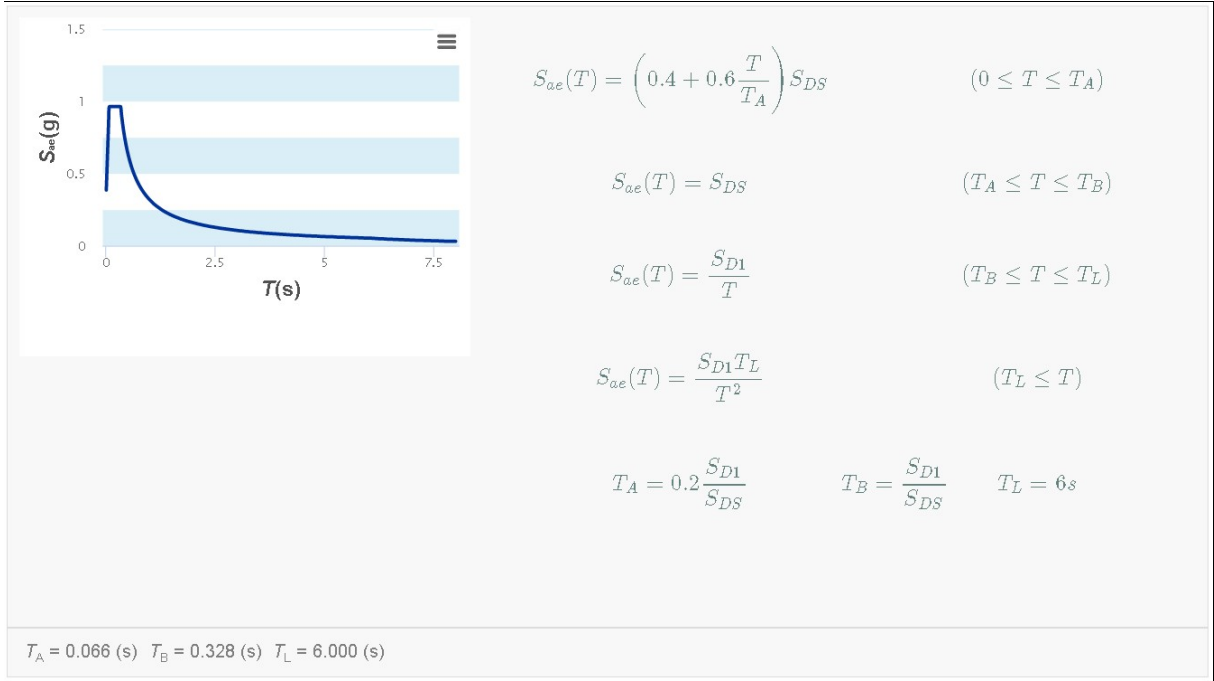
Şekil 8.1 Bursa ili ve çevresinin deprem bölgeleri haritasındaki yeri (AFAD 2019).

Çizelge 8.1 Yerel Zemin Sınıflaması.

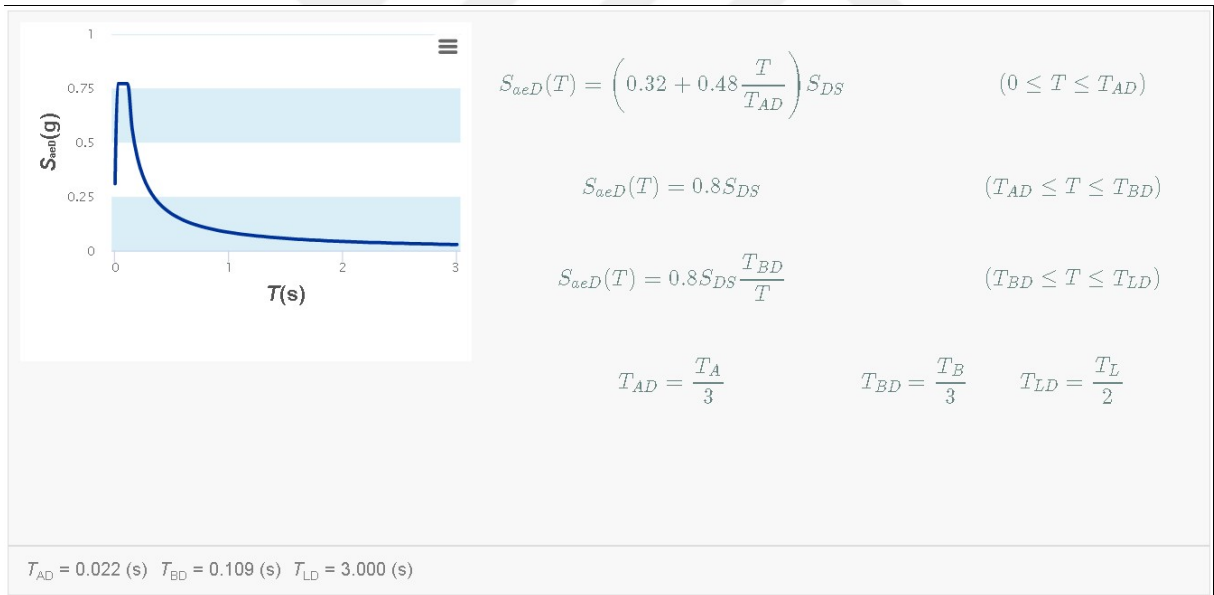
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Cinsi	Üst 30 Metrede Ortalama		
		(Vs)30 (m/s)	(N60) 30 (darbe/30 cm)	(cu)30 (kPa)
ZA	Sağlam, Sert Kayalar	> 1500	-	-
ZB	Az Ayrışmış, Orta Sağlam kayalar	760-1500	-	-
ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	>50	>250
ZD	Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları	180-360	15-50	70-250
ZE	Gevşek kum, çakıl veya yumuşak-katı kil tabakaları veya PI>20 ve w>%40 koşullarını sağlayan toplamda 3 metreden daha kalın yumuşak kil tabakası (cu<25 kPa) içeren profiller	<180	<15	<70
ZF	Sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren zeminler: 1) Deprem etkisi altında çökme ve potansiyel çökme riskine sahip zeminler (sıvılaşabilir zeminler, yüksek derecede hassas killer, göçebilir zayıf çimentolu zeminler vb.) 2) Toplam kalınlığı 3 metreden fazla turba ve / veya organik içeriği yüksek killer, 3) Toplam kalınlığı 8 metreden fazla olan yüksek plastisiteli (PI>50) killer 4) Çok kalın (> 35 m) yumuşak veya orta katı killer			

Çizelge 8.2 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (2018) gereği değerlendirilmesi.

Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	1
Yerel Zemin Sınıfı	ZC
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2
S _s	0.801
S ₁	0.210
PGA 475 (g)	0.333
PGV	19.938
S _{DS}	0.961
S _{D1}	0.315
Yerel Zemin Etki Katsayıları	
T _A =	0.066
T _B =	0.328
F _S =	1.200
F ₁ =	1.500
Analizlerde Dikkate Alınan Koordinatlar	E:39.863768° B:28.668410°



Şekil 8.2 Yatay Elastik Tasarım Spektrumu..



Şekil 8.3 Düşey Elastik Tasarım Spektrumu..

8.1.1 Bölgenin Deprem Tehlikesi ve Risk Analizi

Bursa ilinde en büyük doğal felaket tehlikesi depremdir. Bursa ovası genel olarak Kuzey Anadolu Fayı'nın etkisi altındadır. Batıya doğru sıkışma sonucu kuzey-güney doğrultulu normal faylarla kuzey güney yönünde açılmaya başlamıştır. Diğer bir ifade ile doğu-batı yönlü sıkışma, kuzey-güney yönlü gerilme ile karşılanmaya başlanmıştır. Bursa ilinde yerel küçük fayların yanında, Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkili gelişen büyük ölçekli faylar, genç birimlerin depolanmasını denetlemiştir. Bursa ovası Neojen birimleri ve alüvyon birimlerinin altında yer alan kayalarda fay oluşumları beklenmelidir. Depreme kaynak olabilecek en önemli fay Bursa Fayı'dır. Bursa Fayı; doğuda Derekızık-Burhaniye köyleri ile batıda Uluabat gölü arasında uzanan, D-B gidişli, yaklaşık 45 km. uzunluğunda, sağ yanal ve doğrultu atımlı bir faydır. Bursa Fayı, Uluabat ve Mustafakemalpaşa Alt Fay Zonları ile birlikte, Kuzey Anadolu Fay Sisteminin Marmara bölgesindeki en güney segmentlerini oluşturur. Bursa Fayı, Uludağ Yükseliminin (2245 m.) kuzey eteğinden geçer, yer yer Triyas-Permien yaşlı metamorfileri, Jura yaşlı karbonatları ve Miyosen yaşlı akarsu-göl tortullarını keser ve bunları Kuvaterner yaşlı alüvyonlarla tektonik dokanağa getirir. Genelde fayın kuzey bloğu, güney bloğuna oranla 2 km. kadar düşmüş olup, bu durum, Bursa fayının, önemli miktarda normal bileşeni olduğunu gösterir. Fay sarplığını kuzeye doğru akarak kat eden ve yataklarını derine kazmış olan dereler (Nilüfer çayı gibi), bu derelerin ağzında birikmiş ve gelişimini sürdüren, faya koşut dizilimli kalın (150-200 m.) alüvyon yelpazeleri, sıcak su kaynakları, traverten oluşumları ve ötelenmiş dereler Bursa fayının varlığını ve jeolojik olarak aktif olduğunu belirler.

İnceleme alanı ve çevresini etkileyen aletsel dönem depremleri (1900–2019) Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsünün deprem verilerinden derlenmiş ve deprem risk analizlerinde bu veriler kullanılmıştır. Deprem bilgileri Çizelge 8.3'te verilmiştir.

Karaköy Mahallesi referans noktası seçilerek yapılan 200 km çapında, 01.01.1900 ile 19.12.2019 tarihleri arasında meydana gelmiş $4 \leq M < 5$ aralığında 126 adet, $5 \leq M < 6$ aralığında 8 adet olmak üzere toplam 134 adet deprem kaydı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8.3).

Çizelge 8.3 İnceleme sahası 200 km çaplı alanda oluşan depremlerin listesi.

No	Oluş tarihi	Oluş zamanı	Enlem	Boylam	Der (km)	xM	Yer
1	12.05.2019	22:24:08.58	39.3307	27.922	7.7	4.5	KOCAISKAN-KIRKAGAC (MANISA) [South East 1.8 km]
2	4.03.2019	21:07:27.56	40.45	28.465	13.8	4.2	BAYRAMDERE ACIKLARI-BURSA (MARMARA DENİZİ)
3	5.01.2019	04:20:14.30	40.4447	28.371	10.4	4.1	BAYRAMDERE ACIKLARI-BURSA (MARMARA DENİZİ)
4	20.12.2018	06:34:24.40	40.5995	28.977	7.3	4.6	ESENKOY-CINARCIK (YALOVA) [South East 3.0 km]
5	30.11.2018	02:36:34.63	40.5985	28.966	12.1	4.3	ESENKOY-CINARCIK (YALOVA) [South East 2.7 km]
6	4.01.2018	04:53:54.82	39.3487	28.000	9.2	4.1	HAMIDIYE-BIGADIC (BALIKESİR) [South 2.8 km]
7	9.08.2017	20:14:08.30	39.308	27.857	12.9	4	GOKCUKUR-KIRKAGAC (MANISA) [North West 2.1 km]
8	20.04.2017	14:11:24.92	39.4107	28.454	6.4	4.3	YUKARIGOCEK-BIGADIC (BALIKESİR) [North West 1.5 km]
9	8.03.2017	20:09:58.28	39.9755	27.66	7.5	4	CATAK-GONEN (BALIKESİR) [North West 1.7 km]
10	24.10.2016	21:04:47.04	39.7947	28.666	8	4.1	HACIAHMET-MUSTAFAKEMALPASA (BURSA) [North West 2.3
11	7.06.2016	04:09:45.65	40.2652	29.152	15.8	4.6	KAZIKLI-GURSU (BURSA) [1 km]
12	13.10.2015	23:18:10.48	39.1407	29.029	10.4	4.3	AHLATLICESME-SIMAV (KUTAHYA) [.9 km]
13	22.09.2015	07:11:10.92	39.1495	29.129	11.7	4.1	INLICE-SIMAV (KUTAHYA) [North West 4.2 km]
14	22.09.2015	06:25:04.58	39.1505	29.129	10.7	4.1	INLICE-SIMAV (KUTAHYA) [North West 4.3 km]
15	3.09.2015	08:23:19.65	39.1485	29.131	10.5	4.1	INLICE-SIMAV (KUTAHYA) [4.05 km]
16	2.07.2015	22:22:25.98	39.6805	27.847	5.5	4	KABAKDERE- (BALIKESİR) [South East 1.7 km]
17	23.01.2015	10:19:42.12	40.0657	28.590	5	4.5	UGURLUPINAR-MUSTAFAKEMALPASA (BURSA) [.93 km]
18	28.11.2014	02:30:06.80	39.3465	29.016	3.9	4.6	ASAGIDOLAYLAR-SIMAV (KUTAHYA) [South East 1.4 km]
19	26.11.2014	00:04:47.10	39.3357	29.042	5	4.1	YUKARIDOLAYLAR-SIMAV (KUTAHYA) [North East 3.2 km]
20	3.08.2014	22:22:44.35	40.6075	29.165	11.5	4.1	TERMAL (YALOVA) [North West 0.8 km]
21	15.07.2014	12:25:52.46	39.1767	29.087	5	4.2	TOKAT-HISARCIK (KUTAHYA) [South West 5.4 km]
22	3.07.2014	05:04:46.10	40.2088	27.933	11.8	4.5	KUS GOLU
23	10.01.2014	07:20:46.64	39.4637	27.958	12	4.1	YESILDERE-BIGADIC (BALIKESİR) [South West 1.4 km]
24	17.08.2013	18:16:31.03	40.4103	29.119	5.5	4.3	ENGURUCUK-GEMLİK (BURSA) [1.98 km]
25	6.08.2013	19:18:11.99	39.836	29.754	7.5	4	CAMILYAYLA-BOZUYUK (BILECIK) [4.24 km]
26	29.05.2013	14:43:31.64	39.1433	29.100	4	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 2.5 km]
27	30.10.2012	00:12:35.27	39.124	29.133	13	4	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 2.6 km]
28	26.10.2012	03:37:36.17	40.4258	28.720	8.3	4	GEMLİK KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
29	4.07.2012	08:45:28.69	39.9417	27.842	12.8	4.4	DUZOBA- (BALIKESİR) [North West 3.6 km]
30	19.06.2012	01:46:13.35	39.1432	29.152	10.5	4.9	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.3 km]
31	13.06.2012	06:40:31.72	39.11	29.154	9.2	4.3	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 2.4 km]
32	11.06.2012	03:49:03.36	39.1037	29.144	4.9	4	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [East 2.0 km]
33	9.05.2012	17:49:31.65	39.1563	29.143	5.9	4.4	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 3.9 km]
34	4.05.2012	02:00:35.71	39.108	29.129	8.7	4.5	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.9 km]
35	3.05.2012	21:45:17.35	39.1472	29.084	11.6	4.7	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North 2.3 km]
36	3.05.2012	17:10:10.01	39.1653	29.092	6.8	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 4.4 km]
37	3.05.2012	16:16:04.28	39.1237	29.073	2.6	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 0.7 km]
38	3.05.2012	15:25:27.38	39.0903	29.079	4.4	4.2	KALKAN-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.7 km]
39	3.05.2012	15:24:14.54	39.126	29.171	5	4	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 0.3 km]
40	3.05.2012	15:20:26.07	39.1758	29.092	5.6	5.1	TOKAT-HISARCIK (KÜTAHYA) [South West 5.1 km]
41	26.04.2012	22:05:34.37	39.135	29.069	8.4	4.9	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 1.3 km]
42	23.04.2012	16:14:37.16	39.1092	29.139	5.4	4.2	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.7 km]
43	20.04.2012	16:39:16.09	39.1668	29.087	6.6	4.2	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North 4.5 km]
44	19.04.2012	19:52:41.55	39.1293	29.146	2.9	4.6	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [West 2.0 km]
45	17.04.2012	20:45:17.41	39.135	29.096	6.4	4.3	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.6 km]
46	16.04.2012	12:19:02.94	39.1485	29.137	5.3	4	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 3.6 km]
47	16.04.2012	10:11:09.81	39.1375	29.150	6.1	4.7	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.0 km]
48	16.04.2012	10:10:46.60	39.1375	29.131	5.3	4.8	INLICE-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 3.5 km]
49	25.08.2011	04:19:23.50	39.1672	29.115	7.1	4.3	TOKAT-HISARCIK (KÜTAHYA) [South West 4.6 km]
50	16.08.2011	17:30:06.68	40.4348	28.894	5.4	4	GEMLİK KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)

Çizelge 8.3 (devam ediyor)

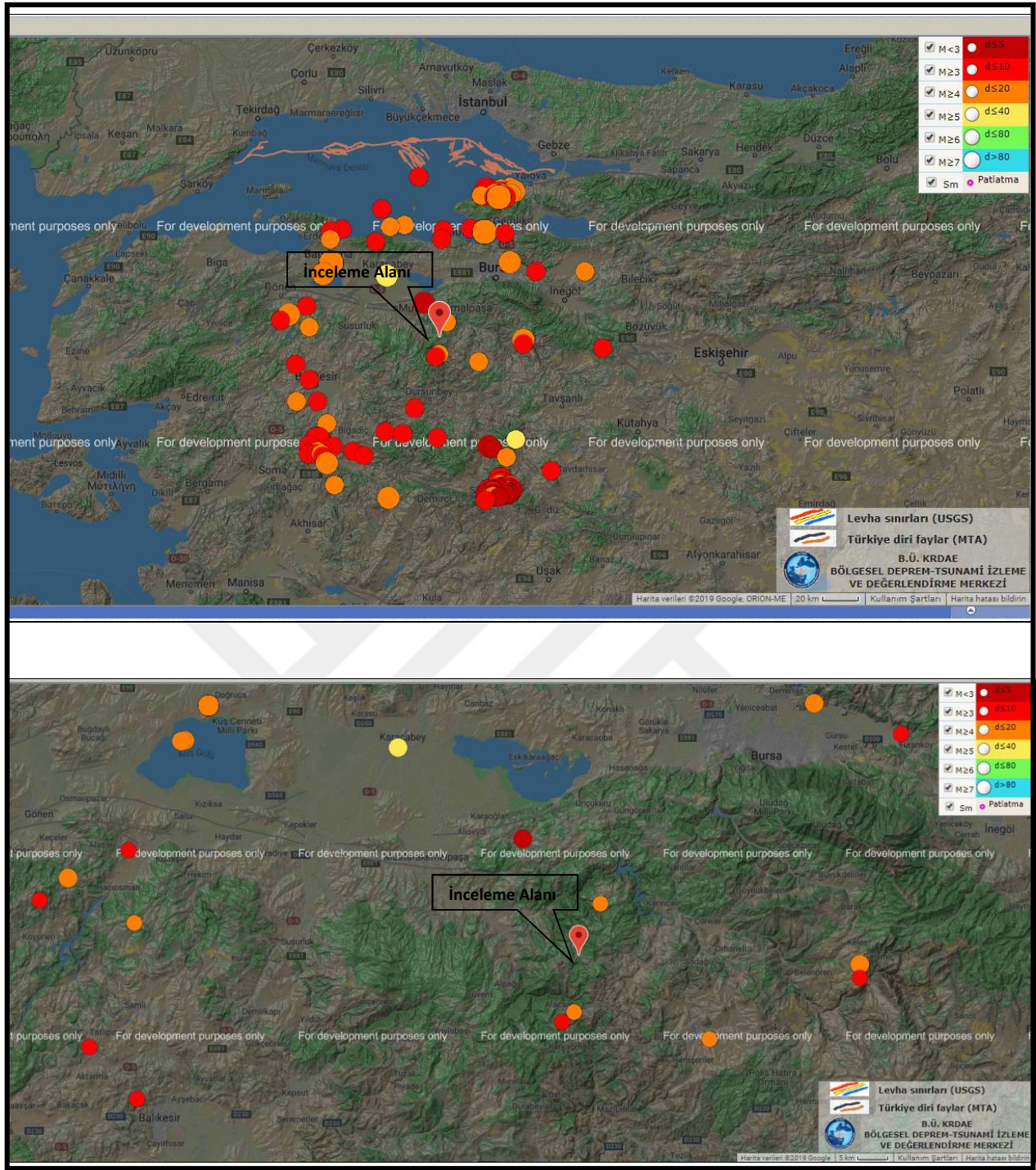
No	Oluş tarihi	Oluş zamanı	Enlem	Boylam	Der (km)	xM	Yer
51	19.07.2011	21:16:52.70	39.119	29.061	2.7	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.9 km]
52	17.07.2011	19:51:50.13	39.1197	29.095	9.5	4.1	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.5 km]
53	13.07.2011	01:31:49.02	39.122	29.033	5	4.2	KAPIKAYA-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.3 km]
54	3.07.2011	14:16:28.83	39.1167	29.021	5.4	4	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.1 km]
55	29.06.2011	11:40:47.97	39.1247	29.019	4.5	4	KAPIKAYA-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.9 km]
56	27.06.2011	23:41:40.67	39.0743	28.995	8.3	4	MAMAK-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 1.3 km]
57	27.06.2011	22:24:50.89	39.1043	28.988	4.9	4	YESILOVA-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.3 km]
58	27.06.2011	21:28:51.00	39.1012	29.034	5.4	4.4	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.3 km]
59	27.06.2011	21:13:58.61	39.116	29.015	8.8	4.9	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.3 km]
60	10.06.2011	22:47:04.88	39.087	28.359	13.9	4.6	KOBAKLAR-GORDES (MANISA) [North West 2.0 km]
61	5.06.2011	21:29:12.57	39.1593	29.098	8.1	4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 3.9 km]
62	4.06.2011	13:51:06.10	39.123	29.095	5.4	4.2	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.3 km]
63	29.05.2011	01:31:39.46	39.1243	29.081	9.9	4.6	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South 0.3 km]
64	28.05.2011	18:06:46.88	39.1058	29.037	5	4.1	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.9 km]
65	28.05.2011	07:35:31.26	39.1062	29.124	7.6	4	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.4 km]
66	28.05.2011	05:47:16.88	39.1162	29.021	7.5	5	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.1 km]
67	27.05.2011	07:43:37.66	39.1187	29.041	8.6	4.5	KAPIKAYA-SIMAV (KÜTAHYA) [South 1.5 km]
68	24.05.2011	02:55:29.34	39.0962	29.019	8.3	4.2	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.1 km]
69	20.05.2011	00:58:32.51	39.1038	29.090	5	4.5	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 2.7 km]
70	20.05.2011	00:13:07.35	39.1165	29.138	5	4.1	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 2.1 km]
71	19.05.2011	21:33:10.91	39.1457	29.106	4.5	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 3.0 km]
72	19.05.2011	21:21:29.09	39.1127	29.018	5	4.5	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 1.9 km]
73	19.05.2011	21:12:50.85	39.1117	29.038	5.6	4.6	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.5 km]
74	19.05.2011	20:43:30.76	39.1238	29.090	5	4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 0.8 km]
75	19.05.2011	20:41:44.56	39.1038	29.127	5	4	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.5 km]
76	19.05.2011	20:25:31.99	39.1253	29.088	5	4.6	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 0.6 km]
77	19.05.2011	20:15:22.94	39.1553	29.089	6.9	5.9	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 3.2 km]
78	30.03.2011	17:07:20.13	40.0483	27.831	7.9	4.3	SULEYMANLI-MANYAS (BALIKESIR) [North West 1.0 km]
79	9.03.2011	07:04:03.88	40.4318	28.059	9.4	4	BANDIRMA KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
80	2.03.2010	00:59:43.08	39.1347	29.094	6.4	4.3	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.4 km]
81	15.09.2009	09:23:47.45	39.0945	29.044	10.2	4	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.2 km]
82	1.08.2009	16:42:39.05	40.3678	28.277	10	4.3	KURSUNLU-KARACABEY (BURSA) [South 3.3 km]
83	7.05.2009	23:46:42.86	39.2955	27.933	6	4.1	DEMIRTAS-KIRKAGAC (MANISA) [East 1.2 km]
84	17.02.2009	05:28:19.35	39.1093	29.040	7.6	5	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.3 km]
85	5.10.2008	06:04:04.73	40.6307	29.013	15.3	4.2	SENKOY-CINARCIK (YALOVA) [North East 0.9 km]
86	10.07.2008	07:49:53.92	40.0073	27.713	13.6	4.9	COBANHAMIDIYE-GONEN (BALIKESIR) [South 2.0 km]
87	12.03.2008	18:53:31.31	40.6162	29.007	10	4.8	SENKOY-CINARCIK (YALOVA) [South East 1.3 km]
88	29.09.2007	22:35:09.39	39.7577	27.755	8.2	4	DELİKLITAS- (BALIKESIR) [North 1.3 km]
89	20.09.2007	06:18:51.86	39.2252	29.419	5.3	4	DUSECEK-EMET (KÜTAHYA) [South West 2.7 km]
90	24.10.2006	14:00:20.90	40.4162	28.987	12.5	5.2	GEMLIK KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
91	20.10.2006	18:15:24.19	40.2617	27.985	10.9	5.2	YENISIGIRCI-BANDIRMA (BALIKESIR) [West 2.4 km]
92	2.12.2004	15:51:48.00	39.26	27.96	11	4.5	EGRIDERE-SINDIRGI (BALIKESIR) [North 0.5 km]
93	23.12.2003	13:07:45.30	39.86	29.24	9	4	KIRAN ISIKLAR-KELES (BURSA) [East 1.0 km]
94	23.12.2003	12:23:36.90	39.88	29.24	13	4.6	ALPAGUT-KELES (BURSA) [East 2.2 km]
95	13.06.2003	10:28:56.60	39.3	28.2	10	4.1	KOCASINAN-SINDIRGI (BALIKESIR) [South West 1.5 km]
96	9.06.2003	17:44:03.10	40.21	27.94	17	4.9	KUS GÖLÜ
97	20.03.2003	12:25:34.60	39.97	28.74	12	4.3	OMERALTI-MUSTAFAKEMALPASA (BURSA) [South West 2.8 km]
98	9.07.2002	22:39:15.40	39.31	27.84	8	4.3	HAMIDIYE-KIRKAGAC (MANISA) [North East 2.4 km]
99	5.05.2002	09:22:09.80	40.53	28.32	7	4.1	MARMARA DENİZİ
100	23.06.2001	12:18:21.50	39.32	27.9	11	4.2	KOCAISKAN-KIRKAGAC (MANISA) [South 1.6 km]

Çizelge 8.3 (devam ediyor)

No	Oluş tarihi	Oluş zamanı	Enlem	Boylam	Der (km)	xM	Yer
51	19.07.2011	21:16:52.70	39.119	29.061	2.7	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.9 km]
52	17.07.2011	19:51:50.13	39.1197	29.095	9.5	4.1	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.5 km]
53	13.07.2011	01:31:49.02	39.122	29.033	5	4.2	KAPIKAYA-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.3 km]
54	3.07.2011	14:16:28.83	39.1167	29.021	5.4	4	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.1 km]
55	29.06.2011	11:40:47.97	39.1247	29.019	4.5	4	KAPIKAYA-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.9 km]
56	27.06.2011	23:41:40.67	39.0743	28.995	8.3	4	MAMAK-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 1.3 km]
57	27.06.2011	22:24:50.89	39.1043	28.988	4.9	4	YESILOVA-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.3 km]
58	27.06.2011	21:28:51.00	39.1012	29.034	5.4	4.4	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.3 km]
59	27.06.2011	21:13:58.61	39.116	29.015	8.8	4.9	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.3 km]
60	10.06.2011	22:47:04.88	39.087	28.359	13.9	4.6	KOBAKLAR-GORDES (MANISA) [North West 2.0 km]
61	5.06.2011	21:29:12.57	39.1593	29.098	8.1	4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 3.9 km]
62	4.06.2011	13:51:06.10	39.123	29.095	5.4	4.2	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.3 km]
63	29.05.2011	01:31:39.46	39.1243	29.081	9.9	4.6	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South 0.3 km]
64	28.05.2011	18:06:46.88	39.1058	29.037	5	4.1	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.9 km]
65	28.05.2011	07:35:31.26	39.1062	29.124	7.6	4	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.4 km]
66	28.05.2011	05:47:16.88	39.1162	29.021	7.5	5	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 2.1 km]
67	27.05.2011	07:43:37.66	39.1187	29.041	8.6	4.5	KAPIKAYA-SIMAV (KÜTAHYA) [South 1.5 km]
68	24.05.2011	02:55:29.34	39.0962	29.019	8.3	4.2	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [South West 1.1 km]
69	20.05.2011	00:58:32.51	39.1038	29.090	5	4.5	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 2.7 km]
70	20.05.2011	00:13:07.35	39.1165	29.138	5	4.1	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 2.1 km]
71	19.05.2011	21:33:10.91	39.1457	29.106	4.5	4.4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 3.0 km]
72	19.05.2011	21:21:29.09	39.1127	29.018	5	4.5	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North West 1.9 km]
73	19.05.2011	21:12:50.85	39.1117	29.038	5.6	4.6	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.5 km]
74	19.05.2011	20:43:30.76	39.1238	29.090	5	4	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 0.8 km]
75	19.05.2011	20:41:44.56	39.1038	29.127	5	4	SENKOY-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 0.5 km]
76	19.05.2011	20:25:31.99	39.1253	29.088	5	4.6	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 0.6 km]
77	19.05.2011	20:15:22.94	39.1553	29.089	6.9	5.9	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 3.2 km]
78	30.03.2011	17:07:20.13	40.0483	27.831	7.9	4.3	SULEYMANLI-MANYAS (BALIKESIR) [North West 1.0 km]
79	9.03.2011	07:04:03.88	40.4318	28.059	9.4	4	BANDIRMA KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
80	2.03.2010	00:59:43.08	39.1347	29.094	6.4	4.3	SOGUT-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.4 km]
81	15.09.2009	09:23:47.45	39.0945	29.044	10.2	4	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [South East 1.2 km]
82	1.08.2009	16:42:39.05	40.3678	28.277	10	4.3	KURSUNLU-KARACABEY (BURSA) [South 3.3 km]
83	7.05.2009	23:46:42.86	39.2955	27.933	6	4.1	DEMIRTAS-KIRKAGAC (MANISA) [East 1.2 km]
84	17.02.2009	05:28:19.35	39.1093	29.040	7.6	5	GOKCELER-SIMAV (KÜTAHYA) [North East 1.3 km]
85	5.10.2008	06:04:04.73	40.6307	29.013	15.3	4.2	SENKOY-CINARCIK (YALOVA) [North East 0.9 km]
86	10.07.2008	07:49:53.92	40.0073	27.713	13.6	4.9	COBANHAMIDIYE-GONEN (BALIKESIR) [South 2.0 km]
87	12.03.2008	18:53:31.31	40.6162	29.007	10	4.8	SENKOY-CINARCIK (YALOVA) [South East 1.3 km]
88	29.09.2007	22:35:09.39	39.7577	27.755	8.2	4	DELİKLITAS- (BALIKESIR) [North 1.3 km]
89	20.09.2007	06:18:51.86	39.2252	29.419	5.3	4	DUSECEK-EMET (KÜTAHYA) [South West 2.7 km]
90	24.10.2006	14:00:20.90	40.4162	28.987	12.5	5.2	GEMLIK KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
91	20.10.2006	18:15:24.19	40.2617	27.985	10.9	5.2	YENISIGIRCI-BANDIRMA (BALIKESIR) [West 2.4 km]
92	2.12.2004	15:51:48.00	39.26	27.96	11	4.5	EGRIDERE-SINDIRGI (BALIKESIR) [North 0.5 km]
93	23.12.2003	13:07:45.30	39.86	29.24	9	4	KIRAN ISIKLAR-KELES (BURSA) [East 1.0 km]
94	23.12.2003	12:23:36.90	39.88	29.24	13	4.6	ALPAGUT-KELES (BURSA) [East 2.2 km]
95	13.06.2003	10:28:56.60	39.3	28.2	10	4.1	KOCASINAN-SINDIRGI (BALIKESIR) [South West 1.5 km]
96	9.06.2003	17:44:03.10	40.21	27.94	17	4.9	KUS GÖLÜ
97	20.03.2003	12:25:34.60	39.97	28.74	12	4.3	OMERALTI-MUSTAFAKEMALPASA (BURSA) [South West 2.8 km]
98	9.07.2002	22:39:15.40	39.31	27.84	8	4.3	HAMIDIYE-KIRKAGAC (MANISA) [North East 2.4 km]
99	5.05.2002	09:22:09.80	40.53	28.32	7	4.1	MARMARA DENİZİ
100	23.06.2001	12:18:21.50	39.32	27.9	11	4.2	KOCAISKAN-KIRKAGAC (MANISA) [South 1.6 km]

Çizelge 8.3 (devam ediyor)

No	Oluş tarihi	Oluş zamanı	Enlem	Boylam	Der (km)	xM	Yer
101	22.06.2001	11:54:50.60	39.38	27.9	7	5	DEDEBURNU- (BALIKESİR) [South West 3.1 km]
102	24.05.2001	03:18:08.30	39.35	27.84	7	4.1	YAZOREN-SAVASTEPE (BALIKESİR) [North East 2.8 km]
103	18.09.1999	00:48:24.40	40.62	29.12	9	4.3	ORTABURUN-CINARCIK (YALOVA) [West 2.5 km]
104	31.08.1999	22:28:21.10	40.63	29.09	19	4.1	TESVIKIYE-CINARCIK (YALOVA) [North East 1.8 km]
105	22.08.1999	01:47:45.20	40.62	29.08	10	4.3	TESVIKIYE-CINARCIK (YALOVA) [North 0.5 km]
106	20.08.1999	20:12:42.50	40.59	29.05	9	4.3	TESVIKIYE-CINARCIK (YALOVA) [South West 3.8 km]
107	20.08.1999	09:34:46.70	40.62	29.18	17	4.6	AKKOY-TERMAL (YALOVA) [South West 1.3 km]
108	20.08.1999	09:28:55.70	40.59	29.12	8	4.6	ORTABURUN-CINARCIK (YALOVA) [South West 4.1 km]
109	19.08.1999	15:48:19.50	40.64	29.15	12	4.3	CALICA-CINARCIK (YALOVA) [North West 0.7 km]
110	19.08.1999	15:17:44.90	40.59	29.08	11	5	TESVIKIYE-CINARCIK (YALOVA) [South 2.9 km]
111	19.08.1999	14:24:34.40	40.61	29.1	14	4	TESVIKIYE-CINARCIK (YALOVA) [South East 1.9 km]
112	19.08.1999	14:15:58.40	40.6	29.06	12	4.5	TESVIKIYE-CINARCIK (YALOVA) [South West 2.4 km]
113	17.08.1999	18:35:21.90	40.38	28.71	7	4	YALICIFTLIK-MUDANYA (BURSA) [North West 2.8 km]
114	25.07.1999	06:56:53.10	39.33	27.89	9	4.5	KOCAISKAN-KIRKAGAC (MANISA) [South West 1.1 km]
115	24.07.1999	16:05:48.20	39.31	27.89	8	4.3	FIRDANLAR-KIRKAGAC (MANISA) [North 1.7 km]
116	18.10.1997	09:18:53.30	39.81	28.69	17	4	HACIAHMET-MUSTAFAKEMALPASA (BURSA) [North West 2.6 km]
117	19.08.1995	19:57:12.20	40.22	29.64	17	4.2	SUBASI-YENISEHIR (BURSA) [South West 1.2 km]
118	8.07.1994	23:08:40.30	39.38	29.19	33	4.1	SAMRIK-EMET (KÜTAHYA) [North 0.9 km]
119	21.02.1994	04:36:20.90	40.22	29.32	6	4	DUDAKLI-KESTEL (BURSA) [South East 1.3 km]
120	6.06.1993	18:16:11.10	39.42	28.34	6	4	DAVUTCA-BIGADIC (BALIKESİR) [South West 1.8 km]
121	30.05.1993	15:42:29.60	39.29	29.13	17	4	KABAKLAR-EMET (KÜTAHYA) [North East 2.2 km]
122	21.05.1993	09:01:17.70	39.77	28.95	15	4.2	BALABAN-BUYUKORHAN (BURSA) [East 0.4 km]
123	31.03.1993	18:20:44.10	39.15	28.01	13	4.3	SOGUTLU-AKHISAR (MANISA) [South 2.0 km]
124	18.03.1993	07:51:38.10	40.42	27.98	10	4.3	BANDIRMA KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
125	18.03.1993	07:19:39.50	40.38	27.98	14	4.2	BANDIRMA KÖRFEZİ (MARMARA DENİZİ)
126	1.04.1992	12:23:39.70	39.39	28.68	10	4.1	ALACAM-DURSUNBEY (BALIKESİR) [South East 2.9 km]
127	22.03.1992	16:52:25.00	40.2	28.35	24	4.9	KARACABEY (BURSA) [South West 1.9 km]
128	30.11.1991	15:57:54.60	39.32	28.13	10	4.1	ARMUTLU-SINDIRGI (BALIKESİR) [South East 1.8 km]
129	22.07.1991	00:49:50.00	39.31	27.92	13	4	DEMIRTAS-KIRKAGAC (MANISA) [North 1.7 km]
130	26.06.1991	11:00:36.70	39.57	27.76	12	4	CUKURHUSEYİN- (BALIKESİR) [North East 1.0 km]
131	3.03.1991	08:39:25.50	40.63	29	10	4.6	SENKOY-CINARCIK (YALOVA) [North West 0.4 km]
132	7.01.1991	05:15:14.50	40.69	28.56	8	4	MARMARA DENİZİ
133	13.09.1990	22:05:13.20	39.54	28.53	10	4.3	CATALCAM-DURSUNBEY (BALIKESİR) [West 3.3 km]
134	10.02.1990	19:48:01.10	39.57	27.9	10	4	KUCUKBOSTANCI- (BALIKESİR) [South West 2.8 km]

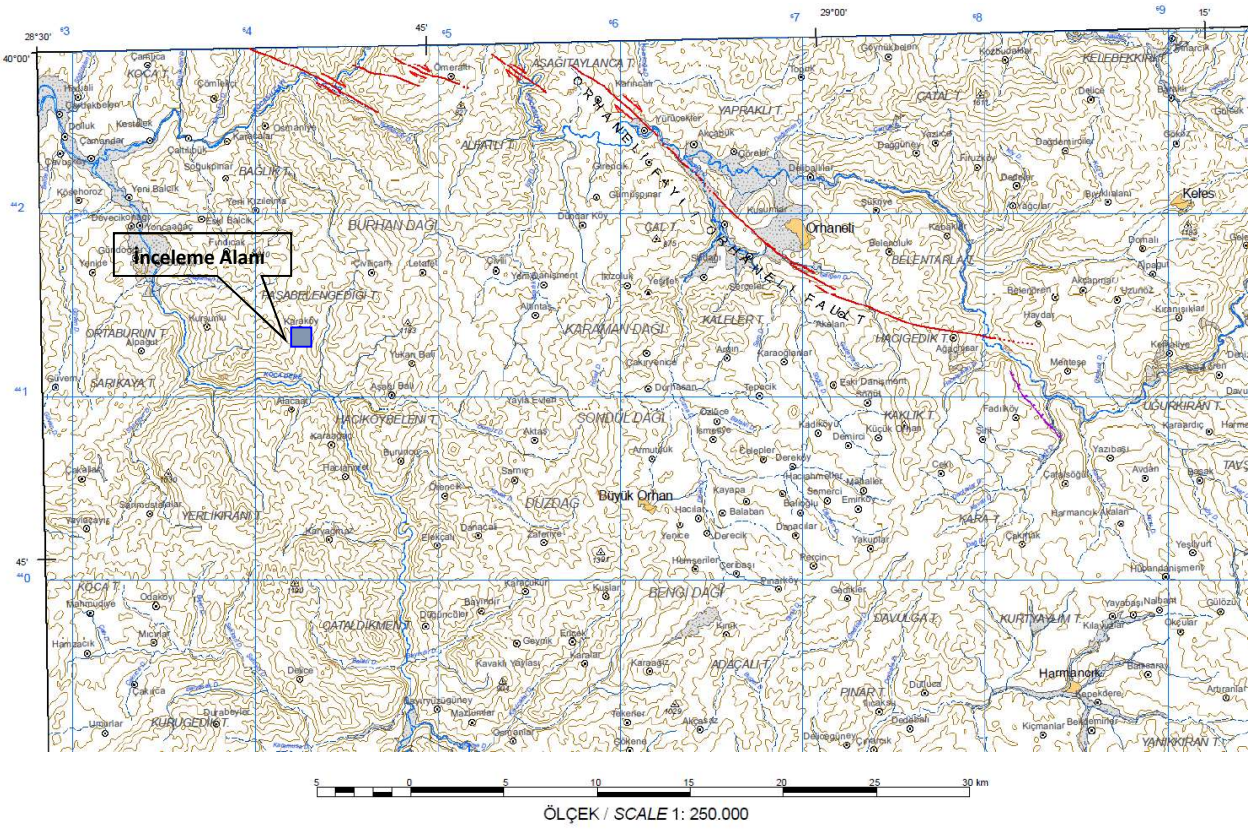


Şekil 8.4 İnceleme alanı 100 km çevresinde meydana gelmiş depremler.

8.2 AFET DURUMU

Bursa İli ve çevresinin aktif fay haritası ve heyelan envanterindeki yeri (Şekil 8.5, Şekil 8.6) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü interaktif web sitesinden alınarak haritalandırılmıştır.

Çalışma sahasında Kretase yaşı öncesinde tektonik aktivitelerde artış gözlenmiş, bindirmeyle birlikte inceleme alanının kuzeyine Yayla Melanjı Formasyonu yerleşmiştir.



Şekil 8.5 Bursa ve çevresinin aktif fayları (MTA Diri fay haritası, 2011).



Şekil 8.6 Karaköy Mahallesi'nin Heyelan Envanterindeki konumu (MTA).



Şekil 8.7 İnceleme alanında hasar görmüş taş duvar.



Şekil 8.8 İnceleme alanında oluşmuş yüzeysel heyelanlar



Şekil 8.9 İnceleme alanında oluşmuş yüzeysel kabarmalar

BÖLÜM 9

JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

9.1. ZEMİN VE KAYA BİRİMLERİN JEOTEKNİK PARAMETRELERİ

Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi'nin zemin profilini ve sahadaki mevcut birimlerin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla zemin sondajı açılmış ve muhtelif derinliklerden alınan numuneler üzerinde laboratuvarlarında zemin ve kaya mekaniği deneyleri yaptırılmıştır.

İnceleme alanında mevcutta bulunan yapılar için, sahada gözlenen yüzeysel kaymalar sebebiyle, arazi deneyleri ve alınmış numuneler üzerinde yapılmış çalışmalar konu edildikten sonra zemin ve temel mühendisliği değerlendirmelerine yer verilecektir.

İnceleme alanında gözlenen jeolojik birimler 3 farklı katman oluşmaktadır. Bu farklı katmanlara göre idealize zemin profili belirlenmiştir.

Bitkisel Toprak; Yüzeyden itibaren 0.20m kalınlığında gözlenmiştir. Hafriyat aşamasında bu birim tamamen kaldırılmalıdır.

Mudamköy Volkanitlerine ait tamamen ayrışmış TÜF; Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrışmıştır. 0.20 metreden 5.00 metreye kadar gözlenmiştir. Temel zemin olmak için uygundur.

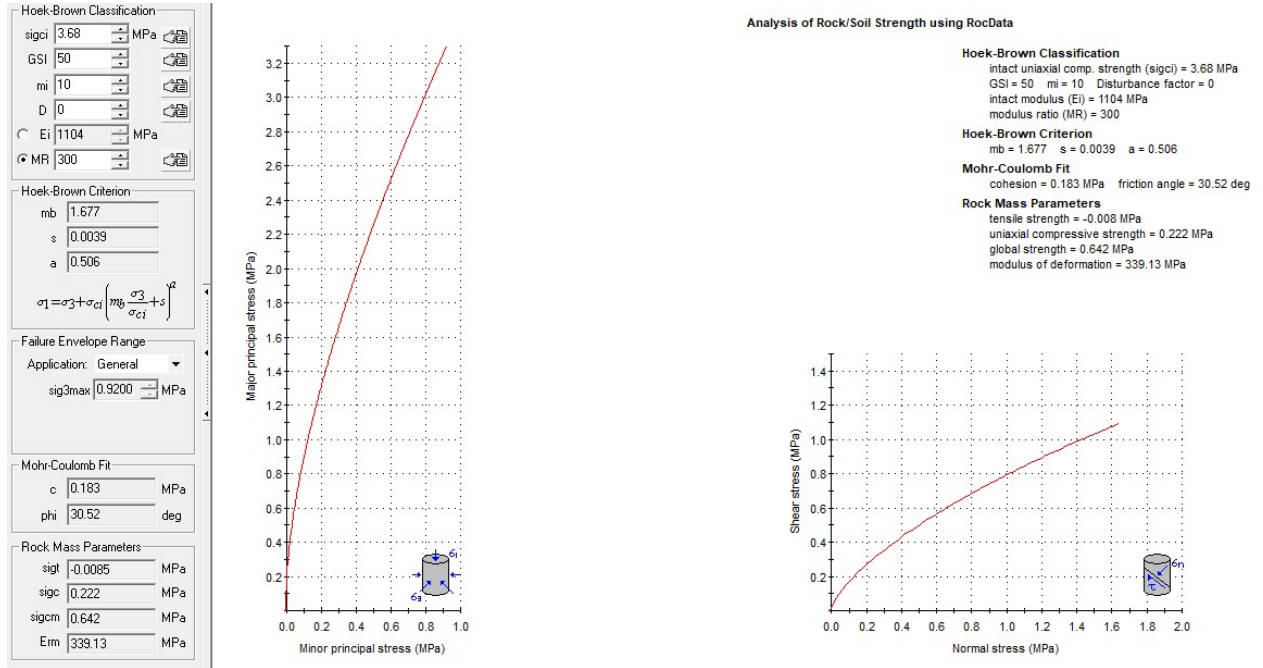
Serkedere Metamorfitlelerine ait ayrışmış ŞİST ve KRİSTALİZE KİREÇTAŞI; Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok parçalı, kırıklı, çok ayrışmış ve tamamen ayrışmış ŞİST ve Kristalize Kireçtaşı seviyeleridir. 5.00 metreden kuyu sonu 15.00 metreye kadar gözlenmiştir.

İnceleme alanında geçilen birimlerin jeoteknik tasarım parametreleri aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

9.1.1 Mudamköy Volkanitleri Birimin Jeoteknik Parametreleri

Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli killi, çok ayrışmıştır. 0.20 metreden 5.00 metreye kadar gözlenmiştir. Temel zemin olmak için uygundur. Ayrıca birimin içinde 2.50 metrede yeraltı suyuna rastlanmıştır. Bu birimin parametre tayininde alan içinde açılan sondaj kuyularından birimin tamamen altere olmuş kısımlarında yapılan SPT Deney sonucu ve birimin taze yüzeylerinden alınan karot numunelere uygulanan nokta yükleme deneyi sonuçlarından en düşük verileri veren SK-5 nolu sondaj kuyusundan alınan karot numunesi sonucu elde edilen parametreler kullanılmıştır. İnceleme alanında alınan kayaç numuneler üzerinde yapılan nokta yükleme dayanım değerlerine göre inceleme alanında gözlenen Mudamköy Volkanitlerine ait Tüf birimin nokta yükleme dayanım indisi değerleri 3.68-3.69 Mpa olarak belirlenmiştir.

Birim mostralarından ve sondaj loglarından elde edilen litolojik ve jeoteknik özellikleri baz alınarak RMR ve GSI sınıflamaları yapılarak elde edilen genelleştirilmiş Hoek&Brown kriterlerine göre tuf birim için aşağıda verilen parametreler kullanılarak, Mohr&Coulomb Basınç Parametreleri hesaplanmıştır.



Şekil 9.1 Tuf birim için Mohr&Coulomb basınç parametreleri hesaplamaları.

Tuf birim Mohr&Coulomb'a göre parametre hesaplamaları aşağıda verilmiştir.

- N = 40 ~ 86
- $N_{ort} = 61$
- $N_{60} = 58$
- Minimum $I_s = 3.68$ MPa
- $C = 0.183$ MPa
- $\phi = 30.52^\circ$
- $E = 1104$ MPa
- $\gamma = 18$ kN/m³ seçilmiştir
- $RQD < \%25$

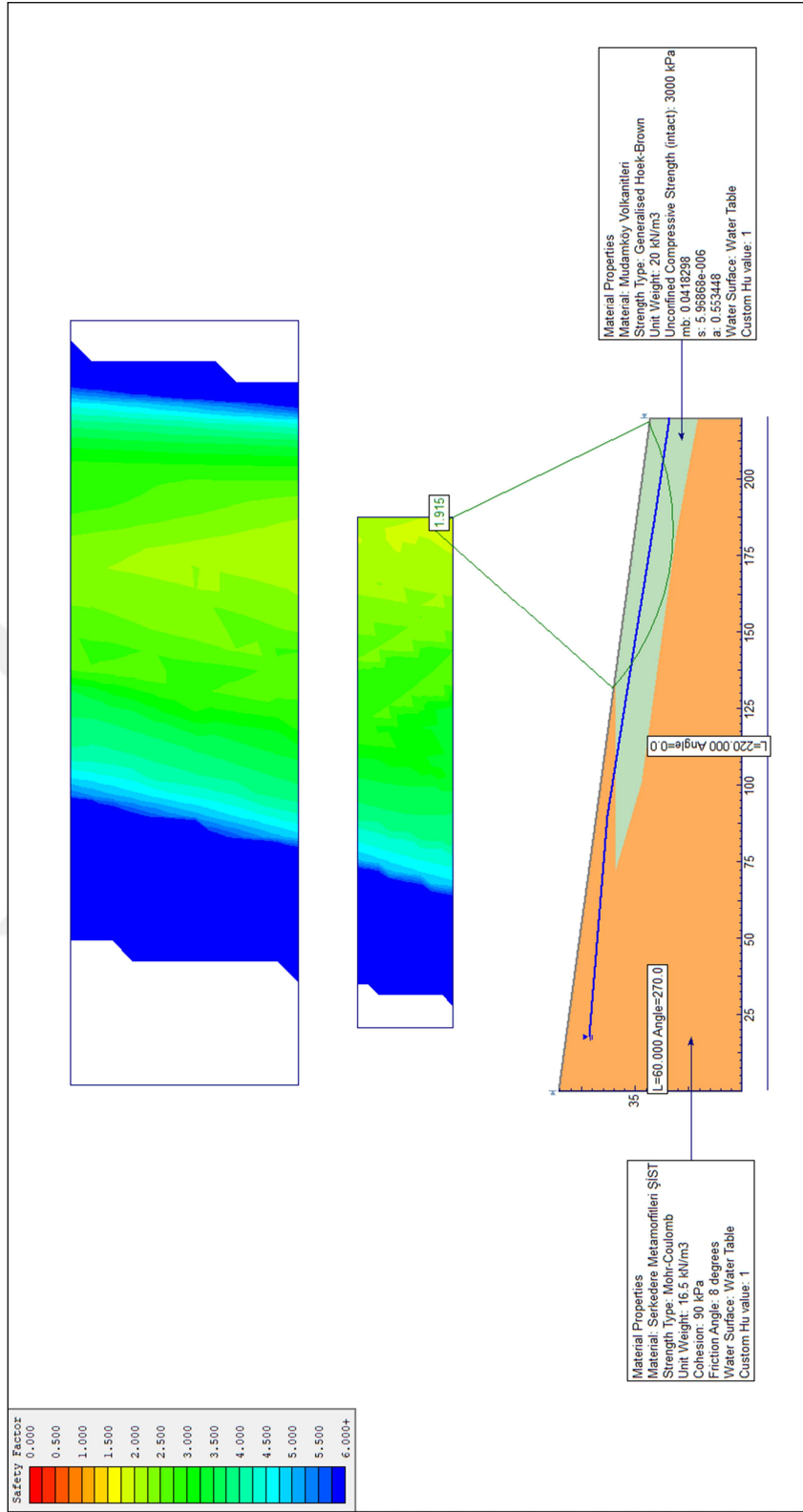
9.1.2 Serkedere Metamorfileri Birimin Jeoteknik Parametreleri

Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok parçalı, kırıklı, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış ŞİST ve Kristalize Kireçtaşı seviyeleridir. 5.00 metreden kuyu sonu 15.00 metreye kadar gözlenmiştir. Ayrıca birimin içinde 6.00-11.00 metre arasında değişken derinliklerde yeraltı suyuna rastlanmıştır. Bu birimin parametre tayininde inceleme alanında açılan sondaj kuyularından alınan örselenmemiş UD numuneleri üzerinde yapılan üç eksenli basınç deneyi sonuçlarından en düşük verileri veren SK-2 nolu sondaj kuyusundan alınan numune sonucu elde edilen veriler kullanılmıştır. İnceleme alanında alınan kayaç numuneler üzerinde yapılan nokta yükleme dayanım değerlerine göre inceleme alanında gözlenen Serkedere Metamorfilerine ait Şist ve Kristalize Kireçtaşı birimlerin nokta yükleme dayanım indisi değerleri 3.48-3.94 Mpa arasında olarak belirlenmiştir

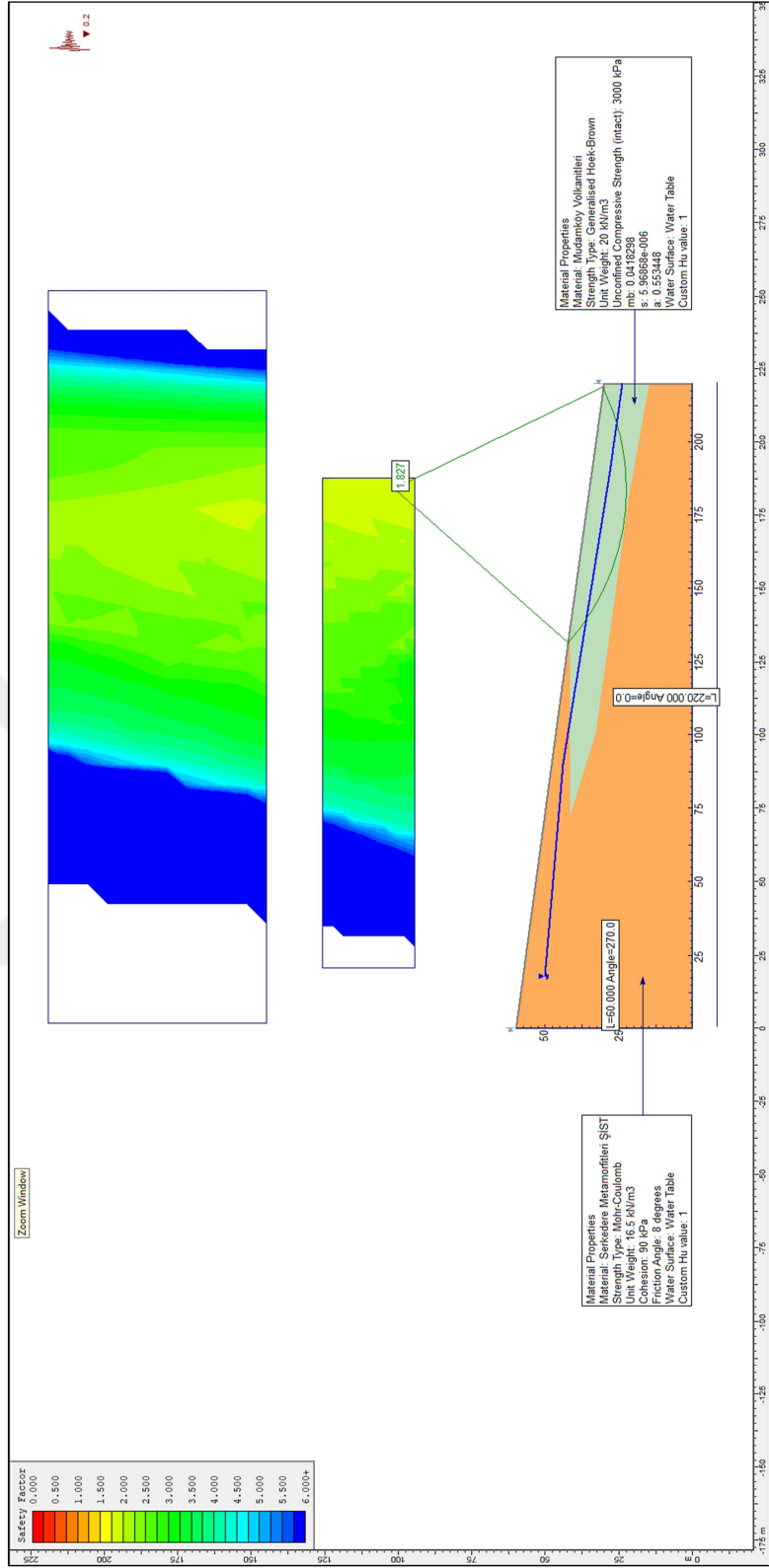
- $N = 12 \sim 76$
- $N_{ort} = 53$
- $N_{60} = 37$
- Üç Eksenli Basınç Deneylerinden $C = 90 \text{ kPa}$, $\phi \approx 8^\circ$ olarak bulunmuştur.
- $E = 300 * C = 27 \text{ MPa}$ (Duncan & Buchignani,1976)
- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ seçilmiştir.
- $RQD < \%25$

9.2 ŞEV STABİLİTE ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Stabilite durumunu incelemek için yapılan analizlerde sahanın mevcut durumdaki eğimleri, mevcut şevler ve sondajlar değerlendirilmiş, buna göre şev stabilite analizleri yapılmıştır. Şev stabilite analizlerinde kısa dönem (statik durum) ve uzun dönem (deprem durumu) koşulları için güvenlik katsayıları hesaplanmıştır. Çalışma alanının mevcut eğimleri, kot farkları ve bu alanlarda yapılan sondajların değerlendirilmesi sonucu 1 hat boyunca Şev stabilite hesapları “SLIDE 5.0” analiz programıyla yapılmıştır. Yapılan analizlerde en kritik kesit çözümlenmiştir.



Şekil 9.2 Statik durumda geçici şev analizi.



Şekil 9.3 Dinamik durumda kalıcı şev analizi.

SK-7, SK-6 ve SK-5 kuyuları boyunca alınan kesit göz önüne alınarak yapılan şev analiz hesabına göre arazinin statik durumda güvenlik faktörü $F_s=1.915$, depremlilik durumda güvenlik faktörü $F_s=1.827$ olarak bulunmuştur. Hesaplanan güvenlik katsayıları statik durumda $F_s \geq 1.50$ ve dinamik durumda $F_s \geq 1.00$ olduğu için sahadaki mevcut şevlerin stabil olduğu belirlenmiştir. Ancak inceleme alanında gözlenen birimler suyla temas ettiğinde bozuşmaya uğrayacağından şev stabilite sorunları meydana gelebilir. Bu sebeple inceleme alanının dışında batısında kalan kaynak suyunun ve mevsimsel yağışlarla oluşacak yüzey sularının drenajı sağlanmalıdır. Şevin maksimum 3-4 hafta ve yağışsız havada stabil olacağı dikkate alınmalıdır. Kazı şevleri uzun süreli açıkta kalacaksa uzun dönem stabilite analizleri ayrıca yapılmalıdır.

Yapılaşmalardan önce hazırlanacak olan parsel/bina bazındaki zemin etüt çalışmalarında, şev üstüne gelecek ilave yükün doğal veya yapay şeve etkisi ile şev kenarına olan güvenli mesafesinin belirlenmesi, şevin jeoteknik parametrelerinden doğabilecek problemlerin ayrıntılı çalışılarak, jeoteknik problemin niteliğine göre gerekli önlemlerden bir veya birkaçının alınması gerekir.

9.3 JEOTEKNİK ANALİZLER

9.3.1 Taşıma Gücü Hesabı

Üst yapı tasarımlarında, zeminin taşıma kapasitesi hesaplanmalı, yapıdan gelen yükün, zemin tarafından karşılanıyor olması değerlendirilmelidir. Üst yapıdan gelen yük, temel zeminin taşıma gücünün altında kalırsa, zeminde yenilme meydana geleceğinden, zemin yapıyı taşıyamaz. Bu sebeple yapılaşma öncesinde sondaj ve sismik çalışmaları içeren zemin etüt raporu hazırlanır. Sahada yapılan sondaj çalışmalarında alınan numuneler üzerinde laboratuvar ortamında zeminlerin kayma direnci açısı ve kohezyonu belirlenir. Buna göre çeşitli bağıntılardan zeminin güvenli taşıma gücü bulunur, üst yapıdan gelen yükle kıyaslanır. Üst yapıdan gelen yük, zeminin taşıma gücünden düşükse, yapının güvenli olduğu ve inşa edilebileceği sonucuna varılır.

2018 Deprem Yönetmeliği'nde yeni yapılacak yapının temel şekli, temel derinliği ve temel boyutlarına göre taşıma gücü hesapları değişmektedir.

Genel Taşıma Gücü Formülü (TBDY 2018):

$$q_k = C * N_c * s_c * d_c * i_c * g_c * b_c + q * N_q * s_q * d_q * i_q * g_q * b_q + 0,5 * \gamma' * B * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * i_\gamma * g_\gamma * b_\gamma$$

Taşıma gücü faktörleri:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} * \tan^2(45 + \phi'/2); \quad N_c = (N_q - 1) * \cot \phi'; \quad N_\gamma = 2 * (N_q - 1) * \tan \phi'$$

Temel şekil faktörleri:

$$s_c = 1 + (B/L) * (N_q/N_c)$$

$$s_q = 1 + (B/L) * \tan \phi'$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 * (B/L)$$

Temel derinlik faktörleri:

$$d_c = 1 + 0,4 * k$$

$$d_q = 1 + 2 * k * \tan \phi' * (1 - \sin \phi')^2$$

$$d_\gamma = 1$$

$$D/B \leq 1 \text{ için } k = D/B$$

$$D/B > 1 \text{ için } k = \tan^{-1}(D/B) \text{ (} \tan^{-1} \text{ radyan cinsinden.)}$$

Yük eğim faktörleri:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1 \text{ (Temele etkiyen yükler dik kabul edilmiştir.)}$$

Temel taban eğimi faktörleri:

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1 \text{ (Temel tabanı düz kabul edilmiştir.)}$$

Yer eğimi faktörleri:

$$g_c = g_q = g_\gamma = 1 \text{ (Temel zemini düz kabul edilmiştir.)}$$

Tekil ve Sürekli Temeller İçin Taşıma Gücü:

Temel Bilgileri:		
Temel Tipi:	SQ	
B =	4.00	m
L =	-	m
D _f =	1.00	m
Zemin Bilgileri:		
C =	90	kPa
φ =	8	°
γ =	18	kN/m ³
γ' =	18	kN/m ³
D _w =	2.5	m
q' =	18	kPa
Dayanım Katsayısı:		
γ _{Rv} =	1.40	
Temel Taşıma Gücü:		
q _k =	992.97	kPa
q _t =	q _k / γ _{Rv}	
q _t =	709.2643	kPa
q _t =	72.30013	t/m ²
q _t =	7.23	kg/cm ²

Taşıma Gücü Faktörleri	
N _q =	2.06
N _c =	7.53
N _γ =	0.30
Şekil Faktörleri	
s _q =	1.00
s _c =	1.27
s _γ =	0.60
Derinlik Faktörleri	
d _q =	1.00
d _c =	1.10
d _γ =	1.00
B/L =	1.00
k =	0.25

Temel Tipleri	
RE	Dikdörtgen
SQ	Kare
CI	Dairesel
CO	Sürekli

Temel Taşıma Gücü:

$$q_k = C * N_c * s_c * d_c + q' * N_q * s_q * d_q + 0.5 * \gamma' * B * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma$$

$$q_k = 90 * 7.53 * 1.27 * 1.10 + 18 * 2.06 * 1.00 * 1.00 + 0.5 * 18 * 4.00 * 0.30 * 0.60 * 1.00$$

$$q_k = 992.97 \text{ kPa}$$

$$q_t = q_k / \gamma_{Rv}$$

$$q_t = 992.97 / 1.4$$

$$q_t = 709.26 \text{ kPa}$$

$$q_t = 7.23 \text{ kg/cm}^2$$

Yapılan hesaplamalar sonucu 4.00*4.00 metre genişliğinde tekil ve sürekli temeller için güvenli taşıma gücü değeri 7.23 kg/cm² olarak bulunmuştur. İnceleme alanında mevcuttaki yapılar maksimum 4 katlı olduğundan, mevcut yapıların yükü 20 kpa*4=80 kpa olarak değerlendirilmiştir. Buna göre güvenli taşıma gücü değeri olan 7.23 kg/cm²=710 kpa bu değer altında kaldığından zemin, mevcut yapı yüklerini taşımaktadır.

9.3.2 Yatak Katsayısı

Bowles,1996 yaklaşımı ile $K_v = 40 \cdot GS \cdot \text{Taşıma Gücü}$

$K_v = 39719 \text{ kN/m}^3 = 3972 \text{ t/m}^3$ alınabilir. (Bowles,1996)

9.3.3 Oturma Analizi

Oturma hesabı aşağıdaki formül kullanılarak yapılır. Burada G+Q yükü, yaklaşık 3 katlı bir yapının yükü olarak 100 kN/m² olarak alınmıştır.

$$S_i = I_1 \cdot I_2 \cdot (q_0 \cdot B) / E_s$$

$$Q_{\text{maks}} = 100 \text{ kN/m}^2 \text{ (G+Q Diyagramından)}$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$D_f = 1.00 \text{ m (Minimum hafriyat)}$$

$$Q_{\text{net}} = 82 \text{ kN/m}^2$$

$$S_i = I_1 \cdot I_2 \cdot (q_0 \cdot B) / E_s$$

$$B = 4 \text{ m seçilmiştir}$$

$$L = 4 \text{ m seçilmiştir}$$

$$H = 12 \text{ m seçilmiştir}$$

$$I_1 = 0.8 \text{ ve } I_2 = 0.99$$

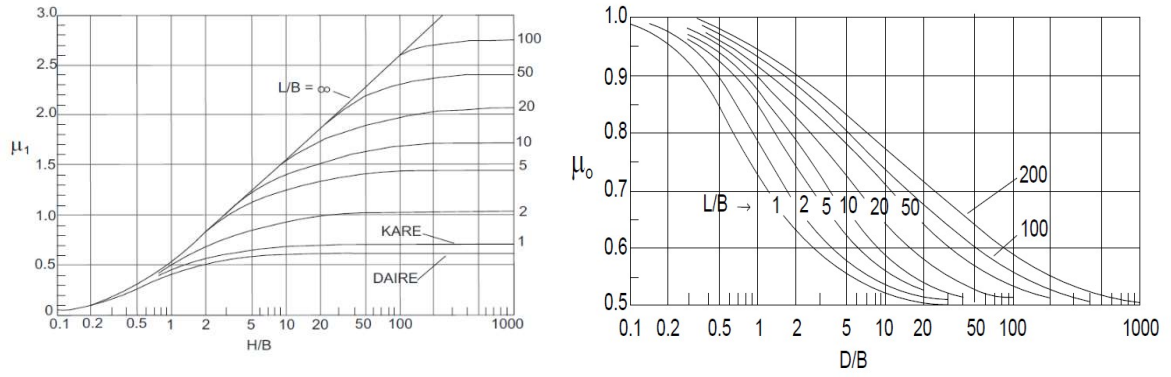
$$H/B = 3.00$$

$$\& L/B = 1.00$$

$$E_s = 27 \text{ MPa}$$

$$S_i = 0.8 * 0.99 * 82 * 4 / 27$$

$$S_i = 0.96 \text{ cm} < 12.50 \text{ cm}$$



Şekil 9.4 Killi Zeminlerde Esneklik ve Rijitlik Katsayıları

Yapılan hesaplamalar sonucu ortalama 12.00 metrelik dolgu ve kumlu kil tabakasında toplam oturma miktarı $\Delta H=0.96$ cm olarak bulunmuştur. Bu değerin kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 9.1 İzin Verilebilir Oturma Miktarları (Uzuner 1995)

	Zemin cinsi	Tekil-şerit temeller	Radye temeller
Dönme	Hepsi	1/300	1/300
Max. farklı oturma	Kil	4 cm	4 cm
	Kum	2.5 cm	2.5 cm
Max. mutlak oturma	Kil	6.5 cm	6.5 – 10 cm
	Kum	4 cm	4 – 6.5 cm

9.3.4 Genel Değerlendirmeler

İnceleme alanında yeni yapılacak yapılarda temel sistemi, yapı kullanım amacına ve bina boyutlarına göre değişiklik göstermektedir. Konut tipi yapılarda radye temel sistemi kullanılması, farklı oturma problemlerinin önleyecektir.

Temellerin aynı birimler üzerine oturturulmasına özen gösterilmelidir. İnceleme alanında gözlenen Şist, Tüf, Kireçtaşı gibi farklı birimlere oturacak temeller için uygun projeler geliştirilmelidir. Yapı temelleri üstteki ayrışmış zon harfedilerek alttaki sağlam zemine oturturulmalı veya farklı oturmaları önlemek için uygun temel sistemi seçilmelidir. Ayrıca yapılaşma öncesi alanda dolgu bulunması halinde dolgu malzeme harfedilmelidir. Yapı temelleri yapay dolgulara oturtulmamalıdır.

BÖLÜM 10

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sahası, Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi'ni kapsamaktadır.

Bu Rapor, Karaköy Mahallesi'nde meydana gelen yüzeysel heyelanlar ve kabarmalar kapsamında yapımı planlanan tesisin zemin birimlerinin temel olma özellikleri, taşıma gücü, jeoteknik parametrelerini belirleme, geçirimsizlik durumu, kazı güvenliği ve zeminin jeolojik-jeoteknik özelliklerinin ve jeolojik çevre koşullarının, tasarlanan tesise etkilerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır.

Araştırma, tez konusu alanda gözlenen yüzeysel heyelanların, yerleşim alanına yakınlığı ve dolayısıyla yapıların etki alanında kalması sebebiyle, can ve mal güvenliği açısından önemlidir. İnceleme alanında yapılan sondaj ve sismik çalışmalarına göre sahanın litolojik özellikleri tanımlanmıştır. Sondaj çalışmalarından elde edilen numuneler üzerinde gerekli zemin ve kaya mekaniği deneyleri yaptırılarak, jeofizik verilerle birlikte 2018 Deprem Yönetmeliğine uygun olarak taşıma gücü, oturma ve şişme, şev stabilite analizleri yapılmıştır. Buna göre kaymayı tetikleyebilecek kritik kısımlar ve zemin problemleri değerlendirilmiştir.

İnceleme alanının jeolojisini üstte maksimum 0.20 cm bitkisel toprak ve altında Üst Miyosen yaşlı Mudamköy Volkanitlerine ait Beyazımsı-sarımsı, krem renkli, araları çok sıkı yapılı siltli kum-çakıl içerikli yer yer çakıllı siltli kil, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış Tüf seviyeler ile Paleozoik yaşlı Serkedere Metamorfitlelerine ait beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok parçalı, kırıklı, çok ayrılmış ve tamamen ayrılmış ŞİST ve Kristalize Kireçtaşı seviyeler oluşturmaktadır. Ekli haritada Mudamköy Volkanitlerine ait seviyeler Tmu, Serkedere Metamorfitlelerine ait birimler Ps simgesi ile gösterilmiştir.

Yapılan hesaplamalar sonucu 4.00*4.00 metre genişliğinde tekil ve sürekli temeller için güvenli taşıma gücü değeri 7.23 kg/cm² olarak bulunmuştur. İnceleme alanında mevcuttaki yapılar maksimum 4 katlı olduğundan, mevcut yapıların yükü 20 kpa*4=80 kpa olarak değerlendirilmiştir. Buna göre güvenli taşıma gücü değeri olan 7.23 kg/cm²=710 kpa bu değer altında kaldığından zemin, mevcut yapı yüklerini taşımaktadır. Hesaplanan ortalama temel taşıma gücü değeri inceleme alanında mevcutta bulunan yapılar için uygun bir değerdir. Bu sebeple taşıma gücüyle ilgili bir problem beklenmemektedir.

Yapılan hesaplamalar sonucu ortalama 12.00 metrelik dolgu ve kumlu kil tabakasında toplam oturma miktarı $\Delta H=0.96$ cm olarak bulunmuştur. Bu değer kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu belirlenmiştir. Hesaplanan ortalama oturma hesabı değeri inceleme alanında mevcutta bulunan yapılar için uygun bir değerdir. Bu sebeple oturma problemi beklenmemektedir.

İnceleme alanında yeni yapılacak yapılarda temel sistemi, yapı kullanım amacına ve bina boyutlarına göre değişiklik göstermektedir. Konut tipi yapılarda radye temel sistemi kullanılması, farklı oturma problemlerinin önleyecektir.

Temellerin aynı birimler üzerine oturtulmasına özen gösterilmelidir. İnceleme alanında gözlenen Şist, Tüf, Kireçtaşı gibi farklı birimlere oturacak temeller için uygun projeler geliştirilmelidir. Yapı temelleri üstteki ayrılmış zon harfedilerek alttaki sağlam zemine oturtulmalı veya farklı oturmaları önlemek için uygun temel sistemi seçilmelidir. Ayrıca yapılaşma öncesi alanda dolgu bulunması halinde dolgu malzeme harfedilmelidir. Yapı temelleri yapay dolgulara oturtulmamalıdır.

Çalışma sahasında yapılan sondajlardan alınan numuneler üzerinde yapılan zemin deneylerine göre CH-SC sınıfı birimler yüksek oranda kil ihtiva ettiğinden ve geçirimsiz olduğundan dolgu zemin olarak kullanılmaması önerilmektedir. Kullanılması durumunda zeminde ve üst yapıda farklı oturma, şişme, taşıma gücü gibi bir takım mühendislik problemleriyle karşılaşılacağı göz önüne alınmalıdır.

SK-7, SK-6 ve SK-5 kuyuları boyunca alınan kesit göz önüne alınarak yapılan şev analiz hesabına göre arazinin statik durumda güvenlik faktörü $F_s=1.915$, depremli durumda güvenlik faktörü $F_s=1.827$ 'dir. Statik durumda $F_s \geq 1.50$ ve depremli durumda $F_s \geq 1.00$ olduğu için şev stabilite problemi beklenmemektedir. Ancak inceleme alanında gözlenen birimler suyla temas ettiğinde bozuşmaya uğrayacağından şev stabilite sorunları meydana gelebilir. Bu sebeple inceleme alanının dışında batısında kalan kaynak suyunun ve mevsimsel yağışlarla oluşacak yüzey sularının drenajı sağlanmalıdır. Şevin maksimum 3-4 hafta ve yağışsız havada stabil olacağı dikkate alınmalıdır. Kazı şevleri uzun süreli açıkta kalacaksa uzun dönem stabilite analizleri ayrıca yapılmalıdır.

İnceleme alanında açılan sondaj kuyularında SK-1'de 4.00 metrede, SK-2'de 5.50 metrede, SK-3'te 3.50 metrede, SK-4'te 4.50 metrede, SK-5'te 7.00 metrede ve SK-6'da 8.00 metrede yeraltı suyuna rastlanmıştır. Bu alanlar topoğrafik eğimin genel olarak %10-20 ve %20-40 arasındaki olduğu, kaynak suyu ve yüzey suyuna bağlı olarak yüzeysel heyelanların gelişebileceği alanlardır. Kaynak suları ve diğer yüzey sular, inceleme alanında gözlenen birimlerin rijitliğini bozacağından, mevcut şevlerin kaymasını tetikleyebilir. İnceleme alanı içinde ve çevresinde bulunan akar-kuru derelerin taşkın durumu ile ilgili güncel D.S.İ. görüşü alınmalıdır. Yapılaşmaya geçilmeden önce yeraltı suyu ve mevsimsel yağışlarla oluşabilecek yüzey sularına karşı gerekli drenaj önlemleri alınmalıdır.

Karaköy Mahallesi'nde meydana gelen yüzeysel kaymaların ve toprak kabarmalarının sebebi olarak özellikle formasyon suyu ve yüzey sularının etkisi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca mahallenin topografik olarak eğimli bir bölgeye kurulmuş olması ve yüzey suyu drenaj ağı üzerinde konumlanması sebebiyle, birçok noktadan çıkışı gözlenen kaynak sularla ilgili geniş bir drenaj sistemi oluşturulmalıdır. Böylelikle yüzeysel kaymaların önüne geçileceği düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı** (2018) Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 18 Mart 2018 Tarih ve 30364 Sayılı Resmi Gazete.
- Akyüz H S ve Okay A I** (1996) A section across a Tethyan suture in northwest Turkey, *Int. Geol. Rev.* 38: 405-418.
- Akyüz H S ve Okay A I** (1998) Manyas güneyinin (Balıkesir) jeolojisi ve Mavişistlerin tektonik konumu, *MTA Dergisi*, 120: 105-120.
- Arson Mühendislik Jeolojik Hizmetler Sanayi ve Tic. Ltd.Şti.** (2019) Bursa İli, Mustafakemalpaşa İlçesi, Karaköy Mahallesi'nin 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı ve 1/1000 ölçekli Uygulama İmar Planına Esas Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu.
- ASTM** (1994) Annual Book of ASTM Standats-Constuction: *Soil and Rock. ASTM Publication*, V.04.08, 987.
- Aysal N** (2005) Biga (Çanakkale) Doğusunun Mesozoyik, Tersiyer Magmatizması ve Metamorfizmasının Petrolojisi. *Doktora tezi*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Anabilim Dalı, 195 s.
- Aytun A** (2001) Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların “doğal” salınım periyodlarının yerin “baskın” periyodundan uzak kılınması, *Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı*, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara, 73-82.
- Badley M E** (1985) *Practical Seismic Interpretation, International Human Resources Development Corporation*, Boston, 266 pp.
- Bilgin N** (1989) *İnşaat ve Maden Mühendisleri için Uygulamalı Kazı Mekaniği*, Birsan Yayınevi, İstanbul, 192 s.
- Bingöl E, Akyürek B ve Korkmazer B** (1973) Biga Yarımadasının Jeoloji ve Karakaya Formasyonu'nun bazı özellikleri. *Cumhuriyetimizin 50.Yılı Yerbilimleri Kongresi Bildiriler Kitabı*, MTA Yayınları, 70-77.
- Bishop A W** (1955) The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes, *Geotechnique*, 5: 7-17.
- Bishop A W and Morgenstern N** (1960) Stability Coefficients for Earth Slopes, *Geotechnique*, 10: 129–150.
- Bowles J E** (1997) *Foundation Analysis and Design*. 5th edition, McGraw-Hill, 1201 pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Büyükaşikoğlu S** (1987) Sismoloji Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 108 s.
- Clayton C R I** (1990) *SPT Energy Transmission: Theory, Measurement and Significance Ground Engineering*, 23(10): 35-43.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü** (2019) *Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı*, Ankara, 80 s.
- Das M B** (1999) *Principles of Foundation Engineering*, 4th Edition, Brooks/Cole Publishing Co., USA, 794 pp.
- Duncan J M and Buchignani A L** (1976) *Geotechnical Engineering, An Engineering Manual For Settlement Studies*, Berkeley, 94 pp.
- EC-8** (1998) *Design Provisions for Earthquake Resistance of Structure*, Eurocode-8, European Committee for Standardization.
- Emre Ö, Duman T Y ve Özalp S** (2011) *1/250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Servisi*, Kütahya-NJ 35-4 Paftası, Seri No:10, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erendil M vd.** (1991) *Armutlu Yarımadasının Jeolojisi*, MTA Rapor No: No. 9165, Ankara, 75-76.
- Genç Ş** (1986) *Uludağ-İznik Gölü Arası Jeolojisi*, MTA Genel Müdürlüğü, Arşiv No:7853, Ankara, 19-25.
- Gökçe O vd.** (2008) *Türkiye’de Afetlerin Mekansal ve İstatiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri*, Ankara, 112 s.
- Göncüoğlu C M, Özcan A, Turhan N and Işık A** (1992) *Stratigraphy of the Kütahya region in a Geotraverse across Tethyan suture zones in NW Anatolia*, Ankara, 3-11.
- Harr M E** (1966) *Fundamentals of Theoretical Soil Mechanics*, McGraw-Hill, New York. Al-Sadi H N (1982) *Seismic Exploration*, Birkhauser Verlag, 215 pp.
- Hoek E and Brown E T** (1980) *Underground Excavations in Rock*, Inst. Min. Metall., London, 527 pp.
- Holtz R D ve Kovacs W D** (1981) *Compaction, An Introduction To Geotechnical Engineering*, New Jersey, USA: Prentice Hall, 165 pp.
- Hunt R E** (1986) *Geotechnical Engineering Techniques and Practices*, Mac Graw-Hill, 729 pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Iwasaki T vd.** (1984) Simplified procedures for assessing soil liquefaction during earthquakes, *Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 3, No:1, 49-58.
- Kayabalı K** (2005) *Zemin Şevlerinin Duraylılığı*, Gazi Kitabevi, Ankara, 293 s.
- Keçeli A** (1990) *Sismik Yöntemlerle Müsaade edilebilir Dinamik Zemin Taşıma Kapasitesi ve Oturmasının Saptanması*, Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara, 4: 83-92.
- Kerey I E** (1982) Stratigraphical and sedimentological studies of Upper carboniferous rocks in Northwestern Turkey, *Ph. D. Thesis Kele University*, 55-61.
- Kumbasar V ve Kip F** (1999) *Zemin Mekaniği Problemleri*, Çağlayan Kitabevi, İstanbul, 671 s.
- Navy U S** (1982) *Foundations and earth structures design manual 7.2.*, Department of the Navy, Naval Facilities Engineering Command, Alexandria, VA.
- Okay A I** (1987) *Ophiolite obduction on a Permian carbonate platform in northwest Turkey*, Fourth Meeting of the European Union of Geoscience (EUG 4), Tera Cognita
- Okay A I** (1996) Ganulite facies gneisses from the Pulur region, Eastern Pontides, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 1-5.
- Okay A I, Siyako M ve Bürkan K A** (1990) Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Tektonik Evrimi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni 2*: 77-95.
- Okay A I vd.** (2008) An Oligocene ductile strike-slip shear zone: The Uludağ Masif, northwest Turkey-İmplications for the westward translation of Anatolia, *Geological Society of America*, 120: 893-911.
- Rocscience** (2003) *Slide v5.0, 2D Limit Equilibrium Slope Stability Analysis*, Rocscience Inc., Toronto, Ontario, Canada.
- Seed H B and Idriss I M** (1971) Simplified procedure for evaluating soil Liquefaction Potential, *Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE*, 97: 1249-1273.
- Sowers G F (1988)** *Soil Mechanics in Highway Engineering*, University of Central Florida, Orlando, 843 pp.
- Sowers G F** (1979) *Soil Mechanics and Foundations 4th Edition*, MacMillan Publishing, USA, 640 pp.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Stone D G** (1995) *Designing Seismic Surveys in Two and Three Dimensions*, SEG, 244 pp.
- Stroud M A** (1974) The standard penetration test in insensitive clays and soft rock, *Proceedings of European Symposium on Penetration Resistance*, National Swedish Institute for Building Research, Stockholm, 367-375.
- Şekercioğlu E** (1998) Yapıların projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*, No:28, Ankara, 216 s.
- Şengör A M C ve Yılmaz Y** (1981) *Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach : Tectonophysics*, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Bölümü Yerbilimleri Fakültesi, 181-241.
- Tekeli O vd.** (1989) *Gökçedağ (Dursunbey, Balıkesir) olayının jeolojisi*, MTA Rapor No: 8608, Ankara.
- Telford W, M Geldart L P and Keys D A** (1976) *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge, 860 pp.
- Terzaghi K, Peck R P and Mesri G** (1996) *Soil Mechanics in Engineering Practise*, 3rd Edition John Wiley&Sons, Inch. USA, 592 pp.
- Terzaghi K and Peck R B** (1967) *Soil Mechanics in Engineering Practise*, Second ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 752 pp.
- Tezcan S, Keçeli A ve Özdemir Z** (2006) Kayma Dalgası Hızı Yardımı ile Zemin Emniyet Gerilmesi Tayini. *Şantiye (İnşaat, Makine ve Mimarlık Dergisi)*, 214: 102-105.
- TS 1500** (2000) *İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırılması*, TSE, Ankara, 11s.
- TS 1900-1** (2006) *İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri*, TSE, Ankara, 93 s.
- TS 1900-2** (2006) *İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri-Bölüm 2 Mekanik Özelliklerin Tayini*, TSE, Ankara, 15-51.
- TS 699** (1987) *Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deney Metodları*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 17892-1** (2004) *Jeoteknik etüt ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması*, TSE, Ankara, 17 s.
- TS EN ISO 17892-1** (2014) *Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri*, TSE, Ankara, 23 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

TS EN ISO 17892-4 (2016) *Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri*, TSE, Ankara, 43 s.

URL-1 <<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml>>, Ziyaret tarihi: 15.12.2019.

URL-2 <<http://yebilimleri.mta.gov.tr/>>, Ziyaret tarihi: 15.12.2019.

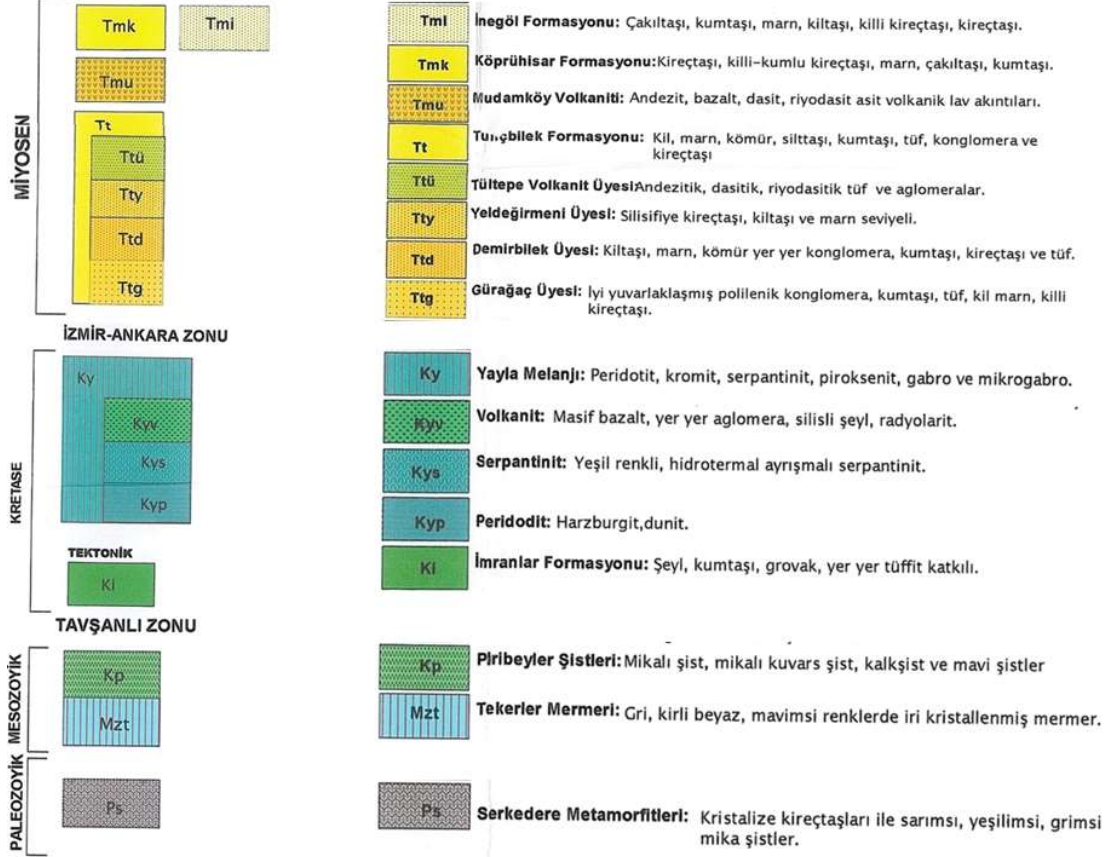
Uzuner B A (1985) *Yapılarda Oturma ve Önemi*, Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi III. Mühendislik Haftası, 26 s.

Yalçinkaya S ve Afşar Ö P (1980) *Mustafakemalpaşa (Bursa) ve Dolayının Jeolojisi*, MTA, Rapor No:6717, Ankara, 52 s.

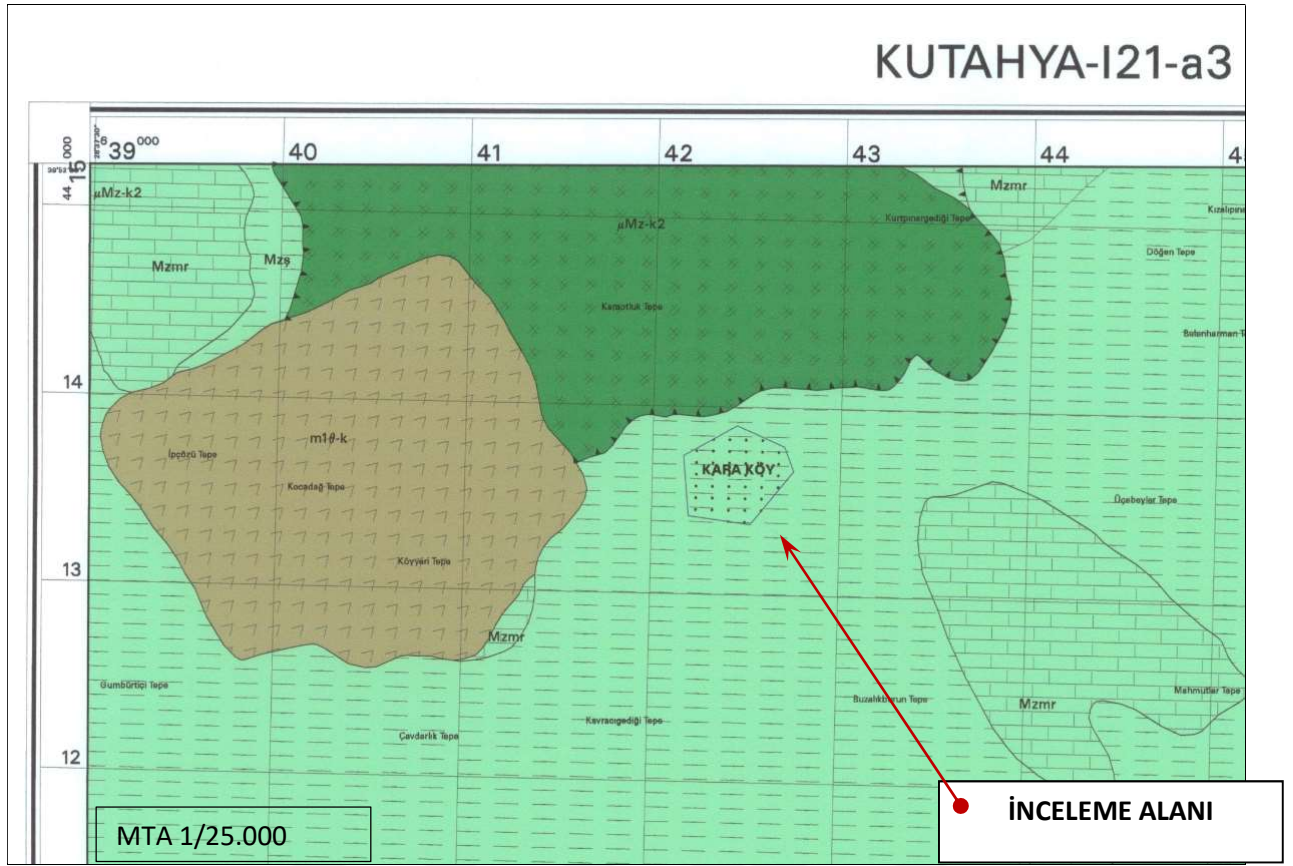
Yong R N and Warkentin B P (1975) *Soil Properties and Behaviour*, Elsevier Scientific, Amsterdam, 449 pp.



ACIKLAMALAR



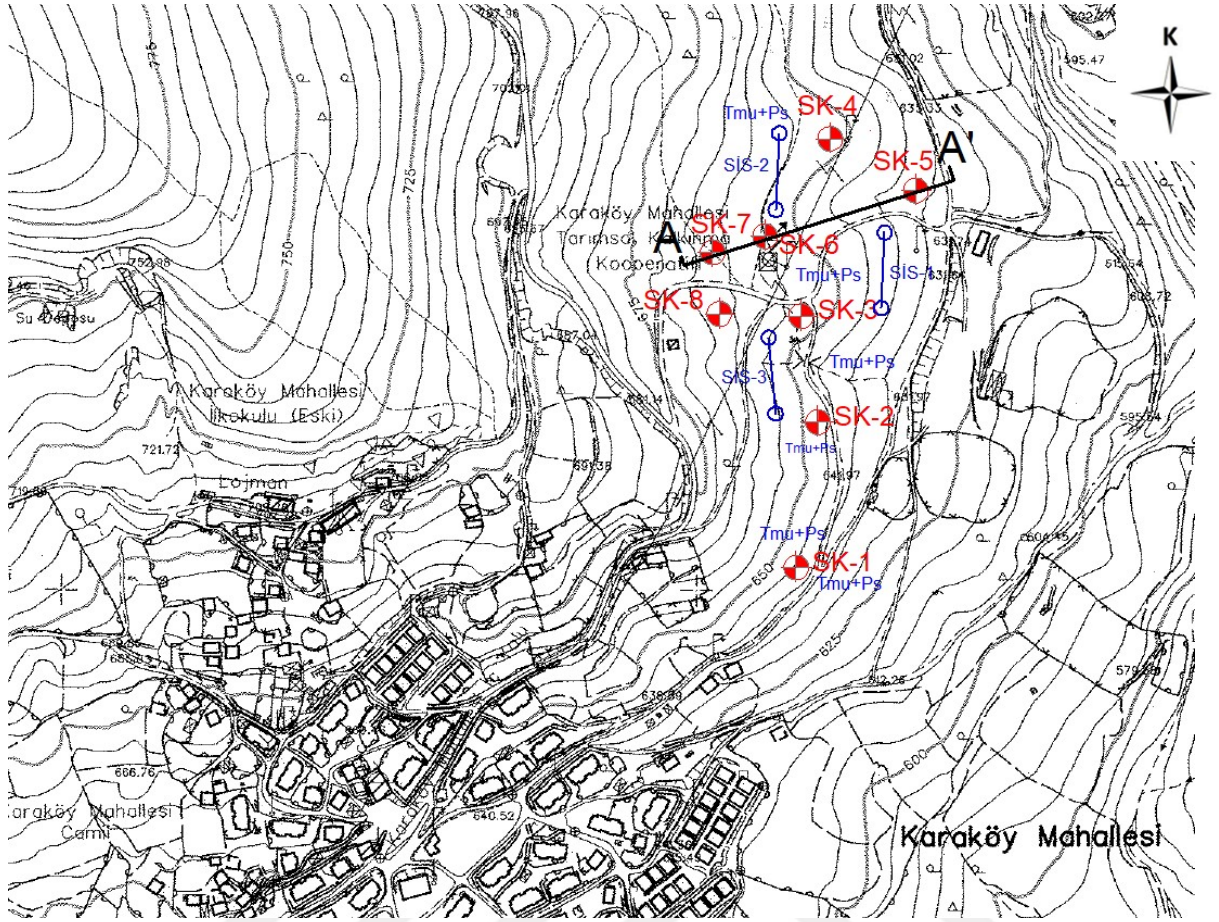
Şekil A.2 İnceleme alanının 1/100.000 ölçekli stratigrafik dikme kesiti (MTA).



Simgelerin Açıklaması

	m3pl1±2x1-k ÜST MİYOSEN-ALT PLİYOSEN,TÜF-AGLOMERA,KARASAL,Volkanik Kaya
	m1θ-k ALT MİYOSEN,DASİT,KARASAL,Volkanik Kaya
	m1θμ-k ALT MİYOSEN,DASİT-RİYODASİT-RİYOLİT,KARASAL,Volkanik Kaya
	γ1j2Q-pn GRANODİYORİT,PALEOSEN,Derinlik Kaya
	μMz-k2 MELANJ,ÜST KRETASE,Ofiyolitik Kaya
	Mze MESOZOYİK,ŞİST,Metamorfik Kaya
	Mzmr MESOZOYİK,MERMER,Metamorfik Kaya

Şekil A.3 İnceleme alanının 1/25.000 ölçekli genel jeoloji haritası ve stratigrafik dikme kesiti (MTA).



0 100 m 200 m

JEOLJİ HARİTASI

- Tmu Mudamköy Volkanitleri
- Ps Serkedere Metamorfileri
- SK-1 Sondaj Noktası
- SIS-1 Sismik Hattı

Şekil A.4 İnceleme alanının jeoloji ve jeofizik lokasyon haritası.

EK B: Çalışma Sahasında Açılmış Sondaj Kuyularına Ait Karot Sandığı Fotoğrafları



Şekil B.1 SK-1 kuyusu 0.00-10.00 metre karot sandığı.



Şekil B.2 SK-2 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



Şekil B.3 SK-3 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



Şekil B.4 SK-4 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



Şekil B.5 SK-5 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



Şekil B.6 SK-6 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



Şekil B.7 SK-7 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



Şekil B.8 SK-8 kuyusu 0.00-15.00 metre karot sandığı.



EK C: Çalışma Sahasında Açılan Sondajlara Ait Sondaj Logları

SONDAJ LOGU BORING LOG																
İl		BURSA		Sondaj Derinliği (m)		10.00		Sondaj No		1						
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA		Başlama Tarihi		26.03.2019		Sayfa No		1						
Mahalle/Köv		KARAKÖY		Bitiş Tarihi		26.03.2019										
Koordinatlar		X	4415017.499	Yeraltı Suyu (m)		Derinlik	Tarih									
		Y	386079.566			-	7.04.2019									
Sondaj derinliği (m)	Muhafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri		Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)	
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %				RQD %
					0-15	15-30	30-45	N								
0													0.00-0.20m arası: Bitkisel Toprak		0	
0.5			0.20-1.50	KAROT						16	11	0	W4	0.20-2.00m arası: beyazımsı-sarımsı-krem renkli, çok ayrılmış, çok zayıf Mudanköy Volkaniti Tüf (Tmu)	0.5	
1.0															1.0	
1.5															1.5	
2.0			1.50-3.00	KAROT						18	18	0	W4	2.00-3.00m arası: Griimsi-krem renkli, çok ayrılmış, çok zayıf Serke dere Metamorfiteri Silt (Ps)	2.0	
2.5															2.5	
3.0															3.0	
3.5			3.00-4.50	KAROT						15	8	0	W4	3.00-10.00m arası: Beyazımsı-sarımsı-krem renkli, araları ince yer yer kil dolgulu, çok ayrılmış, çok parçalı, kırıklı, Mudanköy Volkaniti Tüf (Tmu)	3.5	
4.0															4.0	
4.5															4.5	
5.0			4.50-6.00	KAROT						28	12	0	W4		5.0	
5.5															5.5	
6.0															6.0	
6.5			6.00-7.50	KAROT						22	20	7	W4		6.5	
7.0															7.0	
7.5															7.5	
8.0			7.50-9.00	KAROT						17	15	0	W4		8.0	
8.5														8.5		
9.0														9.0		
9.5			9.00-10.00	KAROT						24	24	0	W4	9.5		
10.0														10.0		
10.5													Kuyu Sonu:10.00 metre	10.5		
11.0														11.0		
11.5														11.5		
12.0														12.0		
12.5														12.5		
13.0														13.0		
13.5														13.5		
14.0														14.0		
14.5														14.5		
15.0														15.0		
Kıvam durumu (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar		Kırıklar / 30 cm.				
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok gevşek			0-10 %	Pek az	< 1	Seyrek			
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek			10-20	Az	1-2	Orta			
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı			20-35	Çok	2-10	Sık			
N	9-15	Katı			N	31-50	Sıkı			35-50	Ve	10-20	Çok sık			
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı					>20	Parçalı			
N	>30	Sert														
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tanımı		Kısaltmalar				
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%		ÜD	Örselenmemiş örnek			
II	Zayıf				II	Az ayrılmış				25-50%		ÖS	Örselenmiş örnek			
III	Orta				III	Orta ayrılmış				50-75%		SPT	Standart Penetrasyon Testi			
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrılmış				75-90%		TCR	Toplam Karot Yüzdesi			
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrılmış				90-100%		SCR	Çapını Konyan Karot %si			
					VI	Kalıntı						VST	Veyn deneyi			
												P	Presiyometre deneyi			
												K/C	Karot örnek			
												BST	Basınçlı su deneyi			

Şekil C.1 SK-1 kuyu logu.

SONDAJ LOGU																	
BORING LOG																	
İl		BURSA			Sondaj Derinliği (m)		15.00		Sondaj No								
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA			Başlama Tarihi		26.03.2019		Sayfa No								
Mahalle/Köy		KARAKÖY			Bitiş Tarihi		26.03.2019										
Sondaj Kotu					Derinlik		Tarih										
Koordinatlar		X 4415132.554			Yeraltı Suyu (m)		-		7.04.2019								
Y		386096.745															
Sondaj derinliği (m)	Mühafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri				Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma derecesi			
0-15	15-30	30-45	N														
0															0.00-0.10m arası: Bitkisel Torak	0	
0.5			0.1-1.50	KAROT						30	24	0	W4		0.10-2.00m arası: beyazımsı-sarımsı-krem renkli, çok ayrılmış, çok zayıf Mudamköy Volkaniti Tüf (Tmu)	0.5	
1.0																1.0	
1.5																1.5	
2.0			1.50-3.00	KAROT						28	26	0	W4			2.0	
2.5																2.5	
3.0																3.0	
3.5			3.00-4.50	KAROT						16	13	0	W4			3.5	
4.0																4.0	
4.5																4.5	
5.0			4.50-6.00	KAROT						27	23	0	W4			5.0	
5.5																5.5	
6.0																6.0	
6.5			6.00-7.50	KAROT						24	22	0	W4		2.00-15.00m arası: Beyazımsı-grimsi-sarımsı renkli, araları ince kil dolgulu, çok ayrılmış, çok parçalı, kırıklı, Serkedere Metamorfitleri	6.5	
7.0																7.0	
7.5																7.5	
8.0			7.50-9.00	KAROT						7	6	0	W4			8.0	
8.5																8.5	
9.0																9.0	
9.5			9.00-10.50	KAROT						18	16	0	W4		KRİSTALİZE KİREÇTAŞI (Ps)	9.5	
10.0																10.0	
10.5																10.5	
11.0			10.50-12.00	KAROT						21	19	0	W4			11.0	
11.5																11.5	
12.0																12.0	
12.5			12.00-13.50	KAROT						23	21	0	W4			12.5	
13.0																13.0	
13.5																13.5	
14.0			13.50-15.00	KAROT						13	12	0	W4			14.0	
14.5																14.5	
15.0															Kuyu Sonu: 15.00 metre	15.0	
Kıvam durumu (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar			Kırıklar / 30 cm.				
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok			0-10 %	Pek az	< 1 Seyrek					
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek			10-20	Az	1-2 Orta					
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı			20-35	Çok	2-10 Sık					
N	9-15	Katı			N	31-50	Sıkı			35-50	Ve	10-20 Çok sık					
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı					>20 Parçalı					
N	>30	Sert															
Dayanımlılık					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tanımı			Kısaltmalar				
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%	UD Örselenmemiş örnek						
II	Zayıf				II	Az ayrılmış				25-50%	DS Örselenmiş örnek						
III	Orta				III	Orta ayrılmış				50-75%	SPT Standart Penetrasyon Testi						
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrılmış				75-90%	TCR Toplam Karot Yüzdesi						
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrılmış				90-100%	SCR Çapın Koruyan Karot %si						
					VI	Kalıntı					VST Veyn deneyi						
											P Presiyometre deneyi						
											K/C Karot örnek						
											BST Basınçlı su deneyi						

Şekil C.2 SK-2 kuyu logu.

SONDAJ LOGU BORING LOG																	
İl		BURSA			Sondaj Derinliği (m)		15.00		Sondaj No		3						
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA			Başlama Tarihi		27.03.2019		Sayfa No		1						
Mahalle/Köv		KARAKÖY			Bitiş Tarihi		27.03.2019										
Sondaj Kotu					Yeraltı Suyu (m)		Derinlik		Tarih								
Koordinatlar		X Y			4415215.098 386083.799			8.00		7.04.2019							
Sondaj derinliği (m)	Muhafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri				Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma derecesi			
0-15	15-30	30-45	N														
0														0.00-0.10m arası Büküsel Toprak	0		
0.5															0.5		
1.0															1.0		
1.5			1.50-1.95	SPT-1	16	25	50/13	>50							1.5		
2.0															2.0		
2.5															2.5		
3.0			3.00-3.45	SPT-2	24	26	28	>50							3.0		
3.5															3.5		
4.0															4.0		
4.5			4.50-4.95	SPT-3	25	27	31	>50							4.5		
5.0															5.0		
5.5															5.5		
6.0			6.00-6.45	SPT-4	38	33	29	>50							6.0		
6.5															6.5		
7.0															7.0		
7.5			7.50-7.95	SPT-5	33	50/13		>50							7.5		
8.0															8.0		
8.5															8.5		
9.0			9.00-9.45	SPT-6	20	22	29	>50							9.0		
9.5															9.5		
10.0															10.0		
10.5			10.50-10.95	SPT-7	25	30	34	>50							10.5		
11.0															11.0		
11.5															11.5		
12.0			12.00-12.45	SPT-8	41	20	21	41							12.0		
12.5															12.5		
13.0															13.0		
13.5			13.50-13.95	SPT-9	34	50/14		>50							13.5		
14.0															14.0		
14.5															14.5		
15.0			15.00-15.45	SPT-10	14	15	50/13	>50							15.0		
Kıvam durum (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar				Kırıklar / 30 cm.			
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok			0-10 %	Pek az		< 1		Seyrek		
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek			10-20	Az		1-2		Orta		
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı			20-35	Çok		2-10		Sık		
N	9-15	Katu			N	31-50	Sıla			35-50	Ve		10-20		Çok sık		
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı						>20		Parçalı		
N	>30	Sert															
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tamamı				Kısaltmalar			
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%	UD				Örselelenmiş örnek		
II	Zayıf				II	Az ayrılmış				25-50%	DS				Örselelenmiş örnek		
III	Orta				III	Orta ayrılmış				50-75%	SPT				Standart Penetrasyon Testi		
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrılmış				75-90%	TCR				Toplam Karot Yüzdesi		
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrılmış				90-100%	SCR				Çapını Koruyan Karot %si		
					VI	Kalıntı					P				Veyn deneyi		
											K/C				Presiyometre deneyi		
											BST				Karot örnek		
															Basınçlı su deneyi		

Şekil C.3 SK-3 kuyu logu.

SONDAJ LOGU																	
BORING LOG																	
İl		BURSA			Sondaj Derinliği (m)		15.00		Sondaj No		4						
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA			Başlama Tarihi		27.03.2019		Sayfa No		1						
Mahalle/Köy		KARAKÖY			Bitiş Tarihi		27.03.2019										
Sondaj Kotu					Yeraltı Suyu (m)		Derinlik		Tarih								
Koordinatlar		X		4415354.446		11.00		7.04.2019									
Y				386106.642													
Sondaj derinliği (m)	Muhafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri				Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma derecesi			
0-15	15-30	30-45	N														
0														0.00-0.10m arası: Biçimsel Toprak	0		
0.5															0.5		
1.0															1.0		
1.5			1.50-1.95	SPT-1	24	38	50/4	>50							1.5		
2.0															2.0		
2.5															2.5		
3.0			3.00-3.45	SPT-2	25	38	48	>50							3.0		
3.5															3.5		
4.0															4.0		
4.5			4.50-4.95	SPT-3	27	36	50/13	>50							4.5		
5.0															5.0		
5.5															5.5		
6.0			6.00-6.45	SPT-4	23	29	45	>50							6.0		
6.5															6.5		
7.0															7.0		
7.5															7.5		
8.0			7.50-9.00	KAROT					22	21	0	W4			8.0		
8.5															8.5		
9.0															9.0		
9.5			9.00-10.50	KAROT					22	12	0	W4			9.5		
10.0															10.0		
10.5															10.5		
11.0			10.50-12.00	KAROT					30	7	0	W4			11.0		
11.5															11.5		
12.0															12.0		
12.5			12.00-13.50	KAROT					24	18	0	W4			12.5		
13.0															13.0		
13.5															13.5		
14.0			13.50-15.00	KAROT					25	17	0	W4			14.0		
14.5															14.5		
15.0															15.0		
Kıvam durum (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar				Kırılgar / 30 cm.			
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok			0-10 %	Pek az			< 1	Seyrek		
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek			10-20	Az			1-2	Orta		
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı			20-35	Çok			2-10	Sık		
N	9-15	Katı			N	31-50	Sıkı			35-50	Ve			10-20	Çok sık		
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı							>20	Parçalı		
N	>30	Sert															
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tanımı				Kısaltmalar			
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%				UD	Örselememiş örnek		
II	Zayıf				II	Az ayrılmış				25-50%				DS	Örselemiş örnek		
III	Orta				III	Orta ayrılmış				50-75%				SPT	Standart Penetrasyon Testi		
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrılmış				75-90%				TCR	Toplam Karot Vüzdesi		
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrılmış				90-100%				SCR	Çapını Koruyan Karot %si		
					VI	Kalıntı								VST	Veyn deneyi		
													P	Presiyometre deneyi			
													K/C	Karot örnek			
													BST	Basınç su deneyi			

Şekil C.4 SK-4 kuyu logu.

SONDAJ LOGU																	
BORING LOG																	
İl		BURSA				Sondaj Derinliği (m)		15.00		Sondaj No		5					
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA				Başlama Tarihi		28.03.2019		Sayfa No		1					
Mahalle/Köy		KARAKÖY				Bitiş Tarihi		28.03.2019									
Sondaj Kotu						Yeraltı Suyu (m)		Derinlik		Tarih							
Koordinatlar		X		4415313.898		Y		386173.797									
Sondaj derinliği (m)	Muhafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri				Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma derecesi			
0-15	15-30	30-45	N														
0																0	
0.5																0.5	
1.0																1.0	
1.5																1.5	
2.0			1.50-3.00	KAROT						15	2	0	W4			2.0	
2.5																2.5	
3.0																3.0	
3.5			3.00-4.50	KAROT						14	6	0	W4			3.5	
4.0																4.0	
4.5																4.5	
5.0			4.50-6.00	KAROT						21	12	0	W4			5.0	
5.5																5.5	
6.0																6.0	
6.5			6.00-7.50	KAROT						20	8	0	W4			6.5	
7.0																7.0	
7.5																7.5	
8.0			7.50-9.00	KAROT						14	8	0	W4			8.0	
8.5																8.5	
9.0																9.0	
9.5			9.00-10.50	KAROT						14	12	0	W4			9.5	
10.0																10.0	
10.5																10.5	
11.0			10.50-12.00	KAROT						12	6	0	W4			11.0	
11.5																11.5	
12.0			12.00-12.45	SPT-1	19	23	27	50								12.0	
12.5																12.5	
13.0																13.0	
13.5			13.50-13.95	SPT-2	31	34	28	>50								13.5	
14.0																14.0	
14.5																14.5	
15.0			15.00-15.45	SPT-3	26	31	41	>50								15.0	
Kıvam durum (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar				Kırıklar / 30 cm.			
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok			0-10 %	Pek az			< 1	Seyrek		
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek			10-20	Az			1-2	Orta		
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı			20-35	Çok			2-10	Sık		
N	9-15	Katı			N	31-50	Sıkı			35-50	Ve			10-20	Çok sık		
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı							>20	Parçalı		
N	>30	Sert															
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tanımı				Kısaltmalar			
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%				UD	Örselememiş örnek		
II	Zayıf				II	Az ayrışmış				25-50%				DS	Örselemiş örnek		
III	Orta				III	Orta ayrışmış				50-75%				SPT	Standart Penetrasyon Testi		
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrışmış				75-90%				TCR	Toplam Karot Yüzdesi		
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrışmış				90-100%				SCR	Çapını Koruyan Karot %si		
					VI	Kalıntı								VST	Veyn deneyi		
														P	Presiyometre deneyi		
														K/C	Karot örnek		
														BST	Basınçlı su deneyi		

Şekil C.5 SK-5 kuyu logu.

SONDAJ LOGU BORING LOG																
İl		BURSA		Sondaj Derinliği (m)		15.00		Sondaj No		6						
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA		Başlama Tarihi		29.03.2019		Sayfa No		1						
Mahalle/Köy		KARAKÖY		Bitiş Tarihi		29.03.2019										
Sondaj Kotu				Yeraltı Suyu (m)		Derinlik		Tarih								
Koordinatlar		X		4415277.919		2.50		7.04.2019								
Y		386055.009														
Sondaj derinliği (m)	Muhafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Prestiyometre Deneyi		Kaya özellikleri			Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %	RQD %			
0-15	15-30	30-45	N													
0														0.00-3.00m arası:	0	
0.5														Kahvems renkli, çok katı kıvamlı, seyrek çakıllı, kumlu, çok ayrılmış Serkedere Metamorfileri	0.5	
1.0			1.00-1.50	UD-1											1.0	
1.5			1.50-1.95	SPT-1	5	7	12	19							1.5	
2.0														Şist (Ps)	2.0	
2.5			2.50-3.00	UD-2											2.5	
3.0			3.00-3.45	SPT-2	36	12	17	29						3.00-5.00m arası:	3.0	
3.5														Kahvems renkli, sert kıvamlı, araları çok sıkı, plastik yapılı, çok ayrılmış kumlu, siltli, Madanköy Volkanitleri Tüf (Tm)	3.5	
4.0															4.0	
4.5			4.50-4.95	SPT-3	20	28	27	>50							4.5	
5.0															5.0	
5.5															5.5	
6.0			6.00-6.45	SPT-4	18	21	29	50							6.0	
6.5															6.5	
7.0															7.0	
7.5			7.50-7.95	SPT-5	17	22	31	>50							7.5	
8.0															8.0	
8.5															8.5	
9.0			9.00-9.45	SPT-6	20	21	33	>50						5.00-15.00m arası:	9.0	
9.5														Kahvems renkli, sert kıvamlı, araları çok sıkı çatlaklı şist, ofiyolitik kayac kırıntılı, plastik yapılı, çok ayrılmış, kumlu, siltli, Serkedere Metamorfileri	9.5	
10.0														ÇakalkumlusiltliKİL (CI-CH)(Ps)	10.0	
10.5			10.50-10.95	SPT-7	22	23	31	>50							10.5	
11.0															11.0	
11.5															11.5	
12.0			12.00-12.45	SPT-8	19	22	29	>50							12.0	
12.5															12.5	
13.0															13.0	
13.5			13.50-13.95	SPT-9	24	25	34	>50							13.5	
14.0															14.0	
14.5															14.5	
15.0			15.00-15.45	SPT-10	24	28	35	>50							15.0	
Kıvam durum (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)				Oranlar			Kırıklar / 30 cm.				
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok		0-10 %	Pek az		< 1		Seyrek		
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek		10-20	Az		1-2		Orta		
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı		20-35	Çok		2-10		Sık		
N	9-15	Kıb			N	31-50	Sıkı		35-50	Ve		10-20		Çok sık		
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı					>20		Parçalı		
N	>30	Sert														
Dayanımlık					Ayrışma Derecesi				Kaya kalitesi tanımı			Kısaltmalar				
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%	UD			Örselememiş örnek		
II	Zayıf				II	Az ayrılmış				25-50%	DS			Örselemiş örnek		
III	Orta				III	Orta ayrılmış				50-75%	SPT			Standart Penetrasyon Testi		
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrılmış				75-90%	TCR			Toplam Karot Yüzdesi		
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrılmış				90-100%	SCR			Çapını Koruyan Karot %si		
					VI	Kalıntı							VST	Veyn deneyi		
												P	Prestiyometre deneyi			
												K/C	Karot örnek			
												BST	Basınçlı su deneyi			

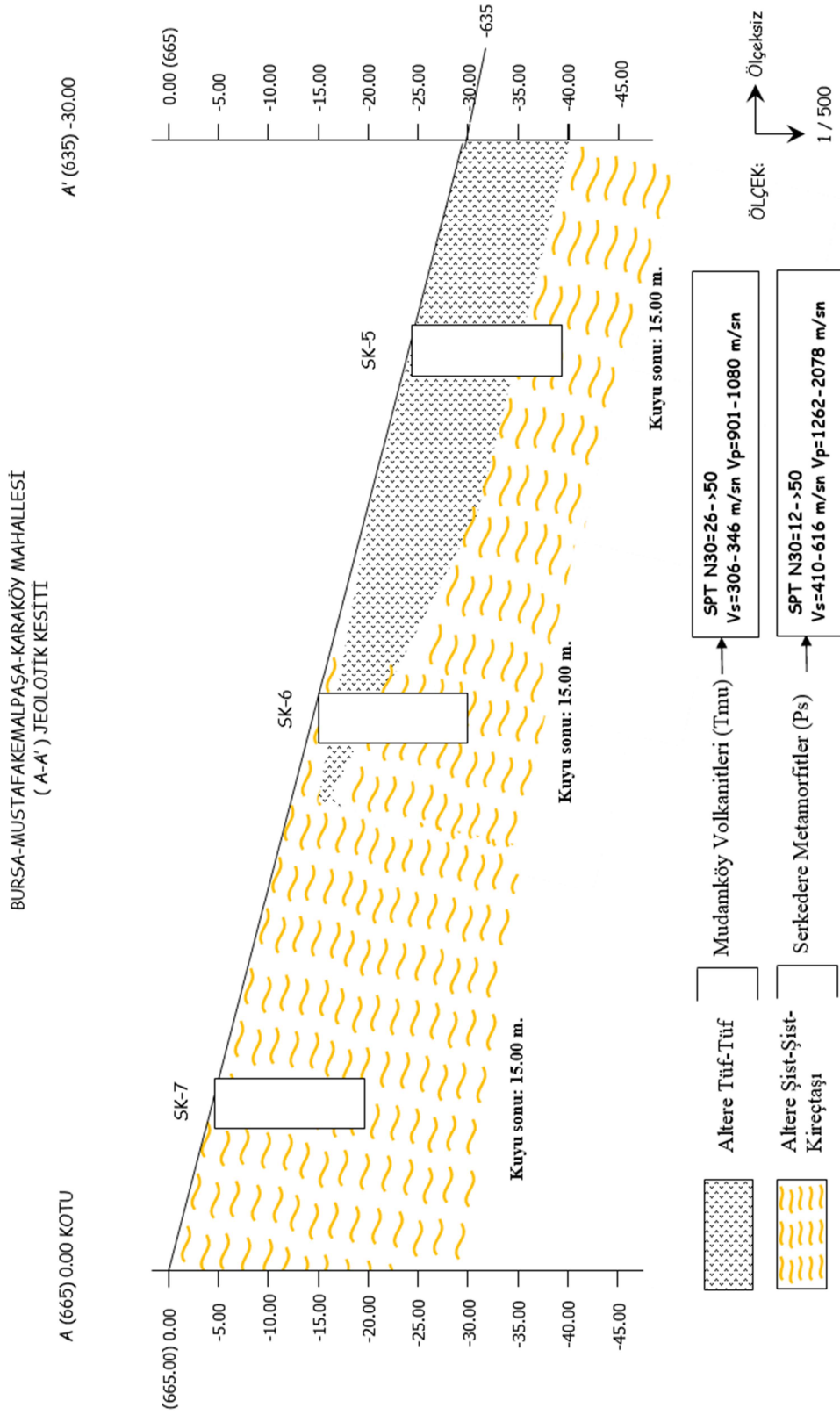
Şekil C.6 SK-6 kuyu logu.

SONDAJ LOGU BORING LOG																	
İl		BURSA			Sondaj Derinliği (m)		15.00		Sondaj No		7						
İlçe		MUSTAFAKEMALPAŞA			Başlama Tarihi		29.03.2019		Sayfa No		1						
Mahalle/Köv		KARAKÖY			Bitiş Tarihi		29.03.2019										
Sondaj Kotu					Yeraltı Suyu (m)		Derinlik		Tarih								
Koordinatlar		X 4415265.322			Y 386013.716		8.00		7.04.2019								
Sondaj derinliği (m)	Mühafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri				Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm ²)	Limit Basınç (kg/cm ²)	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma derecesi			
0-15	15-30	30-45	N														
0																	0
0.5																	0.5
1.0																	1.0
1.5			1.50-1.95	SPT-1	7	6	6	12									1.5
2.0																	2.0
2.5			2.50-3.00	UD-1													2.5
3.0			3.00-3.45	SPT-2	13	20	19	39									3.0
3.5																	3.5
4.0																	4.0
4.5			4.50-4.95	SPT-3	13	17	19	36									4.5
5.0																	5.0
5.5																	5.5
6.0			6.00-6.45	SPT-4	13	14	20	34									6.0
6.5																	6.5
7.0																	7.0
7.5			7.50-7.95	SPT-5	20	22	23	45									7.5
8.0																	8.0
8.5																	8.5
9.0			9.00-9.45	SPT-6	19	21	28	49									9.0
9.5																	9.5
10.0																	10.0
10.5			10.50-10.95	SPT-7	21	24	30	>50									10.5
11.0																	11.0
11.5																	11.5
12.0			12.00-12.45	SPT-8	22	32	38	>50									12.0
12.5																	12.5
13.0																	13.0
13.5			13.50-13.95	SPT-9	25	37	45	>50									13.5
14.0																	14.0
14.5																	14.5
15.0			15.00-15.45	SPT-10	39	50/14		>50									15.0
Kıvam durum (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar		Kırıklar / 30 cm.					
N	0-2	Çok yumuşak			N	0-4	Çok			0-10 %	Pek az	< 1	Seyrek				
N	3-4	Yumuşak			N	5-10	Gevşek			10-20	Az	1-2	Orta				
N	5-8	Orta katı			N	11-30	Orta sıkı			20-35	Çok	2-10	Sık				
N	9-15	Katı			N	31-50	Sıkı			35-50	Ve	10-20	Çok sık				
N	16-30	Çok katı			N	>50	Çok sıkı					>20	Parçalı				
N	>30	Sert															
Dayanımılık					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tanımı		Kısaltmalar					
I	Çok zayıf				I	Taze				0-25%		UD	Örselememiş örnek				
II	Zayıf				II	Az ayrılmış				25-50%		DS	Örselemiş örnek				
III	Orta				III	Orta ayrılmış				50-75%		SPT	Standart Penetrasyon Testi				
IV	Dayanımlı				IV	Çok ayrılmış				75-90%		TCR	Toplam Karot Yüzdesi				
V	Çok dayanımlı				V	Tamamen ayrılmış				90-100%		SCR	Çapını Koruyan Karot %si				
					VI	Kalıntı						VST	Veyn deneyi				
												P	Presiyometre deneyi				
												K/C	Karot örnek				
												BST	Basınç su deneyi				

Şekil C.7 SK-7 kuyu logu.



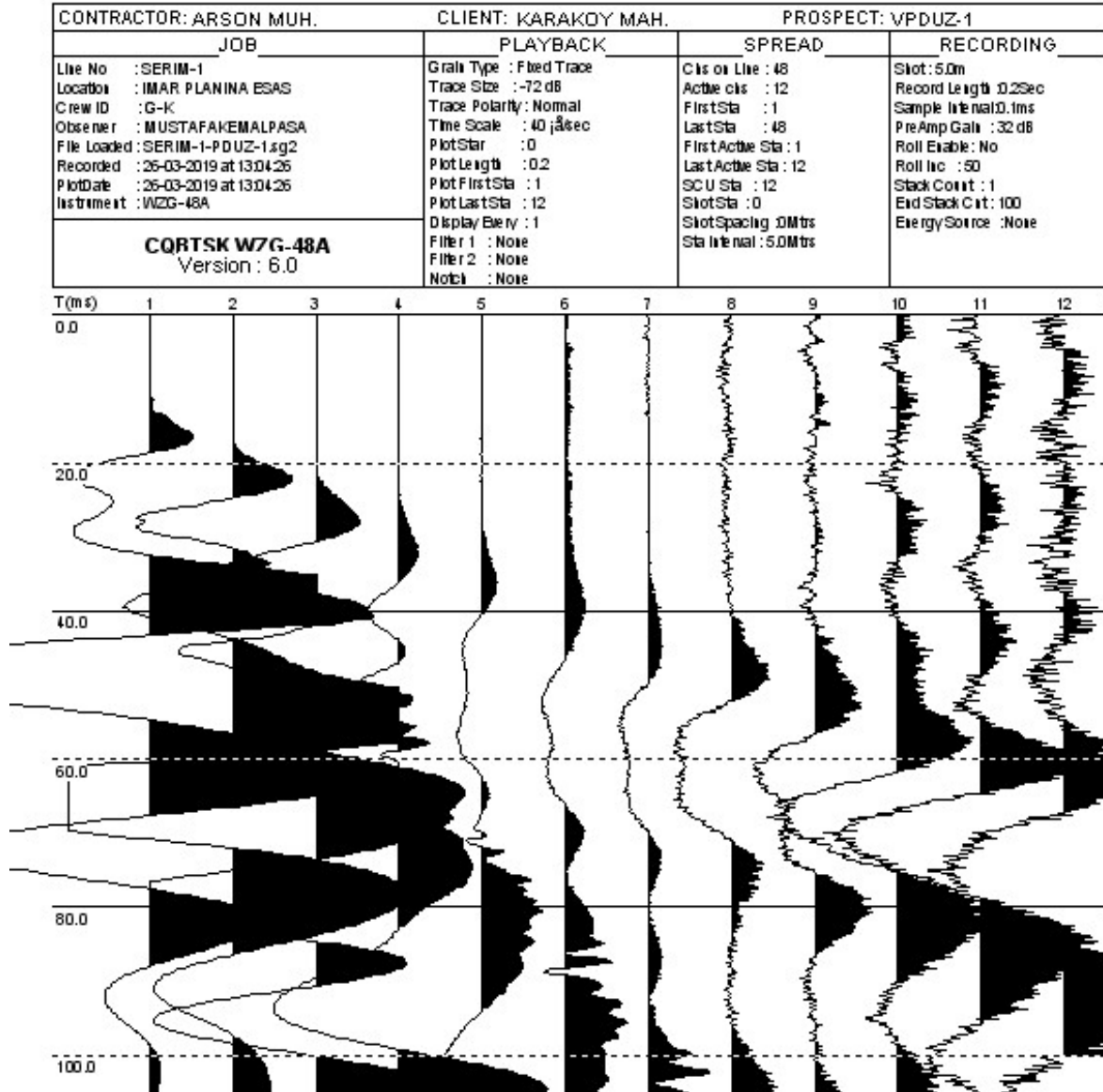
EK D: Jeolojik En Kesit



Şekil D.1 İnceleme alanının jeolojik en kesiti.

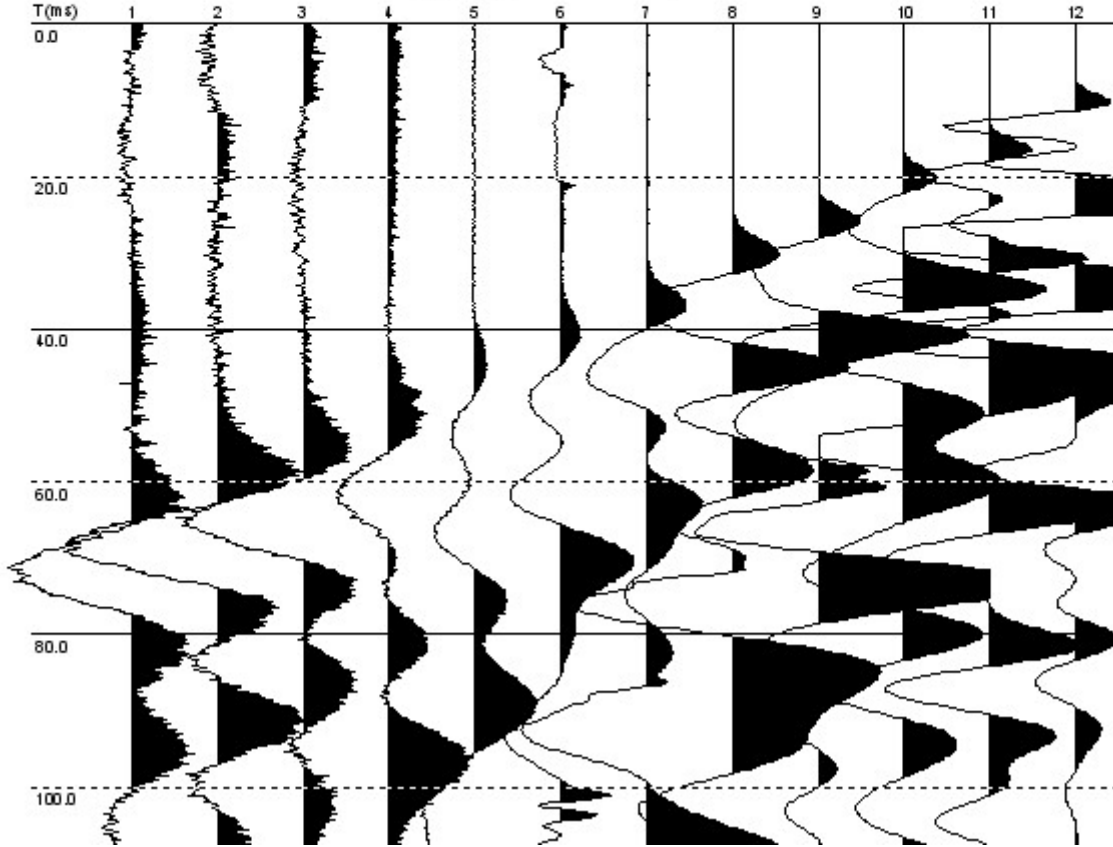


EK E: Jeofizik Veri ve Ekleri



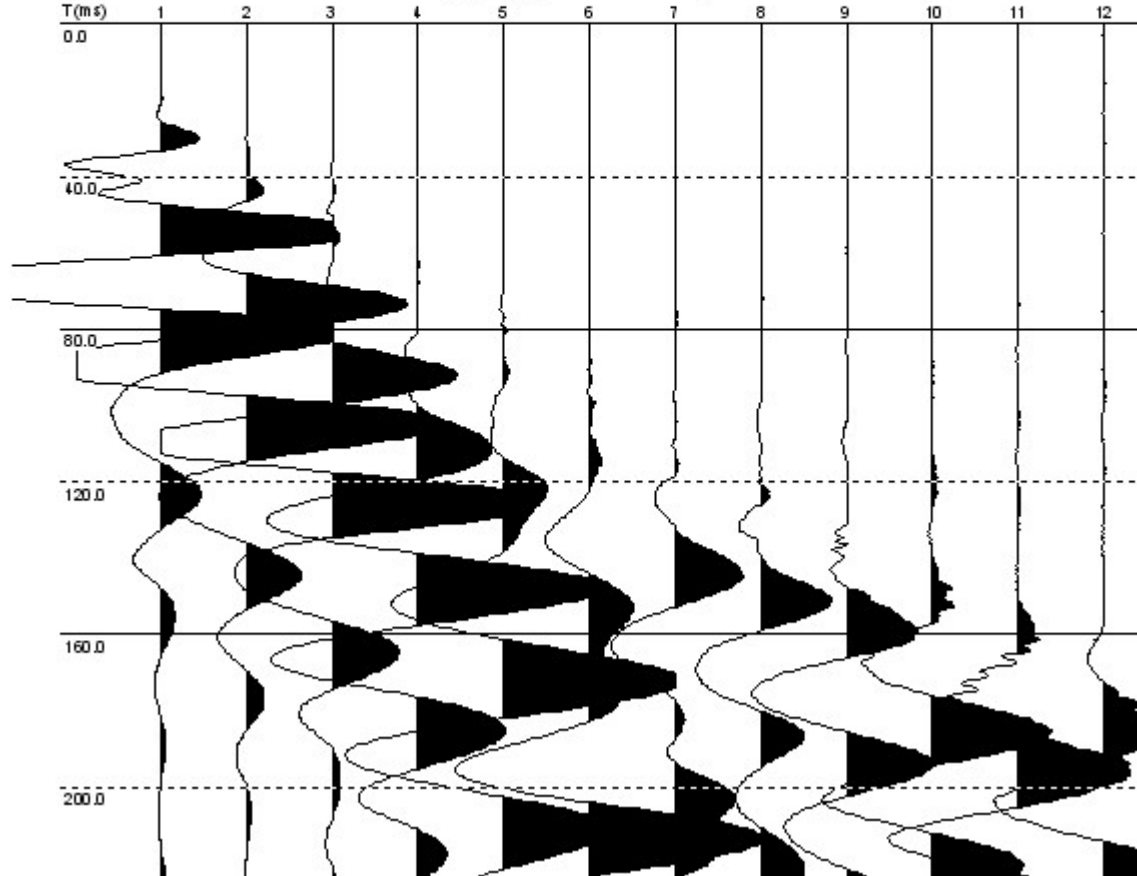
Şekil E.1 SİS-1ölçüsü P-düz atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VPTERS-1			
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING	
Line No : SERIM-1	Grain Type : Fbed Trace	Cls on Line : 48	Slot : 5.0m				
Location : IMAR PLANINA ESAS	Trace Size : -72 dB	Active cls : 12	Record Length : 0.25Sec				
Crew ID : G-K	Trace Polarity : Normal	FirstSta : 1	Sample Interval : 0.1ms				
Observer : MUSTAFAKEMALPASA	Time Scale : 40 μ sec	LastSta : 48	PreAmp Gain : 32 dB				
File Loaded : SERIM-1-PTERS-1.sg2	PlotStar : 0	FirstActive Sta : 1	Roll Enable : No				
Recorded : 26-03-2019 at 13:13:56	Plot Length : 0.2	LastActive Sta : 12	Roll Inc : 50				
Plot Date : 26-03-2019 at 13:13:56	Plot FirstSta : 1	SCU Sta : 12	Stack Count : 1				
Instrument : WZG-48A	Plot LastSta : 12	SlotSta : 0	End Stack Cut : 100				
CQRTSK WZG-48A Version : 6.0		Display Bery : 1	SlotSpacing : 0Mts				
		Filter 1 : Noise	Sta Interval : 5.0Mts				
		Filter 2 : Noise					
		Notch : Noise					



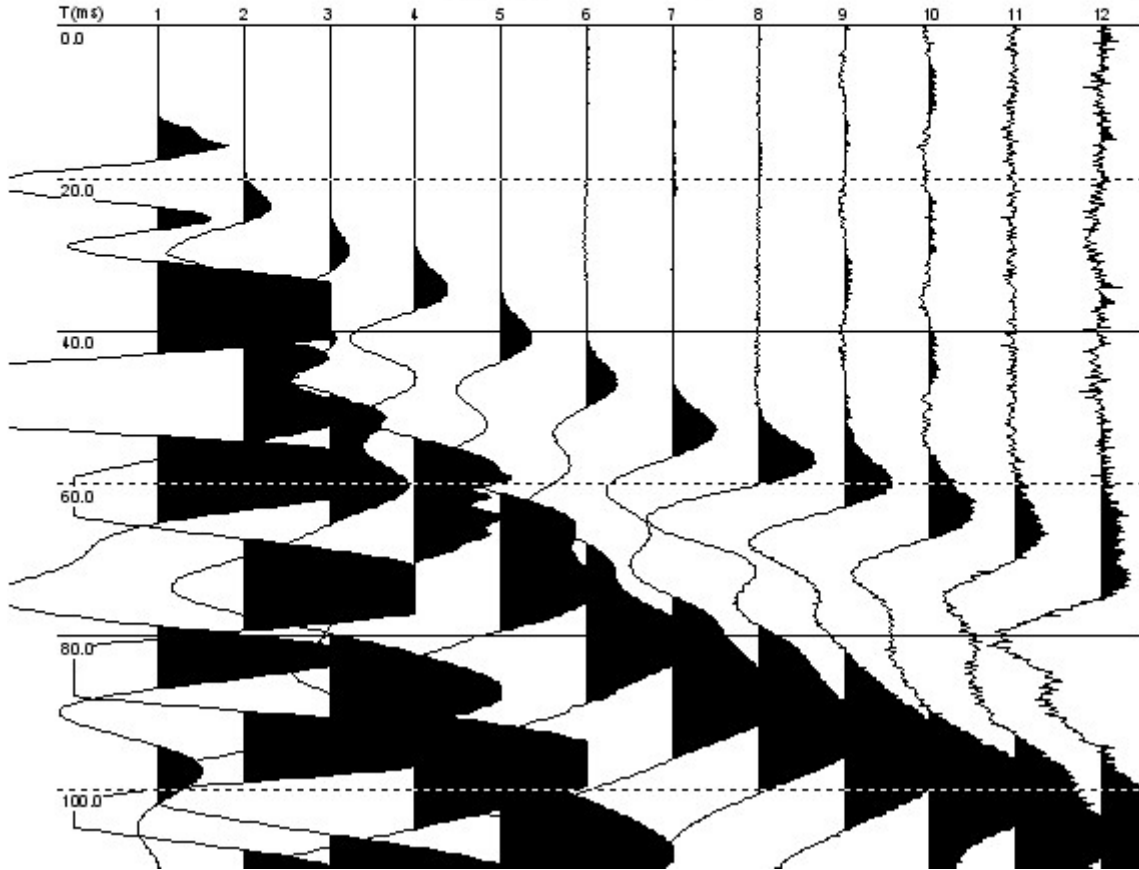
Şekil E.2 SİS-1ölçüsü P-ters atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VS-1			
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING	
Line No : SERIM-1	Location : IMAR PLANINA ESAS	Grain Type : Fixed Trace	Trace Size : -84 dB	Cls of Line : 48	Active cls : 12	Slot : 5.0m	Record Length : 0.4Sec
Crew ID : G-K	Observer : MUSTAFAKEMALPASA	Trace Polarity : Normal	Time Scale : 40 μ sec	FirstSta : 1	LastSta : 48	Sample Interval: 0.2ms	Pre Amp Gain : 32 dB
File Loaded : SERYM-1-S-1.sg2	Recorded : 25-03-2019 at 13:23:20	PlotStar : 0	Plot Length : 0.4	FirstActive Sta : 1	LastActive Sta : 12	Roll Enable : No	Roll Inc : 50
PlotDate : 25-03-2019 at 13:23:20	Instrument : WZG-48A	PlotFirstSta : 1	PlotLastSta : 12	SCU Sta : 12	SlotSta : 0	Stack Count : 1	End Stack Cut : 100
CQRTSK WZG-48A Version : 6.0		Display Bery : 1	Filter 1 : Noise	SlotSpacing : 0Mbs	Sta Interval : 5.0Mbs	Energy Source : Noise	
		Filter 2 : Noise	Notch : Noise				



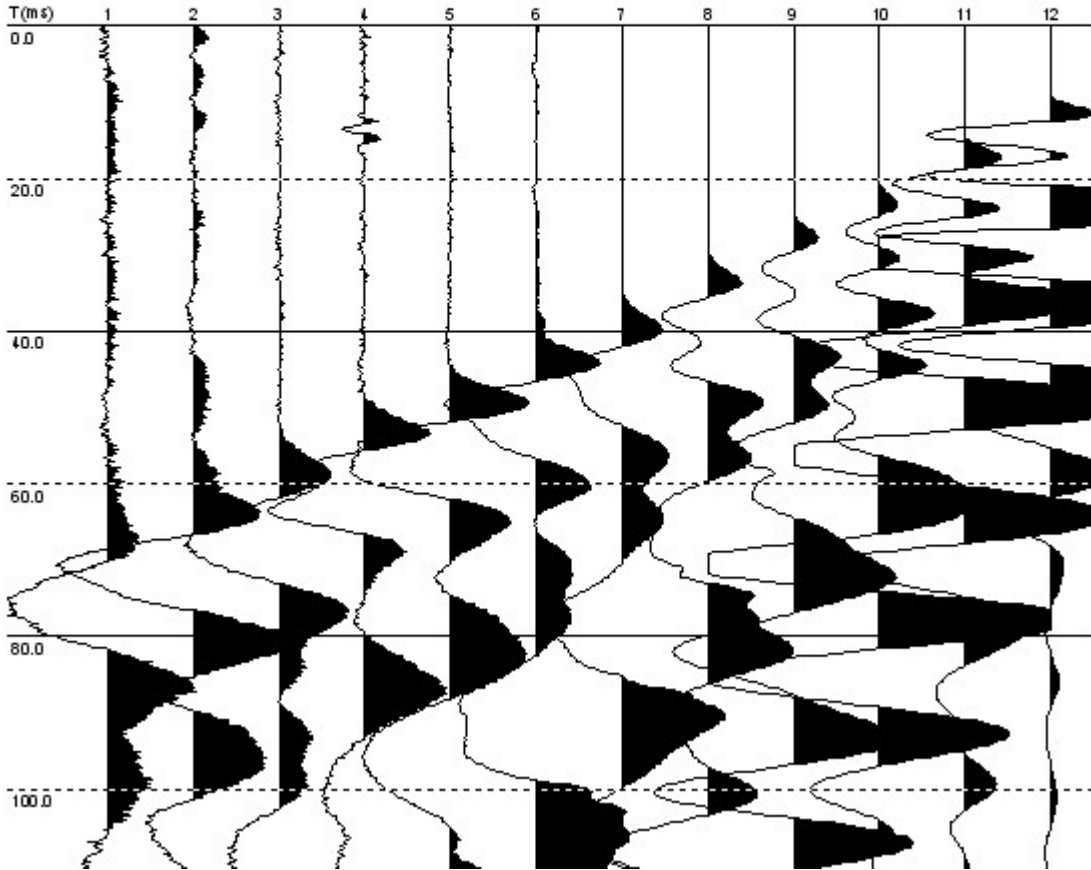
Şekil E.3 SİS-1ölçüsü S dalgası atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSDN MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VPDUZ-2			
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING	
Line No : SERIM-2	Location : IMAR PLANINA BSAS	Crew ID : G-K	Observer : MUSTAFAKEMALPASA	File Loaded : SERYM-2-PDUZ-2.sg2	Recorded : 26-03-2019 at 13:52:18	PlotDate : 26-03-2019 at 13:52:18	Instrument : WZG-48A
CQRTSK WZG-48A Version : 6.0		Grain Type : Fbed Trace	Trace Size : -72 dB	Trace Polarity : Normal	Time Scale : 40 μ sec	PlotStar : 0	Plot Length : 0.2
		Plot FirstSta : 1	Plot LastSta : 12	Display Bery : 1	Filter 1 : None	Filter 2 : None	Notch : None
		Cls or Linc : 48	Active cls : 12	FirstSta : 1	LastSta : 48	FirstActive Sta : 1	LastActive Sta : 12
		SCU Sta : 12	SlotSta : 0	SlotSpacing : 0Mts	Sta Interval : 5.0Mts	Slot : 5.0m	Record Length : 0.25Sec
						Sample Interval : 0.1ms	PreAmp Gain : 32 dB
						Roll Enable : No	Roll Inc : 50
						Stack Count : 1	End Stack Cut : 100
						Energy Source : None	



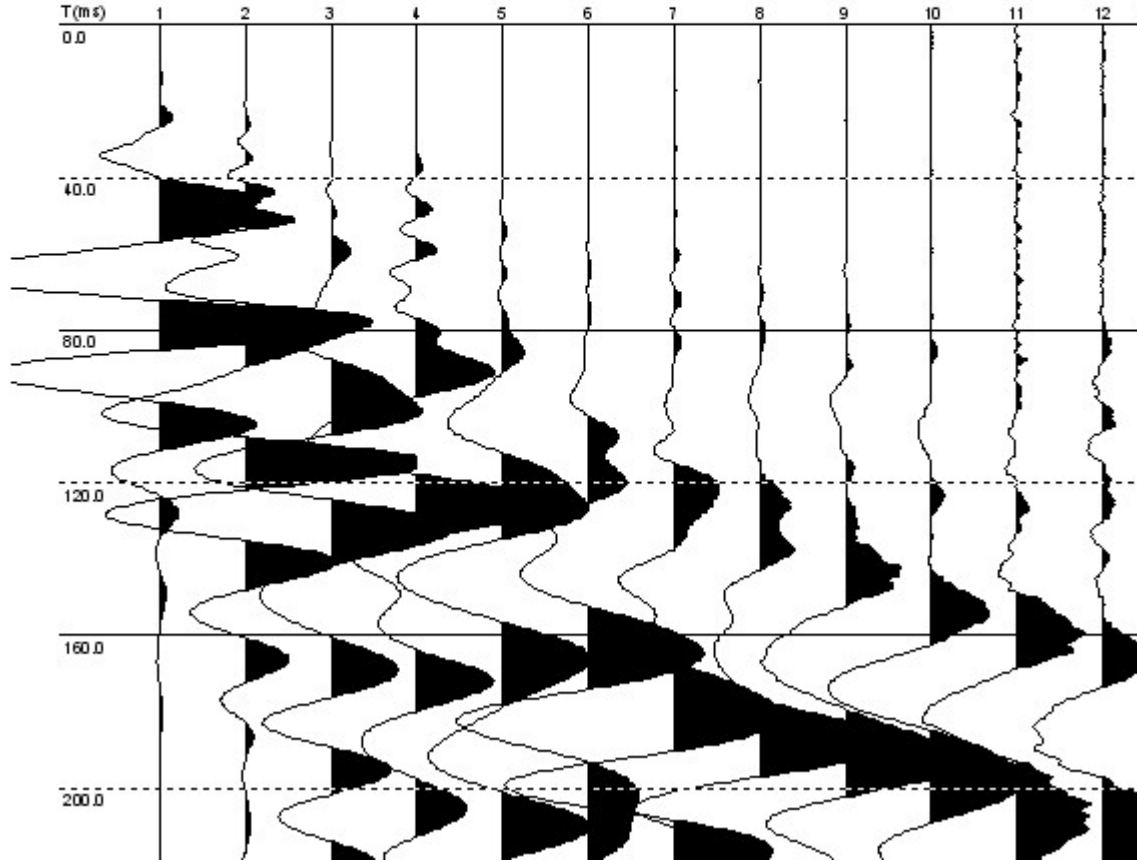
Şekil E.4 SİS-2 ölçüsü P-düz atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VPTERS-2																																		
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING																																
Line No : SERIM-2	Location : IMAR PLANINA ESAS	Crew ID : G-K	Observer : MUSTAFAKEMALPASA	File Loaded : SERIM-2-PTERS-2.sg2	Recorded : 25-03-2019 at 14:03:55	PlotDate : 25-03-2019 at 14:03:55	Instrument : WZG-48A	Graph Type : Fied Trace	Trace Size : -78 dB	Trace Polarity : Normal	Time Scale : 40 μ sec	PlotStar : 0	PlotLength : 0.2	PlotFirstSta : 1	PlotLastSta : 12	Display Every : 1	Filter 1 : None	Filter 2 : None	Notch : None	Cls on Line : 48	Active cls : 12	FirstSta : 1	LastSta : 48	FirstActive Sta : 1	LastActive Sta : 12	SCU Sta : 12	SlotSta : 0	SlotSpacing : 0Mbs	Sta Interval : 5.0Mbs	Slot : 5.0m	Record Length : 0.2Sec	Sample Interval : 0.1ms	PreAmp Gain : 32 dB	Roll Enable : No	Roll Inc : 50	Stack Count : 1	End Stack Cnt : 100	Energy Source : None
CORTSK W7G-48A Version : 6.0																																						



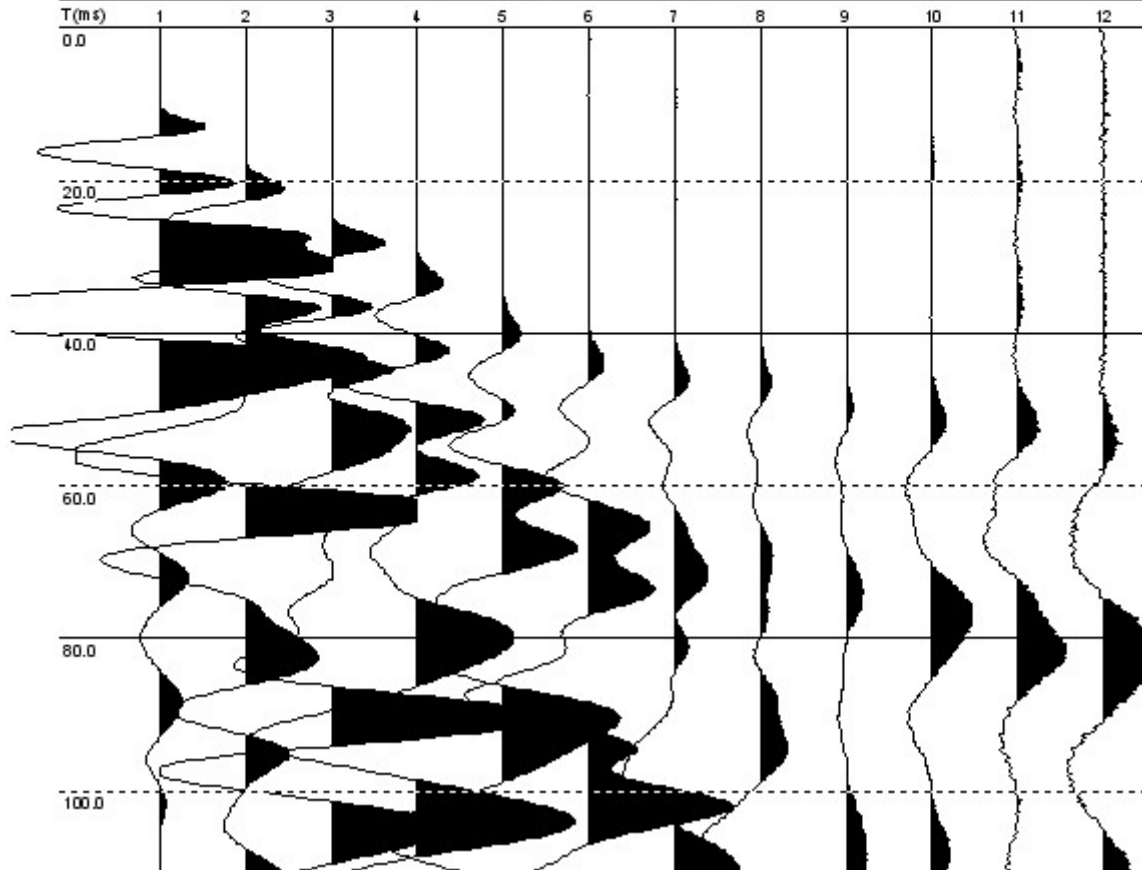
Şekil E.5 SİS-2ölçüsü P-terş atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VS-2			
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING	
Line No : SERIM-2	Location : IMAR PLANINA ESAS	Grain Type : Fixed Trace	Trace Size : -84 dB	Cis on Line : 48	Active cis : 12	Slot : 5.0m	Record Length : 0.4Sec
Crew ID : G-K	Observer : MUSTAFAKEMALPASA	Trace Polarity : Normal	Time Scale : 40 μ sec	FirstSta : 1	LastSta : 48	Sample Interval: 0.2ms	PreAmp Gain : 32 dB
File Loaded : SERIM-2-S-2.sg2	Recorded : 25-03-2019 at 14:16:10	PlotStar : 0	Plot Length : 0.4	FirstActive Sta : 1	LastActive Sta : 12	Roll Enable : No	Roll Inc : 50
PlotDate : 25-03-2019 at 14:16:10	Instrument : WZG-48A	Plot FirstSta : 1	Plot LastSta : 12	SC U Sta : 12	SlotSta : 0	Stack Const : 1	End Stack Cnt : 100
CORTSK W7G-48A Version : 6.0		Display Bery : 1	Filter 1 : None	SlotSpacing : 0Mts	Sta Interval : 5.0Mts	Energy Source : None	
		Filter 2 : None	Notch : None				



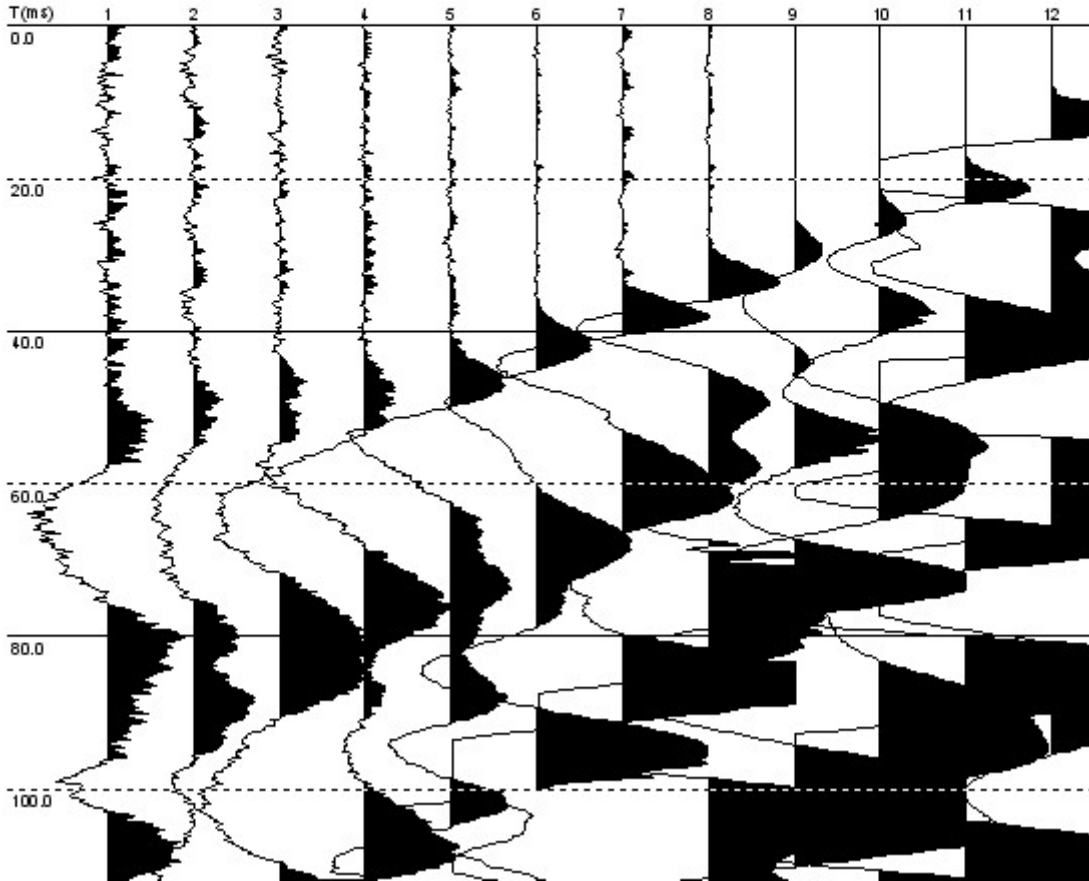
Şekil E.6 SİS-2 ölçüsü S dalgası atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VPDUZ-3			
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING	
Line No : SERIM-3	Location : IMAR PLANINA ESAS	Trace ID : G-K	Observer : MUSTAFAKEMALPASA	File Loaded : SERIM-3-PDUZ-3.sg2	Recorded : 26-03-2019 at 15:12:15	PlotDate : 26-03-2019 at 15:12:15	Instrument : WZG-48A
CQRTSK WZG-48A Version : 6.0				Grain Type : Fined Trace	Trace Size : -78 dB	Trace Polarity : Normal	Time Scale : 40 µsec
				PlotStar : 0	PlotLength : 0.4	PlotFirstSta : 1	PlotLastSta : 12
				Display Every : 1	Filter 1 : None	Filter 2 : None	Notch : None
				Cls on Line : 48	Active cls : 12	FirstSta : 1	LastSta : 48
				FirstActive Sta : 1	LastActive Sta : 12	SCU Sta : 12	SlotSta : 0
				SlotSpacing : 0Mbs	Sta Interval : 5.0Mbs	Slot : 5.0m	Record Length : 0.4Sec
						Sample Interval : 0.2ms	PreAmp Gain : 32 dB
						Roll Enable : No	Roll Inc : 50
						Stack Count : 1	End Stack Cnt : 100
						Energy Source : None	



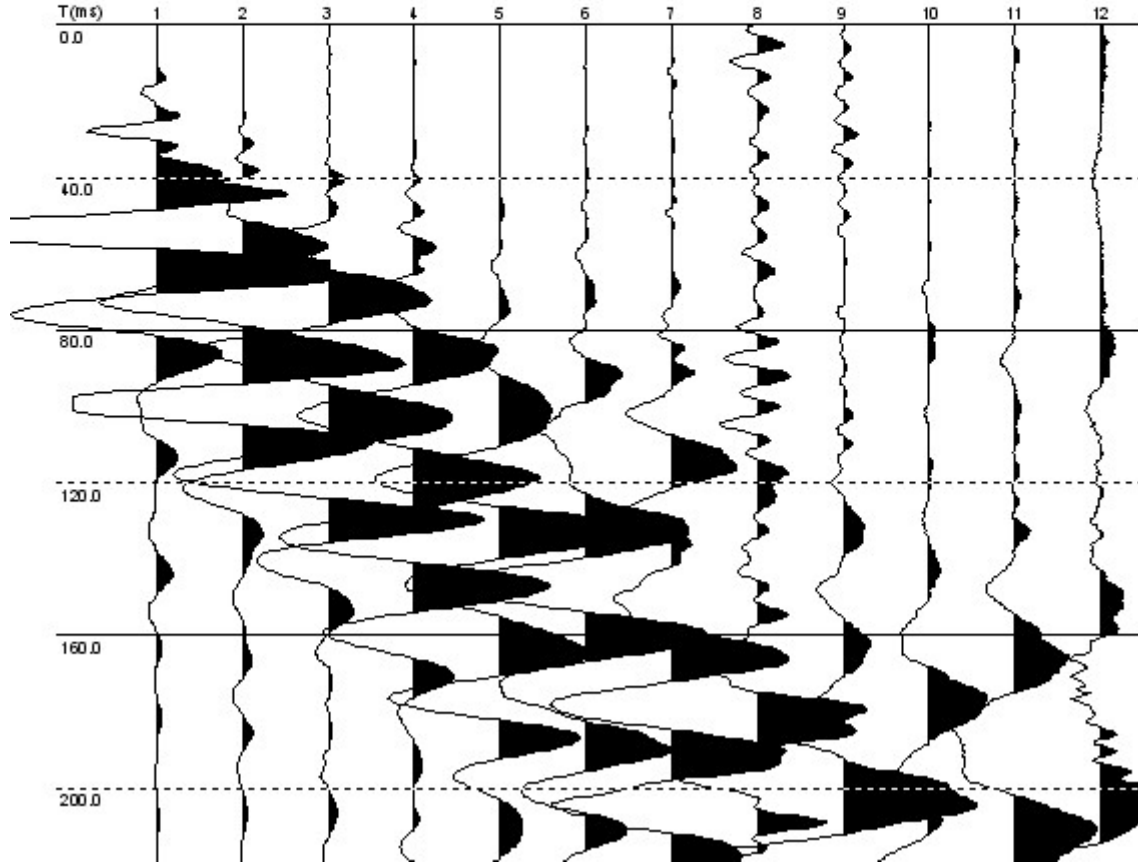
Şekil E.7 SİS-3 ölçüsü P-düz atışı ham verisi.

CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VPTERS-3																																		
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING																																
Line No : SERIM-3	Location : IMAR PLANINA BSAS	Crew ID : G-K	Observer : MUSTAFAKEMALPASA	File Loaded : SERIM-3-PTERS-3.sg2	Recorded : 26-03-2019 at 15:21:34	PlotDate : 26-03-2019 at 15:21:34	Instrument : WZG-48A	Grain Type : Fbed Trace	Trace Size : -72 dB	Trace Polarity : Normal	Time Scale : 40 μ sec	PlotStar : 0	Plot Length : 0.4	Plot FirstSta : 1	Plot LastSta : 12	Display Bery : 1	Filter 1 : None	Filter 2 : None	Notch : None	Cls or Linc : 48	Active cls : 12	FirstSta : 1	LastSta : 48	FirstActive Sta : 1	LastActive Sta : 12	SCU Sta : 12	SlotSta : 0	SlotSpacing : 0Mts	Sta Interval : 5.0Mts	Slot : 5.0m	Record Length : 0.4Sec	Sample Interval : 0.2ms	PreAmp Gain : 32 dB	Roll Enable : No	Roll Inc : 50	Stack Count : 1	End Stack Cnt : 100	Energy Source : None
CQRTSK WZG-48A Version : 6.0																																						

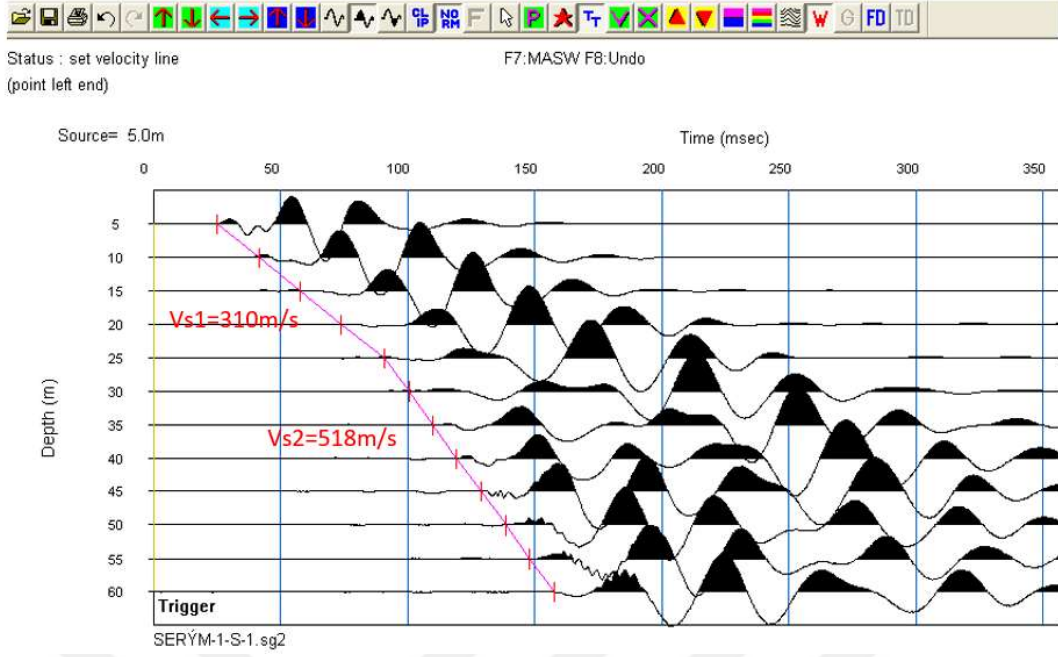


Şekil E.8 SİS-3 ölçüsü P-ters atışı ham verisi.

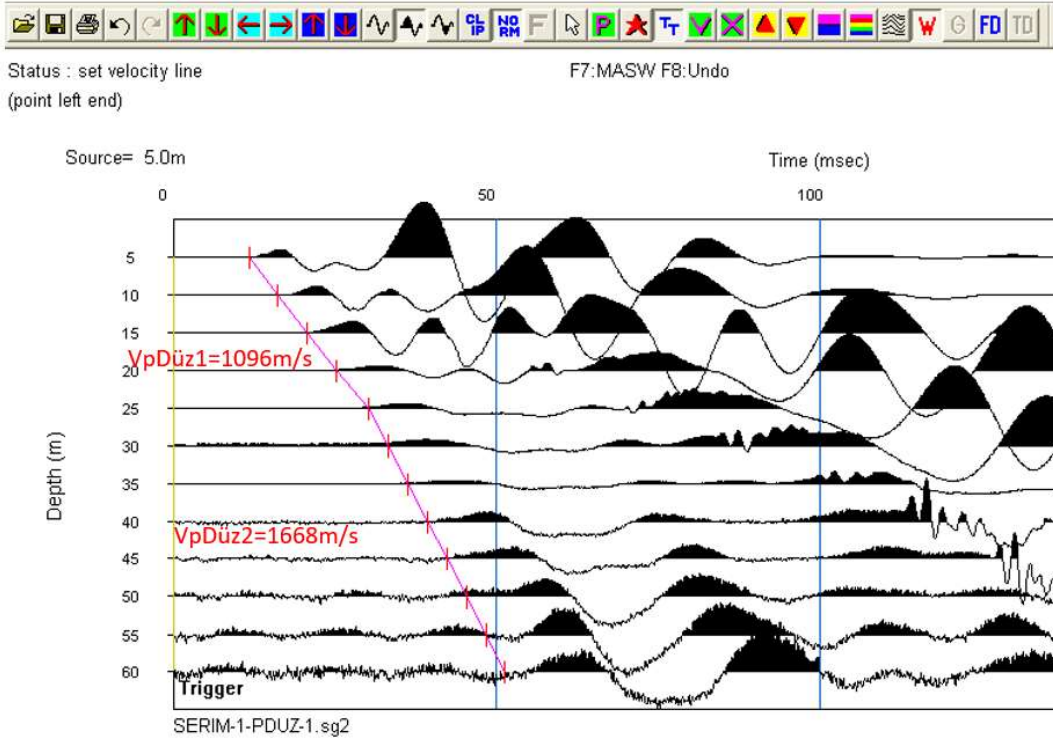
CONTRACTOR: ARSON MUH.		CLIENT: KARAKOY MAH.		PROSPECT: VS-3			
JOB		PLAYBACK		SPREAD		RECORDING	
Line No	: SERIM-3	Gain Type	: Fixed Trace	Cls on Line	: 48	Slot	: 5.0m
Location	: IMAR PLANINA ESAS	Trace Size	: -84 dB	Active cls	: 12	Record Length	: 0.4Sec
Crew ID	: G-K	Trace Polarity	: Normal	FirstSta	: 1	Sample Interval	: 0.2ms
Observer	: MUSTAFAKEMALPASA	Time Scale	: 40 μ sec	LastSta	: 48	PreAmp Gain	: 32 dB
File Loaded	: SERIM-3-S-3.sg2	PlotStar	: 0	FirstActive Sta	: 1	Roll Inc	: No
Recorded	: 26-03-2019 at 15:31:40	Plot Length	: 0.4	LastActive Sta	: 12	Stack Count	: 1
PlotDate	: 26-03-2019 at 15:31:40	PlotFirstSta	: 1	SCU Sta	: 12	End Stack Cnt	: 100
Instrument	: WZG-48A	PlotLastSta	: 12	SlotSta	: 0	Energy Source	: None
CQRTSK W7G-48A		Display Bery	: 1	SlotSpacing	: 0Mbs		
Version : 6.0		Filter 1	: None	Sta Interval	: 5.0Mbs		
		Filter 2	: None				
		Notch	: None				



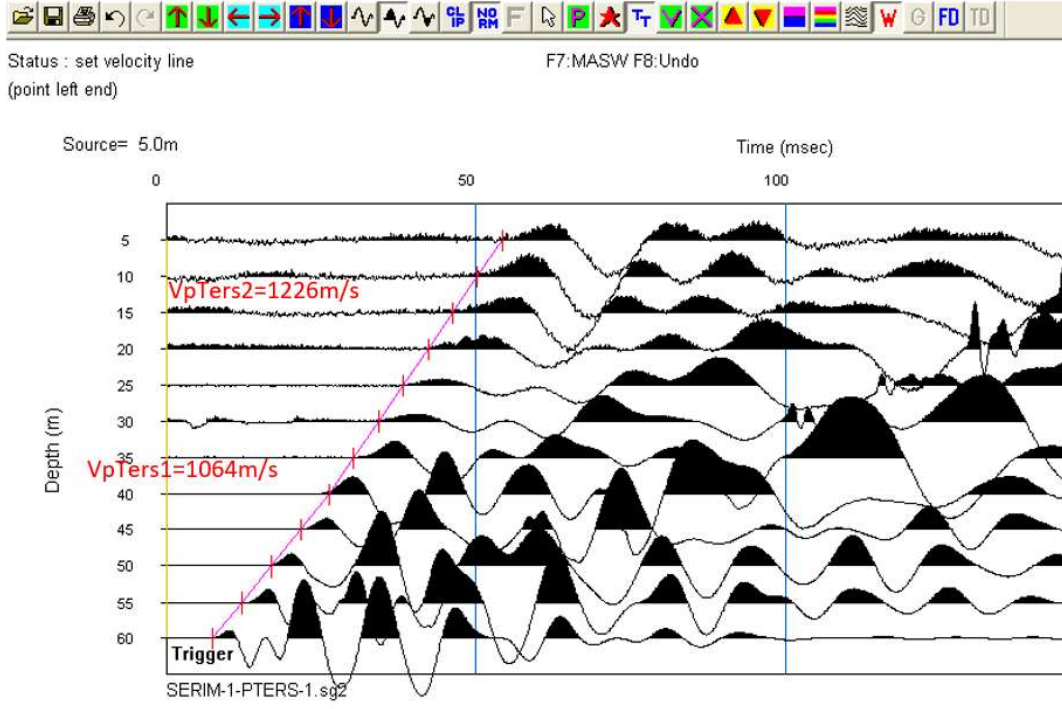
Şekil E.9 SİS-3 ölçüsü S dalgası atışı ham verisi.



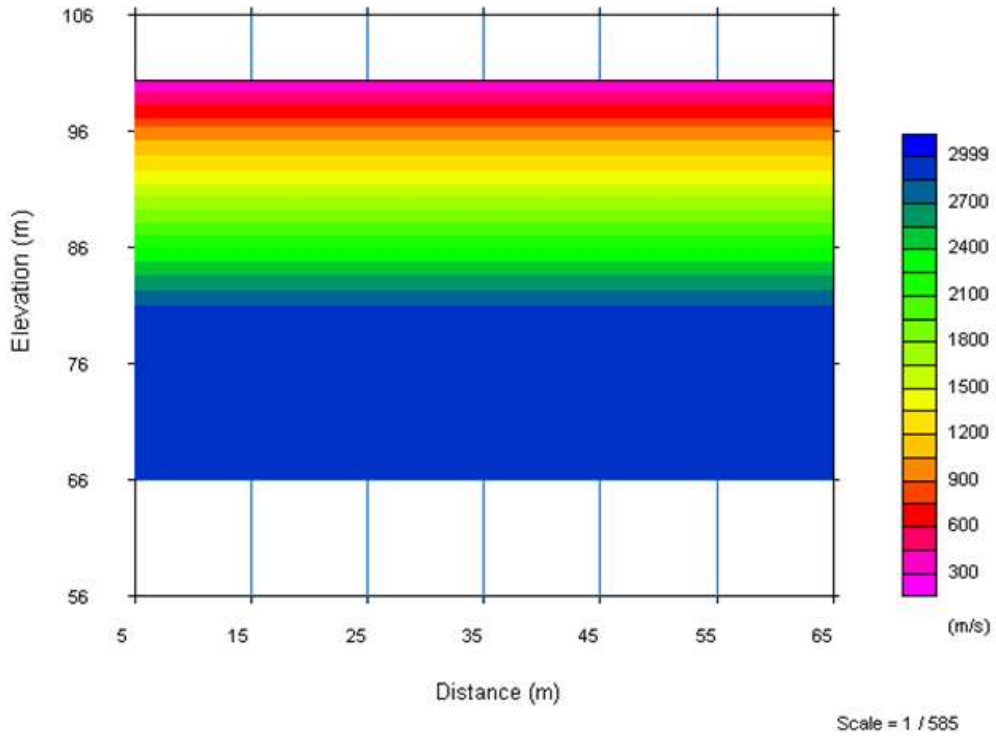
Şekil E.10 SİS-1 ölçüsü Vs dalgası kırılma zamanları.



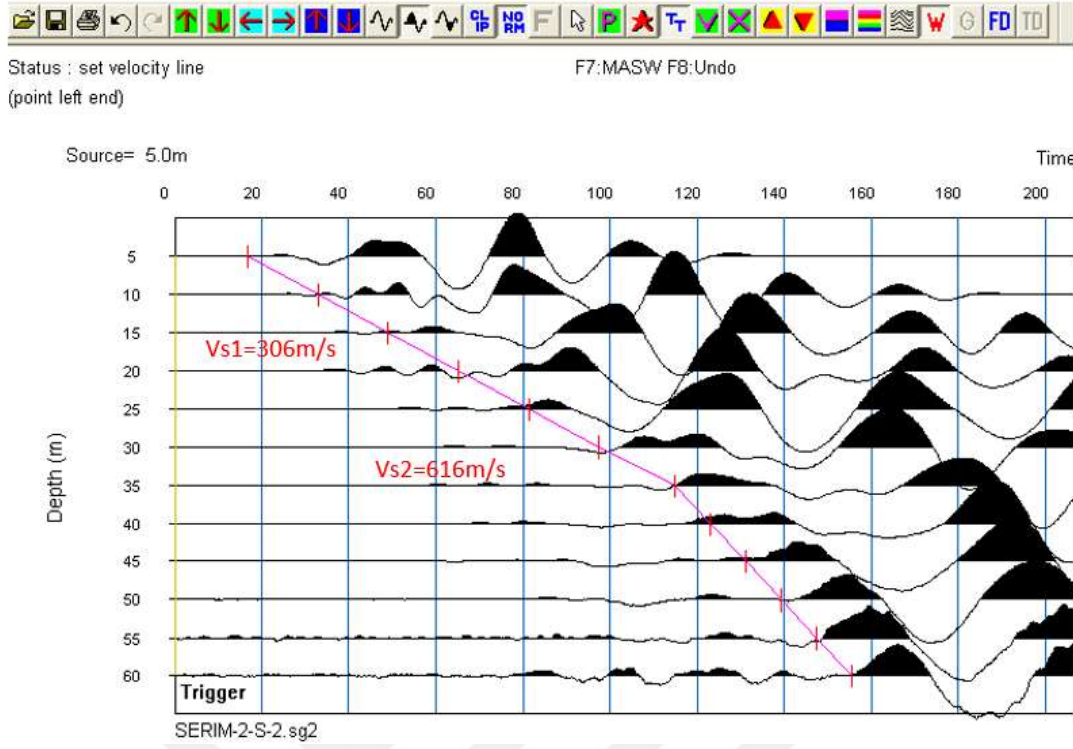
Şekil E.11 SİS-1 ölçüsü Vp-düz kırılma zamanları.



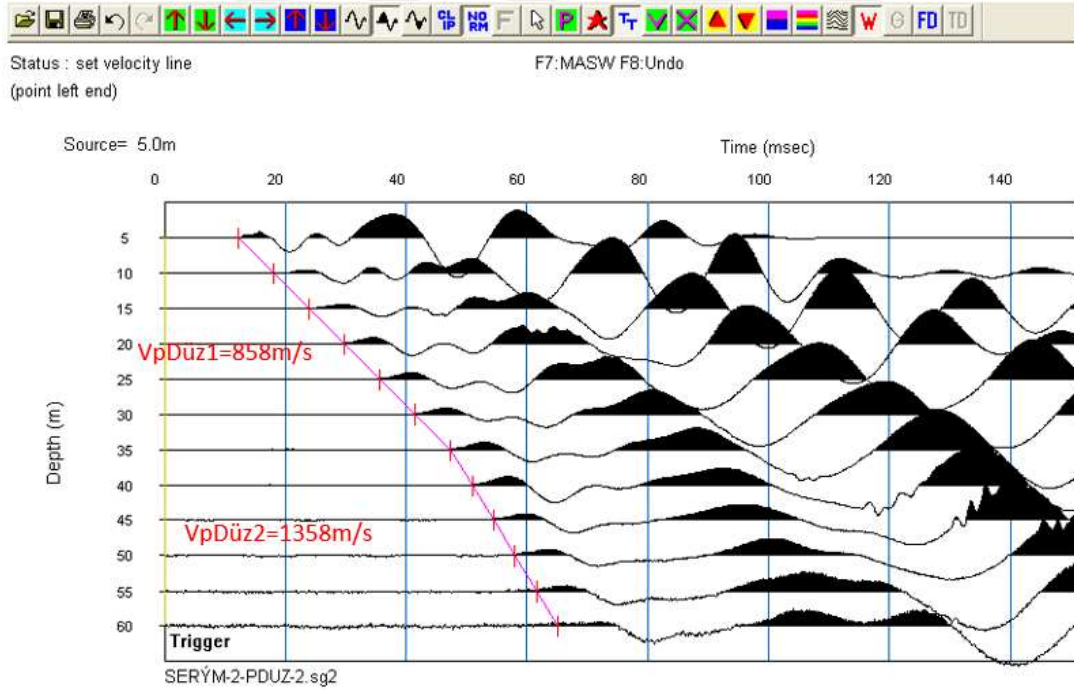
Şekil E.12 SİS-1 ölçüsü Vp-ters kırılma zamanları.



Şekil E.13 SİS-1 ölçüsü yeraltı modeli.



Şekil E.14 SİS-2 ölçüsü Vs dalgası kırılma zamanları.

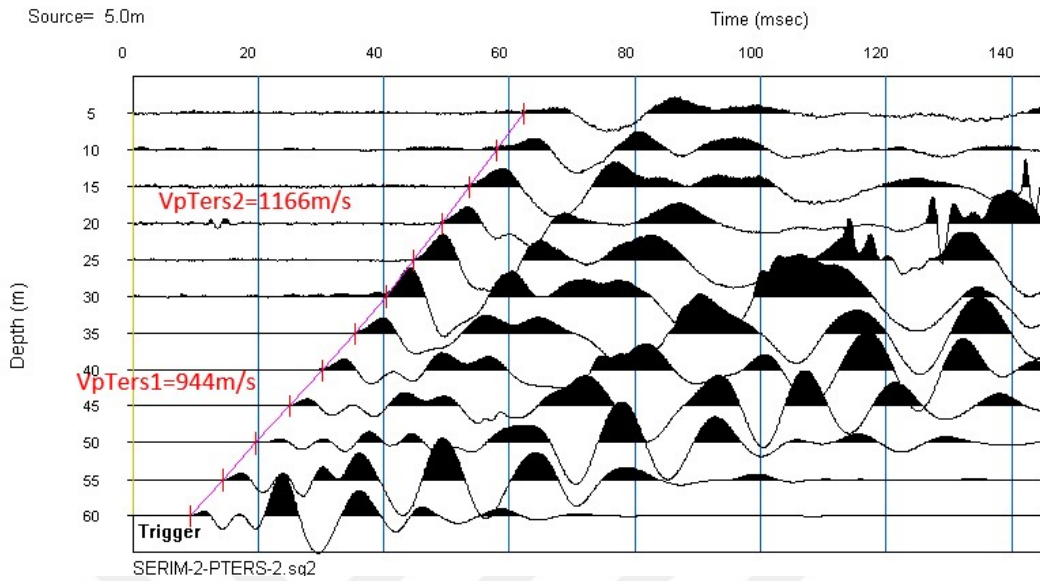


Şekil E.15 SİS-2 ölçüsü Vp-düz kırılma zamanları.

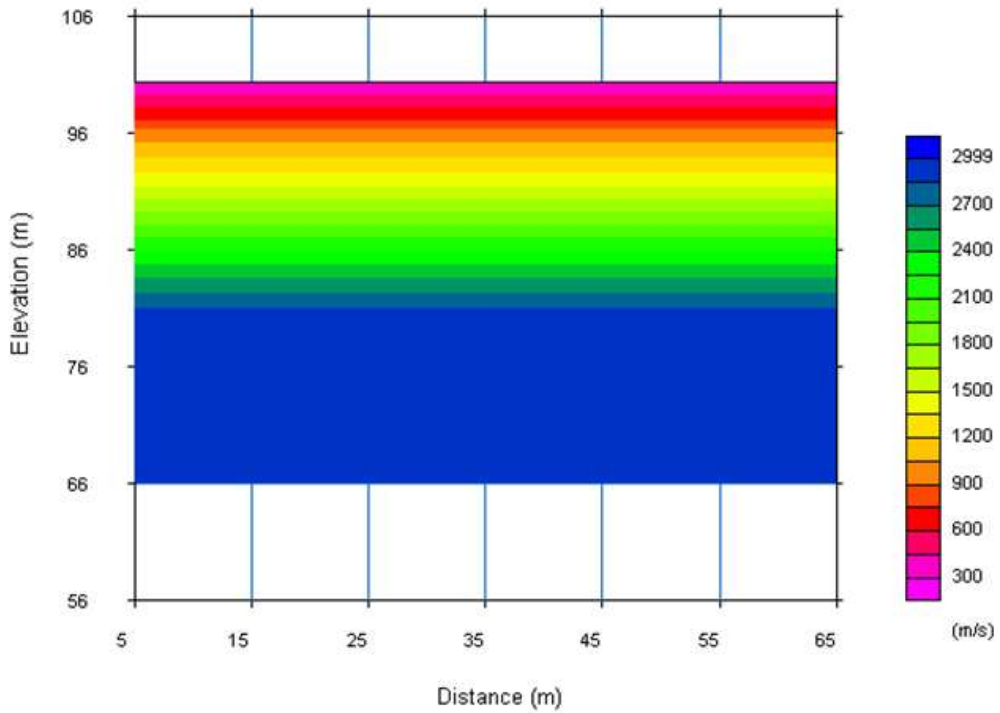


Status : set velocity line
(point left end)

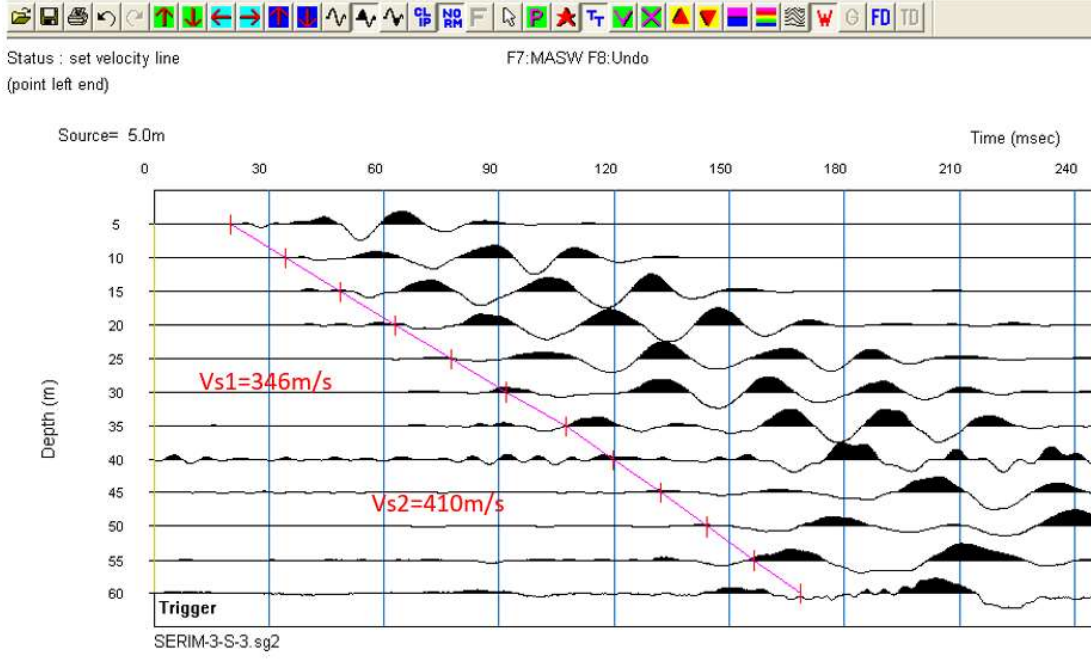
F7:MASW F8:Undo



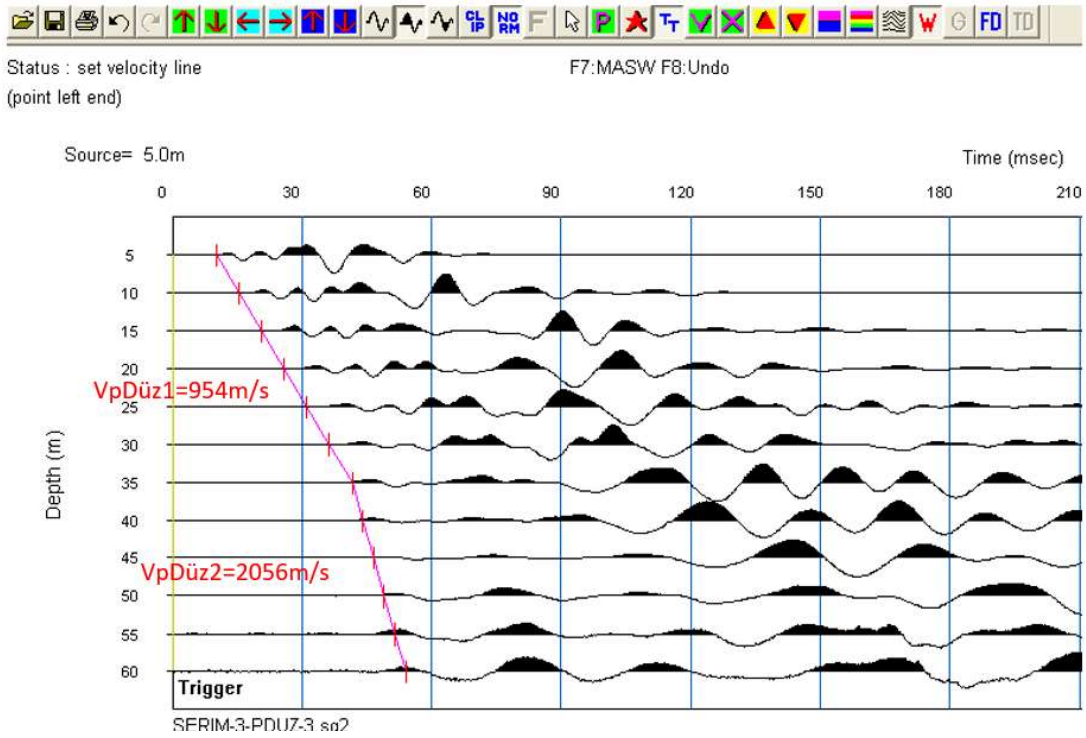
Şekil E.16 SİS-2 ölçüsü Vp-ters kırılma zamanları.



Şekil E.17 SİS-2 ölçüsü yeraltı modeli.



Şekil E.18 SİS-3 ölçüsü Vs dalgası kırılma zamanları.

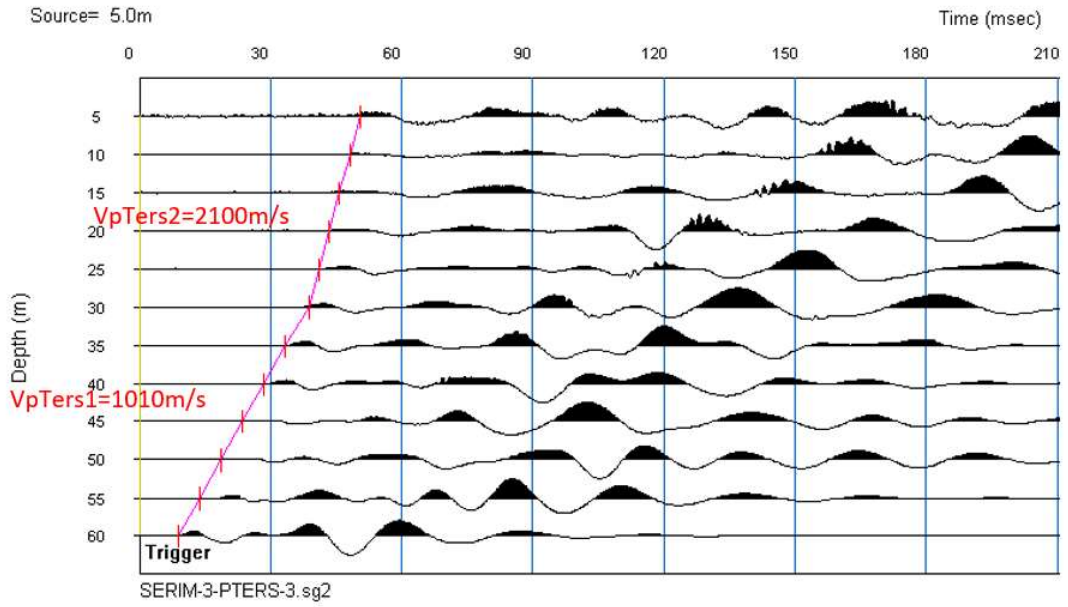


Şekil E.19 SİS-3 ölçüsü Vp-düz kırılma zamanları.

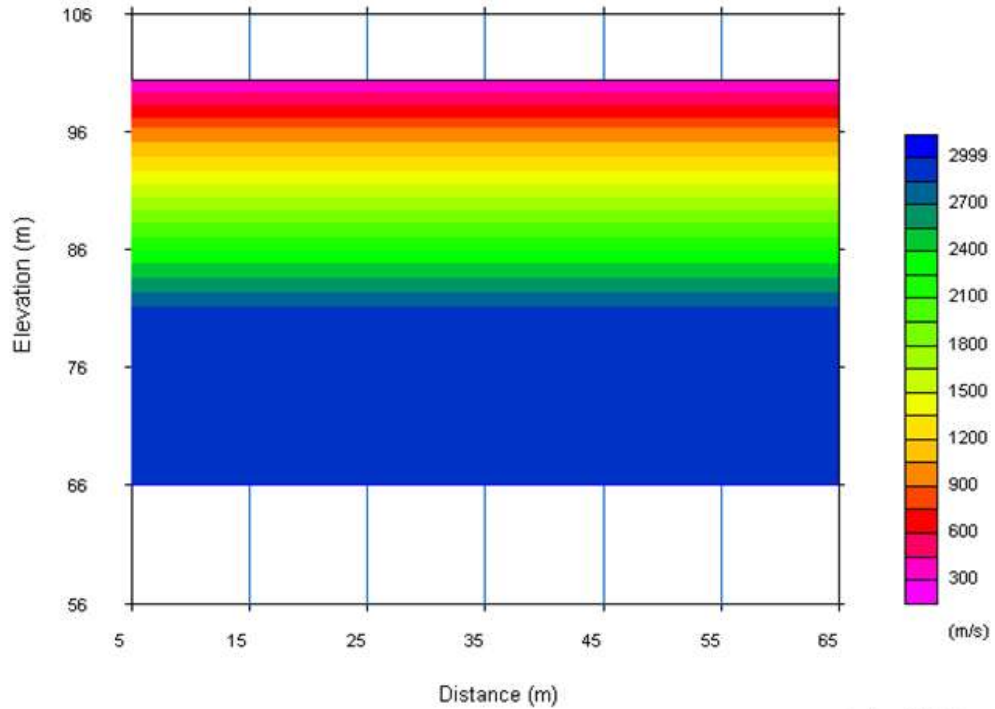


Status : set velocity line
(point left end)

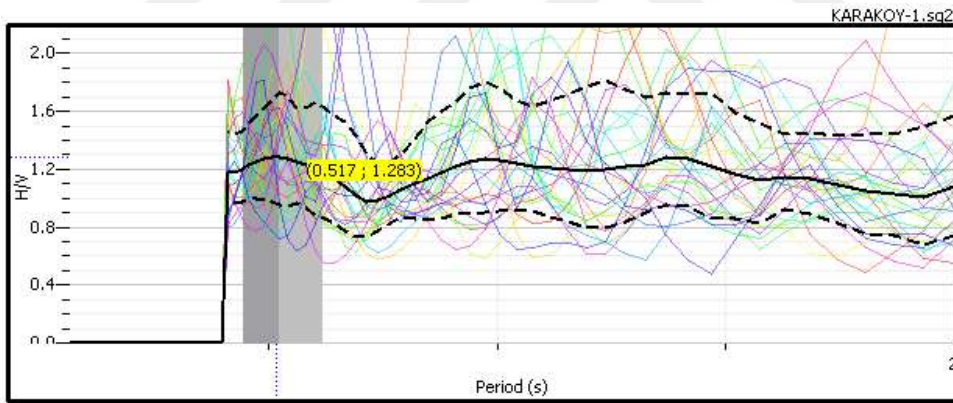
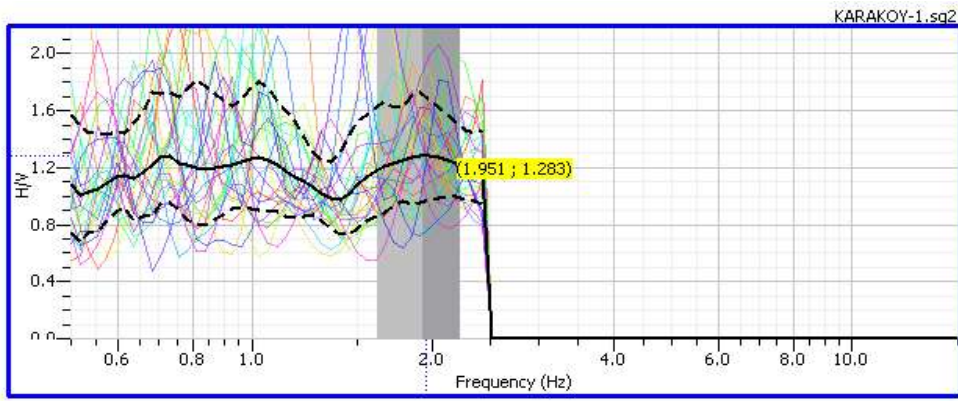
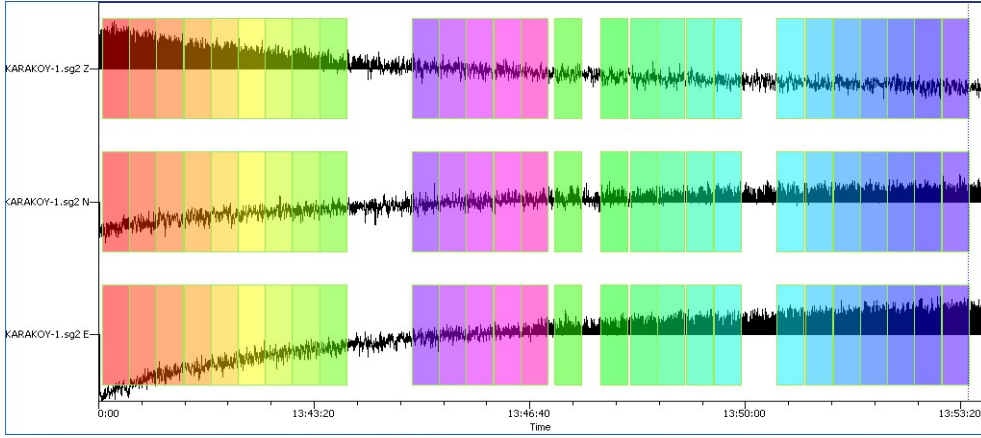
F7:MASW F8:Undo



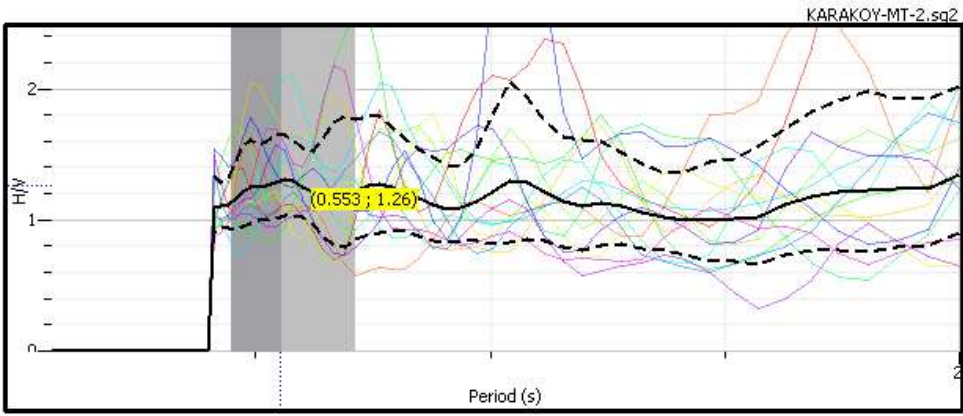
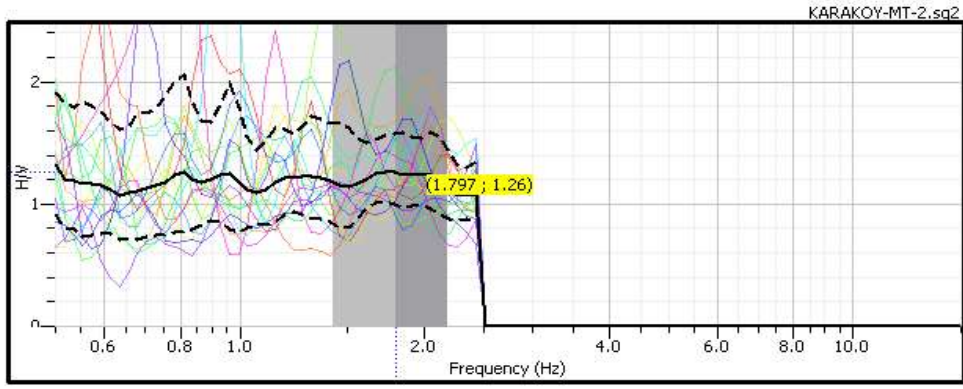
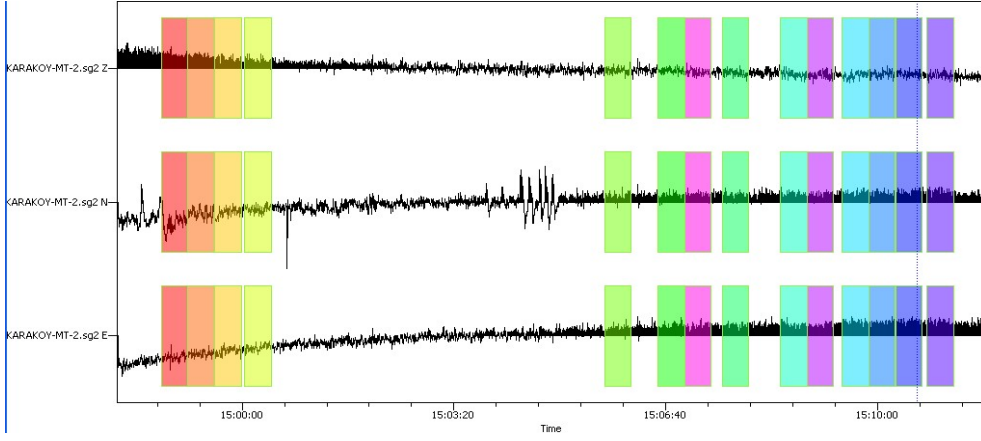
Şekil E.20 SİS-3 ölçüsü Vp-ters kırılma zamanları.



Şekil E.21 SİS-3 ölçüsü yeraltı modeli.



Şekil E.22 Mikrotremör-1 ölçüm sonuçları.



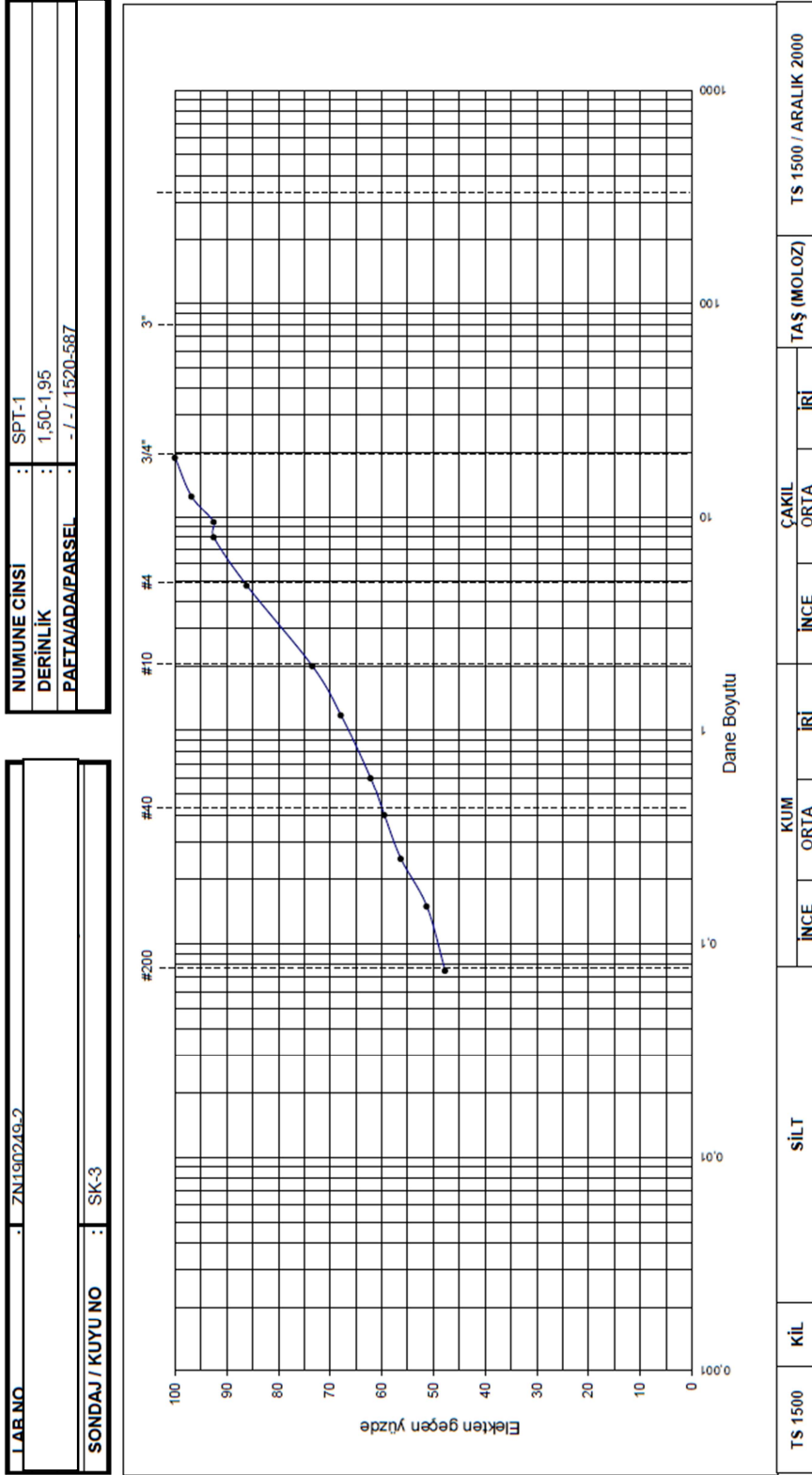
Şekil E.23 Mikrotremör-2 ölçüm sonuçları.



SRA No.	NUMUNENİN			Dane Dağılımı			Atterberg Limitleri			SİNİF	Su İçeriği (%)	Tabii Birim Ağırlık (t/m ³)	Kuru Birim H.A.ğı (t/m ³)	Özgül Ağırlık	Boğluk Oranı	Doğruluk Derecesi	KONSOLIDASYON			Permeabilite		Serbest Basınç q(u)	Üçbesenli (UU)		Kesme Kutusu (UU)		Nokta Yükleme		SİNİF TANIMLAMASI	
	İzah No.	Sondaj No.	Numune No.	Derinlik (m.)	+10 ⁵ -200 ⁵ kalın geçem (%)	W _L	W _p	LL	PL								PI	W _n (%)	Y _n (t/m ³)	Y _d (t/m ³)	GS		e _n	S _r %	m _v cm ² /kg	Serbest Basınç Şişme (kg/cm ²)	Düğü m/zn	Sabit m/zn	C	φ°
18	249	SK-6	UD	2.50-3.00	9	73	46	22	24	24	22.4	1.94							2.4	0.8913	0.98	10.00							GW	Doğru Dane Dağılımlı Çakıl
19	249	SK-6	SPT-3	4.50-4.95	18	58	45	19	26	26	20.2	1.73																	GP	Üniform Çakıl
20	249	SK-6	SPT-5	7.50-7.95	22	57	51	24	27	27	19.7																		GM	Siltli Çakıl
21	249	SK-6	SPT-9	13.50-13.95	9	61	54	25	29	29	20.9																		GC	Kıllı Çakıl
22	249	SK-7	UD	2.50-3.00	15	63	52	23	29	29	23.5	2.03										0.98	10.00						SW	Doğru Dane Dağılımlı Kum
23	249	SK-7	SPT-2	3.00-3.45	7	64	52	24	28	28	20.9	1.81																	SP	Üniform Kum
24	249	SK-7	SPT-4	6.00-6.45	30	50	50	19	31	31	16.3	1.78																	SM	Siltli Kum
25	249	SK-7	SPT-7	10.50-10.95	9	68	53	20	33	33	20.6																		SC	Kıllı Kum
26	249	SK-7	SPT-9	13.50-13.95	17	53	35	18	17	17	26.1	1.75																	CL	Düğük Plastisiteli Kil
27	249	SK-8	SPT-1	1.50-1.95	42	23			NP	NP	6.7																		ML	Düğük Plastisiteli Silt
28	249	SK-8	SPT-2	3.00-3.45	50	18			NP	NP	6.0																		CI	Orta Plastisiteli Kil
29	249	SK-8	SPT-3	4.50-4.95	20	43			NP	NP	11.6	1.8																	MI	Orta Plastisiteli Silt
30	249	SK-8	KAROT	10.50-12.00																						3.82	3.94		CH	Yüksek Plastisiteli-Yağılı Kil
																													MH	Yüksek Plastisiteli-Elaastik Silt
																													PT	Turba
																													MY	Malzeme Yetersiz
																													MK	

Şekil F.2 Laboratuvar deneyleri toplu sonuç föyü (devamı).

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

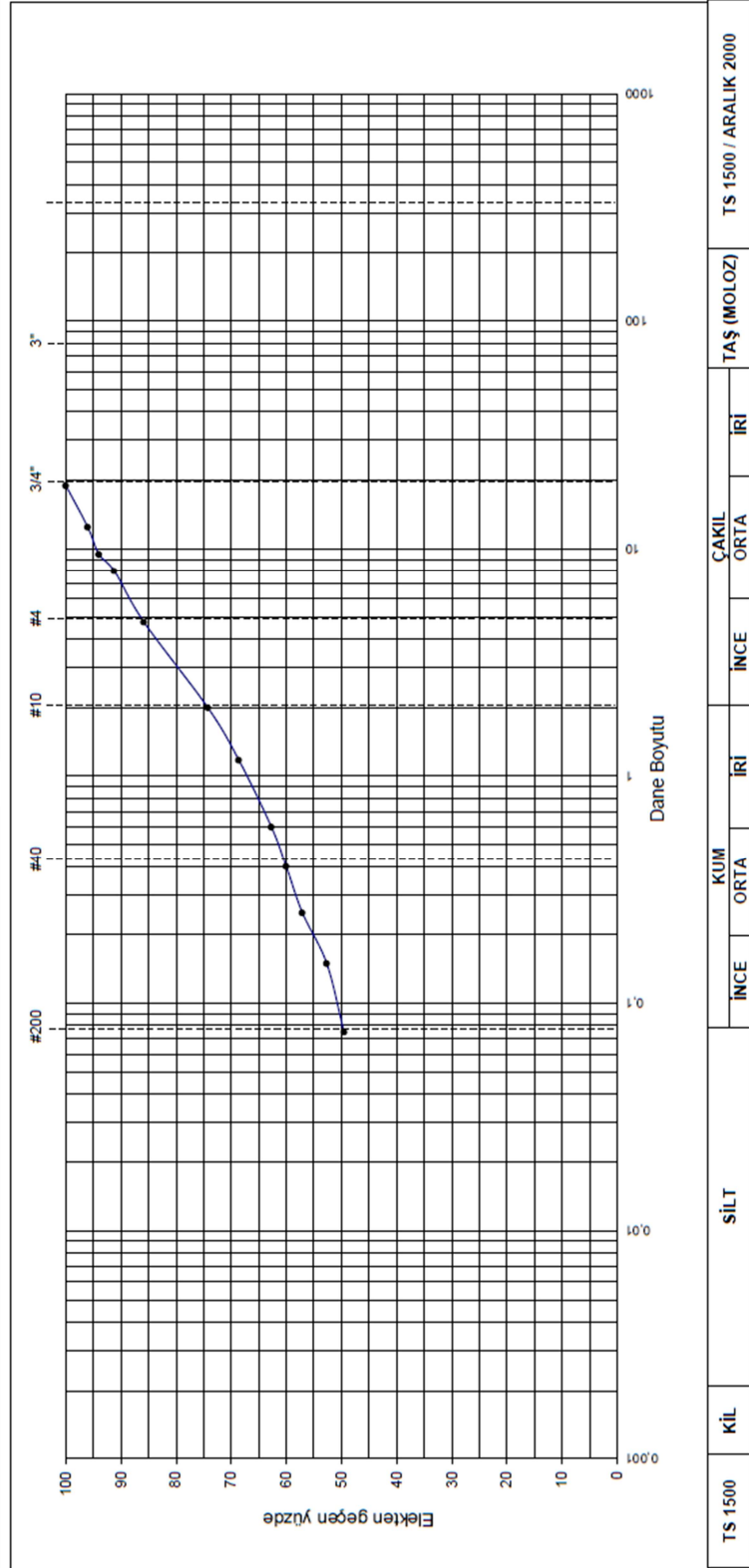


Şekil F.3 SK-1 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-3	NUMUNE CİNSİ	: SPT-3
SONDAJ / KUYU NO	: SK-3	DERİNLİK	: 4,50-4,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587

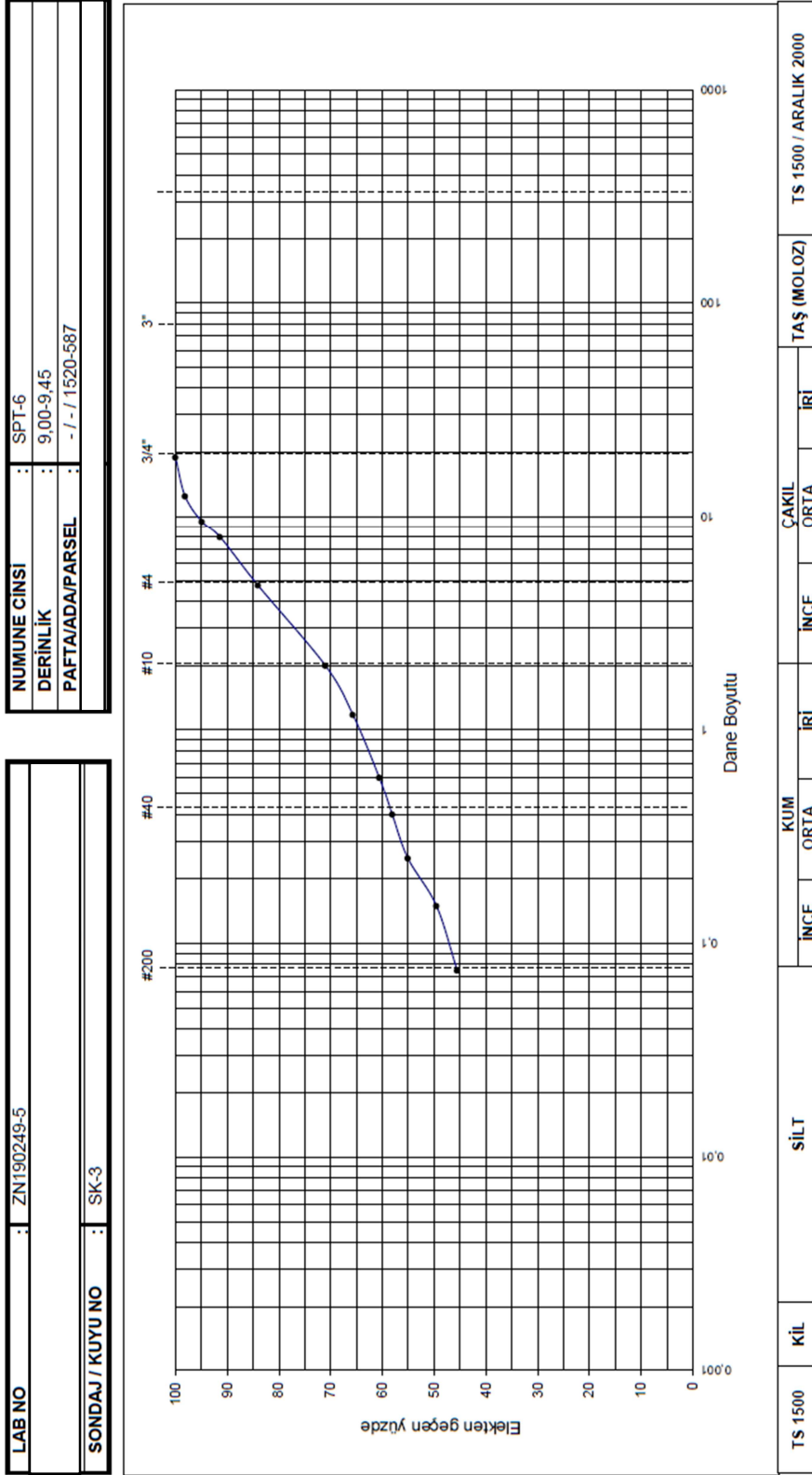
LAB NO	: ZN190249-3	NUMUNE CİNSİ	: SPT-3
SONDAJ / KUYU NO	: SK-3	DERİNLİK	: 4,50-4,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



TS 1500	KİL	SİLT	İNCE	KUM ORTA	İRİ	İNCE	ÇAKIL ORTA	İRİ	TAŞ (MOLOZ)	TS 1500 / ARALIK 2000
---------	-----	------	------	----------	-----	------	------------	-----	-------------	-----------------------

Şekil F.4 SK-3 SPT 4.50-4.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

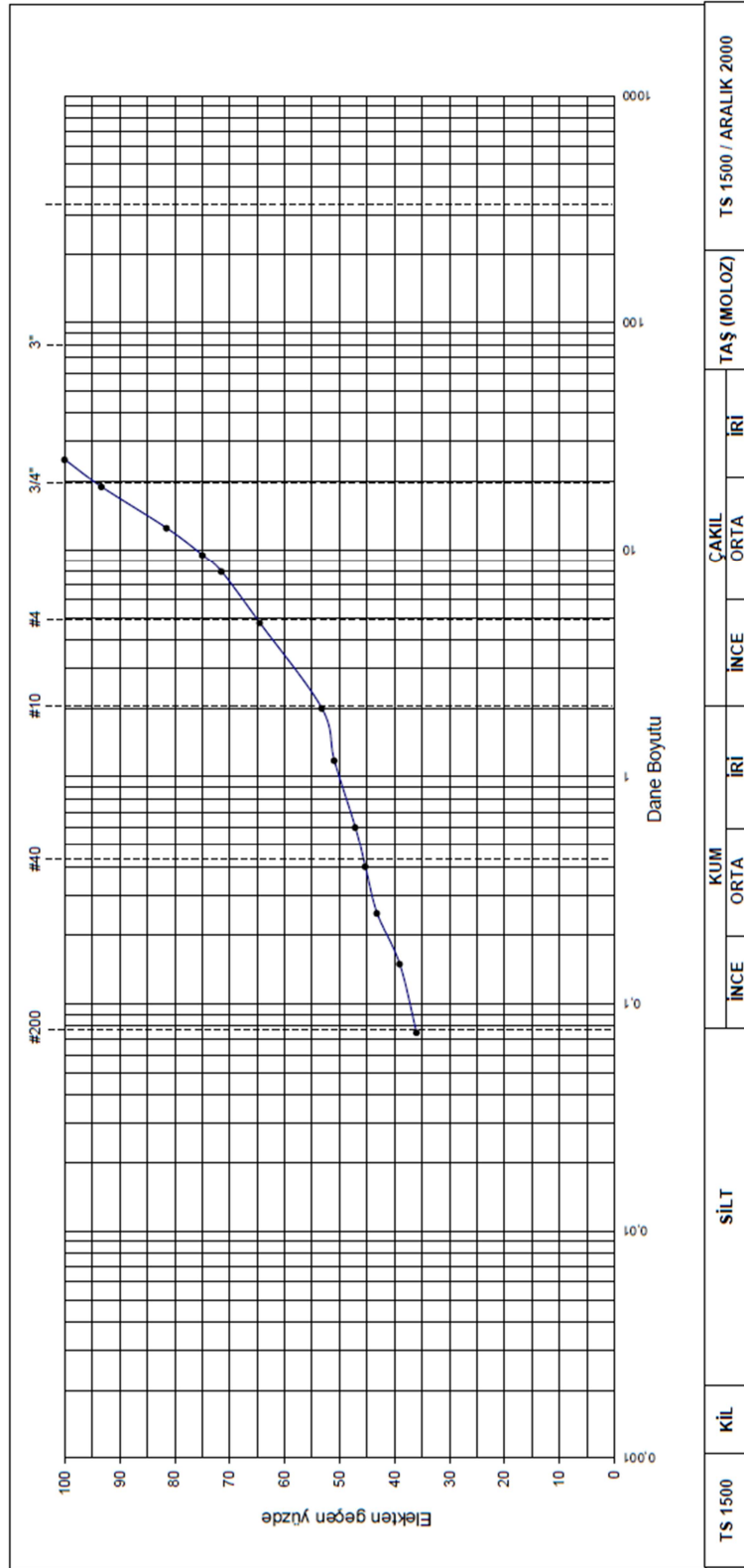
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ



Şekil F.5 SK-3 SPT 9.00-9.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

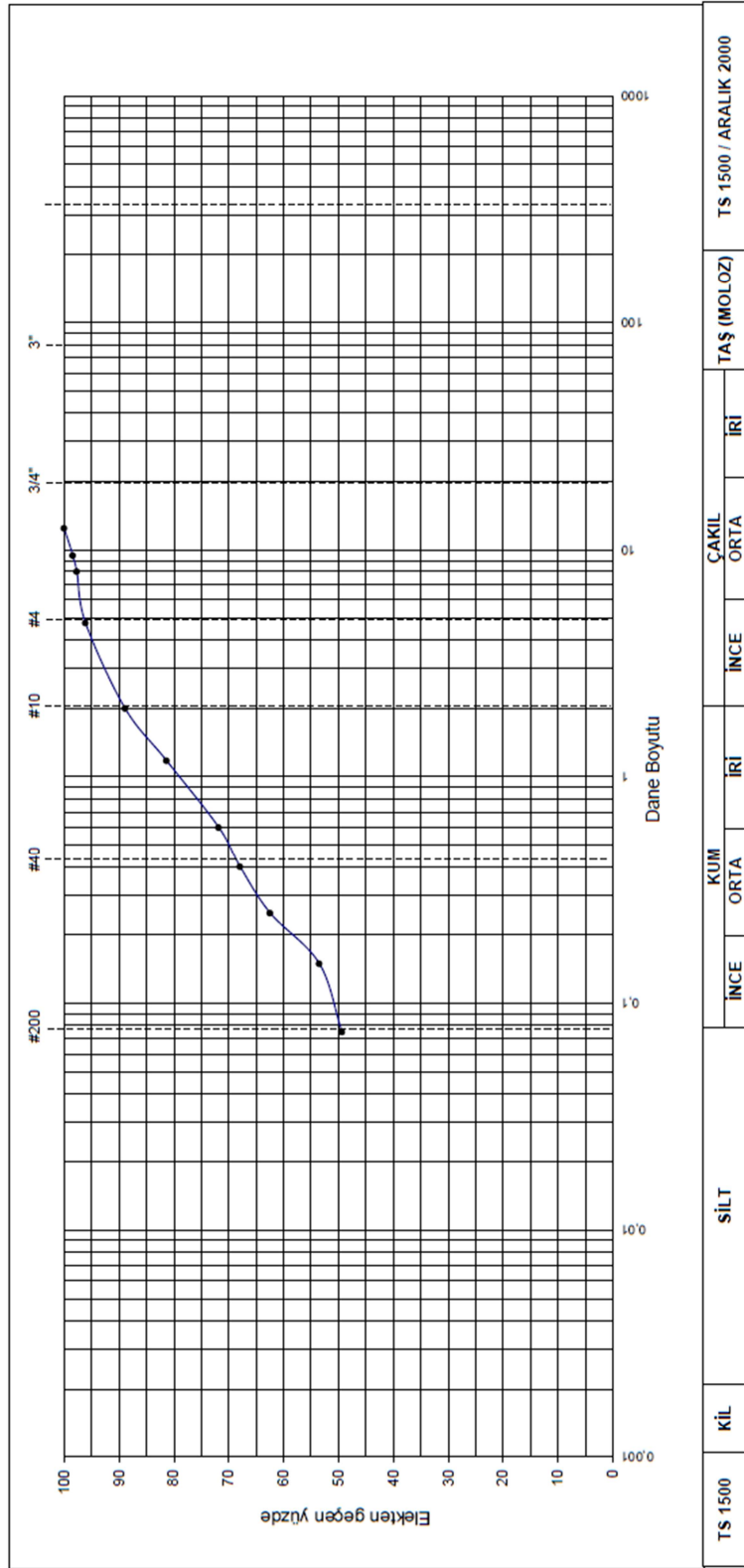
LAB NO	: ZN190249-4	NUMUNE CİNSİ	: SPT-5
SONDAJ / KUYU NO	: SK-3	DERİNLİK	: 7,50-7,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.6 SK-3 SPT 7.50-.7.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

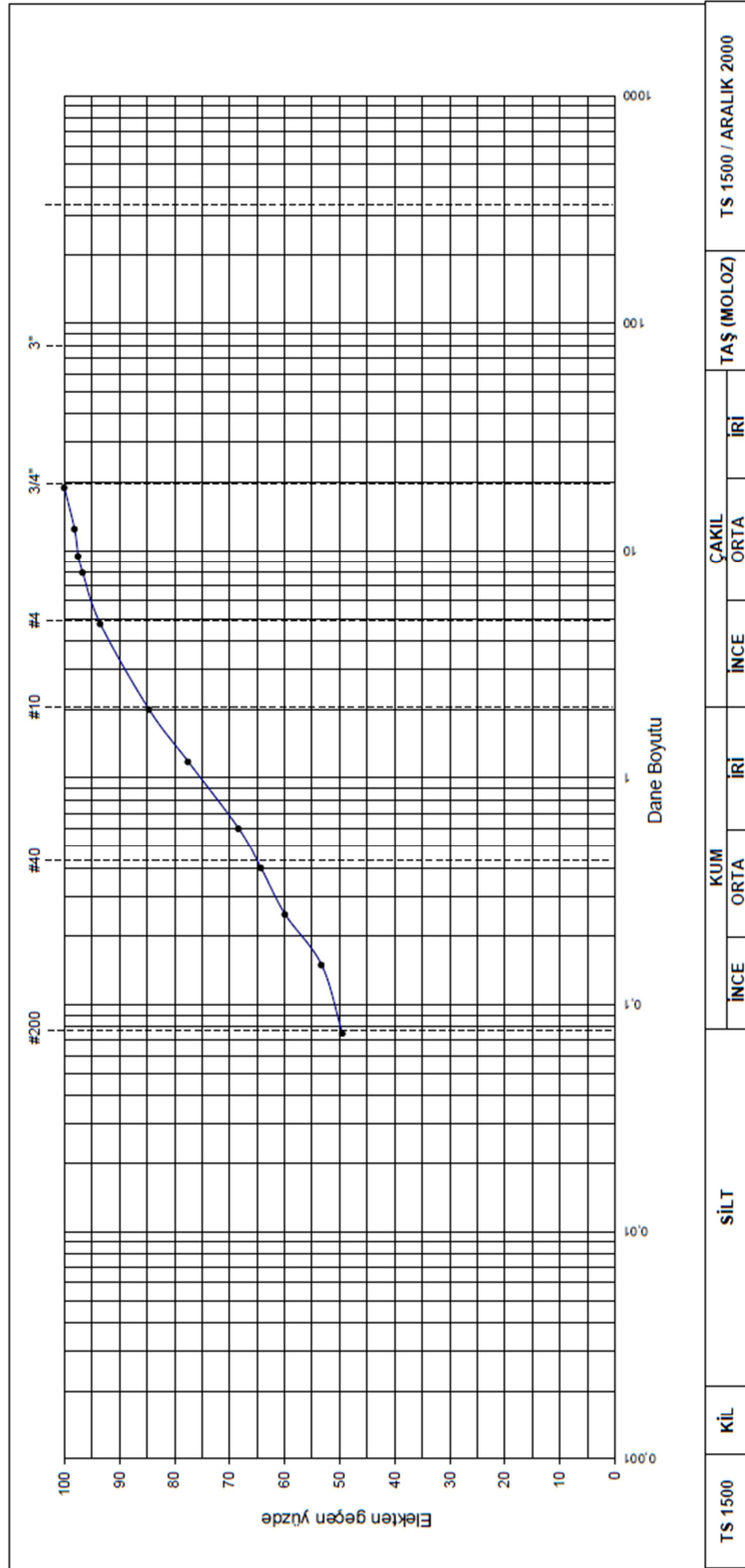
LAB NO	: ZN190249-7	NUMUNE CİNSİ	: SPT-1
SONDAJ / KUYU NO	: SK-4	DERİNLİK	: 1,50-1,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.7 SK-4 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

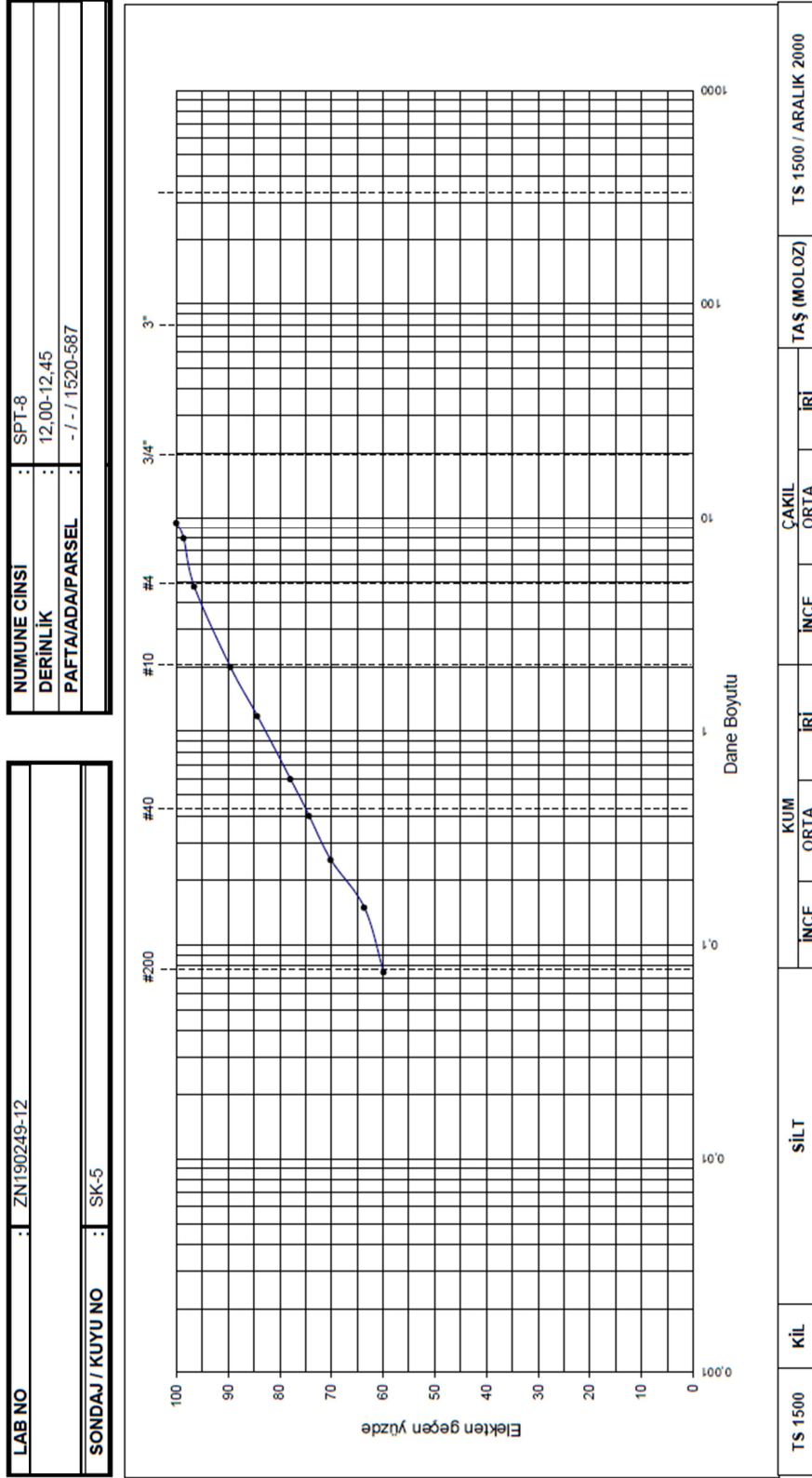
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-9	NUMUNE CİNSİ	: SPT-4
SONDAJ / KUYU NO	: SK-4	DERİNLİK	: 6,00-6,45
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.8 SK-4 SPT 6.00-6.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

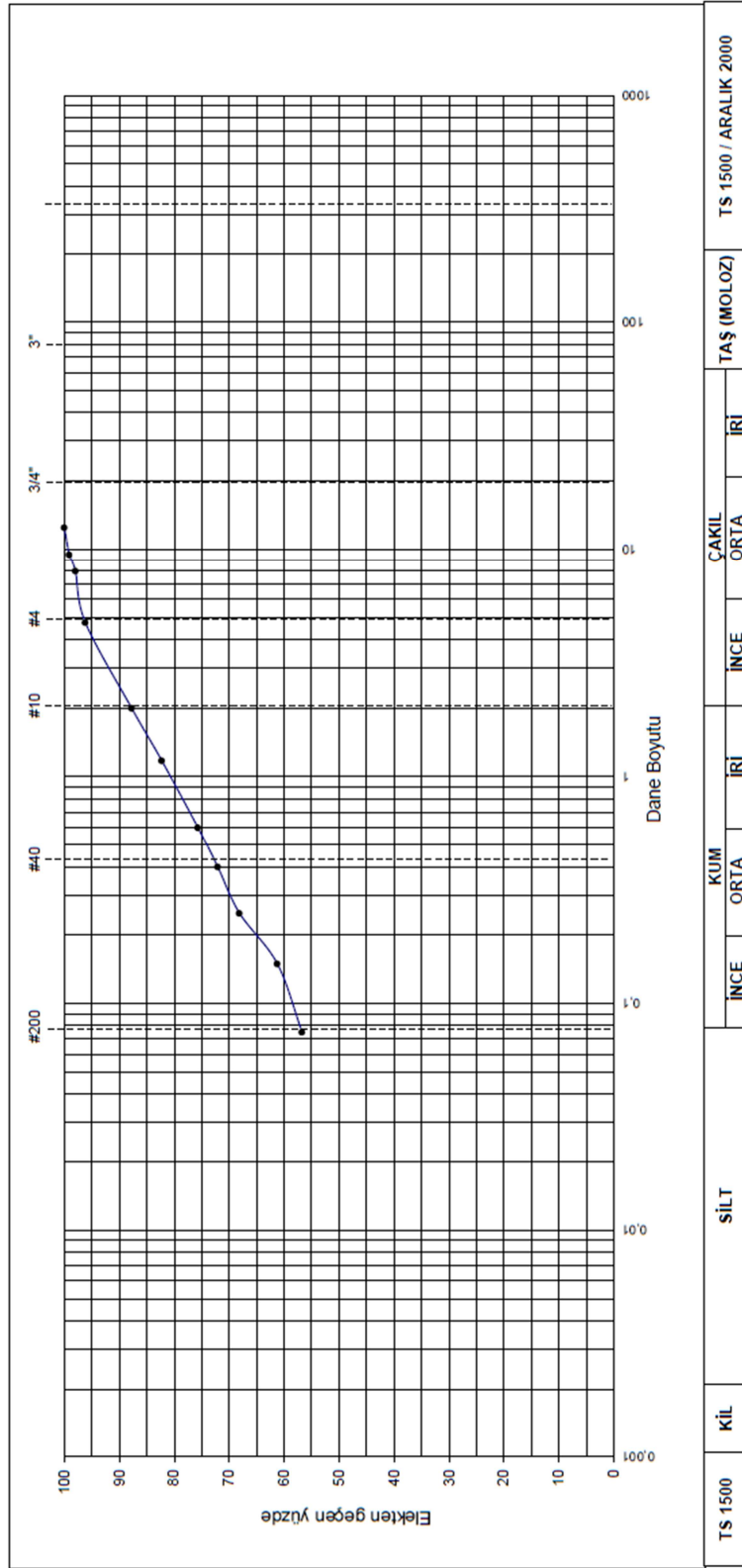
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ



Şekil F.9 SK-5 SPT 12.00-12.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

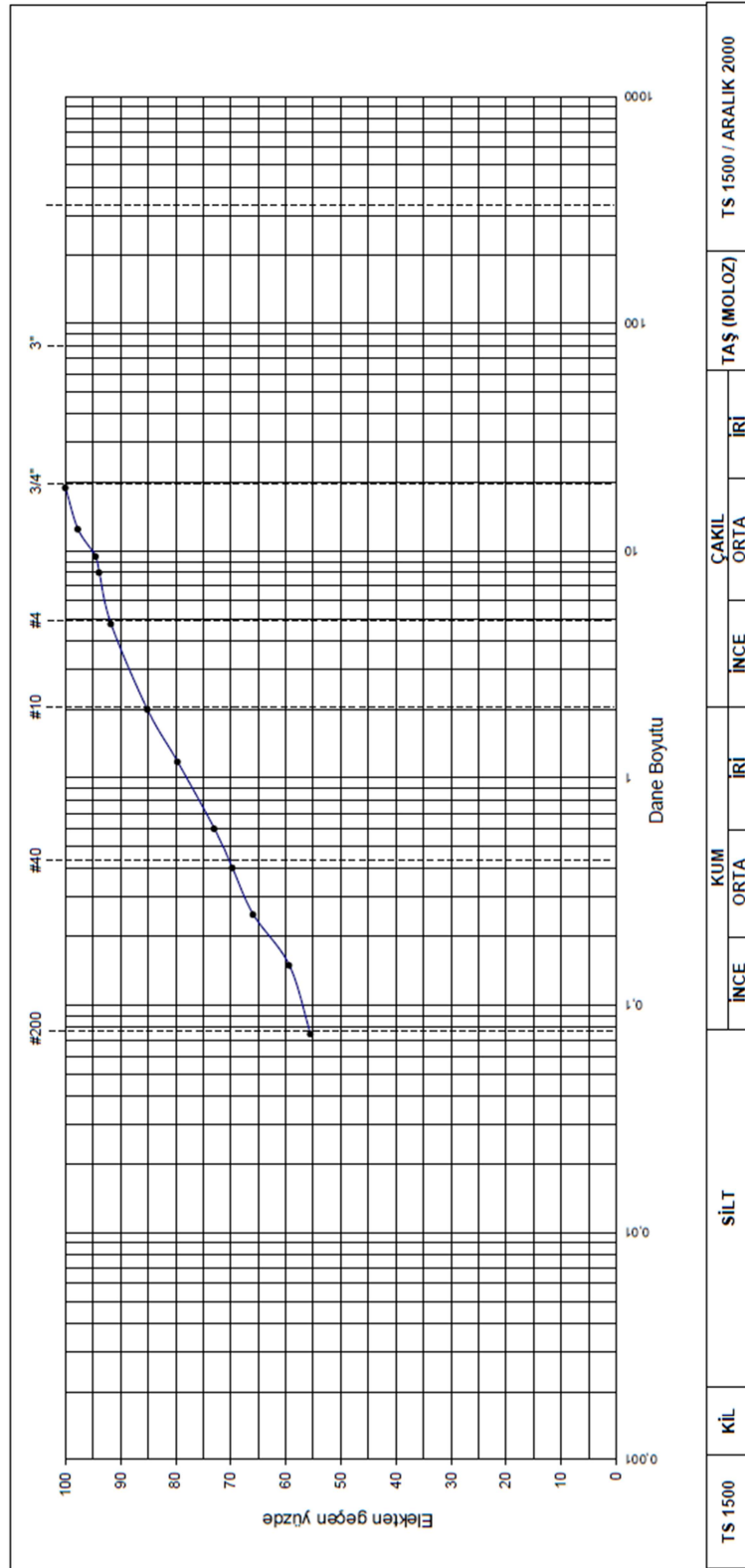
LAB NO	: ZN190249-13	NUMUNE CİNSİ	: SPT-9
SONDAJ / KUYU NO	: SK-5	DERİNLİK	: 13.50-13.95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.10 SK-5 SPT 13.50-13.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

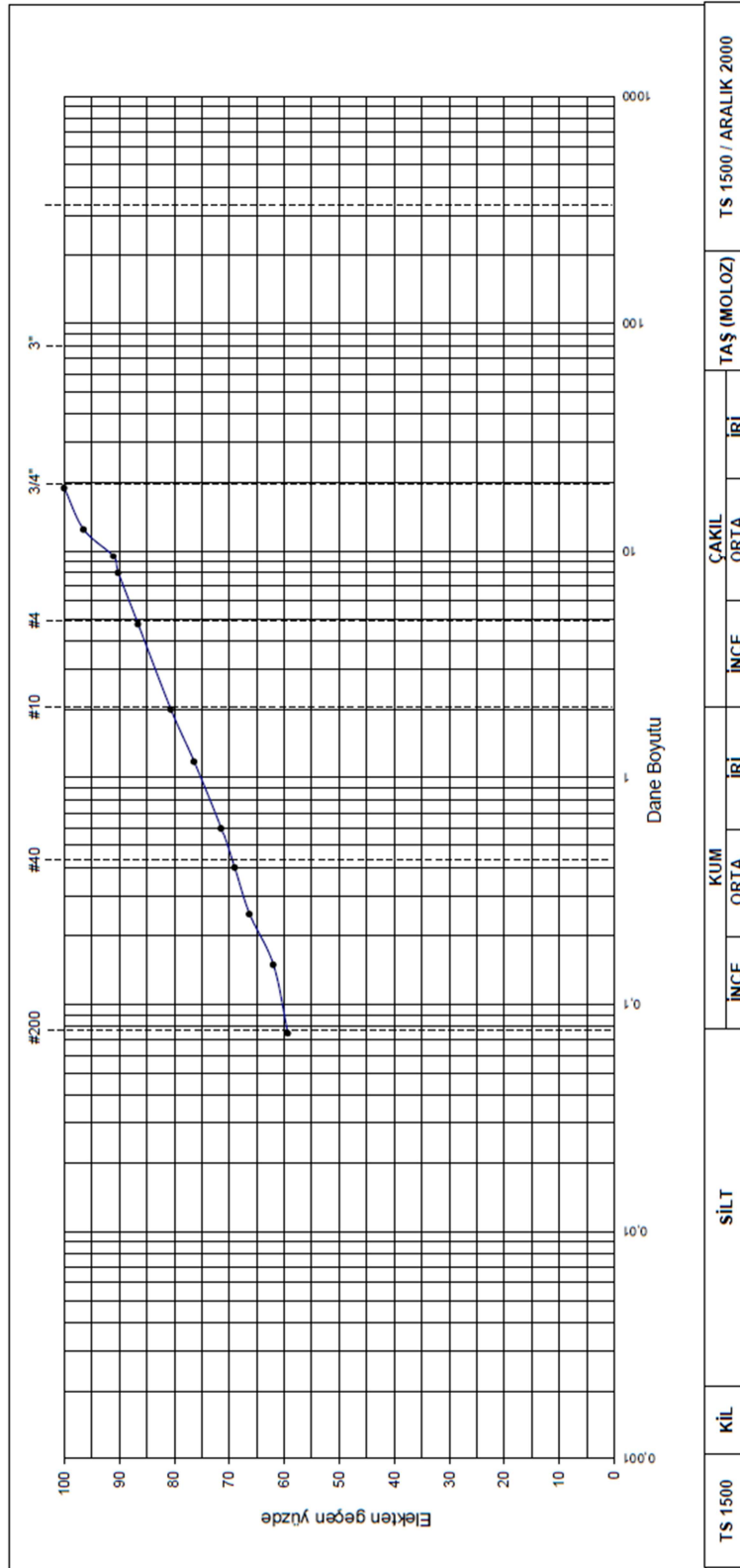
LAB NO	: ZN190249-14	NUMUNE CİNSİ	: SPT-10
SONDAJ / KUYU NO	: SK-5	DERİNLİK	: 15.00-15.45
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.11 SK-5 SPT 15.00-15.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

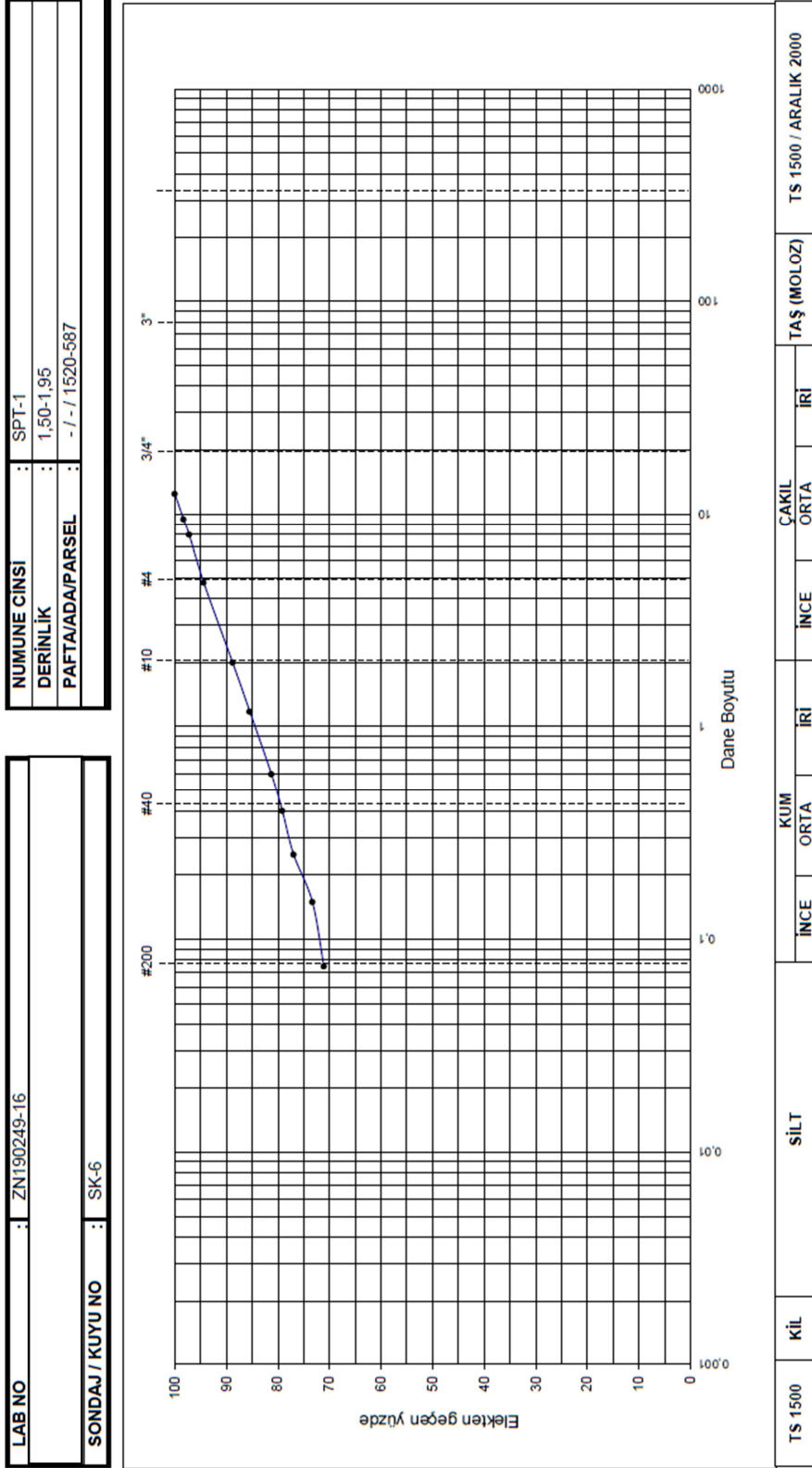
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-15	NUMUNE CİNİ	: UD
SONDAJ / KUYU NO	: SK-6	DERİNLİK	: 1,00-1,50
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.12 SK-6 UD 1.00-1.50 metre numunesi granülometri eğrisi.

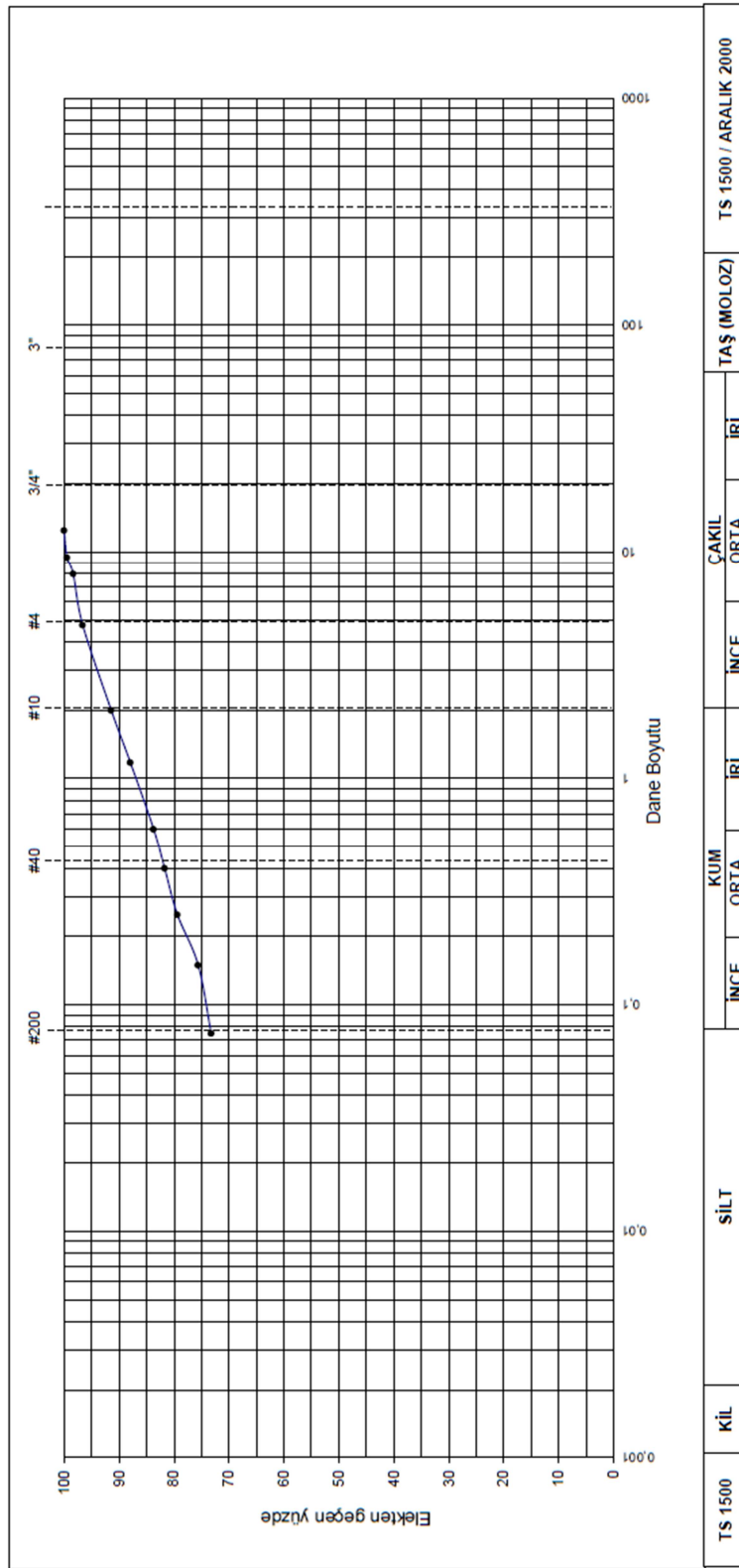
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ



Şekil F.13 SK-6 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

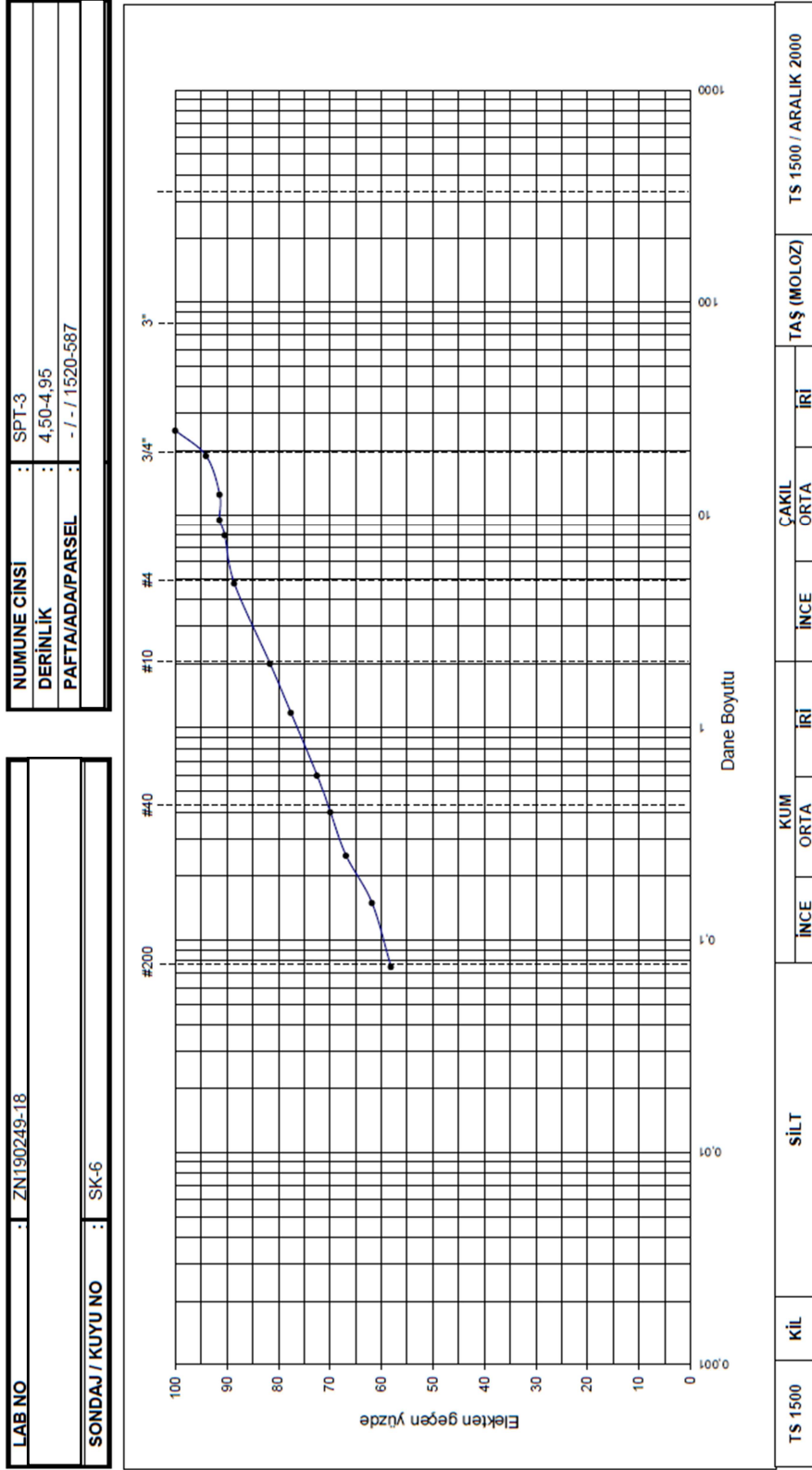
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-17	NUMUNE CİNSİ	: UD
SONDAJ / KUYU NO	: SK-6	DERİNLİK	: 2.50-3.00
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.14 SK-1 UD 2.50-3.00 metre numunesi granülometri eğrisi.

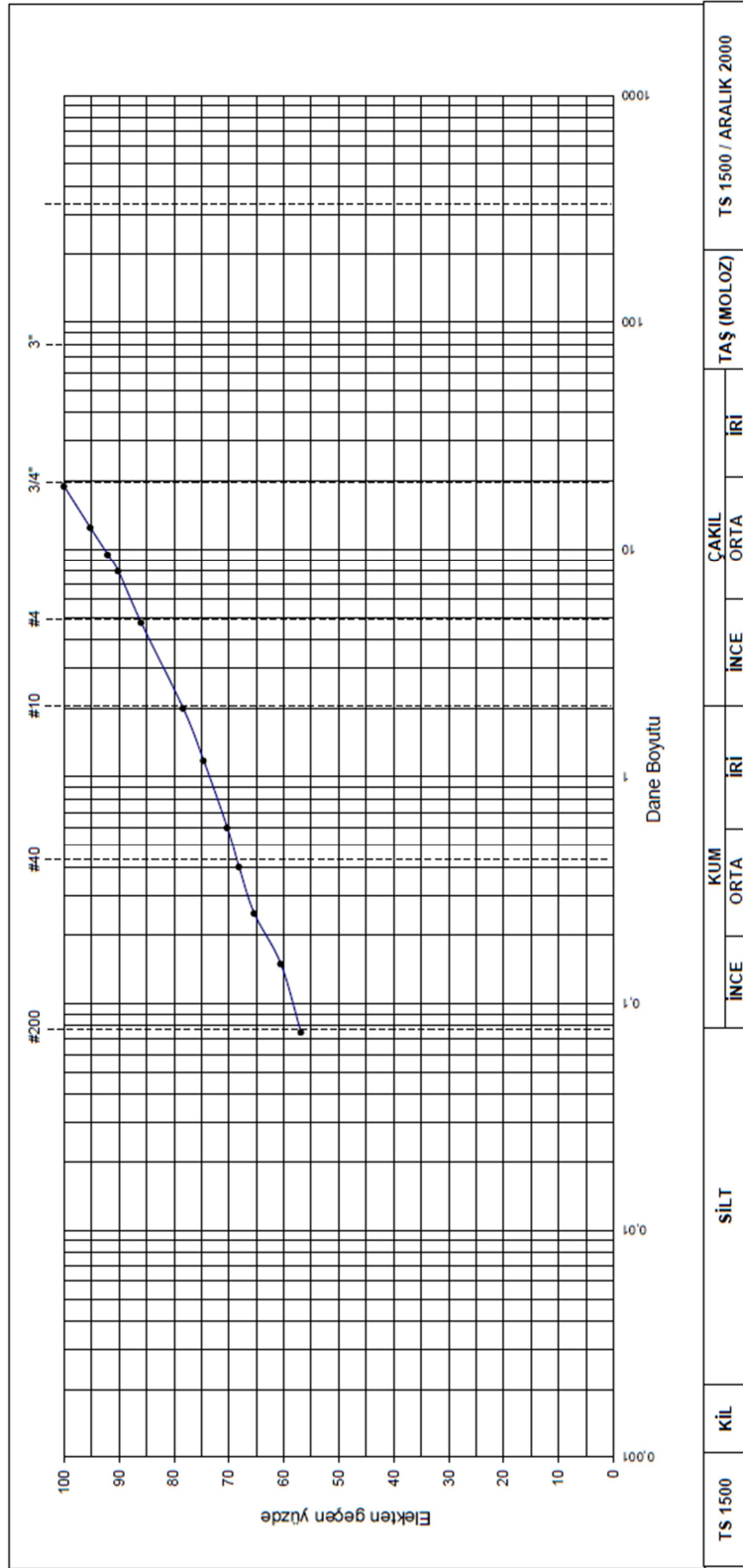
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ



Şekil F.15 SK-6 SPT 4.50-4.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

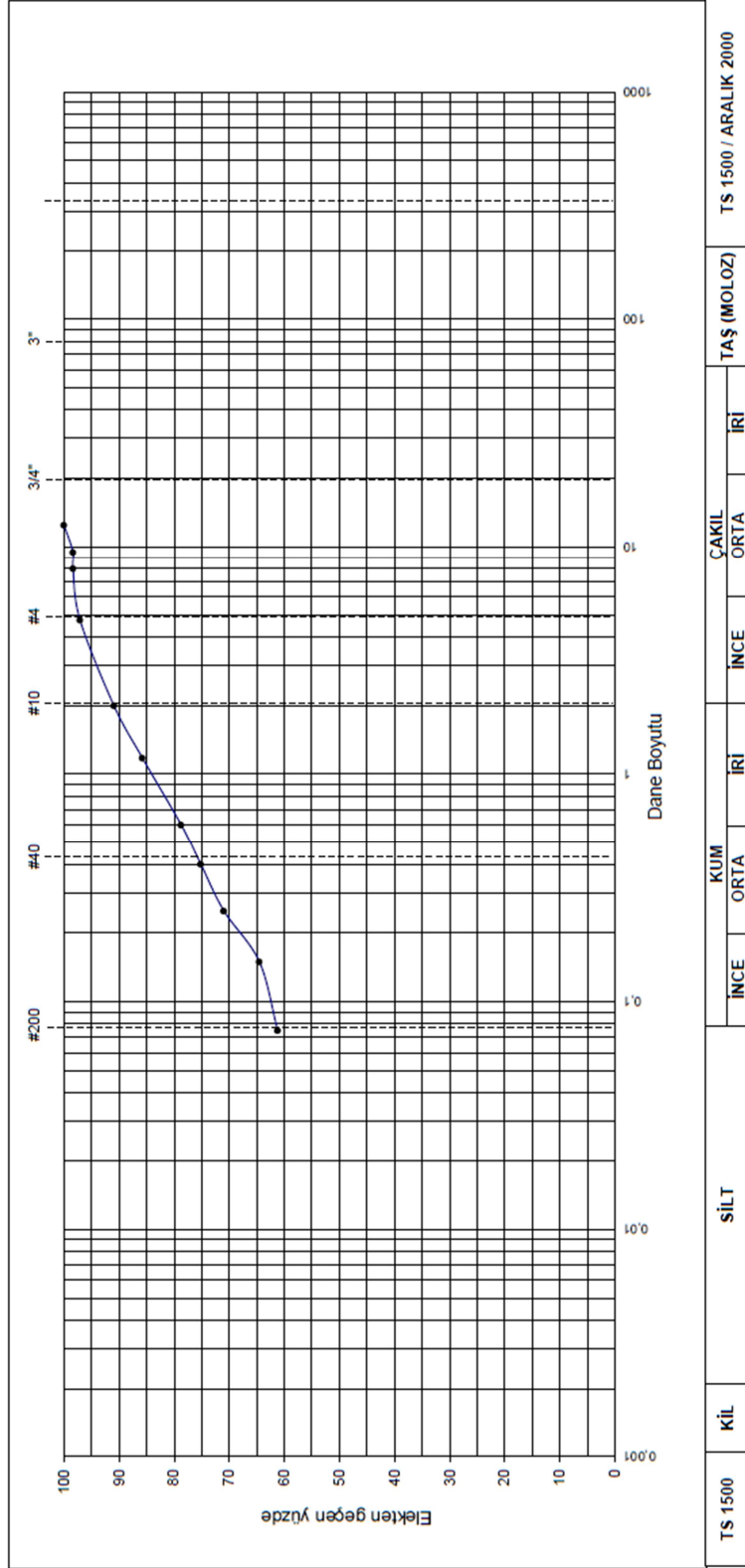
LAB NO	: ZN190249-19	NUMUNE CINSİ	: SPT-5
SONDAJ / KUYU NO	: SK-6	DERİNLİK	: 7,50-7,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.16 SK-6 SPT 7.50-7.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

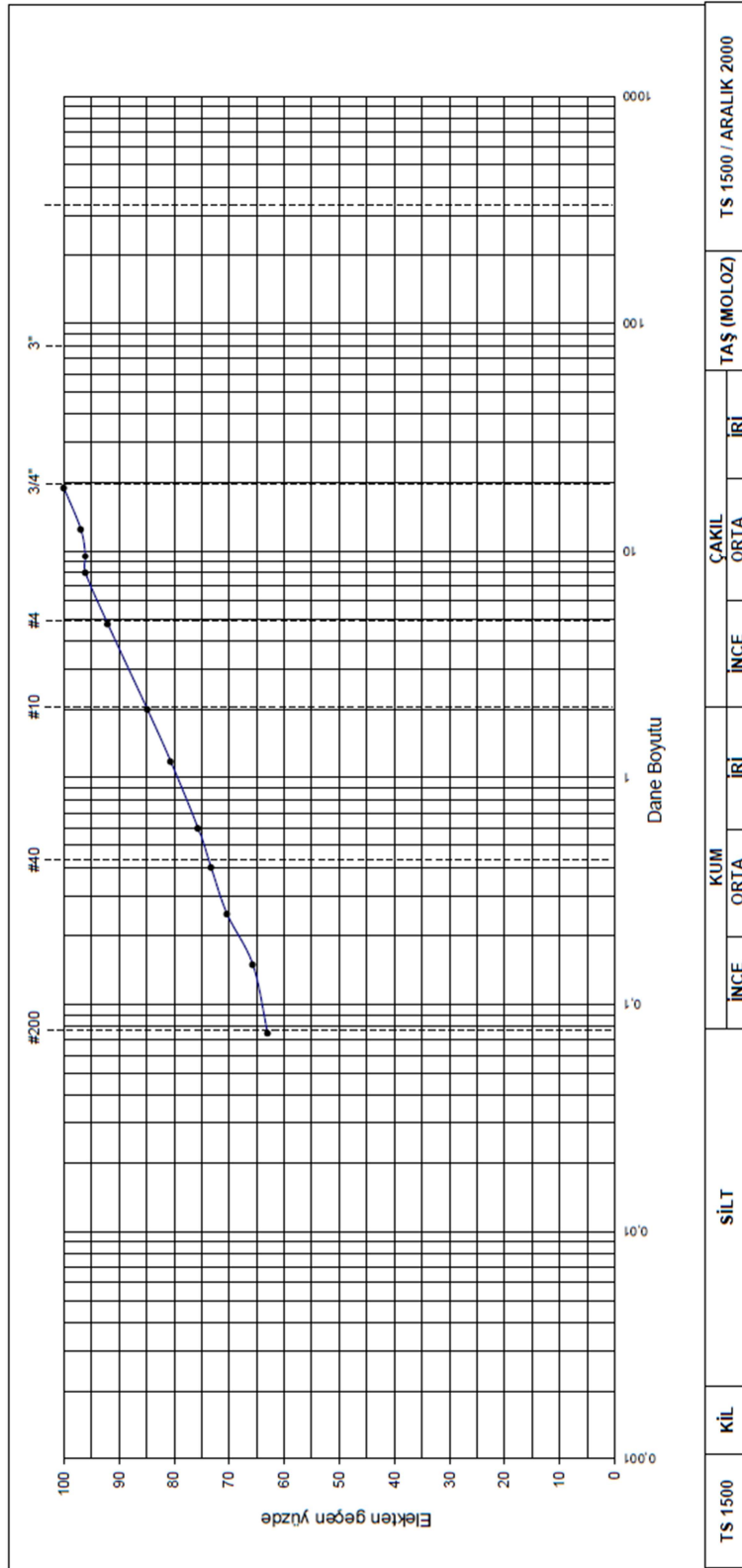
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-20	NUMUNE CİNİ	: SPT-9
SONDAJ / KUYU NO	: SK-6	DERİNLİK	: 13,50-13,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

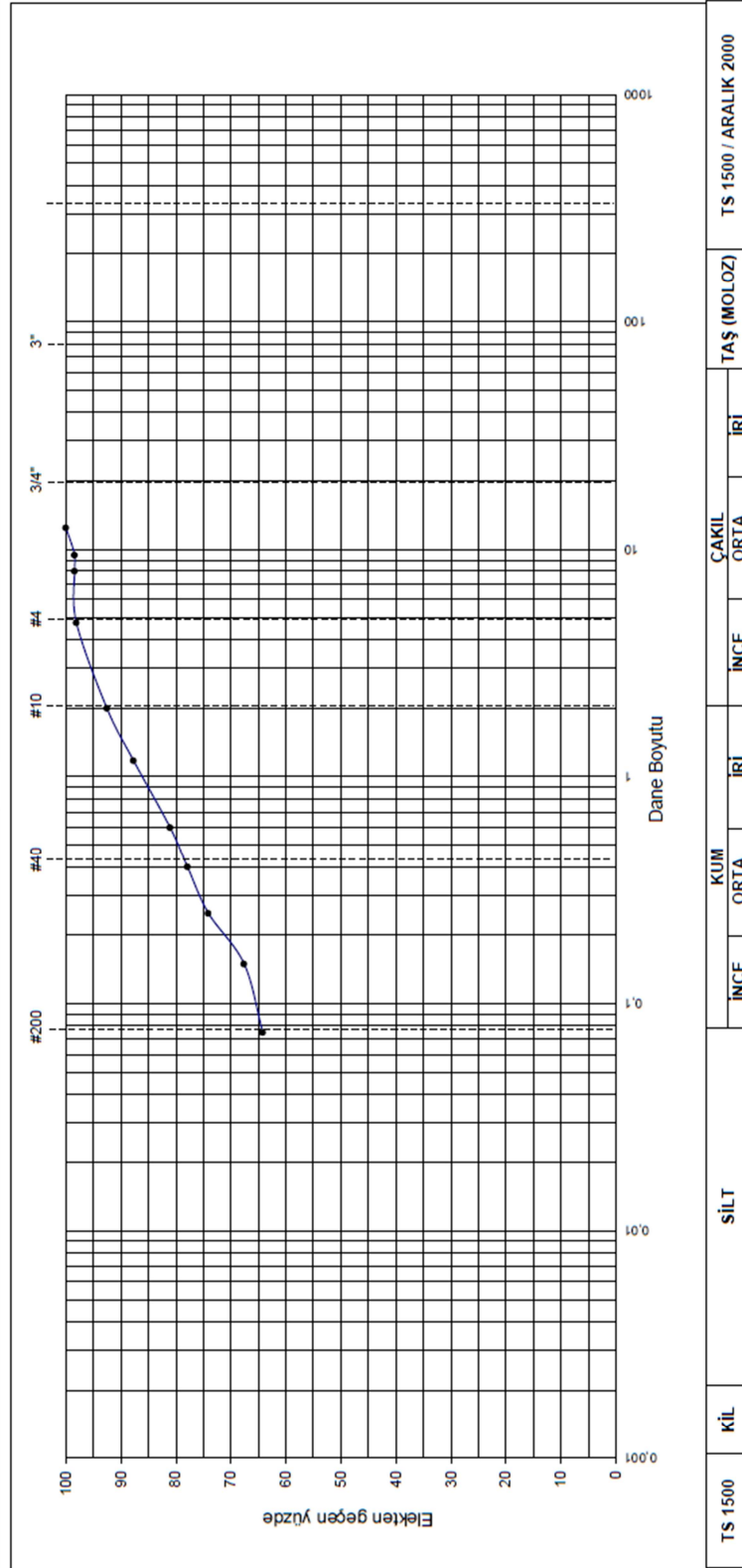
LAB NO	: ZN190249-21	NUMUNE Cinsi	: UD
SONDAJ / KUYU NO	: SK-7	DERİNLİK	: 2,50-3,00
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.18 SK-1 SPT 4.50-4.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

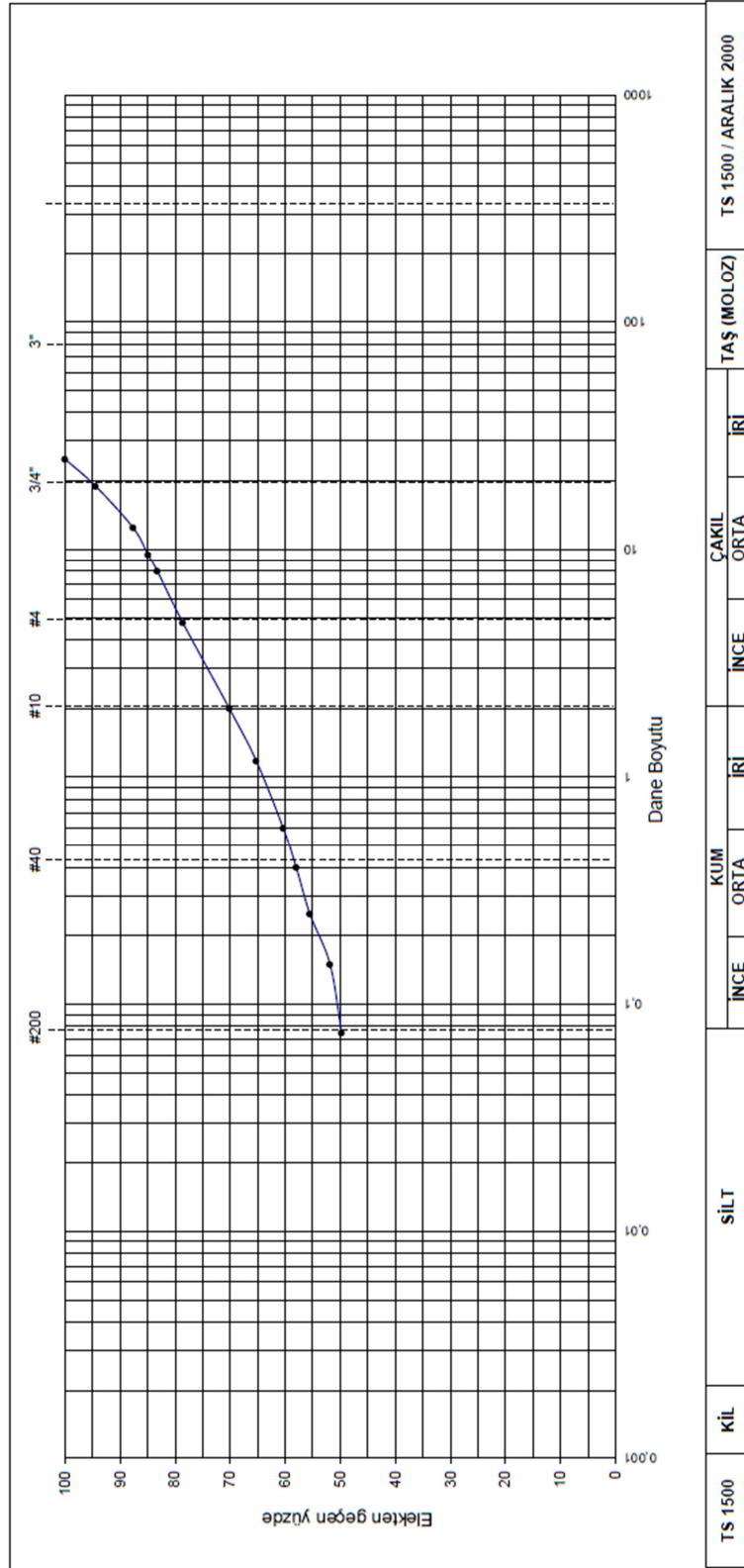
LAB NO	: ZN190249-22	NUMUNE CINSİ	: SPT-2
SONDAJ / KUYU NO	: SK-7	DERİNLİK	: 3,00-3,45
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.19 SK-7 SPT 3.00-3.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

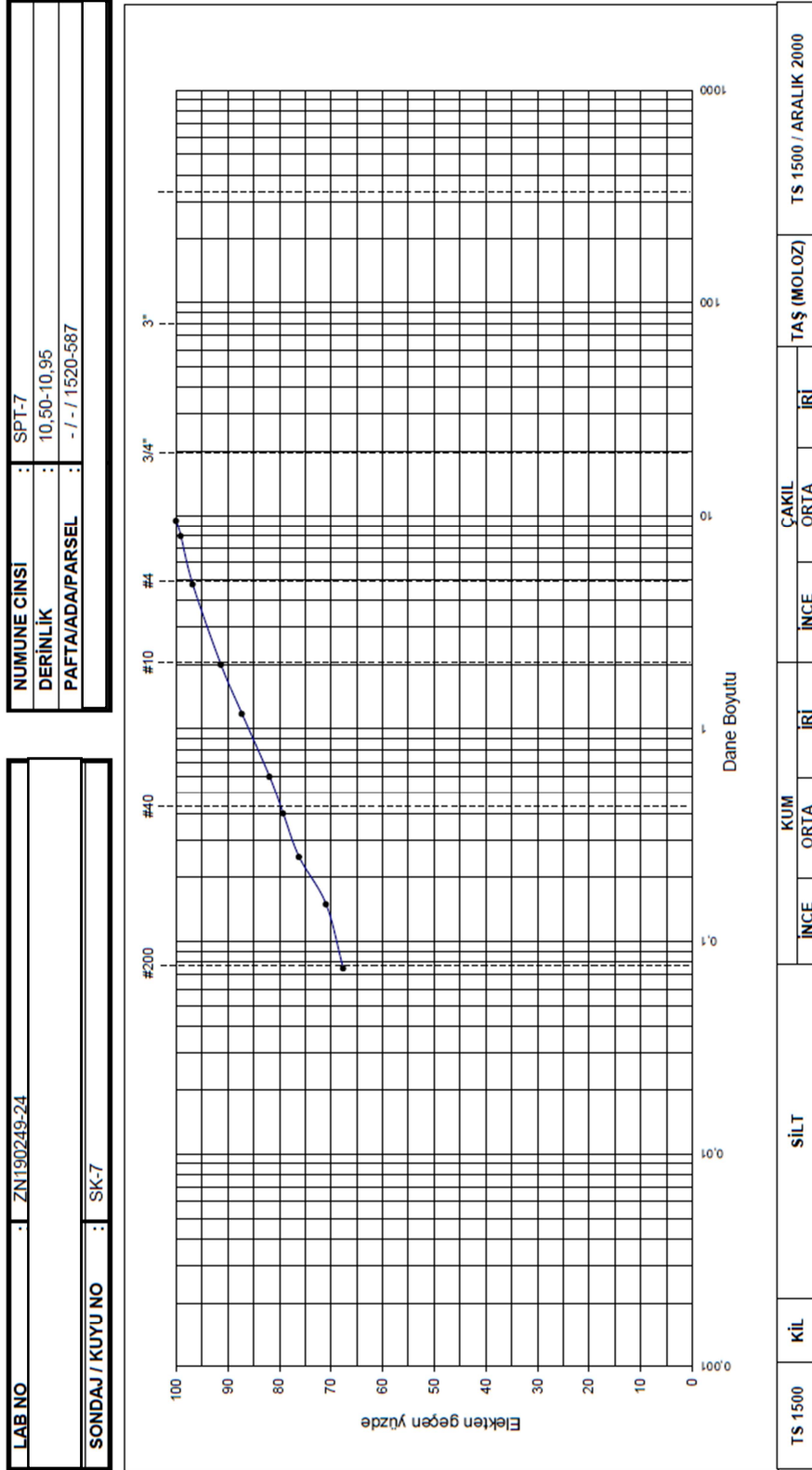
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-23	NUMUNE CİNSİ	: SPT-4
SONDAJ / KUYU NO	: SK-7	DERİNLİK	: 6,00-6,45
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587



Şekil F.20 SK-7 SPT 6.00-6.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

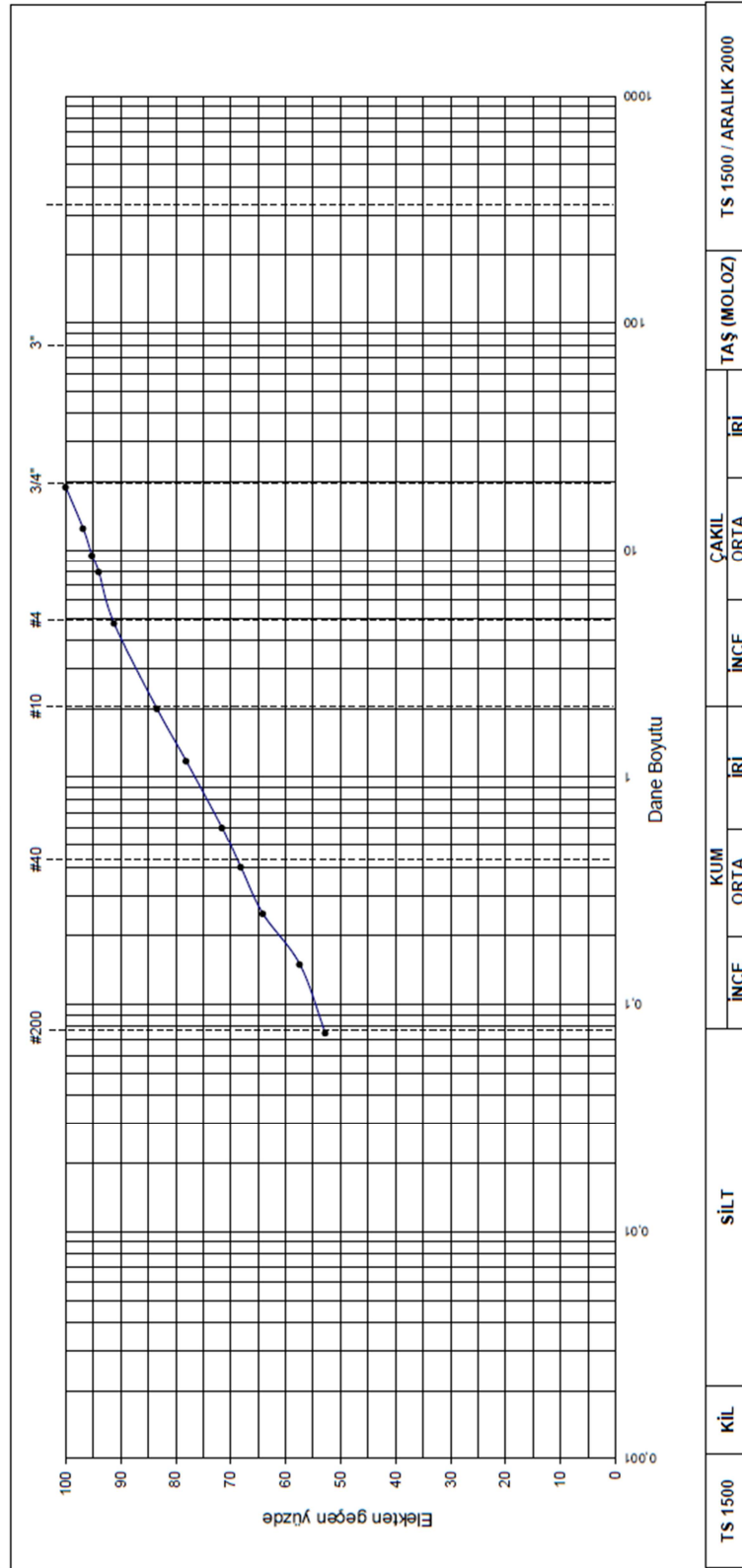
GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ



Şekil F.21 SK-7 SPT 10.50-10.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

LAB NO	: ZN190249-25	NUMUNE CINSİ	: SPT-9
SONDAJ / KUYU NO	: SK-7	DERİNLİK	: 13,50-13,95
		PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587

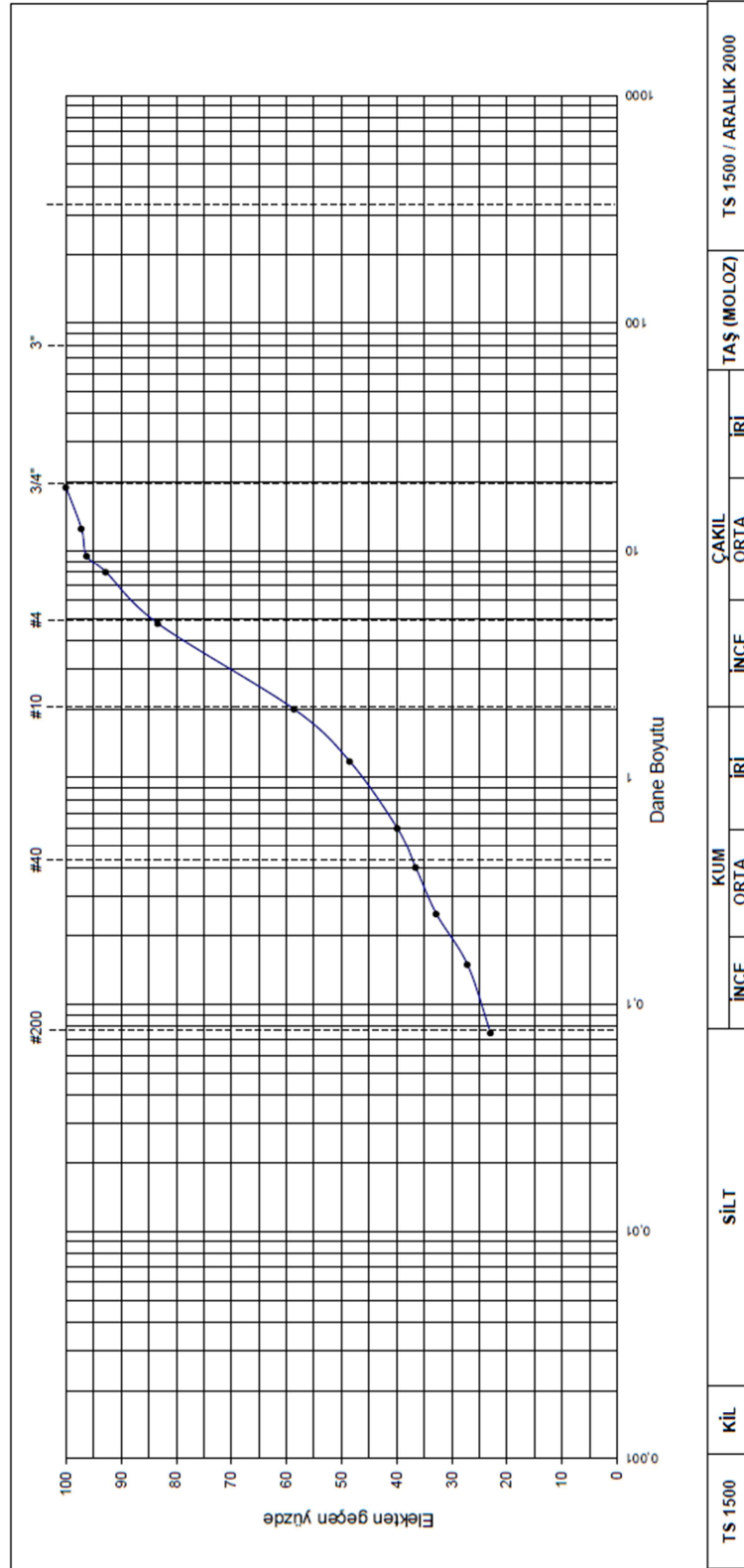


Şekil F.22 SK-7 SPT 13.50-13.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

NUMUNE CİNSİ	: SPT-1
DERİNLİK	: 1,50-1,95
PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587

NUMUNE YERİ	: KARAKÖY / MUSTAFAKEMALPAŞA
SONDAJ / KUYU NO	: SK-8

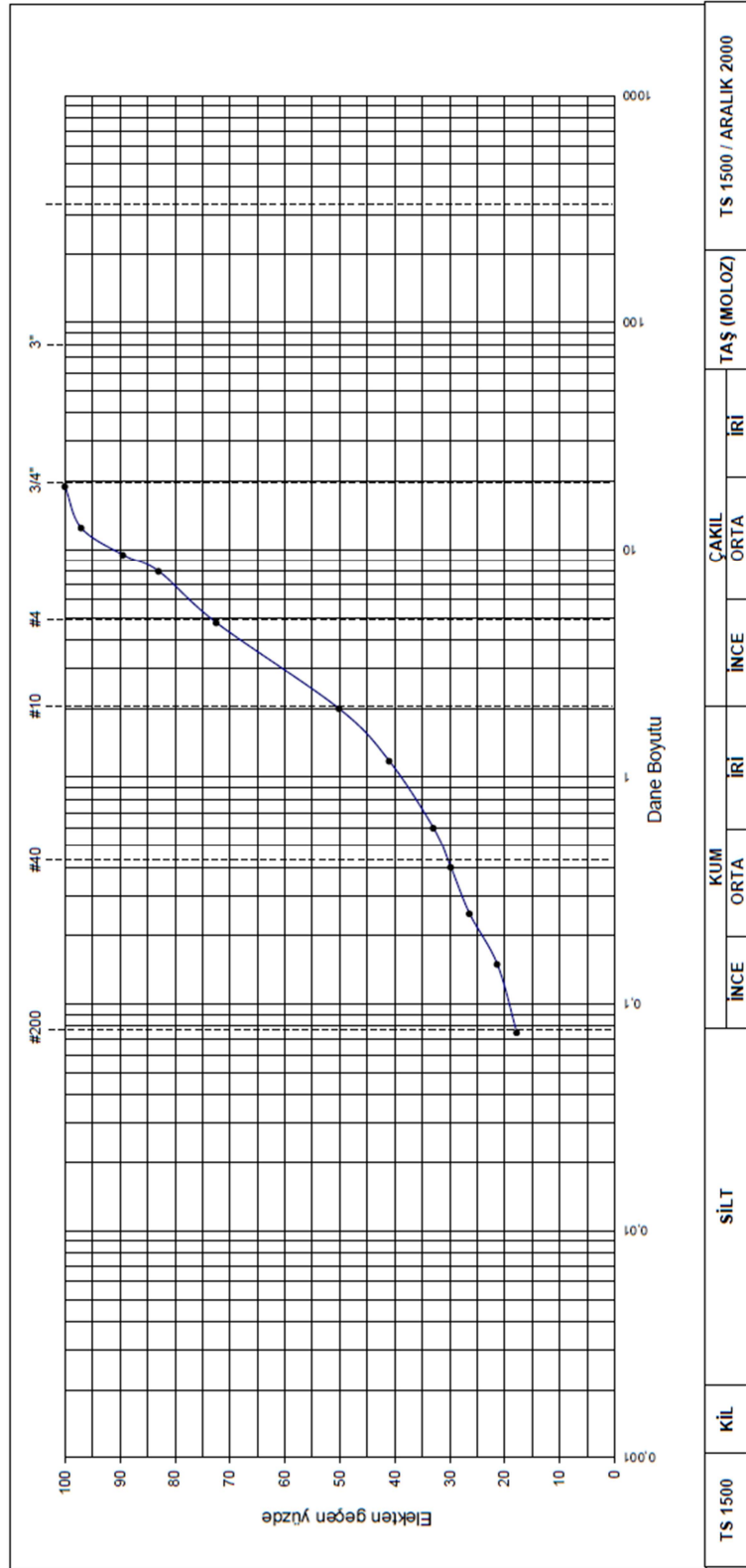


Şekil F.23 SK-8 SPT 1.50-1.95 metre numunesi granülometri eğrisi.

GRANÜLOMETRİ EĞRİSİ

NUMUNE CINSİ	: SPT-2
DERİNLİK	: 3,00-3,45
PAFTA/ADA/PARSEL	: - / - / 1520-587

NUMUNE YERİ	: KARAKÖY / MUSTAFAKEMALPAŞA
SONDAJ / KUYU NO	: SK-8



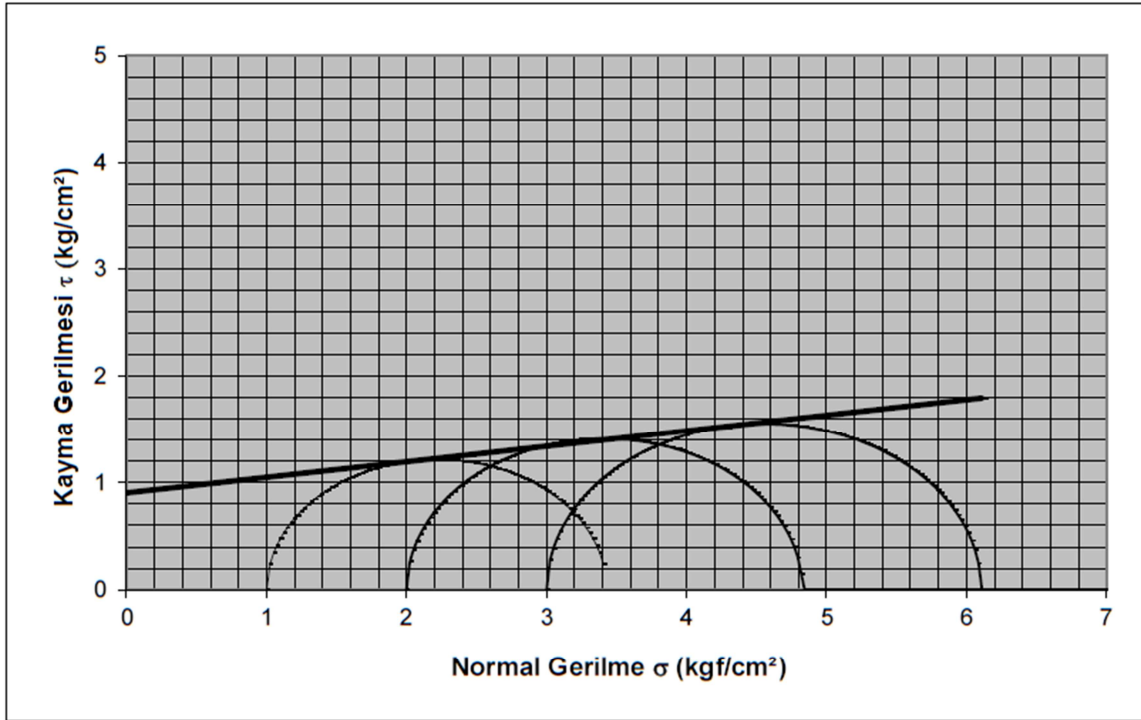
Şekil F.24 SK-8 SPT 3.00-3.45 metre numunesi granülometri eğrisi.

ÜÇEKSENLİ BASINÇ DENEYİ (TS 1900)

		Numune Cinsi	UD
		Derinlik	1,00-1,50
Numune Yeri	KARAKÖY / MUSTAFAKEMALPAŞA		
Sondaj / Kuyu No	SK-6	Deney Tarihi	06.04.2019

Numunenin		A	B	C
Boyu	cm	7,6	7,6	7,6
Çapı	cm	3,8	3,8	3,8
Yükleme hızı	mm/dak	1	1	1
Hücre basıncı σ_3	kgf/cm ²	1	2	3
Deviyatör gerilme Δp	kgf/cm ²	2,43	2,83	3,11
Kırılma gerilmesi $\sigma_1 = \Delta p + \sigma_3$	kgf/cm ²	3,43	4,83	6,11
$P: (\sigma_1 + \sigma_3)/2$		2,2	3,4	4,6
$q: (\sigma_1 - \sigma_3)/2$		1,2	1,4	1,6

Kohezyon (c) **0,90** kgf/cm²
İçsel sürtünme acısı **8** ϕ°



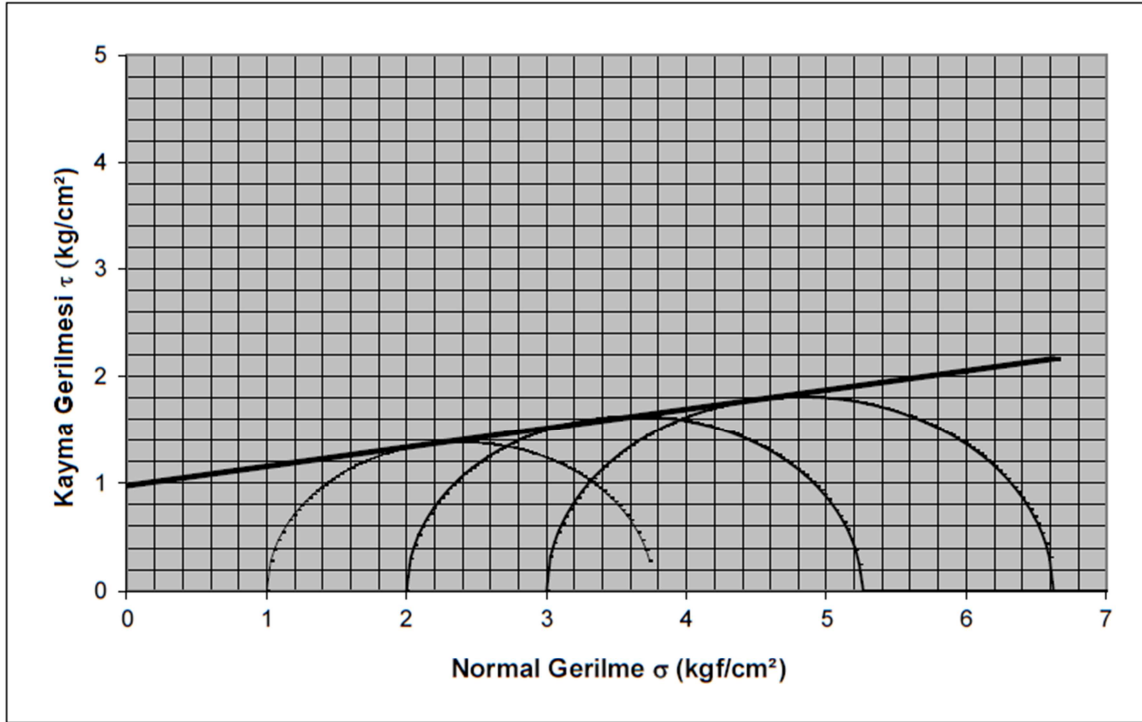
Şekil F.25 SK-6 UD 1.00-1.50 metre numunesi üç eksenli basınç deneyi.

ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ (TS 1900)

		Numune Cinsi	UD
		Derinlik	2,50-3,00
Numune Yeri	KARAKÖY / MUSTAFAKEMALPAŞA		
Sondaj / Kuyu No	SK-6	Deney Tarihi	06.04.2019

Numunenin		A	B	C
Boy	cm	7,6	7,6	7,6
Çapı	cm	3,8	3,8	3,8
Yükleme hızı	mm/dak	1	1	1
Hücre basıncı σ_3	kgf/cm ²	1	2	3
Deviyatör gerilme Δp	kgf/cm ²	2,77	3,25	3,62
Kırılma gerilmesi $\sigma_1 = \Delta p + \sigma_3$	kgf/cm ²	3,77	5,25	6,62
$P: (\sigma_1 + \sigma_3)/2$		2,4	3,6	4,8
$q: (\sigma_1 - \sigma_3)/2$		1,4	1,6	1,8

Kohezyon (c) **0,98** kgf/cm²
İçsel sürtünme acısı **10** ϕ°



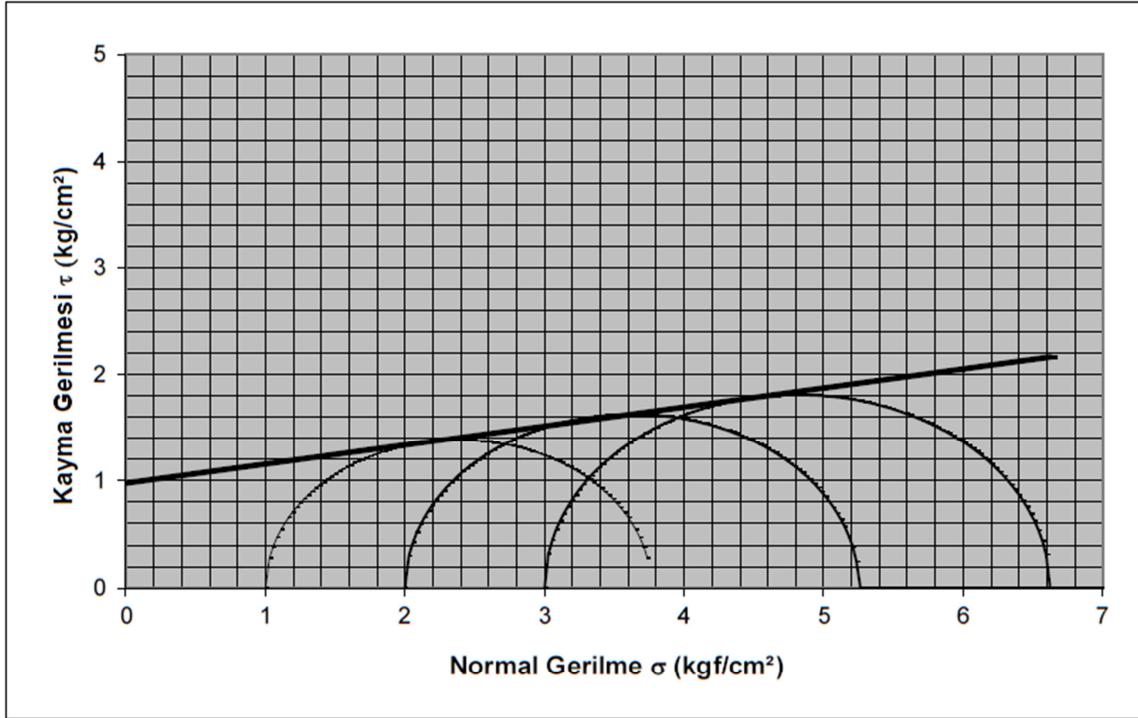
Şekil F.26 SK-6 UD 2.50-3.00 metre numunesi üç eksenli basınç deneyi.

ÜÇEKSENLİ BASINÇ DENEYİ (TS 1900)

		Numune Cinsi	UD
		Derinlik	2,50-3,00
Numune Yeri	KARAKÖY / MUSTAFAKEMALPAŞA		
Sondaj / Kuyu No	SK-7	Deney Tarihi	06.04.2019

Numunenin		A	B	C
Boy	cm	7,6	7,6	7,6
Çapı	cm	3,8	3,8	3,8
Yükleme hızı	mm/dak	1	1	1
Hücre basıncı σ_3	kgf/cm ²	1	2	3
Deviyatör gerilme Δp	kgf/cm ²	2,77	3,25	3,62
Kırılma gerilmesi $\sigma_1 = \Delta p + \sigma_3$	kgf/cm ²	3,77	5,25	6,62
$P: (\sigma_1 + \sigma_3)/2$		2,4	3,6	4,8
$q: (\sigma_1 - \sigma_3)/2$		1,4	1,6	1,8

Kohezyon (c) **0,98** kgf/cm²
İçsel sürtünme acısı **10** ϕ°



Şekil F.27 SK-7 UD 2.50-3.00 metre numunesi üç eksenli basınç deneyi.

NOKTA YÜKLEME DENEYİ FORMU											
Numune Alındığı Yer		KARAKÖY / MUSTAFAKEMALPAŞA		Derinlik (m)							
Deney Standardı				Deney Tarihi		03.04.2019					
Kuyu Sondaj No				Rapor No		ZN190249					
Numune No				KAYA NUM.							
DENEY SONUÇLARI											
Kuyu No	Derinlik (m)	Kayaç Tanımı	Denei Tipi	Genişlik W (mm)	Çap D(mm)	Yenilme Yüğü P (kN)	Eşdeğer Karot Çapı De (mm)	De ² (mm ²)	Düzeltilmiş Nokta Yükleme Dayanım İndeksi İ _s =(P * 10 ³)/De ² (Mpa)	Boyut Düzeltilme Faktörü F=(De/50) ^{0,45}	* İ _s (50) (Mpa)
SK-1	4.50-6.00	KAYA NUM.	d	68,29	52,10	9,84	52,10	2714,4	3,63	1,02	3,69
SK-2	4.50-6.00	KAYA NUM.	d	65,15	53,25	10,04	53,25	2707,8	3,71	1,03	3,81
SK-3	10.50-12.00	KAYA NUM.	d	67,41	52,30	9,32	52,30	2735,2	3,41	1,02	3,48
SK-4	12.00-13.50	KAYA NUM.	d	65,95	52,04	9,94	52,04	2708,1	3,67	1,02	3,74
SK-5	6.00-7.50	KAYA NUM.	d	68,85	52,48	9,93	52,48	2754,1	3,61	1,02	3,68
ORTALAMA İ _s (50) (I)					ORTALAMA İ _s (50) (II)						
AÇIKLAMALAR											
d:Çapsal	* İ _s (50)										
e:Eksenel	Çapsal deney için										
b:Blok	Diğer deney tipleri için										
i:Düzensiz şekilli örnek deneyi	Çapsal nokta yükleme deneyi için L/D>1; tercihen 1.4 ' e kadar										
l:Zayıflık düzlemine dik	Eksenel nokta yükleme deneyi için D/l oranı 1/3 ile 1 arasında										
//:Zayıflık düzlemine paralel	Şekilsiz kütle nokta yük deneyi için D/l oranı 1/3 ile 1										
L uzunluğu en az 0.5 W olmalıdır											
ORTALAMA İ _s (50) (I)					ORTALAMA İ _s (50) (II)						
KISALTMALAR											

Şekil F.28 SK-1, SK-2, SK-3, SK-4, SK-5 nokta yükleme deneyi sonuçları.

ÖZGEÇMİŞ

Büşra SARICI, 1990'da Karabük'te doğdu. İlkokul, Ortaokul öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Lise öğrenimini 1 yıl hazırlık sınıfı okuduğu Karabük 75.Yıl Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2008 yılında kazandığı Balıkesir Üniversite'sinden 2013 yılında mezun oldu. 2013 yılında mezun olduktan sonra Karabük İlinde zemin etüt ve imar planı raporlarının hazırlanması işlerinde görev aldı. 2018 yılında Bursa'ya yerleşti. 2018 yılından beri Bursa İlinde zemin etüt ve imar planı raporlarının hazırlanması işinde jeoloji mühendisi olarak çalışmaktadır.

Halen Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine devam etmektedir.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

E-posta: busrasarici@hotmail.com