ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem ATMA

UZUNDERE (KARABAĞLAR-İZMİR), İSLAM (SAİMBEYLİ-ADANA) VE İSLAM (FEKE-ADANA) YERLEŞİM BİRİMLERİNDEKİ HEYELANLARIN JEOLOJİK VE JEOFİZİK YÖNTEMLERLE TESPİTİ VE KORELASYONU

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ADANA-2022

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZUNDERE (KARABAĞLAR-İZMİR), İSLAM (SAİMBEYLİ-ADANA) VE İSLAM (FEKE-ADANA) YERLEŞİM BİRİMLERİNDEKİ HEYELANLARIN JEOLOJİK VE JEOFİZİK YÖNTEMLERLE TESPİTİ VE KORELASYONU

Özlem ATMA

YÜKSEK LİSANS

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 04/10/2022 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....	…….	……..
Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK DANIŞMAN	Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ ÜYE	Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZUNDERE (KARABAĞLAR-İZMİR), İSLAM (SAİMBEYLİ-ADANA) VE İSLAM (FEKE-ADANA) YERLEŞİM BİRİMLERİNDEKİ HEYELANLARIN JEOLOJİK VE JEOFİZİK YÖNTEMLERLE TESPİTİ VE KORELASYONU

Özlem ATMA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK
Yıl: 2022, Sayfa: 329
Jüri : Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK
: Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ
: Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ

Bu tez çalışmasının konusu, dünyada etkisi giderek artan, can ve mal güvenliğinin yanı sıra; ekonomik ve sosyolojik açıdan da toplumları etkileyen heyelanın üç farklı çalışma alanında; potansiyelini ortaya çıkarmaya çalışmak ve korelasyonunu yapmaktır. Bu kapsamda; Saimbeyli (Adana), Feke (Adana) ve Karabağlar (İzmir) çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanlarının depremselliğinin heyelan aktivitesine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

Jeofizik çalışmalardan; Saimbeyli (Adana)'de 2 ölçüm ERT, 2 ölçüm MASW; Feke (Adana)'de 3 ölçüm ERT, 2 ölçüm MASW ve 3 ölçüm DES; Karabağlar (İzmir)'da 9 ölçüm ERT, 25 ölçüm MASW, 11 ölçüm DES ve 20 ölçüm Mikrotremor yapılmış; Saimbeyli'de 4 lokasyonda; Feke'de 5 lokasyonda, Karabağlar'da 71 lokasyonda sondaj çalışması; Feke'de inklinometre ve presiyometre; Saimbeyli'de inklinometre arazi deneyleri yapılmıştır. Hazırlanan jeolojik kesitler üzerinde şev stabilite analizi yapılarak güvenlik sayısı (Fs) hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda; Saimbeyli çalışma alanında zemin; Birleşik Zemin Sınıflaması Sistemine göre "GC", Feke çalışma alanında "CI", Karabağlar'da ise "CL" ve "CI" olarak tanımlanmıştır. Vs hızlarına göre Saimbeyli, Feke ve Karabağlar çalışma alanının zemin sınıfı "ZC" olarak belirlenmiştir. Saimbeyli'de yapılan ERT çalışmasında, jeolojik birimlerin özdirenci 11.7-456 Ωm; Feke'de 2.4-143845 Ωm, Karabağlar'da 6.23222 Ωm olarak ölçülmüştür. To değerlerine göre Saimbeyli ve Feke "A" (Düşük) tehlike, Karabağlar "B" (Orta), "C" (Yüksek) ve "D" (Çok yüksek) tehlike sınıfına girmektedir. Saimbeyli'de yapılan inklinometre çalışmasında yamaçta herhangi bir hareket ölçülmemişken; Feke'de ilk 0.0-6.00 metre derinlikte, yamaçta 3-5 mm hareketin olduğu, 5-15 metre derinlikte de hareket başlangıçları tespit edilmiştir. Saimbeyli'de statik durum için hesaplanan Fs 1.123, Feke'de 1.075, Karabağlar'da 1.083, 1.07; dinamik durum için hesaplanan Fs Saimbeyli'de 0.791, Feke'de 0.777, Karabağlar'da 0.978, 0.988 olarak hesaplanan alanlarda stabilite sorunu yaşanacağı ve kayma tipinde heyelanların gelişebileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Karabağlar, Saimbeyli, Feke, heyelan, jeofizik.

ABSTRACT

MSc THESIS

DETECTION AND CORRELATION OF LANDSLIDES IN UZUNDERE (KARABAĞLAR-İZMİR), ISLAM (SAİMBEYLİ-ADANA) AND ISLAM (FEKE-ADANA) SETTLEMENTS WITH GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL METHODS

Özlem ATMA

ÇUKUROVA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Hatice KARAKILÇIK
Year: 2022, Pages: 329
Jury : Asst. Prof. Dr. Hatice KARAKILÇIK
: Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ
: Assoc. Prof. Dr. Yasemin LEVENTELİ

The subject of this thesis is trying to reveal the potential and making the correlation in three different study areas of landslide, the effect of which is increasing in the world and which also affects societies economically and sociologically in addition to the safety of life and property. In this context; Saimbeyli (Adana), Feke (Adana), and Karabağlar (İzmir) study areas were selected. İt was investigated whether the seismicity of the study areas had an effect on the landslide activity.

From geophysical studies; 2 measurements of ERT, 2 measurements of MASW in Saimbeyli (Adana); 3 measurements of ERT, 2 measurements of MASW, and 3 measurements of DES in Feke (Adana); In Karabağlar (İzmir), 9 measurements of ERT, 25 measurements of MASW, 11 measurements of DES and 20 measurements of Microtremor were made; In Saimbeyli, at 4 locations; At 5 locations in Feke and at 71 locations in Karabağlar, drilling works were made; Inclinometer and pressuremeter in Feke; Inclinometer field experiments were carried out in Saimbeyli. Slope stability analysis was performed on the prepared geological sections and the safety number (Fs) was calculated.

As a result of this study; The floor, according to the Unified Soil Classification System, was defined as “GC” in the Saimbeyli study area; as “CI” in Feke, as “CL” and “CI” in Karabağlar. According to the Vs velocities, the soil class of the Saimbeyli, Feke, and Karabağlar study areas was determined as “ZC”. In the ERT study conducted in Saimbeyli, the resistivity of the geological units was 11.7-456 Ωm; It was measured as 2.4-143845 Ωm in Feke and 6.23-222 Ωm in Karabağlar. According to ‘‘To’’ values, Saimbeyli and Feke are in “A” (Low) hazard class, while Karabağlar is in “B” (Medium), “C” (High), and “D” (Very High) hazard class. While no movement was measured on the slope in the inclinometer study conducted in Saimbeyli; In Feke, at the first 0.0-6.00 meters depth, there was 3-5 mm of movement on the slope, and the beginnings of the movement were detected at a depth of 5-15 meters. Fs calculated for the static situation in Saimbeyli was 1.123, in Feke 1.075, in Karabağlar 1.083, 1.07; It is predicted that there will be stability problems and slip-type landslides may occur in the areas in which Fs calculated for the dynamic situation is 0.791 in Saimbeyli, 0.777 in Feke, 0.978 and 0.988 in Karabağlar.

Key Words: Karabağlar, Saimbeyli, Feke, landslide, geophysics.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Bu tez çalışması; Saimbeyli (Adana), Feke (Adana) ve Karabağlar (İzmir)'da bulunan çalışma alanlarının jeolojik-jeofizik yöntemlerle elde edilen verilerin korole edilerek heyelan potansiyellerinin tespitine yönelik bir çalışmadır. Tez çalışma sahasını; Adana ili Saimbeyli ilçesi İslam Mahallesi, Adana ili Feke ilçesi İslam Mahallesi ve İzmir ili Karabağlar ilçesi Uzundere Mahallesinde belirlenen alanlar oluşturmaktadır.

Tez çalışma kapsamında ilk olarak; heyelana neden olan faktörler, heyelan tipleri, Türkiye'de ve dünyada gerçekleşen heyelanlar araştırılmış, çalışma alanlarının afet geçmişi, yağış-sıcaklık-bitki örtüsü ve jeolojik verileri ile birlikte, çalışma alanlarındaki heyelan potansiyeli analiz edilmiştir. Dünyada heyelan aktivitesi üzerine yapılan makaleler incelenerek; hem tezde yapılacak çalışmalar planlanmış, hem de makale verileri ile çalışma alanından elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Çalışma alanları ve çevresine ait diri fay haritası üzerinden heyelan-deprem ilişkisi de yorumlanmıştır. Jeolojik ve jeoteknik verilerle jeofizik veriler birlikte yorumlanmış ve çalışma alanlarının heyelan aktivitesi değerlendirilmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritasında çalışma alanları ve çevresinin deprem ivme değerleri ile çalışma alanlarının deprem geçmişi araştırılmıştır.

Saimbeyli'de 2 ölçüm Aktif Kaynak Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), 2 ölçüm Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT); Feke'de 2 ölçüm MASW, 3 ölçüm ERT, ve 3 ölçüm Düşey Elektrik Sondaj (DES), Karabağlar'da, 25 ölçüm MASW, 9 ölçüm ERT, 11 ölçüm DES ve 20 ölçüm Mikrotremor yapılmıştır. Çalışma alanının tabaka kalınlıkları, yeraltı hız yapısı ve topoğrafyasını ortaya çıkarmak amacıyla yapılan jeofizik çalışmalar sonucunda yerin dinamik elastik parametreleri de hesaplanmıştır.

Çalışma alanlarında yapılan MASW çalışmasıyla yeraltındaki tabakaların Vp ve Vs hızları elde edilmiştir. Vs hızlarına göre yapılan hesaplamalar sonucu Saimbeyli, Feke ve Karabağlar'da "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine" (2018) göre zemin sınıfı, "ZC" (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar) olarak tespit edilmiştir. Vp hız değerlerine göre ise her tabakanın sökülebilirlik durumu tanımlanmıştır. Yer hakim titreşim periyod aralığı (To) ve Spektral Büyütme (A_k) değerine göre; Saimbeyli çalışma alanı "A" (Düşük) tehlike sınıfındadır. Feke çalışma alanı To değerlerine göre "B" (Orta) tehlike ölçüt aralığında, A_k değerlerine göre ise "A" (Düşük) tehlike sınıfındadır. Karabağlar'da To ve A_k Mikrotremor çalışması ile hesaplanmış olup, To değerlerine göre zemin "B" (Orta), "C" (Yüksek), "D" (Çok yüksek) tehlike ölçüt aralığında; A_k değerlerine göre ise "A" (Düşük) ve "B" (Orta) tehlike sınıfındadır. Ayrıca Maksimum Kayma Modülü (G), Dinamik Elastisite Modülü, Poisson oranı, Bulk Modülü (K) değerleri hesaplanarak; her tabakanın dayanım, sıkılık, sökülebilirlik, gözeneklilik, yoğunluk durumları saptanmıştır.

Saimbeyli, Feke ve Karabağlar'da yapılan ERT çalışması sonucu elde edilen iki Boyutlu (2B) kesitlerde yeraltı tabakalarının özdirenç değerlerinin derinlikle nasıl değiştiği gösterilmiştir. Özdirenç değişimlerine göre mavi renkli bölgeler düşük özdirenç, sarı ve turuncu renkli bölgeler orta özdirenç, kırmızı-bordo renkli bölgeler ise yüksek özdirenç değerlerini ifade etmektedir. Saimbeyli'de 2 hatta yapılan ERT çalışmasında, jeolojik birimlerin özdirenci 11.7-456 Ωm arasında, Feke'de 3 hatta yapılan ERT çalışmasında jeolojik birimlerin özdirenç değerleri 2.4-143845 Ωm arasında, Karabağlar'da 9 hatta yapılan ERT çalışmasında da jeolojik birimlerin özdirenç değerlerinin 6.23-222 Ωm arasında değiştiği 2B jeoelektrik kesitlerden tespit edilmiştir.

Feke'de 3 hatta yapılan Düşey Elektrik Sondaj (DES) çalışmasında; tabaka kalınlıkları 1.1-13.5 metre arasında, özdirenç değerleri ise 14.5-16083.6 Ωm arasında değişmektedir. Karabağlar'da 11 hatta yapılan DES çalışmasında; tabaka

kalınlıkları 3-16 metre arasında, özdirenç değerleri 8-170 Ωm arasında değişmektedir. Sondaj verileri ile DES verileri korole edilerek litoloji ortaya çıkarılmıştır.

Saimbeyli'de, derinlikleri 10-25 metre aralığında değişen toplam 75 metre derinliğinde 4 lokasyonda sondaj çalışması yapılmış ve Gümüşali Formasyonu'na ait yamaç molozu, şeyl, yer yer çakıllı kumtaşı-şeyl, kireçtaşından oluşan birim tespit edilmiştir. Feke'de toplam derinliği 72.5 metre olan 9-20 metre aralığında 5 lokasyonda sondaj yapılmış ve dolgu, yamaç molozu ile Kambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonuna ait metamorfik bozuşmuş silttaşı ve kırıklı çatlaklı kireçtaşından oluşan birim tespit edilmiştir. Karabağlar'da, derinlikleri 13.00 m ile 35.00 m olan toplam derinliği 1940 m olan 71 lokasyonda sondaj kuyusu açılmış ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornava Karmaşığına ait dolgu, çamurtaşı, şist, kireçtaşı, marn, çakıllı-kumlu-siltli-killi seviyeler, organik madde içerikli seviyeler, karbonatlı seviyelerden oluşan birim tespit edilmiştir. Yapılan sondaj çalışmasında SPT ve RQD değerlerine göre zemin tanımlaması yapılmıştır.

Saimbeyli'de 15 metre derinliğindeki 1 kuyuda inklinometre deneyi yapılmış, referans okuma hariç birer aylık peryotlarla 2 okuma alınmıştır. Yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilere göre yamaçta herhangi bir hareket gözlenmemiştir. İnklinometre ölçüm sayısı ve ölçüm aralığı yeterli sayıda gerçekleştirilememiş olduğundan, inklinometre verileri, şevde hareket olup olmadığı ile ilgili olarak net bir yargıya varılmasını engellemiştir.

Feke'de derinliği 16.50 ve 20.00 metre olan 2 kuyuda inklinometre deneyi yapılmıştır. İNK-1 (SK-2) kuyusu 20 metre derinliğinde açılmış, ayda bir olmak üzere referans okuma da dahil 7 okuma alınan kuyudan İNK-1 (SK-2)'de, A+ yönünde 0.00-6.00 metre arasında 5 mm hareket olduğu; 6.00-15.00 metre arasında hareket başlangıçları olduğu görülmüştür. Heyelan oluşumları burada açıklandığı gibi sert sağlam formasyonun doğrudan litolojisi bünyesinde değil, üzerinde gelişmiş olan dolgu ve yamaç molozunun hareket etmesiyle meydana gelmiştir. 16.50 metre olan İNK-2 (SK-3) kuyusunda yapılan inklinometre ölçümlerinde; A+

yönünde 0.00-5.00 metre arasında 3 mm hareket olduğu, 5.00-10.00 metre arasında hareket başlangıçları görüldüğü, hareketlerin dolgu ve yamaç molozunun olduğu birim içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Feke'de SK-3 ve SK-5'de yapılan presiyometre deneyi yapılmıştır. Elde edilen parametrelerle zemin tanımlaması yapılmış ve kayma mukavemeti değeri ile Φ açısı hesaplanmıştır.

Saimbeyli'de araziden alınan numuneler üzerinde zemini tanımlamak ve mühendislik özelliklerini ortaya çıkarmak için laboratuvarda su içeriği, elek analizi, Atterberg Limitleri ve kesme kutusu deneyi yapılmıştır. Zemin, Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre "GC" (killi çakıl ve killi kumlu çakıl) olarak tanımlanmıştır. Plastisite indisi değerlerine göre SK-4'te zemin plastiklik derecesi **"Plastik"** tir. SK-1 ve SK-2'de plastiklik derecesi **"Non-plastik"** (NP)'dir.

Feke'de araziden alınan numuneler üzerinde laboratuvarda su içeriği, elek analizi, Atterberg limitleri, tek eksenli basınç, kesme kutusu deneyi ve nokta yük deneyi yapılmıştır. Zemin Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre, "CI" (orta plastisiteli kil) olarak tanımlanmıştır. Plastisite indisi 19.8-22 aralığında olup, plastiklik derecesi "Plastik" tir.

Karabağlarda araziden alınan numuneler üzerinde su içeriği, doğal yoğunluk, elek analizi, Atterberg Limitleri ile doğal birim hacim ağırlık, direk kesme, üç eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Zemin, Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre, "CL" (%83) "Düşük plastisiteli kil" olarak tanımlanmıştır. Plastiklik derecesi "Az Plastik-Plastik-Çok Plastik" tir. Doğal birim hacim ağırlık 18.15-18.32 kN/m^3 arasında, direk kesme deneyinden elde edilen kohezyon (c) 0.459-0.627 kgf/cm^2, İçsel sürtünme açısı (Φ) 8-11arasında, üç eksenli basınç deneyinden elde edilen (c) 0.64-0.73 kgf/cm^2, Φ 8-10 arasında hesaplanmıştır.

Çalışma alanlarında yamaç duraylılığı ile ilgili şev stabilite analizleri yapılarak, statik ve dinamik durum için Güvenlik Sayısı (Fs) hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu Saimbeyli ve Feke için yapılan analiz sonuçları yamacın sta-

bil olmadığını göstermiştir. Karabağlar'da yapılan analiz sonuçlarına göre ise, çalışma alanının doğu tarafında stabilite sorunu olmadığı, batı tarafının bir kısmında stabilite sorunu olabileceği öngörülmektedir.

Çalışma alanında yapılan jeolojik-jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen verilerle, stabilite analizi ile hesaplanan güvenlik sayıları verilerine göre çalışma alanlarında kayma potansiyeli taşıyan alanlar ve hareket yönü harita üzerinde gösterilmiştir.

Jeofizik çalışmaların; toprak veya kaya kütlesinin niteliği hakkında bilgi vermesi, geniş ölçekli arazi çalışmasının yapılabilmesi; esnek, nispeten hızlı ve yamaçlarda ölçüm noktalarının kolay konuşlandırılabilir olması nedeniyle heyelanların tespitinde ve değerlendirilmesinde tez çalışmasına önemli katkıları olduğu sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımız sırasında mesleki bilgi ve deneyimlerinin yanı sıra, her konuda bilgi paylaşımında bulunan, başarıya giden yolun sistemli çalışma ve sabır olduğu ilkesini benimsemiş, hedefi her zaman başarı odaklı, samimi, dürüst, insancıl yaklaşımı ve etkili iletişim yeteneğiyle daima örnek alacağım danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hatice KARAKILÇIK'a,

Değerli hocam Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı, Prof. Dr. Ulvi Can ÜNLÜGENÇ'e,

Arazi çalışmalarında bilgisine başvurduğum hocam Prof. Dr. Hasan ÇETİN'e,

Katkılarından dolayı değerli hocam Doç. Dr. Yasemin LEVENTELİ'ne,

Tez çalışmalarım sırasında her konuda katkı sağlayan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Risk Belirleme ve Önlem Daire Başkanlığı ile Adana İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü İl Müdürü Gültekin GENÇ, Şube Müdürü Cennet Beste ÖNEL ve mesai arkadaşlarımdan Meteoroloji Mühendisi Erkunt MAVİŞ, Harita Mühendisi Melih DİZDAR, Jeofizik Mühendisi İbrahim ŞİMŞEK, Mimar Gamze ÖZTUZ, Şehir Plancısı Fatih KURT'a

Meslektaşlarım Jeoloji Yüksek Mühendisi Sefa APAK ve Jeoloji Mühendisi Yunus AVCI'ya,

Jeofizik Mühendisleri Odası Başkanı Jeofizik Mühendisi Emin PİŞKİN'e,

Çevre, Şehircilik ve İlkim Değişikliği Bakanlığı, Saimbeyli Belediyesi ve Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (ASKİ),

Desteğini hiç esirgemeyen arkadaşım Jeoloji Mühendisi Banu KULAÇ'a,

Tez çalışmalarım esnasında her zaman yanımda olan aileme, maddi manevi katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Özlem ATMA

Adana, Ekim 2022

İÇİNDEKİLER **SAYFA**

ÖZ I
ABSTRACT II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET III
TEŞEKKÜR IX
İÇİNDEKİLER X
ÇİZELGELER DİZİNİ XIV
ŞEKİLLER DİZİNİ XX
SİMGELER VE KISALTMALAR XXVI
1. GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı 1
1.2. Heyelan Hakkında Genel Bilgiler 3
1.2.1.Heyelan Unsurları 3
1.2.2.Heyelana Neden Olan Faktörler 4
1.2.3.Heyelan Hareketine Bağlı Olarak Gelişen Heyelan Tipleri 5
1.2.4. Dünyada ve Türkiye'de Heyelan 8
1.3. Çalışma Alanlarının Tanıtılması 15
1.3.1. Saimbeyli (Adana) Çalışma Alanı 15
1.3.2. Feke (Adana) Çalışma Alanı 17
1.3.3. Karabağlar (İzmir) Çalışma Alanı 19
1.4. Çalışma Alanlarının İklim Özellikleri 23
1.4.1. Adana ilinin İklim Özellikleri 23
1.4.2. İzmir İlinin İklim Özellikleri: 28
1.5. Çalışma Alanlarının Bitki Örtüsü: 32
1.5.1. Adana İlinin Bitki Örtüsü: 32
1.5.2. İzmir İlinin Bitki Örtüsü 33
1.6. Çalışma Alanları Jeolojisi 34

1.6.1. Adana Bölge Jeolojisi 34
1.6.1.1. İnceleme Alanının Jeolojisi 43
1.6.1.2. Yapısal Jeoloji 50
1.6.1.2.(1). Çalışma Alanı Çevresinde Yer Alan Önemli Faylar 51
1.6.2. İzmir Bölge Jeolojisi 58
1.6.2.1. Temel Kaya Birimleri 60
1.6.2.1.(1). Menderes Masifi 60
1.6.2.1.(2). İzmir-Ankara Kenet Kuşağı 61
1.6.2.2. Neojen ve Kuvaterner 64
1.6.2.3. İnceleme Alanı Jeolojisi 65
1.6.2.4. Yapısal Jeoloji 67
1.6.2.4.(1). Çalışma Alanı Çevresinde Yer Alan Önemli Faylar 67
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR: 73
3. MATERYAL VE METOT 81
3.1. Sondaj Çalışmaları 81
3.2. Arazi Deneyleri 82
3.2.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) 82
3.2.2. Kayaç Kalite Tanımlaması (RQD) 82
3.2.3. Presiyometre Deneyi 82
3.2.4. İnklinometre Deneyi 84
3.3. Laboratuvar Deneyleri 86
3.3.1. Atterberg (Kıvam Limitleri) 87
3.3.2. Elek Analizi 87
3.3.3. Kesme Kutusu Deneyi 88
3.3.4. Nokta Yükleme Deneyi 90
3.3.5. Serbest Basınç Deneyi 90

3.3.6. Üç Eksenli Basınç Deneyi 92
3.4. Jeofizik Çalışmalar 92
3.4.1. Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemi (MASW) 93
3.4.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) 94
3.4.3. Düşey Elektrik Sondaj (DES) 95
3.4.4. Mikrotremor 95
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 97
4.1. Jeolojik Bulgular: 97
4.1.1. Sondaj Bilgileri: 97
4.1.1.1 Saimbeyli (Adana) Sondaj Bilgileri: 97
4.1.1.2. Feke (Adana) Sondaj Bilgileri 99
4.1.1.3. Karabağlar (İzmir) Sondaj Bilgileri 101
4.1.2. Arazi Deney Sonuçları 108
4.1.2.1. Saimbeyli (Adana) Arazi Deney Sonuçları 108
4.1.2.2. Feke (Adana) Arazi Deney Sonuçları 109
4.1.3. Laboratuvar Deney Sonuçları ve Analizleri 121
4.1.3.1. Saimbeyli (Adana) Laboratuvar Deney Sonuçları ve Analizleri 121
4.1.3.2. Feke (Adana) Laboratuvar Deney Sonuçları 123
4.1.3.3. Karabağlar (İzmir) Laboratuvar Deney Sonuçları 125
4.2. Jeofizik Bulgular 131
4.2.1. Saimbeyli (Adana) Jeofizik Bulgular 131
4.2.1.1. Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) 132
4.2.1.1.(1). Dinamik Elastik Parametreler 133
4.2.1.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) 146
4.2.2. Feke (Adana) Jeofizik Bulgular 149

4.2.2.1. Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) 149
4.2.2.1.(1). Dinamik Elastik Parametreler 150
4.2.2.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) 156
4.2.2.3. Düşey Elektrik Sondaj (DES) 159
4.2.3. Karabağlar (İzmir) Jeofizik Bulgular 160
4.2.3.1. Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) 161
4.2.3.1.(1). Dinamik Elastik Parametreler 161
4.2.3.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) 171
4.2.3.3. Düşey Elektrik Sondaj (DES) 176
4.2.3.4. Mikrotremor 178
4.3. Deprem Durumunun Değerlendirilmesi 180
4.3.1. Saimbeyli (Adana) Deprem Durumunun Değerlendirilmesi 180
4.3.2. Feke (Adana) Deprem Durumunun Değerlendirilmesi 185
4.4. Yealtı Suyu Durumu 193
4.4.1. Saimbeyli (Adana) Yeraltı Suyu Durumu 193
4.4.2. Feke (Adana) Yeraltı Suyu Durumu 193
4.4.3. Karabağlar (İzmir) Yeraltı Suyu Durumu 194
4.5. Şev Stabilite Analizleri 195
4.5.1. Saimbeyli (Adana) Şev Stabilite Analizi 197
4.5.2. Feke (Adana) Şev Stabilite Analizi 202
4.5.3. Karabağlar (Adana) Şev Stabilite Analizi 206
4.6. Çalışma Sahalarının Heyelan Etki Alanları 214
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 217
KAYNAKLAR 229
ÖZGEÇMİŞ 245
EKLER 246

ÇİZELGELER DİZİNİ **SAYFA**

Çizelge 1.1. Farklı heyelan türleri için jeofizik yöntemlerin uygunluk tablosu 2
Çizelge 1.2. Hareketin türü ve malzeme özelliğine göre heyelan türleri 8
Çizelge 1.3. 1950-2008 yılları arasında meydana gelen afetler, olay sayısı ve afetten etkilenen/etkilenebilecek yapı sayısı 12
Çizelge 3.1. Kayaçların Nokta Yük Dayanımına Göre Sınıflandırılması 90
Çizelge 3.2. Serbest Basınç direnci (qu) değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı 92
Çizelge 4.1. Saimbeyli'deki sondaj lokasyonları ve sondaj derinlikleri 98
Çizelge 4.2. Feke'deki sondaj derinlikleri ve litoloji 100
Çizelge 4.3. Karabağlar'daki sondaj lokasyonları ve sondaj derinlikleri 102
Çizelge 4.4. Saimbeyli SPT değerleri 108
Çizelge 4.5. Saimbeyli SPT(N) değerlerine göre kumların ve killerin, sıkılık ve kıvam derecesi 108
Çizelge 4.6. Saimbeyli inklinometre kuyusuna ait bilgiler 109
Çizelge 4.7. Feke inklinometre kuyusuna ait bilgiler 110
Çizelge 4.8. Presiyometre deney sonuçları 111
Çizelge 4.9. Farklı zemin türleri için limit basınç, PL ve Menard modülü, EM arasındaki ilişki 112
Çizelge 4.10. Presiyometre deneyi ile elde edilen cu ve Φ değerleri 113
Çizelge 4.11. Karabağlar SPT deney sonuçları 114
Çizelge 4.12. Karabağlar SPT(N) değerlerine göre kumların ve killerin, sıkılık ve kıvam derecesi 116
Çizelge 4.13. Karabağlar Karot TCR%-RQD değerleri 117
Çizelge 4.14. RQD-Kaya Kütle Kalitesi arasındaki ilişki 120
Çizelge 4.15. Saimbeyli laboratuvar deney sonuçları 121

Çizelge 4.16. Birleşik zemin sınıflama sistemi 122
Çizelge 4.17. Plastisite indeksi ile plastisite derecesi arasındaki ilişki 123
Çizelge 4.18. Feke Sondaj kuyuları indeks-fiziksel özellikleri laboratuvar deney sonuçları 124
Çizelge 4.19. Feke laboratuvar deney sonuçları 124
Çizelge 4.20. Karabağlar sondaj kuyuları indeks-fiziksel özellikleri laboratuvar deney sonuçları 125
Çizelge 4.21. Karabağlar laboratuvar deney sonuçları 130
Çizelge 4.22. Sismik Hız ve Sökülebilirlik İlişkisi 134
Çizelge 4.23. Saimbeyli çalışma alanından elde edilen P Dalga hızları ile Tabakaların Sökülebilirlik durumu arasındaki ilişki 134
Çizelge 4.24. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Yerel Zemin Sınıfı Tablosu 135
Çizelge 4.25 Saimbeyli'de ters çözüm sonucu elde edilen Vs hızları, Vs30 değerleri 136
Çizelge 4.26. Vp/Vs oranına göre zemin sıkılık sınıflaması 137
Çizelge 4.27 Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan Vp/Vs oranına göre zemin sıkılık durumu 137
Çizelge 4.28. Yer Hakim Titreşim Peryotlarına (T_o) göre ölçütler 139
Çizelge 4.29 Spektral büyütme değerlerine (A_k) göre tehlike düzeyi 139
Çizelge 4.30. Saimbeyli'de sismik profillerde hesaplanan Vs30 değerleri, Göreceli Yer Büyütme Faktörleri ve Zemin hakim titreşim peryotları 139
Çizelge 4.31. Zemin birimlerin yoğunluk sınıflaması 140
Çizelge 4.32. Saimbeyli her tabaka için hesaplanan yoğunluk değerleri ve zemin tanımlaması 141
Çizelge 4.33. Kayma modülü değerlerine göre zemin ya da kaya dayanımı 142

Çizelge 4.34 Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan kayma modülü değerleri ve zemin dayanımları 142
Çizelge 4.35. Elastisite modülü değerleri ve dayanımları arasındaki ilişki 143
Çizelge 4.36 Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan elastisite modülü değerleri ve Keçeli (1990)'a göre dayanımları 143
Çizelge 4.37. Poisson oranı ve gözeneklilik arasındaki ilişki 144
Çizelge 4.38. Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan poisson oranı ve zeminin gözeneklilik durumu 144
Çizelge 4.39. Bulk modülünün değerlerine göre zemin ya da kayaçların sıkışma sınıfları 145
Çizelge 4.40. Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan bulk modülü (Sıkışmazlık) değerleri ile sıkışma sınıfları 146
Çizelge 4.41 Feke'de elde edilen P Dalga hızları ile Öncel (1975)'e göre Tabakaların Sökülebilirlik durumu arasındaki ilişki 150
Çizelge 4.42. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Yerel Zemin Sınıfı Tablosu 151
Çizelge 4.43. Feke'de ters çözüm sonucu elde edilen Vs hızları, Vs30 değerleri 151
Çizelge 4.44. Feke'de her tabaka için hesaplanan Vp/Vs oranı Ercan (2001)'e göre zemin sıkılık durumu 152
Çizelge 4.45. Sismik profillerde hesaplanan Vs30 değerleri, Göreceli Yer Büyütme Faktörleri (Midorikawa, 1987) ve Zemin hakim titreşim peryotları (Kanai,1983) ve sonuçların Ansal ve ark. (2004)'e göre tanımlanması 153
Çizelge 4.46. Feke'de her tabaka için hesaplanan yoğunluk değerleri ve Keçeli (1990)'a göre zemin tanımlaması 153
Çizelge 4.47. Feke'de her tabaka için hesaplanan kayma modülü değerleri ve Keçeli (1990)'a göre zemin dayanımları 154

Çizelge 4.48. Feke'de her tabaka için hesaplanan elastisite modülü değerleri ve Keçeli (1990)'a göre dayanımları 155
Çizelge 4.49. Feke'de her tabaka için hesaplanan Poisson oranı ve Keçeli (1990)'a göre zeminin gözeneklilik durumu..... 155
Çizelge 4.50. Feke'de her tabaka için hesaplanan bulk modülü (Sıkışmazlık) değerleri ile Keçeli (1990)'a göre sıkışma sınıfları 156
Çizelge 4.51. Feke'de Düşey Elektrik Sondaj (DES) yöntemiyle elde edilen özdirenç değerleri 159
Çizelge 4.52 Karabağlar'da elde edilen P Dalga hızları ile Öncel (1975)'e göre Tabakaların Sökülebilirlik durumu arasındaki ilişki..... 162
Çizelge 4.53. Karabağlar'da Vs30 hızları ve zemin sınıflaması..... 164
Çizelge 4.54. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan Vp/Vs oranı Ercan (2001)'e göre zemin sıkılık durumu 165
Çizelge 4.55 Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan yoğunluk değerleri ve Keçeli (1990)'a göre zemin tanımlaması 166
Çizelge 4.56. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan kayma modülü değerleri ve zemin dayanımları..... 167
Çizelge 4.57. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan elastisite modülü değerleri ve dayanımları 168
Çizelge 4.58. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan poisson oranı ve zeminin gözeneklilik durumu 169
Çizelge 4.59. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan bulk modülü (Sıkışmazlık) değerleri ile sıkışma sınıfları (Keçeli, 1990)..... 170
Çizelge 4.60. Karabağlar DES değerleri..... 177
Çizelge 4.61. Mikrotremor ölçüm sonuçları..... 178
Çizelge 4.62. Karabağlar'da Yer Hakim Titreşim Peryotlarına (T_o) göre ölçütler 179

Çizelge 4.63. Karabağlar'da spektral büyütme değerlerine (A_k) göre tehlike düzeyi 180
Çizelge 4.64. Saimbeyli YASS 193
Çizelge 4.65. Feke YASS 193
Çizelge 4.66. İzmir (Karabağlar) YASS 194
Çizelge 4.67. Saimbeyli statik analizde kullanılan parametreler 199
Çizelge 4.68. Saimbeyli Dinamik analizde kullanılan parametreler 201
Çizelge 4.69. Feke statik analizde kullanılan parametreler 203
Çizelge 4.70. Feke dinamik analizde kullanılan parametreler 205
Çizelge 4.71. Karabağlar stabilite analiz sonuçları 206
Çizelge 4.72. Geomek Mühendislik (2016) tarafından yapılan stabilite analizinde kullanılan veriler 209

ŞEKİLLER DİZİNİ **SAYFA**

Şekil 1.1. Heyelan ve unsurları 3
Şekil 1.2. Heyelana neden olan faktörler 5
Şekil 1.3. Düşme hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi 5
Şekil 1.4. Devrilme hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi 6
Şekil 1.5. Kayma hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi 6
Şekil 1.6 Yanal Yayılma hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi 7
Şekil 1.7. Akma hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi. 7
Şekil 1.8. 2022 Şubat ayında Brezilya'nın Petrópolis kentinde meydana gelen heyelan 10
Şekil 1.9. 2021 Ağustos ayında Rize'de meydana gelen heyelan 11
Şekil 1.10 Türkiye'de son 50 yılda meydana gelen heyelan olay sayısının illere göre dağılımı 14
Şekil 1.11. Türkiye'de son 50 yılda meydana gelen kaya düşmesi olay sayısının illere göre dağılımı 14
Şekil 1.12. Saimbeyli'deki inceleme alanının (a) yer bulduru haritası, (b) uydu görüntüsü 16
Şekil 1.13. Feke'deki inceleme alanının (a) yer bulduru haritası (b) uydu görüntüsü 18
Şekil 1.14. Karabağlar'daki inceleme alanının (a) yer bulduru haritası (b) uydu görüntüsü 20
Şekil 1.15. Akdeniz Bölgesi yıllara göre yağış dağılımı 24
Şekil 1.16. Adana iline ait meteorolojik veriler 24
Şekil 1.17. Adana ortalama sıcaklık değerleri grafiği (°C) 25
Şekil 1.18. Adana ili aylara göre toplam yağış miktarı ortalaması (mm) 26
Şekil 1.19. Feke 2017-2021 yılları arası yağış grafiği 27

Şekil 1.20. Saimbeyli 2017-2021 yılları arası yağış grafiği 28
Şekil 1.21. Ege Bölgesi yıllık alansal yağış grafiği (mm) 29
Şekil 1.22. İzmir iline ait meteorolojik veriler 29
Şekil 1.23. İzmir ili ortalama sıcaklık değerleri grafiği (°C) 30
Şekil 1.24. İzmir ili aylara göre toplam yağış miktarı ortalaması (mm) 31
Şekil 1.25. İzmir 2017-2021 yılları arası yağış grafiği 31
Şekil 1.26. Toros kuşağında yer alan birlikler 34
Şekil 1.27. Adana ilinin jeoloji genel haritası 35
Şekil 1.28. Geyikdağ tektonik birliğini temsil eden genelleştirilmiş dikme kesit 36
Şekil 1.29 İnceleme alanları (Feke-Saimbeyli) ve çevresi diri fay haritası 51
Şekil 1.30. Batı Anadolu'nun paleotektonik dönem birlikleri 59
Şekil 1.31. İzmir ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti 62
Şekil 1.32. Karabağlar ve çevresi diri fay haritası 68
Şekil 3.1. Kayma Gerilmesi-Deplasman eğrisi 89
Şekil 3.2. Gerilme-şekil değiştirme eğrisi 91
Şekil 4.1. Saimbeyli çalışma alanındaki sondaj lokasyonları 98
Şekil 4.2. Feke sondaj lokasyonları 99
Şekil 4.3. Karabağlar çalışma alanı sondaj lokasyonları 101
Şekil 4.4. Plastisite Kartı 122
Şekil 4.5. Bornava Karmaşığı'na ait birimler için zemin sınıflarının dağılımını gösteren grafik 130
Şekil 4.6. Saimbeyli çalışma alanı MASW-ERT lokasyonları 132
Şekil 4.7. Saimbeyli ERT-1 ölçümüne ait kesit 147
Şekil 4.8. Saimbeyli ERT-2 ölçümüne ait kesit 148
Şekil 4.9. Feke çalışma alanı jeofizik çalışma lokasyonları 149
Şekil 4.10. Feke ERT-1 ölçümüne ait kesit 157
Şekil 4.11. Feke ERT-2 ölçümüne ait kesit 158

Şekil 4.12. Feke ERT-3 ölçümüne ait kesit 159
Şekil 4.13. Karabağlar (İzmir)'da yapılan jeofizik ölçüm noktaları google earth görüntüsü 161
Şekil 4.14. Karabağlar ERT-1 ölçümüne ait kesit 171
Şekil 4.15. Karabağlar ERT-2 ölçümüne ait kesit 171
Şekil 4.16. Karabağlar ERT-3 ölçümüne ait kesit 172
Şekil 4.17. Karabağlar ERT-4 ölçümüne ait kesit 172
Şekil 4.18. Karabağlar ERT-5 ölçümüne ait kesit 173
Şekil 4.19. Karabağlar ERT-6 ölçümüne ait kesit 174
Şekil 4.20. Karabağlar ERT-7 ölçümüne ait kesit 174
Şekil 4.21. Karabağlar ERT-8 ölçümüne ait kesit 175
Şekil 4.22. Karabağlar ERT-9 ölçümüne ait kesit 175
Şekil 4.23. Zemin Hakim Titreşim Peryodu (To) Dağılım Haritası 179
Şekil 4.24. Türkiye Deprem Tehlike Haritası 180
Şekil 4. 25. Saimbeyli deprem ivme değeri 181
Şekil 4.26. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük depremler 181
Şekil 4.27. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin oluşum zamanları, konum-derinlik-büyüklük bilgileri 182
Şekil 4.28. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin büyüklüklerine göre sayısı 183
Şekil 4.29. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin enlem-derinlik ilişkisi 183
Şekil 4.30. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin boylam-derinlik ilişkisi 184
Şekil 4.31. Çalışma alanı (Feke) deprem ivme değeri 185
Şekil 4.32. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş

büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük depremler 185
Şekil 4.33 Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin oluşum zamanları, konum-derinlik-büyüklük bilgileri. 186
Şekil 4.34. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin büyüklüklerine göre deprem sayısı..... 187
Şekil 4.35. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin depremlerin boylam-derinlik ilişkisi 188
Şekil 4.36. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin depremlerin enlem-derinlik ilişkisi..... 188
Şekil 4.37. Çalışma alanı (Karabağlar) deprem ivme değeri 189
Şekil 4.38. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük depremler 189
Şekil 4.39. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin oluşum zamanları konum-derinlik-büyüklük bilgileri 190
Şekil 4.40 Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin büyüklüklerine göre deprem sayısı..... 191
Şekil 4.41. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin boylam-derinlik ilişkisi..... 192
Şekil 4.42. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin enlem-derinlik ilişkisi 192
Şekil 4.43. Saimbeyli'de yapılan stabilite analiz çalışması (Statik Analiz)..... 198
Şekil 4.44. Saimbeyli'de yapılan stabilite analiz çalışması (Dinamik Durum) .. 200
Şekil 4.45. Feke'de yapılan stabilite analiz çalışması (Statik Durum) 202
Şekil 4.46. Feke'de yapılan stabilite analiz çalışması (Dinamik Durum)..... 204
Şekil 4.47. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 1.Durum)..... 206
Şekil 4.48. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 1.Durum). 207
Şekil 4.49. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 2. Durum)..... 207

Şekil 4.50. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 2. Durum)..... 208
Şekil 4.51. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 3. Durum)..... 209
Şekil 4.52. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 3. Durum)..... 209
Şekil 4.53. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 4. Durum)..... 210
Şekil 4.54. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 4. Durum)..... 210
Şekil 4.55. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 5. Durum)..... 211
Şekil 4.56. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 5. Durum)..... 211
Şekil 4.57. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 6. Durum)..... 212
Şekil 4.58. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 6. Durum)..... 212
Şekil 4.59. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 7. Durum).... 213
Şekil 4.60. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 7. Durum)..... 213
Şekil 4.61. Saimbeyli inceleme alanındaki heyelana duyarlı bölge..... 214
Şekil 4.62. Feke inceleme alanındaki heyelana duyarlı bölge 215
Şekil 4.63. Karabağlar inceleme alanındaki sınırları mavi şeritli heyelana duyarlı bölge 216

SİMGELER VE KISALTMALAR

AFAD : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
A_k : Göreceli Yer Büyütme Faktörü
ARAS : Doğal Afet Analiz Sistemi
c : Kohezyon
CI : Orta Plastisiteli Kil
CL : Düşük Plastisiteli Kil
cm : Santimetre
cu : Kayma Mukavemeti
d : Yoğunluk
DES : Düşey Elektrik Sondaj
DSLs : Heyelan Hacmi >105 m^3
E : Elastisite Modülü
Em : Menard Elastik Modülü
EM : Elektromağnetik
ERT : Elektrik Rezistivite Tomografi
Fs : Güvenlik Sayısı
G : Kayma Modülü
GC : Killi Çakıl ve Killi Kumlu Çakıl
GPR : Yer Penetrasyon Radarı
Gs : Güvenlik Sayısı
IP : Yapay Uçlaşma
İNK : İnklinometre Kuyusu
K : Bulk Modülü
kgf : Kilogram*kuvvet
LL : Likit Limit
M : Mağnitüd

m	: Metre
MASW	: Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi
m^3	: Metreküp
MTA	: Maden Tetkik Arama
NP	: Non-Plastik
º	: Derece
p	: Poisson Oranı
P	: Boyuna Dalga
PI	: Plastisite İndisi
PL	: Plastik Limit
P_L	: Limit Basınç
qu	: Serbest Basınç mukavemeti Değeri
RQD	: Kaya Kalite Tanımlaması
S	: Enine Dalga
SK	: Sondaj Kuyusu
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi
TCR	: Toplam Karot Verimi
To	: Yer Hakim Titreşim Peryodu
UD	: Örselenmemiş Numune
Vp	: Boyuna Dalga Hızı
Vs	: Kayma Dalgası Hızı
Vs30	: İlk 30 Metreye Ait Kayma Dalgası Hızı
X	: Yatay Koordinat
Y	: Düşey Koordinat
YAS	: Yeraltı Suyu
YASS	: Yeraltı Su Seviyesi
Φ	: İçsel Sürtünme Açısı

ZC	: Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar
ZD	: Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları
Ωm	: Ohm*metre

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı

Heyelan; kayaç, moloz ve toprak malzemelerin veya bunların karışımının yerçekimi etkisi ile aşağı yönde hareketidir (Cruden ve Varnes, 1996).

Heyelanlar; litoloji, yapısal özellikler, yeraltısuyu koşulları, topoğrafik faktörler (yamaç eğimi, yamaç eğim yönü, yamaç şekli, yükseklik, drenaj ağı), çevresel faktörler (bitki örtüsü), tetikleyici faktörler (depremler, şiddetli yağışlar) gibi faktörler ile yakından ilgilidir (Gökçeoğlu ve Ercanoğlu, 2001). Ülkemizin tektonik, topoğrafik, jeolojik ve meteorolojik durumu dikkate alındığında heyelan etkisine açık bir ülke olduğu söylenebilir.

Ülkemizde heyelanlardan kaynaklanan afetler, depremlerden sonra ikinci sırada yer alır. Özellikle Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Marmara bölgeleri yoğunlukta olmak üzere birçok bölgede heyelanlar meydana gelmekte bunlardan bazıları ciddi sosyal ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Ünsal, 2005).

Ortaya çıkardığı olumsuz etkilerden dolayı son derece önemli olan heyelanın, jeolojik ve jeofizik yöntemler kullanılarak araştırılması bu çalışmanın öncelikli amacı olmuştur. Bu tez çalışması kapsamında; Adana ili Feke ilçesi İslam Mahallesi, Adana ili Saimbeyli ilçesi İslam Mahallesi ve İzmir ili Karabağlar ilçesi Uzundere Mahallesi sınırları içerisinde yer alan bölgelerde; olası heyelanlı sahalar ve potansiyellerinin tespiti çalışması yapılmıştır. Jeofizik yöntemler; yamaçlarda kolay konuşlandırılabilir olması, geniş ölçekli arazi çalışmasının yapılabilmesi, hızlı veri elde edilebilmesi, toprak veya kaya kütlesinin iç yapısı hakkında bilgi vermesi açısından heyelan araştırmalarında tercih nedeni olmuştur.

Çalışma alanlarının topoğrafik ve zemin özellikleri ile Çizelge 1.1'deki veriler dikkate alınarak arazide uygulanacak jeofizik yöntemlere karar verilmiştir. Ayrıca uygulanan jeofizik yöntemlerin, heyelan çalışmalarında etkinliği değerlendirilmiştir.

Çizelge 1.1. Farklı heyelan türleri için jeofizik yöntemlerin uygunluk tablosu (Hack, 2000; Bell ve ark., 2006).

Yöntemler		Kaya Kayması	Toprak Kayması	Killi Birimde Hızlı heyelan	Kaya Düşmesi	Jeoteknik Amaçlı Tespit	Ör: Yapılar, Borular, Temeller	Yeraltı Suyu/toprak nemi
Sismik	Yansıma/Kırılma	+	+	+	?	+	-/ (+)	+/-
	Tomografi	+	+	-	-	+	(+)	-
	Pasif Sismik	+	+	-	+	-		-
	Yüzey Dalgaları	?	?	+	-	+		-
Elektromağnetik (EM)	Düşük Frekanslı	+	+	-	-	-	+	+
	Yer Penetrasyon Radarı (GPR)	+	+ (kil içeriğine bağlıdır)	-	+	-	+	+
Rezistivite (Öz Direnç Ölçümleri)		+	+	+	?	-	(+)	+
Doğal Potansiyel		+	+	-	-	-	-	+
Yapay Uçlaşma (IP)		-	-	+	-	-	-	+
Gravite		?	?	-	+	+	-	-
Manyetizma		?	?	-	-	-		-
uygun, (+) kısmen uygun, - uygun değil, ? sahaya bağlı veya daha fazla analiz gerektiriyor								

Sondaj çalışmasıyla noktasal bazda elde edilen verilerle; yeraltı jeolojisini daha geniş ölçekte tanımlamamızı sağlayan, yeraltı kesitlerini elde ettiğimiz jeofizik verilerin birlikte yorumlanmasıyla olası heyelanlı alanların belirlenmesi ve üç farklı çalışma alanındaki olası heyelanların korelasyonu yapılmıştır.

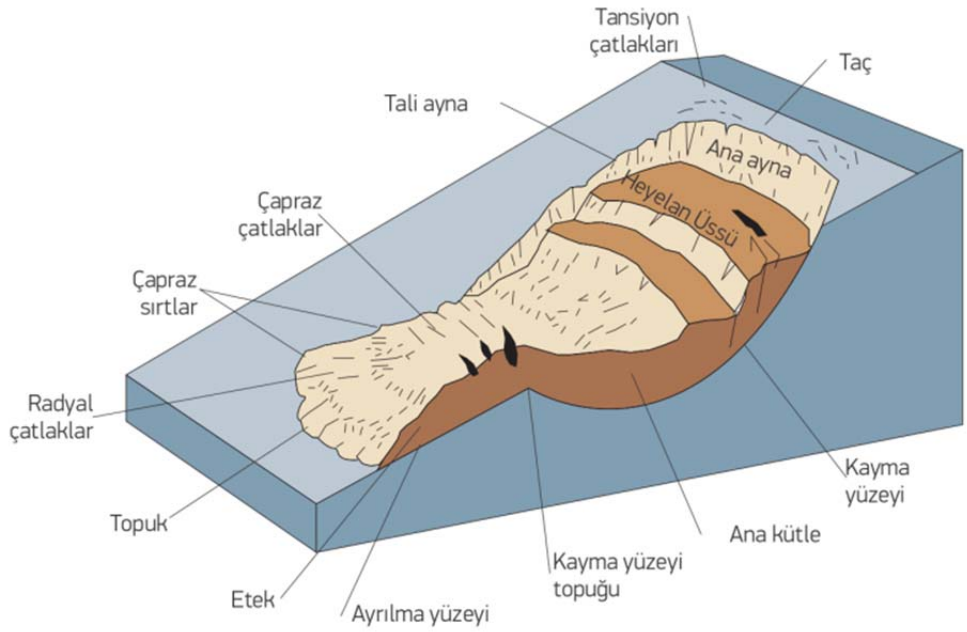
Arazide zeminin uygun olduğu alanlarda SPT deneyinin yanı sıra; Feke'de inklinometre ve presiyometre; Saimbeyli'de inklinometre arazi deneyleri yapılmıştır. Sondajdan elde edilen numuneler laboratuvar testlerine tabi tutularak; elde edilen veriler ve hazırlananan jeolojik kesitler üzerinde şev stabilite analizi yapılmıştır. Bölgenin afet geçmişi ve deprem durumu araştırılarak, heyelanın hangi

nedenlere bağlı olarak geliştiği; bölgede bulunan fayların; meydana gelen depremlerin heyelan oluşumuna etkisi araştırılmıştır.

1.2. Heyelan Hakkında Genel Bilgiler

1.2.1.Heyelan Unsurları

Heyelan özelliklerini tanımlayan yaygın olarak kabul edilen heyelan unsurları; taç, ana ayna, tepe, ana kütle, tali ayna, heyelan eteği, topuk, ayrılma yüzeyi, kayma yüzeyi topuğudur. Şekil 1.1'de heyelanın grafik resmi üzerinde terminoloji gösterilmiştir (http://www.pubs.usgs.gov).



Şekil 1.1. Heyelan ve unsurları (USGS, 2022)

WP/WLI (1993)'e göre tanımlanan heyelan unsurları aşağıda yer almaktadır.

Taç: Bir heyelanda ana aynanın en yüksek kesimine yakın konumdaki yer değiştirmemiş malzemenin bulunduğu yerdir.

Ana Ayna: Kayan malzemenin hareketi sonucu gelişmiş ve kaymayı çevreleyen örselenmemiş zemin üzerindeki dik veya dike yakın yüzeydir. Kayma yüzeyinin görünür kesimini karşılık gelmektedir.

Tepe: Kayan malzeme ile ana aynanın temas yüzeyindeki en yüksek nokta.

Ana Kütle: Ana ayna ile kayma yüzeyinin topuğu arasında kalan ve kayma yüzeyini üzerleyen duraysızlığa uğramış (yerdeğiştirmiş) malzemedir.

Tali ayna: Kayan kütle içinde meydana gelen farklı hareketler nedeniyle yerdeğiştiren malzemenin üst kısmındaki dik veya dike yakın yüzeydir.

Heyelan Eteği: Kayma yüzeyinin topuğundan eğim aşağı yönde uzanan yer değiştirmemiş malzemenin bir bölümüdür.

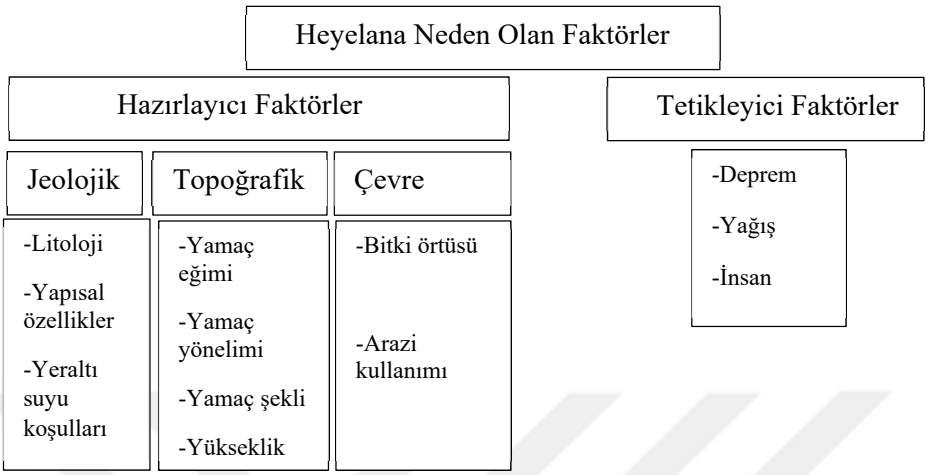
Topuk: Ana aynadan en uzakta bulunan yer değiştirmiş malzemenin uç kesimidir.

Ayrılma yüzeyi: Heyelanın eteklerinin üzerinde yer aldığı orjinal topoğrafyadır.

Kayma yüzeyi topuğu: Kayma yüzeyinin en alt kısmı ile orjinal topoğrafyanın arakesitidir.

1.2.2.Heyelana Neden Olan Faktörler

Heyelan, doğal malzemelerin herhangi bir tetikleyici ya da hazırlayıcı faktörler etkisiyle aşağı yönde hareketi olarak da tanımlanabilir. Hazırlayıcı faktörler jeolojik, topoğrafik ve çevre faktörleri; tetikleyici faktörler deprem, yağış ve insan etkisi olup Şekil 1.2'de gösterilmiştir.

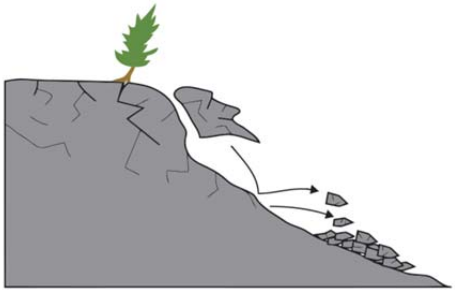


Şekil 1.2. Heyelana neden olan faktörler

1.2.3. Heyelan Hareketine Bağlı Olarak Gelişen Heyelan Tipleri

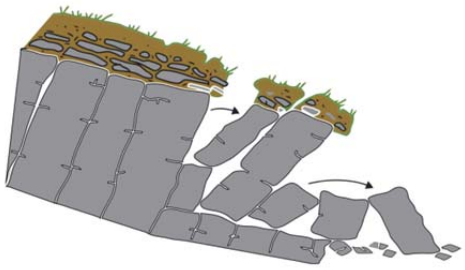
Hareket şekline bağlı olarak gelişen kütle hareketleri; düşme, devrilme, kayma, yayılma ve akma olarak tanımlanabilmektedir (WP/WLI,1993).

Düşme; toprak ya da kaya bloklarının, dik bir yamaç boyunca herhangi bir makaslama yenilmesi olmaksızın ana kütleden ayrılmasıdır. Bu duraysızlık sırasında, bloklar serbest düşme, sıçrama ve yuvarlanma şeklinde hareket ederler Şekil 1.3'te blok diyagramda düşme hareketi yer almaktadır.



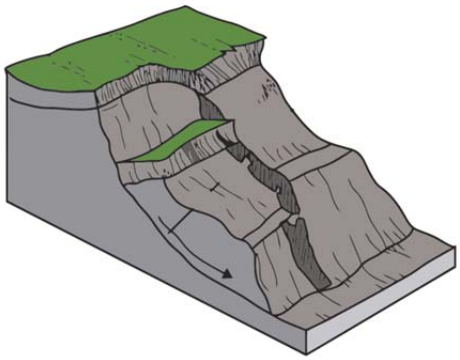
Şekil 1.3. Düşme hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi (WP/WLI, 1993).

Devrilme; toprak ya da kaya kütlelerinin ağırlık merkezinin üzerindeki bir nokta veya eksen boyunca şevden ileri doğru rotasyonel (dönel) hareketi olup Şekil 1.4'te blok diyagramda yer almaktadır.



Şekil 1.4. Devrilme hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi (WP/WLI, 1993).

Kayma; toprak ve kaya kütlelerinin bir veya birden çok yüzey üzerinde makaslama deformasyonu sonucu meydana gelen hareketidir ve Şekil 1.5'te blok diyagramda yer almaktadır.



Şekil 1.5. Kayma hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi (WP/WLI, 1993).

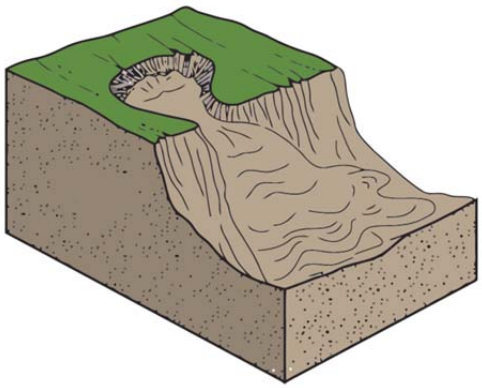
Yanal Yayılma; kohezyonlu topraklar veya kaya kütlelerinin altında bulunan daha yumuşak bir zemin üzerinde genişlemesidir. Yenilme yüzeyi en büyük makaslama gerilmesinin geliştiği yüzey olmayıp, sıvılaşma veya yumuşak

zeminlerin akması sonucunda gerçekleşebilir. Yanal yayılma hareketi Şekil 1.6'da blok diyagramda yer almaktadır.



Şekil 1.6 Yanal Yayılma hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi (WP/WLI, 1993).

Akma, birden fazla sayıda makaslama yüzeyi boyunca gelişen ve çoğunlukla serbest yüzeyler boyunca yer değiştirerek yayılan kütle hareketidir. Hareket eden kütlede hızın dağılımı, viskoz bir sıvıdaki dağılıma benzemektedir. Akma hareketi Şekil 1.7'de blok diyagramda yer almaktadır.



Şekil 1.7. Akma hareketine bağlı gelişen heyelanın şematik gösterimi (WP/WLI, 1993).

Çizelge 1.2. lliteratürde sıklıkla kullanılan heyelan sınıflama sistemi, Varnes (1978) tarafından önerilen hareketin türü ve malzeme özelliğine göre olan sınıflamadır.

Çizelge 1.2. Hareketin türü ve malzeme özelliğine göre heyelan türleri (Varnes, 1978).

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">HAREKETİN TÜRÜ</td><td colspan="3">MALZEMELERİN TÜRÜ</td></tr>
<tr><td rowspan="2">KAYA</td><td colspan="2">TOPRAK</td></tr>
<tr><td>İri Taneli</td><td>İnce Taneli</td></tr>
<tr><td colspan="2">DÜŞME</td><td>Kaya Düşmesi</td><td>Moloz</td><td>Toprak Düşmesi</td></tr>
<tr><td colspan="2">DEVRİLME</td><td>Kaya</td><td>Moloz</td><td>Toprak</td></tr>
<tr><td rowspan="2">KAYMA</td><td>Dairesel</td><td rowspan="2">Kaya Kayması</td><td rowspan="2">Moloz Kayması</td><td rowspan="2">Toprak Kayması</td></tr>
<tr><td>Düzlemsel</td></tr>
<tr><td colspan="2">YANAL YAYILMA</td><td>Kaya Yayılması</td><td>Moloz</td><td>Toprak</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">AKMA</td><td>Kaya Akması</td><td rowspan="2">Moloz Akması</td><td rowspan="2">Toprak Akması</td></tr>
<tr><td>(Derin Krip)</td></tr>
<tr><td colspan="2">KARMAŞIK</td><td colspan="3">İki veya daha fazla heyelanın bir arada geliştiği</td></tr>
</table>

1.2.4. Dünyada ve Türkiye'de Heyelan

Heyelanlar; iklim, jeoloji ve jeomorfolojik etkiler altında oluşmakla birlikte; doğal ve insan etkisi ile birlikte tetiklenebilmektedir. Ortaya çıkardığı zarar sonucu dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir yer tutar. Can kaybının yanı sıra, ormanlık ve tarım alanlarının tahribatı, kara ve demir yollarının kullanılamaz hale gelmesi, enerji ve iletişim hatlarında meydana gelen tahribatlar ekonomik anlamda zarara neden olduğu gibi toplumsal yaşamı da kesintiye uğratmaktadır (Schuster ve Fleming, 1986).

Heyelanlar ve verdiği zarar ilişkisi incelendiğinde; A.B.D, Fransa, İtalya, İsviçre gibi gelişmiş ülkelerde ortaya çıkan zararın, ekonomik açıdan diğer ülkelere göre daha yüksek olduğu görülmektedir (1–5 milyar $). Ancak bu durum, bu ülkelerin ekonomilerini büyük ölçüde etkilememektedir. Gelişmekte olan ülkelerde ise bu tür doğal afetler, çevresel zararların yanı sıra ekonomik durgunluk veya gerilemeye de neden olabilmekte, ülke ekonomilerine büyük darbeler vurabilmektedir. Dünya Bankası verilerine göre, doğal afetlerden kaynaklanan ölümlerin %95'i gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde olmakta ve bu ülkeler ekonomik açıdan yıllık üretimlerinin %1-2'sini doğal afetler sonucunda

yitirmektedirler (Kremier ve Arnould, 2000). Can ve mal kaybının yanı sıra, olayın sosyo-ekonomik boyutu da ele alındığında, ülkemiz için kaybın oldukça yüksek olabileceği düşünülebilir (Ercanoğlu ve ark., 2008).

Küresel ölçekte ele alındığında, dünyada birçok ülke, heyelan sorunuyla karşı karşıyadır. Ülkelerin içinde bulundukları coğrafik, jeolojik ve meteorolojik koşullar heyelan oluşumu ve türü üzerinde etkin bir rol oynamaktadır. Örneğin, İsviçre'nin Elm kasabasındaki bir taş ocağında, 10 milyon m^3 molozun kayması sonucu 115 kişi hayatını kaybetmiştir. 1900'lü yılların başında planlanıp yapımına başlanan Panama kanalı inşaatında ise, meydana gelen heyelan nedeniyle, kanalın tamamlanması iki yıl gecikmiştir. 1914 yılında 7 farklı noktada meydana gelen heyelanlardan dolayı, Panama kanalı trafiğe kapanmıştır. Kanalın inşaatı sırasında toplam kazı 70 milyon m^3 iken, meydana gelen heyelanlar sonucunda kazı miktarı 175 milyon m^3'e yükselmiştir. Söz konusu heyelanlar son derece büyük ekonomik kayıplara neden olurken, 1920 yılında Çin'in Kansu bölgesinde yaşanan depremde, 200 binden fazla insan yaşamını yitirmiştir (Close ve Mc Cormick, 1922). Araştırmacılar, meydana gelen can kaybının 100.000'den fazlasının, deprem sonucunda oluşan heyelanlar nedeniyle olduğunu belirtmişlerdir. 1963 yılında İtalya'da yaşanan Vaiont Barajı heyelanı sonucunda 2000'den fazla ölüm ve 130 milyon dolar ekonomik zarar meydana gelmiştir. Barajda su tutulmaya başladıktan sonra, Jura yaşlı kireçtaşlarında oluşmuş eski bir heyelan yeniden harekete geçmiş ve 240 milyon m^3 malzeme baraj gövdesinden aşarak, yerleşim alanlarına ulaşmıştır. 1966 yılında Aberfan (Galler)'da yaşanan ve bir açık ocak kömür işletmesinin pasa yığınlarında meydana gelen heyelanda ise 144 kişi hayatını kaybetmiştir. Peru'da 1962 ve 1970 yıllarında meydana gelen heyelanlar, 20. yüzyılın katastrofik heyelanlarının başında gelmektedir (Schuster ve Fleming, 1986). Huascaran bölgesinde meydana gelen heyelanlarda, 20.000'den fazla kişi hayatını kaybetmiş, milyonlarca dolarlık hasar ortaya çıkmıştır (Afad, 2015).

Şekil 1.8'de yer alan foroğraf 2022 yılında dünyada yaşanan en büyük

heyelanlardan biri olup, 17 Şubatta Brezilya'nın Petrópolis kentinde meydana gelmiş ve en az 171 kişi hayatını kaybetmiştir. Şiddetli yağışlar sonucu meydana gelen heyelan sonucu 120'den fazla kişi ise hala kayıptır.

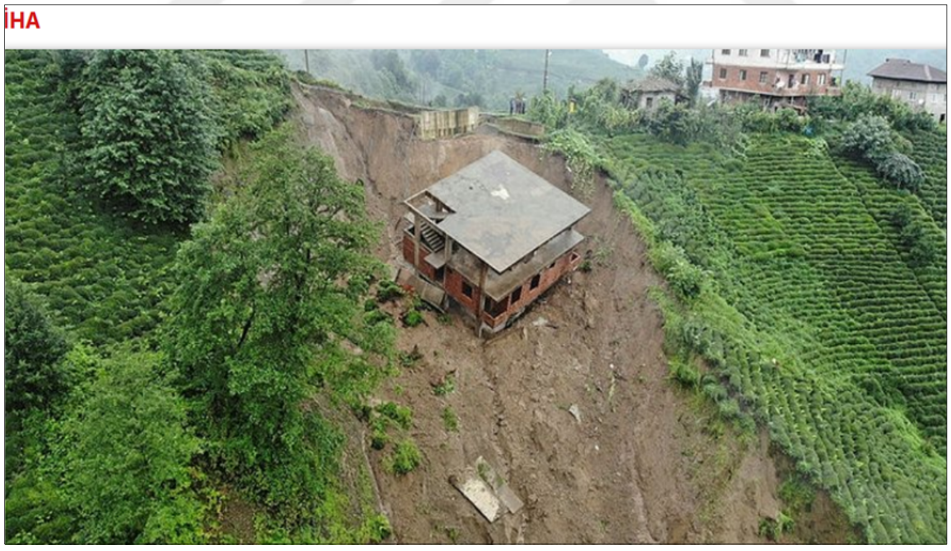


Şekil 1.8. 2022 Şubat ayında Brezilya'nın Petrópolis kentinde meydana gelen heyelan (BBC, 2022)

Ülkemizde, özellikle Karadeniz bölgesinde 1929, 1950, 1952, 1985, 1988 ve 1990 yıllarında büyük ölçüde can ve mal kaybına neden olan heyelanlar meydana gelmiştir. Tortum, Geyve, Ayancık, Sinop, Of, Sürmene, Sera/Trabzon ve Maçka/Çatak heyelanları, bu tarihlerde yaşanmış heyelanlardan bazılarıdır. Örneğin, 21.06.1990'da şiddetli yağışlardan sonra Maçka/Çatak bölgesinde meydana gelen heyelanda, 65 kişi yaşamını yitirmiş ve büyük maddi hasar ortaya çıkmıştır (Öztürk, 2002). 13 Temmuz 1995 Senirkent (Isparta) bölgesinde yaşanan moloz/çamur akması türündeki heyelanda ise, 74 kişi yaşamını yitirmiş ve yüzlerce konut toprak altında kalmıştır. 17.03.2005 tarihinde ise Sivas iline bağlı Koyulhisar ilçesindeki Sugözü köyünün Kuzulu Mahallesi'nde meydana gelen heyelanda da, 15 kişi yaşamını yitirmiş, köy camisi ve 21 ev toprak altında kalmıştır. Heyelan sırasında hareket eden malzemenin hacmi yaklaşık olarak 12.5 milyon m^3 olup,

heyelan dairesel duraysızlık şeklinde gelişmiştir. 26.08.2010 tarihinde ise, Rize ilinin Gündoğdu beldesinde meydana gelen heyalan sonucunda, 13 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, son derece büyük maddi hasar meydana gelmiştir. Bu kayıtlar, önemli oranda hasar veren ve can ve mal kaybına yol açmış heyelanlar olup, kayda girmeyen, yerleşim birimlerinden uzakta meydana gelen binlerce sayıdaki heyelan da dikkate alınırsa, ülkemizdeki heyelan sorunun çok daha ciddi boyutlarda olduğu söylenebilir (AFAD, 2015).

Şekil 1.9'da yer alan fotoğraf, 2021 yılı içerisinde Rize ilinde şiddetli yağışlar sonucu meydana gelen heyelana ait olup; 13 Temmuzda başlayan şiddetli yağmur sonucu meydana gelen bu heyelanda, 6 kişi hayatını kaybetmiş ve afetten 100'den fazla köy etkilenmiştir. Bölgedeki elektrik iletim hatları zarar görmüş ve yolların kapanması sonucu birçok köy ile bağlantı sağlanamamıştır.



Şekil 1.9. 2021 Ağustos ayında Rize'de meydana gelen heyelan (Sabah, 2021)

Heyelan afeti için yapılan değerlendirmede tüm illerin heyelandan belirli derecelerde etkilendiği görülmektedir. İller heyelan olay sayısına göre tek tek incelendiğinde; en az 3, en fazla 1123 heyelan olayı ile karşılaşıldığı tespit

edilmiştir. Sırasıyla en çok heyelan olayı gözlenen iller; Trabzon (1123), Rize (1049), Kastamonu (613) ve Erzurum (573)'dur. En az heyelan olayı gözlenen iller; Kırklareli (3), Mardin (4) ve Şanlıurfa (6)'dır (AFAD, 2021).

Çizelge 1.3. 1950-2008 yılları arasında meydana gelen afetler, olay sayısı ve afetten etkilenen/etkilenebilecek yapı sayısı (*Deprem olay sayısı, 1950'lerden bu yana meydana gelen deprem sayısı anlamına gelmemektedir. Depremlerde etkilenen ve gerektiğinde birden çok kez etüt edilen ve hasar tespit çalışması yapılan yerleşim birimleri sayısını belirtmektedir. **Çoklu afetler, bir yerleşim biriminde aynı anda meydana gelen birden fazla afet olayları anlamındadır). (https://heysemp.afad.gov.tr/tr/24326/Turkiyenin-Heyelan-Tarihcesi)

AFETİN TÜRÜ	AFET OLAY SAYISI	AFET OLAYLARINDAN ETKİLENEN/ETKİLENEBİLECEK DURUMDAKİ YAPI (KONUT ve İŞYERİ) SAYISI
HEYELAN	**13.494**	**59.345**
KAYA DÜŞMESİ	2.956	19.422
SU BASKINI	4.067	22.157
DEPREM	5.318*	158.241
DİĞER AFETLER	1.175	9.237
ÇIĞ	731	4.384
**ÇOKLU	2.024	12.210
TOPLAM	29.807	284.996

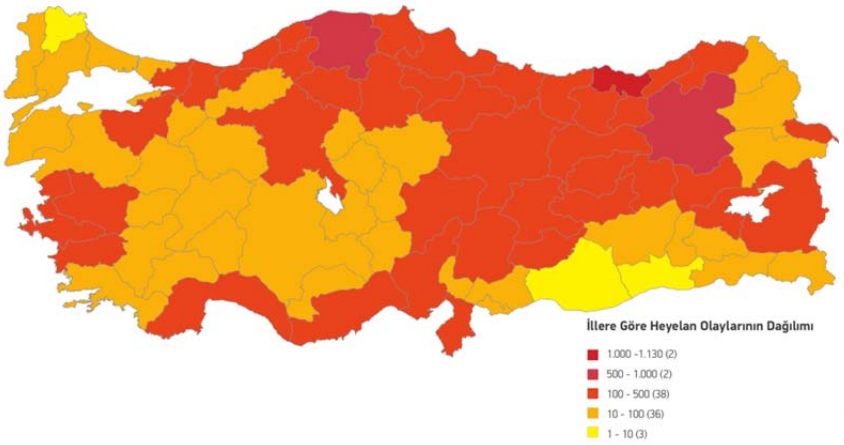
Çizelge 1.3'te afetin türüne, olay sayılarına ve etkilenen/etkilenebilecek durumdaki yapı (konut ve işyeri) sayılarına göre dağılımlarına bakıldığında; yerleşim birimlerinde en çok meydana gelen afet olayı % 45'lik oranla heyelanlardır. Heyelan olaylarından etkilenen/etkilenebilecek durumdaki toplam yapı sayısı 59.345, heyelan afetinden etkilenen/etkilenebilecek yapı sayısı ise 13.494'tür (AFAD, 2021)

Trabzon 4106 yapıdaki hasar göz önüne alındığında, heyelanlardan en çok zarar görmüş ilimizdir. İlçeler bazında yapılan değerlendirmeler sonucu; 922 ilçenin 2008 yılı itibariyle 679'unda, başka bir ifadeyle bütün ilçelerimizin % 73,6'sında heyelan olayları meydana gelmiştir. Bartın-Ulus (310), Trabzon-Maçka (238), Rize-Çayeli (213), Rize-Merkez (208) ve Karabük-Yenice (189) ilçeleri en fazla heyelan olayı gözlenen ilçelerdir. İlçelere göre heyelanlardan etkilenen yapı sayıları dikkate alındığında, en fazla heyelan zararına uğrayan ilçe; Karabük-Yenice'dir (1388). Heyelanlar nedeniyle en fazla hasar ve yıkıma uğrayan diğer ilçeler ise; Malatya-Hekimhan (1345), Bursa-İnegöl (1319), Muş-Merkez (1192) ve Bartın-Ulus (1160)'tur (AFAD, 2021).

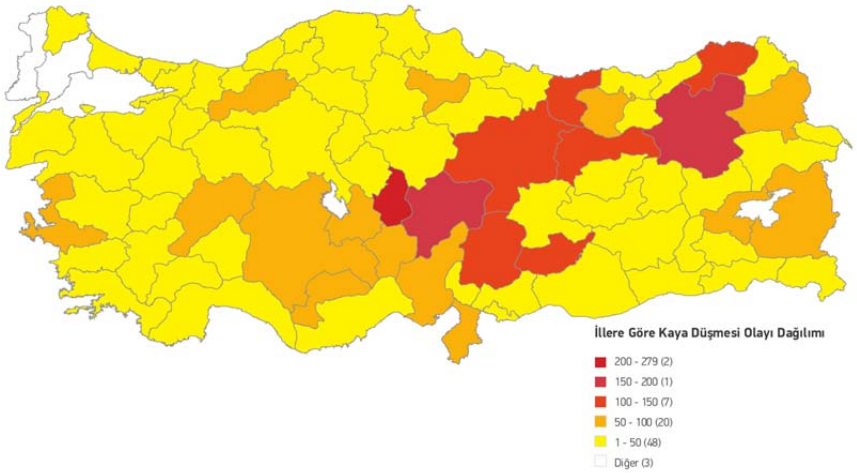
Jeolojik ve jeomorfolojik özellikler ele alındığında, ülkemizde başta Karadeniz bölgesi olmak üzere, Doğu Anadolu ve Orta Anadolu bölgeleri heyelanların sıkça geliştiği alanları kapsamaktadır (AFAD, 2015). Gökçe ve ark., (2008) tarafından yapılan afetlerin mekansal ve istatiksel dağılımının incelendiği çalışmada, afet bilgi envanteri içinde Türkiye'de, son 50 yılda meydana gelen afetlerden, 13.494 tanesi heyelan, 2.956 tanesi de kaya düşmesi olarak kayıtlara geçmiştir. Bu iki doğal afet türü için etkilenen toplam afetzede sayısı ise 78.767 olarak verilmektedir.

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa; Türkiye'deki heyelanlı yerleşim birimlerinin mekânsal dağılımının, özellikle "Türkiye İklim Sınıflandırması", "Türkiye Diri Fay Haritası" ve "Türkiye Jeoloji Haritası" ile hazırlayıcı ve tetikleyici parametrelerle uyumlu olduğu ortaya çıkmaktadır (AFAD, 2021).

Veri tabanında bulunan 35.741 adet yerleşim biriminden (il, ilçe, belde, belediye ve köyler) 5.472'sinde (% 15.31) heyelan olayı gözlenmiştir. Kaya düşmeleri için bu oran, 1.703 (% 4.76) olup, heyelan ve kaya düşmeleri için illere göre olay sayıları Şekil 1.10 ve Şekil 1.11'da sunulmuştur (Gökçe ve ark., 2008).



Şekil 1.10 Türkiye'de son 50 yılda meydana gelen heyelan olay sayısının illere göre dağılımı (Gökçe ve ark., 2008).



Şekil 1.11. Türkiye'de son 50 yılda meydana gelen kaya düşmesi olay sayısının illere göre dağılımı (Gökçe ve ark., 2008).

Her iki haritadaki veriler dikkate alındığında Adana ve İzmir illerinde heyelan olayının 100-500 arasında kaya düşmesi olayının ise; 50-100 arasında yaşandığı anlaşılmaktadır.

Ülkemizde 2021 yılı içerisinde 107 sel/su baskını, 66 orman yangını, 16 kar/tipi, 39 heyelan da ARAS (Doğal Afet Analiz Sistem) üzerinden kayıt altına alınmıştır (AFAD, 2021).

Dünyada ve ülkemizde azımsanmayacak ölçüde yaşanan heyelanların, oluşturduğu olumsuz etkileri en aza indirmek için; heyelan araştırma çalışmaları yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

1.3. Çalışma Alanlarının Tanıtılması

1.3.1. Saimbeyli (Adana) Çalışma Alanı

İnceleme alanı, Adana İli Saimbeyli İlçesi İslam Mahallesi M36A1 paftası içerisinde yer almaktadır. Şekil 1.12'de çalışma alanına ait yer bulduru haritası yer almakta olup, inceleme alanı Adana ilinin 158 km kuzeydoğusunda yer almaktadır.

(a)



(b)



Şekil 1.12. Saimbeyli'deki inceleme alanının (a) yer bulduru haritası, (b) uydu görüntüsü

İnceleme alanının kuzeybatısında Bozoğlan Tepesi (2410 m), güneydoğusunda Dede Dağı (1973 m), doğusunda Danakaya Tepesi (2000 m), kuzeydoğusunda Keçilik Dağı (1550 m) yer almakta olup, doğusunda Saimbeyli Deresi, güneydoğusunda Pınar Deresi, kuzeybatısında Solukoluk Pınarı bulunmaktadır. İncelenen alan ve çevresinin denizden yüksekliği yaklaşık 1000 metredir. Eğim %15-30 arasında değişmektedir.

Çalışma alanında Mülga (Kapatılmış) Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 10.06.1983, 01.04.1988 ve 06.04.1991 tarihli jeolojik etüt raporları düzenlenmiştir. Etüt raporlarıyla krokisi çizilen afet sınırlarının sayısallaştırılması amacıyla; Adana İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü tarafından 22.05. 2018 tarihli rapor hazırlanmış, bu alan 14.01.2019 tarih ve 615 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararıyla "Afete Maruz Bölge" ilan edilmiştir.

1.3.2. Feke (Adana) Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Adana ili Feke ilçesi İslam Mahallesi M35B19C2D paftası içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı yer bulduru haritası Şekil 1.13'te yer almakta olup, inceleme alanı Adana İlinin 125 km kuzeydoğusunda yer almaktadır.

(a)



(b)



Şekil 1.13. Feke'deki inceleme alanının (a) yer bulduru haritası (b) uydu görüntüsü

İnceleme alanının kuzeyinde Feke Dağı (1838 m), güneyinde Uğurlubağ (1554 m), güneydoğusunda Kaklık Tepesi (1600 m) ve Tekeç tepesi (1629 m) yer almakta olup, doğusunda Eleman Deresi, kuzeybatısında Karabacak Deresi bulunmaktadır. İncelenen alan ve çevresinin denizden yüksekliği yaklaşık 590 metredir. Eğim %20-30 arasında değişmektedir.

Çalışma alanında Mülga Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından 25.06.1978, 10.04.1980, 12.03.1981 ve 30.12.1993 tarihli jeolojik etüt raporları düzenlenmiş olup; 23.03.1979 tarih ve 17351 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile "Afete Maruz Bölge" ilan edilmiştir.

1.3.3. Karabağlar (İzmir) Çalışma Alanı

Çalışma alanı, İzmir İli Karabağlar İlçesi Uzundere Mahallesi L18A13D paftası içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı yer bulduru haritası Şekil 1.14'te yer almakta olup, inceleme alanı İzmir ilinin 18 km güneybatısında yer almaktadır.

(a)



(b)



Şekil 1.14. Karabağlar'daki inceleme alanının (a) yer bulduru haritası (b) uydu görüntüsü

İnceleme alanının kuzeyinde İzmir Körfezi, kuzeybatısında Sandallık Dağı (510 m), güneydoğusunda Karaütük Tepesi (301 m) yer almaktadır. İncelenen alan ve çevresinin denizden yüksekliği yaklaşık 120-170 metre arasındadır. Çalışma alanı içerisinde eğim % 0°-50° arasında değişmekte olup, alan genelde düz bir topoğrafya sahip olup; alan içerisinde en yüksek kot Şamlı Tepe (204 metre)'dir. Çalışma alanı içinden geçen en önemli dere güneybatı-kuzeydoğu yönünde akmakta olan, Uzun Deredir. Çalışma alanı düşük-orta eğimli alanlardır.

Mülga Bayındırlık ve İskan Müdürlüğünce Limontepe-Eski İzmir ve Cennetçeşme için düzenlenen 11.04.1985 tarihli Jeolojik Etüt Raporunda; yapı yoğunluğunu arttırıcı her türlü imar uygulamasından kaçınılması, zemin dokusunu bozucu her türlü derin kazı çalışmasına başlamadan önce gerekli teknik tedbirlerin yerine getirilmesi, atık suların heyelana neden olabileceği ve bu nedenle uygun şekilde atık suların toplanması, imar planlarının 1/1000 ölçekli halihazır harita üzerinden yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Mülga Afet İşleri Genel Müdürlüğünce 12.12.1995 tarihli Jeolojik Etüt Raporu düzenlenmiştir.

Seril İnş.San.ve Tic. Ltd. Şti.tarafından Temmuz 1995 tarihinde "İzmir-Aydın Çevre Yolunun Kuzeyinde Uzundere'de Olası Heyelan Sahaları Geoteknik Raporu" düzenlenmiştir.

Dokuz Eylül Üniversitesince 1997 tarihinde "Konak Belediyesi Uzundere-Peker Mahallesi Jeoloji ve Jeoteknik Etüt Raporu" hazırlanmıştır.

Tema Sondajcılık&Mühendislik tarafından 12.07.1997 tarihinde yapılan "İzmir-Uzundere 3441 Ada, 18 Nolu Parselin Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporu" adlı çalışmada; yüzey sularının yamaç ve dere boyunca Neojen birimleri erozyona uğratmasının önlenmesi, inşaat kazı ve dolgu işlerinde deprem yönetmeliğinin aynen uygulanması, dere kenarlarında ağaçlandırma ve ıslah yapılması, şev stabilitesi sağlayacak yapıların projelere dahil edilmesi, yüzey ve yeraltı sularına yönelik olarak uygun drenaj çalışmasının yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Dokuz Eylül Üniversitesi tarafından 13.12.2002 tarihinde "Konak (İzmir) Belediyesi, Limontepe-Uzundere Yöresine Ait Jeoteknik Etüt Raporu" hazırlanmış ve Mülga Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından onaylanmıştır.

Geomek Mühendislik Geoteknik Proje Maden İnş. Taah. Tic. Ltd. Şti. tarafından Aralık 2016'da "İzmir İli Karabağlar İlçesindeki 540 Hektar Riskli Alandan 06.06.1997 tarih ve 2232 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile Afete Maruz Bölge İlan Edilen Yaklaşık 116 Hektar Alanın, 7269 Sayılı Kanun'un 2'nci Maddesi ve 14'üncü Maddesi Hükümlerine Göre Değerlendirilmesine Yönelik Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu" hazırlanmış ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından 28.12.2016 tarihinde onaylanmıştır. Hazırlanan rapora istinaden 23.01.2017 tarih ve 2017/9829 sayılı Mülga Bakanlar Kurulu Kararı ile daha önceden alınan 12.03.1997 tarih ve 1997/9416 sayılı karar ile alınan Afete Maruz Bölge sınırları daraltılmıştır.

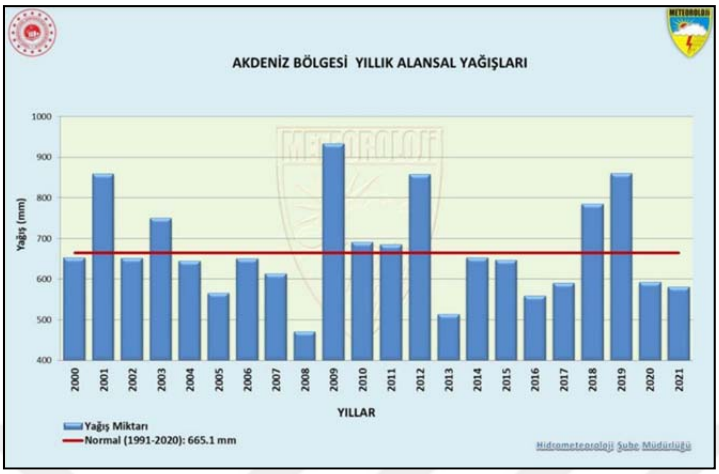
MSC Jeoteknik Sondajcılık İnş. Müh. San. ve Tic. Şti. tarafından Ocak 2018'de "İzmir İli Karabağlar İlçesi, Uzundere Mahallesi L18A-13D-3A, L18-13D-3D, L18A-13D-4B Pafta, 11345 Ada 2 Parsel İle 11344 Ada 2 ve 4 Nolu Parsellerin Afetsellik Durumlarının Değerlendirilmesine Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu" hazırlanmış ve 05.02.2018 tarihinde Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından onaylanmıştır. Hazırlanan rapora istinaden 12.03.2018 tarih ve 2018/11532 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile; 12.03.1997 tarih ve 1997/9416 Sayılı Mülga Bakanlar Kurulu Kararname kapsamından çıkarılarak Afete Maruz Bölge sınırları daraltılmıştır.

İzmir İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Karabağlar (Eski Konak) 15.01.2021 tarihinde etüt yapılmış ve 29.01.2021 tarihinde Jeolojik Etüt Raporu düzenlenmiştir. Rapor, daha önce alınan Afete Maruz Bölge Kararlarının koordinatlandırılarak sayısallaştırılması amacıyla yapılmıştır.

1.4. Çalışma Alanlarının İklim Özellikleri

1.4.1. Adana ilinin İklim Özellikleri

Adana, Akdeniz iklim özelliklerini taşır. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır. Bölgede meydana gelen yağışlar, genellikle yamaç yağışları ve gezici hava kütlelerinin karşılaşması ile oluşur. Ortalama yağış miktarı 625 mm'dir. Yılın ortalama 74 günü yağışlı geçer. Yağışlar %51 kışın, %26 ilkbaharda, %18 sonbaharda, %5 yazın düşer. Yazın havanın nemle yüklü olmasına karşılık, bazı yıllarda yaz aylarında hiç yağış düşmediği görülür. Yazın bir alçak basınç merkezi olan Çukurova'ya denizden ve Toroslar'dan hava akımı olur. Böylece dinamik nedenli bir yüksek basınç merkezi oluşur. Bir taraftan denizden gelen nemli hava, diğer taraftan barajlar ve ovanın sulanması nedeniyle nem artar. İklimin ve enlemin etkisiyle ısınan hava, birikim nedeniyle ağırlaştığı için yükselemez ve doyma noktasına ulaşamaz. Böylece yazın nem yüklü sıcak bir hava görülür. Ortalama nisbi nem % 66 olmakla beraber, yazın % 90'ın üzerine çıkar. 37 yıllık ortalama sıcaklık 18.7 °C'dir. En soğuk ay Ocak, en sıcak ay Ağustos'tur. Ocak ayı ortalaması 9 °C, Ağustos ayı ortalaması 28 °C'dir. Ovanın sıcak olmasına karşılık, yükselti ve yüzey şekillerine göre iklim şartları çok değişir. Yağışlarda da değişme görülür. Dağlık kesimde yağışlar doğal olarak fazladır (Feke'de 930.5 mm., Saimbeyli'de 805 mm.) Ovada ender olarak görülen kar, dağlarda erken başlar ve bazan aylarca kalır. Adana'da yılın 195.6 günü yaz günüdür. Bu günlerin 134.4'ü tropik gün olarak belirlenmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022).



Şekil 1.15. Akdeniz Bölgesi yıllara göre yağış dağılımı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022)

Şekil 1.15'deki Akdeniz Bölgesi'ne ait 2000-2021 yıllarına ait yağış verileri incelendiğinde; Akdeniz Bölgesi'nde 2000-2021 yılları arasında düzensiz bir yağış rejimi olduğu görülmektedir. 2008 yılında normal seviyenin çok altında yağış almışken, 2009 yılında normalin çok üstünde bir yağış almıştır. Yıllık normal yağış miktarı 665.1 mm iken, 2020 ve 2021 yıllarında yağışın normal seviyenin oldukça altında olduğu; 2018 ve 2019 yıllarında ise normal değerlerin çok üstünde bir yağış gerçekleştiği görülmektedir.

ADANA	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1929 - 2020)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	9.5	10.5	13.4	17.5	21.8	25.6	28.2	28.7	26.1	21.7	15.9	11.2	19.2
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	14.8	16.2	19.5	23.7	28.3	31.7	33.9	34.7	33.1	29.1	22.6	16.8	25.4
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.2	6.0	8.3	11.9	15.8	19.8	23.0	23.3	20.1	15.7	10.7	6.9	13.9
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.5	5.3	6.0	7.1	9.1	10.5	10.7	10.2	9.0	7.4	5.9	4.3	7.5
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.0	10.9	10.6	9.9	7.5	3.7	1.2	1.1	3.3	6.7	7.8	11.1	85.8
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	111.1	89.6	65.0	51.1	48.7	22.2	10.2	9.6	19.6	43.6	71.2	126.2	668.1
	Ölçüm Periyodu (1929 - 2020)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	26.5	28.5	32.0	37.5	41.3	42.8	44.4	45.6	45.1	41.5	34.3	30.8	45.6
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.1	-6.6	-4.9	-1.3	5.6	9.2	13.2	14.8	9.3	3.5	-4.3	-4.4	-8.1

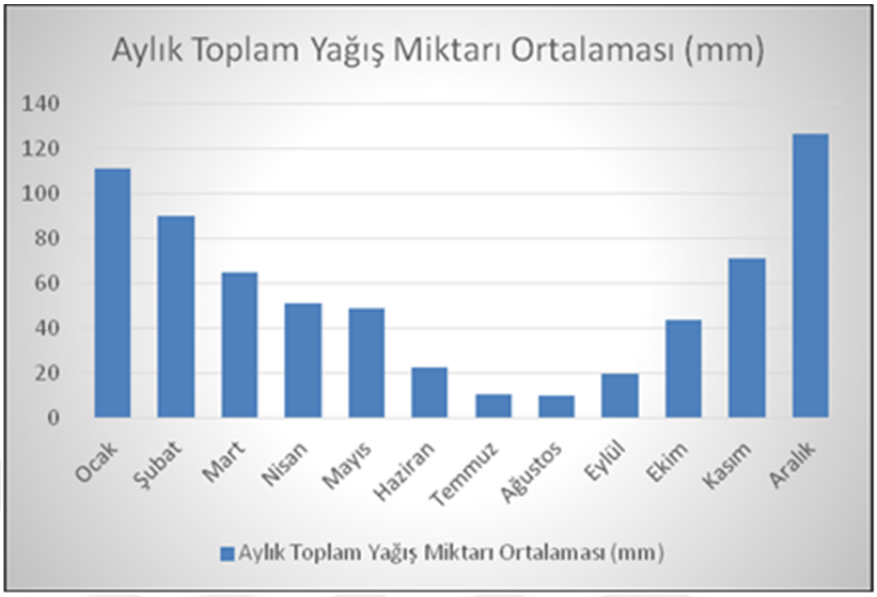
Şekil 1.16. Adana iline ait meteorolojik veriler (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022)

Adana ilinde; Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Şekil 1.16'daki meteorolojik verilerine göre, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 45.6 °C, en düşük sıcaklık ise, -8.1 °C olarak Ocak ayında ölçülmüştür. En fazla aylık ortalama yağışlı gün sayısı 12 gün ile Ocak ayında yaşanmışken, en fazla yağış da ortalama 126.2 mm ile Aralık ayında düşmüştür. Ortalama en yüksek sıcaklık 34.7 °C ile Ağustos ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise, 5.2 °C ile Ocak ayında gerçekleşmiştir.



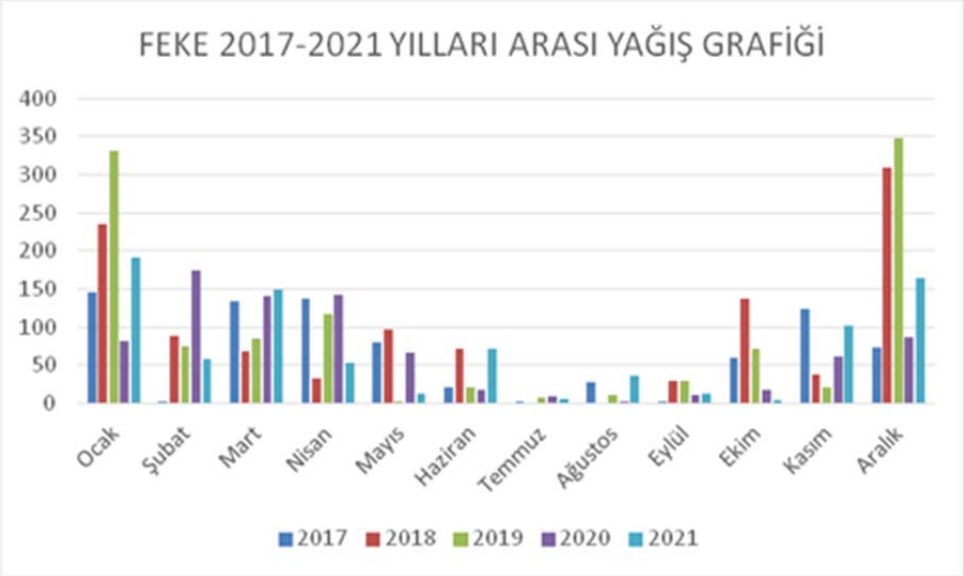
Şekil 1.17. Adana ortalama sıcaklık değerleri grafiği (°C)

Şekil 1.17'deki Adana ilinin ortalama sıcaklık değerleri grafiği incelendiğinde; en yüksek sıcaklığın 28.7 °C ile Ağustos ayında; en düşük sıcaklığın ise; 9.5 °C ile Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 1.18. Adana ili aylara göre toplam yağış miktarı ortalaması (mm)

Şekil 1.18'deki Adana ilinin aylara göre toplam yağış miktarı grafiğine göre en fazla yağışın Aralık ayında; en az yağışın ise Ağustos ayında düştüğü görülmektedir.



Şekil 1.19. Feke 2017-2021 yılları arası yağış grafiği

Şekil 1.19'da Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan verilere göre hazırlanan 2017-2021 yıllarını kapsayan Feke ilçesinin yağış grafiği görülmektedir. Grafiğe göre en fazla yağış Ocak ve Aralık aylarında ve 2019 yılında meydana gelmiştir. Yaz mevsimine yaklaştıkça yağışların düştüğü, sonbahardan kışa geçerken tekrar yükseldiği görülmektedir.



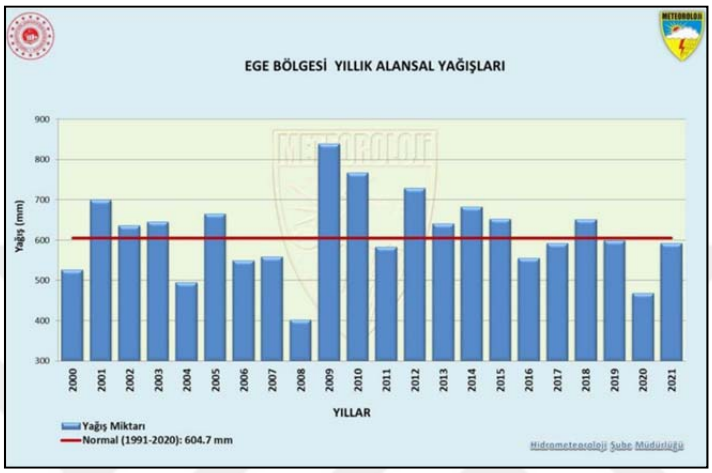
Şekil 1.20. Saimbeyli 2017-2021 yılları arası yağış grafiği

Şekil 1.20'de Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan verilere göre hazırlanan 2017-2021 yıllarını kapsayan Saimbeyli ilçesinin yağış grafiği görülmektedir. Grafiğe göre en fazla yağış Mart ve Aralık aylarında meydana gelmiştir. Saimbeyli ilçesi, grafiğe göre; yaz ayları hariç her ay yağış alan bir bölge olarak değerlendirilebilir.

1.4.2. İzmir İlinin İklim Özellikleri:

İzmir ili Orta Enlem kuşağında, denizsel etkilere açık, iç deniz özelliği gösteren körfez yapısı ile Kıyı Ege şeridinin tektonik özelliğine göre iklimsel karakter göstermektedir. Orta Enlem kuşağında yer alması ve kıyı şehri olması nedeni ile Akdeniz iklimi karakteri hakimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve bol yağışlı, bahar ayları ise geçiş özelliği gösterir. Güneşlenme potansiyeli yüksektir. Rüzgâr durumu denize açık kıyı şeridi ve farklı topografik yapıları bir arada bulundurması nedeni ile önemli bir potansiyel oluşturmaktadır. Güneşlenme süresi ve yeterli düzeyde yağış miktarına bağlı olarak toprak yapısı tarımsal açıdan uygun iklim

özelliğine sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları, (Rüzgâr ve Güneş) açısından da önemli sayılabilecek düzeydeki bir potansiyele sahiptir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022).



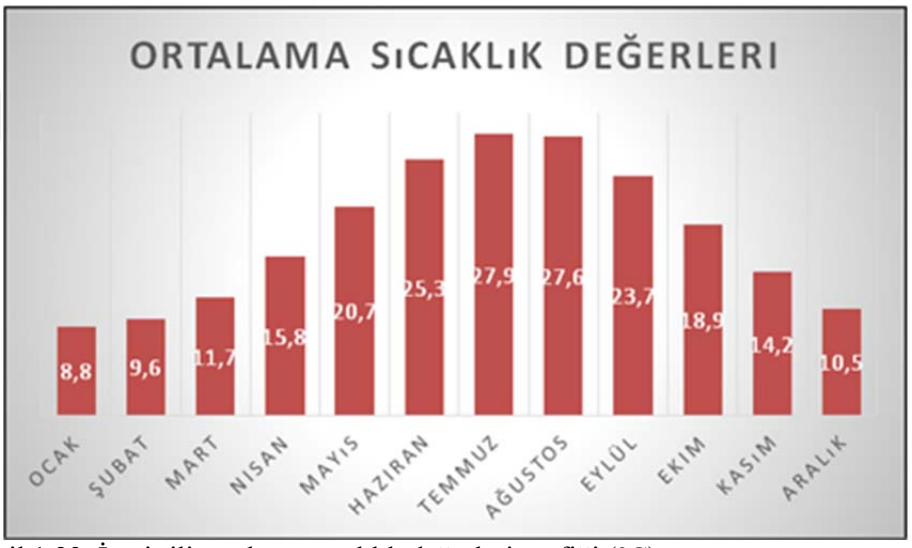
Şekil 1.21. Ege Bölgesi yıllık alansal yağış grafiği (mm) (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022)

Şekil 1.21'de 2000-2021 yılları arasında Ege Bölgesinin yıllık alansal yağış grafiğine göre; yıllık normal yağış 604.7 mm iken özellikle 2009 yılından itibaren yağış miktarında düşüş eğilimi olduğu, 2019-2021 yıllarında yağışın normal seviyenin altında olduğu görülmektedir.

IZMIR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
	Ölçüm Periyodu (1938 - 2020)												
Ortalama Sıcaklık (°C)	8.8	9.6	11.7	15.8	20.7	25.3	27.9	27.6	23.7	18.9	14.2	10.5	17.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.4	13.6	16.3	20.9	26.1	30.7	33.2	32.9	29.2	24.0	18.6	14.0	22.7
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	5.7	6.2	7.7	11.1	15.4	19.8	22.4	22.3	18.7	14.6	10.7	7.5	13.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.3	5.2	6.4	8.0	9.8	11.6	12.3	11.9	10.1	7.6	5.6	4.2	8.1
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	14.0	11.7	10.7	9.1	7.0	3.5	0.7	0.9	2.7	6.6	10.1	14.4	91.4
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	135.0	101.9	75.4	46.1	31.8	12.0	4.1	5.6	15.5	44.8	92.6	145.7	710.5
	Ölçüm Periyodu (1938 - 2020)												
En Yüksek Sıcaklık (°C)	22.4	27.0	30.5	32.5	37.6	41.3	42.6	43.0	40.1	36.0	30.3	25.2	43.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-8.2	-5.2	-3.8	0.6	4.3	9.5	15.4	11.5	10.0	3.6	-2.9	-4.7	-8.2

Şekil 1.22. İzmir iline ait meteorolojik veriler (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022)

Şekil 1.22'deki İzmir iline ait Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre, en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 43 °C, en düşük sıcaklık ise, -8.2 °C olarak Ocak ayında ölçülmüştür. En fazla aylık ortalama yağışlı gün sayısı 14.4 ile Aralık ayında yaşanmışken, en fazla yağış da ortalama 145.7 mm ile Aralık ayında düşmüştür. Ortalama en yüksek sıcaklık 33.2 °C ile Temmuz ayında, ortalama en düşük sıcaklık ise, 5.7°C ile Ocak ayında gerçekleşmiştir.



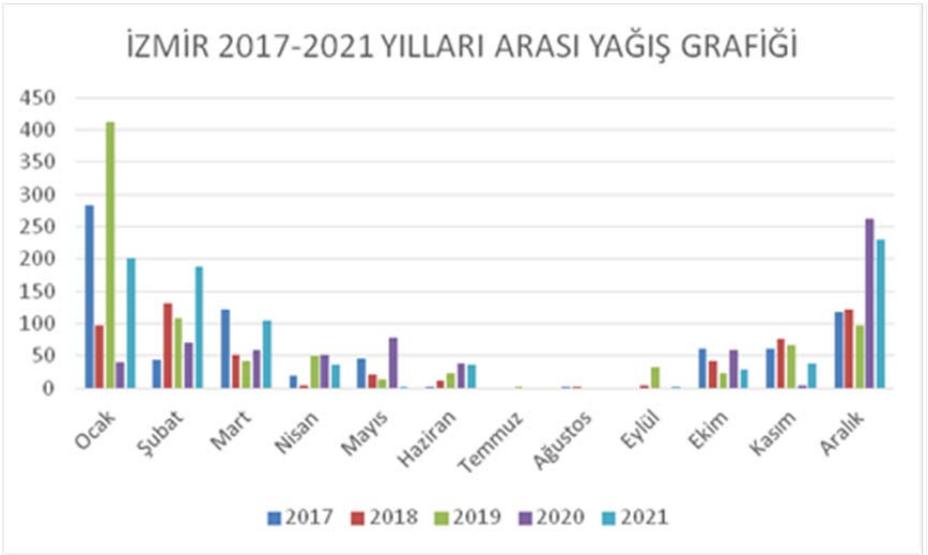
Şekil 1.23. İzmir ili ortalama sıcaklık değerleri grafiği (°C)

Şekil 1.23'deki İzmir ilinin ortalama sıcaklık değerleri grafiği incelendiğinde; en yüksek sıcaklığın 27.9 °C ile Ağustos ayında; en düşük sıcaklığın ise; 8.8 °C ile Ocak ayında gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 1.24. İzmir ili aylara göre toplam yağış miktarı ortalaması (mm)

Şekil 1.24'deki İzmir ilinin aylara göre toplam yağış miktarı grafiğine göre en fazla yağışın Aralık ayında; en az yağışın ise Temmuz ayında düştüğü görülmektedir.



Şekil 1.25. İzmir 2017-2021 yılları arası yağış grafiği

Şekil 1.25'de Meteoroloji Müdürlüğü'nden alınan verilere göre hazırlanan 2017-2021 yıllarına ait İzmir'in yağış grafiği görülmektedir. Grafiğe göre en fazla yağış Ocak 2019 ve Aralık 2020 aylarında meydana gelmiştir. Yaz aylarına yaklaştıkça yağışların azaldığı, Temmuz ve Ağustos aylarında ise bölgenin yağış almadığı görülmektedir.

1.5. Çalışma Alanlarının Bitki Örtüsü:

1.5.1. Adana İlinin Bitki Örtüsü:

Adana çevresindeki bitki örtüsü, Akdeniz iklim özelliklerini taşır. 700-800 m'ye kadar bodur ağaçlardan oluşan makiler görülür. Ancak, özellikle yerleşim ve tarım alanlarının yer aldığı alçak düzlüklerde, doğal bitki örtüsü insan eliyle büyük tahribe uğramış, çoğu yerde bütünüyle ortadan kaldırılmıştır. Daha önceleri bu yerlerin doğal bitki örtüsünü, dayanıklı kızılçam ve bazı meşe ormanları oluştururken, bütün Akdeniz bölgesinde geniş yayılma gösteren maki topluluğu, ormanların yok edilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Ormanların ortadan kaldırılmadıkları yerlerde, hemen kıyı gerisinde başlayan ve 800 m'ye çıkan maki toplulukları içinde rastlanan küçük kızılçam orman kalıntıları, bu durumun kanıtıdır.

800 metre yükseklikte başlayan ormanlar, daha alçak düzeylerde yayvan yapraklı ağaçlardan (çoğunlukla meşe), daha yükseklerde ise iğne yapraklı ağaçlardan (sedir) oluşur. Yaz mevsiminin kuraklığı ve uzunluğu bitki örtüsündeki çeşitliliği azaltır. 2800 metreden sonra yavaş yavaş seyrelen sedir toplulukları, yerlerini Alp, alp altı ve Alp tipi çayırlara bırakır. Alp tipi çayırlar sayısız çiçekleriyle bir halı görünümündedir.(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022)

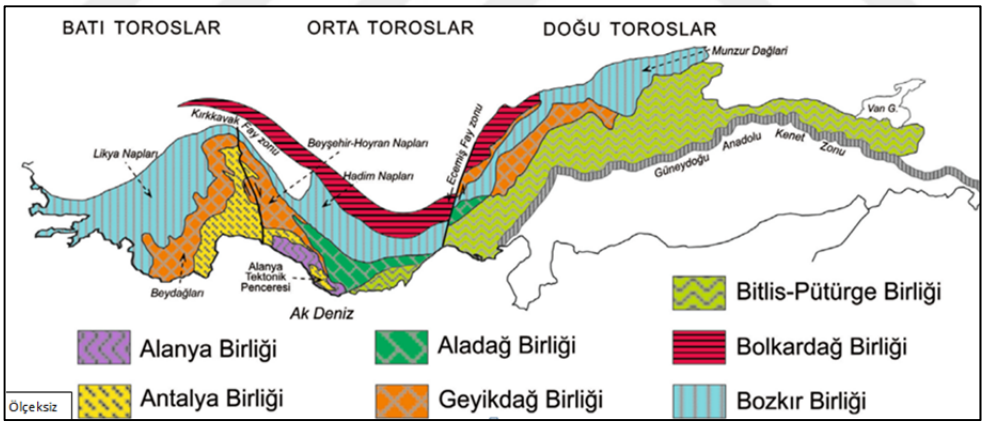
1.5.2. İzmir İlinin Bitki Örtüsü

İzmir bitki örtüsü yönünden Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Akdeniz bitkilerinin her türü bulunmaktadır. Yüzyıllar boyu aşırı otlatma, yangın ve tarla açma nedenleriyle ormanların ortadan kalktığı yerlerde, maki florası kendini göstermektedir. Maki florasına ardıç, pırnal, kermes meşesi, yabani zeytin, çitlembik, sakız, akçakesme, tesbih, katırtırnağı, gibi kuraklığa dayanıklı ağaççıklar girer. Makilik alanlar, denizden 600 m. yüksekliğe kadar çıkmaktadır. Dağlık kesimlerin büyük kısmı ormanlıktır. Ormanlar il içerisinde 431786 hektar bir alanı kaplar. Ormanların kapladığı alan, il arazisinin % 41'idir. Denizden 600 m. yüksekliğe kadar kızılçam, daha yukarılarda karaçam ormanları vardır. Bergama'nın Kozak, Cumaovası'nın Güner, Torbalı'nın Helvacı Köyü çevresinde doğal olarak yetişmiş fıstıkçamı ormanları bulunur. Toprağı elverişli, kuytu ve nemli dere yataklarında çınar, kestane, dişbudak, söğüt, kavak, akçaağaç, karaağaç ve kızılcık gibi yapraklı ağaçlar yayılış gösterir. Palamut meşesi de ilin ormanlarının karakteristik ağaçlarından birisidir. (İzmir Valiliği, 2022)

1.6. Çalışma Alanları Jeolojisi

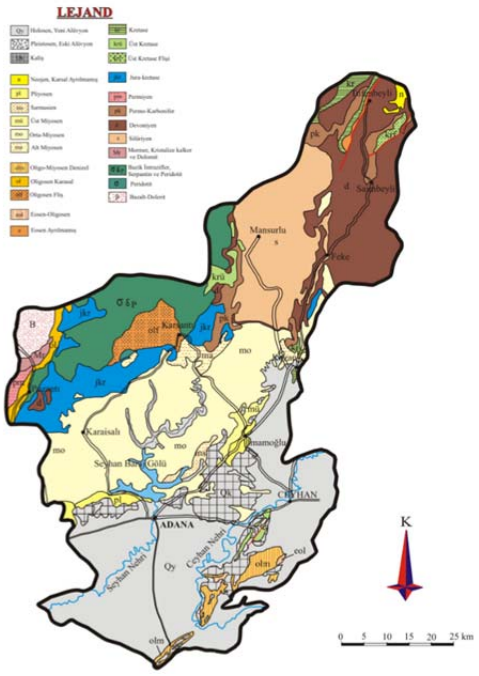
1.6.1. Adana Bölge Jeolojisi

Türkiye, başlıca beş farklı kenet kuşağınca birbirinden ayrılmış birçok tektonik birliğin bir araya geldiği özel bir jeolojik konuma sahiptir. Alpin orojenez evresinde şekillenmiş olan çalışma alanı bu tektonik birliklerden Anatolid-Torid Platformu'nda yer almaktadır. Bu platformu temsil eden Toros Dağları, birçok araştırmaya konu olmuş ve farklı araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Blumental, 1941: Özgül, 1976: Özgül, 1984: Brunn ve ark., 1971: Özgül ve ark., 1973: Tekeli, 1980: Metin, 1984: Ünlügenç ve ark., 1990: Ünlügenç, 1993: Özgül ve Kozlu, 2002). Toroslar, stratigrafik özellikleri ve içerdikleri kaya birimlerinin birbirinden farklı havza koşullarını yansıtmalarından dolayı Bolkardağ, Aladağ, Geyikdağı, Alanya, Bozkır ve Antalya adlarıyla altı farklı tektonik birliğe ayrılmıştır. Konumsal olarak Toroslar batıda Kırkkavak, doğuda Ecemiş faylarıyla üçe bölünmüş Batı, Orta, Doğu Toroslar olarak adlandırılmıştır.

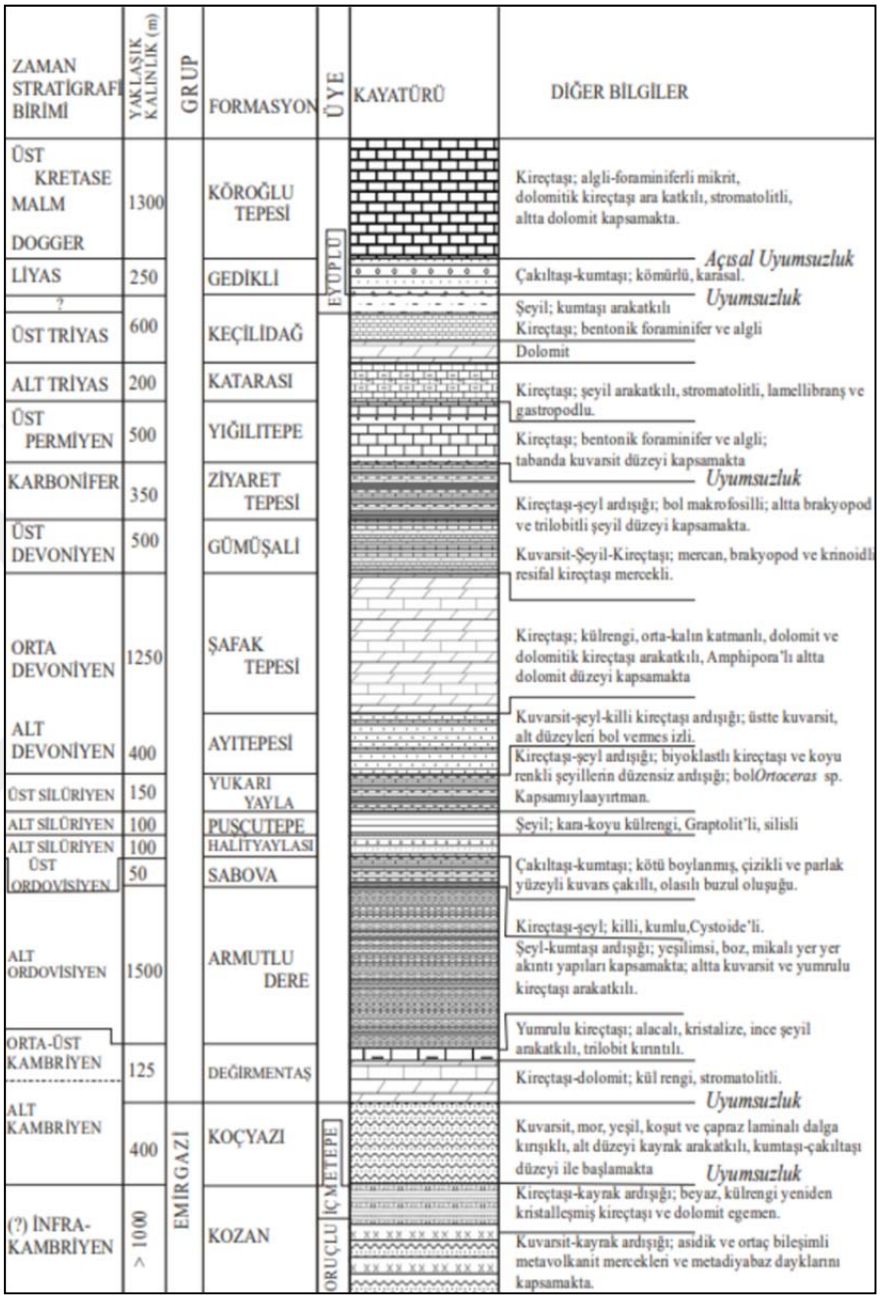


Şekil 1.26. Toros kuşağında yer alan birlikler (Özgül, 1976:Işık ve ark., 2016)

İnceleme alanları (Saimbeyi ve Feke), Adana ve kuzeyinde geniş alanlar kapsayan Geyikdağı Birliği içerisinde yer almakta olup, Toroslar kuşağında birliğin yeri Şekil 1.26'da yer almaktadır. Diğer birliklerle karşılaştırıldığında göreli otokton konumunda bulunan Geyikdağı birliği, Kambriyen Lütesiyen aralığında çökelmiş, başlıca karbonat ve kırıntılı kayalardan oluşan ve çok sayıda uyumsuzluk içeren bir istiftir. Doğu Toroslar'da Adana ili kuzeyinde Kozan, Feke, Saimbeyli, Tufanbeyli ilçeleri civarında geniş alan kaplayan Geyikdağı birliği; Kambriyen'den Tersiyer'e değin uzanan zaman aralığında çökelmiş, başlıca şelf tipi karbonat ve kırıntılı kayaları kapsar (Özgül ve ark., 1973: Metin, 1984: Kop, 2003: Usta ve ark., 2004). Adana iline ait jeoloji genel haritası ise Şekil 1.27'de; Özgül ve Kozlu (2002) tarafından hazırlanmış Geyikdağ tektonik birliğini temsil eden genelleştirilmiş dikme kesit içerisinde yer alan formasyonlar Şekil 1.28'de yer almaktadır.



Şekil 1.27. Adana ilinin jeoloji genel haritası (Usta, 2012)



Şekil 1.28. Geyikdağ tektonik birliğini temsil eden genelleştirilmiş dikme kesit (Özgül ve Kozlu, 2002) (Ölçeksiz).

Emirgazi Formasyonu

Adını Tufanbeyli ilçesinin batısında yer alan Emirgazi köyünden almış olup ilk kez Özgül ve ark. (1973) tarafından bu bölgedeki yüzeylemeleri için kullanılmıştır. Formasyon, aralarında düşey ve yanal olarak geçiş gösteren kumtaşı (%5-25 feldspat), silttaşı ve kiltaşından oluşur. Farklı boyutlarda dolomit, kireçtaşı ve kuvarsit tabaka ve mercekleri içerisinde bulunmaktadır. İnce, yer yer kalın tabakalı, bazı seviyeleri dereceli ve çapraz tabakalanmalı, laminalı ve eklemli olup, Emirgazi formasyonu gri, yeşil, kahverengi ve mor renklidir. Sığ ve enerjisi yüksek bir ortamda çökelmiş formasyonun malzemesi, graysik veya granitik bir temelden oluşmuştur. %10-20 feldispat, %70-80 kuvars ile daha az oranda kil taneleri ile birlikte zirkon, biyotit, turmalin, muskovit taneleri içerir. Eklem ve çatlak tabaka yüzeylerinde gözlenen spekülarit sıvaması, formasyon için ayırt edici bir özelliktir. Taban ilişkisi gözlenmez. Formasyonda fosil bulunmamakta olup, formasyon yaşı Alt Kambiriyen olarak kabul edilmiştir (Özgül ve ark.1973).

Değirmentaş Formasyonu

Formasyon adı Demirtaşlı 1967) tarafından tanımlanmıştır. Emirgazi formasyonu üzerinde dereceli geçişli olarak gelmiştir. Formasyon içinde; kireçtaşı, dolomit ve yumrulu kireçtaşı farklı yerlerde yanal geçiş göstererek birbirlerinin yerlerini alır. Siyah ve gri renkli olup, kalın-orta tabakalıdır. Oluşum ortamı genel olarak durgundur. Formasyon kalınlığı, yanal olarak kısa mesafelerde birbirinden farklı değerler verir. Formasyon yaşı, Orta Kambriyen'dir (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002).

Armutludere Formasyonu

Toros kuşağında en geniş yayılma gösteren formasyon olarak bilinmektedir. İlk kez Demirtaşlı (1967) tarafından tanımlanmıştır. Formasyon silttaşı ile başlayıp kumtaşı ve silttaşı ardalanması olarak devam eder. Çapraz lamina yapıları görülmektedir. Bu da düşük enerjili ortamda oluşum olduğunu göstermektedir. Armutludere Formasyonu fosil bakımından fakirdir. Bazı

araştırmacılar tarafından formasyonun, Ordovisiyen'i temsil eden *Brachiopoda*, *Trilobit* ve *Graptolit* fosillerini içerdiği belirtilmiştir (Demirtaşlı, 1967: Özgül ve ark., 1973: Ayhan ve İplikçi, 1980).

Halityaylası Formasyonu

Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı ve şeyl türü kırıntılı kayalardan oluşan birim, Doğu Toroslar'da ilk kez Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır. Halityaylası Formasyonu adlaması birçok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Demirtaşlı 1967: Özgül ve ark., 1973: Metin ve ark., 1982, 1986, 1993: Metin, 1983/84, 1986: Tutkun, 1984: Ayhan, 1987, Usta ve ark., 2004: Yılmaz, 2004: Bedi ve Usta, 2006: Usta ve ark., 2013). Altta yarı köşeli, köşeli, kötü boylanmalı, kalın tabakalı olan konglomeranın çakılları çoğunlukla kuvarstır. Üste doğru tane boyunun incelmesiyle orta tabakalı, laminalı, eklemli, dereceli ve çapraz tabakalanmalı kumtaşlarına geçer. Gri, mor renkli olan Halityaylası Formasyonu sığ ve yüksek enerjili bir ortamda çökelmiştir. Formasyon içerisinde fosil bulunmamaktadır. Bölgede yapılan önceki çalışmalarda birimin yaşı erken Silüriyen olarak kabul edilmiştir (Özgül ve ark, 1973: Metin, 1983/84: Ayhan, 1987; Kop, 2003: Şenel ve ark, 2002: Usta ve ark, 2004: Bedi ve Usta, 2006: Usta ve ark, 2013)

Pusçutepe Formasyonu

Birim Demirtaşlı (1967) tarafından Puşçutepe şeyli olarak tanımlanmıştır (Özgül ve ark, 1973: Metin ve ark, 1982, 1986: Metin, 1983/84, 1984, 1986; Yetiş, 1988 b; Özgül ve Kozlu, 2002; Göncüoğlu ve ark, 2004). Daha sonra, Ayhan (1987) birimi Puşçutepe Formasyonu olarak adlandırmıştır. Formasyon; siyah, gri renkli, ince tabakalı, laminalı ve bol graptolit fosilli şeyl içerir. Tabanda Halityaylası Formasyonu ile uyumlu bir yapı gözlenirken, üstte yumrulu kireçtaşı ile temsil edilen Yukarıyayla Formasyonuna geçer. Sahile yakın, düşük enerjili bir ortamda çökelmiştir. Yaşı Alt Silüriyen'dir (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002).

Yukarıyayla Formasyonu

Orthoceras'lı kireçtaşı, şeyl ve silttaşı ardalanmasından oluşan birim Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır. Birimin tip kesiti, Tufanbeyli ilçesinde bulunmaktadır (Demirtaşlı, 1967). Altta Puşçutepe Formasyonu ile üstte ise Ayıtepesi Formasyonu ile uyumludur. Geç Silüriyen yaşlıdır. Üst seviyelerine doğru tane boyundaki artış ve düşey biyotürbasyon yapılarının varlığı nedeniyle gittikçe sığlaşan, yüksek enerjili bir şelf ortamında çökeldiği düşünülmektedir (Yılmaz, 2004).

Ayıtepesi Formasyonu

Devoniyen istifinin ilk birimi olan Ayıtepesi Formasyonu Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır ve adını Tufanbeyli ilçesinin kuzeyinde yer alan Ayıtepesi'nden almaktadır. Alt dokanağında Yukarıyayla Formasyonu, üst dokanağında Şafaktepe Formasyonu uyumlu olarak yer alır (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002). Tabanda silis nodülleri içeren, ince tabakalı, sarımsı-kahverengi silttaşları ve yeşilimsi siyah renkli şeyl ardalanmasıyla başlayan birim, beyazımsı sarı kumtaşları- koyu gri silttaşlarıyla devam eder ve orta tabakalı, sarımsı beyaz renkli kumtaşı-dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşı ardalanmasıyla son bulur.

Ayıtepesi Formasyonu, yük yapıları, ripple marklar, teknemsi ve balık kılçığı çapraz tabakalar, kuruma çatlakları ve düşey canlı izleri seviyeleri içermektedir.

Fosil içeriği açısından fakir olan birimin yaşı, brachiopoda (Strefeodonta sp.), mercan, krinoid, saptanmış olup trilobit fosilleri ve stratigrafik konumuna göre yaşı Alt Devoniyen olarak kabul edilmiştir.

Özellikle içerdiği sedimentolojik yapılara bakılarak, Ayıtepesi Formasyonu'nun dalga etkili, sığ, yüksek enerjili bir ortamda çökeldiği; üste doğru ortamın biraz daha derinleştiği düşünülmektedir (Yılmaz, 2004).

Şafaktepe Formasyonu

İlk kez Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılan Şafaktepe Formasyonu, Doğu Toroslarda Tufanbeyli-Kozan arasında geniş alanlar kaplamaktadır. Şafaktepe Formasyonu; altta Ayıtepesi, üstte Gümüşali Formasyonlarıyla uyumludur. Birimin tip kesit yeri, Tufanbeyli dolaylarında Gümüşali köyünün 3-4 km kuzeybatısında Şafak tepede bulunur (Demirtaşlı, 1967).

Birim, taban seviyelerinde stramatoporoidli ve sarımsı boz- koyu gri dolomitik kireçtaşlarıyla başlar. Tabanda fosil içeriği düşük olan formasyon, üste doğru şeyl ara katkılı ve kuvarsitik kumtaşlarıyla ardalanmalı olan yer yer yumrulu kireçtaşlarıyla devam eder ve fosil içeriği artar. Şafaktepe Formasyonunun tavanında siyahımsı gri yeşilimsi gri renkli, laminalı çamurtaşı ve kuvarsit arakatkılı, yer yer merceksi, bol fosilli kireçtaşları bulunur.

Amphipora, *brachiopoda* ve mercanlar bu birimde bolca bulunmaktadır. Yılmaz (2004)'ın saptadığı fosiller *Amphipora ramosa* (Phillips), *Michelina* sp., *Rugosa, Favositidae ve Cyctillid'lere* göre birimin yaşı Orta Devoniyen'dir.

Fosil içeriği, litolojik özellikleri ve kırıntılı ara katkıları dikkate alındığında Şafaktepe Formasyonu'nun dalga enerjisinin yüksek olduğu, yer yer resifal karakter gösteren şelf ortamında çökeldiği düşünülmektedir (Ayhan, 1988: Yılmaz, 2004).

Gümüşali Formasyonu

Biyostratigrafik olarak belirlenmiş Kellwasse eventinin, içerisinde yer aldığı litostratigrafik birim olan Gümüşali Formasyonu, Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır. Altta Şafaktepe, Üstte Ziyarettepe Formasyonlarıyla olan dokanakları uyumludur. Yılmaz (2004) yaptığı ölçümlerle formasyonun kalınlığının 480- 590 m arasında değiştiğini saptamıştır.

Başlıca resifal kireçtaşı-şeyl ve kumtaşından oluşan birim, tabanda ortalama tabaka kalınlığı 5–15 cm olan sarımsı-kırmızımsı kahverengi kireçtaşı-silttaşı ve laminalı şeyl ardalanmasıyla başlar. Üste doğru oldukça dağılgan olan

bitümlü seyller ve bunlarla ara katkılı ince silttaşları gelir. Bu seviyeyi killi kireçtaşları ve şeyller takip eder. Birimin tavanında bol brachiopodlu, killi kireçtaşları ve şeyl ardalanmasının üzerinde kırmızımsı kahverengi oolitik demirli kumtaşı ve çamurtaşı seviyeleri yer almaktadır.

Gümüşali formasyonu çapraz tabakalanma, laminalanma, ripple marklar, yük yapıları ve biyotürbasyon yapıları bakımından zengindir. Birim, oldukça bol fosil içeriğiyle dikkati çekmektedir. Trilobitler, mercanlar, brachiopodlar, gastropodlar, bryzoonlar oldukça bol bulunmaktadır. Birimin yaşı, *Phillipsastraca schaffer (Penecke)*, *Thamnopora* sp., *Hexagonaria* sp., *Alveolites* sp., *Zaphrentis* sp., *Cyrtospirifer* sp., *Michelina* sp. ve *Hexagonaria hexagona (Goldfuss)* fosillerine göre Geç Devoniyen olarak saptanmıştır (Yılmaz, 2004).

Litolojik özellikleri, fosil içeriği ve sedimenter yapıları göz önünde bulundurulduğunda Gümüşali Formasyonu'nun çökelme ortamının sığ, karasal malzeme girdisinin bol olduğu self ortamını karakterize ettiği düşünülmektedir (Ayhan, 1988: Yılmaz, 2004).

Ziyarettepe Formasyonu

Kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitten oluşan birim Demirtaşlı (1967) tarafından Ziyarettepe kalkeri olarak, Özgül ve ark (1973), tarafından ise Ziyarettepe Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Birimin tip kesit yeri Tufanbeyli dolaylarında Gümüşali köyünün hemen kuzeybatısındaki aynı adlı tepededir (Özgül ve ark, 1973)

Formasyon; başlıca kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitten oluşur. Tabanda ince bitümlü şeyl, kumtaşı, kireçtaşı, marnlarla başlayan birim, üste doğru kumtaşı, kireçtaşı ve marn tabakalarının ardalanmasıyla devam eder. İnce-orta tabakalı, eklemli, kirli sarı, kahve renkli olan bu üye, üst seviyelerinde tedricen kireçtaşlarına geçer. Kireçtaşları orta-kalın tabakalı, eklemli, çatlaklı, gri, siyah renkli bir kireçtaşı istifi ile temsil edilir. Ziyarettepe formasyonu Alt Karbonifer yaşındadır.

Altta Gümüşali formasyonuyla tedrici geçişli, üstte Yığılıtepe formasyonuyla uyumsuzdur (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002).

Yığılıtepe Formasyonu

Birim; başlıca demirli kuvarsit, kireçtaşı, dolomit, dolomitik kireçtaşları ile temsil edilir. Demirtaşlı (1967) tarafından Yığılıtepe Formasyonu olarak tanımlanmıştır.

En üstte, ince tabakalı bir kireçtaşı seviyesi ile Katarası Formasyonuna tedrici geçiş gösteren Yığılıtepe Formasyonu, Ziyarettepe ve daha yaşlı formasyonların üzerine uyumsuz olarak gelir. Sığ, sıcak ve düşük enerjili, alglerin bol bulunduğu bir ortamda çökelmiştir. Üst Permiyen yaşındadır (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002).

Katarası Formasyonu

Alacalı marn, kiltaşı, çamurtaşı ve ince kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır. Formasyonun içerisinde üst seviyelere doğru artış gösteren kireçtaşı yer yer bol lamellibranş, gastropoda kavkılıdır. Altta Yığılıtepe Formasyonuyla uyumlu olan Katarası Formasyonu, üstte Köroğlutepesi Formasyonuyla uyumsuzdur. Yaşı Alt Triyas olarak verilir (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002).

Köroğlutepesi Formasyonu

Tümüyle şelf tipi karbonatlardan oluşan birim, Demirtaşlı (1967) tarafından adlandırılmıştır. Köroğlutepesi Formasyonu, Yığıltepe Formasyonu'nun üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Üst dokanağında yine uyumsuz olarak Geç Miyosen yaşlı çökellerle (Sümbüldağ Formasyonu) üzerlenir. Kalın bir karbonat istifi ile temsil edilir. Tabanda fosilsiz, dolomitik bir seviye ile başlar kireçtaşı ve dolomit-kireçtaşı ardalanmasıyla devam edern birim, genel olarak gri, siyah renkli, eklemli, orta-kalın tabakalıdır. Oolitik kireçtaşı seviyeleri de kapsar. Katarası Formasyonu ve daha yaşlı formasyonlar üzerinde uyumsuz olarak yer alır. Litolojik özellikleri göz önünde bulundurulduğunda, çökelme ortamı, şelf tipi sığ deniz karakteri göstermektedir Jura-Kretase yaşındadır (Yılmaz, 2004).

Güzelimköy Formasyonu

Güzelimköy Formasyonu Metin ve ark. (1986) tarafından isimlendirilmiştir. Formasyon, kireçtaşı, marn ve kumtaşından meydana gelmiştir. İnce-orta tabakalı, gri, açık gri, kırmızı ve kirli sarı renklidir. Birimde marn, çubuğumsu özellikte bulunması nedeniyle ile karakteristiktir. Yer yer konglomera tabakaları da içeren Güzelimköy Formasyonu, Köroğlutepesi Formasyonuyla dereceli geçişlidir. Yaşı Üst Kretase'dir (Özgül ve ark., 1973: Özgül ve Kozlu, 2002).

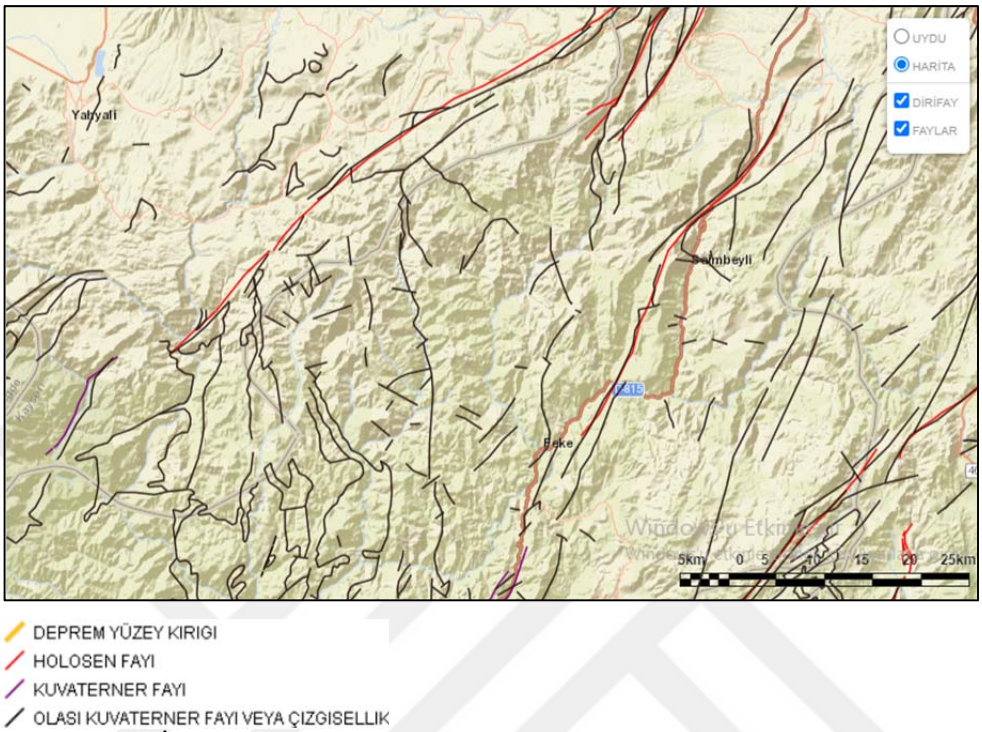
1.6.1.1. İnceleme Alanının Jeolojisi

Adana Saimbeyli'de inceleme alanı Üst Devoniyen yaşlı Gümüşali Formasyonu içerisinde yer almaktadır. Gümüşali Formasyonu genel olarak kumtaşı, şeyl, killi kireçtaşı, silttaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Çalışma alanı içerisinde kumtaşı, şeyl ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan birimler tespit edilmiştir. Sarımsı grimsi renkteki kumtaşı tabakaları, grimsi siyah renkli şeyl ara katkılıdır. Sarımsı grimsi renkte bulunan kireçtaşları, yer yer kumtaşı ve şeyllerin içerisinde kendini göstermektedir.

Feke'deki inceleme alanı, Alt Kambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonu içerisinde yer almaktadır. Emirgazi Formasyonu genel olarak kumtaşı, silttaşı ve kiltaşından oluşur. Dolomit, kireçtaşı kuvarsit tabaka ve mercekleri içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanında sarımsı gri renkli siltli killi bloklar ve grimsi renkli kırıklı çatlaklı kireçtaşı birimler ayırt edilmiştir.

1.6.1.2. Yapısal Jeoloji

Doğu Toroslar'da kendi içinde önemli ölçüde ekaylanmış ve farklı tektonik dilimlere ayrılmıştır (Şenel ve ark, 2002; Özgül ve Kozlu, 2002; Usta ve ark, 2004, 2013). Mansurlu dilimi ve Feke dilimi (Özgül ve Kozlu, 2002), Katrantepe dilimi ve Feke birimi (Usta ve ark, 2013) şeklinde bölümlenen Geyikdağı Birliği bu çalışmada çoğunlukla Görbiyes Dağı Birliği ile Horzum Tektonik Melanjı üzerinde tektonik olarak yer almaktadır. Diğer birliklerin tabanında yer almakta, onlara göre otokton konumlu; ancak, Sultan dağlarında olasılıkla Bolkar Dağı Birliği'nin üzerinde görülmektedir (Özgül, 1976). İnceleme alanında yer alan allokton konumlu yapısal birimlerin; Erken Kimmeriyen (Şenel ve ark, 2002), Orta ve Geç Alpin orojenik hareketlerinden (Ketin, 1977), napları açısal uyumsuz olarak örten neootokton nitelikli OligosenMiyosen çökellerin ise Geç Alpin orojenik hareketlerinden (Ketin, 1977) önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir. Jura-Erken Pliyosen aralığında gelişmiş olan büyük boyutlu yatay nap hareketlerinin (Özgül ve Kozlu, 2002) etkisiyle inceleme alanı oldukça karmaşık bir yapı kazanmıştır. Çalışma sahasında, Paleotektonik dönem (orta Miyosen öncesi) ile Neotektonik dönemde (Orta-Geç Miyosen; Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, Y., 1981) oldukça yoğun kıvrımlanmalar (antiklin-senklin yapılar), sürüklenimler (imbirike yapılar) ve değişik türde faylar gelişmiştir. MTA tarafından hazırlanmış çalışma alanları ve çevresine ait diri fay haritası Şekil 1.29'da yer almaktadır.



Şekil 1.29 İnceleme alanları (Feke-Saimbeyli) ve çevresi diri fay haritası (MTA, 2022)

1.6.1.2.(1). Çalışma Alanı Çevresinde Yer Alan Önemli Faylar

Kızılkuyu Fayı: Tutkun (1989)'a göre; Gürleşen Fayı'nın (Saimbeyli Fayı) yaklaşık 4 km doğusunda K-G ve KD-GB doğrultulu olarak izlenen, fay, eğim atımlı olup çalışma alanındaki toplam uzanımı 7 km'dir. Fayın saptanmasında batı blokta devrik Alt Karbonifcr yaşlı kireçtaşları ile normal duruşlu Üst Permiyen yaşlı kireçtaşlarının karşı karşıya gelmeleri, belirteç olarak kullanılmıştır. Yılmaz (2004)'e göre, Kızılkuyu Fayı, fay düzlemi K10D doğrultulu ve ortalama 35°-40° KB'ya eğimlidir. Paleosen-Eosen döneminde KKB yönlü sıkışma kuvvetinin doğurduğu, yırtılma fayı karakterinde oluşan fay düzlemi, Miyosen döneminde BKB yönlü sıkışma etkisinde, bölgedeki tabakaların kıvrılıp, doğu yönde

devrildikten sonra, devrik kanat boyunca tabakaların doğuya doğru itilmesini sağlamıştır (Yılmaz, 2004).

Saimbeyli (Gürleşen) Fayı: İlk defa Kozlu ve ark. (1979) tarafından haritalanan ve Saimbeyli Fay Zonu şeklinde isimlendirilen Fay hattı, daha sonra Tutkun (1984) tarafından, inceleme alanının yer aldığı bölgede yaptığı çalışmalarda, Gürleşen Fayı şeklinde isimlendirilip haritalanmıştır. Gürleşen Köyünün. 2 km güneydoğusundan başlayıp yaklaşık K-G doğrultulu olarak kuzeye uzanıp Saimbeyli'de sonlanan fay, ters faydır. Fay kavisli olarak bölgede yaklaşık K-G uzanımında bölgeyi katetmektedir (Yılmaz, 2004). Tutkun (1989)'a göre, Gürleşen fayının oluşumunda tektoniğin üç aşamalı işlevi kendini gösterir. Birinci aşamada Ordovisiyen'den Üst Permiyen'e kadar olan kaya birimleri, elastik deformasyon göstererek kıvrımlanmışlar, ikinci aşamada kıvrım, eksenine dik yönde etkiyen sıkıştırma kuvvetlerinden batıdan geleni doğuya oranla daha büyük olduğu için kıvrım doğu kanat üzerine devrilmiş ve Saimbeyli Deresi Devrik Antiklinali oluşmuştur. En son aşamada plastik deformasyonla kırılma, olmuş ve yüksek açılı ters fay oluşmuştur. Fayın, güneyde Gürleşen 136 köyünde 30°-35° civarındaki eğimi kuzey yönünde gidildikçe dikleşmekte, Saimbeyli çıkışında 80° lik eğimlere ulaşmaktadır (Yılmaz, 2004).

Koçcağız Fayı: İlk defa Tutkun (1984) tarafından isimlendirilmiş ve doğuya eğimli normal fay olarak ele alınıp incelenmiştir. K20D doğrultulu olarak Kandilli vadisi doğu yamacı boyunca uzanmaktadır (Yılmaz, 2004). Tırtal Köyünden başlayıp Koçcağız Köyü doğusu ve Cumhurlu doğusundan geçen fay, Mahmutlu Köyünde Kuvaterner yaşlı yamaç molozlarının altından geçerek kuzeye devam eder, batıdaki Cumhurlu Fayı ile arasında bir horst oluşturan fayın çalışma alanındaki toplam uzunluğu 13 km. dir (Tutkun, 1989). Miyosen öncesi KKB (yaklaşık doğu-batı) yönlü kompresif kuvvet etkisi ile yırtılma fayı şeklinde bölgeyi kat eden fay, Miyosen sonrası BKB yönlü kompresif etki altında, düzlemi

70-800 batıya eğimli, ters bileşenli fay karakteri kazanmıştır, kuzey yönünde gidildikçe fay düzleminin eğimi düşeye yaklaşmaktadır Yılmaz, 2004).

Cumhurlu Fayı: İlk defa Tutkun (1984) tarafından isimlendirilen ve Koçcağız Köyünden başlayıp, Cumhurlu'dan geçip Venk Mahallesinde sonlanan fay, eğim atımlı normal faydır. Kandilli vadisi boyunca KKD doğrultulu olup, Koçcağız Fayına paralel bir şekilde uzanmaktadır Yılmaz, 2004). Kandilli deresi'ne paralel bir uzanıma sahip fay, bu uzanım boyunca Miyosen ve sonrası döneme ait makaslama faylarından genellikle DKD uzanımlı, sağ yönlü doğrultu atımlı faylarla kesilmektedir. Muhtemelen Miyosen öncesi kompresif etkilerin doğurduğu sıkışma ile oluşan fay, Miyosen döneminde de etkinliğini korumuştur (Yılmaz, 2004).

Zoplar Fayı: Yılmaz (2004)'e göre, Kandilli vadisi'ni kat eden faylar gibi kuzey-güney doğrultulu olup, düşey fay karakterindedir. Fay, Kızıl tepe'nin kuzey batı yamacından başlayıp, Haçbel geçidine değin uzanmaktadır. Genellikle Orta Devoniyen yaşlı Şafaktepe Formasyonunun kalın tabakalı kireçtaşlarını kat eden Zoplar Fayı, Kızıl tepe batısında, Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarının altından Alt Triyas yaşlı Katarası Formasyonunun ince tabakalı kırıntılı ve killi, karbonatlı birimlerini yüzeye çıkarmaktadır. Fay düzleminin eğimi düşeye yakın olup batı da kalan blok yukarı hareket etmiştir. Bölgedeki Miyosen öncesi dönemde oluşan kırık, Miyosen ve sonrası dönemde düşey yöndeki hareketini gerçekleştirmiştir. Zoplar Antiklinali'nin eksenine yakın bir hatta uzanım gösteren fay, KB doğrultulu sol yönlü doğrultu atımlı Karatepe Fayı ve KD doğrultulu, ters bileşenli, sağ yönlü oblik atımlı Haçbel Fayı tarafından kesilmektedir.

Armutalan Fayı: İlk defa Metin (1984) tarafından incelenip, adlandırılan Armutalan Fayı, Çatak Köyünden itibaren KKD-GGB doğrultusunda, 40-50 km devam eden ters faydır. Yılmaz (2004)'a göre, Kurma dağı kuzeydoğusundan başlayıp güneybatı gönünde Kise Dağı'nı kat edip, en güneyde Kızılyer köyü batısı boyunca kesilmektedir. Fayın, kuzeyde 25-35° lik düşük açılı fay düzlemi eğimi,

güneye gidildikçe artmakta, Kızılyer köyü batısında düşeye yaklaşmaktadır. Fay düzleminin eğimi ve ayırdığı blokların hareketi itibariyle kuzeyde bindirme, güneyde ise yüksek açılı ters fay karakterindeki Armutalan Fayının, Kurma dağı doğusunda Kambriyen ve Ordovisiyen birimleri içerisinde binik ve ezik zonlarını görebilmek mümkündür. Armutalan Fayı, doğu sınırında Kambro-Ordovisiyen yaşlı kayalar, batı sınırında ise Devoniyen yaşlı kırıntılı ve karbonatlı birimler yer almaktadır.

Döştepe Fayı: Yılmaz (2004)'ın yaptığı çalışmaya göre; yaklaşık 10 km lik uzunluğa sahip olan Döştepe Fayı, Bağdatlı köyü güneyinde, Çiğdem dağı, Dölek tepe, Döştepe ve Kuşkayası tepe kuzeyi boyunca yaklaşık K80D doğrultulu bir uzanıma sahiptir. Fay düzlemi 55-60° KB'ya eğik olup, fay boyunca, kuzey bloktaki Silüriyen yaşlı kırıntılı ve karbonatlı birimler, güney bloktaki Üst Permiyen ve Jura-Alt Kretase yaşlı karbonatlı kayalar üzerine itilmiştir. Bu haliyle yüksek açılı ters fay karakterindeki Döştepe fayının, yaklaşık güney yönlü bu tektonik taşınmasının izlerini, ayırdığı her iki bloktaki sıkışık ezik zonların yanı sıra, tektonik taşınma yönüne dik, değişik boyutlu kıvrımlarda da görebilmek mümkündür. Özellikle Miyosen sonrası devinimlerin faya sağ yönlü bir hareket kazandırdığı gözlenmektedir. Fay, en doğuda kuzeybatı doğrultulu sağ yönlü Kızılyer Fayı, batıda ise yine aynı doğrultulu, düşey bileşenli bir fayla kesilmektedir.

Bahçecik Dere Fayı: Yılmaz (2004)'e göre fay, Hıdıruşağı köyü ile Bahçecik köyü arasında izlenen, Hıdıruşağı köyü'nde, Kambriyen yaşlı Değirmentaş formasyonunun rekristalize kireçtaşlarını keserken, diğer alanlarda Ordovisiyen kayalarının şeylli düzeyleri içerisinde yer almaktadır. Fay, K20B doğrultulu 60-65° GB'ya eğimli fay düzlemine sahiptir. Paleosen-Eosen dönemi KKB yönlü sıkışma tektoniğinin doğurduğu ve düşey bileşimli sağ yönlü çalışan fay, Miyosen ve sonrası dönemine ait BKB (yaklaşık doğubatı) yönlü sıkışma tektoniği ile yeniden hareket kazanarak ters bileşenli sol yönlü bir doğrultu atımlı

faya dönüştüğü gözlenmektedir. İnceleme alanı dışında da uzun mesafeler boyunca takip edilen fayın yaklaşık 30-35 km lik bir uzunluğa sahip olduğu gözlenmektedir. Bahçecik Dere Fayı K60-70D uzanımlı, sağ yönlü doğrultu atımlı faylarla kesilmektedir. (Yılmaz, 2004)

Kirkök Dere Fayı: Saimbeyli ve Kızılkuyu Yapısal Dilimleri'ni K55-60B doğrultusunda kat eden fay, düzlemi düşey olup, doğrultu atımlı sol yönlü bir faydır. Yaklaşık 250-270 m lik atıma sahip Kirkök Dere Fayı inceleme alanında 5 km lik bir uzunluk boyunca güneydoğuda Geyiktepe (D33) kuzey yamacında başlayıp, Bağlar sırtı (C32) kuzeyi, Saimbeyli ve Boğcaçukur (A28) kuzeyi boyunca bölgeyi kat ederek, inceleme alanını terk etmektedir. Bağlar sırtı doğusunda, Kızılkuyu Fayı, Saimbeyli kuzeyinde ise Saimbeyli Fay Zonu'nu kesmektedir. Kirkök Dere Fayı, Miyosen ve sonrası döneme ait sıkışma tektoniğinin oluşturduğu bir faydır (Yılmaz, 2004).

Karatepe Fayı: Yılmaz (2004)'a göre fay, Kızıltepe doğusundan başlayıp, Kara tepe, Karasivri tepe, Obuz tepe, Gavuroluğu tepesi kuzeyi, Çorak köyü ve Kocakaya güneyi boyunca belirgin hatlar çizerek bölgeyi kat eden bir faydır. Miyosen ve sonrası tektonik aktivitenin ürünü olan Karatepe Fayı Prekambriyen-Tersiyer aralığındaki, bölgede yer alan bütün birimleri kesmektedir. Düşeye yakın bir fay düzlemine sahip olan Karatepe Fayı, sol yönlü doğrultu atımlı olup, yaklaşık 300-350 m lik doğrultu atımın izlendiği bir faydır. Atım miktarlarının fayın değişik kesimlerinde farklı büyüklüklerde geliştiği gözlemlenmektedir. Gavuroluğu tepesinde de görüldüğü gibi fayın düşey bileşenin de etkin olduğu ve 143 kuzeydoğuda yer alan bloğun aşağıya düştüğü gözlenmektedir. Fay, bölgede yer alan bütün diğer fayları ve tektonik yapıları kesmektedir.

Kazanlı Fayı: Fay, Çürükler mahallesi'nden başlayıp Kazanlı mahallesi, Göbelli köyü, Damderesi mahallesi ve Bezirgan mevkii'ne değin uzanan, doğrultu atımlı sol yönlü bir faydır (Yılmaz, 2004). Yaklaşık 6 km uzunluğa sahip Kazanlı Fayı'nın, ve K40B doğrultulu düşey bir düzleme sahip olduğu gözlenmektedir. Fay,

orta kesimlerde, Göbelli köyü ile Damderesi mahallesi arasında, DB doğrultulu bir yönelim kazanmaktadır. Kazanlı Fayı, uzanımı boyunca yer yer kesikler arz etmesine karşın bölgede yer alan Çal dağı Senklinali eksenine hemen hemen dik konumludur. Yaklaşık 70 metre doğrultu atımı olan ve KB-GD yönlü sıralanmış bulunan yerleşim birimlerini kat eden fayın, yol güzergahı boyunca güzel şevlerini, fay çiziklerini ve fay düzlemi üzerinde gelişmiş lifsi mineral gelişimlerin görebilmek mümkündür. Miyosen ve sonrası dönemde etkin olan tektonik rejimin ürünüdür. (Yılmaz, 2004)

Kızılyer Fayı: Feke dağı güneybatısından başlayıp Kise mahallesi, Karaardıç ve Yaprak tepeye değin uzanan fay sol yönlü doğrultu atımlı olup, kuzeybatıda Neojen çökelimini sınırlamaktadır (Yılmaz, 2004). Kızılyer fayı, K35B doğrultulu olup, bölgede yer alan bütün kaya birimlerini kesmekte olup Miyosen ve sonrası döneme ait tektonizma ürünüdür. (Yılmaz, 2004)

Domuztepe Fayı: Domuztepe fayı kuzeybatıda Kelyakup kayası mevkiinden başlayıp güneydoğu istikametinde Yellitepe, Domuz tepe ve Tavutlukuyu tepe kuzeyine değin uzanan, yaklaşık 6 km uzunluğunda bir faydır. K60B doğrultulu ve düşey bir eğime sahip fay düzlemi güneyini Orta Devoniyen yaşlı Şafaktepe Formasyonunun oldukça muntazam ve kalın tabakalı dolomitik kireçtaşları oluşturmaktadır. Kuzeyde yer alan blokta ise Saimbeyli devrik antiklinalinin normal kanadına ait Ordovisiyen Permiyen aralığındaki kırıntılı ve karbonatlı birimler bulunmaktadır. Tabaka düzlemlerini verevine kesen fay boyunca, kuzeyde yer alan blok yukarı doğru hareket etmiştir. Fay düzleminde yapılan detay incelemelerde fayın azda olsa sol yönlü bir atım bileşeninin olduğu gözlenmiştir. Domuztepe Fayı, Hörçtepe Fayı'nda olduğu gibi doğu yönündeki tektonik taşınmanın ortaya çıkardığı bir yırtılma fayı özelliği taşımaktadır. (Yılmaz, 2004)

Ağcapür Fayı: Saimbeyli yapısal dilimi içerisinde yer alan Ağcapür Fayı, Kandilli köyü batısından başlayıp Ağcapür tepe doğu yamacına değin uzanmaktadır. K80D doğrultulu yaklaşık düşey bir fay düzlemine sahip, sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterindedir (Yılmaz, 2004). Kandilli köyünde Cumhurlu Fayı'nı, Pancarlık mevkii kuzeydoğusunda ise yaklaşık K-G uzanımlı Koçcağız Fayı'nı ve Kandilli Antiklinali kıvrım eksenini dike yakın bir şekilde kesmektedir. Miyosen ve sonrası BKB yönlü transpesyonel sıkışmanın doğurduğu makaslama fayı niteliğindedir. Kandilli köyü'nde kestiği Üst Silüriyen-Alt Devoniyen kayalarında atımını (350m) net olarak gözlemek mümkündür. Fay, Pancarlık mevkii'nde, Kandilli vadisi doğu yamacını K-G uzanımında kuşatan yamaç molozları ile örtülmektedir. (Yılmaz, 2004)

Hörçtepe Fayı: Fay, Saimbeyli vadisi batı yamacındaki Hörçtepe'den başlayıp, Saimbeyli güneybatısında yer alan Mezarlık ve hapishanenin bulunduğu mevkiden, Saimbeyli batısı boyunca uzanarak Kirkökdere Fayına ulaşmakta, bundan sonra Saimbeyli fay zonu ile birleşmektedir (Yılmaz, 2004). Hörçtepe fayı, kuzeybatıda Alt Triyas yaşlı Katarası formasyonu'nun sarımsı yeşil, mor renkli ince tabakalı kırıntılı ve karbonatlı birimlerini sınırlamaktadır. Fayın güneydoğu bloğunda ise Hörç deresini kestiği yere kadar, Üst Devoniyen-Jura aralığındaki birimleri, bu noktadan sonra ise kuzeydoğu yönünde daha ziyade Ordovisiyen yaşlı Armutludere Formasyonunun şisti, pelitik düzeylerini sınırlamaktadır. Fay düzlemi 40-45 GD yönünde eğik olup, bu düzlem boyunca fayın güneydoğuda kalan bloğu kuzeybatı yönünde itilmiştir. Bu hareketi, ilçe güney çıkışında, hapishanenin bulunduğu alandaki belirgin fay şevlerinde yer alan fay çiziği ve fay kertiklerinden anlamak mümkündür.(Yılmaz, 2004)

1.6.2. İzmir Bölge Jeolojisi

Bölgedeki kaya toplulukları paleotektonik dönem temel kayaları ile bunlar üzerinde örtü birimlerini oluşturan Neojen ve Kuvaterner birimler olmak üzere iki grupta incelenmiştir. Şekil 1.30'da Paleotektonik birimler Batı Anadolu' da kuzeyden güneye dört temel birim olarak tanımlanmaktadır (Şengör ve ark. 1985: Yılmaz, 1997).

a- Sakarya Kıtası
b- İzmir-Ankara kenet zonu
c- Menderes Masifi
d- Likya Napları,

Bu jeolojik birimler farklı zamanlarda ve farklı tektonik süreçler sonucu orta Miyosen öncesinde bir araya gelmişlerdir. Burada çalışma alanı ve yakın çevresinde yaygın durumda bulunan Menderes Masifi ve İzmir-Ankara Kenet Kuşağı'nı oluşturan birimler ele alınmış, daha sonra ise Menderes masifinin metamorfik birimleri ile İzmir-Ankara Kenet Kuşağına ait temel birimler üzerinde örtü kaya olarak bulunan Neojen ve Kuvaterner birimleri anlatılmıştır (Yılmaz, 1997).



Şekil 1.30. Batı Anadolu'nun paleotektonik dönem birlikleri (Yılmaz, 1997).

İnceleme alanının genel jeolojisini tanımlamaya yönelik bölgedeki kaya toplulukları paleotektonik dönem temel kayaları ile bunlar üzerinde örtü birimlerini oluşturan Neojen ve Kuvaterner birimleri olmak üzere iki grupta incelenmiştir.

1.6.2.1. Temel Kaya Birimleri

1.6.2.1.(1). Menderes Masifi

Menderes Masifi kayaları çalışma alanının Cennetçeşme Mahallesinin doğu ve güneydoğusunda yayılım gösterirler. Tüm Batı Anadolu'nun temelini oluşturan Menderes masifi metamorfik kayalardan oluşur. Masifin çekirdeği yüksek derecede metamorfizma geçirmiş gnays ve şistlerden oluşur (Şengör ve ark., 1984).

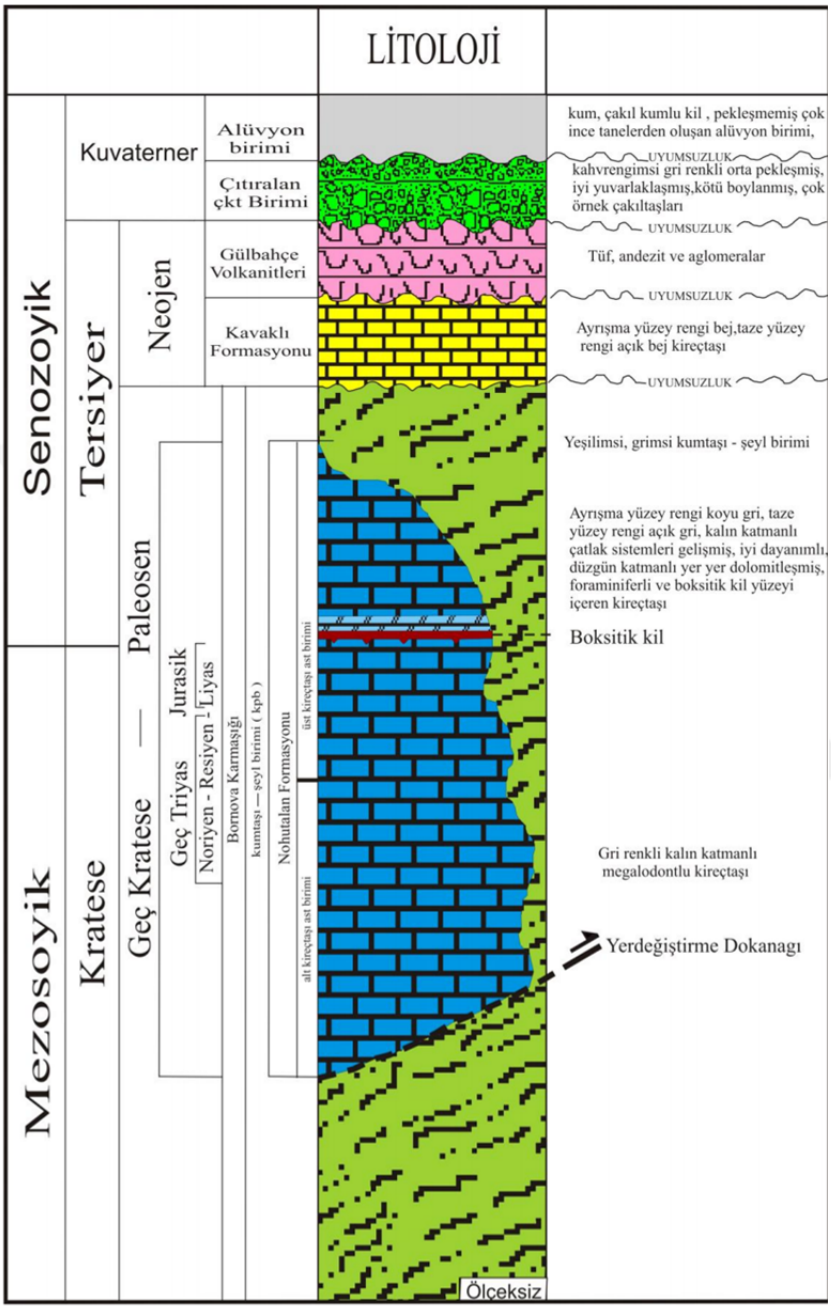
Okay (2000) Menderes masifini oluşturan kaya birimlerinin stratigrafisini detay olarak tanımlanmıştır. Buna göre masifin çekirdeği Prekambriyen yaşlı gnayslardan oluşur. İstif üste doğru Paleozoyik yaşlı mika-şistler, Permo-Karbonifer yaşlı meta-kuvarsit, siyah fillit ve koyu renkli kireçtaşları ile devam eder. Bunların üzerine Mesozoyik yaşlı neritik kireçtaşları gelir. Paleosen ve Alt Eosen ise istifte rekristalize pelajik kireçtaşları ile temsil edilir.Menderes masifi metamorfik çekirdek karmaşık (core complex) olarak kabul edilir (Bozkurt ve Park, 1994). Çok evreli metamorfizma geçirmiş olan Menderes masifindeki esas metamorfizmanın yaşı 35-45 milyon yıl olarak önerilmiştir (Şengör ve ark., 1984: Yılmaz, 1997). Metamorfizmayı Erken Miyosen'de bölgesel termal domlaşma izlemiş ve bu dom orojenik çökme sonucu parçalanarak masif çevresinde bölgesel genişlemeye yol açmıştır (Seyitoğlu ve Scott, 1991: Seyitoğlu ve ark., 1992).

Bölgesel olarak bakıldığında Menderes masifine ait kaya birimleri Gediz grabeni güneyinde Bozdağ yükselimi ile Torbalı-Gümüldür-Kuşadası körfezi arasında yüzeyler (Legeranlı ve ark., 1998). Turgutlu güneyinde masife ait metakuvarsitler yüzlek sunarlar. Kuvarsitler üzerinde yer alan rekristalize kireçtaşları Bozdağ kütlesi üzerinde adadağlar şeklindeki yükselimleri meydana getirir. Torbalı kuzeyinde Çapak köyü yöresinde menderes masifine ait mikaşistler ve mermerler izlenir. Torbalı güneyinde Paleozoyik mermerleri yaygındır. Özdere-Gümüldür yöresinde ise mikaşistler yaygın izlenen kaya topluklarıdır (Legeranlı ve ark., 1998).

1.6.2.1.(2). İzmir-Ankara Kenet Kuşağı

Anadolu'nun paleotektonik dönem coğrafyasının önemli tektonik yapılardan olan İzmir-Ankara kenet kuşağı (Okay ve Siyako, 1991) birimleri inceleme alanında yaygındır. Bu zon kuzeydeki Sakarya kıtası ile Menderes masifi arasında tektonik bir birliktir (Okay ve ark., 1996: Yılmaz, 1997). Bornova fliş zonu (Okay ve Siyako, 1991) veya Bornova karmaşığı (Erdoğan, 1990) olarak adlanmış olan bu tektonik birlik Üst Kretase-Paleosen yaşlı kaya topluklarından oluşur. Fliş fasiyesindeki kırıntılı kayalar ile bunlar içerisinde irili ufaklı bloklar oluşturan serpantinit, çört, diyabaz ve kireçtaşları, bu tektonik birliğin litolojileridir. Birimin bazı kesimleri metamorfizmaya uğramıştır (Erdoğan, 1990). İnceleme alanında birimin az metamorfik şistlerden oluşan flişli seviyeleri İzmir-Kuşadası körfezleri arasındaki Seferihisar yükseliminde yaygındır (Erdoğan, 1990: Kaya, 1981). Doğuda Nif ve Spil dağı yükselimlerinde flişli kayalar içerisindeki serpantin ve kireçtaşı blokları dağ boyutuna ulaşan kütlesel yükselimler oluşturur (Emre ve ark., 2005).

İzmir ve çevresinin genelleştirilmiş startigrafik kesiti Şekil 1.31'de yer almaktadır.



Şekil 1.31. İzmir ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kublay, 2011; Elbir 2009; Gürsu, 2019)

İzmir- Ankara kenet kuşağı içerisinde bulunan ve çalışma alanı ile yakın çevresinde yayılım gösteren birimler ise; Bornova Karmaşığı ve melanj birimleridir.

Bornova Karmaşığı: İzmir ve çevresinde yüzeyleyen ve İzmirAnkara Zonu'nun en batı bölümüne karşılık gelen Bornova Fliş Zonu, Menderes Masifi ile İzmir-Ankara Kenedi arasında, 50-90 km genişliğinde ve yaklaşık 230 km uzunluğunda tektonik bir zondur (Okay ve Altıner, 2007: Okay ve ark., 2012). Anatolid-Torid Bloğu'nun en batı ucunu oluşturan bu zon, Eosen metamorfizmasından etkilenmemiştir. Şiddetli bir şekilde deforme olmuş bir matriks ve içinde yüzen Mesozoyik yaşlı kireçtaşı blokları, mafik volkanit, radyolarit ve serpantinitlerden oluşan zonun İzmir ve çevresinde yüzeyleyen bölümü 'Bornova Karmaşığı' olarak adlandırılmıştır (Erdoğan, 1990). Boyu 20 km'ye ulaşan platformdan türeme kireçtaşı bloklarının yaşı TriyasGeç Kretase arasında değişir (Erdoğan, 1990: Erdoğan ve ark., 1990: Işıntek ve ark., 2000: Okay ve ark., 2007: Senowbari-Daryan ve ark., 2008: Işıntek ve ark., 2009).

Genellikle koyu esmer renkli olan flişler, mikalı kumtaşı, killi şist, konglomera, arkoz, kristalen veya dolomitik kalker, kırmızımtrak pembe veya grimsi esmer renkli şistli kalker ve radiolaritlerle temsil edilir. Bu tabakaları bazen kalsit, bazen kuvars, bazen de her iki minerale ait damarlar kesmiştir. Flişler içinde baskın olan killi şistler ve bazen fazla metamorfizmaya uğramış kristalize kireçtaşları bu formasyonunun oldukça şiddetli bir başkalaşıma ve kıvrımlanmaya uğramış olduğunu göstermektedir. İzmir Körfezi ile Seferihisar ve Doğanbey arasında yer alan flişlerde dar alanlarda yer yer serpantinler yüzeylemektedir (Legeranlı ve ark., 1998). Yeşil, kahvemsi sarı, kahvemsi yeşil, pembemsi bej renklerde, çamurtaşı-kumtaşı hakim kaya türündeki matriks içinde, kireçtaşı çakıl ve bloklarından oluşan olistostromal düzeyler; radyolarit, genellikle ayrışmış bazik volkanit, ultrabazik kaya ve kireçtaşı blokları içermektedir. Paleozoyik ve Mesozoyik kaya birimlerini tektonik olarak üzerler. Neojen yaşlı birimler tarafından uyumsuzlukla örtülür (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006). Birimin

matriksinde fosil saptanamamıştır. Ancak kireçtaşı çakıl ve bloklarındaki; *Agerina?* sp., *Calcitornella?* sp., *Campbelliella cf. striata, Cayeuxia* sp., *Cladocoropsis mirabilis, Clypeina?* sp., *Diplopora?* sp., *Endothyra* sp., *Frondicularia* sp., *Glomospira?* sp., *Lituosepta* sp., *Meandospira?* sp., *Mesoendothyra* sp., *Mesoendothyra croatica, Ophtalmidium* sp., *Paleodacycladus mediterraneus, Radiolaria* sp., *Salpingoporella annulata, Siphonovalvulina* sp., *Teutloporella?* sp.,*Thaumatoporella parvovesiculifera, Tubiphytes* sp., *Valvulina* sp., *pelecypod (Daonella sp., Halobia sp.)-ammonit* kavkı kesitleri ile Triyas'tan Titoniyen'e kadar; radyolarit bloklarındaki *Podobursa* sp., *Praeconocaryomma* sp., *Syringocapsa* sp. ile Liyas-Alt Kretase; *Capnuchosphaera* sp., *Hindeosphaera bispinosa, Orbiculiforma* sp., *Spongostylus tortilis, Triassocampe* sp. ile Karniyen (olasılıkla Juliyen) yaşları belirlenmiştir (Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006). Işintek ve ark., (2000), "Toroslar Bornova Fliş Zonu" olarak tanımladıkları İzmir flişi içinde, Liyas-olası Dogger yaşlı karbonatları (bir boksit zonu ile) uyumsuz olarak üstleyen, Barremiyen-Albiyen yaşlı karbonatları da kapsayan kireçtaşı bloklarının varlığını belirtirler.

Melanj: Çalışma alanının güneydoğusu ve doğusunda İzmir fliş serisi ile grift olarak bulunur. İzmir- Ankara zonunun tipik birimidir. Bloklu yapıya sahiptir. Birim çeşitli boyutlarda ultramafit, radyolarit, çörtlü kireçtaşı, tüfit, çamurtaşı, mermer ve değişik litolojik birimler karmaşığıdır (Legeranlı ve ark., 1998).

1.6.2.2. Neojen ve Kuvaterner

İzmir ve çevresinde Neojen ve Kuvaterner birimleri Menderes masifinin metamorfik birimleri ile İzmir-Ankara Kenet Kuşağına ait temel birimler üzerindeki örtü kayalarını oluşturmaktadır. Neojen yaşlı birimler genelde akarsu ve göl fasiyesinde gelişmiş çökel kayalar ile çeşitli türdeki volkanik kayalardan oluşur (Emre ve ark., 2005). Bölgedeki Neojen birimleri biri birine geçişli sedimanter kayalar ile volkanitlerden oluşan Alt Miyosen-Erken Pliyosen yaş aralığındaki

kayalarla temsil edilir (Akyürek ve Soysal, 1983: Kaya, 1979, 1981; Akdeniz ve ark., 1986: Yılmaz, 1997; Yılmaz ve ark., 2000: Koçyiğit ve ark., 1999; Genç ve ark., 2001).

Neojen istiflerinin tabanını Alt-Orta Miyosen yaşlı kaya toplukları oluşturur. Bu birimler akarsu fasiyesinde çökelmiş kumtaşı, şeyl, kireçtaşı ve çakıltaşlarından oluşur. Tabandaki kırıntılılar Cumaovası-Kuşadası körfezi arası ve Torbalı-Kemalpaşa yöresinde temel kayalar üzerine yaslanır. Birim içerisindeki kırıntılılardan özelikle çakıltaşlarının bileşimi yaslandıkları temel kayalara göre değişkendir. Üste ise bunları uyumsuzlukla üzerleyen Geç Miyosen-Pliyosen çökelleri gelir. En üstteki bu paket kireçtaşı, marn ve kiltaşlarından oluşur. Üst Miyosen-Erken Pliyosen birimleri Urla yarımadası, Buca-Cumaovası, Foça yarımadası ve Bornova doğusunda yaygın kaya türlerini meydana getirirler Akyürek ve Soysal, 1983: Kaya, 1979, 1981: Akdeniz ve ark., 1986: Yılmaz, 1997: Yılmaz ve ark., 2000; Koçyiğit ve ark., 1999; Genç ve ark., 2001).

Kuvaterner birimleri Gediz Grabeni, Cumaovası ve Küçükmenderes ovaları ile Gediz deltasında geniş düzlükler oluşturur. Kemalpaşa ve Manisa ovalarında Gediz grabenin dolgusunu meydana getirir. Graben morfolojisi içerisinde alüvyon yelpazesi ve nehir çökellerinden oluşan Erken Kuvaterner çökelleri, graben kenarındaki faylar tarafından kesilerek yükseltilmiş ve basamaklı bir morfoloji kazanmıştır. Ova morfolojili graben tabanı ise Holosen çökelleriyle düzlenmiştir (Hakyemez ve ark., 1999). Gaziemir-Cumaovası koridoru boyunca izlenen Kuvaterner çökelleri Tahtalı çayına bağlı olarak şekillenmiş bir aşınım oluğunu doldurur. Torbalı–Cumaovası arasında ise karstik kökenli çukurluklarda bataklıklar şeklinde izlenir (Bozbay ve ark., 1986).

1.6.2.3. İnceleme Alanı Jeolojisi

İnceleme alanı sınırları içerisinde Bornova karmaşığı birimleri yer almaktadır. Bornova karmaşığına ait birimler üst zonlarda kahverengi sarımsı

renkli irili ufaklı çakıllar içeren pekişmemiş zon olarak tabir edilen killi, siltli kumlu birimlerden meydana gelmektedir. Bu zonun altında derinlere doğru inildikçe sağlamlaşan yeşil, kahvemsi yeşil, kahvemsi sarı, bej renklerde, aşırı konsolide olmuş kil türündeki matriks birimler yer almaktadır. Aşırı konsolide olmuş kil türündeki matriks birimlerle birlikte bol kırıklı parçalı halde bulunan sarımsı-koyu kahverengi renkte bulunan çamurtaşı birimler yer almaktadır. İnceleme alanının kuzey doğu kesiminde lokal bir alanda aynı matriks içinde siyahımsı yeşil renkli şişt birimler yer almaktadır. İnceleme alanının doğu kesimlerinde Bornova karmaşığını oluşturan aynı matriks içerisinde beyaz-gri renkli killi kireçtaşı blokları yer almaktadır. İnceleme alanında bazı alanlarda yamaç molozu birimlerine rastlanılmaktadır (Geomek Mühendislik, 2016).

Bornova Karmaşığı:

İzmir flişi; yerleşim bölgesinde hakimdir. Genellikle koyu esmer renkli olan flişler, çeşitli killi şist, mikalı kumtaşı, arkoz, konglomera, kristalen veya dolomitik kalker, kırmızımtrak pembe veya grimsi esmer renkli şistli kalker ve radiolaritlerle temsil olunmuştur. Bu tabakaları bazen kuvars, bazen kalsit, bazen de her iki minerale ait damarlar kesmiştir. Flişler içinde baskın olan çeşitli killi şistler ve bazen çok kristalize kireç taşları bu formasyonunu oldukça şiddetli bir kıvrımlanmaya ve başkalaşıma uğramış olduğunu göstermektedir (Geomek Mühendislik, 2016)

Yamaç Molozu (D):

İnceleme alanın kuzey kesiminde dar bir alanda kalınlığı 1.00-7.00 m. arasında değişen yamaç molozu birimleri yer almaktadır. Bu birimler kum çakıl boyutundaki malzemeden oluşmaktadır (Geomek Mühendislik, 2016)

1.6.2.4. Yapısal Jeoloji

Batı Anadolu'nun ana morfotektonik elemanları kabaca D-B genel uzanımlı horst ve grabenlerden oluşan bloklu bir yapı oluşturur. Batı Anadolu'nun günümüzdeki bloklu morfolojisi neotektonik dönemde bölgede K-G genel doğrultusunda gerilmeyle karakteristik neotektonik rejimin eseridir (Şengör, 1980). Büyük Menderes ve Gediz grabenleri neotektonik rejim içerisinde Batı Anadolu'da gelişen en büyük tektonik yapılardır. Biri birine simetrik geometrisi olan bu iki tektonik koridor günümüz morfolojisinde Aydın ve Bozdağ horstlarına karşılık gelen ve Menderes masifi çekirdeğinin yükselmesine bağlı olarak şekillenmiş graben sistemleridir. Gediz grabeni D-B genel uzanımında yaklaşık 150 km uzunluğundadır. Graben tabanı pliyo-kuvaterner yaşlı çökellerle düzlenmiştir. Grabeni çevreleyen horstlar esas olarak menderes masifinin metamorfikleri ve İzmir-Ankara Kenet Kuşağı temel kaya birimlerinden oluşur. Bölgede Gediz grabeni sistemi dışındaki neotektonik dönem yapıları KD ve KB uzanımlıdır. Bu bölgedeki Neotektonik dönem deformasyonları genelde doğrultu atımlı fayların egemenliğindedir (Emre ve Barka, 2000: Barka ve ark., 2000: Ocakoğlu ve ark., 2005). Bunlardan KD uzanımlı yapılar yoğunluk bakımından daha baskın ve uzundurlar. Bölgede günümüzdeki aktif neotektonik yapıların oluşum yaşı tartışmalıdır. Neotektonik yapıların ortaya çıkışına yol açan ana nedenin çeşitli araştırıcılarca değişik süreçlerde açıklanan Menderes masifi çekirdeğinin yükselmesi olduğu konusunda genel bir görüş birliği vardır (Bozkurt ve Park, 1994).

1.6.2.4.(1). Çalışma Alanı Çevresinde Yer Alan Önemli Faylar

Çalışma alanı ve çevresinde yer alan diri fay haritası Şekil 1.32'de yer almakta olup; İzmir ve çevresi neotektonik dönemde açılmalı tektonik rejimin egemen olduğu Batı Anadolu'da yer alır. İzmir kent yerleşimi söz konusu açılmalı tektonik rejimin ürünü olan Gediz grabeninin batı ucunda D-B uzanımlı tektonik

bir oluğa yerleşmiş aynı adlı körfezi çevreler. İzmir ve çevresi tarihsel dönemlerden bu yana yoğun deprem aktivitesine sahne olmuştur. Bu özelliğine karşın Gediz grabeni dışında bölgede yoğun deprem aktivitesine kaynak oluşturabilecek aktif fayların varlığı ve niteliği konusunda yeterince detay bulgular mevcut değildir. Türkiye Diri Fay Haritası'nda (Şaroğlu ve ark., 1992) Cumaovası çizgiselliği, Gediz grabeni batısındaki bazı faylar ve Menemen yöresindeki Dumanlıdağ fay zonu gösterilmiş, neotektonik ve bölgesel amaçlı yapılan bazı çalışmalarda da diri fay ve sismisite özellikleri belirtilmeksizin bazı faylar haritalanmıştır (Emre ve ark., 2005). Tez kapsamında çalışma alanı ve çevresinde bulunan faylara ait bilgiler aşağıda verilmiş olup çalışma alanına en yakın mesafede bulunan fay Tuzla Fayı'dır.



Şekil 1.32. Karabağlar ve çevresi diri fay haritası (MTA, 2022).

Güzelhisar Fayı: İzmir'in kuzeyinde Aliağa ilçesi ile Manisa'nın Osmancalı beldesi arasında uzanır (Ek1). Güzelhisar fayı Şaroğlu ve ark. (1987, 1992) tarafından Menemen kuzeyindeki KD-GB uzanımındaki fay zonu içerisinde tanımlanmıştır. Bu çalışmada ise Türkiye Diri Fay Haritasında adı geçen fay zonu biri birinden farklı nitelikteki fay sistemleri oluşturması nedeniyle Güzelhisar fayı ve Menemen fay zonu olarak ikiye ayrılmıştır. Güzelhisar fayı yaklaşık 25 km uzunluğundadır (Emre ve ark., 2005).

Yenifoça Fayı: Yenifoça doğusunda Nemrut limanı ile güneydeki Gerenköy arasında K-G genel doğrultusunda uzanan bir faydır. Fayın toplam uzunluğu 20 km'ye yaklaşır. Denzialtı verileri Nemrut körfezi açıklarında Kuvaterner çökellerini kesen bir fayın varlığını gösterir (Aksu ve ark., 1987). Yenifoça fayı sol yönlü doğrultu atımlıdır (Altunkaynak ve Yılmaz, 2000). Çandarlı körfezinde bu çizgiselliğin devamında yer alan ve Kuvaterner'i kesen fayların bu sistemle bağlantılı olması durumunda fay olasılı diri olarak kabul edilebilir(Aksu ve ark., 1987). Ancak eldeki veri iki fay arasında bu yönde bir korelasyon yapmaya olanak tanımaz (Emre ve ark., 2005).

Bornova Fayı: İzmir'in kuzeydoğusunda Karşıyaka ile Kemalpaşa batısındaki Ulucak arasında KB-GD genel doğrultusunda biri birine paralel uzanan faylardan oluşan çizgisellik Bornova fayı olarak adlanmıştır. Fayın Bornova batısında kalan kesimi Miyosen yaşlı Yamanlar dağı volkanitleri üzerinde doğrusal uzanımlı iki çizgisellikten oluşur. Bu iki faydan güneyde yer alanı Kuvaterner drenajını etkilemiş olması nedeniyle sağ yönlü doğrultu atımlı olasılı diri fay, kuzeydeki ise neotektonik dönem çizgiselliği olarak değerlendirilmektedir (Emre ve ark., 2005).

İzmir Fayı: İzmir körfezinin doğusunda, bu körfezi güneyden morfolojik olarak sınırlandıran D-B uzanımlı fay İzmir fayı olarak adlanmıştır (Emre ve Barka, 2000). İzmir körfezinin doğu yarısı bu fayın kuzey bloğunda gelişmiş bir tektonik çukurluk veya oluk niteliğindedir. İzmir fayı eğim atımlı normal bir fay olup

Holosen'de yüzey yırtılmasıyla sonuçlanan büyük depremlere kaynaklık etmiştir. Jeolojik verilere göre fayın Miyosen sonrasında ortaya çıktığı söylenebilmektedir. Fayın tavan bloğunda yarım graben şeklinde gelişmiş olan İzmir çöküntüsünün güncel havza geometrisi içerisinde Kuvaterner'den daha yaşlı çökellere rastlanmaz (Emre ve ark., 2005).

Tuzla Fayı: İzmir'in güneybatısında Gaziemir ile Doğanbey arasında KD-GB genel uzanımlı yapısal hat Tuzla fayı olarak tanımlanmıştır (Emre ve Barka, 2000). Aynı fay çeşitli araştırmalarda değişik isimlerle anılmaktadır. Fay, Türkiye Diri Fay Haritası'nda Cumaovası çizgiselliği (Şaroğlu ve ark., 1987, 1992), Eşder (1988)'de Cumalı ters fayı, Genç ve ark (2001)'nde ise Orhanlı fayı olarak adlanmıştır. Doğanbey burnu ile Gaziemir arasında fayın karadaki uzunluğu 42 km'dir. Tuzla fayı biri birinden belirgin sıçrama veya büklümlerle ayrılan ve farklı doğrultularda uzanan üç alt bölümden oluşur. Kuzeyden güneye doğru bunlar Çatalca (15 km), Orhanlı (16 km) ve Cumalı (15 km) bölümleri olarak tanımlanabilir. Bu bölümlerde diri fay belirtisi gözlenmemiştir. Fayın kuzeydoğu ucunu oluşturan Çatalca bölümü K35D doğrultuludur. Fay Çatalca yöresinde şeyl, kumtaşı ve çakıltaşı ardalanmasından oluşan Alt Miyosen yaşlı çökellerle flişel kayalar arasında izlenir. Çatalca yöresindeki vadi yarmalarında fay zonu yüzeylemektedir. Bu yarmalarda doğrultu atımlı faylanmayı yansıtan makaslama deformasyon yapıları izlenir. Cumalı bölümü ise KKB-GGD uzanımlı birbirine paralel faylardan oluşan zonal bir yapı gösterir. Fayın en batıdaki bölümü KD-GB yönlü inaktif ve ters fay özelliği taşımaktadır. Emre ve ark., 2005).

Seferihisar Fayı: İzmir'in güneybatısında Seferihisar yöresindeki Sığacık körfezi ile Güzelbahçe arasında uzanır. Sualtı verileri fayın güneye doğru Ege Denizi tabanında devamlılık sunduğuna işaret eder (Ocakoğlu ve ark., 2005). Önceki araştırıcılar tarafından İzmir ve Sığacık körfezleri arasındaki fay batısında oluk şeklinde bir morfoloji sunan koridor boyunca Seferihisar fayının dışında da bazı faylar haritalanmıştır. Seferihisar fayı, İnci ve ark (2003)'indeki Seferihisar-

Yelki fay zonuna karşılık gelir. Ocakoğlu ve ark (2005) tarafından ise bu fay yakın batısında Urla fayı adıyla ikinci bir aktif fayın varlığı ileri sürülmüştür. Seferihisar fayının Sığacık körfezi ile Gülbahçe arasında karadaki uzunluğu 23 km olup, sualtı bölümüyle birlikte fayın toplam 30 km'lik bir uzunluğa ulaştığı sanılmaktadır. K20D genel doğrultulu olan fay güney yarısında Bornova flişine ait kaya toplukları içerisinde ve alüvyon düzlüklerinde izlenir (Emre ve ark., 2005). Jeomorfolojik veriler Seferihisar fayının Holosen'de aktif bir fay olduğuna yorumlanır. Güney ucundaki sualtı verileri de deniz tabanında fayın en genç çökelleri etkilediğini göstermektedir (Ocakoğlu ve ark., 2005). Nitekim, 10 Nisan 2003 tarihinde bölgede meydana gelen depremin (Mw:5.7) dış merkez lokasyonu ve artçı şokların dağılımı fayın Seferihisar yakınlarındaki bölümüne rastlar. Bu depreme ilişkin yapılan fay düzlemi özümlerinden elde edilen kayma düzlemlerine göre KD-GB doğrultulu olan Seferihisar fayının haritalanan uzanımına uygun olup, depremin sağ yönlü kırılma sonucu oluştuğunu göstermektedir (Tan ve Taymaz, 2003; USGS). Seferihisar fayının İzmir-Ankara zonu içerisinde Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova flişiyle temsil edilen bir tektonik zonda yer aldığı ve Miyosen'de de aktif olduğuna ilişkin yorumlar yapılmıştır (Kaya, 1979).

Gülbahçe Fayı: İzmir körfezi ile Karaburun yarımadasını yapısal ve morfolojik olarak ayıran önemli bir hattır. Önceki araştırmaların çoğunluğunda bu faya ilişkin bazı bilgiler verilmiş ve İDSDMP'da Karaburun fayı olarak adlanmıştır (Erdoğan, 1990). Daha yeni bir araştırmada ismini aldığı Karaburun yöresinde bu faya paralel çok sayıda sualtı fayı haritalanmıştır (Ocakoğlu ve ark., 2005). Adlama karışıklığına yol açamamak amacıyla karada izlendiği bölümdeki en büyük yerleşme dikkate alınarak bu çalışmada Gülbahçe fayı olarak yeniden adlanmıştır (Emre ve ark., 2005). Gülbahçe fayının karadaki bölümü aynı adlı körfez ile güneydeki Sığacık körfezi arasında 15 km uzunluğundadır. K-G doğrultulu olan fayın her iki ucu da su altındadır. Su altı bölümleriyle birlikte değerlendirildiğinde fayın toplam uzunluğu 70 km'yi bulmaktadır (Ocakoğlu ve ark., 2005).

Gümüldür Fayı:İzmir'in güneybatısında Gümüldür ile Özdere beldeleri arasında uzanır (Emre ve ark., 2005). Genç ve ark (2001)'nde Ortaköy fayı olarak tanımlanmıştır. K55B genel doğrultusunda uzanır ve güneybatıya bakan bir yay geometrisi sunar. Haritalanabilen uzunluğu 15 km'dir. Tavan bloğu batıda yer alan normal bir faydır. Kıyıya paralel uzanan fay Kuşadası Körfezi ile doğusunda temel kayaların oluşturduğu kütlesel yükselim arasında keskin bir morfolojik uyumsuzluk oluşturur. Fayın taban ve tavan blokları arasındaki görünür yükselti farklılıkları 300 metreyi aşar (Emre ve ark., 2005).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR:

Samouelian ve ark. (2006), toprak biliminde elektriksel direnç araştırması konulu inceleme çalışmalarında; toprakta yoğun tarımsal üretim nedeniyle geniş zaman aralığında toprak içinde oluşan değişimleri belirlemek amacıyla jeofizik yöntemlerden Düşey Elektrik Sondaj yöntemini kullanmışlardır. Bu elektriksel yöntemi; toprağın fiziksel özelliklerini (yapı, su içeriği veya farklı sıvı bileşimini) saptamada bir alternatif olarak önermişlerdir. Kazı çalışması yapılmadan hassas aletler kullanılarak veri elde edilmesi nedeni ile bu yöntemin önemine ve pratikliğine vurgu yapılmıştır. Yeraltı sularının araştırılması, düzenli depolama alanlarının tanımlanması, tabaka kalınlığı ve ana kaya derinliği olan alanları bu çalışmada tespit ederek toprağın hidrolojik özelliklerini değerlendirerek tarım alanında yapılacak çalışmalarda pratik bir yöntem olduğunu söylemişlerdir. Toprak yapısı ve tarım bilimi çalışmaları, toprak horizonasyonunun ve spesifik heterojenliklerin belirlenmesi, taşıma olaylarının izlenmesi, tuzlu su veya atık bağlamda çözünen toz kontaminasyonunun izlenmesi gibi araştırmalarda sonuçlara elektriksel yöntemle ulaşılacak bilgiler arasında gösterilmiştir. Ayrıca bu yöntemle, jeoloji, arkeoloji ve inşaat mühendisliği gibi çeşitli alanlarda işleyişinin gelişmesini sağlayacağı belirtilmiştir.

Bell ve ark. (2006), Swabian Alb'deki (Almanya), heyelanların yeraltı incelemelerinde jeofizik yöntemlerden jeoelektrik uygulamala konulu çalışmalarında; jeofizik yöntemlerden Rezistivite Yöntemi kullanılmış ve 2D (2 Boyutlu) rezistivitenin, yeni ve eski heyelan gövdesi yapısının sınırlarının belirlenmesine olanak sağladığı ve heyelan içindeki nem dağılımının izlenmesini sağladığı hipotezini araştırma amacıyla yapılmıştır. Merkez Swabian Alb'de (Almanya) bulunan yaklaşık 0,5 km² olan Unterhausen heyelanı araştırılarak, yeraltının birimleri ve yapısı hakkında bilgi edinmek için farklı yerlerde üç sondaj yapılmıştır. Yerdeki bir çok elektrotlu dizinin iki akım elektrotu boyunca sabit bir

akım gönderilerek, elde edilen voltaj farklarını ölçmek için iki potansiyel elektrot kullanılmış, tomografi benzeri bir çözünürlük sağlamak için farklı elektrot dizisi konfigürasyonları ile ölçümler yapılmıştır. Tüm profiller Wenner dizi geometrisi kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan çalışma sonucunda; jeofizik yöntemlerin yeraltı ile ilgili bilgilerin çıkarılması için değerli araçlar olduğu, heyelanın kapsamının tam olarak belirlenemese bile bazı elektrik yöntemlerin uygunluğun ve kısıtlamalarının gösterilebileceği, meydana gelen heyelan özelinde jeofizik yöntemin seçimi ile ilgili karar alınması gerektiği, en az aylık olarak 2D rezistivite tomografi kullanarak heyelan içerisindeki su içeriğinin izlenmeye devam edilmesinin öngörüldüğü, sonuçların farklı tipteki heyelan faaliyetlerinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunacağı, ayrıca rezistivite sonuçlarını yağış toplamları ve eğim ölçerler ile ölçülen hareketlerle karşılaştırarak kritik nem seviyelerini belirlemenin mümkün olabileceği, jeoelektrik yöntemlerin heyelanlar için erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir.

Jongmans ve Garambois (2007), heyelanların jeofizik incelenmesi konulu çalışmalarında; hakemli uluslararası dergilerde yayınlanan son makalelere odaklanarak, yüzey jeofizik yöntemlerinin heyelan karakterizasyonuna uygulanmasına ilişkin güncel durumu sunmayı amaçlamışlardır. Jeofizik yöntemleri birleştirmek, mevcut jeolojik ve jeoteknik verilerle doğrulamak için mutlak gerekliliklerinin yanı sıra; güvenilirliklerini değerlendirmek için sunulması gereken jeofiziksel görüntü özelliklerinin önemli olduğu belirtilmiştir. 2D ve son zamanlarda 3D jeofizik görüntüleme tekniklerinin geliştirilmesi, heyelan alanlarının karmaşık yapısını araştırmak için ileriye dönük büyük bir ilerleme olduğu, heyelanların izleme sisteminin bir parçası olarak kalıcı jeofizik sensör dizilerinin kurulması gerektiği, jeofizik yöntemlerin güvenilir bilgi sağlamak için jeolojik ve jeoteknik verilerle birleştirilmeleri ve doğrulamaları gerektiği, heyelanların karmaşıklığı farklı jeofizik tekniklerin bir kombinasyonunu kullanmayı gerektirdiği, çözünürlük ve penetrasyonun anlaşılabilir bir şekilde

sistematik olarak tartışılmadığı ve jeofizik verilerin jeolojik yorumu daha açık ve eleştirel bir şekilde açıklanması gerektiği, genel tutumun farklı olmasından dolayı ilgili meslek gruplarının jeofizik teknikleri kullanmadığı, jeofizikçilerin jeologlar ve mühendisleri 3D ve 4D jeofizik görüntüleme tekniklerinin heyelan araştırılması ve izlenmesi için değerli araçlar olabileceğine ikna etmeleri gerektiği vurgulanmıştır.

Epada ve ark. (2012), Batı Kamerun'un Kekem Bölgesinde, bir heyelanın jeofizik ve jeoteknik etütleri konulu çalışmalarında, jeofizik ve jeoteknik araştırmalar ile heyelanın tetikleme mekanizmalarını anlamak ve yamaç stabilitesini değerlendirmek amacıyla bu çalışmayı yapmışlardır. Schlumberger dizisi kullanılarak üç düşey elektriksel sondaj yapılmış ve tüm profiller kaymanın yönüne paralel olarak alınmıştır. Genişleme yönleri ve profillerin uzunluğu topografya ile sınırlandırılmış ve veri işleme ve inversiyon GeoElect.Mod kullanılarak yapılmıştır. Arazide 34 test yapılarak bozulmamış zemin örneklerini almak için eğimin sabit kısmına elle kuyu kazılarak 10 örnek alınmıştır. Kuyulardan gelen bozulmamış zemin numuneleri laboratuvar testlerine tabi tutulmuştur. Atterberg Limitleri ve penetrometre deneyi yapılmıştır. Fellenius'un yöntemi kullanılarak yamacın stabilite çalışması için güvenlik faktörü hesaplanmıştır. Çalışma sonunda; jeoelektrik çalışmayla killi kum dolgulu kırık bölgeleri ve killi yaygın materyallerin mekansal dağılımı ortaya çıkarılmış; penetrometre deneyinin kırıkların ve akiferin varlığını doğruladığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar heyelanın kopma yüzeyine olan derinliğini belirlemeyi sağlamıştır. Kekem heyelanının nedenlerinin iç ve dış nedenler olarak ayrılabileceği; litoloji, yapısal eğilim, eğim açısı iç nedenler olarak; iklim ve insan faaliyetleri dış nedenler olarak gösterilmiştir. Bu çalışma, jeoteknik araştırmalarla birleşen elektriksel sondajların (DES) heyelan karakterizasyonu için kullanışlı bir araç olduğunu göstermiştir.

Merritt ve ark. (2014), İngiltere'nin Kuzey Yorkshire Lias çamur kayacı bölgesinde, Lias çamurluklarında aktif bir heyelan için, jeofizik, uzaktan algılama ve jeoteknik yöntemler kullanarak 3D (3 Boyutlu) zemin modeli geliştirme, konulu çalışmalarında; jeofizik, jeoteknik ve uzaktan algılama araştırma yöntemleri kullanılarak heyelan sisteminin temel modelini geliştirmişlerdir. Çalışma, 3 boyutlu jeofizik ve jeoteknik yaklaşım kullanarak ayrıntılı bir heyelan temel modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Hollin Hill'de üretilen jeomorfolojik harita, heyelan özelliklerini, yamaçtaki kopmaların ve diğer arazi biçimlerinin alan boyunca dağılımını göstermektedir. Leica Sistemi 1200 RTK-GPS (Gerçek Zamanlı Kinematik-Global Konumlandırma Sistemi) tekrar ölçümleri yapmak için kullanılmıştır. ERT çalışması 2 ölçekte yapılmıştır. İlki heyelanın taç kısmı ile topuk kısmını kapsayacak şekilde, ikincisi daha yüksek çözünürlüklü olarak, ilk yapılan çalışmaya paralel gerçekleştirilmiştir. Derinliği 5 ile 7 metre arasında değişen 9 sondaj kuyusu açılarak, elde edilen numuneler üzerinde Atterberg Limiti, elek analizi, kesme mukavemeti, insitu deneyleri yapılmıştır. Kil mineralojisini araştırmak için (XRD) analizi kullanılmıştır. 2009 yılından itibaren 3 kuyuda her 0,5 metrede inklometre ölçümleri yapılarak, zaman içinde kayma yüzeyinin yer değiştirmesinin derinliğini, yönünü ve büyüklüğünü belirlemek için her 0.5 m'de bir yer değiştirme okumaları yapılmıştır. Birimler ve oluşumlar arasındaki farklılaşmaya yardımcı olmak amacıyla, iki kuyudan alınan örnekler üzerinde toprak direnci laboratuvar ölçümleri yapılmıştır. Sonuç olarak; ERT gibi jeoelektrik yöntemlerin, heyelan araştırmalarına faydalı bir şekilde uygulanabileceği, heyelan hacmi ile ilgili bilgilere ulaşılabilir veri sağladığı, ancak göz önünde bulundurulması gereken önemli bir faktörün elektrot aralığı olduğu, çünkü geri dönen görüntülerin çözünürlüğünün üzerinde derin bir etkisinin olduğu vurgulanmıştır.

Uyanık ve Çatlıoğlu (2014), Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Batı Yerleşkesi içerisinde, elektrik özdirenç ve sismik kırılma yöntemleriyle heyelan

geometrisinin belirlenmesi konulu çalışmalarında; yerleşke içerisinde daha önce yüzeysel kaymaların oluştuğu alanda, "Elektrik Özdirenç ve Sismik Kırılma Yöntemleri"ni kullanarak heyelan geometrisini ve heyelan kütlesinin özelliklerini belirlemek amacıyla Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) ve Çok Atışlı Sismik Kırılma (ÇASK) çalışmaları yapılmıştır. Sismik ve özdirenç çalışmalarının 2-boyutlu ters çözüm sonucunda heyelan geometrisi ve zeminin mekanik özellikleri belirlenmiştir. Çalışma alanının eğiminin özdirenç ve sismik hız modellerin topografyasından da belirlenebileceği, özellikle kot değerlerinin ani olarak değiştiği kesimlerde yapılan merdiven ve taş duvarlarda, eğim yönünde deformasyonlar geliştiği, bu durumun aşırı yağışlı zamanlarda suya doygun zeminin eğim boyunca akması durumunda mevcut taş duvarlara ek yük oluşturabileceği belirtilmiştir. Heyelan modelleri incelendiğinde muhtemel kayma yüzeyleri, kayan malzeme ve topuk kısmı ayırt edilmiştir. Çalışma alanında, yeraltının durumunu ayrıntılı bir şekilde ortaya koymak için 3 hat boyunca çok atışlı sismik kırılma (P- ve S-dalga) verisi toplanmıştır. Çok atışlı sismik kırılma çalışmasında 22 adet P dalgası için 20 Hz öz-frekanslı düşey ve S dalgası için 14 Hz öz-frekanslı yatay bileşenli jeofonlar kullanılmıştır. Açılım alanının elverdiği şekliyle elektrot aralıkları belirlenmiş ve Wenner-Schulumberger elektrot dizilimi uygulanmıştır. Her elektrota ait yükseklik değerleri de ölçülerek veriye eklenmiştir. Özdirenç verileri ve P ve S dalga hız verileri birlikte değerlendirilerek heyelanın muhtemel kayma yüzeyi, topuk kısmı belirlenmiş, kayan ve kaymayan malzemelerin mekanik özellikleri yorumlanmıştır. Çalışma alanında mevcut taş duvarların istinat duvarlarına dönüştürülmesi, bu alan üzerinde yük yaratacak yapılaşma ya da benzeri yüklemelerden uzak durulması ve drenaj kanallarının yapılması yağmur sularının yeraltına geçişini engellemek ve bölgeden tahliye etmek için önerilmiştir.

Havenith ve ark. (2015), Orta Asya'daki Tien Shan bölgesinde, Tien Shan Geohazards Veritabanı: Depremler ve heyelanlar konulu çalışmalarında, deprem ve

heyelanlar ile ilgili veri tabanları arasındaki boşlukları gidermek amaçlanmıştır. Yeni heyelan envanteri ve güncellenmiş deprem kataloğu temelinde, heyelan ve deprem aktivitesi arasındaki bağlantı analiz edilmiştir. Her iki tür jeolojik tehlike için, ilk olarak depremler için Gutenberg-Richter Yasası ve büyüklük-frekans ilişkileri, heyelanlar için olasılık yoğunluk fonksiyonu açısından incelenmiştir. Deprem ve heyelan tehlikeleri arasındaki yakın ilişkiyi daha ayrıntılı olarak özetlemek için olay geçmişleri araştırılmıştır. Bu çalışmadan önce, "zaman bilgisi" bileşeninin artık her iki tür jeolojik tehlike için de yeterince bilinmediği ve hatta çoğu büyük heyelanlar için hiç bilinmediği sonucuna ulaşmışlardır. Bu nedenle, ilgili tehlikeleri daha iyi sınırlandırmak için kayaların tarihlenmesinin, büyük kütle hareketi için çok önemli bir faktör olduğu, Tien Shan'daki dağ silsilesi içindeki en büyük felaketlerin depremle tetiklenen heyelanlar ve büyük toprak akışlarından kaynaklandığı; bu nedenle, bu dağ bölgeleri için birleştirilmiş tehlike senaryoları ile tek tehlike değerlendirmesini tamamlamalarının önemi vurgulanmıştır. Bu senaryoların temelinde, yapay barajlar, hidroelektrik planları, madencilik ve yol altyapısı üzerindeki doğrudan etkilerin yanı sıra, olası hasar ihlalleri ile madencilik ve nükleer atık depolarının hareketinden kaynaklanan ikincil etkiler dikkate alınarak risk değerlendirmelerinin tamamlanabileceği belirtilmiştir.

Gelişli ve Ersoy (2017), Türkiye'nin kuzeydoğusunda, jeofizik yöntemlerin kullanımı ile heyelanın incelenmesi konulu çalışmalarında; Artvin Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nin (Yusufeli-Artvin, Türkiye) inşaatının rezervuar alanındaki Havuzlu Paleo-Heyelan yapısını; jeofizik yöntemlerden Düşey Elektrik Sondaj Yöntemi, Doğal Potansiyel ve Mikrotremor yöntemi kullanarak incelemişlerdir. Çalışılan alandaki Havuzlu Heyelanı'nın geometrisini ortaya çıkarmak için 22 profil boyunca 2D (2 Boyutlu) direnç araştırmaları, direnç çizgisi boyunca 11 Doğal Potansiyel ölçümler yapılmıştır. 2D direnç araştırmalarıyla heyelan malzemesi ile ana kaya arasındaki süreksizlikler tespit edilmiş, doğal potansiyel ölçümlerle de yeraltı suyunun varlığı hakkında bilgi sağlanmıştır. Bütün

bu profillerdeki elektrot aralığına göre, jeolojik yapıların derinlikleri tahmin edilmiştir. Yeraltı 2D direnç bölümlerinin hem dikey hem de yatay olarak oldukça heterojen bir yapı gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bölümlerde düşük ve yüksek direnç bölgelerinin olduğu tespit edilmiştir. Heyelan gövdesi içindeki nispeten düşük dirençli bölgeler, killi siltli kumlu malzeme içeriği ve nem içerikleri ile tanımlanmıştır. Havuzlu Heyelanının ana kaya derinlikleri, heyelan gövdesinde yatay-dikey bileşen spektral oranı (H/V Nakamura tekniği) kullanılarak mikrotremor metodu ile hesaplanmıştır. Bazı yerlerde, mikrotremor verilerinden elde edilen ana kayaların derinliği, kuyulardan elde edilenlerle uyumsuz olduğu görülmüştür. Yamaçta 16 noktada yeraltı yüzeyinin yapısını, yeraltı suyu tespiti için mikrotremor ölçümleri; heyelanın geoteknik özelliklerini analiz etmek için 16 sondaj yapılmıştır. Sondajlardan elde edilen numuneler üzerinde laboratuvar testleri uygulanmış, ayrıca dört kuyuda presiyometre deneyi birimin çimentolanma ve yüksek iç sürtünme açısına sahip olduğunu göstermiştir. 2D direnç derinlik değerleri ve sondaj sonuçları korole edilerek, Havuzlu Heyelanın kalınlığı tespit edilmiştir. Jeofizik incelemelerin sonuçları, jeolojik ve morfolojik gözlemlerden ve sondaj uygulamalarından toplanan verilerle sistematik olarak bütünleştirilerek; jeolojik ve jeofizik verilerin ortak yorumu ile Havuzlu Heyelanı'nın kayma yüzeyi ve yeraltı suyu durumu belirlenmiştir. Havuzlu heyelanın yapısı sondaj verileri ve jeofizik ölçümlerle birlikte belirlenmiştir.

Chen ve ark. (2017), Japonya'da, aktif fay türlerinin deprem kaynaklı derin oturmalı heyelanlara etkileri konulu çalışmalarında; depremlerin neden olduğu derin oturmuş heyelanların dağılımı (DSLs; heyelan hacmi $>10^5$ m^3) ile aktif fayların dağılımı arasındaki ilişkiyi, Japonya'daki tarihsel depremleri inceleyerek ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Japonya'daki 10 depremin neden olduğu 47 tarihsel DSLs temel alınarak analiz yapılmıştır. DSLs dağılımlarında ters fay ile doğrultu atımlı fayların etkilerinin farklı olduğu görülmüştür. Ters fay depremlerinin neden olduğu DSLs'ler, faylardan yaklaşık 20 km'lik geniş bir

aralıkta eşit olarak meydana gelme eğilimindeyken, doğrultu atımlı fay depremlerinin neden olduğu DSLs'lerin %80'inin 5 km'lik küçük bir aralıkta yoğunlaştığını tespit etmişlerdir.

Chang ve ark. (2018), Kuzey Tayvan'da, aktif bir normal fay yakınındaki heyelanların jeomorfolojik evrimini hava fotoğrafları, insansız hava aracı ve lidar gibi çeşitli uzaktan algılama tekniklerini kullanarak çalışmışlardır. Heyelan morfolojisini volkanik yapının kubbe şeklindeki topografyasına ve morfolojik evriminin doğasına dayanarak değerlendirmek için bir morfolojik yeniden yapılandırma yöntemi uygulamışlardır. Kuzey Tayvan'daki Tatun yanardağ grubundaki iki büyük ölçekli heyelanda yeniden inşa yöntemi uygulanarak, iki heyelanın tüketilen hacmi tahmin edilmiştir. Bölgedeki aktif bir normal fayın jeolojik ve tarihsel kayıtları da dikkate alınarak heyelanın tetiklenmesinde rol aldığı ve bu nedenle heyelanın jeomorfolojik evrimi ile ilgili çalışmaların tektonik özellikler de dikkate alınarak yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Shao ve ark. (2020), Çin'in Yunnan Eyaleti Baoshan şehrinde, heyelanların envanteri, dağılımı ve geometrik özellikler konulu çalışmalarında; yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine dayanarak ayrıntılı bir heyelan envanteri oluşturmak amacıyla, eski ve yeni heyelanların mekânsal dağılımlarını ve geometrik özelliklerini analiz etmişlerdir. Yapılan çalışmayla; 2144 yeni heyelan ve 283 eski heyelan olduğu, heyelan H/L (yükseklik/ uzunluk) oranlarının tüm heyelanlar için aynı olduğu, heyelan oluşumunun yağıştan ve faydan daha az etkilendiği, ancak eğim ve yükselti olmak üzere arazi biçiminden büyük ölçüde etkilendiğini, son heyelanların 15°-40° eğim ve 1980-1798 m kotlarında meydana geldiği, heyelan konumundan, heyelanların kaynak alanı (eski veya yeni heyelanlar olsun) genellikle sırt bölgesine yakınken, eski heyelanların birikim alanlarının vadilere daha yakın olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

Çalışma alanlarında derinliği 9-35 metre aralığında değişen toplam 80 adet sondaj çalışması, SPT, presiyometre deneyi, inklinometre deneyi, laboratuvar çalışması (Atterberg limitleri, su içeriği, doğal birim hacim ağırlık, kuru birim hacim ağırlık, serbest basınç deneyi, kesme kutusu, nokta yükleme, üç eksenli basınç deneyi), jeofizik çalışma (29 ölçüm Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), 14 ölçüm Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT), 14 ölçüm Düşey Elektrik Sondaj (DES), 20 ölçüm Mikrotremor) yapılmıştır. Jeolojik ve jeofizik çalışmalar ile çalışma alanlarının deprem durumu birlikte değerlendirilmiş; şev stabilite analizi yapılmıştır.

3.1. Sondaj Çalışmaları

Zemindeki birimlerin jeolojisinin, temel zeminin yapısal durumunun ortaya konması ve zeminin statik ve dinamik parametreleri ile yeraltı suyunun yamaç stabilitesine etkisinin araştırılması, ayrıntılı jeolojik ve mühendislik bilgilerinin ortaya çıkarılması amacıyla sondaj çalışması yapılmıştır. Çalışma alanlarının büyüklüğüne ve topoğrafik durumuna göre sondaj sayısı belirlenmiştir. Sondaj sırasında belirli aralıklarla uygun zeminlerde SPT-N deneyi yapılmış ve uygun zeminlerde Karot numuneler alınmıştır.

Sondaj çalışmasında alınan numuneler üzerinde, özel laboratuvarlarda deneyler yapılmıştır. Laboratuvar deney sonuçları; diğer arazi deneyleri ve jeofizik verilerle birlikte değerlendirilerek, çalışma alanlarının heyelan aktivitesi bu çalışmada yer almakta olup, her inceleme alanı için uygulanan jeofizik yöntemin çalışmaya katkısı değerlendirilmiştir. Çalışma alanları ile ilgili sondaj çalışmalarına ait detaylı bilgi aşağıda verilmiş, sondaj logları EK-1 de sunulmuştur.

3.2. Arazi Deneyleri

3.2.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

SPT, dinamik olarak 76 cm yükseklikten 63.5 kg ağırlığındaki bir tokmağın düşürülerek standart bir numune alıcının zemine 30 cm girmesi için gerekli darbe sayısının bulunması şeklinde uygulanmaktadır. Bu deney, yumuşak killer ve gevşek kumlardan, sert killer ve çok sıkı kumlara kadar çeşitli zemin türlerinde uygulanabilmektedir. Zeminin penetrasyon direncinin vuruş sayısı, SPT-N yoluyla ölçülmesine, sınıflandırma ve indeks deneylerinde kullanılabilen temsili örselenmiş numuneler alınmasına imkan sağlamaktadır.

3.2.2. Kayaç Kalite Tanımlaması (RQD)

Kayaç kalite göstergesi (Rock quality designation; RQD); bir kayaç kütlesi içinde bulunan eklemlilik ya da çatlaklılık derecesinin kaba bir ölçüsüdür. Sondaj karotunun her bir 10 cm veya daha fazlası için yüzde şeklinde ifade edilir:

$$RQD\ (\%) = Lp/Ltx100$$

Lp: Karotlu ilerlemede 10 cm veya 10 cm'den büyük sağlam ve silindirik şeklini korumuş karot parçalarının m cinsinden toplam uzunluğu

Lt: Karotlu ilerlemede m cinsinden toplam ilerleme

Yüksek-kaliteli kayacın RQD'si %75 daha fazla, düşük-kaliteli bir kayacınki ise %50'den daha düşüktür.

3.2.3. Presiyometre Deneyi

Presiyometre deneyi, zeminin yük/deformasyon parametrelerinin belirlendiği bir arazi (in-situ) deneyidir. Deney basit anlamda genişleyebilir silindirik bir probun önceden delinmiş bir kuyuya indirilerek şişirilmesi ve bu

esnada prob içerisindeki basınç ve hacim değişikliklerinin ölçülmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir.

Dairesel basınç verilerek zeminde dairesel deformasyon oluşturan silindir şeklinde bir sonda (prob) ve buna bağlı kumanda panosundan oluşan Menard tipi presiyometre aleti ile deney yapılır. Menard tipi presiyometre aleti;

-Yerüstü ölçme cihazı,

-Prob,

-Kuyu ağzından verilen basıncı ileten plastik borular'dan oluşmaktadır.

Yerüstü ölçme cihazı: Açılan sondaj deliğine indirilen proba verilen basınç değerlerini gösteren manometreler, uygulanan basınç altında deney yapılan seviyedeki hacimsel değişmeleri gösteren volümetreler, basıncı temin eden 200 kg/cm² basınçla sıkıştırılmış hava veya $N0_2$ tüplerinden meydana gelmiştir. Ayrıca kuyu içine indirilen proba giden su ile istenilen basıncı uygulamaya yarayan dedantör, vana ve prizler bulunmaktadır. Bu donanım koruyucu bir kutu içindedir.

Prob: Deneyin istenilen seviyede yapılmasını sağlar. Üç hücreden oluşmuştur. Alt ve üst hücreler koruyucu olup, ortadaki hücre ise ölçme hücresi vazifesini görür. Lastik bir kılıf içindeki koruyucu ve ölçme hücreleri ayrı ayrı volümetrelere bağlı olup, üç hücreye eşit miktarda su basılır. Deney sonrası suyun geri dönmesi bir başka deyişle, probun kuyu içinde sıkışmaması ve kuyudan rahat çıkartılabilmesi için lastik kılıf ile hücreler arasına ayrı bir hava kanalıyla hava verilerek deney tamamlanır.

Basınç ileten borular: Yerüstü ölçme cihazları ile probun bağlantısını sağlayan plastik borulardır.

Presiyometre Deneyinin Yapılışı:

Standart GB tipi presiyometrede efektif basınç 70 kg/cm² olup, 5-10000 kg/cm² arası zemin ve kaya deformasyon modülleri ölçülmektedir. NO_2 tüpleri ile plastik borular vasıtası ile iletilen basınçlar; ölçme hücresinde basınç artışını ve dolayısıyla hacim artışını, hacim artması ise volümetredeki sıvı sütunundaki yükselme ile takip edilir. Sondaj kuyusuna yerleştirilen proba kademeli olarak 1, 2, 3 kg/cm² ve gittikçe artan dairesel basınçlar verilerek, her basınç kademesi için, 15-30-60 saniyelerde ölçme hücresinde oluşan hacimsel değişimler kaydedilir. Gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra "x eksenine-basınç", "y eksenine-genellikle 60 saniyedeki hacimsel değişimler" bir grafik üzerine işaretlenir.

Bu grafikte ilk yükseliş kesimi probun zemine oturması ve zeminin P0 içsel basıncını gösterir. Daha sonra lineer hale geçen eğrinin bu safhasına "elastik safha" denir. Menard Elastik Modülü (Em) her seviye için grafik yardımı ile saptanır. Bu elastik safhadan sonra eğri yükselmeye başlar ki bu noktadan itibaren deney yapılan birimin "plastik safhası" başlamıştır.

Limit basınç (PL) hacimsel artışların teorik olarak sonsuza vardığı nokta olup, bu değer teorik olarak deney yapılan kesimin "Nihai taşıma gücü"ne karşılık gelmektedir.

3.2.4. İnklinometre Deneyi

Yüzeyden itibaren belirli derinliklerde oluşabilecek yatay ve düşey hareketlerin izlenmesinde güvenilir bir yöntem olarak kabul edilen inklinometre ölçümleri, yatay ve düşey olarak açılmış sondaj kuyularına yerleştirilecek 3 m boyunda, sıcağa karşı dayanıklı ve yüksek sıkışma, dayanımına sahip plastik, veya alüminyum boruların ilksel konumlarından olan sapmaların inklinometre cihazı aracılığıyla belirlenmesi esasına dayanır (Ertürk, 1996).

Yerleştirildikleri sondaj deliğinin eksenine dik yönde oluşan hareketlerin ölçülmesinde kullanılan inklinometreler yardımıyla düşey doğrultudaki deliğin iki tarafında 10-20° lik sapmalar ölçülebilmekte, hareketin yeri, büyüklüğü ve yönü saptanabilmektedir (Ertürk, 1996).

Muhtemel kayma yönü olarak, kabul edilen A+ yönünde meydana gelebilecek yanal hareketlerin yeri ve büyüklüğü, farklı derinliklerdeki farklı sapma açılarının algılayıcı yardımıyla hesaplanması sonucu saptanabilmektedir (ASTM D4622 - 86). Kuyu tabanından itibaren her 0.5 m'de bir yukarı çekilen algılayıcı yardımıyla alınan ölçüm değerleri, gerçekte algılayıcının bulunduğu derinliklerde, algılayıcının uzun ekseninin, dolayısıyla inklinometre borusunun düşeyle yaptığı sapma miktarlarını gösterir (Ertürk, 1996).

İnklinometre ölçümünün elektronik ve sayısal olarak yapılmasını sağlayan alet takımına inklinometre seti adı verilmektedir. İnklinometre seti; inklinometre borusu, prob, veri toplama cihazı (data-logger) ve kablo sabitleyiciden oluşmaktadır. İnklinometre borusu 60 mm çapında bir borudur. Boru 3 metrelik parçalar halinde olup kuyu derinliğine göre birbirine perçinlenerek uzatılır. İnklinometre borusu içine indirilen cihaza prob adı verilmektedir. Probun düzgün bir biçimde kaymadan inklinometre borusu içine yerleşmesi yivler sayesinde olmaktadır. Prob (data-logger) veri toplayıcı ile bağlantılıdır. Veri toplama cihazı, probun farklı derinliklerdeki gerilim farklarını okuyan özel bir cihazdır. Kablo sabitleyici ise probun istenilen derinlikte durmasını sağlayan mekanik makaralı bir cihazdır.

Sondaj yapılan kuyu içerisine yerleştirilen inklinometre borularının sabitlenebilimesi için deliğin etrafı çimento ile doldurulmalıdır. İnklinometre borularının üzerindeki yivlerden biri deplasman yönüne dik olacak şekilde yerleştirilmelidir. Buna A aksı adı verilir. Buna dik yöndeki aksa da B aksı adı verilir. Boru sabitlendikten sonra, prob boru içine yerleştirilerek sıfır okuma yapılır. Sıfır okuma yapılırken bir referans seçilir ve diğer okumalar seçilen referansa göre

alınır. Deplasman yönüne en yakın yöndeki yivler ana referans yönü olarak kabul edilir. İnklinometre borusu üzerinde bu yön A+ yönü olarak işaretlenir. Okumalar diğer alınan okumalarla karşılaştırılarak meydana gelen yatay deplasmanlar her okuma derinliği için tek tek belirlenir ve grafik olarak gösterilir. Hesaplama yapılırken mV cinsinden ölçülen potansiyel fark prob sabiti ile çarpılmalıdır. Buradan elde edilen değer probun düşeylikten sapma açısını Sinβ cinsinden vermektedir. Bu açının önceki açıdan farkı düşey mesafe ile çarpılarak yatay deplasman hesaplanır.

İnklinometre cihazında sabit kablolama yoktur. Okumaların düzgün bir şekilde yapılabilmesi için kablo sabitleyici kullanılması gerekmektedir. Kablo sabitleyicinin makara sistemi sayesinde prob istenilen derinlikte durdurulabilir. Bu şekilde insan kaynaklı hatalar minumum düzeye indirilmektedir. İnklinometre borusunun üst kısmında borunun tıkanmasını engellemek için bir kapak bulunur. Okuma yapıldıktan sonra kapak kapatılır. Okuma verileri dijital ve analog olarak çeşitli fortmarda kaydedilebilir. Kaydedilen okuma verileri bilgisayara aktarılır ya da veri olarak girilir.

3.3. Laboratuvar Deneyleri

Laboratuvar deneylerinin amacı; birim hacim ağırlık, su muhtevası, boşluk oranı vb. (zemin indeks özellikleri) ve kayma mukavemeti parametrelerini (kohezyon, kayma mukavemeti açısı) belirlemektir. Bu kapsamda zeminden alınan numuneler üzerinde elek analizi, kıvam limiti, serbest basınç, kesme kutusu gibi deneyler yapılmaktadır.

Çalışma alanlarında heyelanın tespit çalışmasına esas teşkil etmek üzere açılan zemin sondaj kuyularından alınan numunelere uygulanan deneyler, Çevre ve Şehircilik Bakanlığından laboratuvar izin belgeli zemin mekaniği laboratuvarları tarafından yapılmıştır.

3.3.1. Atterberg (Kıvam Limitleri)

1911 yılında İsveçli kimyager Albert Atterberg, tarafından ince taneli zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesine yardımcı olan, kıvam limitleri olarak da bilinen su muhtevası değerleri bulunmuştur. Kıvam limitleri ya da diğer adıyla Atterberg limitleri zemin taneleri ve su arasındaki temasları ve değişen su oranına göre zeminin durumunu tanımlar. Atterberg, viskoz akmanın alt sınırı olarak likit limit, kilin plastisite özelliğini kaybettiği sınır için ise plastik limit değerlerini tanımlamıştır. Diğer bir ifadeyle zemine fazla su verilirse zemin akıcı hale gelir ve kesme direnci yok olur. Kurumaya bırakıldığı zaman kesme mukavemeti kazanır. Bu geçiş durumundaki su muhtevasına likit limit denir (LL veya WL ile gösterilir). Plastik limit ise plastik ve katı durumları birbirinden ayıran sınır su muhtevasıdır (WP veya PL ile gösterilir).

3.3.2. Elek Analizi

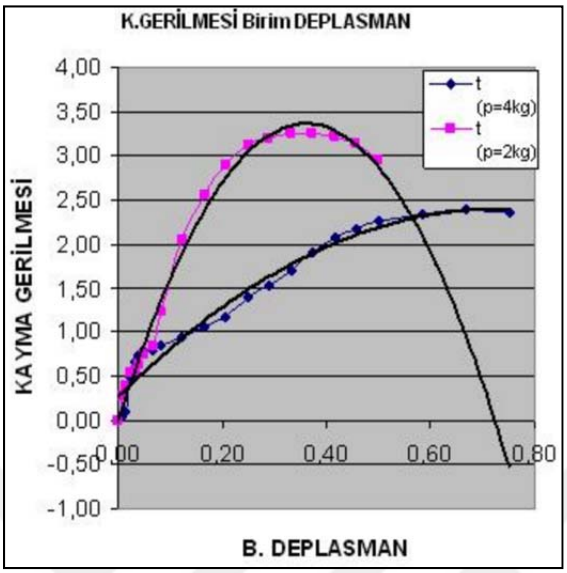
Malzemelerin tane boyut dağılımlarını saptamaya yarayan çeşitli yöntemler ve teknikler vardır. Bunlar arasında en kolay olanı ve en yaygın olarak kullanılanı, laboratuvar elekleriyle yapılan "Elek Analiz Yöntemi"dir. Bu yöntemde, elek analizi için yeteri miktara azaltılmış numune elek açıklıkları birbirinden faklı olan bir dizi elekten geçirilir. Eleme işlemine en büyük delik açıklıklı elekten başlanır ve gittikçe küçülen delik açıklıklı eleklerle devam edilir. Eleme işleminde kullanılan elekler büyüklüklerine göre sınıflandırılırken "meş (mesh) numarası" kavramı kullanılır. Meş numarası bir elekte birim alan ($inç^2$ veya mm^2) başına düşen delik sayısını göstermektedir. Eleme işlemi, elle veya otomatik olarak yapılabilir. Elle elemede, elekler teker teker kullanılır. Otomatik elemede ise bir elek sarsma makinesinden yararlanılır. Eleklerin, elek açıklıkları üstten alta doğru gittikçe küçülecek şekilde üst üste yerleştirilmesiyle hazırlanan elek seti, eleme makinesine sıkıca yerleştirilir. Makine, eleklere sürekli titreşim+eliptik dönüş+darbe şeklinde hareket verir. Eleme işlemi sonunda elekler çıkarılıp, herbir

eleğin üstünde kalan miktar tartılır ve o tane boyuna ait ağırlık yüzdesi toplam malzeme miktarına oranla hesaplanır. Elde edilen sonuçlar grafiksel olarak değerlendirilir.

3.3.3. Kesme Kutusu Deneyi

Kesme kutusu deneyinde, zemin numunesi dikdörtgen veya dairesel kesitli ve iki parçadan oluşan rijit bir kutu içine yerleştirilmektedir. Uygulanan bir kesme kuvveti altında, kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parçası yatay bir düzlem üzerinde hareket edebilmekte ve böylece numunenin ortasından geçen yatay düzlem boyunca zemin kaymaya zorlanmaktadır. Numune üzerine normal gerilme uygulayarak, böylece kesmeden önce zeminin konsolide olması ve kesme sırasında normal gerilmelerin kontrol altında tutulması mümkün olmaktadır.

Bu deneyde zemin önceden belirlenmiş (numunenin ortasından geçen) yatay bir düzlem boyunca kırılmaya (göçmeye) zorlanmaktadır. Belirli bir normal gerilme altında uygulanan kesme kuvveti ile meydana gelen yatay yer değiştirmeler ölçülmektedir ve Şekil 3.1'de görülen eğriler elde edilmektedir.



Şekil 3.1. Kayma Gerilmesi-Deplasman eğrisi

Eğrilerin şeklinin zeminin cinsine ve başlangıç durumuna bağlı olduğu gözlenmektedir. Deney sırasında ulaşılan en büyük kayma gerilmesi veya göçme kabul edilebilecek şekil değiştirmelere yol açan kayma gerilmesi zeminin normal bir gerilme altında kayma mukavemetini vermektedir. Deney değişik normal gerilmeler altında yukarıdaki şekilde gösterildiği gibi zeminin mukavemet zarfını elde etmek mümkün olmaktadır. Bu deney ile kesme sırasında zeminin drenajını kontrol etmek, ancak yükleme hızını zeminin permabilitesine göre ayarlamak ile mümkün olmaktadır.

Permabilitesi yüksek zeminlerde (kumlarda) drenajlı koşullar geçerli olurken, düşük permabiliteli zeminlerde (killerde) normal yükleme hızlarında drenajsız, çok yavaş yükleme hızlarında drenajlı koşullar geçerli olmaktadır.

Kesme sırasında oluşan boşluk suyu basıncı artışlarını ölçmenin mümkün olmaması göçmeye ulaşmadan önceki gerilme seviyelerinde asal gerilme doğrultularının belirsiz olması ve kırılma düzlemi boyunca gerilme dağılımının uniform olmaması deneyin kısıtlayıcı yönlerini oluşturmaktadır.

3.3.4. Nokta Yükleme Deneyi

Kayaların nokta yükleme dayanım indekslerinin tayinine ilişkin bir deneydir. Kayaçların dayanımlarına göre sınıflandırılmasında kullanılan nokta yük dayanım indeksinin saptanması amacıyla yapılır. Nokta yük dayanım indeksi tek eksenli sıkışma ve çekme dayanımı gibi diğer dayanım parametrelerinin dolaylı olarak belirlenmesinde kullanılır. Deney sonucu esas alınarak kayacın "Nokta yük dayanım indeksi" ve ayrıca "Dayanım anizotropi indeksi" de belirlenir. Deney numuneleri karot şeklinde (çapsal veya eksenel) kesilmiş bloklar halinde veya düzgün olmayan parçalar şeklinde olabilir. Farklı karot çaplarında numuneler (çapsal) ile eksensel ve şekilsiz kaya kütleleri üzerinde bu deney uygulanabilir. Mümkünse NX boyutlu (54 mm) karotlar bu deney için seçilmelidir.

Deney sonucu elde edilen Nokta Yük Dayanım değerleri ile birimi oluşturan kayalar Çizelge 3.1'e göre sınıflandırılabilir.

Çizelge 3.1. Kayaçların Nokta Yük Dayanımına Göre Sınıflandırılması (Bieniawski, 1975)

Kaya Sınıfı	$Is_{(50)}$ Mpa
Çok Düşük Dirençli	<1
Düşük Dirençli	1-2
Orta Dirençli	2-4
Yüksek Dirençli	4-8
Çok Yüksek Dirençli	>8

3.3.5. Serbest Basınç Deneyi

Serbest basınç deneyi; yanal desteğe ihtiyaç duymayan bir zemin numunesinin eksenel yük altında gösterdiği davranışı incelemek amacıyla yapılmaktadır (Satı, 2016). Bu deney sonucunda kohezyonlu zeminlerin serbest basınç mukavemeti (qu) değeri ve drenajsız kayma mukavemeti (cu) değeri elde

edilir. Killi zeminlerde uygulanması kolay olduğundan ve hızlı sonuç vermesinden dolayı yaygın olarak tercih edilmektedir (Akan ve ark., 2017).

Deney sonrası elde edilen veriler aşağıda yer alan formüller uygulanarak şekil değiştirme ve gerilme değerleri hesaplanır.

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_0} * 10 \qquad A = \frac{A_0}{1-\varepsilon} * 100 \qquad q_u = \frac{P}{A}$$

Eşitliklerde;

ε : Eksenel birim şekil değiştirme (%)

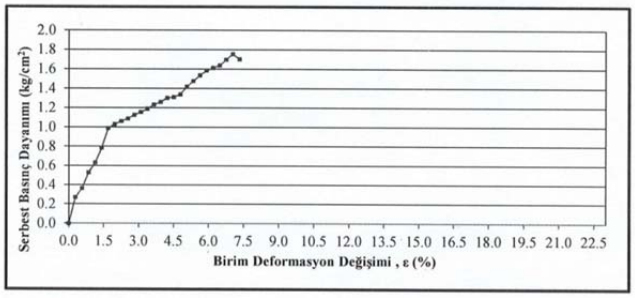
ΔH : Boy değişim miktarı (mm)

H_0 : Numune ilk boy değeri (mm)

A : Ortalama kesit alanı (m^2)

A_0 : Numunenin başlangıç kesit alanı (m^2)

P: Uygulanan yük (kN)



Şekil 3.2. Gerilme-şekil değiştirme eğrisi

Şekil 3.2'de gerilmenin maksimum olduğu değer numuneye ait serbest basınç değeri grafiği yer almaktadır. Serbest basınç değeri ile Mohr-Coulomb göçme dairesi çizilerek bu daireden drenajsız kayma mukavemeti (cu) değeri elde edilir. Serbest basınç değeri ile killerin kıvamını gösteren tablo Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Serbest Basınç direnci (qu) değerine bağlı olarak zeminlerin kıvamı

Serbest Basınç Mukavemeti (qu)	**Katılık Derecesi**
0.25'den küçük	Çok Yumuşak
0.25-0.50	Yumuşak
0.50-1.00	Yumuşak-Orta sert
1.00-2.00	Orta sert
2.00-4.00	Sert
4.00'dan büyük	Çok sert

3.3.6. Üç Eksenli Basınç Deneyi

Zeminin kayma mukavemeti parametreleri olan kohezyon (c) ve içsel sürtünme (ϕ) açısını belirlemek için kullanılır. Bu deney düzeneği ile zeminin arazi koşullarında sahip olacağı kayma mukavemetini gerçeğe en yakın olarak belirlemek mümkün olmaktadır. Bir numunenin üç eksenli basma dayanımı, ikinci ve üçüncü boyutlarda yan basınç sağlanırken kayacın yenildiği eksenel yenilme düzeyidir. Aynı kaya türünde, farklı yan basınçlarda farklı üç eksenli sıkışma dayanımı değerleri elde edilir. Yan basıncın artması aynı zamanda üç eksenli sıkışma dayanımını artırdığı gibi, son dayanımda da fazla birim deformasyonlarla sonuçlanır. Ayrıca yenilmeden önceki elastik birim deformasyonlar da yan basıncın artmasıyla artar. Zayıf kayaçlarda, gerilme birim deformasyon eğrisinden elde edilen başlangıç tanjant modülü, yan basıncın artırılmasıyla belirgin bir şekilde artar. Çok sağlam kayaçlarda, yanal basıncın artmasıyla dayanım artmasına rağmen, genellikle modülüs değerleri yan basıncın değişmesinden çok az etkilenir.

3.4. Jeofizik Çalışmalar

Jeofizik yöntemler, arazide kolay konuşlandırılabilir olması, zemin profili ile ilgili geniş ölçekte veri sağlaması ve maliyeti düşük olması nedeniyle çalışmalarda tercih nedeni olmuştur. Yeraltı tabaka kalınlıkları ve elastik parametreler jeofizik yöntemlerle belirlenebilmektedir. Bu çalışmada jeolojik verilerle jeofizik veriler birlikte değerlendirilerek çalışma alanlarının jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi planlanmaktadır.

3.4.1. Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analiz Yöntemi (MASW)

MASW yöntemi, bir nokta kaynaktan geçici olarak oluşturulan dalgaların belirli sayıda jeofon tarafından kaydedilmesi ve kayıt içerisinden yüzey dalgalarının seçilerek dispersiyon özelliklerinin belirlenmesine dayanır. Yeraltı tabakalarının fiziksel özellikleri (makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi, poisson oranı vb.) makaslama (S) hızı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, yeraltı tabakalarının S-hızı değişimlerinin belirlenmesi jeoteknik mühendisliği açısından oldukça önemlidir. Son yıllarda yüzey dalgalarının çok kanallı analizi (MASW) yöntemi S-hızı değişimlerinin belirlenmesinde sismik kırılma yöntemi yanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle sismik kırılma yönteminin uygulanamadığı durumlarda MASW yöntemi tek alternatif yöntem olarak görülmektedir. Sismik kırılma yöntemi ile ölçü alımında kullanılan dizilim geometrisi korunarak MASW kayıtları toplanabilmekte ve daha büyük araştırma derinliği elde edilebilmektedir. Yöntemin diğer üstünlükleri arasında hızlı veri toplama, kolay veri işleme ve düşük hız problemini çözmesi gösterilebilir.

Arazi çalışmalarında Feke ve Saimbeyli'de DOREMİ marka, Karabağlar'da AMBRGEO marka sismik alet kullanılmıştır. Ölçüler karşılıklı atış yapılarak alınmış olup, arazi koşullarına göre serim boyları Feke ve Saimbeyli'de 36 m ve Karabağlar'da 42 m; jeofon aralıkları ise Feke ve Karabağlar'da 3 m, Saimbeyli'de 2 metredir. Sismik dalga kaynağı olarak (P) boyuna dalgalar için 9 kg ağırlığındaki balyoz ile çelik plaka üzerine yaptırılan vuruşlardan, (S) enine dalga kaynağı olarak çelik plaka üzerine balyozla yapılan yanal vuruşlardan yararlanılmıştır.

Saimbeyli'de yapılan ölçümlerde 12 kanallı Doremi marka sismik kayıt cihazı kullanılmıştır.

Feke'de sahada alınan ölçümler Doremi V.1.2.22 yazılımıyla alınmış ve kaydedilmiştir. Sahada kayıt edilen sismik kırılma ölçümleri Seisimager Ver.2.8.0.1 yazılımıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucu elde edilen veriler ışığında; tabaka kalınlıkları, yer altı hız yapısı ve topoğrafyası ortaya çıkmıştır.

Karabağlar'da Ambrgeo marka sismik kayıt cihazı kullanılmıştır. Çalışma sahasının genelini yansıtacak noktalarda alınan ölçümler "Seisimager" yazılımı kullanılarak 1D-2D olarak modellenmiştir.

3.4.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT)

Doğru akım özdirenç yöntemi de denilmektedir. Bu yöntemin amacı yeraltını elektrik özelliklerine göre haritalamaktır. Bu amaçla, yeryüzü üzerinde iki noktadan akım verilerek ve diğer iki noktadan ise bu akım yoluyla ortamda oluşan potansiyelin ölçüldüğü ve Ohm yasasına dayanarak resistivite değerinin hesaplandığı yöntemde ortam iki ya da üç boyutlu olarak tanımlanabilmektedir. Böylesi bir ortamı tanımlamanın ilk koşulu, ortamı yeryüzünden başlamak üzere, istenilen derinliğe kadar araştırmak ve bu amaçla veri toplamaktır. Daha sonra toplanan bu veriler ters-çözüm anlamında işleme sokularak yeraltının iki ya da üç boyutlu modelleri oluşturulmaktadır.

Çok elektrotlu (multi-elektrode) ölçüm düzenekleri ile artık veriler çok daha hızlı toplanmakta ve ölçülebilen bu veriler iki-boyutlu (2D) ve üç-boyutlu (3D) yorumlanmaktadır. Bu sayede yer içinin 2D, 3D tomografik bir görüntüsü elde edilebilmektedir.

Çalışma alanında Saimbeyli'de elektrot aralığı 3 m, profil uzunluğu 144 m olan 2 adet Wenner dizilimi uygulamasıyla ERT; Feke'de elektrot aralığı 5 m, profil uzunluğu 120 m olan 3 adet Wenner dizilimi uygulaması; Karabağlar'da 9 adet 5 m elektrot aralıklı Wenner-Schlumberger dizilimi ile ERT uygulaması yapılmıştır.

3.4.3. Düşey Elektrik Sondaj (DES)

Düşey Elektrik Sondajı (DES) uygulamalı jeofiziğin ilk yöntemlerinden birisidir ve günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayaçların yatay ya da düşey yöndeki elektriksel iletkenlik farklarından yararlanarak jeolojik yapının ortaya konması elektrik yöntemlerin uygulamasındaki temel amaçtır.

Bu amaç doğrultusunda arazide gerçekleştirilen ölçümler sonucu elde edilen görünür özdirenç değerleri, çeşitli değerlendirme yöntemleri (abak çakıştırma, modelleme v.b) yardımıyla değerlendirilerek ortamdaki katmanlara ait kalınlık ve özdirenç parametreleri saptanır. Saptanan bu parametrelerden yararlanarak ortama ilişkin kuramsal jeolojik model ortaya konur (Aşçı ve ark., 2004).

Tez çalışmasında Schlumberger elektrot açılım sistemi kullanılmıştır. Feke'de Schlumberger elektrot açılımı 3 noktaya uygulanmıştır. 3 adet AB/2 = 30 m kadar açılım sağlanmıştır. Karabağlar'da 11 adet AB/2= 100-120 m kadar açılım sağlanmıştır.

3.4.4. Mikrotremor

Mikrotremor yöntemi, jeolojik yapıların ve mühendislik yapılarının hakim peryotlarını, deprem şiddetini arttırmalarını saptamak ve yeraltı katmanlarının kayma dalgası hızlarını ve derinliklerini tahmin etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir.

Klasik sismik yansıma ve sismik kırılma ölçülerinde yapay olarak oluşturulan sismik sinyalin dışında olan sinyaller sismik gürültü olarak adlandırılır. Yapay kaynaktan uzak kaynaklı olan bu gürültü sinyalleri 1980 yıllarından sonra yerin doğal peryodunu saptamak amacıyla yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojide ve veri işlemdeki gelişmeler sayesinde elde edilen sonuçlar tekniğin kolaylığı ve ucuzluğu nedeniyle ilgiyi arttırmıştır. Çoğu mikrotremor kaynakları,

sınırlı olmamakla beraber, kültürel aktivite (trafik, kazı, patlatma vb), rüzgar hava değişimi ve deniz dalgalarını içerir. Sismik gürültü (mikrotremor) alanı kaynak dağılımın, yayılma etkilerini ve yerel koşulları içeren çeşitli parametreler tarafından kontrol edilir. (T>2 s) uzun peryodlarda mikrotremor okyanusdaki büyük boyuttaki meteorolojik koşullardan dolayıdır, (1<T<2s) orta peryotlarda esas olarak rüzgarın etkileri ve lokal meteorolojik koşullar tarafından meydana getirilmekte ve (T<1s) kısa peryotlarda kültürel aktivitelerden meydana gelmektedir. (T>2s) ve (T<1s) peryotlu gürültü arasındak fark doğal kaynaklı ve yapay kaynaklı (mikrotremor) arasındaki geleneksel farka tekabül eder. Sismik gürültü 0.5 Hz den daha küçük frekanslar için mikrosismik ve daha büyük frekanslar için mikrotremor olarak katagorize edilir (Keçeli, 2009).

Karabağlar'da yapılan Mikrotremor ölçümleri 20 noktada, üç bileşenli mikrotremor cihazı Ambrgeo Echo Tromo HVSR-3 kullanılarak yapılmıştır. Bu cihaz ile yapılan ölçümlerde hız kaydı alınmaktadır. Arazide 15'er dakika olarak alınan Mikrotremor ölçümleri Geopsy programı ile değerlendirilmiştir. Mikrotremor ölçümlerinde değerlendirme yaparken pencere kayıt uzunlukları 10-20-25' er sn olup, pencere sayıları 4-42 arasında değişen pencereler alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Jeolojik Bulgular:

Saimbeyli (Adana)'de bulunan çalışma alanı Doğu Toroslar'da Geyikdağı Birliğinde Üst Devoniyen yaşlı Gümüşali Formasyonu içerisinde; Feke (Adana)'da bulunan çalışma alanı, Doğu Toroslar'da Geyikdağı Birliğinde Alt Kambriyen yaşlı Emirgazi Formasyonu içerisinde; Karabağlar (İzmir)'da bulunan çalışma alanı ise Üst Kretase-Paleosen yaşlı Bornova Karmaşığı içerisinde yer almaktadır. Arazi gözlemleri ve formasyon özellikleri dikkate alındığında çalışma alanlarında kayma şeklinde heyelanların gelişebileği öngörülmektedir.

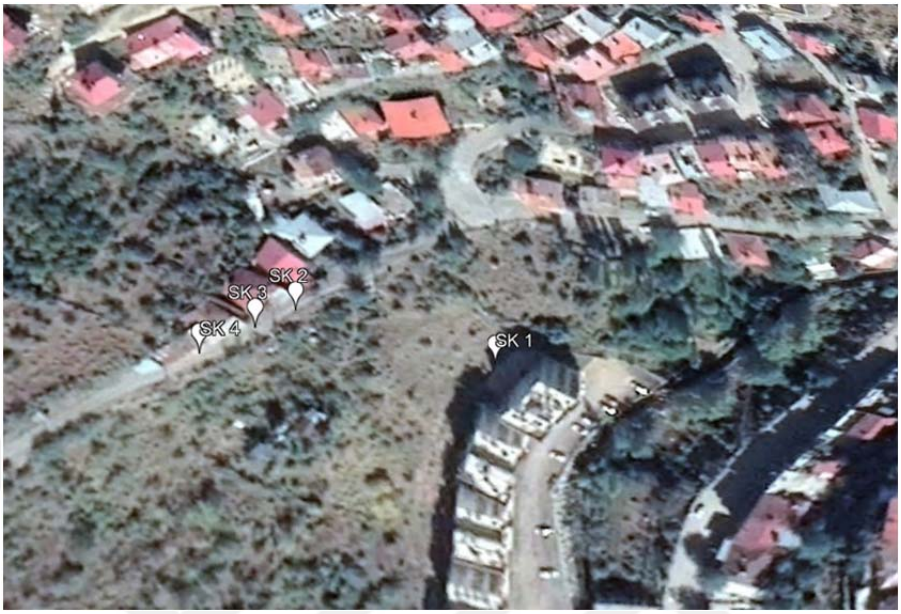
Litoloji, yeraltı suyu koşulları, yamaç eğimi çalışma alanları için heyelan hazırlayıcı faktörler arasında öncelikli sıralarda bulunmaktadır. Heyelan aktivitesini arttırıcı etkenler arasında bulunan "yağış" ve "deprem" faktörü; çalışma alanlarının iklimsel özellikleri, diri faylara olan yakınlığı ve fay tipleri nedeniyle önemli bir tetikleyici faktör olarak görülmektedir.

Ters fay depremlerinin neden olduğu heyelan hacminin, doğrultu atımlı fay depremlerinin neden olduğu heyelan hacminden daha fazla olduğu (Chen ve ark.,2017) göz önüne alındığında; Saimbeyli ve Feke'deki çalışma alanları Saimbeyli Fayına (Ters Fay) yakın olduğundan meydana gelecek depremin, heyelan etkisini arttıracağı öngörülmektedir. Karabağlar çalışma alanına çok yakın mesafede bulunan Tuzla Fayı'nın da heyelan potansiyelini arttırıcı bir etki oluşturabileceği düşünülmektedir.

4.1.1. Sondaj Bilgileri:

4.1.1.1 Saimbeyli (Adana) Sondaj Bilgileri:

Çalışma alanında zemin özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla derinlikleri 10.00-25.00 metre aralığında değişen toplam 75 metre derinliğinde 4 lokasyonda sondaj çalışması yapılmıştır. Sondaj kuyularına ait bilgiler lokasyonlar Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Saimbeyli çalışma alanındaki sondaj lokasyonları

Çizelge 4.1. Saimbeyli'deki sondaj lokasyonları ve sondaj derinlikleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Litoloji	Formasyon Adı
1	0.00-3.50	Yamaç molozu	Gümüşali Formasyonu
	3.50-20.00	Mavimsi gri renkli yer yer çakıllı şeyl-kumtaşı-kireçtaşı	
2	0.00-9.00	Yamaç molozu	Gümüşali Formasyonu
	9.00-25.00	Mavimsi gri renkli yer yer çakıllı şeyl-kumtaşı-kireçtaşı	
3	0.00-9.00	Yamaç molozu şeyl- kireçtaşı arda-lanması	Gümüşali Formasyonu
	9.00-20.00	Mavimsi gri renkli yer yer çakıllı	
4	0.00-10.00	Yamaç molozu şeyl- kireçtaşı arda-lanması	Gümüşali Formasyonu

Çizelge 4.1'de sondaj derinlikleri ve litoloji bilgileri verilmiştir. Buna göre açılan sondaj kuyularından elde edilen numunelere göre; yamaç molozu ve mavimsi gri renkli yer yer çakıllı şeyl, kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim gözlenmiştir. Gümüşali formasyonu olarak tanımlanan bu birim arazide mostra vermektedir.

4.1.1.2. Feke (Adana) Sondaj Bilgileri

Çalışma alanında toplam derinliği 72.5 metre olan 9.00-20.00 metre aralığında 5 lokasyonda sondaj yapılmıştır. Şekil 4.2'de sondaj kuyularına ait lokasyonlar verilmiştir.



Şekil 4.2. Feke sondaj lokasyonları

Çizelge 4.2. Feke'deki sondaj derinlikleri ve litoloji

Sondaj No	Derinlik (m)	Litoloji	Formasyon Adı
1	0.00-3.00	Dolgu	Emirgazi Formasyonu
	3.00-6.00	Yamaç molozu (Siltli killi bloklu çakıl)	
	6.00-9.00	Kırıklı çatlaklı kireçtaşı	
2	0.00-1.50	Dolgu (Siltli killi bloklu çakıl)	Emirgazi Formasyonu
	1.50-13.50	Yamaç molozu	
	13.50-20.00	Kırıklı çatlaklı kireçtaşı	
3	0.00-1.50	Dolgu	Emirgazi Formasyonu
	1.50-9.50	Yamaç molozu (Siltli killi bloklu çakıl)	
	9.50-16.50	Metemorfik bozuşmuş silttaşı	
4	0.00-10.00	Yamaç molozu (Siltli killi bloklu çakıl)	Emirgazi Formasyonu
	10.00-12.00	Metemorfik bozuşmuş silttaşı)	
5	0.00-1.50	Dolgu	Emirgazi Formasyonu
	1.50-13.50	Yamaç molozu (Siltli killi bloklu çakıl)	
	13.50-15.00	Kırıklı çatlaklı kireçtaşı	

Feke'de sondaj kuyularına ait bilgiler Çizelge 4.2'de yer almakta olup; SK-1'de 0.00-3.00 metrede dolgu, 3.00-6.00 metrede siltli killi bloklu çakıldan oluşan yamaç molozu, 6.00-9.00 metrede grimsi kırıklı çatlaklı kireçtaşı; SK-2'de 0.00-1.50 metrede dolgu, 1.50-13.50 metrede siltli killi bloklu çakıldan oluşan yamaç molozu, 13.50-20.00 metrede grimsi renkte kırıklı çatlaklı kireçtaşı; SK-3'de 0.00-1.50 metrede dolgu, 1.50-9.50 metrede siltli killi bloklu çakıldan oluşan yamaç molozu, 9.50-16.50 metrede metamorfik bozuşmuş silttaşı; SK-4'de 0.00-10.00 metrede siltli killi bloklu çakıldan oluşan yamaç molozu, 10.00-12.00 metrede metamorfik bozuşmuş silttaşı; SK-5'de 0.00-1.50 metrede dolgu, 1.50-13.50 metrede siltli killi bloklu çakıldan oluşan yamaç molozu, 13.50-15.00 metrede grimsi renkte kırıklı çatlaklı kireçtaşı bulunmaktadır. Çalışma alanı Emirgazi Formasyonu içerisinde yer almaktadır.

4.1.1.3. Karabağlar (İzmir) Sondaj Bilgileri

Karabağlar çalışma alanında derinlikleri 13.00 m ile 35.00 m arasında olan toplam derinliği 1940 m olan 71 adet sondaj kuyusu açılmış ve sondaj kuyusuna ait lokasyonlar Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Açılan sondaj kuyularına ait veriler Çizelge 4.3'te yer almakta olup, Bornova Karmaşığı içerisinde yer alan çalışma alanında yapılan sondaj çalışmasında; dolgu, çamurtaşı, şist, kireçtaşı, marn, çakıllı-kumlu-siltli-killi seviyeler, organik madde içerikli seviyeler, karbonatlı seviyeler görülmüştür. Sarımsı kahverengi renkli gevşek ve aşırı konsolide kumlu, çakıllı, siltli killi birimler zemin birimler olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.3. Karabağlar çalışma alanı sondaj lokasyonları

Çizelge 4.3. Karabağlar'daki sondaj lokasyonları ve sondaj derinlikleri

Sondaj	Derinlik	Litoloji	Formasyon Adı
SK-6	0.00-15.00	Çakıllı kumlu yer yer karbanonatlı kil, kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
	15.00-24.00	Kumtaşı, andezit bloğu, kil	
	24.00-27.00	Kil	
	27.00-30.00	Kumtaşı bloğu içeren kil	
	30.00-35.00	Kireçtaşı ve kumtaşı bloğu içeren kil	
SK-7	0.00.15.00	Yer yer killi kumlu siltli, kil aratabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	15.00-30.00	Siltli kil	
SK-8	0.00-23.00	Yer yer killi kumlu siltli, kil aratabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-9	0.00-3.00	Killi kumlu çakıl	Bornova Karmaşığı
	3.00-5.00	Kil	
	5.00-9.00	Karbonat içerikli marn	
	9.00-12.00	Çakıltaşı	
	12.00-15.00	Marn	
	15.00-18.00	Killi kumlu çakıl	
	18.00-24.00	Yer yer karbonatllı kil	
SK-10	0.00-3.00	Yamaç molozu	Bornova Karmaşığı
	3.00-15.45	Çakıllı siltli kumlu kil	
SK-11	0.00-5.50	Karbonatlı silt	Bornova Karmaşığı
	5.50-10.00	Çakıllı kil	
	10.00-12.50	Çakıllı kum	
	12.50-15.00	Çamurtaşı	
SK-12	0.00-7.50	Çakıllı kumlu siltli, kil	Bornova Karmaşığı
	7.50-15.00	Kil	
	15.00-28.00	Çamurtaşı	
	28.00-30.00	Serpantinit	
SK-13	0.00-3.00	Dolgu (Kum-kil-çakıl)	Bornova Karmaşığı
	3.25-4.00	Bitkisel toprak	
	4.00-14.00	Çakıllı siltli kil	
	14.00-20.00	Çakıltaşı	
SK-14	0.00-4.00	Yer yer karbonatlı az silisli çakıllı, kil	Bornova Karmaşığı
	4.00-6.00	Çamurtaşı	
	6.00-18.00	Marn	
SK-15	0.00-2.00	Kil	Bornova Karmaşığı
	2.00-3.00	Çakıl arabantı	
	3.00-5.00	Kil	
	5.00-6.00	Marn	
	6.00-9.00	Yer yer karbonatlı çakıllı siltli kil	
	9.00-9.45	Kum arabantı	
	9.45-17.00	Kil	

Çizelge 4.3 (devamı)

SK-16	0.00-3.00	Yamaç molozu	Bornova Karmaşığı
	3.00-30.00	Yer yer killi, siltli, kumlu yer yer kireçtaşı seviyeleri ve kumtaşı blokları içeren karbaonatlı kil	
	30.00-35.00	Marn	
SK-17	0.00-35.00	Siltli kumlu kil	Bornova Karmaşığı
SK-18	0.00-11.00	yer yer killi siltli, kumlu kil ara tbakalı karbo-natlı seviye	Bornova Karmaşığı
	11.00-21.00	Kireçtaşı	
	21.00-30.00	Yer yer kireçtaşı, yer yer kristalize kireçtaşı, yer yer ince kristalli kristalize kireçtşı dolomitik ve metakumtaşı blokları içeren kil aratabakalı karbonatlı seviye	
	30.00-35.00	Kristalize kireçtaşı	
SK-19	0.00-35.00	Yer Yer killi siltli, kumlu yer yer kireçtaşlı kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-20	0.00-35.00	Yer Yer killi siltli, kumlu yer yer kireçtaşlı kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-21	0.00-35.00	Yer Yer killi siltli, kumlu yer yer kireçtaşlı kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-22	0.00-21.00	Yer Yer killi siltli, kumlu yer yer kireçtaşlı kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	21.00-27.00	Kil	
SK-30	0.00-2.00	Dolgu	Bornova Karmaşığı
	2.00-15.00	Yer yer karbonatlı kil	
	15.00-35.00	Kil	
SK-57	0.00-13.00	Yer yer karbonatlı yer yer çakıllı siltli, kil	Bornova Karmaşığı
	13.00-15.00	Siltli kil	
SK-58	0.00-15.00	Yer yer karbonatlı, yer yer kumlu siltli, kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-16.50	Kil arabantlı çakıllı seviye	
	16.50-19.00	Kum	
	19.00-23.50	Sltli kum	
	23.50-24.00	Kil arabantlı çakıllı seviye	
	24.00-30.00	Organik maddece zengin kil	
	30.00-35.00	Çakıllı kil	
SK-61	0.00-6.00	Kil ara tabakalı çakıllı seviye	Bornova Karmaşığı
	6.00-9.00	Andezit blok	
	9.00-21.00	Kil	
	21.00-25.00	Çakıl-kil ardalanması	
	25.00-29.00	Andezit blok	
	29.00-35.00	Çakıl-kil ardalanması	
SK-62	0.00-4.50	Kil ara tabakalı çakıllı seviye	Bornova Karmaşığı
	4.50-15.00	Yer yer organik maddec zengin siltli, kil	
	15.00-35.00	Kil	

Çizelge 4.3 (devamı)

SK-63	0.00-15.00	Yer yer siltli kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-18.00	Yer yer kireçtaşı, çakıllı kil	
	18.00-35.00	Kil	
SK-64	0.00-15.00	Yer yer karbonatlı, yer yer çakıllı, kumlu kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-35.00	Organik madde içerikli kil	
SK-65	0.00-3.00	Çakıl	Bornova Karmaşığı
	3.00-15.00	Yer yer karbonatlı organik madde içerikli siltli kumlu, kil	
	15.00-35.00	Kil	
SK-66	0.00-6.50	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
	6.50-9.00	Kil	
	9.00-11.00	Kireçtaşı	
	11.00-35.00	Kil	
SK-68	0.00-11.25	Yer yer karbonatlı, yer yer çakıllı kil	Bornova Karmaşığı
	11.25-15.00	Kil	
	15.00-30.00	Yer yer çakıllı kil	
	30.00-35.00	Siltli, kil	
SK-69	0.00-15.00	Yer yer karbonatlı yer yer organik madde içerikli kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-28.00	Yer yer karbonatlı yer yer organik madde içerikli kil	
	28.00-31.25	Kil	
	31.25-35.00	Çakıllı kil	
SK-70	0.00-3.00	Çakıl	Bornova Karmaşığı
	3.00-15.00	Yer yer karbonatlı yer yer organik madde içerikli kil	
	15.00-30.00	Yer yer karbonatlı, yer yer çakıllı kil	
	30.00-32.00	Çakıllı kil	
	32.00-35.00	Kil	
SK-71	0.00-8.00	Yer yer karbonatlı yer yer organik madde içerikli çakıllı kil	Bornova Karmaşığı
	8.00-14.50	Kil	
	15.00-21.00	Kil	
	21.00-30.00	Yer yer karbonatlı çakıllı kil	
	30.00-31.25	Çakıllı kil	
	31.25-35.00	Kil	
SK-73	0.00-15.00	Bol karbonatlı siltli kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-35.00	Kil	
SK-75	0.00-13.50	Kil	Bornova Karmaşığı
	13.50-22.50	Silti kil	
	22.50-35.00	Kil	

Çizelge 4.3 (devamı)

SK-76	0.00-4.50	Kil ara tabakalı çakıllı seviye	Bornova Karmaşığı
	4.50-6.00	Çakıllı kil	
	6.00-13.50	Yer yer çakıllı siltli kil	
	13.50-15.00	Kil	
	15.00-35.00	Yer yer çakıllı kumlu siltli kil	
SK-78	0.00-2.00	Altere şist	Bornova Karmaşığı
	2.00-35.00	Silt ara tabakalı şist	
SK-79	0.00-7.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
	7.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	
SK-80	0.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-81	0.00-9.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
	9.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	
SK-82	0.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-83	0.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-84	0.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-86	0.00-6.00	Kil ara tabakalı kireçtaşı bloklu çakıllı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	6.00-15.00	Kireçtaşı çakılları, çakıllı killi kumlu siltli seviye	
	15.00-17.00	Siltli kum	
	17.00-35.00	Kil ara tabakalı çakıllı kireçtaşı, karbonatlı seviye	
SK-87	0.00-9.00	Yer yer killi siltli kumlu, yer yer çakıllı kireçtaşı, karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	9.00-15.00	Organik madde içerikli kumlu çakıllı kil	
	15.00-17.00	Yer yer karbonatlı yer yer çakıllı kumlu kil	
	17.00-35.00	Kil ara tabakalı çakıllı kireçtaşı, karbonatlı seviye	
SK-88	0.00-5.00	Kil ara tabakalı kireçtaşı çakıllı, karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	5.00-10.50	Çakıl (kumtaşı-kireçtaşı)	
	10.50-11.00	Kil ara tabakalı	
	11.00-15.00	Çakıl (kumtaşı-kireçtaşı-kalsit)	
SK-89	0.00-6.00	Killi kumlu siltli çakıllı kireçtaşı, karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	6.00-15.00	Çakıllı kil	
	15.00-30.00	Yer yer kumlu siltli kil	
	30.00-35.00	Kil	

Çizelge 4.3 (devamı)

SK-90	0.00-6.00	Siltli kum	Bornova Karmaşığı
	6.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	
SK-91	0.00-35.00	Yer yer siltli kumlu yer yer kireçtaşı, kil ara tabakalı karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
SK-92	0.00-4.00	Killi kumlu siltli çakıllı kireçtaşı, karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	4.00-6.00	Kum arabandı	
	6.00-15.00	Çakıllı kil	
	15.00-35.00	Bol karbonatlı kil	
SK-93	0.00-3.00	Kil ara seviyeli kireçtaşı kireçtaşı çakılları	Bornova Karmaşığı
	3.00-5.50	Kil ara seviyeli kireçtaşı kumtaşı çakılları	
	5.50-25.50	Çakıllı kil	
	25.50-30.00	Siltli kil	
	30.00-35.00	Çakıllı kil	
SK-94	0.00-15.00	Yer yer karbonatlı siltli kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-30.00	Yer yer çakıllı kil	
	30.00-35.00	Kil	
SK-95	0.00-5.50	Kil ara tabakalı çakıl	Bornova Karmaşığı
	5.50-13.50	Yer yer çakıllı kil	
	13.50-18.00	Organik madde içerikli çakıllı kil	
	18.00-35.00	Kil	
SK-97	0.00-15.00	Yer yer karbonatlı çakıllı kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-30.00	Organik madde içerikli çakıllı kil	
	30.00-35.00	Kil	
SK-98	0.00-4.50	Kil ara tabakalı çakıl	Bornova Karmaşığı
	4.50-15.00	Bol Organik madde içerikli kil	
	15.00-16.50	Kil	
	16.50-30.00	Yer yer çakıllı kumlu kil	
	30.00-35.00	Kil	
SK-101	0.00-6.00	Killi kumlu çakıllı kireçtaşı, karbonatlı seviye	Bornova Karmaşığı
	6.00-15.00	Bol karbonatlı yer yer çakıllı kil	
	15.00-30.00	Yer yer çakıllı kil	
	30.00-35.00	Kristalize kireçtaşı	
SK-102	0.00-15.00	Yer yer mercekli kum, kil	Bornova Karmaşığı
	15.00-30.00	Yer yer çakıllı kil	
	30.00-35.00	Kil	
İSK-19	15.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-23	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-30	15.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-34	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-47	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-64	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-65	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-70	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-79	13.00	Kireçtaşı	Bornova Karmaşığı

İSK-89	13.00	Şist	Bornova Karmaşığı
İSK-90	15.00	Şist	Bornova Karmaşığı
İSK-92	13.00	Şist	Bornova Karmaşığı
İSK-95	13.00	Şist	Bornova Karmaşığı
İSK-144	13.00	Çamurtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-177	13.00	Çamurtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-178	13.00	Çamurtaşı	Bornova Karmaşığı
İSK-185	15.00	Çamurtaşı	Bornova Karmaşığı

4.1.2. Arazi Deney Sonuçları

4.1.2.1. Saimbeyli (Adana) Arazi Deney Sonuçları

Saimbeyli çalışma alanında zemin koşullarının uygun olduğu yerlerde Standart Penetrasyon Deneyi (SPT), 4 kuyuda 0.00-9.95 metre aralığında yapılmış ve Çizelge 4.4'de yer alan değerler elde edilmiştir. Çıkan değerlere göre zemin Çizelge 4.5'e göre **"Orta-sıkı"** olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.4. Saimbeyli SPT değerleri

Kuyu	YAS	Numune	Derinlik	SPT	Formasyon
SK-1	3.50 metre	SPT-1	1.50-1.95	8	Yamaç Molozu
		SPT-2	3.00-3.45	12	
SK-2	6.50 metre	SPT-1	1.50-1.95	5	
		SPT-2	3.00-3.45	8	
		SPT-3	4.50-4.95	16	
		SPT-4	6.00-6.45	23	
		SPT-5	7.50-7.95	35	
		SPT-6	9.00-9.95	38	
SK-3	6.50 metre	SPT-1	1.50-1.95	4	Yamaç Molozu
		SPT-2	3.00-3.45	8	
		SPT-3	4.50-4.95	12	
		SPT-4	6.00-6.45	22	
		SPT-5	7.50-7.95	36	
		SPT-6	9.00-9.45	40	
SK-4	6.50 metre	SPT-1	3.00-6.45	5	Yamaç Molozu
		SPT-2	6.00-6.45	16	

Çizelge 4.5. Saimbeyli SPT(N) değerlerine göre kumların ve killerin, sıkılık ve kıvam derecesi (Terzaghi ve Peck,1967)

İNCE TANELİ ZEMİN-LER		KABA TANELİ ZEMİN-LER	
SPT (N)	Tanımlama	SPT (N) De-	Tanımlama
0-2	Çok Yu-	0-4	Çok Gev-
2-4	Yumuşak	4-10	Gevşek
4-8	Orta Katı	10-30	Orta Sıkı
8-15	Katı	33-50	Sıkı
15-30	Çok Katı	>50	Çok Sıkı
>30	Sert		

Saimbeyli'de bir kuyuya inklinometre borusu yerleştirilmiş ve ölçümler DIP 2655 seri nolu SOIL Istruments firmasının ürettiği C-17-PRO SERIES model inklinometre aleti ile alınmıştır. İnklinometre kuyusuna ait derinlik, lokasyon ve okuma tarihleri ile ilgili bilgiler Çizelge 4.6'da yer almaktadır.

Çizelge 4.6. Saimbeyli inklinometre kuyusuna ait bilgiler

İnklinometre Kuyusu	İnklinometre Koordinatları		İnklometre Derinliği	Referans Okuma	1.Okuma	2.Okuma
1	N	E	15	16.10.209	8.11.2019	4.12.2019
	420.8658.602	244427.59				

Çizelge 4.6'daki veriler incelendiğinde; alınan referans okumasından sonra 2 okumanın yapıldığı görülmektedir. Ölçüm yapılan kuyuya ait ölçüm grafikleri Ek-2'de yer almakta olup, ölçü alınan lokasyonda ve derinliklerde, heyelan hareketine bağlı herhangi bir hareket gözlenmemiştir. İnklinometre ölçüm sayısı ve ölçüm aralığı yeterli sayıda gerçekleştirilememiş olduğundan, şev duraylılığı ile ilgili net bir değerlendirmede bulunmak doğru olmayacaktır.

4.1.2.2. Feke (Adana) Arazi Deney Sonuçları

SPT, temiz ince-orta kumlar, çok ince çakıllı kumlar ve az siltli kumların mühendislik özelliklerinin tahmini için daha uygun sonuçlar verirken, zemindeki kaba dane oranı arttıkça, özellikle iri çakıl bulunması durumunda elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabilmektedir. Bu nedenle Feke'de SPT deneyi yapılmamıştır.

Çalışma alanı içerisinde 2 kuyudan inklinometre ölçümleri alınmış ve Çizelge 4.7'de inklinometre kuyuları ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 4.7. Feke inklinometre kuyusuna ait bilgiler

İnklinometre Kuyusu	İnklinometre Koordinatları		İnklometre Derinliği	Referans Okuma	1.Okuma	2.Okuma	3.Okuma	4.Okuma	5.Okuma	6.Okuma	7.Okuma
	Y	X									
(SK-2)	492664.99	4187099.74	20.00	23.11.2020	24.12.2020	21.01.2021	25.02.2021	29.03.2021	30.03.2021	26.04.2021	28.05.2021
(SK-3)	492653.33	4187132.28	16.50								

İNK-1 (SK-2) kuyusu 20 metre derinliğinde açılmıştır. Çizelge 4.7'de yer almakta olup, ayda bir olmak üzere referans okuma da dahil kuyulardan 7 okuma alınmıştır. Ek-2'de yer alan inklinometre deneyine ait grafik incelendiğinde; İNK-1 (SK-2)'de, A+ yönünde 0.00-6.00 metre arasında 5 mm hareket olduğu; 6.00-15.00 metre arasında hareket başlangıçları olduğu görülmüştür. Kayma yönü olması gerektiği yönde, hareketler ise dolgu ve yamaç molozunun olduğu birim içerisinde gerçekleşmiştir.

İNK-2 (SK-3) kuyusu 16.50 metre açılmıştır. Ek-2'de yer alan inklinometre deneyine ait grafik incelendiğinde; A+ yönünde 0.00-5.00 metre arasında 3 mm hareket olduğu, 5.00-10.00 metre arasında hareket başlangıçları görülmüştür. Kayma yönü olması gerektiği yönde, deplasmanlar dolgu ve yamaç molozunun olduğu birim içerisinde gerçekleşmiştir.

Feke çalışma alanında SK-3 ve SK-5 kuyularında Presiyometre deneyi yapılmış ve deney sonuçları Çizelge 4.8'de yer almaktadır.

Çizelge 4.8. Presiyometre deney sonuçları

PRESİYOMETRE DENEY SONUÇLARI			
Sondaj Kuyuları	**Derinlik (m)**	**Elastisite Modülü EM (kgf/cm²)**	**Net Limit Basınç PL (kgf/cm²)**
SK-3	8.00	225	16.17
	13.00	83	12.81
SK-5	4.00	75	7.38
	7.00	387	16.62
	14.00	226	8.68

Çizelge 4.8'de SK-3 ve SK-5'de yapılan presiyometre deney sonuçları yer almaktadır. SK-3'de 8.00 metrede Elastisite Modülü 225 kgf/cm^2, Net Limit Basınç değeri 16.17 kgf/cm^2; 13.00 metrede Elastisite Modülü 83 kgf/cm^2, Net Limit Basınç değeri 12.81 kgf/cm^2; SK-5'de 4.00 metrede Elastisite Modülü 75 kgf/cm^2, Net Limit Basınç değeri 7.38 kgf/cm^2; 7.00 metrede Elastisite Modülü 387 kgf/cm^2, Net Limit Basıncı 16.62 kgf/cm^2; 14.00 metrede Elastisite Modülü 226 kgf/cm^2 Net Limit Basıncı 8.68 kgf/cm^2 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.9. Farklı zemin türleri için limit basınç, PL ve Menard modülü, EM arasındaki ilişki (Gambin ve Rousseau, 1988)

Zemin Cinsi	EM (Bar)	PL (Bar)
Çamur, turba/Mud,peat	2 - 5	0.2 - 1.5
Yumuşak kil/soft clays	5 - 30	0.5 - 3
Orta kil/plastic clays	30 - 80	3 - 8
Sert sıkı kil/stiff clays	80 - 400	6 - 20
Marn/marls	50 - 600	6 - 40
Gevşek siltli kum/muddy sands	5 - 20	1 - 5
Silt/silts, loams	20 - 100	2 -15
Kum ve Çakıl/sands, gravels	80 - 400	12 - 50
Çökel kumlar/sedimantary sands	75 - 400	10 - 50
Kireçtaşı/chalks	800 -	30 - >100
Yeni dolgu/recent embankments	5 - 20	0.5 - 3
Eski dolgu/old embankments	40 - 150	4 - 10
Çakıllı dolgu/gravely embankments	200 - 150	10 - 25

Çalışma alanında yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre zemin türleri, arazi genelinde Çizelge 4.9'a göre 12-50 (bar) kum-çakıllar sınıfına girmektedir. Deney yapılan farklı derinliklerde dolgu malzemesine de rastlanmıştır.

Yapılan presiyometre deneyinin logları ve bu loglara ait basınç hacim grafikleri Ek-3 de sunulmuştur.

Cassan, M. (2007) deneyden elde edilen limit basıncı plm kullanarak aşağıdaki formülü önermiştir:

$p_{lm} - p_0 \leq 0.3$ MPa için : $c_u = \frac{p_{lm}-p_0}{5.5}$

$0.3 \leq p_{lm} - p_0 \leq 1$ MPa için: $c_u = \frac{p_{lm}-p_0}{12} + 0.03$ ve ayrıca $c_u = \frac{p_{lm}-p_0}{10} + 0.025$

$1 \leq p_{lm} - p_0 \leq 2.5$ MPa için: $c_u = \frac{p_{lm}-p_0}{35} + 0.085$

Kumlar için Menard, L. (1965) tarafından önerilen formül:

$$\emptyset' = 24 + 13.3 \cdot log \frac{p_l}{100.b}$$

c_u= Drenajsız Kayma dayanımı/mukavemeti

Φ=İçsel Sürtünme Açısı

p_o= Net Limit Basınç

p_{lm}=Limit Basınç

Burada p_{lm}, kPa cinsinden ifade edilir ve nemli kumlar için b = 1.8 ve kuru kumlar için 3.5 olarak alınır.

Çalışma alanında yapılan presiyometre deney sonuçlarına göre hesaplanan c_u ve Φ değerleri Çizelge 4.10'da yer almakta olup; SK-3'de 8 metre derinliğinde yapılan presiyometre sonuçlarına göre drenajsız kayma mukavemeti (c_u) 0,04, nemli kumlar için Φ 37.3, kuru kumlar için Φ 33.44; 13 metre derinliğinde c_u 0.005, nemli kumlar için Φ 35.3, kuru kumlar için Φ 31.5; SK-5'de 4 metre derinliğinde c_u 0.008, nemli kumlar için Φ 32.1, kuru kumlar için Φ 28.39, 7 metre derinliğinde c_u 0.68 nemli kumlar için Φ 36.9, kuru kumlar için Φ 33.04 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 4.10. Presiyometre deneyi ile elde edilen cu ve Φ değerleri

Sondaj Kuyuları	**Derinlik (m)**	**Limit Basınç Po(kgf/cm²)**	**Net Limit Basınç P_L (kgf/cm²)**	**cu**	**Φ (Nemli Kum)**	**Φ (Kuru Kum)**
SK-3	8.00	18.45	16.17	0.04	37.3	33.44
	13.00	13.05	12.81	0.005	35.3	31.5
SK-5	4.00	7.59	7.38	0.008	32.1	28.39
	7.00	17.05	16.62	0.68	36.9	33.04

4.1.2.3. Karabağlar (İzmir) Arazi Deney Sonuçları

Karabağlar'da 16 kuyuda derinliği 1.50-28.95 metre aralığında değişen 85 adet SPT yapılmış ve yapılan deneye ait bilgiler Çizelge 4.11'de yer almaktadır.

Bu değerlere göre farklı derinliklerde farklı sonuçlar çıkması nedeniyle genel bir değerlendirme yapmak çok mümkün değilse de; SPT değerinin düşük olduğu derinlikte zeminin daha yumuşak, SPT değerinin yüksek olduğu derinlikte ise zeminin daha sert olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.11. Karabağlar SPT deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik	SPT Değerleri				Formasyon Adı
			N1	N2	N3	N30	
SK-6	SPT-1	1.50-1.95	14	14	25	39	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	8	17	30	47	
	SPT-3	4.50-4.95	26	27	46	73	
	SPT-4	6.00-6.45	28	31	34	65	
	SPT-5	7.50-7.95	44	50/6	R	R	
	SPT-6	9.00-9.45	19	41	43	84	
	SPT-7	12.00-12.45	50/10	R	R	R	
	SPT-8	13.50-13.95	50/9	R	R	R	
SK-7	SPT-1	18.00-18.45	46	50/8	R	R	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	19.50-19.95	33	39	50/9	R	
	SPT-3	21.50-21.95					
	SPT-4	24.00-24.45	29.00	31	46	77	
	SPT-5	25.50-25.95	18	24	31	55	
	SPT-6	27.50-27.95	10	15	25	40	
	SPT-7	28.50-28.95	50/11	R	R	R	
SK-9	SPT-1	1.50-1.95	16	21	29	50	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	15	17	22	39	
	SPT-3	4.50-4.95	19	27	31	58	
SK-10	SPT-1	3.00-3.45	8	10	12	22	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	4.50-4.95	6	8	12	20	
	SPT-3	6.00-6.45	8	14	11	25	
	SPT-4	7.50-7.95	9	13	16	29	
	SPT-5	9.00-9.45	8	14	17	31	
	SPT-6	10.50-10.95	10	18	22	40	
	SPT-7	12.00-12.45	18	20	24	44	
	SPT-8	13.50-13.95	R	R	R	R	
	SPT-9	15.00-15.45	45	R	R	R	
SK-11	SPT-1	1.50-1.95	8	10	13	23	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	10	13	15	28	
	SPT-3	4.50-4.95	15	17	20	27	
	SPT-4	6.00-6.45	5	7	9	16	
	SPT-5	7.50-7.95	8	11	13	24	
	SPT-6	10.50-10.95	5	7	9	16	
	SPT-7	12.00-12.45	9	15	17	32	
SK-12	SPT-1	1.50-1.95	8	10	23	33	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	10	18	23	41	
	SPT-3	4.50-4.95	19	27	31	58	
	SPT-4	6.00-6.45	13	17	23	40	
SK-13	SPT-1	3.00-3.45	3	4	6	10	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	4.50-4.95	6	11	15	25	
	SPT-3	6.00-6.45	16	25	29	54	
	SPT-4	7.50-7.95	14	23	32	55	
	SPT-5	9.00-9.45	18	31	47	88	

Çizelge 4.11 (devamı)

	SPT-6	10.50-10.95	17	28	28	56	
	SPT-7	12.00-12.45	20	36	41	77	
	SPT-8	13.50-13.95	8	35	50	85	
SK-14	SPT-1	1.50-1.95	5	9	13	22	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	8	11	15	26	
SK-15	SPT-1	1.50-1.95	8	15	17	32	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	20	20	30	50	
	SPT-3	4.50-4.95	18	25	30	55	
	SPT-4	6.00-6.45	20	50/12	R	R	
	SPT-5	7.50-7.95	30	50/9	R	R	
	SPT-6	9.00-9.45	50/12	R	R	R	
	SPT-7	10.50-10.95	18	20	50	R	
	SPT-8	12.00-12.45	25	50/2	R	R	
	SPT-9	13.50-13.95	20	48	50/14	R	
	SPT-10	15.00-15.45	17	36	45	81	
SK-16	SPT-1	1.50-1.95	8	50	R	R	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	19	16	19	35	
SK-17	SPT-1	1.50-1.95	6	20	21	41	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.45	9	18	20	38	
	SPT-3	4.50-4.95	50/7	R	R	R	
	SPT-4	6.00-6.45	50/6	R	R	R	
	SPT-5	7.50-7.95	50/8	R	R	R	
	SPT-6	9.00-9.45	50/5	R	R	R	
	SPT-7	10.50-10.95	15	15	20	35	
SK-57	SPT-1	1.50-1.95	3	3	4	7	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	3.00-3.95	4	8	9	17	
	SPT-3	5.00-5.45	5	7	8	15	
	SPT-4	6.50-6.95	13	25	29	54	
SK-58	SPT-1	1.50-1.95	3	3	4	7	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	4.50-4.95	6	11	20	31	
	SPT-3	6.00-6.45	R	R	R	R	
	SPT-4	18.50-18.95	R	R	R	R	
SK-71	SPT-1	4.50-4.95	17	27	R	R	
SK-86	SPT-1	6.00-6.45	6	8	10	18	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	7.50-7.95	10	11	20	31	
	SPT-3	9.00-9.45	12	14	16	30	
	SPT-4	10.50-10.95	25	30	45	75	
	SPT-5	12.00-12.45	20	28	50/3	R	
	SPT-6	13.50-13.95	44	50/8	R	R	
	SPT-7	15.00-15.45	50/9	R	R	R	
	SPT-8	16.50-16.95	34	50/7	R	R	
SK-94	SPT-1	1.50-1.95	4	5	5	10	Bornova Karmaşığı
	SPT-2	4.50-4.95	5	6	6	12	
	SPT-3	7.50-7.95	8	9	10	19	
	SPT-4	10.50-10.95	9	11	14	25	

Çizelge 4.12. Karabağlar SPT(N) değerlerine göre kumların ve killerin, sıkılık ve kıvam derecesi (Terzaghi ve Peck,1967)

İNCE TANELİ ZEMİN-LER		KABA TANELİ ZEMİNLER (kum çakıl-kohezyonsuz zeminler)	
SPT (N)	Tanımlama	SPT (N) Değeri	Tanımlama
0-2	Cok Yumusak	0-4	Cok Gevsek
2-4	Yumusak	4-10	Gevsek
4-8	Orta Katı	10-30	Orta Sıkı
8-15	Katı	30-50	Sıkı
15-30	Cok Katı	>50	Cok Sıkı
>30	Sert		

Bornova Karmaşığına ait zemin birimlerde yapılan SPT deneylerinde SPT N30=7-R aralığında değişmektedir. Bornova karmaşığının iri daneli olduğu alanlar, Çizelge 4.12'de Terzgahi ve Peck'in oluşturduğu darbe sayısı ile relatif yoğunluk arasındaki tabloya göre değerlendirildiğinde SPT N30=16-R aralığında değişmekte ve kohezyonsuz zeminlerin sıkılık derecesi **"Orta sıkı-Sıkı-Çok sıkı"** olarak; ince daneli olduğu alanlar ise, Terzgahi ve Peck'in oluşturduğu darbe sayısı ile relatif yoğunluk arasındaki tabloya göre değerlendirildiğinde SPT N30=7-R aralığında değişmekte ve kohezyonlu zeminlerin kıvamlılık derecesi **"Katı-Çok Katı-Sert"** olarak, belirlenmiştir

Çizelge 4.13. Karabağlar Karot TCR%-RQD değerleri

Sondaj	Derinlik	Karot	RQD	Formasyon	Litoloji
SK-78	3.00-4.50	7	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	4.50-6.00	9	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	6.00-7.50	10	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	7.50-9.00	7	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	9.00-10.50	13	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	10.50-12.00	11	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	12.00-13.50	4	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	13.50-15.00	9	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	15.00-16.50	15	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	16.50-18.00	9	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	18.00-19.50	11	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	19.50-21.00	13	13	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	21.00-22.50	11	11	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	22.50-24.00	8	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	24.00-25.50	9	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	25.50-27.00	9	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	27.00-28.50	8	8	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	28.50-30.00	14	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	30.00-31.50	7	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	31.50-33.00	11	0	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-78	33.00-35.00	8	8	Bornova Karmaşığı	Şist
SK-79	0.00-1.50	7	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-79	1.50-3.00	7	7	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-79	3.00-4.50	13	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-79	4.50-6.00	13	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-79	6.00-7.50	19	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-81	0.00-1.50	7	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-81	1.50-3.00	6	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-81	3.00-4.50	8	8	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
SK-81	4.50-6.00	14	9	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-19	0.00-1.50	33	6	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-19	1.50-3.00	33	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-19	3.00-4.50	26	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-19	4.50-7.50	45	30	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-19	7.50-10.50	41	20	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-19	10.50-13.00	28	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-23	3.00-6.00	10	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-23	6.00-7.50	40	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-23	7.50-9.00	60	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-23	9.00-10.50	36	13	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı

Çizelge 4.13 (devamı)

ISK-23	10.50-13.00	38	4	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	0.00-1.50	20	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	1.50-3.00	23	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	3.00-4.50	23	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	4.50-6.00	23	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	6.00-7.50	43	20	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	7.50-10.50	16	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-34	10.50-13.00	48	20	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	0.00-1.50	86	83	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	1.50-3.00	80	26	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	3.00-4.50	26	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	4.50-6.00	16	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	6.00-7.50	26	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	7.50-9.00	23	23	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	9.00-10.50	23	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	10.50-12.00	43	12	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-47	12.00-13.00	50	25	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-64	1.50-3.00	13	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-64	3.00-4.50	33	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-64	4.50-6.00	40	13	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-64	6.00-7.50	26	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-64	7.50-9.00	33	13	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-64	9.00-10.50	53	20	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	0.00-1.50	33	13	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	1.50-3.00	33	13	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	3.00-4.50	46	43	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	4.50-6.00	20	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	6.00-7.50	66	26	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	7.50-9.00	66	46	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	9.00-10.50	66	60	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-65	10.50-13.00	100	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	0.00-1.50	20	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	1.50-3.00	33	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	3.00-4.50	26	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	4.50-6.00	32	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	6.00-7.50	41	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	7.50-9.00	34	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	9.00-10.50	34	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	10.50-12.00	17	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-70	12.00-13.00	34	18	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	0.00-1.50	22	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	1.50-3.00	26	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	3.00-4.50	18	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	4.50-6.00	30	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı

Çizelge 4.13 (devamı)

ISK-79	6.00-7.50	57	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	7.50-9.00	33	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	9.00-10.50	34	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-79	10.50-13.00	24	0	Bornova Karmaşığı	Kireçtaşı
ISK-89	0.00-1.50	16	16	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	1.50-3.00	16	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	3.00-4.50	13	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	4.50-6.00	10	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	6.00-7.50	16	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	7.50-9.00	16	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	9.00-12.00	3	3	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-89	12.00-13.00	25	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	3.00-4.50	23	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	4.50-6.00	23	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	6.00-7.50	50	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	7.50-9.00	36	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	9.00-10.50	13	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	10.50-13.00	12	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-90	13.00-15.00	27	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	1.50-3.00	20	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	3.00-4.50	20	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	4.50-5.50	50	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	5.50-7.50	17	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	7.50-9.00	43	26	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	9.00-10.50	30	30	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-92	10.50-13.00	46	32	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-95	3.00-4.50	43	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-95	4.50-5.50	33	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-95	5.50-7.50	33	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-95	7.50-10.50	23	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-95	10.50-13.00	32	0	Bornova Karmaşığı	Şist
ISK-177	0.00-1.50	10	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	1.50-3.00	25	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	3.00-4.50	22	22	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	4.50-6.00	31	22	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	6.00-7.50	33	20	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	7.50-9.00	53	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	9.00-10.50	24	20	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	10.50-12.00	23	7	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-177	12.00-13.00	43	20	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	1.50-3.00	26	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	3.00-4.50	22	6	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	4.50-6.00	15	10	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	6.00-7.50	26	21	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı

Çizelge 4.13 (devamı)

ISK-178	7.50-9.00	34	22	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	9.00-10.50	27	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	10.50-12.00	36	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-178	12.00-13.00	50	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	0.00-1.50	28	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	1.50-3.00	42	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	3.00-4.50	45	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	7.50-8.50	60	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	8.50-10.00	26	7	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	10.00-11.00	30	8	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı
ISK-185	11.00-12.00	20	0	Bornova Karmaşığı	Çamurtaşı

Çizelge 4.14. RQD-Kaya Kütle Kalitesi arasındaki ilişki (Deere, 1964).

RQD (%)	**Kaya Kütle Kalitesi**
0-25	Çok zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok iyi

İnceleme alanı Bornova Karmaşığına ait kaya birimler şist, kireçtaşı ve çamurtaşı birimleri ile temsil edilmektedir. Çizelge 4.13'deki kuyulara ait karot yüzdesi ve RQD değerlerine göre inceleme alanında Bornova Karmaşığına ait şist birimlerde yapılan karotlu sondajlarda karot yüzdesi %3-50 arasında değişmekte, RQD değerleri ise %0-32 değerleri arasında değişmektedir. Çizelge 4.14'te RQD değerlerine göre birimlerin **"Çok Zayıf-Zayıf kaliteli"** kaya kütle kalitesinde olduğu görülmektedir.

İnceleme alanında Bornova Karmaşığına ait kireçtaşı birimlerde yapılan karotlu sondajlarda karot yüzdesi %6-100 arasında, RQD değerleri %0-83 arasında değişmektedir. Çizelge 4.14'te RQD değerlerine göre birimlerin **"Çok Zayıf-Zayıf-Orta-İyi kaliteli"** kaya kütle kalitesinde olduğu görülmektedir.

İnceleme alanında Bornova Karmaşığına ait çamurtaşı birimlerinde yapılan karotlu sondajlarda karot yüzdesi %10-60 arasında, RQD değerleri %0-22 arasında değişmektedir. Çizelge 4.14'te RQD değerlerine göre kaya birimlerin **"Çok Zayıf kaliteli"** kaya kütle kalitesinde olduğu görülmektedir.

4.1.3. Laboratuvar Deney Sonuçları ve Analizleri

4.1.3.1. Saimbeyli (Adana) Laboratuvar Deney Sonuçları ve Analizleri

Çalışma alanından alınan numuneler üzerinde su içeriği, elek analizi, Atterberg Limitleri ve kesme kutusu deneyi yapılmış ve Çizelge 4.15'de elde edilen veriler yer almaktadır.

Çizelge 4.15. Saimbeyli laboratuvar deney sonuçları

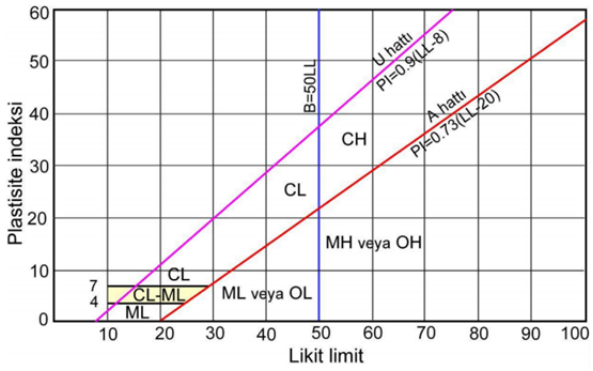
Sondaj No	Numune Tipi	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			Kesme Kutusu Deneyi		Zemin Sınıfı
				10 No (%)	200 No (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	c (kg/cm²)	Φ (°)	
SK-1	SPT	1.50	16.8	48.29	27.71	NP					GC
SK-2	SPT	3.00	14.0	44.49	30.15				0.01	30.4	GC
SK-2	UD	3.00	13.5	50.03	31.56						GC
SK-4	UD	2.50	14.0						0.19	45.2	GC
SK-4	SPT	3.00		52.70	20.40	44.6	21.7	22.8			GC
SK-4	SPT	7.50		45.50	20.30	44.1	22.0	22.2			GC
SK-4	SPT	10.00		43.30	17.20	43.3	22.3	23.0			GC

Çizelge 4.15'deki laboratuvar deneyleri sonuçlarına göre TS 1500'e göre sınıflandırmalar yapılmış ve Çizelge 4.16. "Birleşik Zemin Sınıflaması Sistemine göre zemin **"GC"** (killi çakıl ve killi kumlu çakıl) olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.16. Birleşik zemin sınıflama sistemi

				SINIFI	
				SİMGE	GRUP ADI [B]
İRİ DANELİ ZEMİNLER (% 50'den Fazlası 75 µm 75 µm'den büyük)	ÇAKILLAR Kaba Danelerin % 50'den Fazlası	Temiz Çakıllar (% 5'ten az ince içeriyor)	$C_u \geq 4$ ve $1 \leq C_r \leq 3$	GW	Düzgün dane dağılımlı çakıl[C]
			$C_u < 4$ ve/veya $1 > C_r > 3$	GP	Üniform çakıl[C]
		Kirli Çakıllar (İncesi % 5'ten fazla)[A]	İnceleri ML, MI veya MH	GM	Siltli çakıl[C]
			İnceleri CL, CI veya CH	GC	Killi çakıl[C]
	KUMLAR Kaba Danelerin % 50'den Fazlası	Temiz Kumlar (% 5'ten az incesi var)	$C_u \geq 6$ ve $1 \leq C_r \leq 3$	SW	Düzgün dane dağılımlı kum[D]
			$C_u < 6$ ve/veya $1 > C_r > 3$	SP	Üniform kum[D]
		Kirli Kumlar (İncesi % 5'ten fazla)[A]	İnceleri plastisite kartında ML, MI veya MH	SM	Siltli kum[D]
			İnceleri plastisite kartında CL, CI veya CH	SC	Killi kum[D]
İNCE DANELİ ZEMİNLER (% 50'den Fazlası 75 µm'den küçük)	SİLTLER VE KİLLER (Likit limiti 35'ten düşük)	Anorganik	$I_p \geq 4$ ve A-doğrusunun üstünde	CL[E]	Düşük plastisiteli kil
			$I_p < 4$ ve A-doğrusu altında	ML[E]	Düşük plastisiteli silt
	SİLTLER VE KİLLER (Likit limiti 35'e eşit veya 50'den küçük)	Anorganik	I_p A-doğrusunun üstünde veya üzerinde	CI[E]	Orta plastisiteli kil
			I_p A-doğrusu altında	MI[E]	Orta plastisiteli silt
	SİLTLER VE KİLLER (Likit limiti 50 veya yüksek)	Anorganik	I_p A-doğrusunun üstünde veya üzerinde	CH[E]	Yüksek plastisiteli (yağlı) kil
			I_p A-doğrusu altında	MH[E]	Yüksek plastisiteli (elastik) silt
ORGANİK ZEMİN	Koyu renkli, Kokulu, Aşırı organik malzeme içeriyor			PT	Turba

A: İncelerin oranı %5 - %12 arası ise çift simge kullanılır (Çizelge-III).
B: Zemin moloz içeriyorsa grup adına eklenir.
C: Örnekte %15'ten fazla kum varsa grup adına 'kumlu' terimi eklenir.
D: Örnekte %15'ten fazla çakıl varsa grup adına 'çakıl' terimi eklenir.
E: W_f kurutulmuş / W_f doğal < 0.75 ise 'O' terimi eklenir.



Şekil 4.4. Plastisite Kartı

Çizelge 4.17. Plastisite indeksi ile plastisite derecesi arasındaki ilişki (Leonards, 1962)

Plastisite İndeksi (%)	**Plastisite Derecesi**
0-5	Plastik Değil
5-15	Az Plastik
15-40	Plastik
>40	Çok Plastik

SK-4'de plastisite indisi 22.2-23 arasında olup, Çizelge 4.17'de Leonards (1962)'a göre plastiklik derecesi **"Plastik"** olarak tanımlanmıştır. SK-1 ve SK-2'de plastiklik derecesi **"Non-plastik"** (NP) olarak tanımlanmıştır.

4.1.3.2. Feke (Adana) Laboratuvar Deney Sonuçları

Sondaj kuyularından elde edilen örselenmiş ve örselenmemiş numuneler üzerinde zemini tanımlamak için su içeriği, elek analizi, Atterberg limitleri deneyleri; mühendislik özelliklerini ortaya çıkarmak için tek eksenli basınç, kesme kutusu deneyi ve nokta yük deneyi yapılmıştır. Yapılan laboratuvar deneyleri sonucu elde edilen verilere ait bilgiler Çizelge 4.18 ve Çizelge 4.19'da, laboratuvar sonuçları Ek-4'de yer almaktadır.

Laboratuvar deneyleri sonuçlarına göre TS 1500'e göre sınıflandırmalar yapılmış ve Çizelge 4.16 "Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre zemin **"CI"** (orta plastisiteli kil) olarak tanımlanmıştır. Plastisite indeksi 19.8-22 aralığında olup, plastiklik derecesi **"Plastik"** olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.18. Feke Sondaj kuyuları indeks-fiziksel özellikleri laboratuvar deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			Zemin Sınıfı
				-4 No (%)	-200 No (%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	
SK-1	1	3.00-4.50	21.04	99.0	91.0	40	19.6	20.4	CI
SK-2	2	10.50-12.00	20.27	98.0	92.4	43.8	21.8	22	CI
	3	12.00-13.50	21.30	97.8	89.4	41.6	21.6	19.8	CI

Çizelge 4.19. Feke laboratuvar deney sonuçları

Sondaj No	NumuneNo	Derinlik (m)	Birim Hacim Ağırlık (γ) (gr/cm³)	Serbest Basınç Direnci	Kesme Kutusu Deneyi		Nokta Yük
				qu (kg/cm²)	c (kg/cm²)	Φ (°)	$Is_{(50)}$ (Mpa)
SK-1	1	3.00-4.50	1.70	-	0.04	23	-
SK-2	2	10.50-12.00	1.68	1.75	-	-	-
	3	12.00-13.50	1.69	1.81	-	-	-
	4	18.00-19.50	2.04	-	-	-	0.63
SK-3	5	7.50-9.00	2.09	-	-	-	0.53
	6	13.50-15.00	1.82	-	0.05	21	-

Çizelge 4.19'da yer alan laboratuvar deney sonuçlarına göre; Serbest Basınç direnci (qu) 1.75 ve 1.81 kg/cm^2 olup bu değerlere göre zemin katılık derecesi "Orta Sert" olarak bulunmuştur. Nokta yükleme dayanım indeksi Is_{50} değerleri 0.63 ve 0.53 Mpa olarak hesaplanmış ve bu değerlerin 1'den küçük olması nedeniyle birim "Çok düşük dirençli kaya" olarak tanımlanmıştır. Kesme kutusu deneyiyle ise kohezyon (c) 0.04 ve 0.05 kg/cm^2 ; Φ açısı 23° ve 21° olarak hesaplanmıştır.

4.1.3.3. Karabağlar (İzmir) Laboratuvar Deney Sonuçları

Çizelge 4.20. Karabağlar sondaj kuyuları indeks-fiziksel özellikleri laboratuvar deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Su İçeriği (%)	Doğal Yoğunluk (g/cm³)	Elek Analizi		Atterberg Limitleri			Zemin Sınıfı
					No:10 Kalan(%)	No:200 Geçen(%)	LL (%)	PL (%)	PI (%)	
SK-6	SPT-2	3.00-3.45	13.9	-	8.6	51.2	33.6	17.5	16.1	CL
	SPT-5	7.50-7.95	16.1	-	3.3	65.3	40.9	20.6	20.3	CL
SK-7	SPT-1	18.00-18.45	5.8	-	0.0	91.7	-	17.8	-	ML
	SPT-5	25.50-25.95	14.3	-	0.0	98.5	-	25.1	-	ML
	SPT-7	28.50-28.95	5.5	-	0.0	92.8	-	22.6	-	ML
SK-9	SPT-2	3.00-3.45	19.3	-	17.4	79.5	35.5	22.1	13.4	CL
SK-10	SPT-2	4.50-4.95	19.7	-	25.5	47.1	-	22.2	-	SM
	SPT-6	10.50-10.95	11.9	-	0.4	75.6	34.4	20.7	13.7	CL
	SPT-8	13.50-13.95	13.0	-	10.4	65.0	37.4	22.2	15.2	CL
	SPT-10	15.00-15.45	9.1	-	7.5	47.4	31.1	17.3	13.8	SC
SK-11	SPT-2	3.00-3.45	20.8	-	10.5	72.7	-	21.2	-	ML
	SPT-4	6.00-6.45	15.6	-	26.9	64.2	96.7	24.2	72.5	CH
	SPT-6	10.50-10.95	14.4	-	36.9	23.7	47.4	23.3	24.1	SC
SK-12	SPT-4	6.00-6.45	12.2	-	32.6	41.5	33.0	19.8	13.2	GC
SK-13	SPT-4	7.50-7.95	11.9	-	14.4	68.5	36.6	18.7	17.9	CL
	SPT-7	12.00-12.45	12.2	-	2.0	90.1	-	20.9	-	M
SK-14	SPT-2	3.00-3.45	22.1	-	6.7	89.5	41.6	21.4	20.2	CL
	KAROT	4.00-6.00	10.4	-	1.8	62.9	37.9	16.3	21.6	CL
	KAROT	15.00-18.00	9.3	-	3.7	67.3	37.4	16.0	21.4	CL
SK-15	SPT-2	3.00-3.45	14.1	-	25.0	65.2	41.3	24.9	16.4	CL
	SPT-6	9.00-9.45	11.7	-	28.5	41.0	33.0	19.6	13.4	SC
	SPT-7	10.50-10.95	13.7	-	0.0	83.9	-	17.9	-	ML
	SPT-8	12.00-12.45	17.4	-	3.5	83.3	28.6	18.8	9.8	CL
SK-16	SPT-2	3.00-3.45	11.1	-	5.2	54.2	36.2	18.2	18.0	CL
SK-17	SPT-1	1.50-1.95	19.2	-	3.3	91.8	63.1	27.4	35.7	CH
	SPT-3	4.50-4.95	13.8	-	5.0	82.7	37.6	14.8	22.8	CL
	SPT-6	9.00-9.45	13.0	-	12.5	65.2	30.9	15.1	15.8	CL
SK-18	KAROT	9.00-12.00	10.3	-	2.4	60.7	33.9	15.4	18.5	CL
SK-19	KAROT	12.00-15.00	9.2	-	1.1	55.8	32.7	16.5	16.2	CL
	KAROT	21.00-24.00	11.2	-	0.9	61.3	35.0	14.9	20.1	CL

Çizelge 4.20 (devamı)

SK-30	KAROT	3.00-6.00	15.2	-	2.9	61.2	40.4	20.4	20.0	CL
	KAROT	9.00-12.00	14.0	-	2.1	57.4	37.0	15.7	21.3	CL
	KAROT	27.00-30.00	10.3	-	0.6	72.0	33.6	14.3	19.3	CL
SK-57	SPT-1	1.50-1.95	18.0	-	2.9	69.2	54.3	24.2	30.1	CH
	SPT-2	3.00-3.95	17.8	-	2.6	71.0	38.3	20.2	18.1	CL
	UD-1	3.00-3.50	22.9	18.21	2.9	67.6	53.2	27.7	25.5	CH
	SPT-3	5.00-5.45	21.9	-	0.0	93.8	46.9	22.5	24.4	CL
	SPT-4	6.50-6.95	11.1	-	2.6	69.6	46.5	22.5	24.0	CL
	UD-2	4.50-5.00	19.2	18.16	0.0	89.8	37.8	20.3	17.5	CL
	UD-3	6.00-6.50	24.7	18.32	0.0	96.5	61.8	28.3	33.5	CH
	KAROT	7.00-7.55	19.5	-	0.9	82.6	38.1	20.2	17.9	CH
	KAROT	12.00-13.00	13.2	-	0.9	75.8	26.1	14.6	11.5	CL
	KAROT	14.00-15.00	16.7	-	3.6	60.2	28.4	17.5	10.9	CL
SK-58	SPT-1	1.50-1.95	16.9	-	3.6	61.6	36.0	18.2	17.8	CL
	UD-1	3.00-3.50	23.6	18.26	0.4	87.9	76.2	28.3	47.9	CH
	SPT-2	4.50-4.95	9.1	-	8.6	35.6	30.5	15.5	15.0	SC
	UD-2	6.00-6.50	21.0	18.13	0.0	94.7	83.5	32.5	51.0	CH
	SPT-3	7.50-7.95	9.1	-	6.7	33.3	32.0	16.4	15.6	SC
	SPT-4	18.50-18.50	11.1	18.17	0.0	94.7	57.4	27.2	30.2	CH
SK-61	KAROT	9.00-10.50	13.8	-	3.9	61.3	29.7	16.4	13.3	CL
	KAROT	15.00-16.50	22.5	-	0.7	82.4	45.2	23.0	22.2	CL
SK-62	KAROT	10.50-12-	20.1	-	1.3	71.9	42.0	20.9	21.1	CL
	KAROT	12.00-13.50	17.3	-	2.7	63.3	36.8	18.4	18.4	CL
	KAROT	16.50-18.00	19.0	-	1.7	73.6	34.6	18.6	16.0	CL
SK-63	UD-1	3.00-3.50	22.6	18.29	0.0	94.6	74.4	28.5	45.9	CH
	KAROT	4.50-6.00	15.0	-	0.0	75.6	39.7	18.7	21.0	CL
	KAROT	7.50-9.00	13.2	-	0.0	91.3	35.3	15.6	19.7	CL
	KAROT	19.50-21.00	15.9	-	0.0	72.2	36.4	17.2	19.2	CL
	KAROT	21.00-22.50	14.2	-	0.0	64.0	38.0	16.0	22.0	CL
SK-64	KAROT	4.50-6.00	14.9	-	0.0	60.7	33.2	16.4	16.8	CL
	KAROT	6.00-7.50	15.3	-	0.0	67.8	35.6	15.8	19.8	CL
	KAROT	7.50-9.00	12.0	-	0.0	76.1	32.7	14.9	17.8	CL
	KAROT	18.50-19.50	16.0	-	0.0	83.9	30.9	18.6	12.3	CL
SK-65	KAROT	3.00-4.50	17.2	-	0.7	82.0	34.8	18.1	16.7	CL
	KAROT	12.00-13.50	14.3	-	0.0	74.6	36.3	17.4	18.9	CL
	KAROT	13.50-15.00	15.5	-	0.0	78.0	35.0	16.7	18.3	CL
	KAROT	16.50-18.00	15.2	-	0.0	61.9	34.7	17.0	17.7	CL
	KAROT	21.00-22.50	14.8	-	0.5	55.7	31.5	16.5	15.0	CL
SK-66	KAROT	3.00-4.50	13.6	-	0.4	52.6	30.9	15.3	15.6	CL
	KAROT	6.50-7.50	17.0	-	1.6	60.1	35.6	18.0	17.6	CL
	KAROT	13.50-15.00	15.8	-	1.1	58.8	33.0	16.9	16.1	CL
	KAROT	18.00-19.50	18.0	-	0.0	65.0	37.9	19.1	18.8	CL

Çizelge 4.20 (devamı)

SK-68	KAROT	1.50-3.00	14.	-	0.0	67.0	39.3	17.2	22.1	CL
	KAROT	4.50-6.00	17.	-	0.0	72.9	36.0	18.5	17.5	CL
	KAROT	12.00-13.50	13.	-	0.0	83.3	33.1	16.0	17.1	CL
	KAROT	24.00-24.50	12.	-	1.8	80.4	30.9	15.7	15.2	CL
SK-69	KAROT	3.00-4.50	14.	-	0.0	72.8	34.7	17.2	17.5	CL
	KAROT	7.50-9.00	16.	-	0.6	76.9	37.2	18.5	18.7	CL
	KAROT	15.00-16.50	16.	-	0.7	70.3	36.0	18.0	18.0	CL
	KAROT	27.00-28.50	14.	-	0.4	69.7	35.5	16.9	18.6	CL
SK-70	KAROT	3.00-4.50	15.	-	1.1	74.9	35.1	17.5	17.6	CL
	KAROT	4.50-6.00	17.	-	1.6	72.0	38.4	19.8	18.6	CL
	KAROT	12.00-13.50	17.	-	1.2	68.1	39.7	20.4	19.3	CL
	KAROT	13.50-15.00	15.	-	0.8	66.4	36.0	17.9	18.1	CL
	KAROT	18.00-19.50	13.	-	1.0	59.3	33.8	15.8	18.0	CL
	KAROT	19.50-21.00	14.	-	0.0	64.2	34.6	17.2	17.4	CL
	KAROT	33.00-35.00	15.	-	0.9	67.0	35.8	16.3	19.5	CL
SK-71	SPT-1	4.50-4.95	14.	-	3.0	68.2	53.3	26.7	26.6	CH
	KAROT	1.50-3.00	17.	-	1.6	71.8	40.6	21.9	18.7	CL
	KAROT	5.00-6.00	13.	-	1.1	62.3	35.1	17.8	17.3	CL
	KAROT	9.00-10.50	14.	-	1.9	55.9	37.4	16.3	21.1	CL
	KAROT	15.00-16.50	16.	-	0.7	58.7	38.2	19.2	19.0	CL
	KAROT	16.50-18.00	12.	-	0.6	66.9	33.9	15.6	18.3	CL
SK-73	KAROT	7.50-9.00	16.	-	0.0	56.1	31.6	17.0	14.6	CL
	KAROT	10.50-12.00	12.	-	0.0	67.8	37.2	18.3	18.9	CL
	KAROT	12.00-13.50	15.	-	0.8	62.4	35.4	16.2	19.2	CL
	KAROT	18.00-19.50	14.	-	1.3	58.6	37.2	16.9	20.3	CL
SK-75	KAROT	3.00-4.50	17.	-	1.0	76.7	36.8	18.5	18.3	CL
	KAROT	16.50-18.00	14.	-	0.7	71.4	35.4	17.0	18.4	CL
	KAROT	27.00-28.50	16.	-	1.3	69.0	37.2	18.9	18.3	CL
SK-76	KAROT	7.50-9.00	14.	-	1.8	74.0	34.0	17.2	16.8	CL
	KAROT	13.50-15.00	12.	-	1.1	63.2	30.6	15.6	15.0	CL
	KAROT	22.50-24.00	14.	-	1.6	64.0	29.7	15.1	14.6	CL
SK-78	SPT-1	1.50-1.95	33.	-	2.8	16.7		NP		SM
SK-79	KAROT	6.00-7.50	19.	-	1.5	68.3	38.9	20.0	18.9	CL
	KAROT	16.50-18.00	16.	-	2.4	61.6	34.5	18.0	16.5	CL
SK-80	KAROT	25.50-27.00	18.	-	0.0	55.8	40.8	20.6	20.2	CL
SK-84	KAROT	9.00-10.50	14.	-	0.9	58.6	33.7	16.4	17.3	CL
	KAROT	6.00-7.50	21.	-	1.8	79.5	41.6	23.0	18.6	CL
	KAROT	7.50-8.00	17.	-	2.1	81.3	37.0	18.3	18.7	CL
	KAROT	12.00-13.50	18.	-	1.0	72.0	35.8	18.9	16.9	CL

Çizelge 4.20 (devamı)

SK-86	SPT-1	6.00-6.45	12.5	-	2.6	61.8	32.8	16.2	16.6	CL
	SPT-2	7.50-7.95	10.6	-	4.2	14.6	-	NP	-	SM
	SPT-3	9.00-9.45	9.3	-	3.5	16.2	-	NP	-	SM
	SPT-4	10.50-10.95	9.6	-	4.6	56.6	34.6	17.3	17.3	CL
	SPT-5	12.00-12.45	9.5	-	1.3	74.7	31.7	16.1	15.6	CL
	SPT-6	13.50-13.95	15.0	-	1.9	23.6	-	NP	-	SM
	SPT-7	15.00-15.45	10.3	-	2.6	21.6	-	NP	-	SM
	SPT-8	16.50-16.95	11.4	-	3.6	24.6	-	NP	-	SM
SK-87	CR-7	9.00-10.50	21.0	-	0.9	63.1	41.8	22.5	19.3	CL
	CR-9	12.00-13.50	18.2	-	1.5	60.8	38.4	19.3	19.1	CL
	CR-17	24.00-25.50	19.3	-	1.4	64.9	39.7	20.6	19.1	CL
SK-90	CR-7	9.00-10.50	16.7	-	0.0	60.3	35.6	18.0	17.6	CL
	CR-8	10.50-12.00	20.4	-	0.0	58.1	40.4	21.3	19.1	CL
	CR-13	18.00-19.50	22.0	-	0.0	67.4	46.3	23.9	22.4	CL
	CR-16	22.50-24.00	19.6	-	0.0	61.7	42.9	21.0	21.9	CL
	CR	22.50-24.00	21.0	-	0.0	59.4	41.6	22.7	18.9	CL
SK-92	CR-6	7.50-9.00	20.5	-	1.3	66.7	43.7	22.0	21.7	CL
	CR-10	13.50-15.00	16.5	-	0.8	56.7	32.7	18.0	14.7	CL
SK-93	CR	7.50-9.00	20.6	-	1.6	52.4	30.0	17.5	12.5	CL
	CR	28.50-30.00	24.0	-	1.3	67.9	47.3	24.3	23.0	CL
	CR	30.00-31.50	20.4	-	0.5	61.3	44.1	21.9	22.2	CL
SK-94	SPT-1	1.50-1.95	14.0	-	0.3	86.6	33.7	18.3	15.4	CL
	UD	3.00-3.50	20.0	18.15	0.7	75.6	40.3	20.4	19.9	CL
	SPT-2	4.50-4.95	18.6	-	4.6	58.7	36.8	18.3	18.5	CL
	UD	6.00-6.50	12.8	18.08	0.0	91.2	35.0	19.3	15.7	CL
	SPT-3	7.50-7.95	15.5	-	0.0	86.2	37.6	19.1	18.5	CL
	UD	9.00-9.50	11.4	18.2	0.0	95.1	36.4	19.3	17.1	CL
	SPT-4	10.50-10.95	14.0	-	1.0	76.3	39.6	21.1	18.5	CL
	CR	11.00-12.00	23.8	-	4.6	60.4	43.9	24.3	19.6	CL
	CR	12.00-13.50	21.0	-	2.7	67.9	41.3	22.6	18.7	CL
	CR	15.00-16.50	18.9	-	1.3	79.2	37.5	19.2	18.3	CL
	CR	31.50-33.00	17.6	-	4.6	61.2	34.1	17.4	16.7	CL
SK-95	CR	4.50-6.00	23.1	-	1.5	71.6	45.3	24.3	21.0	CL
	CR	6.00-7.50	18.9	-	2.0	70.7	35.3	19.2	16.1	CL
	CR	7.50-9.00	21.3	-	2.5	71.8	39.8	21.6	18.2	CL
	CR	12.00-13.50	19.0	-	2.7	64.5	38.3	19.5	18.8	CL
	CR	13.50-15.00	19.0	-	0.0	75.6	38.9	19.5	19.4	CL
	CR	31.50-33.50	23.4	-	1.7	68.1	41.3	22.3	19.0	CL
SK-97	CR	3.00-3.45	18.3	-	0.5	72.6	38.9	19.0	19.9	CL
	CR	18.00-19.50	19.6	-	1.4	65.1	40.6	20.4	20.2	CL
	CR	21.00-22.50	18.3	-	7.8	56.8	36.3	19.7	16.6	CL
	CR	22.50-24.00	21.8	-	2.7	69.3	46.7	22.7	24.0	CL

Çizelge 4.20 (devamı)

SK-98	CR	4.50-6.00	19.3	-	2.1	63.4	42.0	19.9	22.1	CL
	CR	6.00-7.50	20.1	-	1.3	71.0	40.4	20.6	19.8	CL
	CR	7.50-9.00	20.9	-	1.9	73.3	46.8	21.2	25.6	CL
	CR	9.00-10.50	18.3	-	1.3	72.3	38.9	20.1	18.8	CL
	CR	16.50-18.00	16.4	-	0.9	81.8	33.6	19.4	14.2	CL
	CR	22.50-24.00	15.0	-	0.5	75.4	37.8	17.3	20.5	CL
	CR	28.50-30.00	19.3	-	1.1	69.3	39.2	20.8	18.4	CL
SK-101	CR	6.00-7.50	19.3	-	0.7	67.8	39.6	19.5	20.1	CL
	CR	9.00-10.50	14.0	-	2.7	70.8	30.5	15.2	15.3	CL
	CR	18.00-18.50	15.7	-	6.6	53.8	28.7	16.9	11.8	CL
	CR	24.00-25.50	13.2	-	4.1	50.4	27.3	16.0	11.3	CL
SK-102	CR	3.00-4.50	21.0	-	1.9	70.6	41.0	22.6	18.4	CL
	CR	4.50-6.00	17.9	-	2.7	67.3	34.1	18.7	15.4	CL
	CR	9.00-10.50	22.3	-	0.9	82.7	45.1	25.9	19.2	CL
	CR	15.00-16.50	17.0	-	4.2	60.0	35.7	18.2	17.5	CL
	CR	16.50-18.00	18.5	-	3.7	64.6	33.2	19.3	13.9	CL
	CR	30.00-31.50	20.1	-	2.8	64.8	41.4	20.8	20.6	CL
	CR	33.00-35.00	24.5	-	2.7	71.8	43.0	24.3	18.7	CL

Bornova karmaşığı olarak tanımlanan çalışma alanında yapılan sondaj sonucu elde edilen numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinde, Çizelge 4.20'de yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre; doğal birim yoğunluk 1.81-1.83 g/cm³, su içeriği %5.5-24.7, Likit Limit (LL) % 27.3-96.7, Plastik Limit (PL) %14.3-32.5, Plastisite İndisi (PI) %9.8-72.5 aralığındadır. Elde edilen verilere göre Şekil 4.16'deki zemin sınıfları tablosuna göre, zemin sınıfı tanımlanmış ve Şekil 4.5'deki grafikte, zemin sınıfı dağılımı yüzde olarak gösterilmiş, hakim zemin sınıfı **"CL"** (%83) **"Düşük plastisiteli kil"** olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.5. Bornava Karmaşığı'na ait birimler için zemin sınıflarının dağılımını gösteren grafik

Atterberg limitleri analizleri sonuçları değerlendirildiğinde Plastise İndeksi 9.8-47.9 olarak belirlenmiş olup plastiklik derecesi Çizelge 4.17'ye göre **"Az Plastik-Plastik-Çok Plastik"** olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Karabağlar laboratuvar deney sonuçları

Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m³)	Direk Kesme Deneyi		Üç Eksenli Basınç Deneyi	
				c (kgf/cm²)	Φ (°)	c (kgf/cm²)	Φ (°)
SK-57	UD-1	3.00-3.50	18.21	0.487	9	0.67	9
	UD-2	4.50-5.00	18.16	0.459	8	0.65	9
	UD-3	6.00-6.50	18.32	0.547	10	0.73	10
SK-58	UD-1	3.00-3.50	18.26	0.605	11	0.70	10
	UD-2	6.00-6.50	18.13	0.627	9	0.64	8
	UD-3	18.00-18.50	18.17	0.517	8	-	-
SK-63	UD-1	3.00-3.50	18.29	0.575	9	-	-
SK-94	UD-1	3.00-3.50	18.15	0.462	8	-	-
	UD-2	6.00-6.50	18.08	0.495	8	-	-
	UD-3	9.00-9.50	18.20	0.514	9	-	-

Çizelge 4.21'de inceleme alanına ait laboratuvar deney sonuçları yer almaktadır. Buna göre Doğal birim hacim ağırlık 18.13-18.32 kN/m³, direk kesme deneyi ile elde edilen kohezyon (c) 0.459-0.627 kgf/cm², Φ açısı 8°-11°; üç eksenli basınç deneyi ile elde edilen kohezyon (c) 0.64-0.7, Φ açısı 8°-10° olarak hesaplanmıştır.

4.2. Jeofizik Bulgular

Jeofizik çalışmalardan; Saimbeyli'de 2 adet Aktif Kaynak Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) ve 2 adet Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT); Feke'de 2 adet Aktif Kaynak Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), 3 adet Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) ve 3 adet Düşey Elektrik Sondaj (DES); Karabağlar'da 25 adet Aktif Kaynak Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), 9 adet Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT), 11 adet Düşey Elektrik Sondaj (DES) ve 20 adet Mikrotremor yapılmıştır. Çalışma alanlarında yapılan jeofizik ölçümlere ait veriler Ek-5'de verilmiştir.

4.2.1. Saimbeyli (Adana) Jeofizik Bulgular

Saimbeyli çalışma alanında jeofizik yöntemlerden Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW) ve Elektrik Rezistivite Tomografi uygulanmıştır. İnceleme alanında yapılan jeofizik uygulamalara ait lokasyonlar Şekil 4.6'de yer almaktadır.



Şekil 4.6. Saimbeyli çalışma alanı MASW-ERT lokasyonları

4.2.1.1. Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW)

Çalışma sahasında ilk olarak sismik kırılma yöntemi kullanılarak P dalgası kayıtları sonrasında da MASW yöntemi kullanılarak yüzey dalgası kayıtları alınmıştır. Uygulama alanında sismik kırılma metodu yardımıyla P dalgası hızı ve düşük frekanslarda uzun dalga boyu ile seyahat eden daha derinlerden bilgi taşıyan ve altta bulunan gevşek zonların tespitini kolaylaştıran aktif kaynaklı yüzey dalgası yöntemi (MASW) kullanılarak S dalgası hızları yardımıyla zemin yapısının ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır. Zemin dinamik elastik parametrelerini belirlemek amaçlı 30 metre derinlikten bilgi almak için MASW ölçümleri 36 metrelik profil boyunca yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda çalışma alanının tabaka kalınlıkları, yeraltı hız yapısı ve topoğrafyası ortaya çıkmıştır.

4.2.1.1.(1). Dinamik Elastik Parametreler

P ve S dalga hızlarını tespit etmek için tek adet profilde atış yapılmış, atışların dispersiyon eğrisi ve derinliğe göre hızların değişim grafiği çizilmiş, tabaka hızları hesaplanmış ve bu hızlardan zemine ait elastik parametreler bulunmuştur.

Sismik P Dalgası (Boyuna Dalga Hızı (Vp))

Bu tür dalgalar sıkışma veya ilk dalgalar olarak adlandırılırlar. Bu dalgaların yayınımı sırasında sıkışmadan dolayı kubik genleşme veya hacim değişikliği olur. Boyuna dalgalarda sıkışma ve genleşmeyi temsil eden titreşim doğrultusu dalga yayınım doğrultusuyla aynıdır. Bu nedenle P dalgası, gevşek zeminlerde düşük hızla ilerlerken kaya zeminlerde yüksek hızla ilerler. Ölçülen P dalga hızlarına göre zeminlerin sökülebilirliklerinin tespiti yapılır. Öncel (1975)'e göre sismik hız ve sökülebilirlik arasındaki ilişki Çizelge 4.22'de yer almaktadır.

Çizelge 4.22. Sismik Hız ve Sökülebilirlik İlişkisi (Öncel, 1975)

Sismik Hız (m/s)	**Sökülebilirlik**
300-600	Çok Kolay
600-900	Kolay
900-1500	Orta
1500-2100	Zor
2100-2400	Çok Zor
2400-2700	Son Derece Zor

Çizelge 4.23. Saimbeyli çalışma alanından elde edilen P Dalga hızları ile Tabakaların Sökülebilirlik durumu arasındaki ilişki

Hatlar	**Tabakalar**	**H(m)**	**Vp(m/s)**	**Sökülebilirlik**
1.Hat	1.	3.30	474	Çok Kolay
	2.	10.8	1271	Orta
	3.		3106	Son Derece Zor
2.Hat	1.	3.00	448	Çok Kolay
	2.	7.10	992	Orta
	3.		1960	Zor

Çizelge 4.23'deki Sismik hız ve sökülebilirlik arasındaki ilişkiye göre, 1.Hatta 1.tabaka için P dalga hızı 474 m/s "Çok Kolay Sökülebilirlik", 2.tabaka için 1271 m/s "Orta Sökülebilirlik", 3.tabaka için 3106 m/sn "Son Derece Zor Sökülebilirlik" olduğunu göstermektedir. 2.Hat 1.tabakada P dalga hızı 448 m/s "Çok Kolay Sökülebilirlik", 2.tabaka için 992 m/s "Orta Sökülebilirlik", 3.tabaka için 1960 m/s "Zor Sökülebilirlik" olduğunu göstermektedir.

Kayma Dalgası Hızları (Vs)

Kayma dalgası hızları, malzemenin şekil bozumuna veya burulmaya karşı direnci var ise oluşurlar. Arazide ölçülen kayma dalgası, sinyal çıktısının alıcılara (jeofon) gelen varış zamanları okunmuş, alıcı aralıklarına karşılık gelen grafiği hızları hesaplanmıştır. Kayma dalgası hızlarına göre belirlenmiş zemin grupları Çizelge 4.24'de yer almaktadır.

Çizelge 4.24. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Yerel Zemin Sınıfı Tablosu

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

Çizelge 4.25 Saimbeyli'de ters çözüm sonucu elde edilen Vs hızları, Vs30 değerleri

Hatlar	**Tabakalar**	**Vs(m/s)**	**Vs30(m/s)**	**H(m)**	**Zemin Sınıfı**
1.Hat	1.	301	449	3.30	ZC
	2.	344		10.8	
	3.	562			
2.Hat	1.	287	527	3.00	ZC
	2.	408		7.10	
	3.	631			

Vs hızları 1.tabaka için 301 ve 287 m/s, 2 tabaka için 344 ve 408 m/s, 3.tabaka için 562 ve 631 m/s olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.25 incelendiğinde, 7-10 metre arasındaki tabakalardaki Vs hızlarının 500 m/s'nin altında kaldığı görülmektedir. Bu durumda duraysız birimin yüzeyden yaklaşık 7-10 metreye kadar olduğu söylenebilir.

Vs30 değeri, 1 hat üzerinde ilk 30 metreye ait kayma dalgası hız (Vs) verilerinin harmonik ortalaması olup, 1.hatta 449 m/s, 2.hatta 527 m/s'dir. Elde edilen bu değerlere göre Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre, zemin sınıfı "ZC" (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar) olarak bulunmuştur.

Vp/Vs Zemin Sıkılık Durumu

Çizelge 4.26. Vp/Vs oranına göre zemin sıkılık sınıflaması (Ercan, 2001)

Zemin Sıkılık Sınıfı	**Vp/Vs**
Cıvık-Sıvı	∞
Çok Gevşek	∞-2.49
Gevşek	2.49-1.87
Sıkı Katı	1.87-1.71
Katı	1.71-1.5
Sağlam Kaya	1.5-1.41

Çizelge 4.27 Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan Vp/Vs oranına göre zemin sıkılık durumu

Hatlar	**Tabakalar**	**Vp(m/s)**	**Vs(m/s)**	**Vs30(m/s)**	**H(m)**	**Vp/Vs**	**Zemin Sıkılık Sınıfı**
1.Hat	1.	474	301	449	3.30	1.57	Katı
	2.	1271	344		10.8	3.69	Çok Gevşek
	3.	3106	562			5.53	Çok Gevşek
2.Hat	1.	448	287	527	3.00	1.56	Katı
	2.	992	408		7.10	2.43	Gevşek
	3.	1960	631			3.11	Çok Gevşek

Vp/Vs oranı zemin sıkılığını göstermektedir. Ercan (2001), Vp/Vs ile zemin sıkılık durumu arasındaki ilişkiyi Çizelge 4.26'ya göre sınıflandırmıştır. Çalışma alanında ortam genel olarak ilk tabakada Vp/Vs 1.56 ve 1.57 olarak hesaplanmış ve Çizelge 4.27'de sonuçlar verilmiştir. Buna göre Çizelge 4.26'ya göre, ilk tabakalar **"Katı"** sınıfına girmektedir. Daha derinlere doğru inildikçe ikinci tabakada Vp/Vs değeri 3.69 ve 2.4 olarak hesaplanmıştır. Vp/Vs oranları 3.00'den büyük olduğu bölgelerin suya doygun zeminler olabileceği düşünülebilir (Başokur ve ark., 2002). Çalışma alanlarında Vp/Vs oranlarının yüksek olduğu yerlerde yeraltı suyunun yüksek olduğu söylenebilir.

Zemin Büyütmesi ve Hakim Peryodunun Belirlenmesi

Zemin araştırma çalışmalarında temel amaç, yerel zemin koşullarının ve zemin büyütme özelliklerinin dikkate alınmasıdır. İnceleme alanındaki kayma (Vs) dalgası hızları kullanılarak Midorikawa (1987) tarafından önerilen bağıntı kullanılarak göreceli zemin büyütme değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan büyütmeler boyutsuzdur.

$A_k=68*V_1^{-0.6}$ $(V_1<1100$ m/s)

$A_k=1$ $(V_1>1100$ m/s)

V_1= 30 metre derinlik için ortalama S dalga hızı-Vs30

Yerin baskın peryodu, ana kaya üzerindeki zemin kütlesinin "serbest salınıma" geçmesi halindeki peryot olup, yeri oluşturan zemin katmanlarının dinamik özelliklerine bağlıdır (Aytun, 2001). Dayanımlı zeminin üzerinde kalan dayanımsız birimlerin kalınlık ve kesme dalgası hızından yararlanılarak bulunur. Çalışma alanındaki zemin hakim titreşim peryodu (To) Kanai (1983)'e göre:

$$To = 4h/Vk$$

h= Temel kaya üzerindeki zemin katman kalınlığı

Vk=Zemin katmanı içinde kayma dalası hızını (m/sn) ifade etmektedir.

Çizelge 4.28. Yer Hakim Titreşim Peryotlarına (T_o) göre ölçütler (Ansal ve ark., 2004)

Yer Hakim Titreşim Peryodu Aralığı (sn)	**Ölçüt Tanımı**
0.10-0.30	A
0.30-0.50	B
0.50-0.70	C
0.70-1.00	D

Çizelge 4.29 Spektral büyütme değerlerine (A_k) göre tehlike düzeyi (Ansal ve ark., 2004)

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

Çizelge 4.30. Saimbeyli'de sismik profillerde hesaplanan Vs30 değerleri, Göreceli Yer Büyütme Faktörleri ve Zemin hakim titreşim peryotları

Ölçü No	**Hat 1**	**Hat 2**
Vs30	449	527
A_k	1.74	1.58
To	0.27	0.23

Çizelge 4.30'da hesaplanan Zemin hakim titreşim periyotları (To) 0.27 ve 0.23 yer almaktadır. Bu değerler Çizelge 4.28'a göre "A" sınıfına girmektedir. Spektral Büyütme Faktörü (A_K) 1.74 ve 1.58 olarak hesaplanmış olup Çizelge 4.30'da yer almaktadır. Çizelge 4.29'da Ansal ve ark. (2004)'a göre, spektral büyütme değerlerine göre çalışma alanı "A" (düşük tehlike düzeyi) sınıfına girmektedir.

Yoğunluk d (g/cm³)

Yoğunluk zemin ve kaya ortamlarında farklı değerler alır, d veya ρ ile ifade edilir. Porozitesi yüksek, gözenekli, gevşek ortamlarda değeri düşer. Sağlam çatlaksız ortamlarda ise değeri yüksektir. Tüm bozuşmamış kayaçlar için yoğunluk 2.6 g/cm³'dür. Vp-Vs oranı az ise yoğunluk yüksek yani zemin sağlamdır. Ancak oran yüksek ise zeminde ıslaklık vardır. Birimi g/cm³'dür. Yoğunluk Telford (1976) tarafından bulunan formüle göre hesaplanır.

$$d=0.31*Vp^{0.25}$$

Yukarıdaki formüle göre hesaplanan yoğunluk değerleri Çizelge 4.32'de yer almaktadır.

Çizelge 4.31. Zemin birimlerin yoğunluk sınıflaması (Keçeli, 1990'dan derlenmiştir)

Yoğunluk	**Tanımlama**
<1.20	Çok Düşük
1.20-1.40	Düşük
1.40-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

Çizelge 4.32. Saimbeyli her tabaka için hesaplanan yoğunluk değerleri ve zemin tanımlaması

Hatlar	**Tabaka-lar**	**H(m)**	**Vp(m/s)**	**Yoğun-luk (g/cm³)**	**Tanımlama**
1.Hat	1.	3.30	474	1.45	Orta
	2.	10.8	1271	1.85	Orta
	3.		3106	2.31	Çok Yüksek
2.Hat	1.	3.00	448	1.43	Orta
	2.	7.10	992	1.74	Orta
	3.		1960	2.06	Yüksek

Hesaplanan yoğunluk değerleri Çizelge 4.31'ye göre değerlendirilmiş ve Çizelge 4.32'de zemin tanımlaması yapılmıştır. Buna göre; 1.hat 1.tabakada 1.45 g/cm³ "Orta", 2.tabakada 1.85 cm³ "Orta", 3.tabakada 2.31 g/cm³ "Çok Yüksek" olarak; 2.hat 1.tabakada 1.43 g/cm³ "Orta", 2.tabaka 1.74 g/cm³ "Orta", 3.tabakada 2.06 g/cm³ "Yüksek" olarak belirlenmiştir. Sayısal sonuçlar her iki hatta da ilk iki tabakanın orta sağlamlıkta olduğunu 3.tabakanın ise daha sağlam olduğunu göstermektedir.

Kayma Modülü (G)

Kayma modülü kayacın makaslama kuvvetleri altında esnemesini bir başka deyişle yatay kuvvetlere karşı dayanımını gösterir. Sıvılarda bu parametre sıfırdır. Kayma modülü ile formasyonun yatay kuvvetlere karşı direnci doğru orantılıdır. Kayma modülü aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$G= d*(Vs)^2/2$$

Çizelge 4.33. Kayma modülü değerlerine göre zemin ya da kaya dayanımı (Keçeli, 1990)

Kayma Modülü	**Dayanım**
<400	Çok zayıf
400-1500	Zayıf
1500-3000	Orta
3000-10000	Sağlam
>10000	Çok Sağlam

Çizelge 4.34 Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan kayma modülü değerleri ve zemin dayanımları

Hatlar	**Tabaka-lar**	**H(m)**	**Vs(m/s)**	**Yoğun-luk (g/cm³)**	**Kayma Modülü (kg/cm²)**	**Dayanım**
1.Hat	1.	3.30	301	1.45	1311	Zayıf
	2.	10.8	344	1.85	2190	Orta
	3.		562	2.31	7309	Sağlam
2.Hat	1.	3.00	287	1.43	1175	Zayıf
	2.	7.10	408	1.74	2896	Orta
	3.		631	2.06	8213	Sağlam

Hesaplanan kayma modülü değerleri Çizelge 4.34'de yer almaktadır ve Çizelge 4.33'e göre tabakaların dayanımı tanımlanmıştır. Her iki hat ve tabakalardaki verilerin birbirine yakın değerler olduğu görülmektedir. Hesaplanan değerler Çizelge 4.33'e göre; 1.tabaka 1310 ve 1175 kg/cm² "Zayıf", 2.tabaka 2190 ve 2896 kg/cm² "Orta", 3. tabaka 7309 ve 8213 kg/cm² "Sağlam" dayanımlı olarak tanımlanmıştır.

Elastisite Modülü (E)

Elastisite modülü uygulanan düşey basınç yönünde yerin düşey yamulmasını tanımlar. Zeminin dayanıklılığını, sertliğini bir başka deyişle katılığını tanımlar. Arazide ölçülen boyuna ve kayma dalgası hızına göre hesaplanır.

$$E=G*(3*Vp^2-4Vs^2)/(Vp^2-Vs^2)$$

Çizelge 4.35. Elastisite modülü değerleri ve dayanımları arasındaki ilişki (Keçeli,1990)

Elastisite Modülü	**Dayanım**
<1000	Çok Zayıf
1000-5000	Zayıf
5000-10000	Orta
10000-30000	Sağlam
>30000	Çok Sağlam

Çizelge 4.36. Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan elastisite modülü değerleri ve Keçeli (1990)'a göre dayanımları

Hatlar	**Tabakalar**	**H(m)**	**ElastisiteModülü (kg/cm²)**	**Dayanım**
1.Hat	1.	3.30	3046	Zayıf
	2.	10.8	6398	Orta
	3.		21681	Sağlam
2.Hat	1.	3.00	2707	Zayıf
	2.	7.10	8099	Orta
	3.		23688	Sağlam

Hesaplanan elastisite modülü (E) değerleri Çizelge 4.36'da yer almaktadır. Bu değerler Çizelge 4.35'e göre tanımlanmıştır. Bu verilere göre, her iki hat ve tabakaların aynı dayanımlarda olduğu görülmektedir. 1.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 3046 ve 2707 kg/cm² "Zayıf", 2.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 6398 ve 8099 kg/cm² "Orta", 3.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 21681 ve 23688 kg/cm² "Sağlam" dayanımlı birimleri göstermektedir.

Poisson Oranı (p)

Poisson oranı birimlerin gözenekliliğini tanımlar. Çizelge 4.37'de Keçeli (1990)'ye göre tabakalar (Orta dereceli gözenekli zeminlerde 0.25 – 0.35, gözenekli zeminlerde ise 0.35 – 0.50 arasında değerler alır. Kayacın kırıklı olup olmadığı ayrıca gözeneklerinde su içerip içermediği poisson oranıyla tespit edilebilir. Eğer kayaç gözeneklerinde su içeriyorsa oran 0.50'ye yaklaşır. Poisson oranı aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır. Birimsizdir.

$$P = \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(2 \times \left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2\right) - 2}$$

Çizelge 4.37. Poisson oranı ve gözeneklilik arasındaki ilişki (Keçeli, 1990)

Poisson Oranı	0.00-0.25	0.25-0.35	0.35-0.50
Gözeneklilik	Az Gözenekli	Orta Gözenekli	Çok Gözenekli

Çizelge 4.38. Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan poisson oranı ve zeminin gözeneklilik durumu

Hatlar	**Tabaka-lar**	**H(m)**	**Poisson Oranı**	**Gözeneklilik**
1.Hat	1.	3.30	0.16	Az Gözenekli
	2.	10.8	0.46	Çok Gözenekli
	3.		0.48	Çok Gözenekli
2.Hat	1.	3.00	0.15	Az Gözenekli
	2.	7.10	0.40	Çok Gözenekli
	3.		0.44	Çok Gözenekli

Çizelge 4.38'de hesaplanan poisson oranı değerleri yer almakta olup Çizelge 4.37'ye göre gözeneklilik durumları belirlenmiştir. Verilere göre 1.hatta 1 tabaka poisson oranı 0.16 "Az Gözenekli", 2.tabakada poisson oranı 0.46 "Çok Gözenekli", 3.tabakada poisson oranı 0.48 "Çok Gözenekli"; 2. hat 1.tabakada poisson oranı 0.15 "Az Gözenekli", 2.tabakada poisson oranı 0.40 "Çok Gözenekli", 3.tabakada poisson oranı 0.44 "Çok Gözenekli" olarak tanımlanmıştır. 3.tabakalarda poisson oranı değerinin 0.5'e yakın olması bu tabakalar içerisinde su olduğu düşünülebilir.

Bulk Modülü (K)

Bulk modülü, birim alana gelen sıkıştırma kuvvetinin birim hacimde yapmış olduğu hacimsel değişikliğe oranıdır. Dalga teorisinden elde edilen bu birimin formülü:

$$K= d(Vp^2-4/3Vs^2)/100$$

Çizelge 4.39. Bulk modülünün değerlerine göre zemin ya da kayaçların sıkışma sınıfları (Keçeli, 1990)

Bulk (Sıkışmazlık) Modülü (kg/cm^2) (K)	**Sıkışma Sınıfları**
<400	Çok Az
400-10000	Az
10000-40000	Orta
40000-100000	Yüksek
>100000	Çok Yüksek

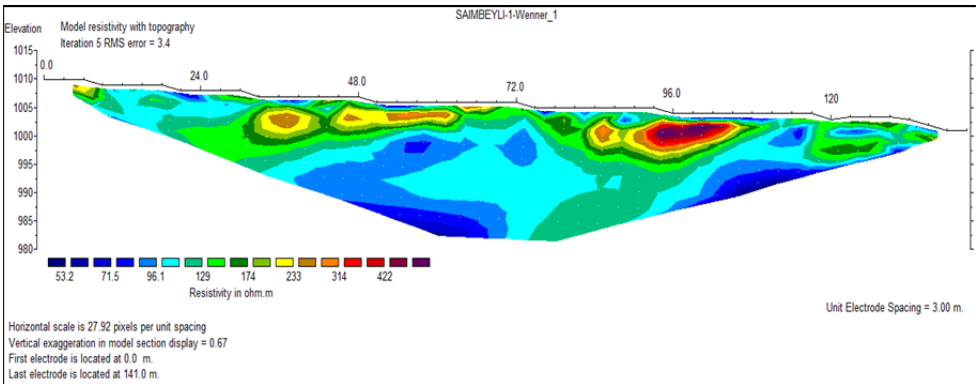
Çizelge 4.40. Saimbeyli'de her tabaka için hesaplanan bulk modülü (Sıkışmazlık) değerleri ile sıkışma sınıfları

Hatlar	**Tabaka-lar**	**H(m)**	**Bulk (Sıkış-mazlık) Mo-dülü(kg/cm^2)**	**Sıkışma Sınıfla-rı**
1.Hat	1.	3.30	1506	Az
	2.	10.8	26966	Orta
	3.		213123	Çok Yüksek
2.Hat	1.	3.00	1299	Az
	2.	7.10	13260	Orta
	3.		68200	Yüksek

Çizelge 4.40'da verilen Bulk (sıkışmazlık) modülü değerleri Çizelge 4.39'da göre tanımlanmış ve buna göre: 1.hat 1.tabaka 1506 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka 26966 kg/cm^2 "Orta" sıkışma, 3.tabaka 213123 kg/cm^2 "Çok Yüksek" sıkışma; 2.hat 1.tabaka 1299 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka 13260 kg/cm^2 "Orta" sıkışma, 3.tabaka 68200 kg/cm^2 "Yüksek" sıkışma sınıfına girmektedir.

4.2.1.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT)

Bu çalışmada elektrot aralığı 3 metre seçilmiş, profil uzunluğu 144 metredir. Ölçümler için Wenner dizilimi uygulanmıştır.



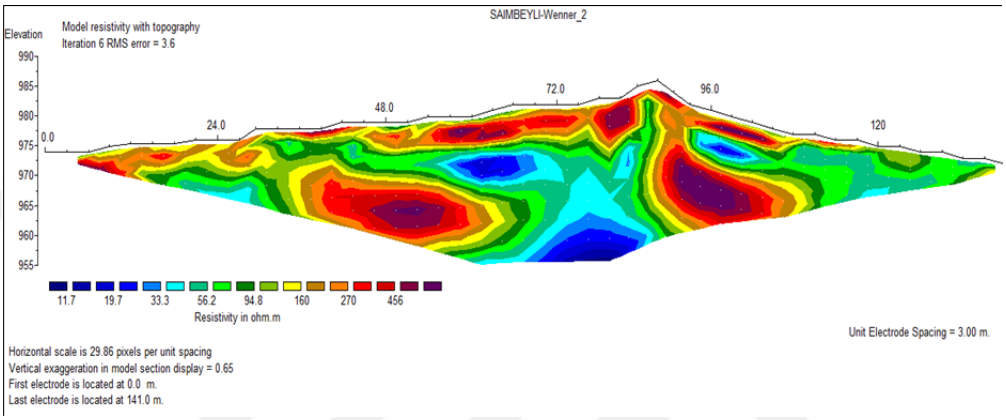
Şekil 4.7. Saimbeyli ERT-1 ölçümüne ait kesit

Şekil 4.7'de Elektrik tomoğrafi (ERT-1) kesitinde özdirenç değerlerinin değişimi görülmektedir. Özdirenç değişimlerine göre mavi renkli bölgeler düşük özdirenç; yeşil, turuncu renkli bölgeler orta özdirenç, kırmızı ve bordo renkli bölgeler ise yüksek özdirenç değerlerini ifade etmektedir.

ERT-1 kesitine ait kesit incelendiğinde; kesitin orta kısmında yaklaşık 25 metreye kadar birimlerin özdirenç değerleri hakkında bilgi alınmıştır. Kesit üzerinde özdirenç değerleri 53,2-422 ohm.m (Ωm) aralığında değişmektedir. Kesit incelendiğinde özdirenç değerlerinin nispeten düşük olduğu birimlerin açık mavi-koyu mavi bölgeler olduğu ve bu bölgelerin özdirenç değerlerinin 53,2-96,1 Ωm arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Kesit üzerinde bu birimin 5-25 metre derinliklere kadar devam ettiği görülmüştür. Aynı birim kesitin orta kısımlarında yaklaşık 3 metreden başlamış ve 25 metre derinliklere kadar devam etmiştir. Bölgede kaymaya meyilli ve nispeten nemli olan malzemenin de bu birim olduğu düşünülmektedir.

Kesitte görünen yeşilden kırmızıya doğru devam eden nispeten daha yüksek özdirençli birimin özdirencinin 100 Ωm'nin üzerinde olduğu, korozif olmadığı ve nem oranının daha az olduğu düşünülmektedir.

ERT-2'de elektrot aralığı 3 metre seçilmiş, profil uzunluğu 144 metredir. Ölçümler için Wenner dizilimi uygulanmıştır.



Şekil 4.8. Saimbeyli ERT-2 ölçümüne ait kesit

ERT-2 kesitine ait Şekil 4.8 incelendiğinde; en fazla 25 metreye kadar birimlerin özdirenç değerleri hakkında bilgi alındığı görülmektedir. Kesit üzerinde özdirenç değerleri 11,7-456 Ωm aralığında değişmektedir. 11.7-33.3 Ωm olarak ölçülen birim kesitte mavi ve tonlarıyla gösterilmiştir. 56.2-94.8 Ωm olarak ölçülen birimler ise yeşil ve tonlarıyla gösterilmiştir. 150-270 Ωm olarak ölçülen birimler sarı renk ve tonlarıyla, 270-456 Ωm arasında ölçülen birimler ise kırmızı ve tonlarıyla gösterilmiş olup en yüksek özdirenç değerlerini ifade etmektedir. Mavi renk ile gösterilen düşük özdirençli birimlerin kil oranı yüksek birim olabileceği ve nem oranının yüksek olabileceği; kırmızı renk ile gösterilen yüksek özdirenç değerlerine sahip birimlerin ise kireçtaşı blokları olabileceği düşünülmektedir. Yamaçta kaymaya neden olabilecek birimlerin ise düşük özdirenç değerlerine sahip nem oranı yüksek mavi ve yeşil olan bölgeler olduğu varsayılabilir.

4.2.2. Feke (Adana) Jeofizik Bulgular

Feke çalışma alanında jeofizik yöntemlerden Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) ve Düşey Elektrik Sondaj (DES) uygulanmış olup, çalışmalara ait veriler Ek-5'te sunulmuştur. Çalışma alanında yapılan jeofizik çalışmalara ait lokasyonlar Şekil 4.9'da yer almaktadır.



Şekil 4.9. Feke çalışma alanı jeofizik çalışma lokasyonları

4.2.2.1. Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW)

Çalışma sahasında ilk olarak sismik kırılma yöntemi kullanılarak P dalgası kayıtları sonrasında da MASW yöntemi kullanılarak yüzey dalgası kayıtları alınmıştır. Uygulama alanında sismik kırılma metodu yardımıyla P dalgası hızı ve düşük frekanslarda uzun dalga boyu ile seyahat eden daha derinlerden bilgi taşıyan ve altta bulunan gevşek zonların tespitini kolaylaştıran aktif kaynaklı yüzey dalgası

yöntemi (MASW) kullanılarak S dalgası hızları yardımıyla zemin yapısının ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır. Zemin dinamik elastik parametrelerini belirlemek için MASW ölçümleri 36 metrelik profil boyunca yapılmıştır, ofset aralığı 3 metredir. Elde edilen veriler doğrultusunda çalışma alanının tabaka kalınlıkları, yeraltı hız yapısı ve topoğrafyası ortaya çıkmıştır.

4.2.2.1.(1). Dinamik Elastik Parametreler

P ve S dalga hızlarını tespit etmek için tek adet profilde atış yapılmış, atışların dispersiyon eğrisi ve derinliğe göre hızların değişim grafiği çizilmiş, tabaka hızları hesaplanmış ve bu hızlardan zemine ait elastik parametreler bulunmuştur.

Sismik P Dalgası (Boyuna Dalga Hızı (Vp))

P dalgası, gevşek zeminlerde düşük hızla ilerlerken kaya zeminlerde yüksek hızla ilerler. Ölçülen P dalga hızlarına göre zeminlerin sökülebilirliklerinin tespiti yapılır.

Çizelge 4.41 Feke'de elde edilen P Dalga hızları ile Öncel (1975)'e göre Tabakaların Sökülebilirlik durumu arasındaki ilişki

Hatlar	Tabakalar	Vp(m/s)	Sökülebilirlik
1.Hat	1.	809	Kolay
	2.	1511	Zor
2.Hat	1.	899	Kolay
	2.	1645	Zor

Çizelge 4.41'de Vp hızlarına göre iki hatta da ilk tabakalar 809 ve 899 m/sn değerlerine göre "Kolay Sökülebilir", ikinci tabakalar ise 1511 ve 1645 m/sn değerlerine göre "Zor sökülebilir" durumdadır. Bu veri ilk tabakaların gevşek yapıda olduğu, ikinci tabakaların ise daha sert tabakalardan oluştuğunu göstermektedir.

Kayma Dalgası Hızları (Vs)

Çizelge 4.42. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Yerel Zemin Sınıfı Tablosu

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

Çizelge 4.43. Feke'de ters çözüm sonucu elde edilen Vs hızları, Vs30 değerleri

Hatlar	**Tabakalar**	**Vs(m/s)**	**Vs30(m/s)**	**Zemin Sınıfı**
1.Hat	1.	381	597	ZC
	2.	719		
2.Hat	1.	443	647	ZC
	2.	795		

Çizelge 4.43'de Vs hızları 1.tabaka için 381 ve 443 m/s, 2 tabaka için 719 ve 795 m/s olarak hesaplanmıştır.

Vs30 değeri, 1 hat üzerinde ilk 30 metreye ait kayma dalgası hız (Vs) verilerinin harmonik ortalaması olup, 1.hatta 597 m/s, 2.hatta 647 m/s'dir. Bu verilerle Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre Çizelge 4.42'deki zemin sınıfları tablosuna göre zemin sınıfı "ZC" (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar) olarak bulunmuştur.

Vp/Vs Zemin Sıkılık Durumu

Vp/Vs oranı zemin sıkılığını göstermektedir. Çalışma alanının sıkılık sınıflaması yapılmış ve Vp/Vs oranının 2.03-2.12 arasında değiştiği anlaşılmıştır. Buna göre tabakalar **"Gevşek"** sınıfına girmektedir ve Çizelge 4.44'de zemin sıkılık durumuna ait bilgiler yer almaktadır.

Çizelge 4.44. Feke'de her tabaka için hesaplanan Vp/Vs oranı Ercan (2001)'e göre zemin sıkılık durumu

Hatlar	**Tabakalar**	**Vp(m/s)**	**Vs(m/s)**	**Vs30(m/s)**	**Vp/Vs**	**Zemin Sıkılık Sınıfı**
1.Hat	1.	809	381	597	2.12	Gevşek
	2.	1511	719		2.10	Gevşek
2.Hat	1.	899	443	647	2.03	Gevşek
	2.	1645	795		2.07	Gevşek

Zemin Büyütmesi ve Hakim Peryodunun Belirlenmesi

Çizelge 4.45'da hesaplanan Zemin hakim titreşim peryotları (To) 0.31 ve 0.29 olarak bulunmuştur. Bu değere göre "B" Tehlike düzeyi sınıfına girmektedir. Göreceli yer büyütme faktörü de (A_k) 1.5 ve 1.4 olarak bulunmuştur. Ansal ve ark. (2004)'e göre, spektral büyütme değer değişimlerine göre çalışma alanı "A" (düşük tehlike düzeyi) sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.45. Sismik profillerde hesaplanan Vs30 değerleri, Göreceli Yer Büyütme Faktörleri (Midorikawa, 1987) ve Zemin hakim titreşim peryotları (Kanai,1983) ve sonuçların Ansal ve ark. (2004)'e göre tanımlanması

Ölçü No	**Hat 1**	**Hat 2**	**Ölçüt Tanımı/Tehlike Düzeyi**
Vs30	597	647	
A_k	1.5	1.4	A (Düşük Tehlike)
To	0.31	0.29	B

Yoğunluk d (g/cm³)

Hesaplanan yoğunluk değerleri 1.hat 1.tabakada 1.76 g/cm³ "Orta", 2.tabakada 1.90 cm³ "Yüksek"; 2.hat 1.tabakada 1.78 g/cm³ "Orta", 2.tabaka 1.93 g/cm³ "Yüksek" olarak Keçeli (1990)'a göre tanımlanmıştır. Çizelge 4.46'da yer alan sonuçlara göre, her iki hatta da ilk tabakanın "Orta" sağlamlıkta olduğunu 2.tabakanın ise "Yüksek" sağlamlıkta olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.46. Feke'de her tabaka için hesaplanan yoğunluk değerleri ve Keçeli (1990)'a göre zemin tanımlaması

Hatlar	**Tabaka-lar**	**Vp(m/s)**	**Yoğun-luk (g/cm³)**	**Tanımlama**
1.Hat	1.	809	1.76	Orta
	2.	1511	1.90	Yüksek
2.Hat	1.	899	1.78	Orta
	2.	1645	1.93	Yüksek

Kayma Modülü (G)

Hesaplanan kayma modülü değerleri Çizelge 4.47'de yer almaktadır. Buna göre; 1.hat 1.tabaka 2604 kg/cm² "Orta", 2.tabaka 10012 kg/cm² "Çok Sağlam", 2.hat 1.tabaka 3561 kg/cm² "Sağlam", 2.tabaka 12434 kg/cm² Çok Sağlam" dayanımlı olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.47. Feke'de her tabaka için hesaplanan kayma modülü değerleri ve Keçeli (1990)'a göre zemin dayanımları

Hatlar	**Tabakalar**	**Vs(m/s)**	**Yoğunluk (g/cm³)**	**Kayma Modülü (kg/cm²)**	**Dayanım**
1.Hat	1.	381	1.76	2604	Orta
	2.	719	1.90	10012	Çok Sağlam
2.Hat	1.	443	1.78	3561	Sağlam
	2.	795	1.93	12434	Çok Sağlam

Elastisite Modülü (E)

Hesaplanan elastisite modülü (E) değerleri ve dayanımları Çizelge 4.48'de yer almaktdır. Buna göre, her iki hattaki 1.tabakaların aynı dayanımlarda olduğu görülmektedir. 1.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 7083 ve 9543 kg/cm² "Orta", 1.hat 2.tabakadaki elastisite modülü değerleri 27032 kg/cm² "Sağlam", 2.hat 2.tabakadaki elastisite modülü değerleri 33572 kg/cm² "Çok Sağlam" dayanımlı birimleri göstermektedir.

Çizelge 4.48. Feke'de her tabaka için hesaplanan elastisite modülü değerleri ve Keçeli (1990)'a göre dayanımları

Hatlar	**Tabakalar**	**ElastisiteModülü (kg/cm²)**	**Dayanım**
1.Hat	1.	7083	Orta
	2.	27032	Sağlam
2.Hat	1.	9543	Orta
	2.	33572	Çok Sağlam

Poisson Oranı

Hesaplanan poisson oranı ve gözeneklilik durumları Çizelge 4.49'da yer almaktadır. Verilere göre 1.hatta 1 tabaka poisson oranı 0.36 "Çok Gözenekli", 2.tabaka poisson oranı 0.35 "Orta Gözenekli"; 2. hat 1.tabaka poisson oranı 0.34 "Orta Gözenekli", 2.tabaka poisson oranı 0.35 "Orta Gözenekli",olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.49. Feke'de her tabaka için hesaplanan Poisson oranı ve Keçeli (1990)'a göre zeminin gözeneklilik durumu

Hatlar	**Tabakalar**	**Poisson Oranı**	**Gözeneklilik**
1.Hat	1.	0.36	Çok Gözenekli
	2.	0.35	Orta Gözenekli
2.Hat	1.	0.34	Orta Gözenekli
	2.	0.35	Orta Gözenekli

Bulk Modülü (K)

Hesaplanan Bulk (sıkışmazlık) modülü değerleri Çizelge 4.50'de yer almaktadır. Buna göre, 1.hat 1.tabaka 8432 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka için 30036 kg/cm^2 "Orta" sıkışma; 2.hat 1.tabaka 9941 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka için 37302 kg/cm^2 "Orta" sıkışma sınıfına girmektedir.

Çizelge 4.50. Feke'de her tabaka için hesaplanan bulk modülü (Sıkışmazlık) değerleri ile Keçeli (1990)'a göre sıkışma sınıfları

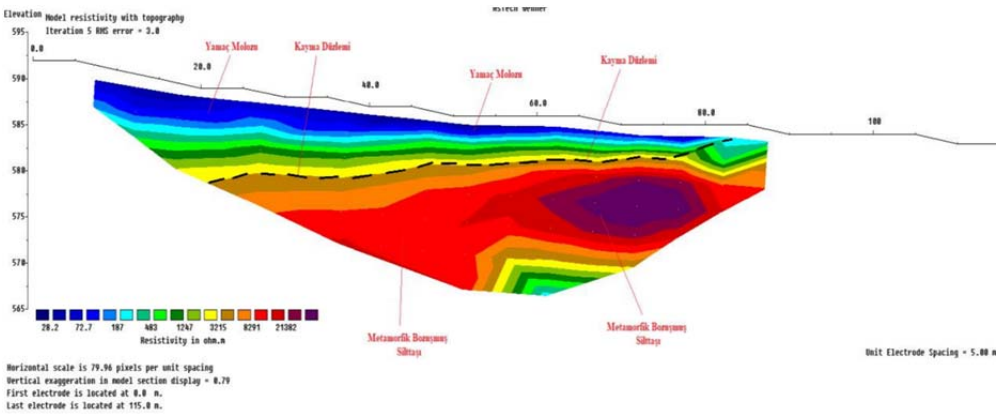
Hatlar	**Tabakalar**	**Bulk (Sıkışmazlık) Modülü**	**Sıkışma Sınıfları**
1.Hat	1.	8432	Az
	2.	30036	Orta
2.Hat	1.	9941	Az
	2.	37302	Orta

4.2.2.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT)

Bu çalışmada elektrot aralığı 5 metre seçilmiş, profil uzunluğu 120 metredir. Ölçümler için Wenner dizilimi uygulanmıştır.

ERT-1'e ait Şekil 4.10'daki kesitte, mavi renkli bölgeler özdirenç değeri düşük, nemlilik içeriği fazla yamaç molozu birimini göstermektedir. Bu bölgedeki özdirenç değerleri 72.7-187 Ωm arasında değişmektedir. Bu birimler profil boyunca 0 ile 9 metre arasında gözlenmiştir. Yeşil ve sarı renkli bölgeler orta özdirençli bölgeler olup, kırıklı çatlaklı kireçtaşı birimleri ile temsil edilirler. Bu alandaki özdirenç değerleri ise 483-3215 Ωm arasında değişmektedir. Bu birimler profil boyunca 9 ile 12 m derinlik arasında gözlenmiştir. Sarı ve yeşil renkli orta özdirençli birimin hemen altında ise, kırmızı renkli yüksek özdirençli bölgeler metamorfik bozuşmuş silttaşı birimleri ile temsil edilirler. Bu alandaki özdirenç değerleri 8291-21382 Ωm arasında değişmektedir.

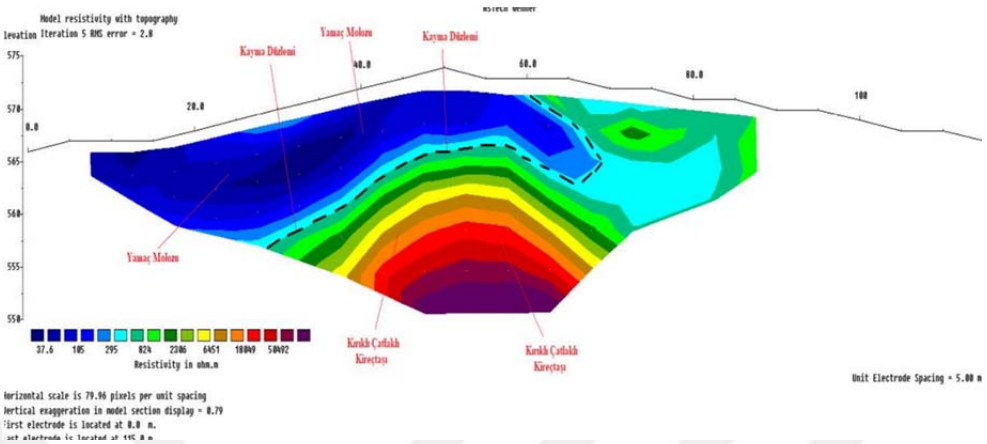
Kesit incelendiğinde düşük özdirenç bölgeler ile yüksek özdirenç bölgeler arasında kayma düzlemi olabileceği söylenebilir.



Şekil 4.10. Feke ERT-1 ölçümüne ait kesit

ERT-2 ölçüm noktaları Google earth görüntüsü Şekil 4.11'de yer almaktadır. ERT-2'e ait Şekil 4.11'deki kesitte, mavi renkli bölgeler özdirenç değeri düşük nemlilik içeriği fazla yamaç molozu birimini göstermektedir. Bu bölgedeki özdirenç değerleri 72.7-187 Ωm arasında değişmektedir. Bu birimler profil boyunca 0 ile 14 metre derinlik arasında gözlenmiştir. Yeşil ve sarı renkli bölgeler orta özdirençli bölgeler olup, kırıklı çatlaklı kireçtaşı birimleri ile temsil edilirler. Bu alandaki özdirenç değerleri ise 824-6451 Ωm arasında değişmektedir. Bu birimler profil boyunca 14 ile 16 m derinlik arasında gözlenmiştir. Sarı ve yeşil renkli orta özdirençli birimin hemen altında ise, kırmızı renkli yüksek özdirençli bölgeler kireçtaşı ile temsil edilirler. Bu alandaki özdirenç değerleri 8291-21382 Ωm arasında değişmektedir.

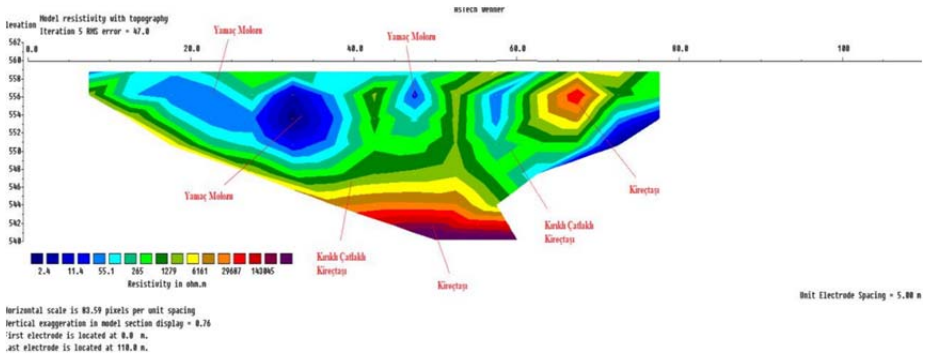
Kesit incelendiğinde düşük özdirenç bölgeler ile yüksek özdirenç bölgeler arasında kayma düzlemi gözlenmiştir.



Şekil 4.11. Feke ERT-2 ölçümüne ait kesit

ERT-3'e ait Şekil 4.12'deki kesitte, mavi renkli bölgeler özdirenç değeri düşük nemlilik içeriği fazla yamaç molozu birimini göstermektedir. Bu bölgedeki özdirenç değerleri 2.4-55.1 Ωm arasında değişmektedir. Bu birimler 0 ile 7 metre arasında gözlenmiştir. Yeşil ve sarı renkli bölgeler orta özdirençli bölgeler olup, kırıklı çatlaklı kireçtaşı birimleri ile temsil edilirler. Bu alandaki özdirenç değerleri ise 265-6161 Ωm arasında değişmektedir. Bu birimler profil boyunca 7 ile 14 m derinlik arasında gözlenmiştir. Sarı ve yeşil renkli orta özdirençli birimin hemen altında ise, kırmızı renkli yüksek özdirençli bölgeler ise kireçtaşı ile temsil edilirler. Bu alandaki özdirenç değerleri 29687-143845 Ωm arasında değişmektedir.

Kesit incelendiğinde düşük özdirenç bölgeler ile yüksek özdirenç bölgeler arasında kayma düzlemi olduğu söylenebilir.



Şekil 4.12. Feke ERT-3 ölçümüne ait kesit

4.2.2.3. Düşey Elektrik Sondaj (DES)

Elektrik Rezistive yöntemlerinden Schlumberger yöntemi 3 noktaya uygulanmış ve 3 adet AB/2=30 metre kadar açılım sağlanmıştır. Belirlenen tabakalar, tabaka kalınlıkları ve özdirenç değerleri Çizelge 4.51'de yer almaktadır.

Çizelge 4.51. Feke'de Düşey Elektrik Sondaj (DES) yöntemiyle elde edilen özdirenç değerleri

DES-1	**Litoloji**	**Kalınlık (m)**	**Özdirenç (Ωm)**
1.Tabaka	Dolgu Toprak	1.9	27.3
2.Tabaka	Yamaç Molozu	3.2	14.5
3.Tabaka	Bloklu Yamaç Molozu	8.0	60.1
4.Tabaka	Metamorfik Bozuşmuş Silttaşı	-	7694.3
DES-2			
1.Tabaka	Dolgu Toprak	2.0	43.4
2.Tabaka	Yamaç Molozu	6.2	886.9
3.Tabaka	Kiltaşı Yoğun Yamaç Molozu	13.5	363.6
4.Tabaka	Kırıklı Çatlaklı Kireçtaşı	-	16083.6
DES-3			
1.Tabaka	Dolgu Toprak	1.1	54.5
2.Tabaka	Yamaç Molozu	5.9	20.8
3.Tabaka	Kırıklı Çatlaklı Kireçtaşı	12.6	102.2
4.Tabaka	Kireçtaşı	-	5450.0

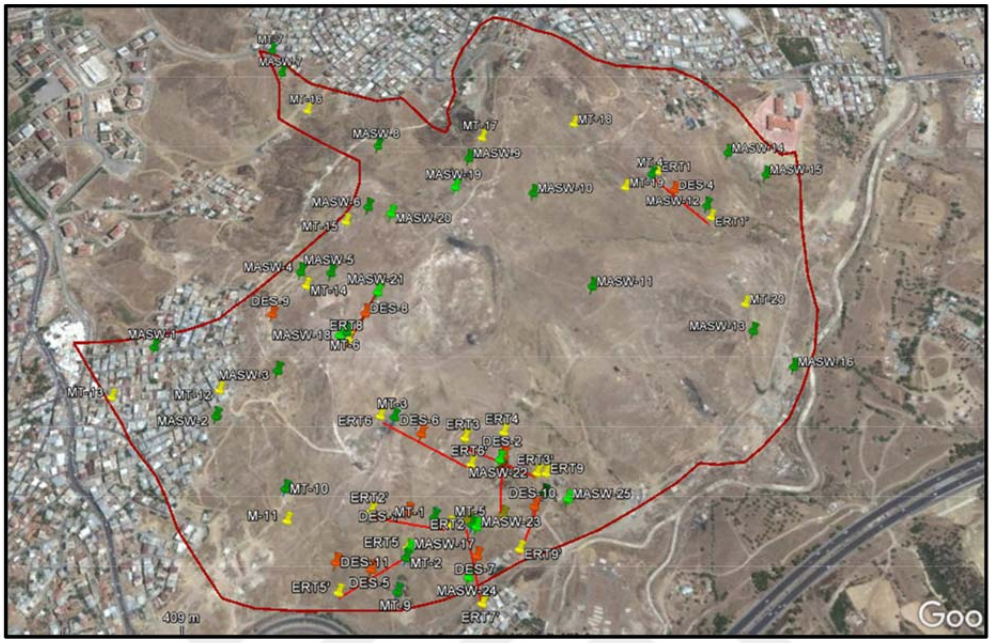
Çizelge 4.51'de DES-1 ölçüsünde 1.tabaka 1.9 m dolgu toprak ve 27.3 Ωm, 2.tabaka 3.2 m kalınlıkta yamaç molozu ve 14.5 Ωm, 3.tabaka 8.0 m kalınlığında bloklu yamaç molozu ve 60.1 Ωm ve 4.tabaka metamorfik bozuşmuş silttaşı ve 7694.3 Ωm olduğu görülmektedir.

DES-2 ölçüsünde 1.tabaka 2 m dolgu toprak ve 43.4 Ωm, 2.tabaka 6.2 m kalınlıkta yamaç molozu ve 886.9 Ωm, 3.tabaka 13.5 m kalınlığında kiltaşı yoğunluklu yamaç molozu ve 363.6 Ωm ve 4.tabaka kırıklı çatlaklı kireçtaşı ve 16083.6 Ωm olduğu görülmektedir.

DES-3 ölçüsünde 1.tabaka 1.1 m dolgu toprak ve 54.5 Ωm, 2.tabaka 5.9 m kalınlıkta yamaç molozu ve 20.8 Ωm, 3.tabaka 12.6 m kalınlığında kırıklı çatlaklı kireçtaşı ve 102.2 Ωm ve 4.tabaka kireçtaşı ve 5450.0 Ωm olduğu görülmektedir.

4.2.3. Karabağlar (İzmir) Jeofizik Bulgular

Karabağlar çalışma alanında jeofizik yöntemlerden Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT), Düşey Elektrik Sondaj (DES) ve Mikrotremor çalışması uygulanmış olup, çalışmalara ait veriler Ek-5'te sunulmuştur. İnceleme alanında yapılan jeofizik uygulamalara ait lokasyonlar Şekil 4.13'de yer almaktadır.



Şekil 4.13. Karabağlar (İzmir)'da yapılan jeofizik ölçüm noktaları google earth görüntüsü

4.2.3.1. Aktif Kaynaklı Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW)

Zemin dinamik elastik parametrelerini belirlemek için 25 noktada MASW ölçümleri 42 metrelik profil boyunca yapılmıştır. Ofset aralığı 3 metredir. Elde edilen veriler doğrultusunda çalışma alanının tabaka kalınlıkları, yeraltı hız yapısı ve topoğrafyası ortaya çıkmıştır.

4.2.3.1.(1). Dinamik Elastik Parametreler

Sismik P Dalgası (Boyuna Dalga Hızı (Vp))

Her türlü ortamda yayılabilen (katı, sıvı), yeraltının geometrisi ve yapısal durumunu ortaya koyan P dalgası, gevşek zeminlerde düşük hızla ilerlerken kaya zeminlerde yüksek hızla ilerler. Ölçülen P dalga hızlarına göre zeminlerin sökülebilirlikleri Öncel (1975)'e göre yapılmıştır.

Çizelge 4.52 Karabağlar'da elde edilen P Dalga hızları ile Öncel (1975)'e göre Tabakaların Sökülebilirlik durumu arasındaki ilişki

Hatlar	Tabaka	H(m)	Vp(m/s)	Sökülebilirlik
1.Hat	1	3.5	532	Çok Kolay
	2		1578	Zor
2.Hat	1	3.0	450	Çok Kolay
	2	-	1618	Zor
3.Hat	1	4.0	430	Çok Kolay
	2	-	1498	Orta
4.Hat	1	3.5	486	Çok Kolay
	2	-	1360	Orta
5.Hat	1	2.5	522	Çok Kolay
	2		1374	Orta
6.Hat	1	3.5	342	Çok Kolay
	2		1432	Orta
7.Hat	1	4.5	822	Kolay
	2		1792	Zor
8.Hat	1	4.5	400	Çok Kolay
	2		1457	Orta
9.Hat	1	4.0	511	Çok Kolay
	2		1668	Zor
10.Hat	1	4.5	525	Çok Kolay
	2		1573	Zor
11.Hat	1	4.0	487	Çok Kolay
	2		1458	Orta
12.Hat	1	4.0	910	Orta
	2		1476	Orta
13.Hat	1	4.0	364	Çok Kolay
	2		1315	Orta
14.Hat	1	4.0	533	Çok Kolay
	2		1500	Orta
15.Hat	1	3.5	434	Çok Kolay
	2		1773	Zor
16.Hat	1	4.5	394	Çok Kolay
	2		1671	Zor

Çizelge 4.52'de elde edilen Vp değerlerine göre, ilk tabakalardan 342-533 m/sn arasında olanlar "Çok Kolay", 822 m/sn "Kolay" ve 910 m/sn "Orta" sökülebilir; ikinci tabakalar ise 1315-1500 m/sn arasında olanlar "Orta" ve 1573-1792 m/sn arasında olanlar "Zor" sökülebilir olarak değerlendirilmiştir.

Sonuçlara göre, ilk tabakaların ikinci tabakalara göre daha gevşek yapıda olduğunu söylemek mümkündür.

Kayma Dalgası Hızları (Vs)

Hesaplanan Vs ve Vs30 hızları Çizelge 4.53'de yer almaktadır. Buna göre; Vs30 değerinin 254-347 m/s olduğu hatlarda Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre zemin sınıfı ZD (Orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları); Vs30 değerinin 385-725 olduğu hatlarda Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre zemin sınıfı ZC (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrış-mış çok çatlaklı zayıf kayalar) olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.53. Karabağlar'da Vs30 hızları ve zemin sınıflaması

Hatlar	Tabaka	H(m)	Vs(m/s)	Vs30(m/s)	Zemin Sınıfı
1.Hat	1	3.5	345	565	ZC
	2		570		
2.Hat	1	3.0	283	484	ZC
	2	-	542		
3.Hat	1	4.0	250	420	ZC
	2	-	458		
4.Hat	1	3.5	246	447	ZC
	2	-	501		
5.Hat	1	2.5	296	485	ZC
	2		515		
6.Hat	1	3.5	264	479	ZC
	2		537		
7.Hat	1	4.5	520	725	ZC
	2		779		
8.Hat	1	4.5	283	486	ZC
	2		557		
9.Hat	1	4.0	296	463	ZC
	2		467		
10.Hat	1	4.5	278	396	ZC
	2		432		
11.Hat	1	4.0	274	407	ZC
	2		411		
12.Hat	1	4.0	403	634	ZC
	2		640		
13.Hat	1	4.0	262	364	ZC
	2		373		
14.Hat	1	4.0	297	616	ZC
	2		627		
15.Hat	1	3.5	337	530	ZC
	2		528		
16.Hat	1	4.5	259	439	ZC
	2		443		
17.Hat	1	3.0	219	385	ZC
	2		467		
18.Hat	1	3.0	201	347	ZD
	2		551		
19.Hat	1	5.0	332	583	ZC
	2		693		
20.Hat	1	5.0	171	327	ZD
	2		396		
21.Hat	1	5.0	244	426	ZC
	2		496		
22.Hat	1	10.0	213	337	ZD
	2		475		
23.Hat	1	5.0	140	266	ZD
	2		323		
24.Hat	1	10.0	271	322	ZD
	2		457		
25.Hat	1	5.0	153	254	ZD

Vp/Vs Zemin Sıkılık Durumu

Vp/Vs zemin sıkılığı ifade etmekte olup, hesaplanan Vp/Vs değerleri Çizelge 4.54'de yer almaktadır. Buna göre; ilk tabakaların Vp/Vs oranı 1.89-2.39 arasında "Gevşek", 1.72-1.79 arasında "Katı", 1.52-1.59 arasında "Sıkı Katı", 1.29-1.41 arasında "Sağlam Kaya", ikinci tabakalarda ise; 2.30-2.31 "Gevşek", 2.62-2.77 arasında "Çok Gevşek" olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.54. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan Vp/Vs oranı Ercan (2001)'e göre zemin sıkılık durumu

Hatlar	Tabaka	H(m)	Vp(m/s)	Vs(m/s)	Vp/Vs	Zemin Sıkılık Durumu
1.Hat	1	3.5	532	345	1.54	Katı
	2		1578	570	2.77	Çok Gevşek
2.Hat	1	3.0	450	283	1.59	Katı
	2	-	1618	542	2.99	Çok Gevşek
3.Hat	1	4.0	430	250	1.72	Sıkı Katı
	2	-	1498	458	3.27	Çok Gevşek
4.Hat	1	3.5	486	246	1.98	Gevşek
	2	-	1360	501	2.71	Çok Gevşek
5.Hat	1	2.5	522	296	1.76	Sıkı Katı
	2		1374	515	2.67	Çok Gevşek
6.Hat	1	3.5	342	264	1.30	Sağlam Kaya
	2		1432	537	2.67	Çok Gevşek
7.Hat	1	4.5	822	520	1.58	Katı
	2		1792	779	2.30	Gevşek
8.Hat	1	4.5	400	283	1.41	Sağlam Kaya
	2		1457	557	2.62	Çok Gevşek
9.Hat	1	4.0	511	296	1.73	Sıkı Katı
	2		1668	467	3.57	Çok Gevşek
10.Hat	1	4.5	525	278	1.89	Gevşek
	2		1573	432	3.64	Çok Gevşek
11.Hat	1	4.0	487	274	1.78	Sıkı Katı
	2		1458	411	3.55	Çok Gevşek
12.Hat	1	4.0	910	403	2.26	Gevşek
	2		1476	640	2.31	Gevşek
13.Hat	1	4.0	364	262	1.39	Sağlam Kaya
	2		1315	373	3.53	Çok Gevşek
14.Hat	1	4.0	533	297	1.79	Sıkı Katı
	2		1500	627	2.39	Gevşek
15.Hat	1	3.5	434	337	1.29	Sağlam Kaya
	2		1773	528	3.36	Çok Gevşek
16.Hat	1	4.5	394	259	1.52	Katı
	2		1671	443	3.77	Çok Gevşek

Yoğunluk d (g/cm³)

Hesaplanan yoğunluk değerleri Çizelge 4.55'de yer almaktadır. Buna göre yoğunluk değerleri ilk tabakalarda 1.33-1.39 g/cm³ "Düşük" ve 1.41-1.70 g/cm³ "Orta", ikinci tabakalarda; 1.86-1.90 g/cm³ "Orta" ve 1.91-2.01 g/cm³ "Yüksek" olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.55 Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan yoğunluk değerleri ve Keçeli (1990)'a göre zemin tanımlaması

Hatlar	Tabaka	H(m)	Vp(m/s)	Yoğunluk (g/cm³)	Tanımlama
1.Hat	1	3.5	532	1.49	Orta
	2		1578	1.95	Yüksek
2.Hat	1	3.0	450	1.43	Orta
	2	-	1618	1.96	Yüksek
3.Hat	1	4.0	430	1.41	Orta
	2	-	1498	1.93	Yüksek
4.Hat	1	3.5	486	1.45	Orta
	2	-	1360	1.88	Orta
5.Hat	1	2.5	522	1.39	Düşük
	2		1374	1.97	Yüksek
6.Hat	1	3.5	342	1.33	Düşük
	2		1432	1.90	Orta
7.Hat	1	4.5	822	1.66	Orta
	2		1792	2.01	Yüksek
8.Hat	1	4.5	400	1.38	Düşük
	2		1457	1.91	Yüksek
9.Hat	1	4.0	511	1.47	Orta
	2		1668	1.98	Yüksek
10.Hat	1	4.5	525	1.48	Orta
	2		1573	1.95	Yüksek
11.Hat	1	4.0	487	1.45	Orta
	2		1458	1.91	Yüksek
12.Hat	1	4.0	910	1.70	Orta
	2		1476	1.92	Yüksek
13.Hat	1	4.0	364	1.35	Düşük
	2		1315	1.86	Orta
14.Hat	1	4.0	533	1.49	Orta
	2		1500	1.93	Yüksek
15.Hat	1	3.5	434	1.41	Orta
	2		1773	2.01	Yüksek
16.Hat	1	4.5	394	1.38	Düşük
	2		1671	1.98	Yüksek

Kayma Modülü (G)

Hesaplanan kayma modülü değerleri Çizelge 4.56'de yer almaktadır. Buna göre, ikinci tabakaların ilk tabakaya göre daha sağlam olduğunu görülmektedir. İlk tabakalarda kayma modülü 879.48-1311.87 kg/cm² "Zayıf", 1604.46-2761 kg/cm² "Orta" ve 4481.47 kg/cm² "Sağlam"; ikinci tabakalarda 2593.26 kg/cm² "Orta", 3230.87-7858.29 kg/cm² "Sağlam", 12220.97 kg/cm² "Çok Sağlam" dayanımlı olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 4.56. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan kayma modülü değerleri ve zemin dayanımları (Keçeli, 1990)

Hatlar	Tabaka	H(m)	Vs(m/s)	Yoğunluk (g/cm³)	Kayma Modülü (kg/cm²)	Dayanım
1.Hat	1	3.5	345	1.49	1769.34	Orta
	2		570	1.95	6338.30	Sağlam
2.Hat	1	3.0	283	1.43	1141.75	Zayıf
	2	-	542	1.96	5766.86	Sağlam
3.Hat	1	4.0	250	1.41	880.93	Zayıf
	2	-	458	1.93	4039.29	Sağlam
4.Hat	1	3.5	246	1.45	879.48	Zayıf
	2	-	501	1.88	4717.98	Sağlam
5.Hat	1	2.5	296	1.39	1215.08	Zayıf
	2		515	1.97	5227.41	Sağlam
6.Hat	1	3.5	264	1.33	927.71	Zayıf
	2		537	1.90	5490.74	Sağlam
7.Hat	1	4.5	520	1.66	4481.47	Sağlam
	2		779	2.01	12220.97	Çok Sağlam
8.Hat	1	4.5	283	1.38	1108.62	Zayıf
	2		557	1.91	5932.96	Sağlam
9.Hat	1	4.0	296	1.47	1289.39	Zayıf
	2		467	1.98	4313.99	Sağlam
10.Hat	1	4.5	278	1.48	1145.05	Zayıf
	2		432	1.95	3637.86	Sağlam
11.Hat	1	4.0	274	1.45	1091.64	Zayıf
	2		411	1.91	3230.87	Sağlam
12.Hat	1	4.0	403	1.70	2761.00	Orta
	2		640	1.92	7858.29	Sağlam
13.Hat	1	4.0	262	1.35	928.06	Zayıf
	2		373	1.86	2593.26	Orta
14.Hat	1	4.0	297	1.49	1311.87	Zayıf
	2		627	1.93	7572.76	Sağlam
15.Hat	1	3.5	337	1.41	1604.46	Orta
	2		528	2.01	5599.40	Sağlam
16.Hat	1	4.5	259	1.38	925.06	Zayıf
	2		443	1.98	3883.72	Sağlam

Elastisite Modülü (E)

Hesaplanan elastisite modülü (E) değerleri ve dayanımları Çizelge 4.57'de yer almaktadır. Buna göre, ilk tabakalardaki elastisite modülü değerleri 1415.23-4023.90 kg/cm² "Zayıf", 7609.40 kg/cm² "Orta", 10454.44 kg/cm² "Sağlam"; 2.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 7552.87-9413.71 kg/cm² "Orta", 10616.81-21755.30 kg/cm² "Sağlam", 33815.38 kg/cm² "Çok Sağlam" dayanımlı birimleri göstermektedir.

Çizelge 4.57. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan elastisite modülü değerleri ve dayanımları (Keçeli,1990)

Hatlar	Tabaka	H(m)	Elastisite Modülü (kg/cm²)	Dayanım
1.Hat	1	3.5	4023.90	Zayıf
	2		18063.80	Sağlam
2.Hat	1	3.0	2678.25	Zayıf
	2	-	16571.68	Sağlam
3.Hat	1	4.0	2192.98	Zayıf
	2	-	11701.36	Sağlam
4.Hat	1	3.5	2335.49	Zayıf
	2	-	13413.17	Sağlam
5.Hat	1	2.5	2221.84	Zayıf
	2		15113.42	Sağlam
6.Hat	1	3.5	1415.23	Zayıf
	2		15573.73	Sağlam
7.Hat	1	4.5	10454.44	Sağlam
	2		33815.38	Çok Sağlam
8.Hat	1	4.5	2214.78	Zayıf
	2		16783.39	Sağlam
9.Hat	1	4.0	3217.06	Zayıf
	2		12575.05	Sağlam
10.Hat	1	4.5	2988.99	Zayıf
	2		10616.81	Sağlam
11.Hat	1	4.0	2769.31	Zayıf
	2		9413.71	Orta
12.Hat	1	4.0	7609.40	Orta
	2		21755.30	Sağlam
13.Hat	1	4.0	1786.46	Zayıf
	2		7552.87	Orta
14.Hat	1	4.0	3344.85	Zayıf
	2		21115.01	Sağlam
15.Hat	1	3.5	2376.90	Zayıf
	2		16253.29	Sağlam
16.Hat	1	4.5	2071.26	Zayıf
	2		11357.56	Sağlam

Poisson Oranı

Hesaplanan poisson oranı ve gözeneklilik durumları Çizelge 4.58'de yer almaktadır. Verilere göre ilk tabakalarda poisson oranı 0.00-0.24 "Az Gözenekli", 0.25-0.33 "Orta Gözenekli", 0.38 "Çok Gözenekli"; 2.tabakalarda poisson oranı 0.38-0.46 "Çok Gözenekli" olarak tanımlanmıştır. Poisson oranı değerinin 0.5'e yakın olduğu tabakalar içerisinde su olduğu düşünülebilir.

Çizelge 4.58. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan poisson oranı ve zeminin gözeneklilik durumu (Keçeli, 1990)

Hatlar	Tabaka	H(m)	Poisson Oranı	Gözeneklilik
1.Hat	1	3.5	0.14	Az Gözenekli
	2		0.42	Çok Gözenekli
2.Hat	1	3.0	0.17	Az Gözenekli
	2	-	0.44	Çok Gözenekli
3.Hat	1	4.0	0.24	Az Gözenekli
	2	-	0.45	Çok Gözenekli
4.Hat	1	3.5	0.33	Orta Gözenekli
	2	-	0.42	Çok Gözenekli
5.Hat	1	2.5	0.09	Az Gözenekli
	2		0.45	Çok Gözenekli
6.Hat	1	3.5	0.24	Az Gözenekli
	2		0.42	Çok Gözenekli
7.Hat	1	4.5	0.17	Çok Gözenekli
	2		0.38	Çok Gözenekli
8.Hat	1	4.5	0.00	Az Gözenekli
	2		0.41	Çok Gözenekli
9.Hat	1	4.0	0.25	Orta Gözenekli
	2		0.46	Çok Gözenekli
10.Hat	1	4.5	0.31	Orta Gözenekli
	2		0.46	Çok Gözenekli
11.Hat	1	4.0	0.27	Orta Gözenekli
	2		0.46	Çok Gözenekli
12.Hat	1	4.0	0.38	Çok Gözenekli
	2		0.38	Çok Gözenekli
13.Hat	1	4.0	0.04	Az Gözenekli
	2		0.46	Çok Gözenekli
14.Hat	1	4.0	0.27	Orta Gözenekli
	2		0.39	Çok Gözenekli
15.Hat	1	3.5	0.26	Orta Gözenekli
	2		0.45	Çok Gözenekli
16.Hat	1	4.5	0.12	Az Gözenekli
	2		0.46	Çok Gözenekli

Bulk Modülü (K)

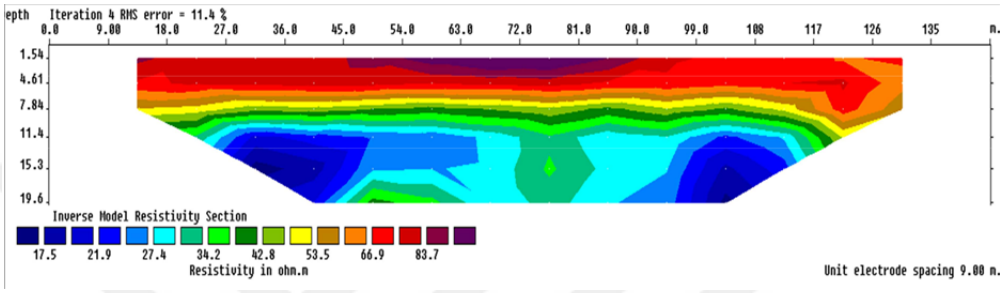
Çizelge 4.59'da hesaplanan Bulk (sıkışmazlık) modülü değerlerine göre, 1.tabakalarda 319.94 kg/cm^2 "Çok Az" sıkışma, 521.74-5223.15 kg/cm^2 arasında olanlar "Az" sıkışma, 2123.57-10396.61 kg/cm^2 arasında olanlar "Orta" sıkışma; 2.tabakalarda 28475.68-37825.63 kg/cm^2 arasında olanlar "Orta" sıkışma, 40126.64-55672.16 kg/cm^2 arasında olanlar "Yüksek" sıkışma olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.59. Karabağlar'da her tabaka için hesaplanan bulk modülü (Sıkışmazlık) değerleri ile sıkışma sınıfları (Keçeli, 1990)

Hatlar	**Tabaka**	**H(m)**	**Bulk (Sıkışmazlık) Modülü (kg/cm²)**	**Sıkışma Sınıfları**
1.Hat	1	3.5	1848.12	Az
	2		40126.64	Yüksek
2.Hat	1	3.0	1364.51	Az
	2	-	43703.14	Yüksek
3.Hat	1	4.0	1431.58	Az
	2	-	37825.63	Orta
4.Hat	1	3.5	2260.00	Az
	2	-	28475.68	Orta
5.Hat	1	2.5	632.22	Az
	2		46299.23	Yüksek
6.Hat	1	3.5	319.94	Çok Az
	2		31724.26	Orta
7.Hat	1	4.5	5223.15	Az
	2		48375.96	Yüksek
8.Hat	1	4.5	736.62	Az
	2		32685.11	Orta
9.Hat	1	4.0	2123.57	Orta
	2		49282.82	Yüksek
10.Hat	1	4.5	2556.97	Az
	2		43381.59	Yüksek
11.Hat	1	4.0	1993.03	Az
	2		36250.62	Orta
12.Hat	1	4.0	10396.61	Orta
	2		31318.85	Orta
13.Hat	1	4.0	553.92	Az
	2		28773.73	Orta
14.Hat	1	4.0	2475.90	Az
	2		33244.26	Orta
15.Hat	1	3.5	521.74	Az
	2		55672.16	Yüksek
16.Hat	1	4.5	907.32	Az
	2		50079.47	Yüksek

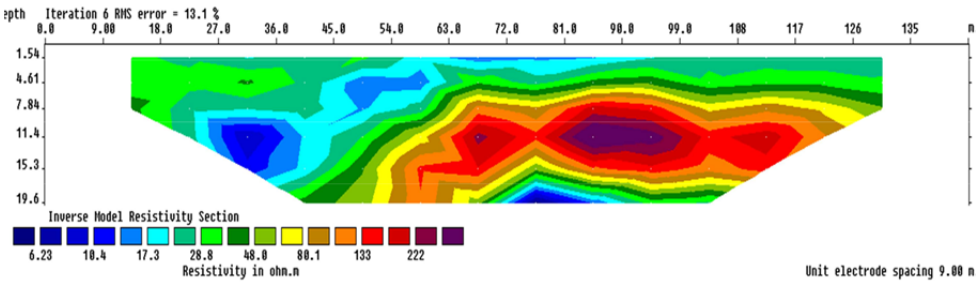
4.2.3.2. Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT)

Bu çalışmada 9 hatta ERT yapılmış, elektrot aralığı 5 metre seçilmiş ve 48 elektrot kullanılmıştır. Ölçümler için Wenner-Schlumberger Elektrot Dizilimi dizilimi uygulanmıştır.



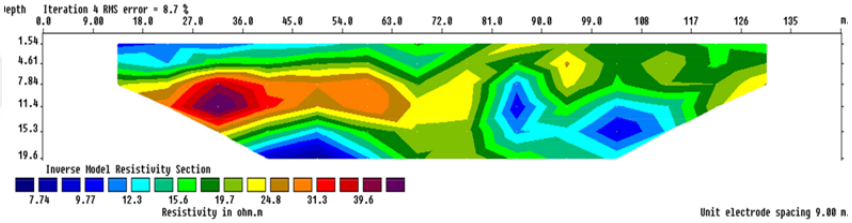
Şekil 4.14. Karabağlar ERT-1 ölçümüne ait kesit

ERT-1 ölçümünde; Şekil 4.14'deki kesite göre en üstte yüzeyden itibaren derinliği yaklaşık 1.54 ile 7.84 m arasında özdirenci 53.5-83.7 Ωm arasında değişen ve kırmızı ve tonları ile gösterilen kesitin özdirenci en yüksek tabakası bulunmaktadır. Altında kalınlığı 7.8 m ile 11.4 m arasında özdirenci 34.2-53.5 Ωm arasında değişen sarı yeşil tonlarıyla gösterilen kumtaşı tabakası bulunmakta, en altta ise özdirenci 17.5-27.4 Ωm arasında değişen ve mavi ve tonlarıyla gösterilen kil tabakası bulunmaktadır.



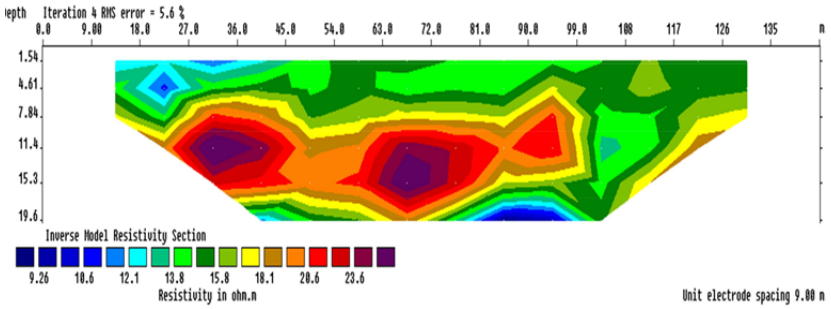
Şekil 4.15. Karabağlar ERT-2 ölçümüne ait kesit

ERT-2 çalışmasının yapıldığı inceleme alanı eğimli bir topoğrafyada gerçekleştirilmiş olup, üst kotlarda bulunan kireçtaşı tabakasını dik kesecek şekilde ölçüm alınmıştır. Şekil 4.15'deki kesitte, üst kottan aşağıya doğru kırmızı ve tonları (801.1-222 Ω) ile gösterilen kireçtaşı bloklarının yerini bozuşmuş, mavi (6.23-17.3 Ωm) ve yeşil tonlarla (28.8-48.0) gösterilen killi kireçtaşına bıraktığı görülmektedir. Kireçtaşının masif halde olmadığı, daha çok bloklu olduğu görülmektedir. Bu hatta yer altı suyu seviyesi 1.5 m-4.6 m arasında olduğu görülmüştür.



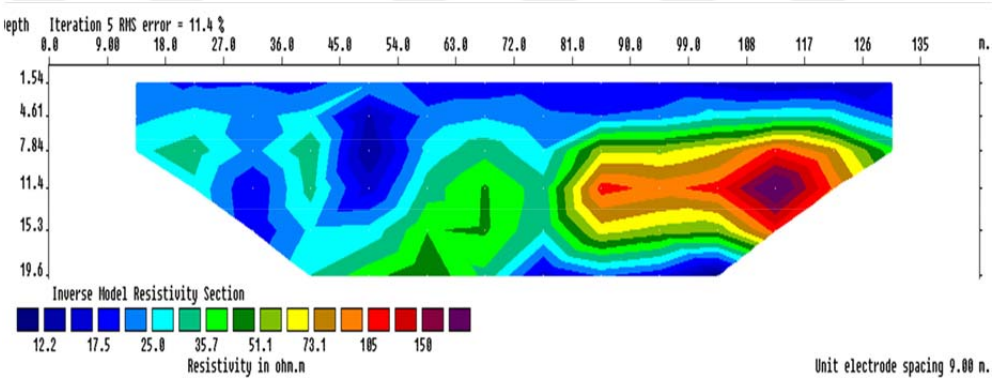
Şekil 4.16. Karabağlar ERT-3 ölçümüne ait kesit

Şekil 4.16'daki ERT-3 ölçümüne ait kesit incelendiğinde ölçüm alınan noktalar arasındaki tabakaların homojen olarak dağılım göstermediği anlaşılmaktadır. Mavi renkli bölgeler, özdirenç değeri 7.74-9.77 Ωm arasında olan killi kumlu birimleridir. Açık mavi (12.3 Ω) ve açık yeşil (15.6 Ωm) olan bölgeler, ince taneli siltli kum birimi olarak değerlendirilmiştir. Bu birim suya doygun olabilir.



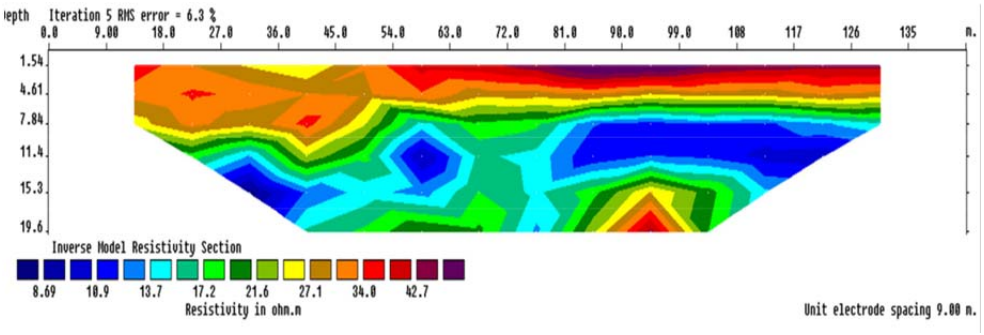
Şekil 4.17. Karabağlar ERT-4 ölçümüne ait kesit

Şekil 4.17'deki ERT-4'e ait kesitte; yüzeye yakın kesimlerde yer yer düşük-yüksek özdirençli birimlerin bir arada bulunduğu kesimler (13.8-15.8 Ωm), kesitte bordo-kırmızı renklerle (20.6-23.6 Ωm) gösterilen siltli birimler içermektedir. Özdirenç değerlerine bakıldığında birimin suya doygun olduğu düşünülebilir. Mevsimsel yağış etkisi nedeniyle birim suya doygun olabilir. Mevsimsel yağışlarda yüksek eğimli arazide birimin kum-çakıl-silt ve kil olduğu kısımlardaki kayma meydana gelebilir. Kesitte koyu mavi bölgeler (9.26-10.6) yoğun kil olan alanlar olup, düşük özdirençli siltli kum içerisinde görülmektedir.



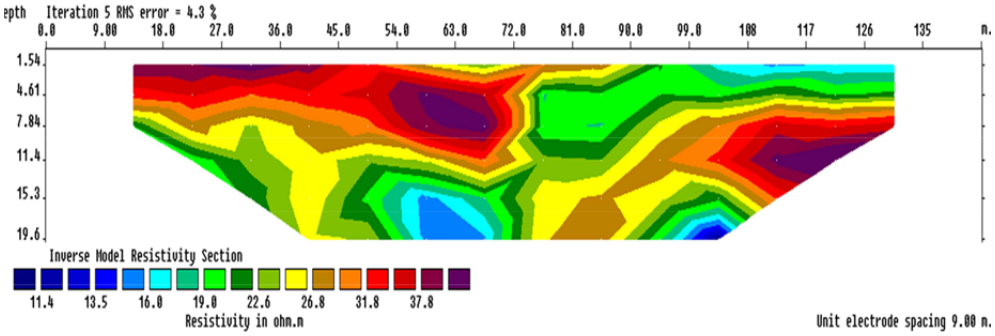
Şekil 4.18. Karabağlar ERT-5 ölçümüne ait kesit

ERT-5 ölçüm hattı inceleme alanına dik fakat daha aşağı kottan alınmıştır. Şekil 4.18'deki ERT-5 ölçümüne ait kesit incelendiğinde; tepenin üst kotundan alt kotlara doğru kırmızı bölgelerle (105-150 Ωm) gösterilen kireçtaşı blokları yerini, yeşil 35.7-51.1 Ωm) ve mavi bölgelerle (12.2-25.0 Ωm) gösterilen kil ya da killi kireçtaşı tabakasına bıraktığı anlaşılmaktadır. Bu alanda kireçtaşı blokları bir hat boyunca yerini killi birimlere bırakmaktadır. İnceleme alanının üstten alt kota kadar zemin killi kireçtaşı ya da kil tabakası olarak devam etmektedir.



Şekil 4.19. Karabağlar ERT-6 ölçümüne ait kesit

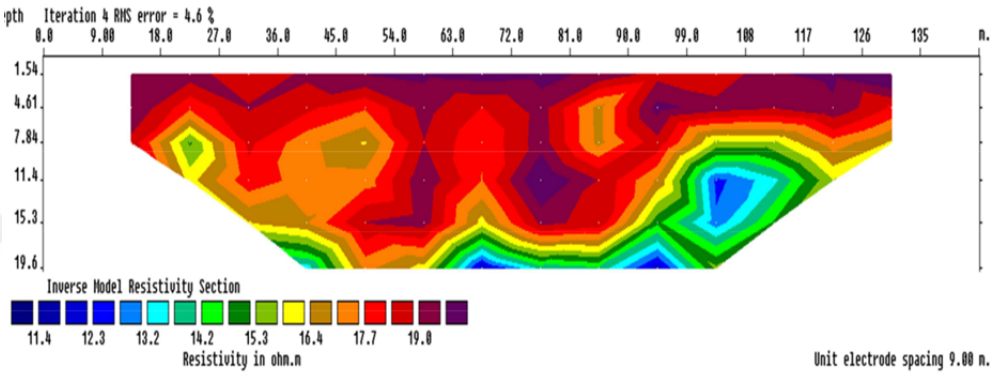
ERT-6 ölçümüne ait Şekil 4.19'daki kesit incelendiğinde; sarı ve kırmızı bölgelerle gösterilen (27.1-42.7 Ωm) üst tabaka molozlu bitkisel toprak ve killi kireçtaşı ardalanması şeklinde 4 ile 7 m kalınlığa sahiptir. Bu ardalanmadan sonra mavi renkli bölgelerle gösterilen kil tabakası başlamakta çalışma derinliği sonuna kadar bu tabaka devam etmektedir. Yeraltısuyu hattın başından sonuna kadar 4 m ile 11 m arasında değişen derinliklerde görülmektedir.



Şekil 4.20. Karabağlar ERT-7 ölçümüne ait kesit

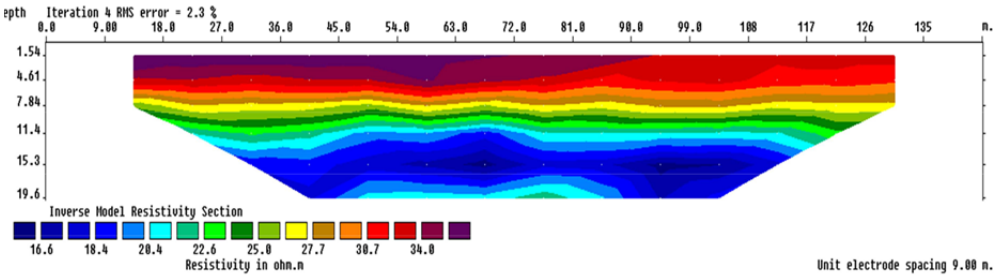
Şekil 4.20'deki ERT-7 ölçümüne ait kesitte, profilin yüzeye yakın kesimlerinde düşük-yüksek özdirençli birimlerin bir arada bulunduğu kesimler (kesitte bordo-kırmızı ile mavi renklerle gösterilen kesim). Bornova Karmaşığına ait bu birimin altında yine Bornova Karmaşığına ait siltli kil birimi bulunmaktadır. Siltli kil içerisinde görülen düşük özdirençli alanlar kesitte koyu mavi ile gösterilen

(11.4-13.5 Ωm) yoğun kil girişimlerini göstermektedir. Bornova Karmaşığı ait birimler içerisinde yer yer gözlenen nispeten daha yüksek özdirençli kesimlerin ise birimin homojen bir yapıda olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.21. Karabağlar ERT-8 ölçümüne ait kesit

ERT-8 ölçümüne ait Şekil 4.21'deki kesitte, çalışma hattı boyunca zemin kırmızı renkle gösterilen bölgeler (16.4-19.0 Ωm) killi kireçtaşı tabakası olarak 7-15 m kalınlığa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu tabakanın altında ise zemin kil tabakası olarak devam etmektedir.



Şekil 4.22. Karabağlar ERT-9 ölçümüne ait kesit

Şekil 4.22'deki ERT-9 ölçümüne ait kesitte, inceleme alanının orta kotundan inceleme alanına dik olarak alınmıştır. Üst kısımlarda özdirenci daha yüksek olan kırmızı renkli bölgeler kil oranı yüksek killi kireçtaşı (27.7-34.0 Ωm) bunun altında mavi renkle gösterilen (16.6-20.4 Ωm) kil tabakası mevcuttur.

4.2.3.3. Düşey Elektrik Sondaj (DES)

Tabakaların özdirenç değerlerinin hesaplanarak derinlere doğru kalınlıklarının belirlenmesi amacıyla yapılan DES çalışmasıyla elde edilen rezistivite değerleri ve tabaka kalınlıkları Çizelge 4.60'da yer almaktadır. Buna göre 1.tabaka derinlikleri 3-16 metre, rezistivite değerleri 14-170 Ωm arasında; 2.tabaka derinlikleri 7.5-10 metre, rezistivite değerleri 8-105 Ωm arasında, 3.tabaka derinlikleri 8-11.2 metre, rezistivite değerleri 9-38 Ωm arasında; 4.tabaka rezistivite değerlerinin ise 11-28 Ωm arasında olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.60. Karabağlar DES değerleri

Ölçü No	Tabaka Derinliği (m)	Rezistivite (Ωm)
DES-1	7	30
	9	105
	11.2	38
		18
DES-2	4	22
	7.5	11
	9.6	16
		11
DES-3	16	20
	8.8	12
		18
DES-4	3	88
		18
DES-5	7.4	21
	8	14
		18
DES-6	5	16
	9.6	50
		18
DES-7	6	14
	8	8
	10	12
		17
DES-8	7	34
	4	22
		14
DES-9	15	45
	9	30
		9
DES-10	3	170
	8	37
	10	22
		17
DES-11	16	57
	9	18
		12
		28

4.2.3.4. Mikrotremor

Mikrotremor çalışması sonucu elde edilen Zemin Hakim Titreşim Periyodu ile Spektral Büyütme değerleri Çizelge 4.61'de yer almaktadır.

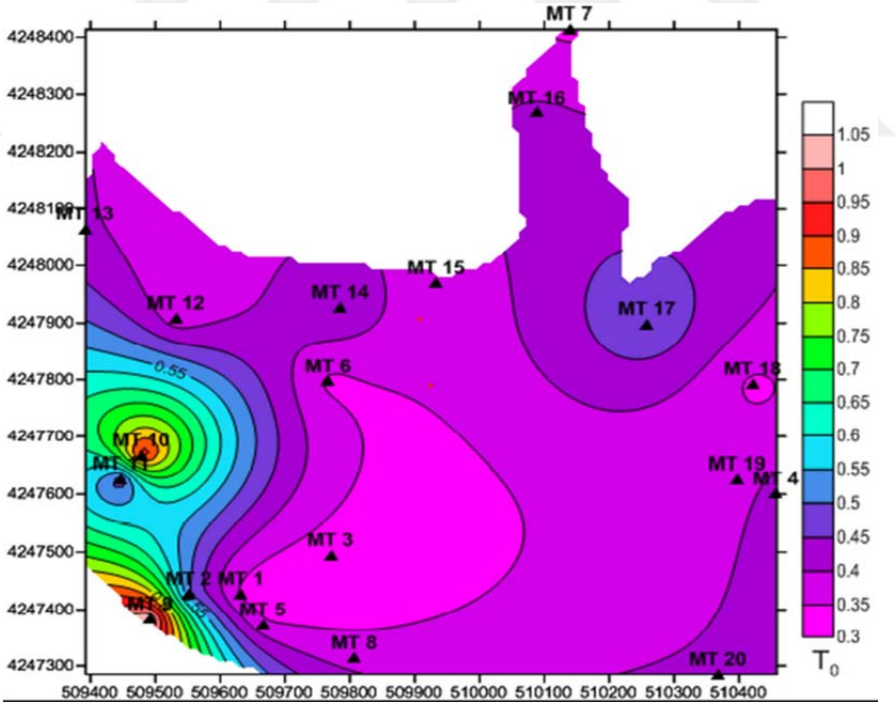
Çizelge 4.61. Mikrotremor ölçüm sonuçları

Ölçü No	**Zemin Hakim Titreşim Periyodu (To) (Sn)**	**H/V**
MT-1	0.34	1.18
MT-2	0.50	1.3
MT-3	0.33	1.1
MT-4	0.43	1.37
MT-5	0.36	1.5
MT-6	0.34	0.79
MT-7	0.34	0.89
MT-8	0.38	1.3
MT-9	1.05	0.89
MT-10	0.94	0.79
MT-11	0.47	1.3
MT-12	0.37	2.5
MT-13	0.41	1.9
MT-14	0.45	1.6
MT-15	0.36	1.6
MT-16	0.41	1.9
MT-17	0.50	1.8
MT-18	0.34	1.6
MT-19	0.36	1.5
MT-20	0.41	1.7

Çizelge 4.62. Karabağlar'da Yer Hakim Titreşim Peryotlarına (T_o) göre ölçütler (Ansal ve ark., 2004)

Yer Hakim Titreşim Peryodu Aralığı (sn)	**Ölçüt Tanımı**
0.10-0.30	A
0.30-0.50	B
0.50-0.70	C
0.70-1.00	D

Çizelge 4.62'de hesaplanan Zemin hakim titreşim peryotları (To) 0.33-1.05 aralığında bulunmaktadır. Bu değere göre "B", "C" ve "D" tehlike sınıfına girmektedir. Şekil 4.23'de Zemin hakim titreşim peryodu dağılım haritası görülmektedir. Haritaya göre çalışma alanının büyük bir kısmını peryot aralığı 0.3-0.45 arasında bulunmaktadır. Bu alanlar mor renk tonlarıyla harita üzerinde gösterilmiştir. Tez çalışma alanının büyük bir kısmı "B" tehlike sınıfına girmektedir.



Şekil 4.23. Zemin Hakim Titreşim Peryodu (To) Dağılım Haritası

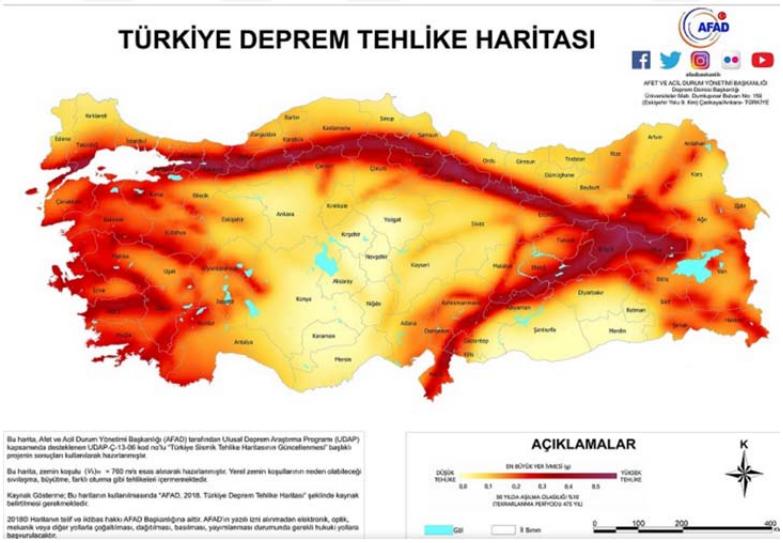
Çizelge 4.63. Karabağlar'da spektral büyütme değerlerine (A_k) göre tehlike düzeyi (Ansal ve ark., 2004)

Spektral Büyütme	**Tehlike Düzeyi**
0.00-2.50	A (Düşük)
2.50-4.00	B (Orta)
4.00-6.50	C (Yüksek)
>6.50	D (Çok Yüksek)

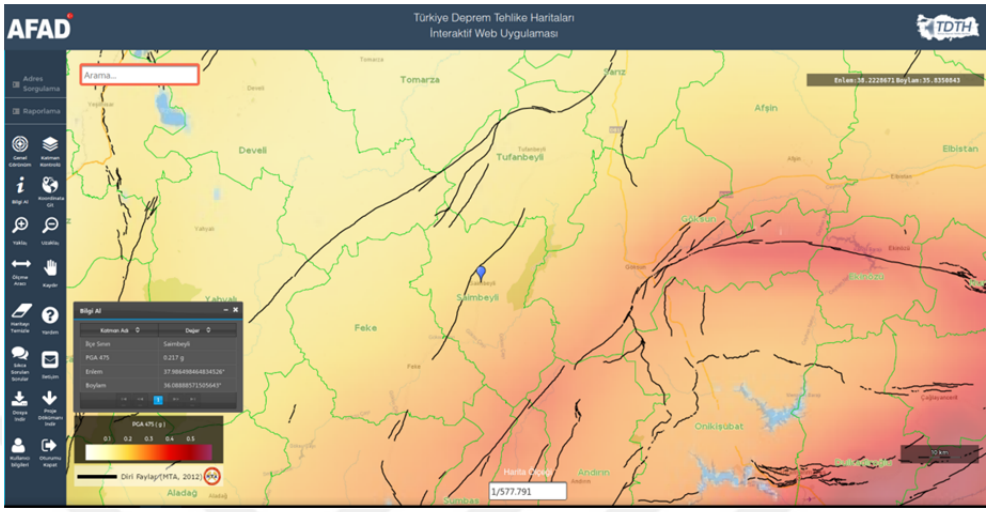
Çizelge 4.63'de Göreceli yer büyütme faktörü de (A_k) 0.79-2.5 değerleri arasında bulunduğu görülmektedir. Mikrotremor sonuçlarına göre zeminin deprem etkisini 0.79-2.5 kat büyüteceği anlaşılmaktadır. Ansal ve ark.(2004)'a göre, spektral büyütme değer değişimleri çalışma alanı "A" (Düşük tehlike düzeyi) ve "B" (Orta tehlike düzeyi) sınıfına girmektedir.

4.3. Deprem Durumunun Değerlendirilmesi

4.3.1. Saimbeyli (Adana) Deprem Durumunun Değerlendirilmesi

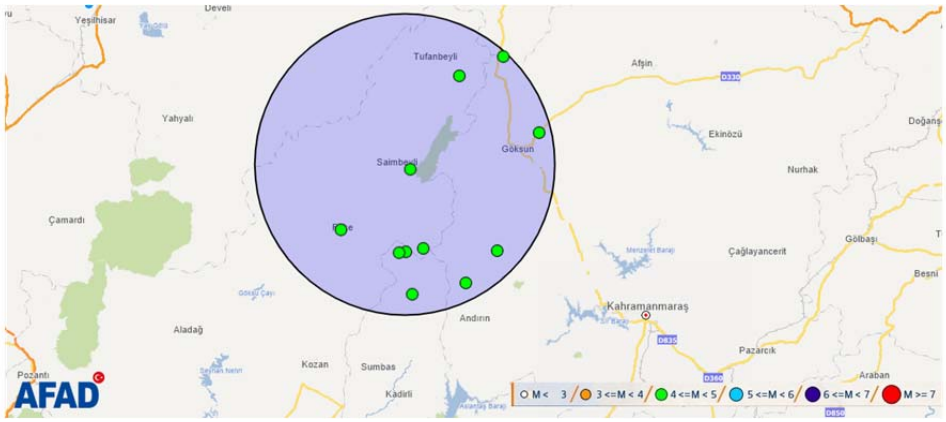


Şekil 4.24. Türkiye Deprem Tehlike Haritası (https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi)



Şekil 4. 25. Saimbeyli deprem ivme değeri (https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml)

Şekil 4.24'de Afad tarafından hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" görülmektedir. Bu haritaya göre, çalışma alanının en büyük yer ivmesi değeri PGA(475): 0.217 g'dir ve Şekil 4.25'de yer almaktadır.

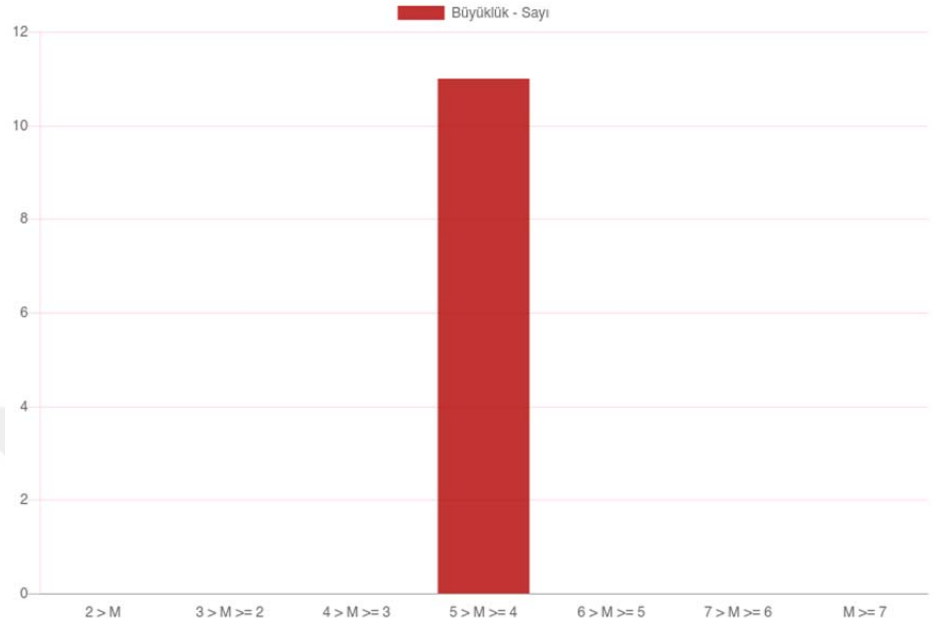


Şekil 4.26. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük depremler (https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu)

Nr	Tarih(UTC)	Ref1	Kaynak Açıklama 1	Enlem	Boylam	Derinlik	Sabit Der.	Kaynak No 2	Kaynak Açıklama 2	Tip	Büyüklük
11776	08/06/2010 04:26:15	0		37.7470	36.1248	22.48	-	7	AFAD-DDA	Ml	4.2
11775	07/06/2010 21:45:07	0		37.7448	36.1020	18.77	-	7	AFAD-DDA	Ml	4.2
9779	03/09/2003 21:03:16	0		37.6653	36.3250	10.00	-	5	ISC	mb	4.0
7528	05/06/1995 17:06:23	0		37.7500	36.4300	10.00	-	5	ISC	mb	4.0
7061	13/06/1992 20:08:21	0		38.2086	36.3035	48.30	-	5	ISC	mb	4.3
5906	20/07/1986 04:01:18	0		37.8052	35.9080	2.40	-	5	ISC	mb	4.1
4588	01/09/1980 16:39:27	0		37.6355	36.1460	10.00	-	5	ISC	mb	4.2
4373	03/02/1979 00:36:06	0		38.0600	36.5700	10.00	-	5	ISC	mb	4.0
4367	09/01/1979 16:33:00	0		38.2592	36.4502	10.00	*	5	ISC	mb	4.2
3472	13/05/1972 09:19:27	0		37.9639	36.1398	10.00	*	5	ISC	MS	4.5
3284	30/04/1971 06:10:03	0		37.7561	36.1830	59.60	-	5	ISC	mb	4.4

Şekil 4.27. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin oluşum zamanları, konum-derinlik-büyüklük bilgileri

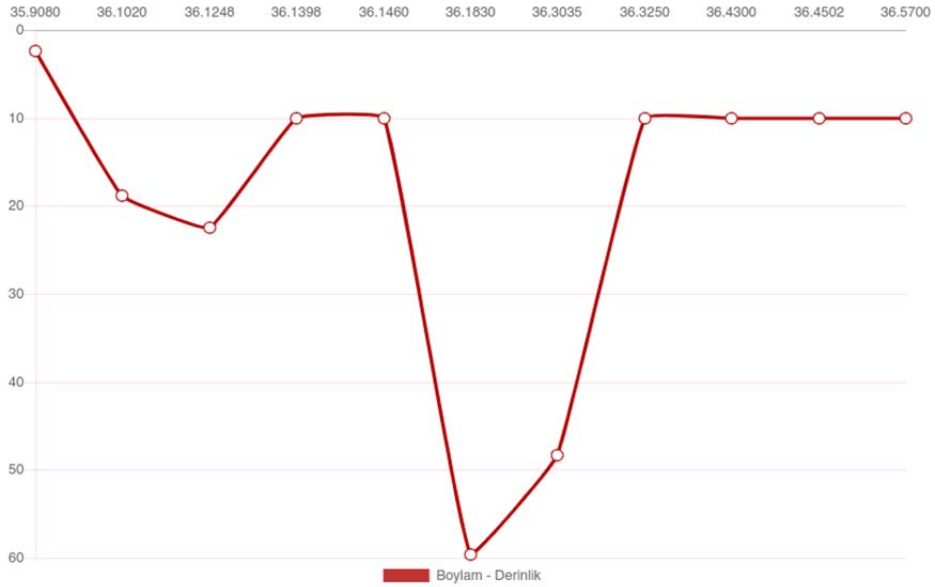
Şekil 4.26 ve 4.27'de Saimbeyli ve çevresinin 1900-2022 yılları arasında yaşanmış 11 depremin konum-derinlik-büyüklük bilgileri görülmekte olup, bu depremlerin büyüklüğünün $4 \leq M < 5$ arasında olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanına en yakın mesafede yaşanmış deprem; 13.05.1972 tarihinde, 37.9639 enlem, 36.1398 boylamda, yerin 10 km derinliğinde, 4.5 büyüklüğünde gerçekleşmiştir. Büyüklüklerine göre meydana gelen deprem sayısı verileri Şekil 4.28'de, enlem-derinlik ilişkisi Şekil 4.29'da, boylam-derinlik ilişkisi ise Şekil 4.30'da yer almaktadır.



Şekil 4.28. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin büyüklüklerine göre sayısı

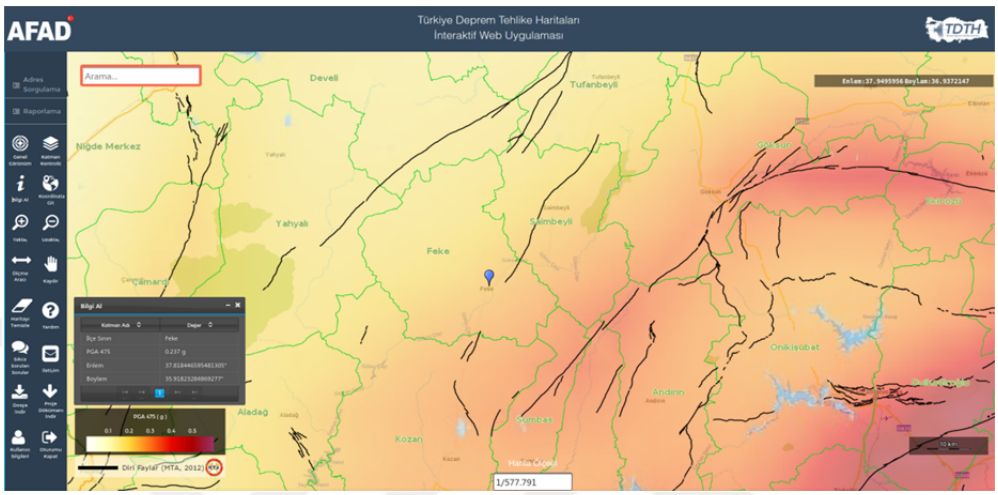


Şekil 4.29. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin enlem-derinlik ilişkisi



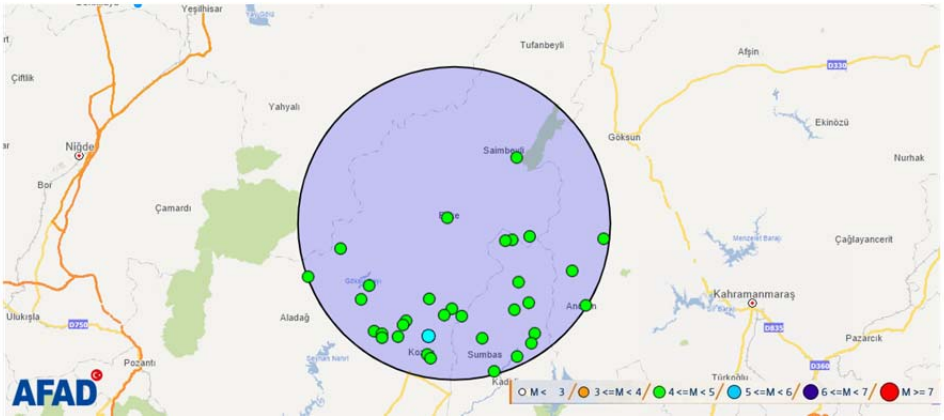
Şekil 4.30. Saimbeyli ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşen depremlerin boylam-derinlik ilişkisi

4.3.2. Feke (Adana) Deprem Durumunun Değerlendirilmesi



Şekil 4.31. Çalışma alanı (Feke) deprem ivme değeri (AFAD, 2022)

Şekil 4.31'de Afad tarafından hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" görülmektedir. Bu haritaya göre, çalışma alanının en büyük yer ivmesi değeri PGA(475): 0.237 g'dir.

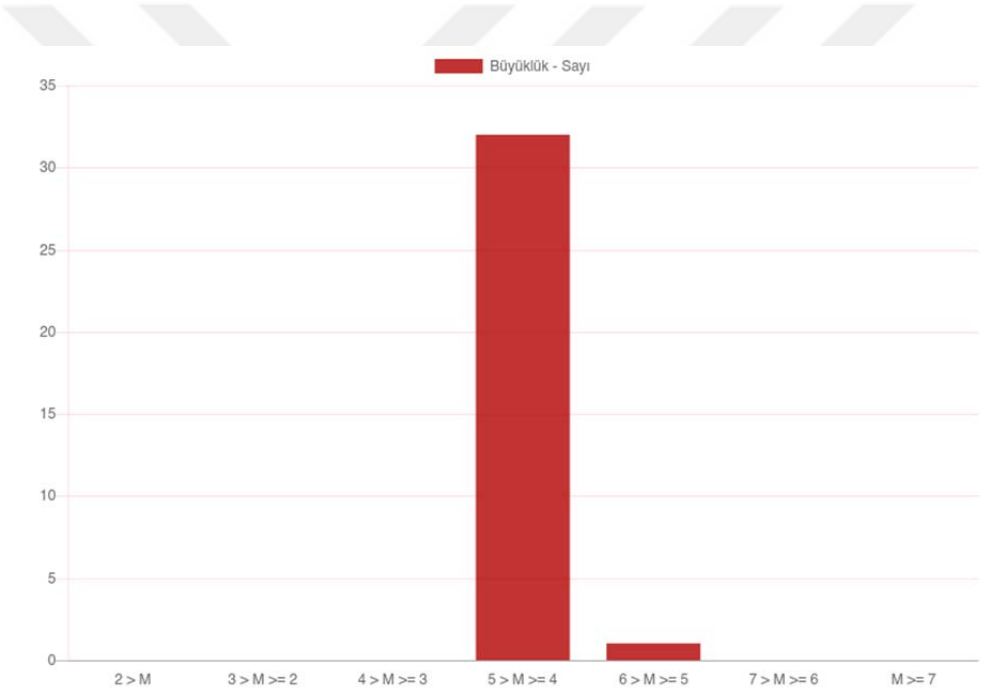


Şekil 4.32. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük depremler (https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu)

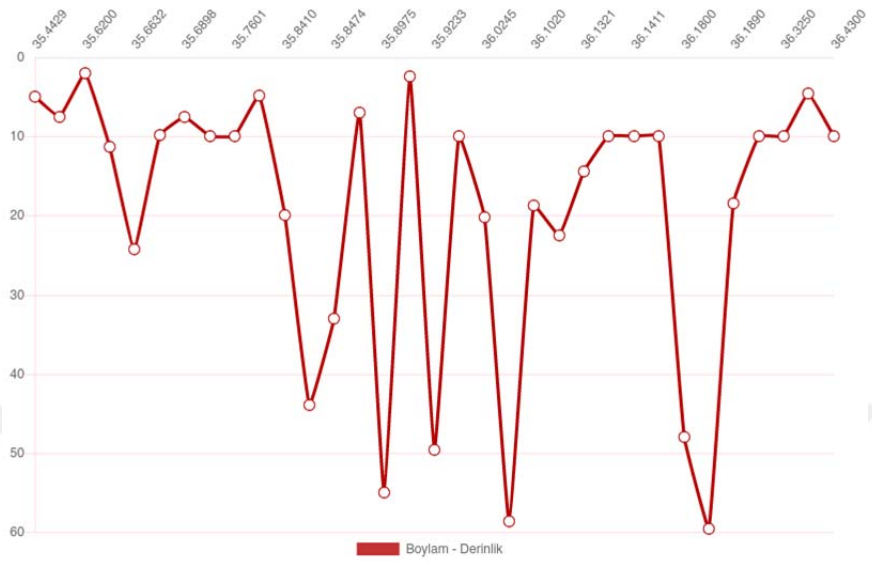
Nr	Tarih(UTC)	Ref1	Kaynak Açıklama 1	Enlem	Boylam	Derinlik	Sabit Der.	Kaynak No 2	Kaynak Açıklama 2	Tip	Büyüklük
0	02/06/2021 06:14:27	0		37.5625	36.1321	14.37	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.2
0	15/03/2020 10:35:32	0		37.4871	36.0245	20.24	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.1
0	24/11/2019 13:33:22	0		37.6265	35.6468	11.25	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.0
0	10/10/2018 09:08:24	0		37.4341	35.8520	7.02	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.1
0	10/02/2017 16:15:47	0		37.4885	35.6898	7.48	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.0
0	23/08/2015 01:57:20	0		37.4988	35.6898	9.84	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.0
12597	16/09/2012 07:54:15	0		37.5058	35.6632	24.21	-	7	AFAD-DDA	Ml	4.7
12538	22/07/2012 09:26:02	0		37.5740	36.3707	4.56	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.8
11800	05/08/2010 05:31:12	0		37.7240	35.5513	7.56	-	7	AFAD-DDA	Ml	4.2
11776	08/06/2010 04:26:15	0		37.7470	36.1248	22.48	-	7	AFAD-DDA	Ml	4.2
11775	07/06/2010 21:45:07	0		37.7448	36.1020	18.77	-	7	AFAD-DDA	Ml	4.2
11689	24/01/2010 19:59:54	0		37.5900	35.6200	2.00	-	8	EMSC-CSEM	mb	4.2
11549	24/07/2009 05:48:20	0		37.4913	35.7431	10.00	-	8	EMSC-CSEM	Mw	4.1
10961	01/01/2008 00:21:43	0		37.5333	35.7701	4.80	-	5	ISC	mb	4.1
10950	23/12/2007 23:55:10	0		37.5224	35.7601	10.00	-	8	EMSC-CSEM	Ml	4.1
10709	22/02/2007 20:49:28	0		37.4441	35.8410	19.90	-	5	ISC	mb	4.0
9779	03/09/2003 21:03:16	0		37.6653	36.3250	10.00	-	5	ISC	mb	4.0
9595	14/12/2002 01:02:46	0		37.4740	36.1890	18.50	-	41	EHB	mb	4.9
7611	29/10/1995 03:32:57	0		37.6497	35.4429	5.00	-	5	ISC	mb	4.1
7528	05/06/1995 17:06:23	0		37.7500	36.4300	10.00	-	5	ISC	mb	4.0
6970	19/01/1992 16:22:48	0		37.5456	35.9560	10.00	-	5	ISC	mb	4.1
6925	02/10/1991 19:03:55	0		37.4388	36.1411	10.00	-	5	ISC	mb	4.1
6333	17/12/1988 18:57:00	0		37.5000	36.2000	10.00	-	5	ISC	mb	4.1
5906	20/07/1986 04:01:18	0		37.8052	35.9080	2.40	-	5	ISC	mb	4.1
5064	20/05/1982 20:50:27	0		37.5913	35.8474	33.00	-	5	ISC	mb	4.0
4588	01/09/1980 16:39:27	0		37.6355	36.1460	10.00	-	5	ISC	mb	4.2
4541	19/05/1980 15:50:33	0		37.5652	35.9233	49.60	-	5	ISC	mb	4.5
4479	28/12/1979 03:09:09	0		37.4930	35.8450	44.00	-	41	EHB	Mw	5.4
4401	26/04/1979 09:28:03	0		37.5810	36.1800	48.00	-	41	EHB	mb	4.7
3990	15/07/1976 20:24:11	0		37.5484	35.8975	55.00	-	5	ISC	mb	4.6
3736	13/09/1974 04:55:06	0		37.3995	36.0643	58.70	-	5	ISC	mb	4.2
3472	13/05/1972 09:19:27	0		37.9639	36.1398	10.00	*	5	ISC	MS	4.5
3284	30/04/1971 06:10:03	0		37.7561	36.1830	59.60	-	5	ISC	mb	4.4

Şekil 4.33 Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin oluşum zamanları, konum-derinlik-büyüklük bilgileri

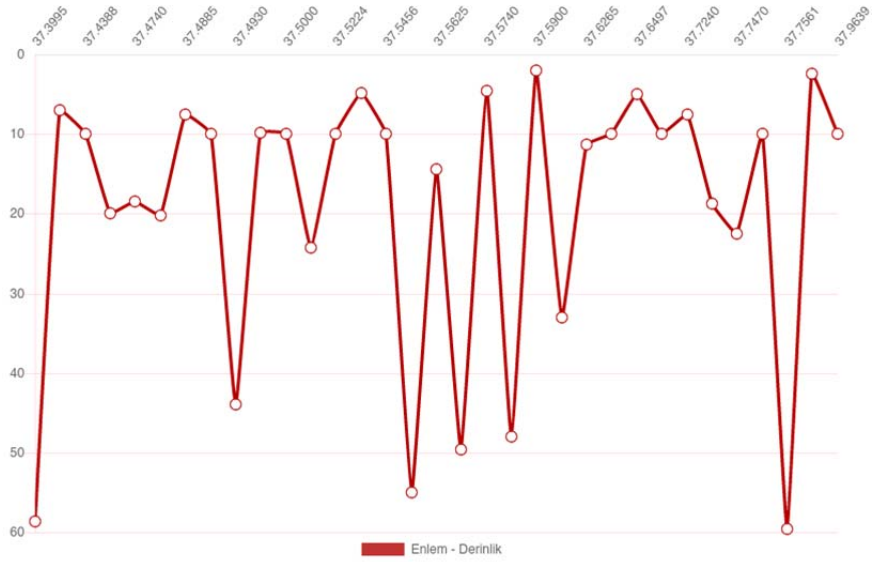
Şekil 4.32 ve 4.33'deki Feke ve çevresinin 1900-2022 yılları arasında yaşanmış depremler görülmekte olup, bu depremlerden 32 tanesinin büyüklüğü 4≤M<5 arasında, 1 tanesinin büyüklüğü ise 5≤M<6 arasında olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanına en yakın mesafede yaşanmış deprem 1986 yılında Feke Merkezde 37.8052 enlem, 35.8090 boylamda, yerin 5 km derinliğinde, 4.1 büyüklüğünde gerçekleşmiştir. Büyüklüklerine göre meydana gelen deprem sayısı verileri Şekil 4.34'de, enlem-derinlik ilişkisi Şekil 4.35'de, boylam-derinlik ilişkisi ise Şekil 4.36'da yer almaktadır.



Şekil 4.34. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin büyüklüklerine göre deprem sayısı

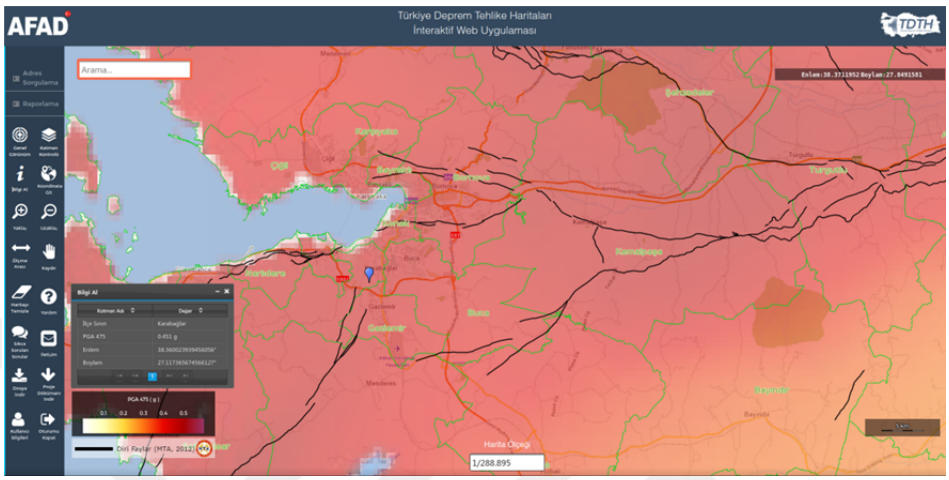


Şekil 4.35. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin depremlerin boylam-derinlik ilişkisi



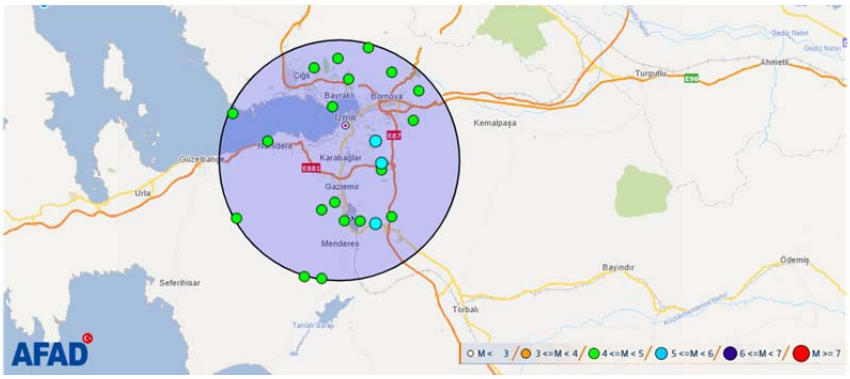
Şekil 4.36. Feke ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin depremlerin enlem-derinlik ilişkisi

2.1.1. Karabağlar (İzmir) Deprem Durumunun Değerlendirilmesi



Şekil 4.37. Çalışma alanı (Karabağlar) deprem ivme değeri (https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml)

Şekil 4.37'de Afad tarafından hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" görülmektedir. Bu haritaya göre, çalışma alanının en büyük yer ivmesi değeri PGA(475): 0.451 g'dir.

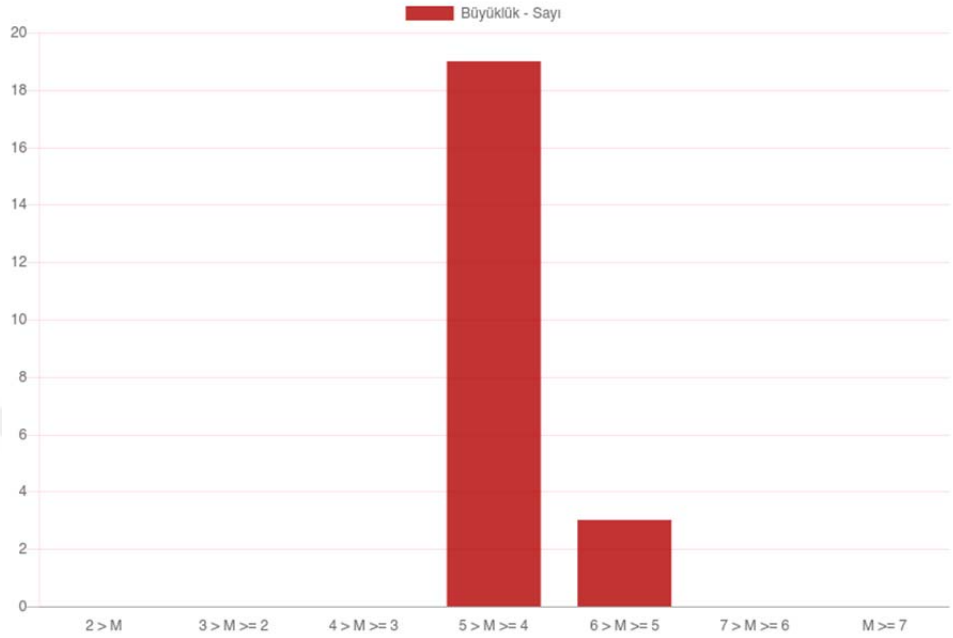


Şekil 4.38. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş büyüklüğü 4 ve 4'ten büyük depremler (https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu)

Nr	Tarih(UTC)	Ref1	Kaynak Açıklama 1	Enlem	Boylam	Derinlik	Sabit Der.	Kaynak No 2	Kaynak Açıklama 2	Tip	Büyüklük
0	10/01/2015 04:32:08	0		38.2026	27.0678	7.86	-	7	AFAD-DDA	Mw	4.3
9614	16/01/2003 02:17:54	0		38.2837	27.1711	8.40	-	5	ISC	Ml	4.0
9594	11/12/2002 15:52:18	0		38.2842	27.1421	10.00	-	5	ISC	Ml	4.0
7697	20/05/1996 09:09:13	0		38.2900	27.2300	8.00	-	5	ISC	mb	4.1
7640	30/01/1996 17:41:15	0		38.4400	26.9350	10.20	-	41	EHB	mb	4.5
7429	12/01/1995 00:21:27	0		38.5064	27.0859	1.90	-	5	ISC	mb	4.2
7116	06/11/1992 22:03:46	0		38.3110	27.1243	10.00	-	5	ISC	mb	4.6
6874	15/06/1991 22:08:25	0		38.5200	27.1300	8.00	-	5	ISC	mb	4.1
6873	15/06/1991 21:33:17	0		38.4500	27.1200	12.00	-	5	ISC	mb	4.1
4258	09/04/1978 06:53:07	0		38.2000	27.1000	56.00	-	5	ISC	mb	4.7
4213	16/12/1977 07:44:22	0		38.4730	27.2801	5.00	-	5	ISC	Ml	4.0
4212	16/12/1977 07:37:30	0		38.3680	27.2110	21.20	-	41	EHB	mb	5.3
4205	09/12/1977 15:53:38	0		38.3580	27.2110	15.20	-	41	EHB	mb	4.8
3672	14/02/1974 09:17:14	0		38.5356	27.1865	36.00	-	5	ISC	mb	4.3
3584	19/04/1973 22:13:54	0		38.2877	26.9419	17.30	-	5	ISC	mb	4.4
2903	09/03/1970 17:28:17	0		38.4300	27.2700	35.00	-	5	ISC	mb	4.2
2211	19/07/1966 02:52:33	0		38.3000	27.1000	10.00	*	1	Ayhan ve Diğ.1981	MS	4.5
2210	19/07/1966 02:33:23	0		38.4000	27.0000	25.00	-	5	ISC	mb	4.3
2196	02/06/1966 22:51:28	0		38.5000	27.2300	30.00	-	5	ISC	mb	4.5
178	19/05/1904 10:02:00	0		38.4000	27.2000	20.00	-	1	Ayhan ve Diğ.1981	MS	5.4
146	24/09/1903 02:25:00	0		38.4900	27.1500	10.00	*	2	Ambraseys-Finkel 1987	MS	4.6
107	23/11/1902 20:14:00	2	Saniye bilgisi yok	38.2800	27.2000	10.00	*	2	Ambraseys-Finkel 1987	MS	5.5

Şekil 4.39. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin oluşum zamanları konum-derinlik-büyüklük bilgileri

Şekil 4.38 ve Şekil 4.39'daki Karabağlar ve çevresinin 1900-2022 yılları arasında yaşanmış depremler görülmekte olup, bu depremlerden 19 tanesinin büyüklüğü $4 \leq M < 5$ arasında, 3 tanesinin büyüklüğü ise $5 \leq M < 6$ arasında olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanına en yakın mesafede yaşanmış deprem 1904 yılında Buca'da 38.400 enlem, 27.2000 boylamda, yerin 20 km derinliğinde, 5.4 büyüklüğünde gerçekleşmiştir. Büyüklüklerine göre meydana gelen deprem sayısı verileri Şekil 4.40'da, enlem-derinlik ilişkisi Şekil 4.41'de, boylam-derinlik ilişkisi ise Şekil 4.42'de yer almaktadır.



Şekil 4.40 Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin büyüklüklerine göre deprem sayısı



Şekil 4.41. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin boylam-derinlik ilişkisi



Şekil 4.42. Karabağlar ve çevresinde 1900-01.01.2022 yılları arasında gerçekleşmiş depremlerin enlem-derinlik ilişkisi

4.4. Yealtı Suyu Durumu

4.4.1. Saimbeyli (Adana) Yeraltı Suyu Durumu

Çizelge 4.64. Saimbeyli YASS

Sondaj No	**YASS (m)**	**Sondaj No**	**YASS (m)**
SK-1	3.50	SK-3	6.50
SK-2	6.50	SK-4	6.50

Çizelge 4.64'te çalışma alanında ölçülen YASS derinlikleri verilmiştir. SK-1 ve SK-2'de ölçülen YASS 6.50 metredir.

4.4.2. Feke (Adana) Yeraltı Suyu Durumu

Çizelge 4.65. Feke YASS

Sondaj No	**YASS (m) 23.11.2020**	**YASS (m) 24.12.2020**	**YASS (m) 21.01.2021**	**YASS (m) 25.02.2021**	**YASS (m) 29.03.2021**	**YASS (m) 26.04.2021**
SK-4	7.38	7.43	7.40	6.80	5.10	-
SK-5	-	-	-	-	-	-

Çizelge 4.65'de çalışma alanında ölçülen YASS derinlikleri yer almaktadır. Bu verilere göre SK-5'de YAS bulunmazken, SK-4'te Kasım, Aralık ve Ocakta YASS'nin 7 metrenin üstünde olduğu, Şubat ve Mart aylarında YASS'nin düştüğü, Nisan ayında ise yaraltı suyu olmadığı görülmektedir.

4.4.3. Karabağlar (İzmir) Yeraltı Suyu Durumu

Çizelge 4.66. İzmir (Karabağlar) YASS

Sondaj No	YASS (m)	Sondaj No	YASS (m)	Sondaj No	YASS (m)
SK-6	7.50	SK-58	1.60	SK-87	1.80
SK-7	9.00	SK-61	-	SK-88	4.00
SK-8	4.50	SK-62	-	SK-89	1.50
SK-9	7.50	SK-63	2.00	SK-90	8.20
SK-10	8.00	SK-64	2.00	SK-91	2.00
SK-11	8.00	SK-65	5.50	SK-92	1.50
SK-12	6.00	SK-66	3.80	SK-93	2.00
SK-13	15.00	SK-68	1.70	SK-94	2.50
SK-14	4.50	SK-69	2.80	SK-95	1.70
SK-15	7.50	SK-70	4.60	SK-97	2.50
SK-16	10.50	SK-71	3.00	SK-98	3.00
SK-17	3.00	SK-73	2.80	SK-101	13.00
SK-18	5.50	SK-75	4.60	SK-102	2.50
SK-19	18.00	SK-76	2.40	ISK-23	3.10
SK-20	13.00	SK-80	13.00	ISK-64	6.40
SK-21	15.00	SK-81	12.00	ISK-177	9.40
SK-22	17.50	SK-82	7.50		
SK-30	7.00	SK-83	5.50		
SK-57	2.40	SK-86	3.00		

Çizelge 4.66'da çalışma alanında açılan sondajlarda ölçülmüş yeraltı suyu verileri görülmektedir. Yeraltı suyunun yüzeye yakın olması heyelan riskini arttıran nedenler arasındadır.

4.5. Şev Stabilite Analizleri

Şev stabilitesi, eğimli toprak veya kaya şevlerinin dayanma veya harekete geçme durumunu ifade eder. Şev stabilite analizi, insan yapımı veya doğal şevlerin güvenli tasarımını ve denge koşullarını değerlendirmek için yapılmaktadır.

Bir şevin stabilitesi, mevcut kesme mukavemeti ile etkili kesme gerilimi arasındaki orandır. Hesaplanan güvenlik sayısı şev stabilitesi hakkında yorum yapılmasını sağlamaktadır. Hesaplanan güvenlik faktörünün 1'den büyük olduğu şevin, stabil olabileceği genel kabul gören bir değerlendirmedir. Ancak şev stabilitesinin hangi amaçla yapıldığına göre (kazı, dolgı, yapı, vs.) ölçüt alınan güvenlik sayısı değişebilir.

Sonlu Elemanlar Deformasyon Analizi ve Limit Denge Analizi; şev stabilite analiz metodları olarak kullanılmaktadır.

Sonlu Elemanlar Yöntemi, barajlar, yamaç, dolgu, istinat duvarı, temel gibi birçok geoteknik yapının analizinde kullanılmaktadır. Zemin ve üst yapı arasındaki bağlantıyı tanımlamak zordur ve doğru tasarım gerektirir (Pınarlık ve ark., 2017). Bu aşamada güçlendirilmiş zemin yapılarını daha iyi anlamak için, sonlu elemanlar yöntemi limit denge metodundan, deformasyonlar, takviye tabakaları ve gerilme kuvvetleri hakkında daha fazla bilgi sağlar (Bajlan, 2016).

Limit Denge Yöntemi şevlerin stabilite analizlerinde yaygın olarak kullanılan bir metottur. Dilimler tekniğinin hiperstatik problem olduğu bilinmekte ve iç kuvvetlerin dağılımı esasına göre çözülmektedir (Liu ve ark., 2015). Limit denge metotlarında bir kayma yüzeyi kabul edilerek kaymaya çalışan zemin kütlesinin dengesi araştırılır ve bir güvenlik sayısı elde edilir (Yıldız, 2005). Yüzeylerin kayma olasılıkları arasından en düşük güvenlik katsayısını veren en kritik kayma yüzeyi bulunur. Kayma olasılığı olan bir seri yüzey arasında en düşük güvenlik sayısını veren kritik kayma yüzeyi elde edilir (Pınarlık ve ark.,2017). En sık kullanılan Limit Denge yöntemleri; Basit Dilimler Yöntemi (Fellenius), Bishop, Janbu, Morgenstern-Price ve Spencer metotlarıdır.

Fellenius Yöntemi: Bu yöntemde dilimler arası tüm kuvvetler ihmal edilir. Dilim ağırlığı, dilim tabanına dik ve paralel yöndeki bileşkelerine ayrılır. Dilim tabanına dik olan kuvvet taban normal kuvveti olarak adlandırılır ve kayma mukavemetini hesaplamak için gereklidir. Dilim tabanına paralel doğrultuda etkiyen dilim ağırlığının bileşkesi ise şevi iten ve dengesini bozmaya çalışan kuvvettir. Bir kayma yüzeyi boyunca oluşan kuvvetlerin momentleri toplamından kayma yüzeyinin güvenlik sayısı elde edilir. Özellikle düşük eğimli ve yüksek gözenek suyu basıncı olan şevlerde hatalı sonuçlar verir.

Bishop Yöntemi: Bishop (1955) tarafından geliştirilen yöntem dairesel bir kaymada dilimler arası normal kuvveti hesaba dahil ederken dilimler arası kayma kuvveti ihmal eder ve moment dengesini gözeterek hesap yapar.

Janbu Yöntemi: Janbu (1973) tarafından önerilen bu yöntem, dairesel olmayan kayma yüzeyleri (dairesel başlayıp düzlemsel vb. şekilde devam) için kullanılır. Dilimler arası normal kuvveti hesaba dahil ederken dilimler arası kayma kuvveti ihmal eder ve yatay kuvvet dengesini gözeterek hesap yapar.

Morgenstern-Price Yöntemi: Morgenstern-Price (1965) dilimler arası kuvvetlerin oranını sabit kabul eden Spencer yöntemine benzer bir yöntem geliştirmiş ve dilimler arası normal ve kayma kuvvetlerini farklı kuvvet fonksiyonları ile tanımlamışlardır.

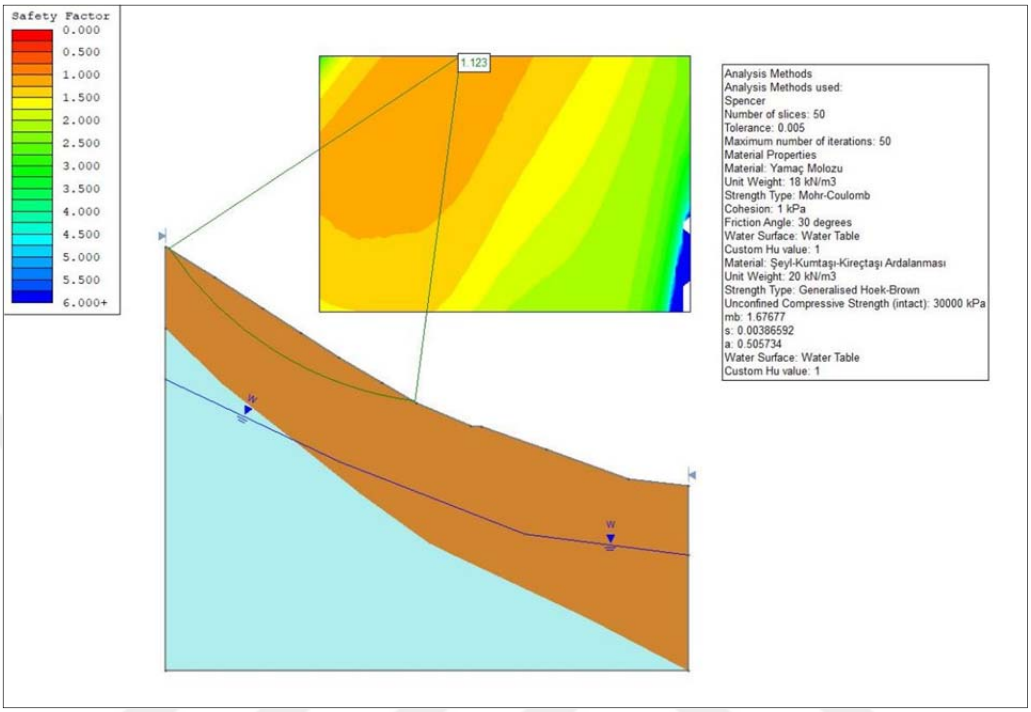
Spencer Yöntemi: Spencer (1967) tarafından önerilmiştir. Dilimlerin yan yüzeyine etkiyen kuvvelerin sabit bir θ açısı ile etkidiği kabul edilir. Hem moment hem de kuvvet dengesini sağlar. Dairesel ve dairesel olmayan yüzeyler için uygulanabilir.

Gerçeğe en yakın sonuçlar vermesi ve genel kabul gören yöntem olması nedeniyle; Feke ve Saimbeyli'de şev stabilite analizi Spencer (1967) yöntemiyle yapılmıştır. Zeminin kayma mukavemetinin, kayma yüzeyinde zemine etkiyen kayma gerilmesine oranı hesaplanarak, statik durum için Güvenlik sayısı (Fs) değeri elde edilmiştir. Ayrıca Feke ve Saimbeyli'de deprem etkisi de hesaplamaya

dahil edilerek Dinamik durum için Fs değeri hesaplanmıştır. Fs değerine göre şev stabilitesi hakkında yorum yapılabilmektedir. Karayolları "Karayolu Yol boyu Mühendislik Yapıları İçin" kayma tahkikinde Fs değerinin Statik durum için 1.5, dinamik durum için 1.125 alınmasını önermiştir. Buna göre statik durum Fs≥1.50, dinamik durum Fs>1.125 olarak hesaplanan şev, stabilite sorunu olmayan zemin (duraylı) olarak değerlendirilir. Statik durum Fs<1.50, dinamik durum Fs<1.125 olarak hesaplanan şev ise stabilite sorunu olan zemin (duraysız) olarak değerlendirilmiştir. Feke ve Saimbeyli'de statik ve dinamik Fs değerleri her iki çalışma alanı için hesaplanmıştır.

4.5.1. Saimbeyli (Adana) Şev Stabilite Analizi

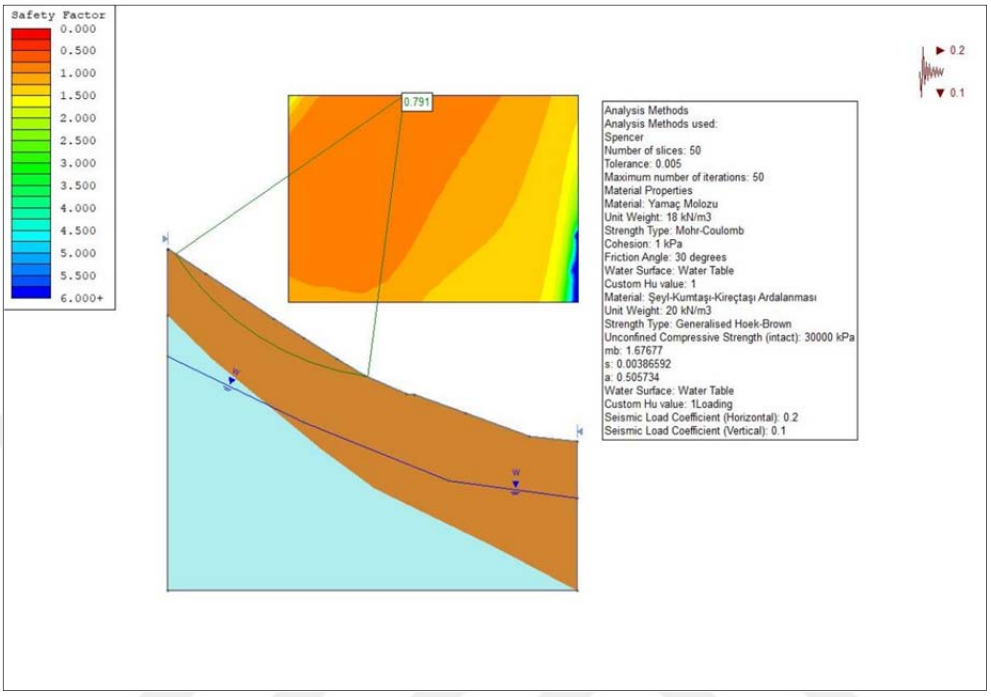
Saimbeyli'de Spencer (1967) Yöntemiyle Çizelge 4.67 ve Çizelge 4.68'daki parametreler kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır. Şekil 4.43 ve Şekil 4.44'deki şev stabilite analiz sonuçlarına ait kesit incelendiğinde statik durum için hesaplanan Güvenlik Sayısının (Fs) 1.123, dinamik durum için hesaplanan Güvenlik Sayısının (Fs) 0.791 olduğu görülmektedir. Statik durum için hesaplanan değerin Fs<1.50 ve dinamik durum için hesaplanan değerin Fs<1.125 olması nedeniyle, Saimbeyli'deki şevde stabilite sorunu yaşanabileceği öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalar ve arazi incelemesinde de görülen küçük ölçekli kaymaların, mevsimsel koşullara bağlı olarak aşırı yağışların ve buna bağlı olarak yeraltı su seviyesinin yükselmesinin de stabilite sorununu arttıracağı düşünülmektedir.



Şekil 4.43. Saimbeyli'de yapılan stabilite analiz çalışması (Statik Analiz)

Çizelge 4.67. Saimbeyli statik analizde kullanılan parametreler

Analiz Metodları
Kullanılan Analiz Metodu: Spencer
Dilim Numaraları:50
Tolerans:0.005
Maksimum iterasyon numarası:50
Malzeme Özellikleri:
Malzeme:Yamaç Molozu
Ağırlık Birimi:18/kN/m³
Kuvvet Tipi: Mohr-Colomb
Kohezyon:1 kPa
Sürtünme Açısı: 30°
Özel Hu değeri: 1
Malzeme: Şeyl-Kumtaşı-Kireçtaşı ardalanması
Ağırlık birimi:20 kN/m³
Kuvvet tipi: Genelleştirilmiş Hoek-Brown
Sınırlandırılmamış
Sıkıştırma Kuvveti: 30000 kPa
mb:1.67677
s:0.00386592
a:0.505734
Özel Hu değeri:1



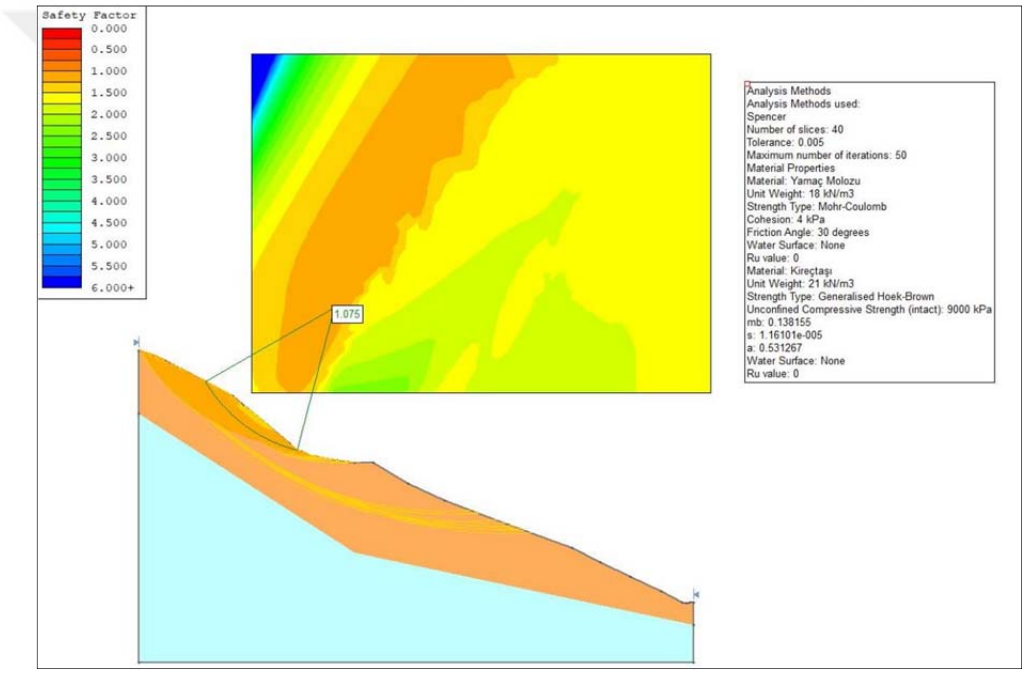
Şekil 4.44. Saimbeyli'de yapılan stabilite analiz çalışması (Dinamik Durum)

Çizelge 4.68. Saimbeyli Dinamik analizde kullanılan parametreler

Analiz Metodları
Kullanılan Analiz Metodu: Spencer
Dilim Numaraları:50
Tolerans:0.005
Maksimum iterasyon numarası:50
Malzeme Özellikleri:
Malzeme: Yamaç Molozu
Ağırlık Birimi:18/kN/m³
Kuvvet Tipi: Mohr-Colomb
Kohezyon:1 kPa
Sürtünme Açısı: 30°
Özel Hu değeri: 1
Malzeme: Şeyl-Kumtaşı-Kireçtaşı ardalanması
Ağırlık birimi:20 kN/m³
Kuvvet tipi: Genelleştirilmiş Hoek-Brown
Sınırlandırılmamış
Sıkıştırma Kuvveti: 30000 kPa
mb:1.67677
s:0.00386592
a:0.505734
Özel Hu değeri:1
Deprem Yük katsayısı (Yatay):0.2
Deprem Yük katsayısı (Dikey):0.1

4.5.2. Feke (Adana) Şev Stabilite Analizi

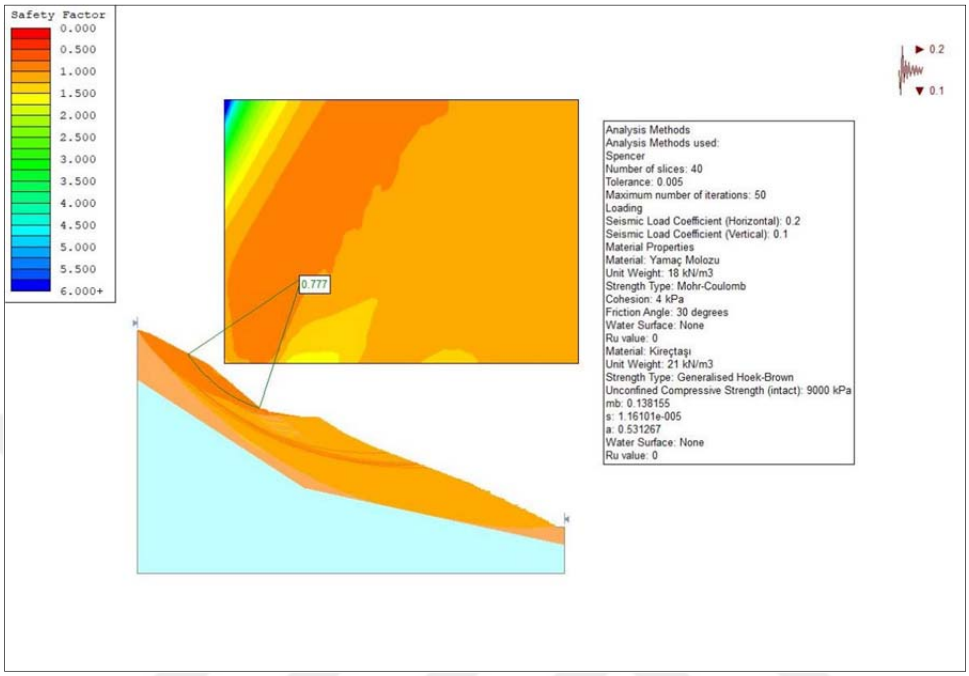
Feke'de Spencer (1967) Yöntemiyle Çizelge 4.69 ve Çizelge 4.70'deki parametreler kullanılarak şev stabilite analizi yapılmıştır. Şekil 4.45 ve Şekil 4.46'daki şev stabilite analiz sonuçları incelendiğinde statik durum için hesaplanan Fs 1.075, dinamik durum için hesaplanan Fs 0.777 olduğu görülmektedir. Statik durum için hesaplanan değerin Fs<1.50 ve dinamik durum için hesaplanan değerin Fs<1.125 olması nedeniyle, şevde stabilite sorunu yaşanabileceği öngörülmektedir.



Şekil 4.45. Feke'de yapılan stabilite analiz çalışması (Statik Durum)

Çizelge 4.69. Feke statik analizde kullanılan parametreler

Analiz Metodları
Kullanılan Analiz Metodu: Spencer
Dilim Numaraları:40
Tolerans:0.005
Maksimum iterasyon numarası:50
Malzeme Özellikleri:
Malzeme:Yamaç Molozu
Ağırlık Birimi:18/kN/m³
Kuvvet Tipi: Mohr-Colomb
Kohezyon:4 kPa
Sürtünme Açısı: 30°
Ru value:0
Malzeme: Kireçtaşı
Ağırlık birimi:21 kN/m³
Kuvvet tipi: Genelleştirilmiş Hoek-Brown
Sınırlandırılmamış
Sıkıştırma Kuvveti: 9000 kPa
mb:1.138155
s:1.16101e-005
a:0.531267
Ru değeri:0



Şekil 4.46. Feke'de yapılan stabilite analiz çalışması (Dinamik Durum)

Çizelge 4.70. Feke dinamik analizde kullanılan parametreler

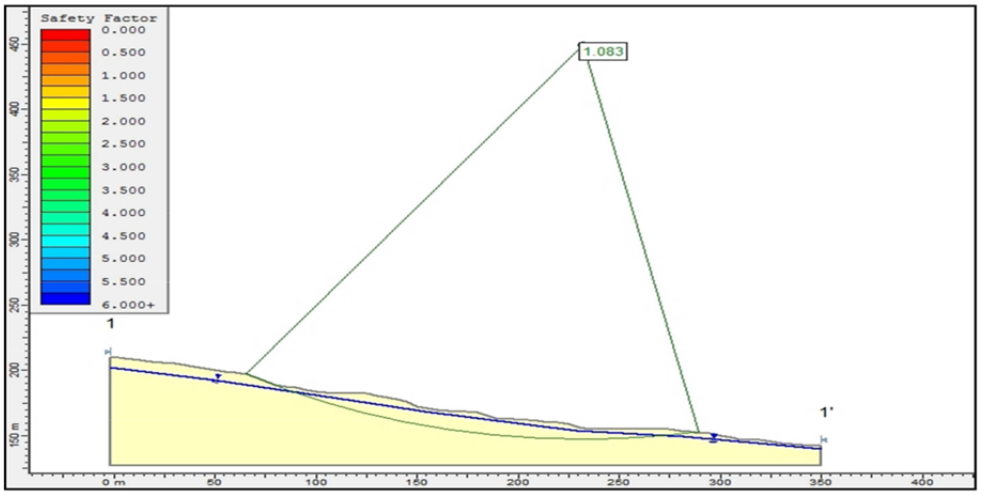
Analiz Metodları
Kullanılan Analiz Metodu: Spencer
Dilim Numaraları:40
Tolerans:0.005
Maksimum iterasyon numarası:50
Malzeme Özellikleri:
Malzeme: Yamaç Molozu
Ağırlık Birimi:18/kN/m³
Kuvvet Tipi: Mohr-Colomb
Kohezyon:4 kPa
Sürtünme Açısı: 30°
Ru value:0
Malzeme: Kireçtaşı
Ağırlık birimi:21 kN/m³
Kuvvet tipi: Genelleştirilmiş Hoek-Brown
Sınırlandırılmamış
Sıkıştırma Kuvveti: 9000 kPa
mb:1.138155
s:1.16101e-005
a:0.531267
Ru değeri:0
Deprem Yük katsayısı (Yatay):0.2
Deprem Yük katsayısı (Dikey):0.1

4.5.3. Karabağlar (Adana) Şev Stabilite Analizi

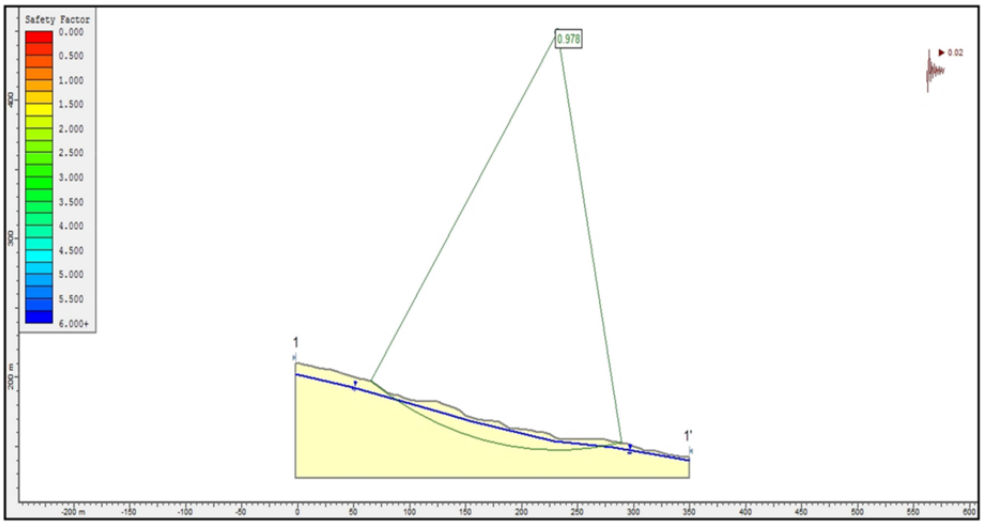
Çalışma alanında Altundağ Mühendislik (2013) tarafından Bishop Limit Denge (1955) yöntemi kullanılarak yapılan şev stabilite analiz kesitleri Şekil 4.47-50'de, stabilite sonuçları Çizelge 4.71'de yer almakta olup, kil birimi için yapılan analizde; statik durum için Fs 1.083 ve 1.07, dinamik durum için Fs 0.978 ve 0.988 olarak hesaplanmıştır. Statik durum için Fs<1.50 ve dinamik durum için Fs<1.125 olduğundan zeminde stabilite sorunu ve kayma olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.71. Karabağlar stabilite analiz sonuçları (Altundağ Mühendislik, 2013)

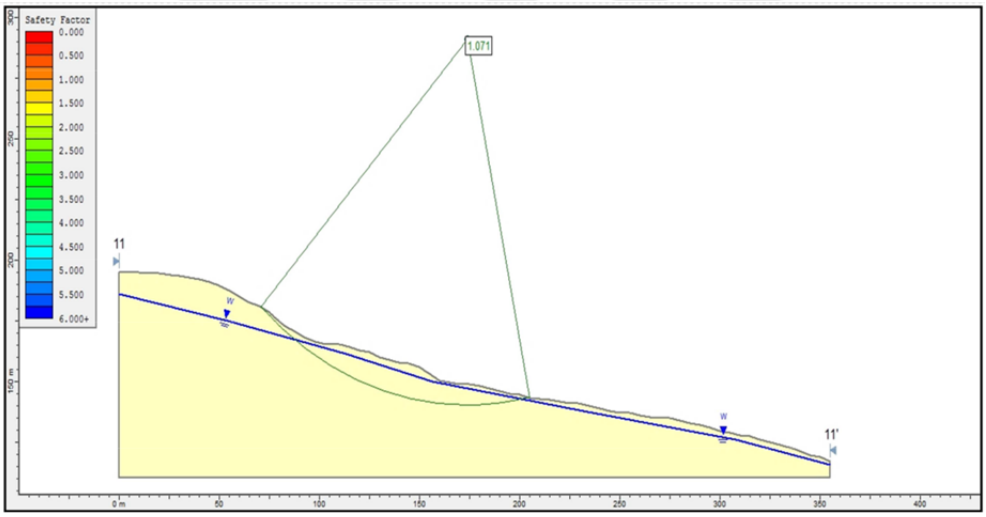
Birim	c (KN/m²)	Φ (°)	Doğal Yoğunluk	Fs (Statik Durum)	Fs (Dinamik Durum)
Kil	15	10	18	1.083	0.978
Kil	23	8	18	1.071	0.988



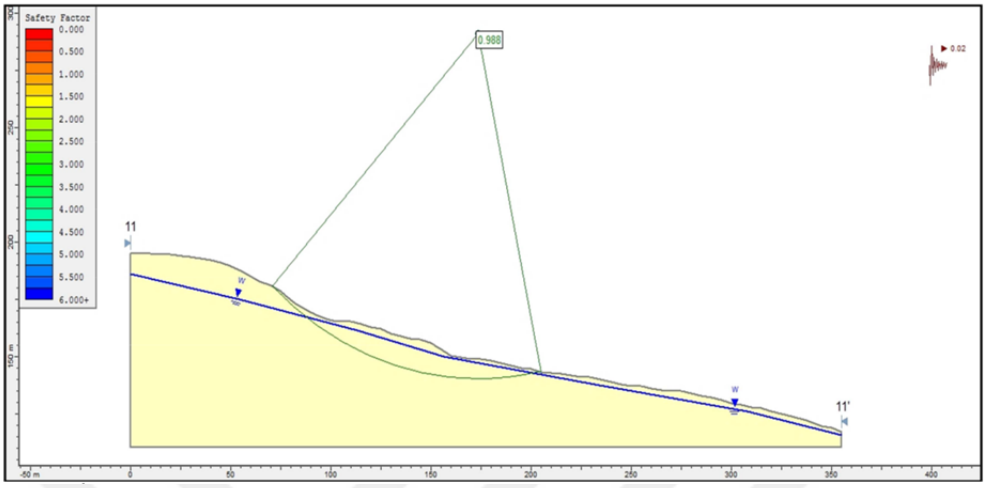
Şekil 4.47. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 1.Durum)



Şekil 4.48. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 1.Durum)



Şekil 4.49. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 2. Durum)

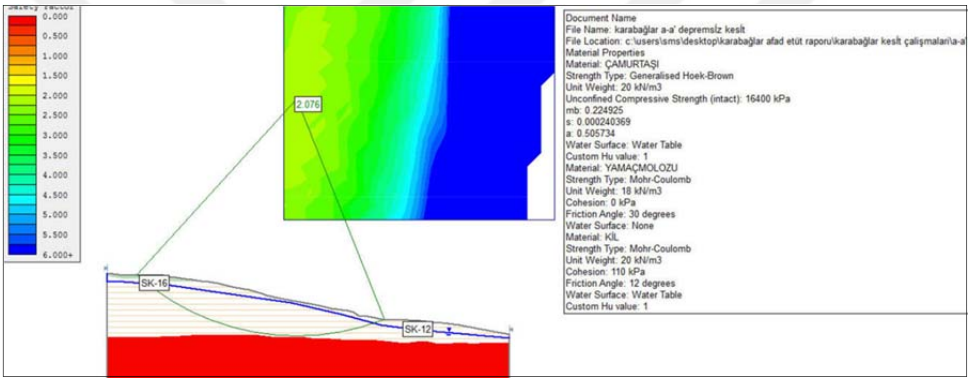


Şekil 4.50. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 2. Durum)

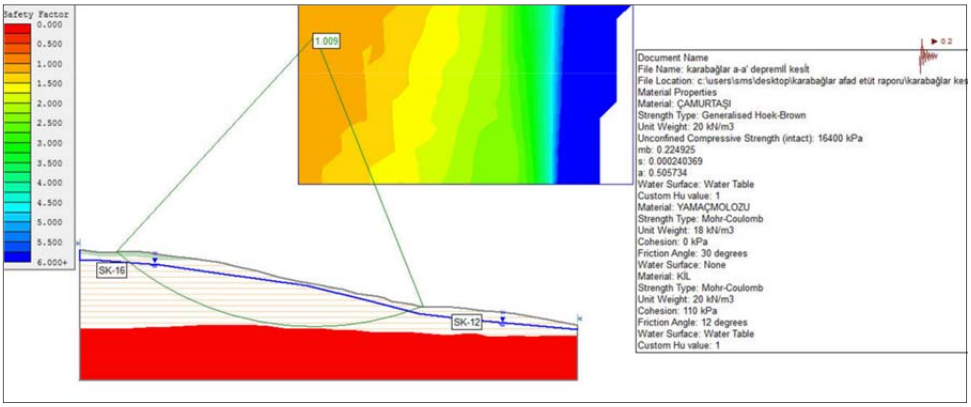
Çalışma alanında Geomek Mühendislik (2016) tarafından 5.0-Stability programı kullanılarak Bishop Limit Denge (1955) yöntemi ile Çizelge 4.72'deki veriler kullanılarak yapılan şev stabilite analizinde; analiz kesitleri Şekil 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.55, 4.56, 4.57, 4.58, 4.59 ve 4.60'da yer almaktadır. Buna göre; statik durum için Fs 2.07, 3.725, 3.321, 2.645 ve 8.343 olarak; dinamik durum için Fs 1.009, 1.572, 1.610, 1.253 ve 3.471 olarak hesaplanmıştır. Statik durum için Fs>1.50 ve dinamik durum için dört analizde Fs>1.125'dir. Analiz sonuçlarına göre, analiz yapılan şevlerde stabilite sorunu beklenmemektedir.

Çizelge 4.72. Geomek Mühendislik (2016) tarafından yapılan stabilite analizinde kullanılan veriler

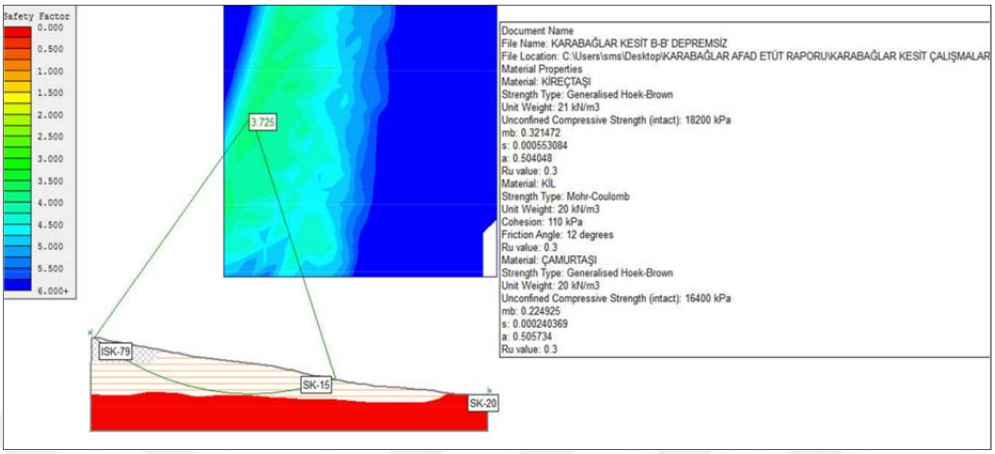
Birim	c (KN/m²)	Φ (°)	Doğal Yo-ğunluk (KN/m³)	Tek Eksenli Basınç Dayanım (KN/m²)
Çamurtaşı	-	-	20	16.400
Yamaç Molozu	0	32	18	-
Kil	110	12	20	-
Kireçtaşı	-	-	21	18.200



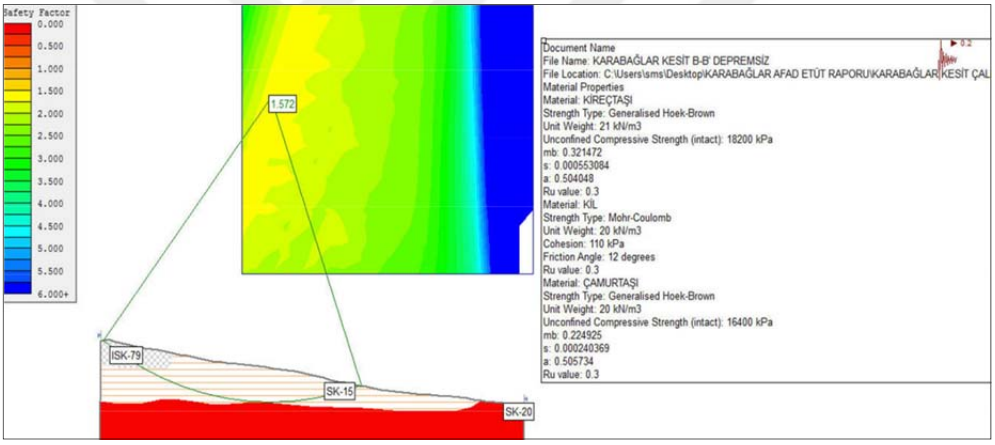
Şekil 4.51. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 3. Durum)



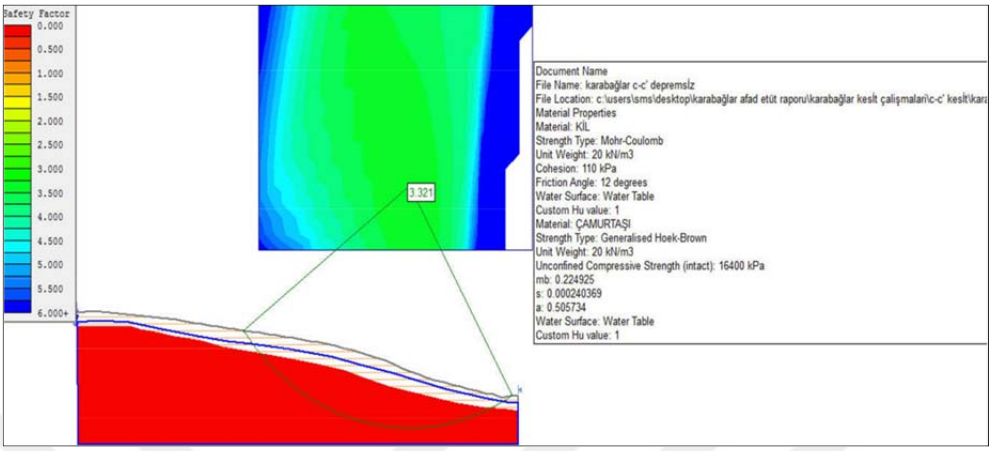
Şekil 4.52. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 3. Durum)



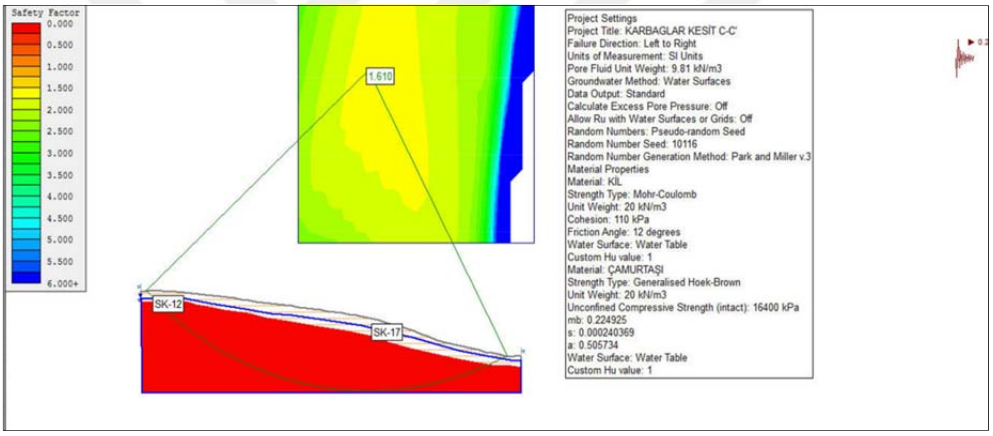
Şekil 4.53. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 4. Durum)



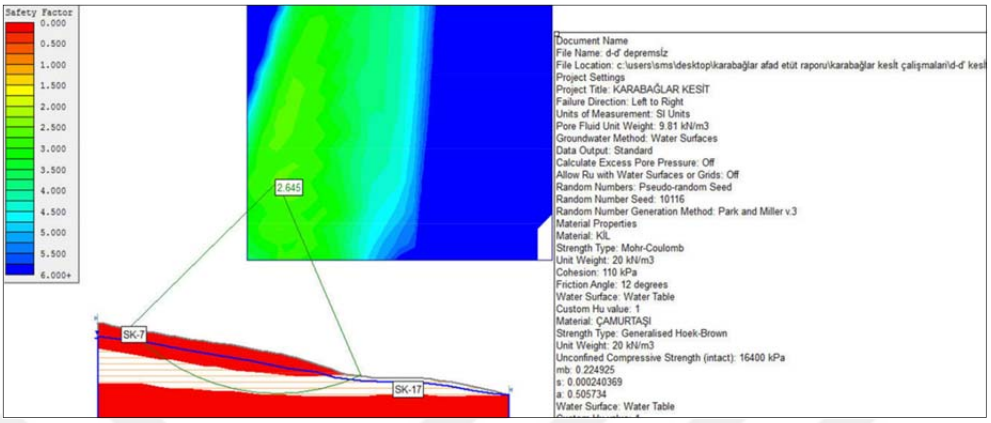
Şekil 4.54. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 4. Durum)



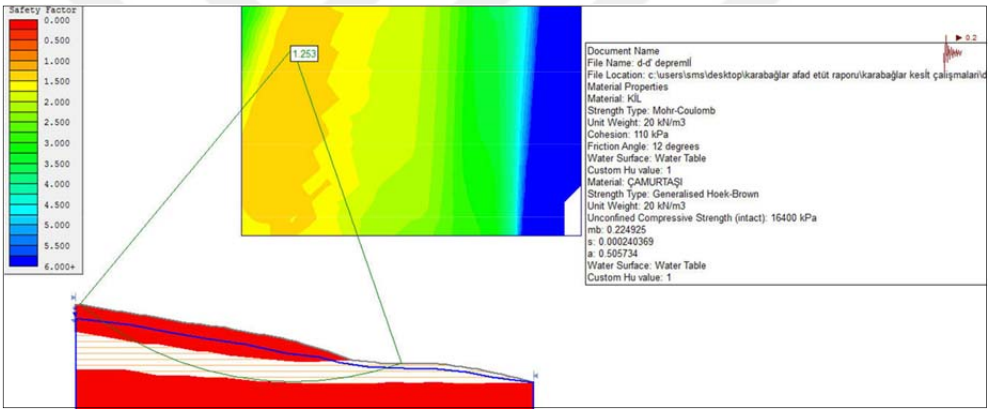
Şekil 4.55. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 5. Durum)



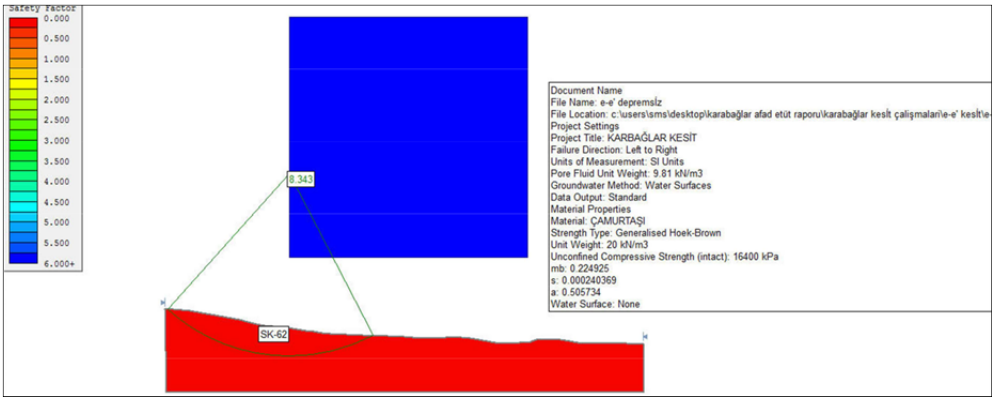
Şekil 4.56. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 5. Durum)



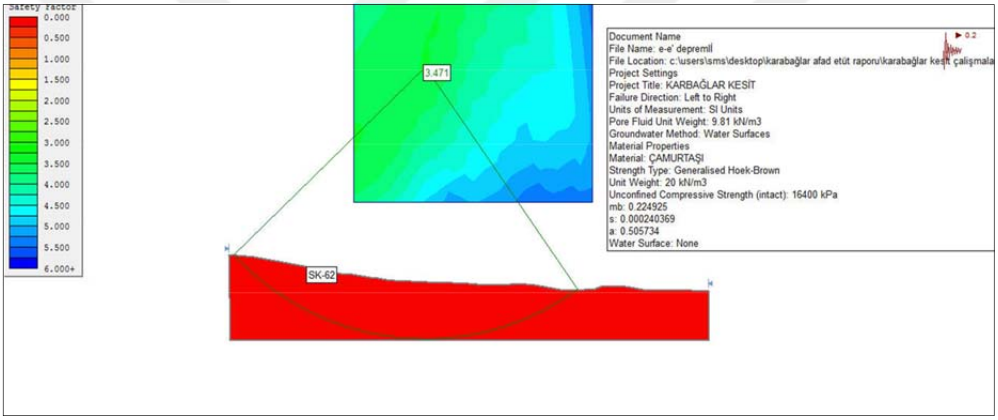
Şekil 4.57. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 6. Durum)



Şekil 4.58. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 6. Durum)



Şekil 4.59. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Statik Analiz 7. Durum)



Şekil 4.60. Karabağlar'da yapılan stabilite analizi (Dinamik Analiz 7. Durum)

4.6. Çalışma Sahalarının Heyelan Etki Alanları

Saimbeyli, Feke ve Karabağlar'da yapılan jeolojik-jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen verilerle, stabilite analizi verilerine göre çalışma alanlarında heyelan riski olabileceği öngörülmektedir. Şekil 4.61, Şekil 4.62 ve 4.63'te çalışma alanlarında heyelan riski taşıyan alanlar Google Earth harita üzerinden gösterilmiştir.

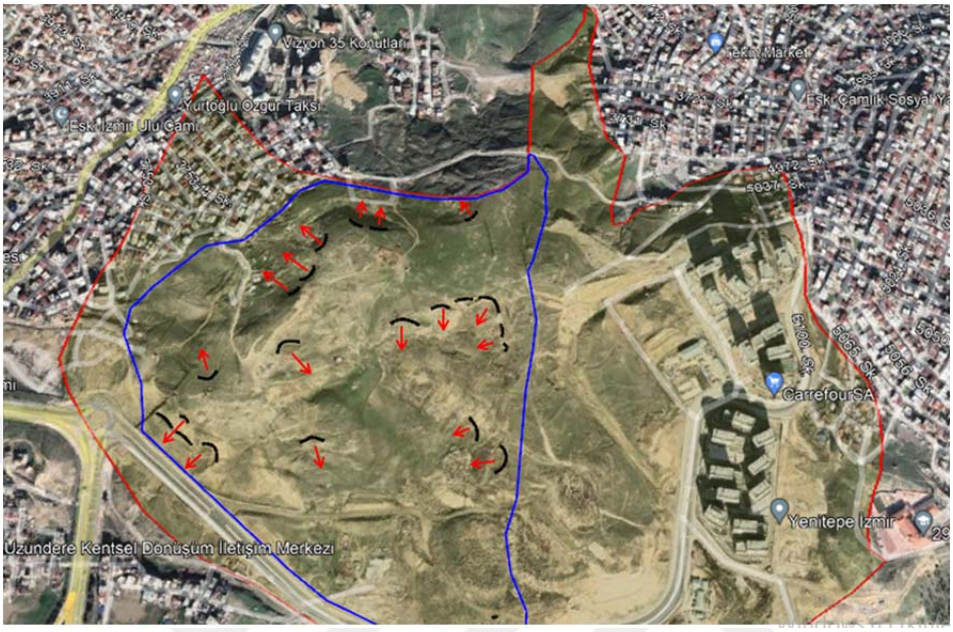


Şekil 4.61. Saimbeyli inceleme alanındaki heyelana duyarlı bölge



Şekil 4.62. Feke inceleme alanındaki heyelana duyarlı bölge

Karabağlar'da yapılan jeolojik ve jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen veriler ve yapılan stabilite analizi ile birlikte tez çalışma alanının heyelana duyarlı bölümü Şekil 4.65'deki harita üzerinde gösterilmiştir. Ancak yamaç hareketini net bir şekilde ölçülmesini sağlayan inklinometre çalışmasının yapılması yamaç duraylılığı ile ilgili olarak daha güvenilir bilgi sağlıyacaktır.



Şekil 4.63. Karabağlar inceleme alanındaki sınırları mavi şeritli heyelana duyarlı bölge

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında Saimbeyli (Adana), Feke (Adana) ve Karabağlar (İzmir)'de belirlenen alanlarda jeolojik-jeofizik çalışmalar yapılmış elde edilen veriler birlikte korele edilerek olası heyelan potansiyeli taşıyan alanlar belirlenmiştir.

Heyelana neden olan faktörler, heyelan tipleri, Türkiye'de ve dünyada gerçekleşen heyelanlar araştırılmış, çalışma alanlarının afet geçmişi, yağış-sıcaklık-bitki örtüsü ve jeolojik verileri ile birlikte, çalışma alanlarındaki tespit edilen heyelanlar analiz edilmiştir. Dünyada heyelan aktivitesi üzerine yapılan makaleler incelenerek; hem tezde yapılacak çalışmalar planlanmış, hem de makale verileri ile çalışma alanından elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Çalışma alanları ve çevresine ait diri fay haritası üzerinden heyelan-deprem ilişkisi yorumlanmıştır.

Çalışma alanında zemin tanımlaması ve stabilite analizi yapmak için toplamda 80 adet sondaj, Standart Penetrasyon Testi (SPT) ve Kayaç Kalite Değeri (RQD), Saimbeyli ve Feke çalışma alanlarında toplamda 3 kuyuda inklinometre deneyi, Feke de 2 kuyuda presiyometre deneyi, laboratuvar deneyleri (elek analizi, su içeriği, Atterberg Limitleri, doğal birim hacim ağırlık, serbest basınç, üç eksenli basınç deneyi, nokta yük deneyi, kesme kutusu deneyi) yapılmıştır.

Jeolojik, jeoteknik ve jeofizik veriler birlikte yorumlanmış ve çalışma alanlarının heyelan aktivitesi değerlendirilmiştir. Türkiye Deprem Tehlike Haritası baz alınarak çalışma alanları ve çevresinin deprem ivme değerleri ve deprem geçmişi araştırılmıştır.

Arazi gözlemleri ve formasyon özellikleri dikkate alındığında çalışma alanlarında **kayma şeklinde** heyelanların gelişebileceği; yağışın fazla olduğu ve kar erimelerinin yaşandığı dönemlerde heyelan aktivitesinin artacağı; heyelan aktivitesini arttırıcı etkenler arasında bulunan "yağış" ve "deprem" faktörünün; çalışma alanlarının iklimsel özellikleri, diri faylara olan yakınlığı ve fay tipleri nedeniyle önemli bir tetikleyici faktör olarak görüldüğü değerlendirilmiştir. Litoloji, yeraltı

suyu koşulları, yamaç eğimi çalışma alanları için heyelan hazırlayıcı faktörler arasında öncelikli sıralarda bulunmaktadır.

Çalışma alanlarında 1900-01.01.2022 tarihleri arasında gerçeklemiş depremler; konum, derinlik ve büyüklük özelliklerine göre araştırılmıştır. Buna göre; Saimbeyli ve çevresinde büyüklüğü 4≤M<5 arasında 11 depremin gerçekleştiği, Feke ve çevresinde büyüklüğü 4≤M<5 arasında 32 depremin, büyüklüğü ise 5≤M<6 arasında 1 depremin, Karabağlar ve çevresinde büyüklüğü 4≤M<5 arasında 19 depremin, büyüklüğü 5≤M<6 arasında ise 3 depremin gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Afad tarafından hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" na göre Saimbeyli çalışma alanının en büyük yer ivmesi değeri PGA(475): 0.217 g; Feke çalışma alanının en büyük yer ivmesi PGA(475): 0.237 g; Karabağlar çalışma alanının en büyük yer ivmesi değeri ise 0.451 g'dir.

Saimbeyli ve Feke'deki çalışma alanları Ters Fay olan Saimbeyli Fayına yakın olduğundan; meydana gelecek depremin, heyelan etkisini arttıracağı öngörülmektedir. Karabağlar'ın ise Türkiye Deprem Tehlike Haritasında deprem ivme değerinin yüksek olması nedeniyle bölgenin deprem açısından risk taşıdığı ve heyelanı tetikleyebileceği düşünülmektedir.

Saimbeyli'de, derinlikleri 10-25 metre aralığında değişen toplam 75 metre derinliğinde 4 lokasyonda sondaj çalışması yapılmış ve Gümüşali Formasyonuna ait yamaç molozu, şeyl, yer yer çakıllı kumtaşı-şeyl, kireçtaşından oluşan birim görülmüştür. Feke'de toplam derinliği 72.5 metre olan 9-20 metre aralığında 5 lokasyonda sondaj yapılmış ve Emirgazi Formasyonuna ait dolgu, yamaç molozu, metamorfik bozuşmuş silttaşı ve kırıklı çatlaklı kireçtaşından oluşan birim görülmüştür. Karabağlar'da, derinlikleri 13.00 m ile 35.00 m olan toplam derinliği 1940 m olan 71 lokasyonda sondaj kuyusu açılmış ve Bornava Karmaşığına ait dolgu, çamurtaşı, şist, kireçtaşı, marn, çakıllı-kumlu-siltli-killi seviyeler, organik madde içerikli seviyeler, karbonatlı seviyelerden oluşan birim tespit edilmiştir.

Saimbeyli'de, zemin koşullarının uygun olduğu yerlerde SPT, 4 kuyuda 0.00-9.95 metre aralığında yapılmış ve zemin **"orta-sıkı"** olarak tanımlanmıştır. Feke'de, zemindeki kaba dane oranı arttıkça, özellikle iri çakıl bulunması durumunda elde edilen sonuçlar yanıltıcı olabileceğinden SPT deneyi yapılmamıştır. Karabağlar'da 16 kuyuda derinliği 1.50-28.95 metre arasında değişen 85 adet SPT deneyi yapılmış ve zeminin iri daneli olduğu alanlarda, zeminlerin sıkılık derecesi **"Orta sıkı-Sıkı-Çok sıkı"** olarak; ince daneli olduğu alanlarda ise, zeminlerin kıvamlılık derecesi **"Katı-Çok Katı-Sert"** olarak, belirlenmiştir.

Karabağlar'da Bornova Karmaşığına ait şist birimlerde karot yüzdesi %3-50 arasında değişmekte, RQD değerleri ise %0-32 değerleri arasında değişmektedir. RQD değerlerine göre birimlerin **"Çok Zayıf-Zayıf kaliteli"** kaya kütle kalitesinde olduğu; kireçtaşı birimlerde karot yüzdesi %6-100 arasında, RQD değerleri %0-83 arasında değişmekte, RQD değerlerine göre birimlerin **"Çok Zayıf-Zayıf-Orta-İyi kaliteli"** kaya kütle kalitesinde olduğu; çamurtaşı birimlerinde karot yüzdesi %10-60 arasında, RQD değerleri %0-22 arasında değişmekte, RQD değerlerine göre kaya birimlerin **"Çok Zayıf kaliteli"** kaya kütle kalitesinde olduğu görülmektedir.

Saimbeyli'de 15 metre derinliğindeki 1 kuyuda inklinometre deneyi yapılmış, referans okuma hariç birer aylık peryotlarla 2 okuma alınmıştır. Yapılan ölçümler sonucu elde edilen verilere göre yamaçta herhangi bir hareket gözlenmemiştir. Ancak inklinometre ölçüm sayısı ve ölçüm aralığı yeterli sayıda gerçekleştirilememiş olduğundan, inklinometre verileri, şevde hareket olup olmadığı ile ilgili olarak net bir yargıya varılmasını engellemiştir. Feke'de derinliği 16.50 ve 20.00 metre olan 2 kuyuda inklinometre deneyi yapılmıştır. İNK-1 (SK-2) kuyusu 20 metre derinliğinde açılmış, ayda bir olmak üzere referans okuma da dahil 7 okuma alınan kuyudan İNK-1 (SK-2)'de, A+ yönünde 0.00-6.00 metre arasında 5 mm hareket olduğu; 6.00-15.00 metre arasında hareket başlangıçları olduğu görülmüş, hareketin dolgu ve yamaç molozunun olduğu birim içerisinde

gerçekleştiği tespit edilmiştir. 16.50 metre olan İNK-2 (SK-3) kuyusunda yapılan inklinometre ölçümlerinde; A+ yönünde 0.00-5.00 metre arasında 3 mm hareket olduğu, 5.00-10.00 metre arasında hareket başlangıçları görüldüğü, hareketlerin dolgu ve yamaç molozunun olduğu birim içerisinde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Feke'de SK-3 ve SK-5'de yapılan presiyometre deneyi yapılmıştır. SK-3'de 8.00 metrede Elastisite Modülü 225 kgf/cm^2, Net Limit Basınç değeri 16.17 kgf/cm^2; 13.00 metrede Elastisite Modülü 83 kgf/cm^2, Net Limit Basınç değeri 12.81 kgf/cm; SK-5'de 4.00 metrede Elastisite Modülü 75 kgf/cm^2, Net Limit Basınç değeri 7.38 kgf/cm^2; 7.00 metrede Elastisite Modülü 387 kgf/cm^2, Net Limit Basıncı 16.62 kgf/cm^2; 14.00 metrede Elastisite Modülü 226 kgf/cm^2 Net Limit Basıncı 8.68 kgf/cm^2 olarak hesaplanmıştır. Presiyometre deney sonuçlarına göre zemin, arazi genelinde 12-50 (bar) kum-çakıllar sınıfına girmektedir. Presiyometre deney verileri ile elde edilen nemli kumlar için Φ 32.1-37.3 arasında; kuru kumlar için Φ 31.5-33.44 arasında; kayma mukavemeti (cu) 0.005-0.68 arasında hesaplanmıştır.

Saimbeyli'de arazide alınan numuneler üzerinde zemini tanımlamak ve mühendislik özelliklerini ortaya çıkarmak için laboratuvarda su içeriği, elek analizi, Atterberg Limitleri ve kesme kutusu deneyi yapılmış olup; SK-2'de kohezyon (c) 0.01 kgf/cm^2 Φ 30.4, SK-4'de kohezyon (c) 0.19 kgf/cm^2 Φ 45.2 olarak hesaplanmıştır. SK-4'de LL (Likit Limit) 44.6, 44.1 ve 43.3; PL (Plastik Limit) 21.7, 22.0 ve 22.3; PI (Plastisite İndisi) 22.8, 22.2 ve 23.0 olarak hesaplanmıştır. Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre zemin "GC" (killi çakıl ve killi kumlu çakıl) olarak tanımlanmıştır. Plastisite indisi değerlerine göre zemin plastiklik derecesi **"Plastik"** tir. SK-1 ve SK-2'de plastiklik derecesi **"Non-plastik"** (NP)'dir.

Feke'de arazide alınan numuneler üzerinde laboratuvarda su içeriği, elek analizi, Atterberg limitleri, serbest basınç, kesme kutusu deneyi ve nokta yük deneyi yapılmıştır. SK-1'de kohezyon (c) 0.04 kgf/cm^2 Φ 23, SK-3'de c 0.05 kgf/cm^2 Φ 21; SK-2'de serbest basınç dayanımı (qu) 1.75 ve 1.82 kgf/cm^2 olarak

hesaplanmıştır ve bu değerlere göre zemin katılık derecesi "Orta Sert" olarak bulunmuştur. Nokta yükleme dayanım indeksi $Is_{(50)}$ 0.63 Mpa; SK-3'de $Is_{(50)}$ 0.53 Mpa olarak hesaplanmıştır ve bu değerlerin 1'den küçük olması nedeniyle birim "Çok düşük dirençli kaya" olarak tanımlanmıştır. SK-1'de LL (Likit Limit) 40; PL (Plastik Limit) 19.6; PI (Plastisite İndisi) 20.4; SK-2'de LL (Likit Limit) 43.8 ve 41.6; PL (Plastik Limit) 21.8 ve 21.6; PI (Plastisite İndisi) 22 ve 19.8 olarak hesaplanmıştır. Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre zemin "CI" (orta plastisiteli kil) olarak tanımlanmıştır. Plastisite indisi 19.8-22 aralığında olup, plastiklik derecesi "Plastik" tir.

Karabağlarda araziden alınan numuneler üzerinde su içeriği, doğal yoğunluk, elek analizi, Atterberg Limitleri ile doğal birim hacim ağırlık, direk kesme, üç eksenli basınç deneyi yapılmıştır. Doğal birim yoğunluk 1.81-1.83 g/cm³, su içeriği %5.5-24.7, Likit Limit (LL) % 27.3-96.7, Plastik Limit (PL) %14.3-32.5, Plastisite İndisi (PI) %9.8-72.5 aralığında hesaplanmıştır. Birleşik Zemin Sınıflaması sistemine göre hakim zemin sınıfı "CL" (%83) "Düşük plastisiteli kil" olarak tanımlanmıştır. Plastise İndeksi 9.8-47.9 arasında olup, plastiklik derecesi "Az Plastik-Plastik-Çok Plastik" tir. Doğal birim hacim ağırlık 18.15-18.32 kN/m^3 arasında, direk kesme deneyinden elde edilen kohezyon (c) 0.459-0.627 kgf/cm^2 Φ 8-11 arasında, üç eksenli basınç deneyinden elde edilen (c) 0.64-0.73 kgf/cm^2 Φ 8-10 arasında hesaplanmıştır.

Yeraltı tabakaları ve tabaka kalınlıkları ile zeminin dinamik elastik parametrelerini ortaya çıkarmak amacıyla jeofizik yöntemler kullanılmıştır. Jeofizik veriler jeolojik veriler ile birlikte değerlendirilerek çalışma alanlarına ait zemin özellikleri ortaya çıkarılmıştır. Saimbeyli'de 2 ölçüm Aktif Kaynak Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi (MASW), 2 ölçüm Elektrik Rezistivite Tomografisi (ERT); Feke'de 2 ölçüm MASW, 3 ölçüm ERT, 3 ölçüm Düşey Elektrik Sondaj (DES); Karabağlar'da 25 ölçüm MASW, 9 ölçüm ERT, 11 ölçüm DES ve 20 ölçüm Mikrotremor yapılmıştır.

Saimbeyli'de yapılan MASW çalışmasında; Vp hızlarına göre belirlenen tabakaların sökülebilirlik arasındaki ilişki incelendiğinde; 1.Hat 1.tabaka için P dalga hızı 474 m/s "Çok Kolay Sökülebilirlik", 2.tabaka için 1271 m/s "Orta Sökülebilirlik", 3.tabaka için 3106 m/sn "Son Derece Zor Sökülebilirlik" olduğunu ve 2.Hat 1.tabaka P dalga hızı 448 m/s "Çok Kolay Sökülebilirlik", 2.tabaka için 992 m/s "Orta Sökülebilirlik", 3.tabaka için 1960 m/s "Zor Sökülebilirlik" olduğunu göstermektedir. Vs30 hız değeri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre, zemin sınıfının "ZC" (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar) olduğu; Vp/Vs zemin sıkılık durumuna göre ilk tabakaların katı, derinlere inildikçe zemin sıkılığının gevşediği tespit edilmiştir. Yer hakim titreşim periyod aralığı (T_o) 0.27 ve 0.23; Spektral Büyütme (A_k) 1.74 ve 1.58 olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında meydana gelmesi olası bir deprem etkisini, ilk ölçüm noktasında 1.74 kat, ikinci ölçüm noktasında 1.58 kat artırabilir anlamına gelen bu değer Düşük Tehlike (A) olarak sınıflandırılmıştır. Hesaplanan yoğunluk değerleri; 1.hat 1.tabakada 1.45 g/cm³ "Orta", 2.tabakada 1.85 cm³ "Orta", 3.tabakada 2.31 g/cm³ "Çok Yüksek" olarak; 2.hat 1.tabakada 1.43 g/cm³ "Orta", 2.tabaka 1.74 g/cm³ "Orta", 3.tabakada 2.06 g/cm³ "Yüksek" olarak tanımlanmıştır. Sayısal sonuçlar her iki hatta da ilk iki tabakanın orta sağlamlıkta olduğunu 3.tabakanın ise daha sağlam olduğunu göstermektedir. Kayma Modülü (G) değerleri incelendiğinde; 1.tabaka 1310 ve 1175 kg/cm² "Zayıf", 2.tabaka 2190 ve 2896 kg/cm² "Orta", 3. Tabaka 7309 ve 8213 kg/cm² "Sağlam" dayanımlı olarak tanımlanmıştır. Derinlik arttıkça zemin dayanımı artmıştır. Elastisite Modülü (E) değerleri incelendiğinde; 1.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 3046 ve 2707 kg/cm² "Zayıf", 2.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 6398 ve 8099 kg/cm² "Orta", 3.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 21681 ve 23688 kg/cm² "Sağlam" dayanımlı birimleri göstermektedir. Bu verilere göre, her iki hat ve tabakaların aynı dayanımlarda olduğu görülmektedir. Poisson Oranı değerlerine göre, 1.hatta 1 tabaka poisson oranı 0.16 "Az Gözenekli", 2.tabakada poisson oranı 0.46

"Çok Gözenekli", 3.tabakada poisson oranı 0.48 "Çok Gözenekli"; 2. hat 1.tabakada poisson oranı 0.15 "Az Gözenekli", 2.tabakada poisson oranı 0.40 "Çok Gözenekli", 3.tabakada poisson oranı 0.44 "Çok Gözenekli" olarak tanımlanmıştır. Zeminin sıkışma sınıfını ortaya çıkırmak için hesaplanan Bulk Modülü (K) değerlerine göre 1.hat 1.tabaka 1506 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka 26966 kg/cm^2 "Orta" sıkışma, 3.tabaka 213123 kg/cm^2 "Çok Yüksek" sıkışma; 2.hat 1.tabaka 1299 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka 13260 kg/cm^2 "Orta" sıkışma, 3.tabaka 68200 kg/cm^2 "Yüksek" sıkışma sınıfına girmektedir.

Feke'de yapılan MASW çalışmasında; Vp hızlarına göre iki hatta da ilk tabakalar 809 ve 899 m/sn değerlerine göre "Kolay Sökülebilir", ikinci tabakaların ise 1511 ve 1645 m/sn değerlerine göre "Zor sökülebilir" sınıfındadır. Buna göre; ilk tabakaların gevşek yapıda olduğu, ikinci tabakaların ise daha sert tabakalardan oluştuğunu göstermektedir; Vs30 hız değeri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre, zemin sınıfının "ZC" (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar) olduğu; Vp/Vs oranının 2.03-2.12 değerleri arasında olması nedeniyle her iki hat ve her iki tabakada bulunan zeminin "Gevşek" yapıda olduğu anlaşılmaktadır. Yer hakim titreşim periyod aralığının (T_o) 0.29-0.50 arasında olduğu; Spektral Büyütme (A_k) 1.5 ve 1.4 olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanında meydana gelmesi olası bir deprem etkisini, ilk ölçüm noktasında 1.5, ikinci ölçüm noktasında 1.4 arasında artırabilir anlamına gelen bu değer Düşük Tehlike (A) olarak sınıflandırılmıştır. Yoğunluk değerleri 1.hat 1.tabakada 1.76 g/cm^3 "Orta", 2.tabakada 1.90 cm^3 "Yüksek"; 2.hat 1.tabakada 1.78 g/cm^3 "Orta", 2.tabaka 1.93 g/cm^3 "Yüksek" olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, her iki hatta da ilk tabakaların orta sağlamlıkta ikinci tabakaların ise daha yüksek sağlamlıkta olduğunu göstermektedir. Kayma Modülü (G) değerleri incelendiğinde 1.hat 1.tabaka 2604 kg/cm^2 "Orta", 2.tabaka 10012 kg/cm^2 "Çok Sağlam", 2.hat 1.tabaka 3561 kg/cm^2 "Sağlam", 2.tabaka 12434 kg/cm^2 "Çok Sağlam" dayanımlı olarak tanımlanmıştır. Derinlik arttıkça zemin dayanımı artmıştır. Elastisite Modülü (E)

değerlerine göre; 1.tabakalar 7083 ve 9543 kg/cm² "Orta", 1.hat 2.tabakalar 27032 kg/cm² "Sağlam", 2.hat 2.tabaka 33572 kg/cm² "Çok Sağlam" dayanımlı birim olarak tanımlanmıştır. Poisson Oranı değerlerine göre; 1.hatta 1 tabaka poisson oranı 0.36 "Çok Gözenekli", 2.tabaka poisson oranı 0.35 "Orta Gözenekli"; 2. hat 1.tabaka poisson oranı 0.34 "Orta Gözenekli", 2.tabaka poisson oranı 0.35 "Orta Gözenekli",olarak tanımlanmıştır. Zeminin sıkışma sınıfını ortaya çıkırmak için hesaplanan Bulk Modülü (K) değerlerine göre; 1.hat 1.tabaka 8432 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka için 30036 kg/cm^2 "Orta" sıkışma; 2.hat 1.tabaka 9941 kg/cm^2 "Az" sıkışma, 2.tabaka için 37302 kg/cm^2 "Orta" sıkışma sınıfına girmektedir.

Karabağlar'da yapılan MASW çalışmasında; ilk tabakalardan 342-533 m/sn arasında olanlar "Çok Kolay", 822 m/sn "Kolay" ve 910 m/sn "Orta" sökülebilir; ikinci tabakalar ise 1315-1500 m/sn arasında olanlar "Orta" ve 1573-1792 m/sn arasında olanlar "Zor" sökülebilir olarak değerlendirilmiştir. Vs30 hız değeri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine (2018) göre, zemin sınıfının genel olarak "ZC" (Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış çok çatlaklı zayıf kayalar) olduğu; ilk tabakaların Vp/Vs oranı 1.89-2.39 arasında "Gevşek", 1.72-1.79 arasında "Katı", 1.52-1.59 arasında "Sıkı Katı", 1.29-1.41 arasında "Sağlam Kaya", ikinci tabakalarda ise; 2.30-2.31 "Gevşek", 2.62-2.77 arasında "Çok Gevşek" olarak tanımlanmıştır. Yoğunluk değerleri ilk tabakalarda 1.33-1.39 g/cm³ "Düşük" ve 1.41-1.70 g/cm³ "Orta", ikinci tabakalarda; 1.86-1.90 g/cm³ "Orta" ve 1.91-2.01 g/cm³ "Yüksek" olarak bulunmuştur. Bu değerler ilk tabakaların düşük ve orta sağlamlıkta, 2.tabakaların orta ve yüksek sağlamlıkta olduğunu göstermektedir. Kayma Modülü (G) değerleri incelendiğinde; ilk tabakalarda 879.48-1311.87 kg/cm² "Zayıf", 1604.46-2761 kg/cm² "Orta" ve 4481.47 kg/cm² "Sağlam"; ikinci tabakalarda 2593.26 kg/cm² "Orta", 3230.87-7858.29 kg/cm² "Sağlam", 12220.97 kg/cm² "Çok Sağlam" dayanımlı olarak tanımlanmıştır. Derinlik arttıkça zemin dayanımı artmıştır. Elastisite Modülü (E) değerleri incelendiğinde; ilk tabakalardaki elastisite modülü değerleri 1415.23-4023.90 kg/cm² "Zayıf", 7609.40 kg/cm²

"Orta", 10454.44 kg/cm² "Sağlam"; 2.tabakalardaki elastisite modülü değerleri 7552.87-9413.71 kg/cm² "Orta", 10616.81-21755.30 kg/cm² "Sağlam", 33815.38 kg/cm² "Çok Sağlam" dayanımlı birimleri göstermektedir. Poisson Oranı değerlerine göre, ilk tabakalarda poisson oranı 0.00-0.24 arasında olanlar "Az Gözenekli", 0.25-0.33 arasında olanlar "Orta Gözenekli", 0.38 "Çok Gözenekli"; 2.tabakalarda poisson oranı 0.38-0.46 arasında olanlar "Çok Gözenekli" olarak tanımlanmıştır. Zeminin sıkışma sınıfını ortaya çıkırmak için hesaplanan Bulk Modülü (K) değerlerine göre; 1.tabakalarda 319.94 kg/cm^2 "Çok Az" sıkışma, 521.74-5223.15 kg/cm^2 arasında olanlar "Az" sıkışma, 2123.57-10396.61 kg/cm^2 arasında olanlar "Orta" sıkışma; 2.tabakalarda 28475.68-37825.63 kg/cm^2 arasında olanlar "Orta" sıkışma, 40126.64-55672.16 kg/cm^2 arasında olanlar "Yüksek" sıkışma olduğunu göstermektedir.

Saimbeyli, Feke ve Karabağlar'da yapılan ERT çalışması sonucu elde edilen iki Boyutlu (2B) kesitlerde yeraltı tabakalarının özdirenç değerlerinin derinlikle nasıl değiştiği gösterilmiştir. Özdirenç değişim değerlerini gösteren renk sıkalasında; mavi renkli bölgeler düşük özdirenç, sarı ve turuncu renkli bölgeler orta özdirenç, kırmızı-bordo renkli bölgeler ise yüksek özdirenç değerlerini ifade etmektedir. Saimbeyli'de yapılan ERT çalışmasında, jeolojik birimlerin özdirenci 11.7-456 Ωm arasında; Feke'de yapılan ERT çalışmasında jeolojik birimlerin özdirenç değerleri 2.4-143845 Ωm arasında, Karabağlar'da yapılan ERT çalışmasında da jeolojik birimlerin özdirenç değerlerinin 6.23-222 Ωm arasında değiştiği 2B jeoelektrik kesitlerden tespit edilmiştir.

Feke ve Karabağlar'da jeofizik yöntemlerden Düşey Elektrik Sondaj (DES) çalışması yapılmış ve yeraltındaki tabaka kalınlıkları belirlenmiş, sondaj verileri ile birlikte litoloji ortaya çıkarılmıştır. Feke'de yapılan DES çalışmasında; 1.Tabaka kalınlıkları 1.1-2 metre ve özdirenç değerleri 27.3-54.5 Ωm arasında; 2. tabaka kalınlıkları 3.2-6.2 metre ve özdirenç değerleri 14.5-886.9 Ωm arasında; 3. Tabaka kalınlıkları 8.0-13.5 metre ve özdirenç değerleri 60.1-363.6 Ωm arasında,

4.Tabakaların özdirenç değerleri ise 5450-16083.6 Ωm arasında ölçülmüştür. Karabağlar'da yapılan DES çalışmasında; 1.Tabaka kalınlıkları 3-16 metre arasında ve özdirenç değerleri 14-170 Ωm arasında; 2. tabaka kalınlıkları 4-9.6 metre ve özdirenç değerleri 8-105 Ωm arasında; 3. Tabaka kalınlıkları 9.6-11.2 metre ve özdirenç değerleri 9-38 Ωm arasında, 4.Tabakaların özdirenç değerleri ise 11-28 Ωm arasında ölçülmüştür.

Karabağlar'da jeofizik yöntemlerden Mikrotremor çalışmasıyla elde edilen Zemin hakim titreşim peryotları (To) 0.33-1.05 arasında değişmektedir. Bu değerlere göre çalışma alanı "B" (Orta), "C" (Yüksek) ve "D" (Çok Yüksek) tehlike sınıfına girmektedir. Spektral Büyütme (A_k) değerleri 0.79-2.5 arasında hesaplanmıştır. Mikrotremor sonuçlarına göre çalışma alanında meydana gelebilecek olası bir deprem durumunda, zeminin sahip olduğu nitelikten dolayı depremin etkisini 0.79-2.5 kat daha büyüteceği anlaşılmaktadır. Spektral büyütme (A_k) değerlerine göre çalışma alanı "A" (Düşük tehlike düzeyi) ve "B" (Orta Tehlike düzeyi) sınıfına girmektedir.

Saimbeyli'de Spencer (1967) yöntemi kullanılarak yapılan şev stabilite analizinde statik durum için hesaplanan Güvenlik Sayısı (Fs) 1.123, dinamik durum için Fs ise 0.791 olarak hesaplanmıştır. Statik durum için hesaplanan değerin Fs<1.50 ve dinamik durum için hesaplanan değerin Fs<1.125 olması nedeniyle, şevde stabilite sorunu yaşanabileceği öngörülmektedir. Yapılan hesaplamalar ve arazi incelemesinde görülen küçük ölçekli kaymaların, mevsimsel koşullara bağlı olarak aşırı yağışlar ve buna bağlı olarak yeraltı su seviyesinin yükselmesinin de stabilite sorununu arttıracağı düşünülmektedir.

Feke'de Spencer (1967) yöntemi kullanılarak yapılan şev stabilite analizinde statik durum için hesaplanan Güvenlik Sayısı (Fs) 1.075, dinamik durum için hesaplanan değer Fs ise 0.777'dir. Statik durum için hesaplanan değerin Fs<1.50 ve dinamik durum için hesaplanan değerin Fs<1.125 olması nedeniyle, şevde stabilite sorunu yaşanabileceği öngörülmektedir.

Karabağlar'da Altundağ Mühendislik (2013) tarafından Bishop Limit Denge (1955) yöntemi kullanılarak yapılan şev stabilite analizinde, kil birimi için yapılan analizde; statik durum için Güvenlik Sayısı (Fs) 1.083 ve 1.07, dinamik durum için Fs 0.978 ve 0.988 olarak hesaplanmıştır. Statik durum için Fs<1.50 ve dinamik durum için Fs<1.125 olduğundan zeminde stabilite sorunu ve kayma olabileceği öngörülmektedir.

Karabağlar'da Geomek Mühendislik (2016) tarafından Bishop Limit Denge (1955) yöntemi kullanılarak yapılan şev stabilite analizinde; statik durum için Fs 2.07, 3.725, 3.321, 2.645 ve 8.343 olarak; dinamik durum için Fs 1.009, 1.572, 1.610, 1.253 ve 3.471 olarak hesaplanmıştır. Statik durum için Fs>1.50 ve dinamik durum için dört analizde Fs>1.125'dir. Analiz sonuçlarına göre, analiz yapılan şevlerde stabilite sorunu beklenmemektedir.

Karabağlar'da yapılan jeolojik-jeofizik çalışmalarla elde edilen verilerle zemin tanımlaması yapılmış, şev stabilite analizleriyle de alanın heyelan duyarlılığı yorumlanmıştır. Çalışma alanının heyelan potansiyeli ile ilgili daha net değerlendirme yapabilmek için; şev hareketlerinin ölçülmesini sağlayan inklinometre deneyinin yapılması gerekmektedir.

Bu tez kapsamında çalışma alanlarında yapılan jeolojik-jeofizik çalışmalar sonucu elde edilen verilerle, stabilite analizi ile hesaplanan güvenlik sayıları verilerine göre çalışma alanlarında heyelan riski olabileceği öngörülen alanlar Google Earth harita üzerinde gösterilmiştir.

Heyelan potansiyelinin belirlenmesine yönelik olarak, çalışma alanlarının topoğrafik ve jeolojik özelliğinin yanı sıra büyüklüğü de dikkate alınarak seçilen jeofizik yöntemlerin tez çalışmasına önemli katkıları olmuştur. Jeofizik çalışmaların; toprak veya kaya kütlesinin niteliği hakkında bilgi vermesi, geniş ölçekli arazi çalışmasının yapılabilmesi; yamaçlarda ölçüm noktalarının kolay konuşlandırılabilir olması nedeniyle heyelanların tespitinde ve değerlendirilmesinde önemli katkıları olmuştur.

KAYNAKLAR

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2015. Heyelan Kaya Düşmesi Temel Klavuz, 21-25.

Akan, R., Keskin, S.N. ve Yazıcı, M.F., 2017. Kil Zeminlerin Su Muhtevası ile Serbest Basınç Mukavemeti Arasındaki İlişki, Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 1, Sayı 2.

Akdeniz, N., Konak, N., Öztürk, Z. ve Çakır, M.H., 1986, İzmir-Manisa dolaylarının jeolojisi. MTA Raporu Derleme No: 7929, 164 s., Ankara.

Aksu, A.E., Piper, D.J.W. ve Konuk, T., 1987. Late Quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı bays, western Turkey, Marine Geology, 76, 89-104.

Akyürek, B. ve Soysal, Y., 1983, Biga yarımadası güneyinin (Savaştepe-Kırkağaç-BergamaAyvalık) temel jeoloji özellikleri. MTA Dergisi, 95/96, 1-2.

Altundağ Mühendislik, 2013. Karabağlar ilçe sınırları içinde kalan 1/1000 ölçekli 29 adet paftada yer alan 540 hektarlık sahanın Uygulama imar planına esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu.

Altunkaynak, Ş. ve Yılmaz, Y., 2000, Foça yöresinin jeolojisi ve aktif tektoniği, Batı Anadolu. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM 2000), Bildiriler Kitabı, 160-165, İzmir.

Ansal, A., Biro, Y., Erken, A., Gülerce, Ü., 2004. Seismic Microzonation: a case study, in Ansal, A. eds., Recent Advances in Earthquake Geotechnical Engineering and Microzonation, Kluwer Academic Publishers, 253-266

A.s.t.m., 1991, Standart Test Method for Rock Mass Using, Inclinometers, D 4622 - 86 A.S,T,M. Subcomittee D 18-. 12 on Rock Mechanics.

Aşçı, M., Özçep, F., Yas, T., Alpaslan, N., 2004. Görünür Özdirenç (Schlumberger) Verilerinin Sönümlü En Küçük Kareler (Marquardt) Tekniğiyle Modellenmesi, İstanbul Üniv.Müh.Fak.Yer Bilimleri Dergisi, C. 17, S. 2, SS. 111-118.

Aybirdi İnşaat Jeofizik Mim.Müh.Emlak Taah. Ve Tic. Ltd. Şti, 2021. Adana ili Feke ilçesi İslam Mahallesi M35B19C2D pafta sınırları içerisinde heyelan nedeniyle afete maruz bölge ilan edilen alanın kütle hareketi durumunu değerlendirmek amacıyla yapılan jeolojik-jeoteknik etüt raporu.

Ayhan, A., 1987. Kozan-Elmadağı (Adana ili) arasının jeolojisi (Doğu Toroslar-Türkiye). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Jeoloji Müh. Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İstanbul, 160 s.

Ayhan, A. 1988. 1:100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Kozan-J 21 paftası. MTA Gen. Müd. Yayını, 12 s., Ankara.

Ayhan, A. ve İplikçi, E. 1980. Adana İline Bağlı Kozan-Feke Saimbeyli Dolayının Jeoloji Raporu. MTA Derleme No: 6737, Ankara (yayınlanmamış).

Aytun, A., 2001. Olası Deprem Hasarını En Aza İndirmek Amacıyla Yapıların Doğal Salınım Periyotlarının Yerin Baskın Periyodundan Uzak Kılınması: Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, (73-82)., 2001.

Bajlan, H, G. F., 2016. Numerical Analysis of Geosynthetic Reinforced Earth Walls with Finite Element Method, University of Dicle, Institute Of Natural and Applied Sciences, Master Thesis, Diyarbakır.

Barka, A., Reilinger, R. ve Emre, Ö., 2000, Orta Batı Anadolu transform/ridge/transform üçlü eklemi. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM 2000), Bildiriler Kitabı, s.39, İzmir.

Başokur, A. T., 2002. Doğrusal ve doğrusal olmayan problemlerin ters çözümleri. Ankara: Jeofizik Mühendisleri Odası Eğitim Yayınları.

Bbc News Türkçe. Erişim: 2022. www.bbc.com

Bedi, Y. ve Usta, D., 2006. Tufanbeyli-Feke-Kozan dolayının Paleozoyik stratigrafisi (Doğu Toroslar), Türkiye Stratigrafi Komitesi 6.Çalıştayı, Toros Kuşağı ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi Prekambriyen-Paleozoyik Kaya Birimlerinin Litostratigrafi Adlmaları Özler Kitabı, Ankara, 22-23.

Bell, R., Kruse, J.-E., Garcia, A., Glade, T., Hördt A, 2006. Subsurface investigations of landslides using geophysical methods geoelectrical applications in the Swabian Alb (Germany), Geographica Helvetica, 61, 201-208.

Bieniawski, Z.T., 1975. The point-load test in geotechnical practice. Engineering Geology, 9, M lpp.

Bishop, A. W., 1955. The use of the slip surface instability analysis of slopes. Geotechnique, 5 (1), 7-17.

Blumenthal, M.N., 1941. Niğde ve Adana Vilayetleri Dahilindeki Torosların Jeolojisine Umumi Bir Bakış. M.T.A. Seri B, No. 6, 48 s.

Bozbay, E., Kozan, A.T., Bircan, A. ve Öğüdüm, F., 1986. Küçük Menderes havzasının (Batı ve Orta Bölümü) jeomorfolojisi. MTA Genel Müdürlüğü, Rapor Derleme No: 8008, Ankara (yayımlanmamış).

Bozkurt, E. ve Park R.G., 1994. Southern Menderes massif: an incipient metamorphic core complex in western Anatolia, Turkey, J. Geol. Soc. London, 151, 213–216.

Brunn, J.H., Dumont, J.F., Graciansky, P.C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A., 1971. Outline of the geology of the western Taurids. Geology and History of the Turkey, In. A.S.Compbelli (ed.), Tripoli, 225–255.

Cassan M., 2005. Le pressiomètre et la résistance au cisaillement cas particulier des argiles saturées, in Les 50 ans du pressiomètre, Presses ENPC-LCPC, Paris.

Chang, K., Chan, Y., Chen, R., Hsieh, Y., 2018. Geomorphological evolution of landslides near an active normal fault in northern Taiwan, as revealed by lidar and unmanned aircraft system data, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 18, 709–727.

Chen, C., Lida, T., Yamada, Y., 2017. Effects of active fault types on earthquake-induced deep-seated landslides: A study of historical cases in Japan, Geomorphology 295, 680-689.

Cruden, D.M. and Varnes, D. J., 1996. Landslide types and processes, in: Landslides. Investigation and Mitigation, edited by: Tuner, A., K. and Schuster, R.L., Special report of the Transportation Resarch Brand.Naturel Resarch Council, National Academy Press, Washington DC, 36-75.

Çakmakoğlu, A., Bilgin, Z.R. 2006. Karaburun Yarımadası'nın Neojen öncesi stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 132, 33-62.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Adana Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. Erişim: 2022. https://adana.csb.gov.tr/

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim:2022. https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim:2022. https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=ADANA

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim: 2022. https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=IZMIR

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Erişim:2022. https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx

Deere, D.U., 1964. Technical description of rock cores, Rock Mechanics Engineering Geology, 1 (16-22).

Demirtaşlı E. 1967. Lithostratigraphic units and petroleum potential of the Pınarbaşı-Sarız- Mağara region, MTA Report No. 3489, Ankara, (in Turkish).

Elbir, G., 2009. Gülbahçe Körfezi Çevresinin Jeolojisi. Yayınlanmamış Bitirme Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Epada, P.D., Sylvestre, G., Tabod, C.T., 2012. Geophysical and geotechnical investigations of a landslide in Kekem area, Western Cameroon, International Journal of Geosciences, 3 (04), 780-789.

Emre, Ö. ve Barka, A., 2000, Gediz grabeni –Ege denizi arasının (İzmir yöresi) aktif fayları. Batı Anadolu'nun Depremselliği Sempozyumu (BADSEM 2000), Bildiriler Kitabı, 131–132, İzmir.

Emre, Ö., Özalp, S., Doğan, A., Ozaksoy, V., Yıldırım, C. ve Göktaş, F. (2005): İzmir Yakın Çevresinin Diri Fayları ve Deprem Potansiyelleri (The Report on Faults of Izmir and its Vicinity and their Earthquake Potentials), MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Rapor No: 10754, Ankara.

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Erişim: 2022. http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx

Ercan, A., 2001. Yer Araştırma Yöntemleri; Bilgiler Kurallar, TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını, 339 s.

Ercanoğlu, M., Kaşmer, Ö. and Temiz, N., 2008. Adaptation and comparison of expert opinion to analytical hierarchy process for landslide susceptibility mapping. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol: 67, No:4, 565-578.

Erdoğan, B., 1990, İzmir–Ankara Zonu'nun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi, TPJD Bülteni, 2, 1–20.

Erdoğan, B., Altıner, D., Güngör, T., B.SARI / Beytitepe Kireçtaşı'nın (Bornova Fliş Zonu) Gökdere Alanında (İzmir, Batı Türkiye) Planktonik Foraminifer Biyostratigrafisi ve Litostratigrafisi 591 Özer, S. 1990. The stratigraphy of the Karaburun peninsula, Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey Bulletin, Cilt. 111, s. 1-23.

Erdoğan, B. ve Güngör, T., 1992, Menderes Masifinin kuzey kanadının stratigrafisi ve tektonik evrimi. TPJD Bülteni, 4; 1, s. 9-34.

Ertürk, E., 1996. Şevlerde hareketlerin izlenmesi için inklinometre aletinin kullanımı ve bir örnek uygulama, H.Ü. Jeoloji Mühendisliği, 48, 57.

Eşder, T., 1988, Gümüldür-Cumaovası (İzmir) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanaklarının araştırılması. Doktora Tezi, İstanbul Üniv. Fen Bil. Enst. Jeoloji Müh. Böl. Anabilim Dalı, 401 s. (Yayımlanmamış).

Gambin M., Rousseau J. (1988). Interpretation and application of pressuremeter test results to Foundation design, General Memorandum. Sols Soils, no 26-1975 - Revised 1988.

Gelişli, K. and Ersoy, H., 2017. Landslide investigation with the use of geophysıcal methods: a case study in northeastern Turkey, Advances in Biology & Earth Sciences, 52-64.

Genç, Ş.C., Altunkaynak, Ş., Karacık, Z., Yazman, M., Yılmaz, Y., 2001, The Çubukludağ graben, south of İzmir: tectonic significance in the Neogene geological evolution of the Western Anatolia. Geodinamica Acta, 14, 1–12.

Geomek Mühendislik Geoteknik Proje Maden İnş.Taah.Tic.Ltd.Şti., 2016, İzmir ili Karabağlar ilçesi Uzundere Mahallesindeki 12.03.1997 tarih ve 97/9416 sayılı afete maruz bölgenin revizyonuna esas jeolojik-jeoteknik etüt raporu.

Gökçe, O., Özden, Ş., Demir, A., 2008. Türkiye'de Afetlerin Mekansal ve İstatistiksel Dağılımı Afet Bilgileri Envanteri, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara.

Gökçeoğlu, C. ve Ercanoğlu, M. 2001. Heyelan duyarlılık haritalarının hazırlanmasında kullanılan parametrelere ilişkin belirsizlikler, Yerbilimleri, 23 (2001), 189-206.

Göncüoğlu, M.C., Göncüoğlu, Y., Kozlu, H. ve Kozur, H. W., 2004. Geological evolution of the Taurides during the Infra-Cambrian to Carboniferous period: a Gondwanan perspective based on new biostratigraphic findings. Geol. Carphatica, 55, 433-447.

Gürsu, N., 2019. Urla (İzmir-Batı Türkiye) Mesozoyik karbonat istiflerinin forminifer mikropaleontolojisi, biyostratigrafisi ve fasiyes özellikleri. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hack, R., (2000). Geophysics for slope stability. - In: Surveys in geophysics 21, 4, 423-448.

Hakyemez, Y.H., Erkal, T. ve Göktaş, F., 1999, Late Quaternary evolution of the Gediz and Büyük Menderes grabens, Western Anatolia, Turkey. Quaternary Science Reviews, 18, 549-554.

Havenith, H.B., Strom, A., Torgoev, I., Lamair, L., Ischuk, A., Abdrakhmatov, K., 2015. Tien Shan geohazards database: earthquakes and landslides, Geo-morphology 249, 16-31.

Işık.V, 2021. Türkiye Jeolojisi Ders Notları, Ankara Üniverisitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Işıntek, İ., Masse, J. P., Altıner, D. ve Işınn, B., 2000, Age of a bauxite-bearing limestones block in the Bornova Wildflysch Zone of the Taurides (Western Turkey): International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region (IESCA) 2000, İzmir-Turkey, 67.

Işintek, İ., Altıner, D., Özkan-Altıner, S., Masse, J.P. 2006. Geology and the age of the bauxite-bearing limestone block in the Bornova Wildflysch Zone of the Taurides (İzmir, western Turkey). 59th Geological Congress of Turkey, Ankara, 225-226.

İşintek, İ., Altıner, D., Özkan-Altıner, S., Tekin, U. K. 2009a. New fossil data from a carbonate sequence of Middle Triassic to Early Malm age within the Bornova Flysch Zone (south of Soma, Manisa, western Turkey). 62nd Geological Congress of Turkey, Ankara, 690-691.

İçişleri Bakanlığı. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim: 2022. https://deprem.afad.gov.tr/depremkatalogu

İçişleri Bakanlığı. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim: 2022. https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi

İçişleri Bakanlığı. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim: 2022. https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/main.xhtml

İçişleri Bakanlığı. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. Erişim: 2022. https://heysemp.afad.gov.tr/tr/24326/Turkiyenin-Heyelan-Tarihcesi

İçişleri Bakanlığı. İzmir Valiliği. Erişim 2022. http://izmir.gov.tr/

İnci, U., Sözbilir, H., Sümer, Ö. ve Erkül, F., 2003, Urla-Balıkesir arası depremlerin nedeni fosil bir fay. Cumhuriyet Bilim ve Teknik Dergisi, 21 Haziran 2003, 7-8.

Janbu, N., 1976, Slope stability computations Embank Dam Enginnering (Eds. Hirschfeld&Poulos) J. Wiley, NewYork.

Jogmans, D., Garambois, S., 2007. Geophysical investigation of landslides : a review, Hal archives-ouvertes, 178 (2), 101-112.

Kanai, K., 1983. Engineering Seismology, 1, Tokyo: University of Tokyo Press.

Kaya, O., 1979. Ortadoğu Ege çöküntüsünün (Neojen) stratigrafisi ve tektoniği. TJK Bülteni, 22, 35-58.

Kaya, O., 1981. Miocene reference section for the coastal parts of west Anatolia, Newsletter Startigr., 10, 164-191.

Keçeli, A. 1990. Sismik Yöntemlerle Müsaade Edilebilir Dinamik Zemin Taşıma Kapasitesi ve Oturmasının Saptanması. Jeofizik, 4(2), 83-92.

Keçeli, D.A., 2009. Uygulamalı Jeofizik, Jeofizik Müh.Odası Yayınları, No:9, s.115.

Ketin, İ., 1977. Genel Jeoloji, Yerbilimlerine Giriş. İstanbul Tek. Üniv. Vakfı, İstanbul, 1, 597.

Koçyiğit, A., Yusufoğlu, H. ve Bozkurt, E., 1999, Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey. J. Geol. Soc., London, 156, 605–616.

Kop, A., 2003. Gökçeköy – Kışlak – Menkez – Akdam (D – KD Aladağ, Adana) dolayının tektono – stratigrafisi ve yapısal evrimi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 311 s, Adana.

Kremier, A., Arnold, M., 2000. Managing disaster risk in emerging economies, The Intemational Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.

Kublay, E.,2011. Gülbahçe Güneyindeki (Urla – İzmir) Mesozoyik karbonatlarının jeolojisi, fosil içeriği ve fasiyes özellikleri. Yayınlanmamış Bitirme Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Lengeranlı, Y., Baykul, A., Sun, A., Işın, R., Metli, F., Avşar, M., Türkbileği, H, Tan, T. ve Karat, H.İ., 1998, İzmir ilinin çevre jeolojisi ve doğal kaynakları raporu. MTA Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No: 10137, 271 s.

Leonards, G.A. (Editor), 1962, Foundation engineering, Mc. Graw Hill Book Comp. 1136s.

Liu, S.Y., Shao, L.T., Li, H.J., 2015. Slope stability analysis using the limit equilibrium method and two finite element methods, Computers and Geotechnics 63,pp. 291–298,

Menard, L., 1965. The Determination Of The Bearing Capacity And Settlement Of Foundations From Pressuremeter Tests, Proc. 6th Int.Conf.SMFE, Montreal, V.2, 295.

Merritt, A.J., Chambers, J. E., Murphy, W., Wilkinson, P. B., West, L. J., Gunn, D. A., Meldrum, P. I., Kirkham M. & Dixon, N., 2014. 3D ground model development for an active landslide in Lias mudrocks using geophysical, remote sensing and geotechnical methods, Landslides 11, 537-550.

Metin, S. 1983. Doğu Toroslar'da Derebaşı (Develi) Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) köyleri arasının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Müh.Bölümü, Doktora Tezi, İstanbul.

Metin, S. 1983/1984. Doğu Toroslarda Derebaşı (Develi), Armutalan ve Gedikli (Saimbeyli) köyleri arasının jeolojisi, İ.Ü. Müh. Mim. Fak. Yerbilimleri Dergisi, Cilt: 4 (1-2); s. 45-66.

Metin, S., 1986. Doğu Toroslar'da Bakırdağı ve dolayının jeolojisi. MTA Derleme Rapor No:7888 (Yayınlanmamış)

Metin, S., Papak, İ., Keskin, H., Özsoy, İ., Polat, N., Altun, İ., İnanç, A., Haznedar, H., Konuk, O., Karabalık, N.N., 1982. Tufanveyli-Sarız-Göksun ve Saimbeyli arasının jeolojisi (Doğu Toroslar). MTA Derleme Raporu, Ankara, 9729 (Yayınlanmamış).

Midorikawa, S., 1987. Journal of Structural Engineering 33b (1987) 43-48

Monod, O., Kozlu, H., Ghienne, J-F., Dean. W. T., Günay, Y., Le Herisse, A., Paris F. ve Robardet, M., 2003. Late Ordovician Glaciation in Southern Turkey, Terra Nova, 15, 249–257.

Morgenstern, N.R. ve V.E. Price., 1965, The analysis of the stability of general slip surfaces Geotechnique 15: 1: 79

Nurlu, N., Akıncı, A.C., 2020. Gürleşen-Tülü (Doğu Toroslar) Yöresinde Yüzeyleyen Paleozoyik ve Mesozoyik Birimlerin Petrografisi ve Stratigrafisi, ÇÜ Müh-Mim.Der., 35(2), 485-496.

Ocakoğlu, N., Demirbağ, E. ve Kuşçu, İ., 2005, Neotectonic structures in İzmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike-slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. Marine Geology, 219, 155–171.

Okay, A.İ., 2000, Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core complex in northwest Turkey. Geol. Mag., 137, 495-516.

Okay, A.İ., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996, Paleo- and Neo-Tethyan events in northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints: In: Yin, A. ve Harrison, M. (eds) Tectonics of Asia. Cambridge University Press, 420-441.

Okay A.İ. ve Siyako M., 1991, The new position of the İzmir–Ankara Neo-Tethyan suture between İzmir and Balıkesir. In: Turgut S. (Ed.), Tectonics and Hydrocarbon Potential of Anatolia and surrounding regions, Ozan Sungurlu Symposium Proceedings, pp. 333– 355.

Okay, A.İ., Altıner, D. 2007. A condensed Mesozoic succession North of İzmir: A fragment of the Anatolide-Tauride platform in the Bornova Flysch Zone, Turkish Journal of Earth Sciences, Cilt. 16, s. 1-23.

Okay, A.İ., İşintek, İ., Altıner, D., Özkan-Altıner, S., Okay, N. 2012. An olistostrome-mélange belt formed along a suture: Bornova Flysch zone, western Turkey. Tectonophysics.

Öncel, K., 1975. Zeminlerin sökülebilirliği ile P-tipi dalga hızları arasındaki ilişki. Karayolları Teknik Bülteni. Ekim, 347-387.

Özgül N. 1976. Some geological aspects of the Taurus orogenic belt. Bulletin of the Geological Society of Turkey, 19, 65-78, (in Turkish).

Özgül, N. 1984. Stratigraphy and tectonic evolution of the Central Taurides. International symposium on the geology of the Taurus Belt. Edt; Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C., 77-90, Ankara.

Özgül, N. ve Kozlu, H. 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) yöresinin stratigrafisi ve yapısal konumu ile ilgili bulgular, TPJD Bülteni, Cilt 14, Sayı 1, Sayfa 1-36.

Özgül, N., Metin, S., Göğer, E., Bingöl, İ., Baydar, O. ve Erdoğan, B., 1973. Tufanbeyli dolayının (Doğu Toroslar, Adana) Kambriyen-Tersiyer kayaları, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, Cilt: 16; s. 39-52.

Öztürk, K., 2002. Heyelanlar ve Türkiye'ye etkileri. G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22 (2), s.35-50.

Pınarlık, M., Kardoğan, P.S.Ö., Demircan, R.K.D., 2017. Şev stabilitesine zemin özelliklerinin etkisinin limit denge yöntemi ile irdelenmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 5(3), 675-684.

Sabah Gazetesi. Erişim: 2021. www.sabah.com.tr

Samouelien, A., Cousin, I., Tabbagh, A., Buruand, A., Richard, G., 2006. Electirical resistivity survey in soil science: a review, Hal archives-ouvertes, 83, 173-193.

Satı, Y., (2016). Sıkıştırılmış İnce Daneli Zeminlerin Kayma Mukavemetinin Drenajlı Koşullarda İncelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Schuster, R.L., and Fleming, R.W., 1986, Economic losses and fatalities dueto landslides, Bulletin of the Association of Engineering Geologists, 23 (1), 11-28.

Senowbari-Daryan, B., İşintek, İ. 2008. Izmirella cretacea nov. gen., nov. sp., an enigmatic bioconstructing alga from the Lower Cretaceous, NE of Bornova İzmir/Turkey, Geologia Croatica, Cilt. 61, s. 273-295.

Seyitoğlu, G. ve Scott, B.C., 1991, Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. Geol. Mag., 128, 155–166.

Seyitoğlu, G., Scott, B.C. ve Rundle, C.C., 1992, Timing of the Cenozoic extensional tectonics in western Turkey, J. Geol. Soc. London, 149, 533-538.

Shao, X., Ma, S., Xu, C., Shen, L., Lu, Y., 2020. Inventory, distribution and geometric characteristics of landslides in Baoshan City, Yunnan Province, China, Sustainability.

Sis Mühendislik Jeoteknik Taah.Danışmanlık, 2020. Adana ili Saimbeyli ilçesi İslam Mahallesi M36-A-02-B-2D ve M36-A-02-B-1C pafta sınırları içerisindeki afete maruz bölgenin kütle hareketi durumunu değerlendirmek amacıyla yapılan jeolojik-jeoteknik etüt raporu.

Spencer, E., 1967 A method of analysis of the stability of embankments assuming parallel inter-slice forces Geotechnique 17:1:11-26

Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Boray, A., 1987, Türkiye'nin Diri Fayları ve Depremsellikleri. Maden Tetkik ve Arama.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Kuşçu, İ., 1992, Türkiye Diri Fay Haritası, 1:2.000.000 ölçekli, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

Şenel, M., Bedi, Y., Metin. Y., Dalkılıç, H., Keskin, H., Kuru, K., Alan, İ., Balcı, V., Vergili, Ö., Usta, D., Usta, M., Tok, T., Şahin, Ş., Özkan, M.K., Taptık, M.A., Kop, A., 2002. Doğu Toroslar'ın batı kesiminin stratigrafik ve yapısal özellikleri, komşu bölgelerle korelasyonu. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, Ankara, 249.

Şengör, A.M.C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, TJK yayını, 40s.

Şengör, A. M. C., ve Kidd, W. S. F., 1979. Post collisional tectonics of the TurkishAnatolian plateau and a comparision with Tibet. Tectonophysics, 55, 361-376.

Şengör, A. M. C., ve Yılmaz, Y., 1984. Türkiye'de Tetis'in Evrimi. Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi, Ankara, 1, 75.

Şengör, A.M.C., Satır, M., Akkök, R., 1984, Timing of tectonic events in the Menderes Massif, Western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for PanAfrican basement in Turkey. Tectonics 3:693–707

Şengör, A.M.C., Görür, N. ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle K.T., ChristieBlick N. (Eds.), Strike-slip Faulting

Tan, O. ve Taymaz, T., 2003, Seismotectonics of Karaburun Peninsula and Kuşadası Gulf: source parameters of April 2, 1996 Kuşadası Gulf and April 10, 2003 Seferihisar (İzmir) earthquakes. International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology and Field Training Course in Paleoseismology, Middle East Technical.

Telford, WM., 1976. Geldart, LP., Sheriff, RE ve Keys DA., Applied Geophysics, Cambridge University Pres.

Terzaghi, K. and Peck, R.B., 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley, New York.

Tekeli, O., 1980. Toroslarda Aladağlarm Yapısal Evrimi, Türkiye Jeoloji Kurultay Bülteni, 23/1., 1145.

TS 1901 1975. İnşaat Mühendisliğinde Sondaj Yolları ile Örselenmemiş Numune Alma Yöntemleri.

Tutkun, S.Z., 1989. Saimbeyli (Adana) yöresinin stratigrafisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri. A Yerbilimleri, 1-1, 31-40.

United States Geological Survey. Erişim: 2021. http://pubs.usgs.gov

Usta, D.,Şenel, M., Bedi, Y., Vergili, Ö., Usta, M., Balcı, V., Kuru, K., Tok, T., Özkan, M., Kop, A., 2004. Kozan-Tufanbeyli (Adana) Arasındaki Yapısal Birimlerin Jeolojik Özellikleri, 57. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 275-276.

Usta, D., Usta, M., Balcı, V., Kop, A., 2013. Doğu Toroslar'ın (Kozan-Feke/Adana dolayı) jeolojisi ve metalojenizi. MTA Derleme Raporu, Ankara, 11635, 272.

Uyanık, O., Çatlıoğlu, B., 2014. Elektrik özdirenç ve sismik kırılma yöntemlerinden heyelan geometrisinin belirlenmesi, SDÜ Fen Bil.Ens.Der., 18 (3), 22-29.

Ünlügenç, U.C., Kelling, G., Demirkol, C., 1990. Aspects of Basin Evolution in the Neogene Adana Basin, SE Turkey. IESCA-1990, cilt.1, sa.2, ss.353-369,1990 (HakemliDergi)

Ünlügenç, U.C., 1993. Controls on Cenozoic sedimentation in the the Adana Basin, Southern Turkey. Kele University, Ph.D. Thesis, UK., 1, 228.

Ünsal, N., 2005. Heyelanlar ve Kütle Hareketleri, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi.

Varnes, D. J., 1978. Slope Movements, Type And Processses. In Schuster, R.L., Krizek, R.J. (Eds.), Landslide Analysis and Control. Transportation Research Board, National Academy of Scienses, Special Report 176, Washington D.C.

Wp/Wlı (Working Party on World Landslide Inventory), 1993. A suggested method for describing the activity of a landslide, IAEG Bull. 47, 53-57.

Yetiş, C., 1988 b. Paleozoic-Mesozoic Stratigraphy of Feke-Fekedağ (Adana) Area (Eastern Taurus). Geosound, Adana, 16, 29-51.

Yıldız L., 2005. Donatıyla Güçlendirilmis Sevli Zemine Oturan Yüzeysel Temel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Yılmaz, Y., 1997, Geology of Western Anatolia. In: Schindler, C ve Pfister, M. (Eds.) Active tectonics of Northwestern Anatolia–The Marmara Poly Project; A multidisciplinary approach by Space Geodesy,Geology,Hydrogeology, Geothermics and Seismology. Vdf. Hochschulerl, an der ETH Zurich, pp. 31–53.

Yılmaz, İ., 2004. Doğu Torosların Mansurlu-Saimbeyli (Adana) Kesiminin Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 133-145.

Yılmaz, Y., Genç, S.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak Ş. ve Elmas, A., 2000, When did the western Anatolian grabens begin to develop? In: Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.), Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area, Geological Society Special Publication 173, Geological Society, London, pp. 353–384.

Yılmaz, H.ve Yılmaz, A., 2004. Divriği (Sivas) Yöresinin Jeolojisi ve Yapısal Evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, No 47/1, 13-45.

ÖZGEÇMİŞ

Özlem ATMA, ilkokul, ortaokul ve liseyi Adana'da tamamladı. 1998 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne başlayarak 2003 yılında mezun oldu. 2010 yılında Kars İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nde Mühendis olarak çalışmaya başladı. 2017 yılında Adana İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'ne tayin oldu. Halen aynı iş yerinde çalışmaktadır. 2018 yılında Çukurova Üniveristesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisansa başladı.

EKLER

EK-1

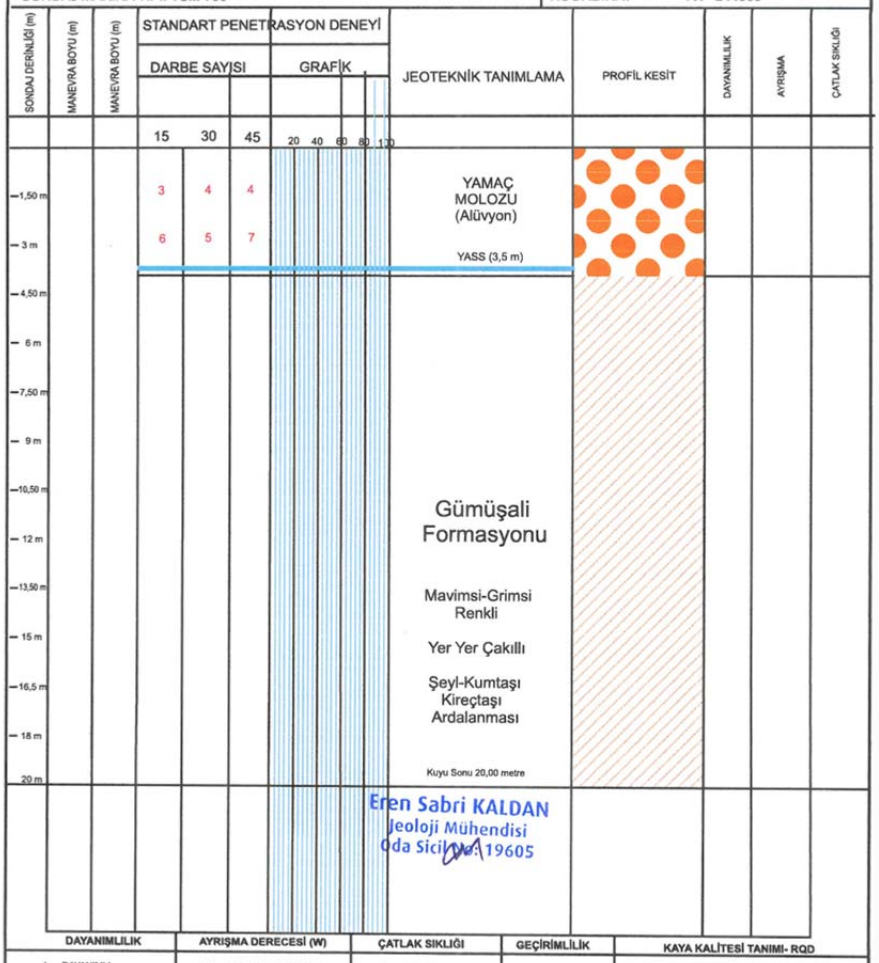
SONDAJ LOGLARI

PROJE ADI: **SİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜD ÇALIŞMASI**

SONDAJ YERİ: **İSLAM MAH. / SAİMBEYLİ / ADANA**

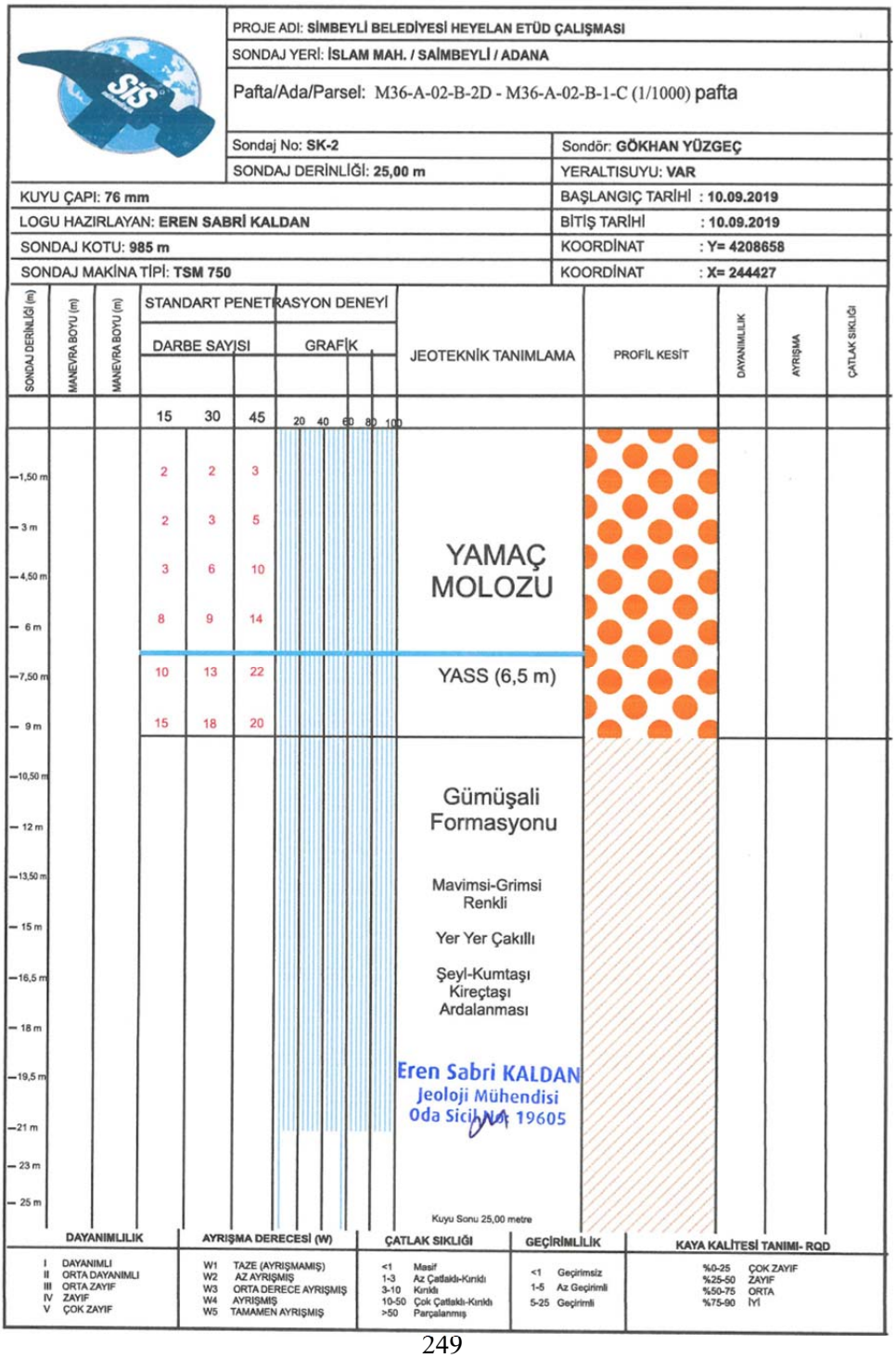
Pafta/Ada/Parsel: M36-A-02-B-2D - M36-A-02-B-1-C (1/1000) pafta

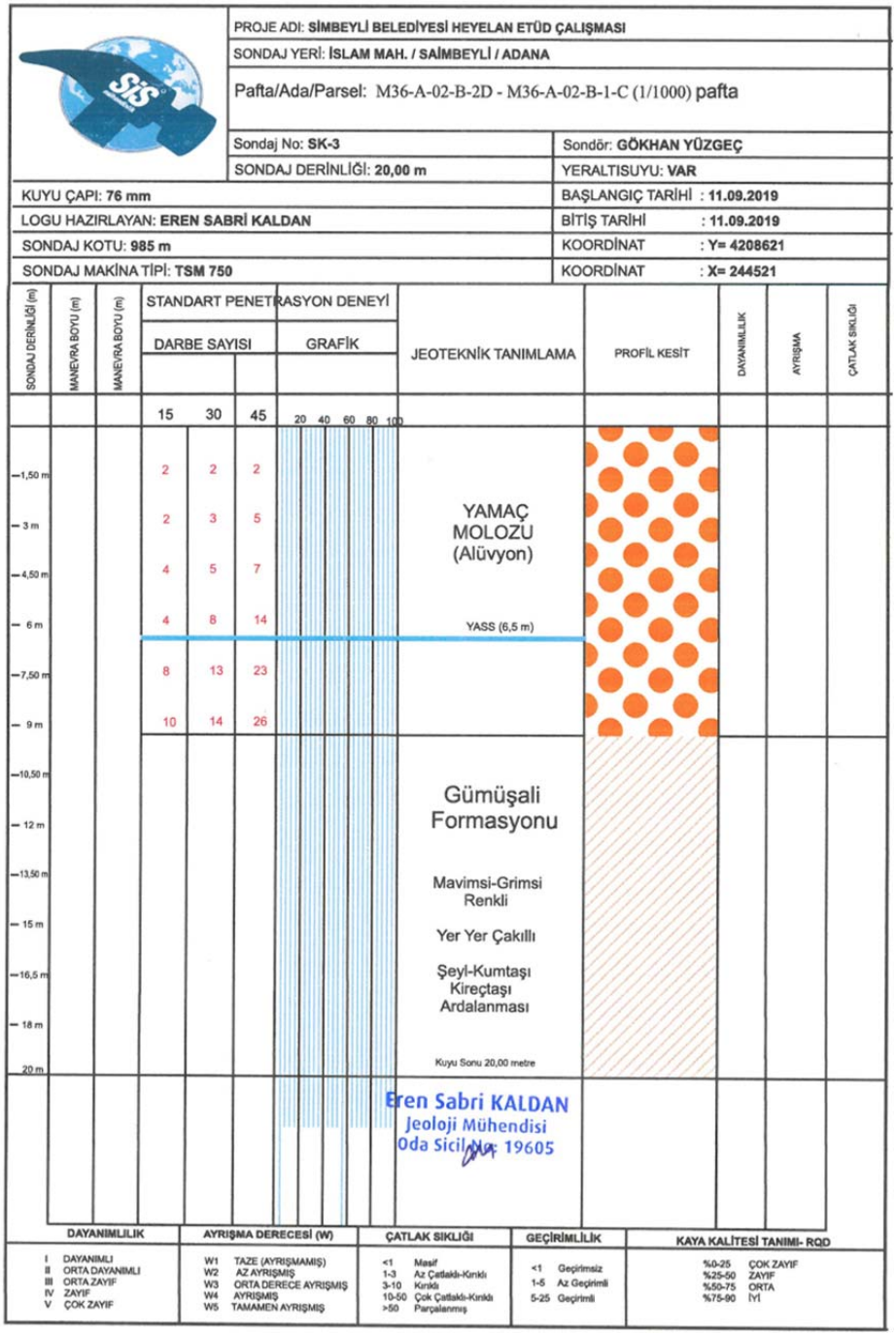
Sondaj No: **SK-1**	Sondör: **GÖKHAN YÜZGEÇ**
SONDAJ DERİNLİĞİ: **25,00 m**	YERALTISUYU: **VAR**
KUYU ÇAPI: **76 mm**	BAŞLANGIÇ TARİHİ : **10.09.2019**
LOGU HAZIRLAYAN: **EREN SABRİ KALDAN**	BİTİŞ TARİHİ : **10.09.2019**
SONDAJ KOTU: **985 m**	KOORDİNAT : **Y= 4208622**
SONDAJ MAKİNA TİPİ: **TSM 750**	KOORDİNAT : **X= 244365**



Eren Sabri KALDAN
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 19605

DAYANIMLILIK	AYRIŞMA DERECESİ (W)	ÇATLAK SIKLIĞI	GEÇİRİMLİLİK	KAYA KALİTESİ TANIMI- RQD
I DAYANIMLI	W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)	<1 Masif	<1 Geçirimsiz	%0-25 ÇOK ZAYIF
II ORTA DAYANIMLI	W2 AZ AYRIŞMIŞ	1-3 Az Çatlaklı-Kırıklı	1-5 Az Geçirimli	%25-50 ZAYIF
III ORTA ZAYIF	W3 ORTA DERECE AYRIŞMIŞ	3-10 Kırıklı	5-25 Geçirimli	%50-75 ORTA
IV ZAYIF	W4 AYRIŞMIŞ	10-50 Çok Çatlaklı-Kırıklı		%75-90 İYİ
V ÇOK ZAYIF	W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ	>50 Parçalanmış		


PROJE ADI: SİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜD ÇALIŞMASI
SONDAJ YERİ: İSLAM MAH. / SAİMBEYLİ / ADANA
Pafta/Ada/Parsel: M36-A-02-B-2D - M36-A-02-B-1-C (1/1000) pafta
Sondaj No: SK-2
Sondör: GÖKHAN YÜZGEÇ
SONDAJ DERİNLİĞİ: 25,00 m
YERALTISUYU: VAR
KUYU ÇAPI: 76 mm
BAŞLANGIÇ TARİHİ : 10.09.2019
LOGU HAZIRLAYAN: EREN SABRİ KALDAN
BİTİŞ TARİHİ : 10.09.2019
SONDAJ KOTU: 985 m
KOORDİNAT : Y= 4208658
SONDAJ MAKİNA TİPİ: TSM 750
KOORDİNAT : X= 244427
SONDAJ DERİNLİĞİ (m)
MANEVRA BOYU (m)
MANEVRA BOYU (m)
STANDART PENETRASYON DENEYİ
DARBE SAYISI
GRAFİK
JEOTEKNİK TANIMLAMA
PROFİL KESİT
DAYANIMLILIK
AYRIŞMA
ÇATLAK SIKLIĞI
15 30 45
20 40 60 80 100
-1,50 m
- 3 m
-4,50 m
- 6 m
-7,50 m
- 9 m
-10,50 m
- 12 m
-13,50 m
- 15 m
-16,5 m
- 18 m
-19,5 m
-21 m
- 23 m
- 25 m
2 2 3
2 3 5
3 6 10
8 9 14
10 13 22
15 18 20
YAMAÇ MOLOZU
YASS (6,5 m)
Gümüşali Formasyonu
Mavimsi-Grimsi Renkli
Yer Yer Çakıllı
Şeyl-Kumtaşı Kireçtaşı Ardalanması
Eren Sabri KALDAN
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 19605
Kuyu Sonu 25,00 metre
DAYANIMLILIK
I DAYANIMLI
II ORTA DAYANIMLI
III ORTA ZAYIF
IV ZAYIF
V ÇOK ZAYIF
AYRIŞMA DERECESİ (W)
W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)
W2 AZ AYRIŞMIŞ
W3 ORTA DERECE AYRIŞMIŞ
W4 AYRIŞMIŞ
W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ
ÇATLAK SIKLIĞI
<1 Masif
1-3 Az Çatlaklı-Kırıklı
3-10 Kırıklı
10-50 Çok Çatlaklı-Kırıklı
>50 Parçalanmış
GEÇİRİMLİLİK
<1 Geçirimsiz
1-5 Az Geçirimli
5-25 Geçirimli
KAYA KALİTESİ TANIMI- RQD
%0-25 ÇOK ZAYIF
%25-50 ZAYIF
%50-75 ORTA
%75-90 İYİ


PROJE ADI: SİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜD ÇALIŞMASI
SONDAJ YERİ: İSLAM MAH. / SAİMBEYLİ / ADANA
Pafta/Ada/Parsel: M36-A-02-B-2D - M36-A-02-B-1-C (1/1000) pafta
Sondaj No: SK-3
Sondör: GÖKHAN YÜZGEÇ
SONDAJ DERİNLİĞİ: 20,00 m
YERALTISUYU: VAR
KUYU ÇAPI: 76 mm
BAŞLANGIÇ TARİHİ : 11.09.2019
LOGU HAZIRLAYAN: EREN SABRİ KALDAN
BİTİŞ TARİHİ : 11.09.2019
SONDAJ KOTU: 985 m
KOORDİNAT : Y= 4208621
SONDAJ MAKİNA TİPİ: TSM 750
KOORDİNAT : X= 244521
SONDAJ DERİNLİĞİ (m)
MANEVRA BOYU (m)
MANEVRA BOYU (m)
STANDART PENETRASYON DENEYİ
DARBE SAYISI
GRAFİK
JEOTEKNİK TANIMLAMA
PROFİL KESİT
DAYANIMLILIK
AYRIŞMA
ÇATLAK SIKLIĞI
15 30 45
20 40 60 80 100
1,50 m
3 m
4,50 m
6 m
7,50 m
9 m
10,50 m
12 m
13,50 m
15 m
16,5 m
18 m
20 m
2 2 2
2 3 5
4 5 7
4 8 14
8 13 23
10 14 26
YAMAÇ MOLOZU (Alüvyon)
YASS (6,5 m)
Gümüşali Formasyonu
Mavimsi-Grimsi Renkli
Yer Yer Çakıllı
Şeyl-Kumtaşı Kireçtaşı Ardalanması
Kuyu Sonu 20,00 metre
Eren Sabri KALDAN
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 19605
DAYANIMLILIK
I DAYANIMLI
II ORTA DAYANIMLI
III ORTA ZAYIF
IV ZAYIF
V ÇOK ZAYIF
AYRIŞMA DERECESİ (W)
W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)
W2 AZ AYRIŞMIŞ
W3 ORTA DERECE AYRIŞMIŞ
W4 AYRIŞMIŞ
W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ
ÇATLAK SIKLIĞI
<1 Masif
1-3 Az Çatlaklı-Kırıklı
3-10 Kırıklı
10-50 Çok Çatlaklı-Kırıklı
>50 Parçalanmış
GEÇİRİMLİLİK
<1 Geçirimsiz
1-5 Az Geçirimli
5-25 Geçirimli
KAYA KALİTESİ TANIMI- RQD
%0-25 ÇOK ZAYIF
%25-50 ZAYIF
%50-75 ORTA
%75-90 İYİ

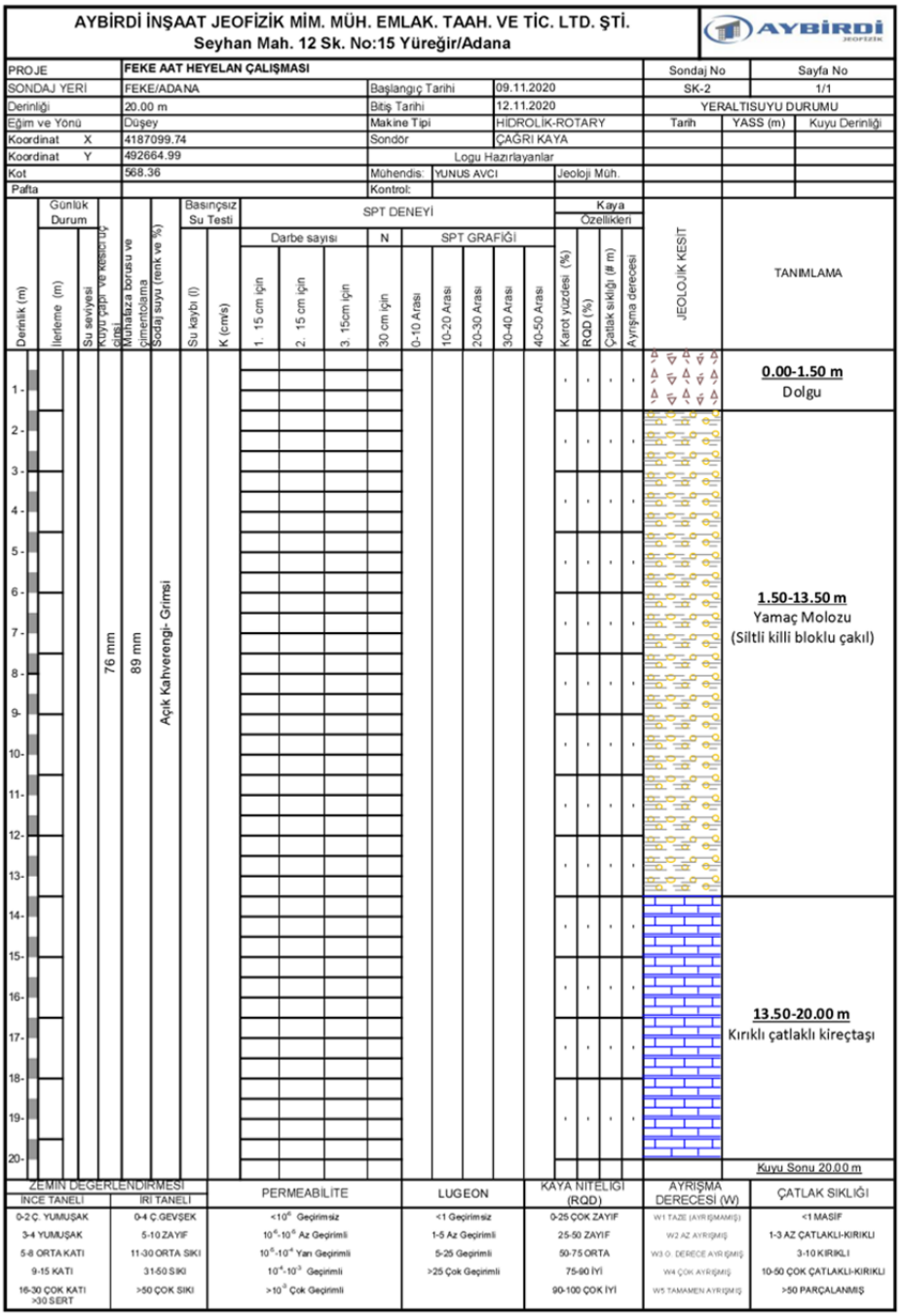
AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

AYBİRDİ JEOFİZİK

PROJE	FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI				Sondaj No	Sayfa No	
SONDAJ YERİ	FEKE/ADANA	Başlangıç Tarihi	15.11.2020		SK-1	1/1	
Derinliği	9.00 m	Bitiş Tarihi	15.11.2020		YERALTISUYU DURUMU		
Eğim ve Yönü	Düşey	Makine Tipi	HİDROLİK-ROTARY		Tarih	YASS (m)	Kuyu Derinliği
Koordinat X	4187053.77	Sondör	ÇAĞRI KAYA				
Koordinat Y	492684.60	Logu Hazırlayanlar					
Kot	546.10	Mühendis:	YUNUS AVCI	Jeoloji Müh.			
Pafta		Kontrol:					

Derinlik (m)	Günlük Durum: İlerleme (m)	Günlük Durum: Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici uç türü	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sodaj suyu (renk ve %)	Basınçsız Su Testi: Su kaybı (l)	Basınçsız Su Testi: K (cm/s)	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 1. 15 cm için	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 2. 15 cm için	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 3. 15cm için	SPT DENEYİ: N 30 cm için	SPT GRAFİĞİ 0-10 Arası	SPT GRAFİĞİ 10-20 Arası	SPT GRAFİĞİ 20-30 Arası	SPT GRAFİĞİ 30-40 Arası	SPT GRAFİĞİ 40-50 Arası	Kaya Özellikleri: Karot yüzdesi (%)	Kaya Özellikleri: RQD (%)	Kaya Özellikleri: Çatlak sıklığı (# /m)	Kaya Özellikleri: Ayrışma derecesi	JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA
1			76 mm	89 mm	Açık Kahverengi- Grimsi												,	,	,	,		**0.00-3.00 m** Dolgu
2																	,	,	,	,		
3																	,	,	,	,		**3.00-6.00 m** Yamaç Molozu (Siltli killi bloklu çakıl)
4																	,	,	,	,		
5																	,	,	,	,		
6																	,	,	,	,		**6.00-9.00 m** Kırıklı çatlaklı kireçtaşı
7																	,	,	,	,		
8																	,	,	,	,		
9																	,	,	,	,		
10																	,	,	,	,		
11																	,	,	,	,		
12																	,	,	,	,		
13																	,	,	,	,		
14																	,	,	,	,		
15																	,	,	,	,		
16																	,	,	,	,		
17																	,	,	,	,		
18																	,	,	,	,		
19																	,	,	,	,		
20																						Kuyu Sonu 9.00 m

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ		PERMEABİLİTE	LUGEON	KAYA NİTELİĞİ (RQD)	AYRIŞMA DERECESİ (W)	ÇATLAK SIKLIĞI
İNCE TANELİ	İRİ TANELİ					
0-2 Ç. YUMUŞAK	0-4 Ç.GEVŞEK	$<10^{-6}$ Geçirimsiz	<1 Geçirimsiz	0-25 ÇOK ZAYIF	W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)	<1 MASİF
3-4 YUMUŞAK	5-10 ZAYIF	10^{-6}-10^{-5} Az Geçirimli	1-5 Az Geçirimli	25-50 ZAYIF	W2 AZ AYRIŞMIŞ	1-3 AZ ÇATLAKLI-KIRIKLI
5-8 ORTA KATI	11-30 ORTA SIKI	10^{-5}-10^{-4} Yarı Geçirimli	5-25 Geçirimli	50-75 ORTA	W3 O. DERECE AYRIŞMIŞ	3-10 KIRIKLI
9-15 KATI	31-50 SIKI	10^{-4}-10^{-3} Geçirimli	>25 Çok Geçirimli	75-90 İYİ	W4 ÇOK AYRIŞMIŞ	10-50 ÇOK ÇATLAKLI-KIRIKLI
16-30 ÇOK KATI >30 SERT	>50 ÇOK SIKI	$>10^{-3}$ Çok Geçirimli		90-100 ÇOK İYİ	W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ	>50 PARÇALANMIŞ


AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana
AYBİRDİ
PROJE
FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI
Sondaj No
SK-2
Sayfa No
1/1
SONDAJ YERİ
FEKE/ADANA
Başlangıç Tarihi
09.11.2020
Derinliği
20.00 m
Bitiş Tarihi
12.11.2020
YERALTISUYU DURUMU
Eğim ve Yönü
Düşey
Makine Tipi
HİDROLİK-ROTARY
Tarih
YASS (m)
Kuyu Derinliği
Koordinat X
4187099.74
Sondör
ÇAĞRI KAYA
Koordinat Y
492664.99
Logu Hazırlayanlar
Kot
568.36
Mühendis:
YUNUS AVCI
Jeoloji Müh.
Pafta
Kontrol:
Derinlik (m)
Günlük Durum
İlerleme (m)
Su seviyesi
Kuyu çapı ve kesici uç çapı
76 mm
89 mm
Muhafaza borusu ve çimentolama
Açık Kahverengi- Grimsi
Sodaj suyu (renk ve %)
Basınçsız Su Testi
Su kaybı (l)
K (cm/s)
SPT DENEYİ
Darbe sayısı
1. 15 cm için
2. 15 cm için
3. 15cm için
N
30 cm için
SPT GRAFİĞİ
0-10 Arası
10-20 Arası
20-30 Arası
30-40 Arası
40-50 Arası
Kaya Özellikleri
Karot yüzdesi (%)
RQD (%)
Çatlak sıklığı (# m)
Ayrışma derecesi
JEOLOJİK KESİT
TANIMLAMA
0.00-1.50 m
Dolgu
1.50-13.50 m
Yamaç Molozu
(Siltli killi bloklu çakıl)
13.50-20.00 m
Kırıklı çatlaklı kireçtaşı
Kuyu Sonu 20.00 m
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ
İNCE TANELİ
İRİ TANELİ
0-2 Ç. YUMUŞAK
0-4 Ç.GEVŞEK
3-4 YUMUŞAK
5-10 ZAYIF
5-8 ORTA KATI
11-30 ORTA SIKI
9-15 KATI
31-50 SIKI
16-30 ÇOK KATI >30 SERT
>50 ÇOK SIKI
PERMEABİLİTE
<10-6 Geçirimsiz
10-6-10-5 Az Geçirimli
10-5-10-4 Yarı Geçirimli
10-4-10-3 Geçirimli
>10-3 Çok Geçirimli
LUGEON
<1 Geçirimsiz
1-5 Az Geçirimli
5-25 Geçirimli
>25 Çok Geçirimli
KAYA NİTELİĞİ (RQD)
0-25 ÇOK ZAYIF
25-50 ZAYIF
50-75 ORTA
75-90 İYİ
90-100 ÇOK İYİ
AYRIŞMA DERECESİ (W)
W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)
W2 AZ AYRIŞMIŞ
W3 O. DERECE AYRIŞMIŞ
W4 ÇOK AYRIŞMIŞ
W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ
ÇATLAK SIKLIĞI
<1 MASİF
1-3 AZ ÇATLAKLI-KIRIKLI
3-10 KIRIKLI
10-50 ÇOK ÇATLAKLI-KIRIKLI
>50 PARÇALANMIŞ

AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

AYBİRDİ JEOFİZİK

PROJE	FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI			Sondaj No	Sayfa No		
SONDAJ YERİ	FEKE/ADANA	Başlangıç Tarihi	13.11.2020	SK-3	1/1		
Derinliği	16.50 m	Bitiş Tarihi	14.11.2020	YERALTISUYU DURUMU			
Eğim ve Yönü	Düşey	Makine Tipi	HİDROLİK-ROTARY	Tarih	YASS (m)	Kuyu Derinliği	
Koordinat X	4187132.28	Sondör	ÇAĞRI KAYA				
Koordinat Y	492653.33	Logu Hazırlayanlar					
Kot	585.15	Mühendis:	YUNUS AVCI	Jeoloji Müh.			
Pafta		Kontrol:					

Derinlik (m)	Günlük Durum: İlerleme (m)	Günlük Durum: Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici uç çapı	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sodaj suyu (renk ve %)	Basınçsız Su Testi: Su kaybı (l)	Basınçsız Su Testi: K (cm/s)	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 1. 15 cm için	2. 15 cm için	3. 15cm için	N: 30 cm için	SPT GRAFİĞİ: 0-10 Arası	10-20 Arası	20-30 Arası	30-40 Arası	40-50 Arası	Kaya Özellikleri: Karot yüzdesi (%)	RQD (%)	Çatlak sıklığı (# m)	Ayrışma derecesi	JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA
1			76 mm	89 mm	Açık Kahverengi- Grimsi																	**0.00-1.50 m** Dolgu
2																						
3																						
4																						
5																						**1.50-9.50 m** Yamaç Molozu (Siltli killi bloklu çakıl)
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						**9.50-16.50 m** Metamorfik bozuşmuş silttaşı
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						Kuyu Sonu 16.50 m

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ

İNCE TANELİ	İRİ TANELİ
0-2 Ç. YUMUŞAK	0-4 Ç.GEVŞEK
3-4 YUMUŞAK	5-10 ZAYIF
5-8 ORTA KATI	11-30 ORTA SIKI
9-15 KATI	31-50 SIKI
16-30 ÇOK KATI >30 SERT	>50 ÇOK SIKI

PERMEABİLİTE	LUGEON	KAYA NİTELİĞİ (RQD)	AYRIŞMA DERECESİ (W)	ÇATLAK SIKLIĞI
$<10^{-6}$ Geçirimsiz	<1 Geçirimsiz	0-25 ÇOK ZAYIF	W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)	<1 MASİF
10^{-6}-10^{-5} Az Geçirimli	1-5 Az Geçirimli	25-50 ZAYIF	W2 AZ AYRIŞMIŞ	1-3 AZ ÇATLAKLI-KIRIKLI
10^{-5}-10^{-4} Yarı Geçirimli	5-25 Geçirimli	50-75 ORTA	W3 O. DERECE AYRIŞMIŞ	3-10 KIRIKLI
10^{-4}-10^{-3} Geçirimli	>25 Çok Geçirimli	75-90 İYİ	W4 ÇOK AYRIŞMIŞ	10-50 ÇOK ÇATLAKLI-KIRIKLI
$>10^{-3}$ Çok Geçirimli		90-100 ÇOK İYİ	W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ	>50 PARÇALANMIŞ

AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

AYBİRDİ JEOFİZİK

PROJE	FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI			Sondaj No	Sayfa No		
SONDAJ YERİ	FEKE/ADANA	Başlangıç Tarihi	15.11.2020	SK-4	1/1		
Derinliği	12.00 m	Bitiş Tarihi	15.11.2020	YERALTISUYU DURUMU			
Eğim ve Yönü	Düşey	Makine Tipi	HİDROLİK-ROTARY	Tarih	YASS (m)	Kuyu Derinliği	
Koordinat X	4187129.38	Sondör	ÇAĞRI KAYA				
Koordinat Y	492652.70	Logu Hazırlayanlar					
Kot	584.86	Mühendis:	YUNUS AVCI	Jeoloji Müh.			
Pafta		Kontrol:					

Derinlik (m)	İlerleme (m)	Su seviyesi	Kuyu çapı ve kesici uç çapı	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sodaj suyu (renk ve %)	Basınçsız Su Testi: Su kaybı (l)	Basınçsız Su Testi: K (cm/s)	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 1. 15 cm için	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 2. 15 cm için	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 3. 15cm için	SPT DENEYİ: N 30 cm için	SPT GRAFİĞİ 0-10 Arası	SPT GRAFİĞİ 10-20 Arası	SPT GRAFİĞİ 20-30 Arası	SPT GRAFİĞİ 30-40 Arası	SPT GRAFİĞİ 40-50 Arası	Kaya Özellikleri: Karot yüzdesi (%)	Kaya Özellikleri: RQD (%)	Kaya Özellikleri: Çatlak sıklığı (# m)	Kaya Özellikleri: Ayrışma derecesi	JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA
1			76 mm	89 mm	Açık Kahverengi- Grimsi												-	-	-	-		
2																	-	-	-	-		
3																	-	-	-	-		
4																						**0.00-10.00 m** Yamaç Molozu (Siltli killi bloklu çakıl)
5																	-	-	-	-		
6																						
7																	-	-	-	-		
8																	-	-	-	-		
9																						
10																	-	-	-	-		**10.00-12.00 m** Metamorfik bozuşmuş silttaşı
11																						
12																	-	-	-	-		
13																						
14																	-	-	-	-		
15																						
16																	-	-	-	-		
17																						
18																	-	-	-	-		
19																						
20																	-	-	-	-		
																						Kuyu Sonu 12.00 m

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ		PERMEABİLİTE	LUGEON	KAYA NİTELİĞİ (RQD)	AYRIŞMA DERECESİ (W)	ÇATLAK SIKLIĞI
İNCE TANELİ	İRİ TANELİ					
0-2 Ç. YUMUŞAK	0-4 Ç.GEVŞEK	$<10^{-6}$ Geçirimsiz	<1 Geçirimsiz	0-25 ÇOK ZAYIF	W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)	<1 MASİF
3-4 YUMUŞAK	5-10 ZAYIF	10^{-6}-10^{-5} Az Geçirimli	1-5 Az Geçirimli	25-50 ZAYIF	W2 AZ AYRIŞMIŞ	1-3 AZ ÇATLAKLI-KIRIKLI
5-8 ORTA KATI	11-30 ORTA SIKI	10^{-5}-10^{-4} Yarı Geçirimli	5-25 Geçirimli	50-75 ORTA	W3 O. DERECE AYRIŞMIŞ	3-10 KIRIKLI
9-15 KATI	31-50 SIKI	10^{-4}-10^{-3} Geçirimli	>25 Çok Geçirimli	75-90 İYİ	W4 ÇOK AYRIŞMIŞ	10-50 ÇOK ÇATLAKLI-KIRIKLI
16-30 ÇOK KATI >30 SERT	>50 ÇOK SIKI	$>10^{-3}$ Çok Geçirimli		90-100 ÇOK İYİ	W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ	>50 PARÇALANMIŞ

AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

AYBİRDİ JEOFİZİK

PROJE	FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI					Sondaj No	Sayfa No
SONDAJ YERİ	FEKE/ADANA	Başlangıç Tarihi	15.11.2020			SK-5	1/1
Derinliği	15.00 m	Bitiş Tarihi	15.11.2020			YERALTISUYU DURUMU	
Eğim ve Yönü	Düşey	Makine Tipi	HİDROLİK-ROTARY			Tarih	YASS (m) / Kuyu Derinliği
Koordinat X	4187099.80	Sondör	ÇAĞRI KAYA				
Koordinat Y	492656.16	Logu Hazırlayanlar					
Kot	568.48	Mühendis:	YUNUS AVCI	Jeoloji Müh.			
Pafta		Kontrol:					

Derinlik (m)	Günlük Durum: İlerleme (m)	Günlük Durum: Su seviyesi	Günlük Durum: Kuyu çapı ve kesici uç çapı	Muhafaza borusu ve çimentolama	Sodaj suyu (renk ve %)	Basınçsız Su Testi: Su kaybı (l)	Basınçsız Su Testi: K (cm/s)	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 1. 15 cm için	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 2. 15 cm için	SPT DENEYİ: Darbe sayısı 3. 15cm için	SPT DENEYİ: N 30 cm için	SPT GRAFİĞİ 0-10 Arası	SPT GRAFİĞİ 10-20 Arası	SPT GRAFİĞİ 20-30 Arası	SPT GRAFİĞİ 30-40 Arası	SPT GRAFİĞİ 40-50 Arası	Kaya Özellikleri: Karot yüzdesi (%)	Kaya Özellikleri: RQD (%)	Kaya Özellikleri: Çatlak sıklığı (# m)	Kaya Özellikleri: Ayrışma derecesi	JEOLOJİK KESİT	TANIMLAMA
1			76 mm	89 mm	Açık Kahverengi- Grimsi												-	-	-	-		**0.00-1.50 m** Dolgu
2																	-	-	-	-		
3																						
4																	-	-	-	-		
5																						
6																	-	-	-	-		
7																						**1.50-13.50 m** Yamaç Molozu (Siltli killi bloklu çakıl)
8																	-	-	-	-		
9																						
10																	-	-	-	-		
11																						
12																	-	-	-	-		
13																						
14																	-	-	-	-		**13.50-15.00 m** Kırıklı çatlaklı kireçtaşı
15																						
16																	-	-	-	-		
17																	-	-	-	-		
18																						
19																	-	-	-	-		
20																						Kuyu Sonu 15.00 m

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ		PERMEABİLİTE	LUGEON	KAYA NİTELİĞİ (RQD)	AYRIŞMA DERECESİ (W)	ÇATLAK SIKLIĞI
İNCE TANELİ	İRİ TANELİ					
0-2 Ç. YUMUŞAK	0-4 Ç.GEVŞEK	$<10^{-6}$ Geçirimsiz	<1 Geçirimsiz	0-25 ÇOK ZAYIF	W1 TAZE (AYRIŞMAMIŞ)	<1 MASİF
3-4 YUMUŞAK	5-10 ZAYIF	10^{-6}-10^{-5} Az Geçirimli	1-5 Az Geçirimli	25-50 ZAYIF	W2 AZ AYRIŞMIŞ	1-3 AZ ÇATLAKLI-KIRIKLI
5-8 ORTA KATI	11-30 ORTA SIKI	10^{-5}-10^{-4} Yarı Geçirimli	5-25 Geçirimli	50-75 ORTA	W3 O. DERECE AYRIŞMIŞ	3-10 KIRIKLI
9-15 KATI	31-50 SIKI	10^{-4}-10^{-3} Geçirimli	>25 Çok Geçirimli	75-90 İYİ	W4 ÇOK AYRIŞMIŞ	10-50 ÇOK ÇATLAKLI-KIRIKLI
16-30 ÇOK KATI >30 SERT	>50 ÇOK SIKI	$>10^{-3}$ Çok Geçirimli		90-100 ÇOK İYİ	W5 TAMAMEN AYRIŞMIŞ	>50 PARÇALANMIŞ

ALTUNDAĞ MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

SONDAJ LOGU/BORİNG LOG

Sondaj Numarası: SK-12
Sondör/*Driller*: H.TEZCAN
Sayfa/*Sheet No*: 1

PROJE ADI/*Project Name* : İzmir ili, Karabağlar ilçesi, 540 Ha Alanın Kentsel Dönüşüm Projesi İşi Kapsamında Jeolojik-Jeoteknik Etüd İşi
SONDAJ YERİ/*Boring Logation* :
SONDAJ DERİNLİĞİ/*Boring Depth* : 30.00 m
SONDAJ KOTU/*Boring Elevation* :146.296 m
MUH BORUSU DERİNLİĞİ/*Casing Depth* :
YER ALTI SUYU D./*Graundwater Depth* : 6.00m
KOORDİNAT/*Coordinate* Y(E-W) : 510437
KOORDİNAT/*Coordinate* X(E-W) : 4245898
BAŞLANGIÇ-BİTİŞ TARİHİ/*Start-Finis Date* :30.05.2013
NUMUNE/*Test* — UD: — D: — SPT: 4 — KN: 8
TOPLAM(Adet)/Total(each)

Sondaj Derinliği/*Depth* (m)	Y.S.S. Seviyesi/*Groundwater level*	Num. Tipi ve No/*Sample Type No*	Numune Derinliği/*Sample Depth* (m)	YERİNDE DENEYLER//*INSITU TESTS* — SPT DENEYİ/*Standart Penetration Test* — DARBE SAYISI 0-15cm	15-30	30-45	N 30cm için	SPT GRAFİĞİ/*Graph* (10 20 30 40 50)	ZEMİN SINIFI	JEOTEKNİK TANIMLAMA / Geotechnical Description	PROFİL/Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA/Weathering	KIRIK(30 cm)/Fracture(30cm)	KAROT TCR %/Core Recovery	RQD %
1																
2		SPT1	1.50 1.95	8	10	23	33			Kİl; Grimsi yeşil renkli, demir oksitli,organik madde içerikli,az ince silis çakıllı, kumlu,siltli						
3																
4		SPT2	3.00 3.45	10	18	23	41									
5		SPT3	4.50 4.95	19	27	31	58									
6																
7		SPT4	6.00 6.45	13	17	23	40		GC							
8			7.00													
9		CR1													30	
10																
11		CR2	10.00							Kİl; Grimsi yeşil renkli					51	
12			12.00													
13																
14		CR3													32	
15			15.00													

KIVAM DURUMU/*Stiffness* (Ince Daneli)

N = 0-2	Çok Yumuşak	*V.Soft*
N = 3-4	Yumuşak	*Soft*
N = 5-8	Orta Katı	*M.Stiff*
N = 9-15	Katı	*Stiff*
N = 16-30	Çok Katı	*V.Stiff*
N > 30	Sert	*Hard*

SIKILIK/Density(İri Daneli)

N=0-4	Çok gevşek	*V.loose*
N=5-10	Gevşek	*Loose*
N=11-30	Orta sıkı	*Medium loose*
N=31-50	Sıkı	*Dense*
N>50	Çok sıkı	*Very dense*

ORANLAR/*Proportions*

%5>	Pek az	*Slightly(trace*
%10-20	Az	*Little*
%20-35	Çok	*Very*
%35>	Ve	*And*

AÇIKLAMALAR/*Explanations*

UD	: Örselenmemiş Numune/*Undisturbed Sample*
D	: Örselenmiş Numune/*Disturbed Sample*
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi/*SPT test*
Pr.	: Presiyometre Deneyi/Pressurmeter Test
KN	: Karot Numunesi/*Core Sample*
VST	: Veyn Deneyi/*Vane Shear Test*

AYRIŞMA/*Weathering*

I	Taze	*Fresh*
II	Az ayrışmış	*Slightly W.*
III	Orta der. ayrışmış	*Moderaily W.*
IV	Çok ayrışmış	*Highly W.*
V	Tamamen ayrışmış	*Completely W.*

DAYANIMLILIK/*Strength*

I	Çok zayıf	*Very Weak*
II	Zayıf	*Weak*
III	Orta zayıf	*Moderatly weak*
IV	Orta dayanımlı	*Moderatly strong*
V	Dayanımlı	*Strong*

KIRIKLAR/30cm *Fractures*

<1	Seyrek	*Wide(W)*
1-2	Orta	*Moderate(M*
2-10	Sık	*Close(Cl)*
10-20	Çok Sık	*Intense(I)*
>20	Parçalı	*Crushed(Cr*

KAYA KALİTESİ TANIMI/RQD

%0-25	Çok Kötü	*Very Poor*
%25-50	Kötü	*Poor*
%50-75	Orta	*Fair*
%75-90	İyi	*Good*
%90-100	Çok İyi	*Excellent*

LOGU HAZIRLAYAN/*Logged by*	KONTROL/Checked by	Son. Yapan	TARİH/Date
ESRA ALTUNDAĞ	MÜJDAT YAMAN	H.TEZCAN	

ALTUNDAĞ MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

SONDAJ LOGU/BORİNG LOG

Sondaj Numarası: SK-12
Sondör/*Driller*: H.TEZCAN
Sayfa/*Sheet No*: 2

PROJE ADI/*Project Name* : İzmir ili, Karabağlar ilçesi, 540 Ha Alanın Kentsel Dönüşüm Projesi İşi Kapsamında Jeolojik-Jeoteknik Etüd İşi

SONDAJ YERİ/*Boring Logation*	:	KOORDİNAT/*Coordinate* Y(E-W)	: 510437
SONDAJ DERİNLİĞİ/*Boring Depth*	: 30.00m	KOORDİNAT/*Coordinate* X(E-W)	: 4245898
SONDAJ KOTU/*Boring Elevation*	:146.296 m	BAŞLANGIÇ-BİTİŞ TARİHİ/*Start-Finis Date*	: 30.05.2013
MUH BORUSU DERİNLİĞİ/*Casing Depth*	:	NUMUNE/*Test*	UD: — D: — SPT: 4 KN: 8
YER ALTI SUYU D./*Graundwater Depth*	: 6.00m	TOPLAM(Adet)/Total(each)	

Sondaj Derinliği/*Depth* (m)	Y.S.S. Seviyesi/*Groundwater level*	Num. Tipi ve No/*Sample Type* No(n	Numune Derinliği/*Sample Depth*(m)	YERİNDE DENEYLER/*INSITU TESTS* — SPT DENEYİ/*Standart Penetration Test* — DARBE SAYISI 0-15cm	15-30	30-45	N 30cm için	SPT GRAFİĞİ/*Graph* 10 20 30 40 50	ZEMİN SINIFI	JEOTEKNİK TANIMLAMA / Geotechnical Description	PROFİL/Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA/Weathering	KIRIK(30 cm)/Fracture(30cm)	KAROT TCR %/Core Recovery	RQD %
16		CR4	15.00							Çamurtaşı; grimsi yeşil renkli					28	
17																
18																
19		CR5	18.00												16	
20																
21																
22		CR6	21.00												23	
23																
24																
25		CR7	24.00												19	
26																
27																
28		CR8	27.00													
29										Serpantinit; Yeşil renkli	S S S S				44	0
30			30.00													

KIVAM DURUMU/*Stiffness* (İnce Daneli)		SIKILIK/Density(İri Daneli)		ORANLAR/*Proportions*		AÇIKLAMALAR/*Explanations*	
N = 0-2 Çok Yumuşak	*V.Soft*	N=0-4 Çok gevşek	*V.loose*	%5> Pek az	*Slightly(trace*	UD : Örselenmemiş Numune/*Undisturbed Sample*	
N = 3-4 Yumuşak	*Soft*	N=5-10 Gevşek	*Loose*	%10-20 Az	*Little*	D : Örselenmiş Numune/*Disturbed Sample*	
N = 5-8 Orta Katı	*M.Stiff*	N=11-30 Orta sıkı	*Medium loose*	%20-35 Çok	*Very*	SPT : Standart Penetrasyon Deneyi/*SPT test*	
N = 9-15 Katı	*Stiff*	N=31-50 Sıkı	*Dense*	%35> Ve	*And*	Pr. : Presiyometre Deneyi/Pressurmeter Test	
N = 16-30 Çok Katı	*V.Stiff*	N>50 Çok sıkı	*Very dense*			KN : Karot Numunesi/*Core Sample*	
N > 30 Sert	*Hard*					VST : Veyn Deneyi/*Vane Shear Test*	

AYRIŞMA/*Weathering*		DAYANIMLILIK/*Strength*		KIRIKLAR/30cm *Fractures*		KAYA KALİTESİ TANIMI/RQD		
I Taze	*Fresh*	I Çok zayıf	*Very Weak*	<1 Seyrek	*Wide(W)*	%0-25	Çok Kötü	*Very Poor*
II Az ayrışmış	*Slightly W.*	II Zayıf	*Weak*	1-2 Orta	*Moderate(M*	%25-50	Kötü	*Poor*
III Orta der. ayrışmış	*Moderaily W.*	III Orta zayıf	*Moderatly weak*	2-10 Sık	*Close(Cl)*	%50-75	Orta	*Fair*
IV Çok ayrışmış	*Highly W.*	IV Orta dayanımlı	*Moderatly strong*	10-20 Çok Sık	*Intense(I)*	%75-90	İyi	*Good*
V Tamamen ayrışmış	*Completely W.*	V Dayanımlı	*Strong*	>20 Parçalı	*Crushed(Cr*	%90-100	Çok İyi	*Excellent*

LOGU HAZIRLAYAN/*Logged by*	KONTROL/Checked by	Son. Yapan	TARİH/Date
ESRA ALTUNDAĞ	MÜJDAT YAMAN	H.TEZCAN	

ALTUNDAĞ MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

SONDAJ LOGU/BORİNG LOG

Sondaj Numarası	SK-79
Sondör/*Driller*	G.ÖZTÜRK
Sayfa/*Sheet No*	1

PROJE ADI/*Project Name* : İzmir ili, Karabağlar ilçesi, 540 Ha Alanın Kentsel Dönüşüm Projesi İşi Kapsamında Jeolojik-Jeoteknik Etüd İşi

SONDAJ YERİ/*Boring Logation*	:	KOORDİNAT/*Coordinate* Y(E-W)	: 509893
SONDAJ DERİNLİĞİ/*Boring Depth*	: 35.00m	KOORDİNAT/*Coordinate* X(E-W)	: 4246145
SONDAJ KOTU/*Boring Elevation*	:191.654 m	BAŞLANGIÇ-BİTİŞ TARİHİ/*Start-Finis Date*	:01.07.2013
MUH BORUSU DERİNLİĞİ/*Casing Depth*	:	NUMUNE/*Test*	UD / D / SPT / KN
YER ALTI SUYU D./*Graundwater Depth*	: Yok	TOPLAM(Adet)/Total(each)	23

Sondaj Derinliği/*Depth* (m)	Y.S.S. Seviyesi/*Groundwater level*	Num. Tipi ve No/*Sample Type* No(m	Numune Derinliği/*Sample Depth*(m)	YERİNDE DENEYLER/*INSITU TESTS* — SPT DENEYİ/*Standart Penetration Test* — DARBE SAYISI 0-15cm	15-30	30-45	N 30cm için	SPT GRAFİĞİ/*Graph* 10 20 30 40 50	ZEMİN SINIFI	JEOTEKNİK TANIMLAMA / Geotechnical Description	PROFİL/Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA/Weathering	KIRIK(30 cm)/Fracture(30cm)	KAROT TCR %/Core Recovery	RQD %
1		CR1	0.00							KİREÇTAŞI; Krem renkli					7	
2			1.50													
3		CR2													7	7
4		CR3	3.00												13	
5			4.50													
6		CR4													13	
7		CR5	6.00						CL						19	
8										Kil ara tabakalı karbonatlı seviyeler; yer yer siltli kumlu ve yer yer kireçtaşı seviyeleri geçilmiştir.						
9		CR6	7.50												12	7
10		CR7	9.00												21	8
11																
12		CR8	10.50												12	
13		CR9	12.00												15	
14																
15		CR10	13.50												15	
			15.00													

KIVAM DURUMU/*Stiffness* (İnce Daneli)		SIKILIK/Density(İri Daneli)		ORANLAR/*Proportions*		AÇIKLAMALAR/*Explanations*	
N = 0-2	Çok Yumuşak *V.Soft*	N=0-4	Çok gevşek *V.loose*	%5>	Pek az *Slightly(trace*	UD	: Örselenmemiş Numune/*Undisturbed Sample*
N = 3-4	Yumuşak *Soft*	N=5-10	Gevşek *Loose*	%10-20	Az *Little*	D	: Örselenmiş Numune/*Disturbed Sample*
N = 5-8	Orta Katı *M.Stiff*	N=11-30	Orta sıkı *Medium loose*	%20-35	Çok *Very*	SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi/*SPT test*
N = 9-15	Katı *Stiff*	N=31-50	Sıkı *Dense*	%35>	Ve *And*	Pr.	: Presiyometre Deneyi/Pressurmeter Test
N = 16-30	Çok Katı *V.Stiff*	N>50	Çok sıkı *Very dense*			KN	: Karot Numunesi/*Core Sample*
N > 30	Sert *Hard*					VST	: Veyn Deneyi/*Vane Shear Test*

AYRIŞMA/*Weathering*		DAYANIMLILIK/*Strength*		KIRIKLAR/30cm *Fractures*			KAYA KALİTESİ TANIMI/RQD		
I	Taze *Fresh*	I	Çok zayıf *Very Weak*	<1	Seyrek *Wide(W)*		%0-25	Çok Kötü	*Very Poor*
II	Az ayrışmış *Slightly W.*	II	Zayıf *Weak*	1-2	Orta *Moderate(M*		%25-50	Kötü	*Poor*
III	Orta der. ayrışmış *Moderaily W.*	III	Orta zayıf *Moderatly weak*	2-10	Sık *Close(Cl)*		%50-75	Orta	*Fair*
IV	Çok ayrışmış *Highly W.*	IV	Orta dayanımlı *Moderatly strong*	10-20	Çok Sık *Intense(I)*		%75-90	İyi	*Good*
V	Tamamen ayrışmış *Completely W.*	V	Dayanımlı *Strong*	>20	Parçalı *Crushed(Cr*		%90-100	Çok İyi	*Excellent*

LOGU HAZIRLAYAN/*Logged by*	KONTROL/Checked by	Son. Yapan	TARİH/Date
ESRA ALTUNDAĞ	İZMİR ÇEV.VE ŞEH.MÜD.	G.ÖZTÜRK	

ALTUNDAĞ MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

SONDAJ LOGU/BORİNG LOG

Sondaj Numarası: SK-79
Sondör/*Driller*: H.TEZCAN
Sayfa/*Sheet No*: 2

PROJE ADI/*Project Name* : İzmir ili, Karabağlar ilçesi, 540 Ha Alanın Kentsel Dönüşüm Projesi İşi Kapsamında Jeolojik-Jeoteknik Etüd İşi

SONDAJ YERİ/*Boring Logation* :
KOORDİNAT/*Coordinate* Y(E-W) : 509893
SONDAJ DERİNLİĞİ/*Boring Depth* : 35.00m
KOORDİNAT/*Coordinate* X(E-W) : 4246145
SONDAJ KOTU/*Boring Elevation* :191.654 m
BAŞLANGIÇ-BİTİŞ TARİHİ/*Start-Finis Date* :01.07.2013
MUH BORUSU DERİNLİĞİ/*Casing Depth* :
YER ALTI SUYU D./*Graundwater Depth* : Yok

NUMUNE/*Test*	UD	D	SPT	KN
TOPLAM(Adet)/Total(each)				23

Sondaj Derinliği/*Depth* (m)	Y.S.S. Seviyesi/*Groundwater level*	Num. Tipi ve No/*Sample Type* No(m	Numune Derinliği/*Sample Depth*(m)	YERİNDE DENEYLER/*INSITU TESTS* — SPT DENEYİ/*Standart Penetration Test* — DARBE SAYISI 0-15cm	15-30	30-45	N 30cm için	SPT GRAFİĞİ/*Graph* 10 20 30 40 50	ZEMİN SINIFI	JEOTEKNİK TANIMLAMA / Geotechnical Description	PROFİL/Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA/Weathering	KIRIK(30 cm)/Fracture(30cm)	KAROT TCR %/Core Recovery	RQD %
16		CR11	15.00						CL	Kil ara tabakalı karbonatlı seviyeler; yer yer siltli kumlu ve yer yer kireçtaşı seviyeleri geçilmiştir.					9	
17			16.50												17	
18		CR12	18.00												15	
19		CR13													6	
20		CR14	19.50												17	
21			21.00													
22		CR15													11	
23		CR16	22.50												8	
24																
25		CR17	24.00												8	
26		CR18	25.50												10	
27																
28		CR19	27.00												7	
29		CR20	28.50												6	
30																

KIVAM DURUMU/*Stiffness* (İnce Daneli)

N = 0-2	Çok Yumuşak	*V.Soft*
N = 3-4	Yumuşak	*Soft*
N = 5-8	Orta Katı	*M.Stiff*
N = 9-15	Katı	*Stiff*
N = 16-30	Çok Katı	*V.Stiff*
N > 30	Sert	*Hard*

SIKILIK/Density(İri Daneli)

N=0-4	Çok gevşek	*V.loose*
N=5-10	Gevşek	*Loose*
N=11-30	Orta sıkı	*Medium loose*
N=31-50	Sıkı	*Dense*
N>50	Çok sıkı	*Very dense*

ORANLAR/*Proportions*

%5>	Pek az	*Slightly(trace*
%10-20	Az	*Little*
%20-35	Çok	*Very*
%35>	Ve	*And*

AÇIKLAMALAR/*Explanations*

UD	: Örselenmemiş Numune/*Undisturbed Sample*
D	: Örselenmiş Numune/*Disturbed Sample*
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi/*SPT test*
Pr.	: Presiyometre Deneyi/Pressurmeter Test
KN	: Karot Numunesi/*Core Sample*
VST	: Veyn Deneyi/*Vane Shear Test*

AYRIŞMA/*Weathering*

I	Taze	*Fresh*
II	Az ayrışmış	*Slightly W.*
III	Orta der. ayrışmış	*Moderaily W.*
IV	Çok ayrışmış	*Highly W.*
V	Tamamen ayrışmış	*Completely W.*

DAYANIMLILIK/*Strength*

I	Çok zayıf	*Very Weak*
II	Zayıf	*Weak*
III	Orta zayıf	*Moderatly weak*
IV	Orta dayanımlı	*Moderatly strong*
V	Dayanımlı	*Strong*

KIRIKLAR/30cm *Fractures*

<1	Seyrek	*Wide(W)*
1-2	Orta	*Moderate(M*
2-10	Sık	*Close(Cl)*
10-20	Çok Sık	*Intense(I)*
>20	Parçalı	*Crushed(Cr*

KAYA KALİTESİ TANIMI/RQD

%0-25	Çok Kötü	*Very Poor*
%25-50	Kötü	*Poor*
%50-75	Orta	*Fair*
%75-90	İyi	*Good*
%90-100	Çok İyi	*Excellent*

LOGU HAZIRLAYAN/*Logged by*	KONTROL/Checked by	Son. Yapan	TARİH/Date
ESRA ALTUNDAĞ	İZMİR ÇEV.VE ŞEH.MÜD.	G.ÖZTÜRK	

ALTUNDAĞ MÜHENDİSLİK LTD. ŞTİ.

SONDAJ LOGU/BORİNG LOG

Sondaj Numarası	SK-79
Sondör/*Driller* :	G.ÖZTÜRK
Sayfa/*Sheet No* :	3

PROJE ADI/*Project Name* : İzmir ili, Karabağlar ilçesi, 540 Ha Alanın Kentsel Dönüşüm Projesi İşi Kapsamında Jeolojik-Jeoteknik Etüd İşi

SONDAJ YERİ/*Boring Logation*	:	KOORDİNAT/*Coordinate* Y(E-W)	: 509893
SONDAJ DERİNLİĞİ/*Boring Depth*	: 35.00m	KOORDİNAT/*Coordinate* X(E-W)	: 4246145
SONDAJ KOTU/*Boring Elevation*	:191.654 m	BAŞLANGIÇ-BİTİŞ TARİHİ/*Start-Finis Date*	:01.07.2013
MUH BORUSU DERİNLİĞİ/*Casing Depth*	:	NUMUNE/*Test*	UD / D / SPT / KN
YER ALTI SUYU D./*Graundwater Depth*	: Yok	TOPLAM(Adet)/Total(each)	23

Sondaj Derinliği/*Depth* (m)	Y.S.S. Seviyesi/*Groundwater level*	Num. Tipi ve No/*Sample Type* No(n	Numune Derinliği/*Sample Depth* (m)	YERİNDE DENEYLER/*INSITU TESTS* — SPT DENEYİ/*Standart Penetration Test* — DARBE SAYISI 0-15cm	15-30	30-45	N 30cm için	SPT GRAFİĞİ/*Graph* 10 20 30 40 50	ZEMİN SINIFI	JEOTEKNİK TANIMLAMA / Geotechnical Description	PROFİL/Profile	DAYANIMLILIK/Strength	AYRIŞMA/Weathering	KIRIK(30 cm)/Fracture(30cm)	KAROT TCR %/Core Recovery	RQD %
31		CR21	30.00							Kil ara tabakalı karbonatlı seviyeler; yer yer siltli kumlu ve yer yer kireçtaşı seviyeleri geçilmiştir.						
32			31.50												11	
33		CR22														
34		CR23	33.00												21	14
35			35.00													
36																
37																
38																
39																
40																
41																
42																
43																
44																
45																

KIVAM DURUMU/*Stiffness* (İnce Daneli)

N = 0-2	Çok Yumuşak	*V.Soft*
N = 3-4	Yumuşak	*Soft*
N = 5-8	Orta Katı	*M.Stiff*
N = 9-15	Katı	*Stiff*
N = 16-30	Çok Katı	*V.Stiff*
N > 30	Sert	*Hard*

SIKILIK/Density(İri Daneli)

N=0-4	Çok gevşek	*V.loose*
N=5-10	Gevşek	*Loose*
N=11-30	Orta sıkı	*Medium loose*
N=31-50	Sıkı	*Dense*
N>50	Çok sıkı	*Very dense*

ORANLAR/*Proportions*

%5>	Pek az	*Slightly(trace*
%10-20	Az	*Little*
%20-35	Çok	*Very*
%35>	Ve	*And*

AÇIKLAMALAR/*Explanations*

UD	: Örselenmemiş Numune/*Undisturbed Sample*
D	: Örselenmiş Numune/*Disturbed Sample*
SPT	: Standart Penetrasyon Deneyi/*SPT test*
Pr.	: Presiyometre Deneyi/Pressurmeter Test
KN	: Karot Numunesi/*Core Sample*
VST	: Veyn Deneyi/*Vane Shear Test*

AYRIŞMA/*Weathering*

I	Taze	*Fresh*
II	Az ayrışmış	*Slightly W.*
III	Orta der. ayrışmış	*Moderaily W.*
IV	Çok ayrışmış	*Highly W.*
V	Tamamen ayrışmış	*Completely W.*

DAYANIMLILIK/*Strength*

I	Çok zayıf	*Very Weak*
II	Zayıf	*Weak*
III	Orta zayıf	*Moderatly weak*
IV	Orta dayanımlı	*Moderatly strong*
V	Dayanımlı	*Strong*

KIRIKLAR/30cm *Fractures*

<1	Seyrek	*Wide(W)*
1-2	Orta	*Moderate(M*
2-10	Sık	*Close(Cl)*
10-20	Çok Sık	*Intense(I)*
>20	Parçalı	*Crushed(Cr*

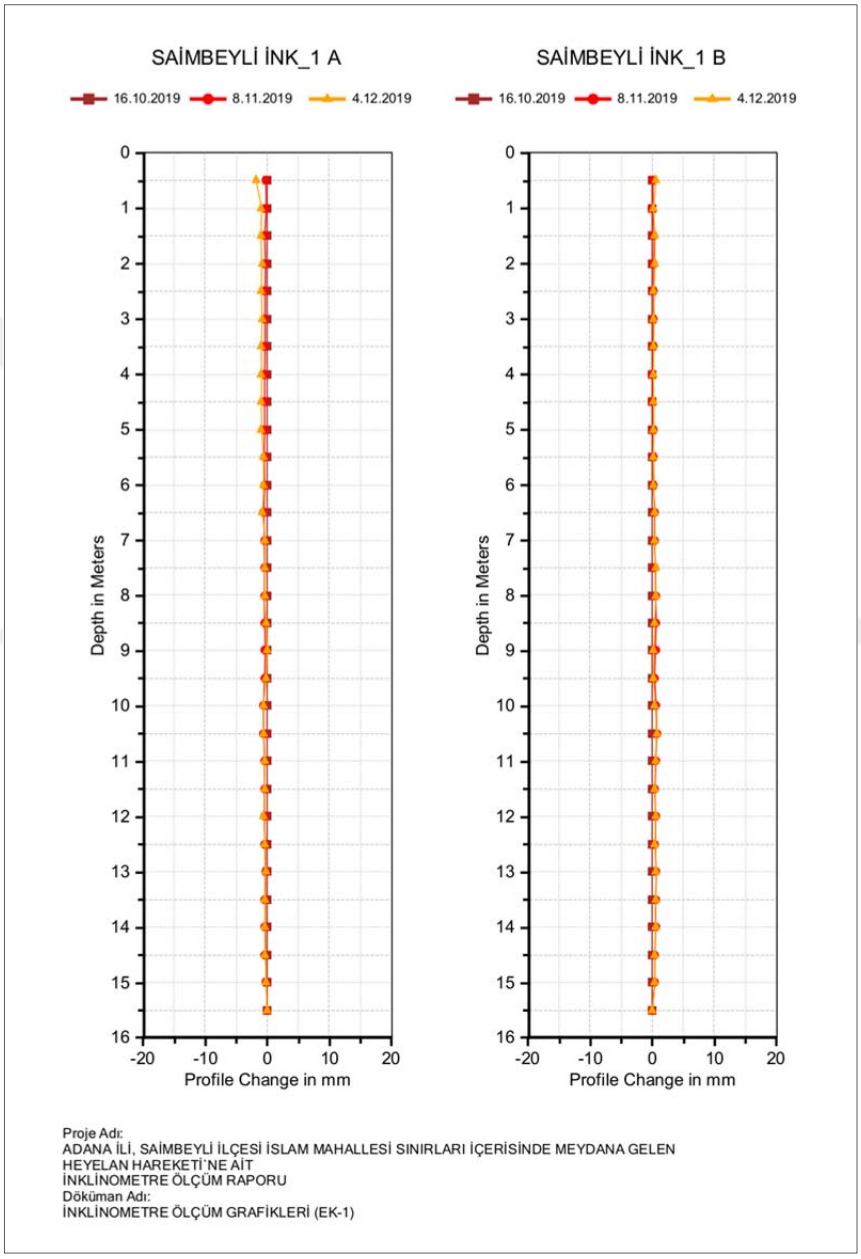
KAYA KALİTESİ TANIMI/RQD

%0-25	Çok Kötü	*Very Poor*
%25-50	Kötü	*Poor*
%50-75	Orta	*Fair*
%75-90	İyi	*Good*
%90-100	Çok İyi	*Excellent*

LOGU HAZIRLAYAN/*Logged by*	KONTROL/Checked by	Son. Yapan	TARİH/Date
ESRA ALTUNDAĞ	İZMİR ÇEV.VE ŞEH.MÜD.	G.ÖZTÜRK	

EK-2

İNKLİNOMETRE DENEYİ



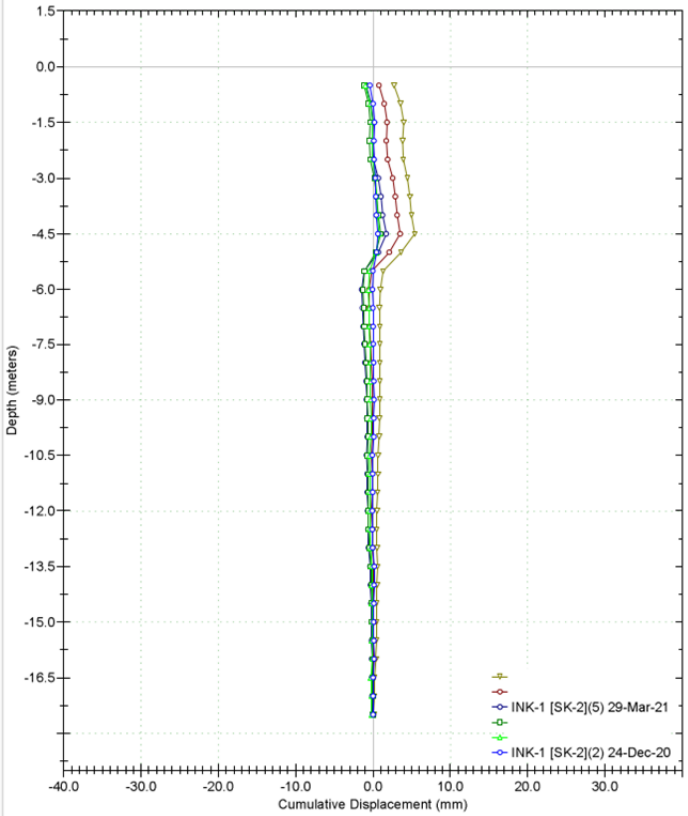
RST Instruments Ltd.

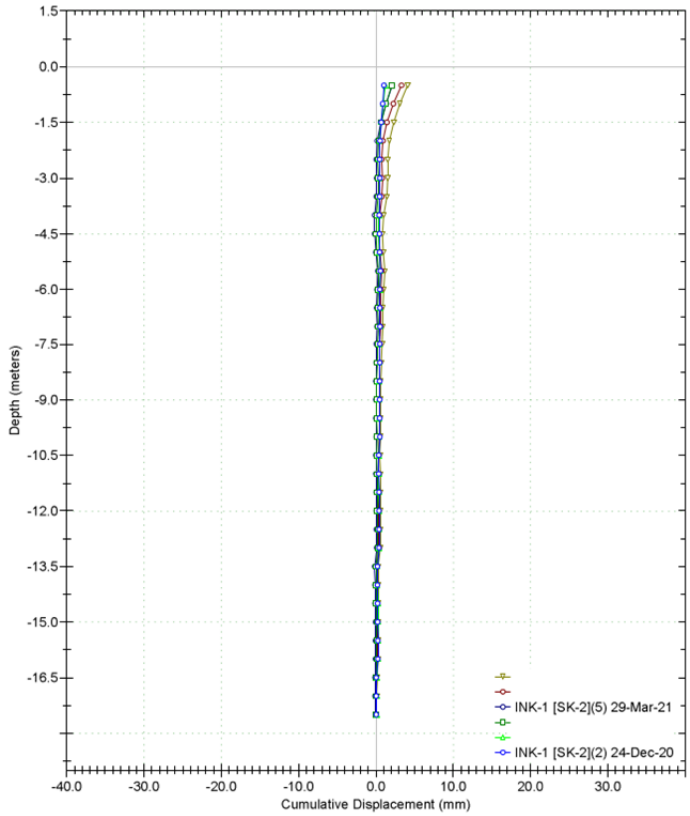
CUMULATIVE DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.43.1

Borehole : INK-1 [SK-2]
Project : FEKE AAT HEYELAN
Location :
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 17.5 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2020 Nov 23 11:57
Applied Azimuth : 0.0 degrees





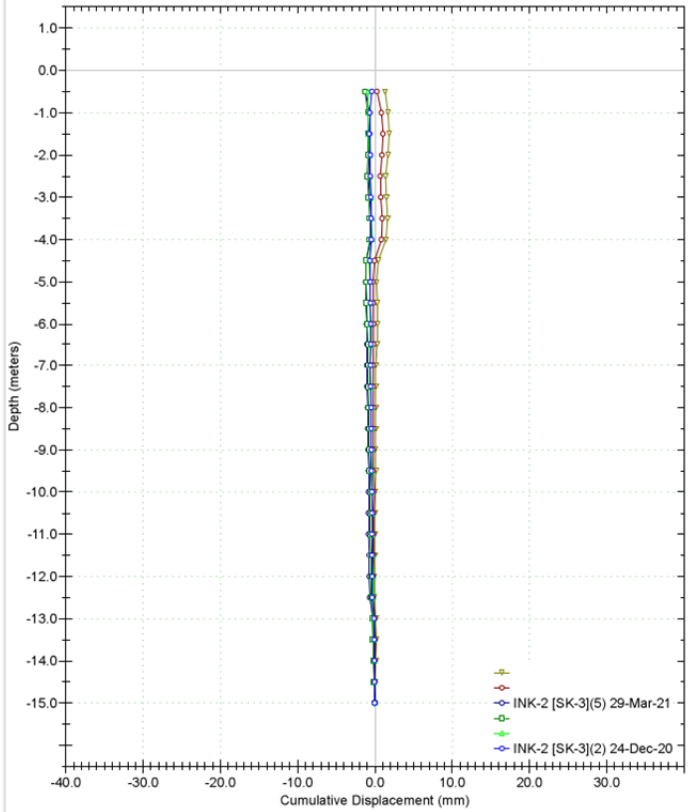
RST Instruments Ltd.

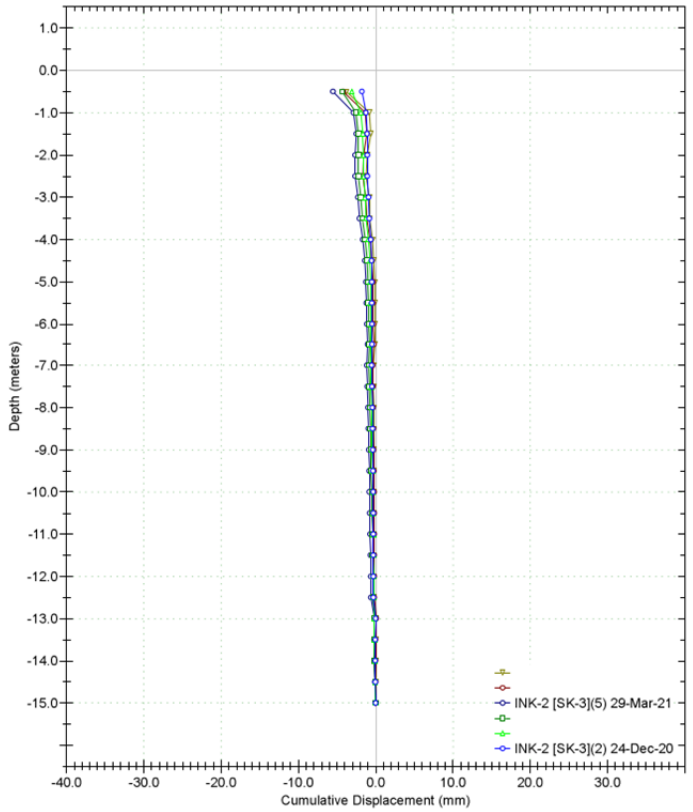
CUMULATIVE DISPLACEMENT

Inclinalysis v. 2.43.1

Borehole : INK-2 [SK-3]
Project : FEKE AAT HEYELAN
Location :
Northing :
Easting :
Collar :

Spiral Correction : N/A
Collar Elevation : 0.0 meters
Borehole Total Depth : 15.0 meters
A+ Groove Azimuth :
Base Reading : 2020 Nov 23 12:21
Applied Azimuth : 0.0 degrees





EK-3

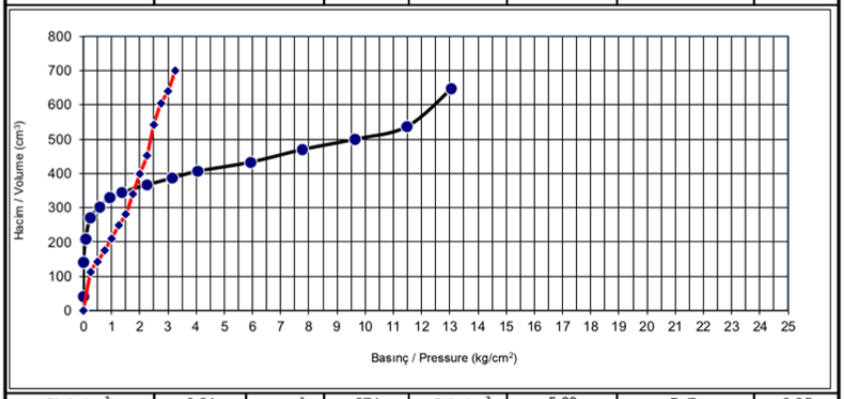
PRESİYOMETRE DENEY SONUÇLARI

AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana
PRESİYOMETRE DENEY GRAFİĞİ

PROJE ADI Project Name		FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI					**Tarih** Date of Test
Sondaj Yeri Boring Location		FEKE/ADANA					14.11.2020
Presiyometre Türü Type of pressuremeter		GC	**Sonda Çapı (mm)** Diameter of Probe	66	**Sıfır Vol. Okumasındaki Hacim V_c (cm^3)** Zero volumeter reading corresponds to Vc		535
Kuyu No Borehole No	SK-3	**Manometre Yüksekliği (m)** Height of Manometer		0.6	**Deney Derinliği (m)** Test Depth		13.00

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	**Deney Basıncı** Volumeter Pressure kg/cm^2	**Hacim Ölçer Okuması** 1 minute Volumeter Reading cm^3	**[2]+ Hidrostatik Okuması** [2]+ Hydrostatic Pressure kg/cm^2	**Hacim Düzeltmesi** Volume Correction cm^3	**Düzeltilmiş Hacim** Corrected Volume cm^3	**Membran Düzeltmesi** Membrane Correction kg/cm^2	**Düzeltilmiş Basınç** Corrected Pressure kg/cm^2
0	0	41	0.06	0	41	0.00	0.00
1	0.5	141	0.56	0	141	0.60	0.00
2	1	209	1.06	0	209	0.98	0.08
3	1.5	271	1.56	0	271	1.32	0.24
4	2	307	2.06	5	302	1.49	0.58
5	2.5	336	2.56	6	330	1.63	0.93
6	3	352	3.06	7	345	1.71	1.36
7	4	375	4.06	8	367	1.82	2.25
8	5	396	5.06	9	387	1.92	3.15
9	6	417	6.06	10	407	2.01	4.05
10	8	444	8.06	11	433	2.13	5.93
11	10	482	10.06	12	470	2.30	7.76
12	12	513	12.06	13	500	2.43	9.63
13	14	551	14.06	14	537	2.59	11.48
14	16	665	16.06	17	648	3.01	13.05

Belirlenen Değerler Assessed Values	**Limit Basınç P_L (kg/cm^2)**	**13.05**	**Net Limit Basınç P_L^* (kg/cm^2)**	**12.81**	**Elastisite Modülü E_M (kg/cm^2)**	**83**



Pi (kg/cm^2)	0.24	**Vi (cm^3)**	271	**Δ P (kg/cm^2)**	5.69	**E_M/P_L**	6.35
Pf (kg/cm^2)	5.93	**Vf (cm^3)**	433	**Δ V (cm^3)**	162	**E_M/P_L^***	6.47

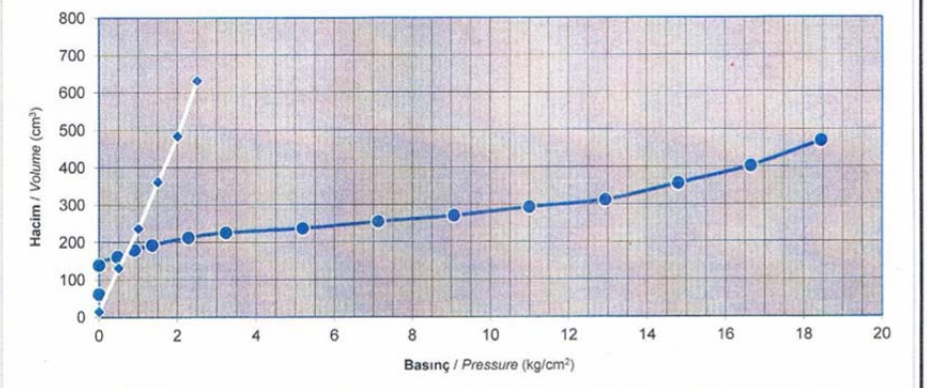
PRESİYOMETRE DENEYİ
PRESSUREMETER TEST

Proje Adı / Project Name	FEKE HEYELEN PROJESİ				Tarih / Date of Test
Sondaj Yeri / Boring Location	SK-3				13,11,2020
Presiyometre Türü / Type of pressuremeter	GC	Sonda Çapı (mm) / Diameter of Probe	58	Sıfır Vol.Okumasındaki Hacim V_C (cm^3) / Zero volumeter reading corresponds to Vc	535
Kuyu No / Borehole No	SK-3	Manometre Yüksekliği (m) / Height of Manometer	0,6	Deney Derinliği (m) / Test Depth	8,00

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı / Increment	Deney Basıncı / Volumeter Pressure (kg/cm^2)	Hacim Ölçer Okuması / 1 minute Volumeter Reading (cm^3)	[2]+ Hidrostatik Okuması / [2]+ Hydrostatic Pressure (kg/cm^2)	Hacim Düzeltmesi / Volume Correction (cm^3)	Düzeltilmiş Hacim / Corrected Volume (cm^3)	Membran Düzeltmesi / Membrane Correction (kg/cm^2)	Düzeltilmiş Basınç / Corrected Pressure (kg/cm^2)
0	0	61	0,06	0	61	0,00	0,00
1	0,5	138	0,56	0	138	0,51	0,00
2	1	160	1,06	0	160	0,59	0,47
3	1,5	178	1,56	0	178	0,66	0,90
4	2	191	2,06	0	191	0,71	1,35
5	3	213	3,06	2	211	0,79	2,28
6	4	227	4,06	3	224	0,83	3,23
7	6	241	6,06	5	236	0,88	5,19
8	8	260	8,06	6	254	0,94	7,12
9	10	277	10,06	7	270	1,00	9,07
10	12	300	12,06	8	292	1,07	10,99
11	14	320	14,06	9	311	1,13	12,93
12	16	365	16,06	10	355	1,28	14,79
13	18	411	18,06	10	401	1,42	16,64
14	20	480	20,06	12	468	1,62	18,45

Belirlenen Değerler / Assessed Values	Limit Basınç P_L (kg/cm^2)	18,45	Net Limit Basınç P_L^*(kg/cm^2)	16,17	Elastisite Modülü E_M (kg/cm^2)	225

Düzeltilmiş Presiyometre Eğrisi / *Corrected Pressuremeter Curve*



Pi (kg/cm^2)	2,28	Vi (cm^3)	211	Δ P (kg/cm^2)	10,65	E_M/P_L	12,22
Pf (kg/cm^2)	12,93	Vf (cm^3)	311	Δ V (cm^3)	100	E_L/P_L	13,95
Deneyi Yapan / Tested By				*Kontrol*/Checked By			

MERT MÜHENDİSLİK

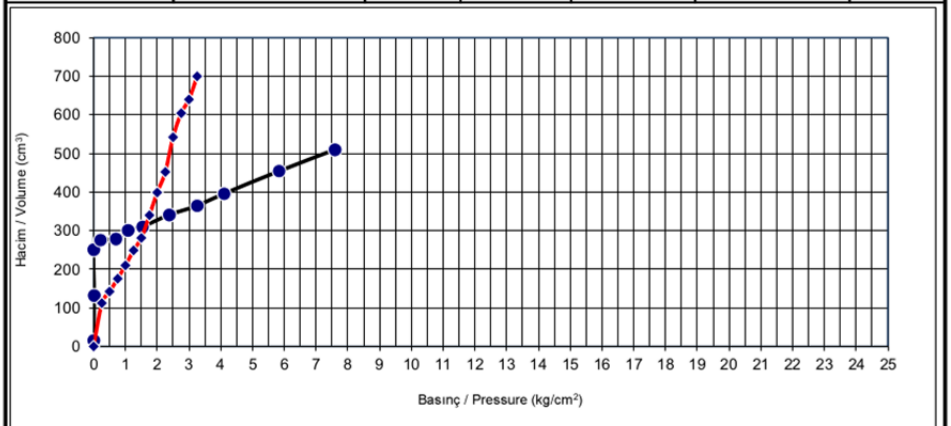
AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

PRESİYOMETRE DENEY GRAFİĞİ

PROJE ADI Project Name		FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI					**Tarih** Date of Test
Sondaj Yeri Boring Location		FEKE/ADANA					15.11.2020
Presiyometre Türü Type of pressuremeter		GC	Sonda Çapı (mm) Diameter of Probe	66	Sıfır Vol. Okumasındaki Hacim V_C (cm^3) Zero volumeter reading corresponds to Vc		535
Kuyu No Borehole No	SK-5	Manometre Yüksekliği (m) Height of Manometer		0.6	Deney Derinliği (m) Test Depth		4.00

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	**Deney Basıncı** Volumeter Pressure kg/cm²	**Hacim Ölçer Okuması** 1 minute Volumeter Reading cm³	**[2]+ Hidrostatik Okuması** [2]+ Hydrostatic Pressure kg/cm²	**Hacim Düzeltmesi** Volume Correction cm³	**Düzeltilmiş Hacim** Corrected Volüme cm³	**Membran Düzeltmesi** Membrane Correction kg/cm²	**Düzeltilmiş Basınç** Corrected Pressure kg/cm²
0	0	16	0.06	0	16	0.00	0.00
1	0.5	132	0.56	0	132	0.55	0.01
2	1	251	1.06	0	251	1.22	0.00
3	1.5	276	1.56	0	276	1.35	0.21
4	2	284	2.06	5	279	1.37	0.70
5	2.5	307	2.56	6	301	1.48	1.08
6	3	317	3.06	7	310	1.53	1.53
7	4	349	4.06	8	341	1.69	2.38
8	5	374	5.06	9	365	1.81	3.26
9	6	406	6.06	10	396	1.96	4.10
10	8	466	8.06	11	455	2.23	5.83
11	10	522	10.06	12	510	2.47	7.59

Belirlenen Değerler Assessed Values	Limit Basınç P_L (kg/cm²)		7.59	Net Limit Basınç P_L^* (kg/cm²)	7.38	Elastisite Modülü E_M (kg/cm²)	75



Pi (kg/cm²)	0.21	Vi (cm³)	276	∆ P (kg/cm²)	2.17	E_M/P_L	9.87
Pf (kg/cm²)	2.38	Vf (cm³)	341	∆ V (cm³)	65	E_M/P_L^*	10.15
Deneyi Yapan / *Tested By*		*Yunus AVCI (Jeoloji Müh.)*		***Kontrol*** / *Checked By*			

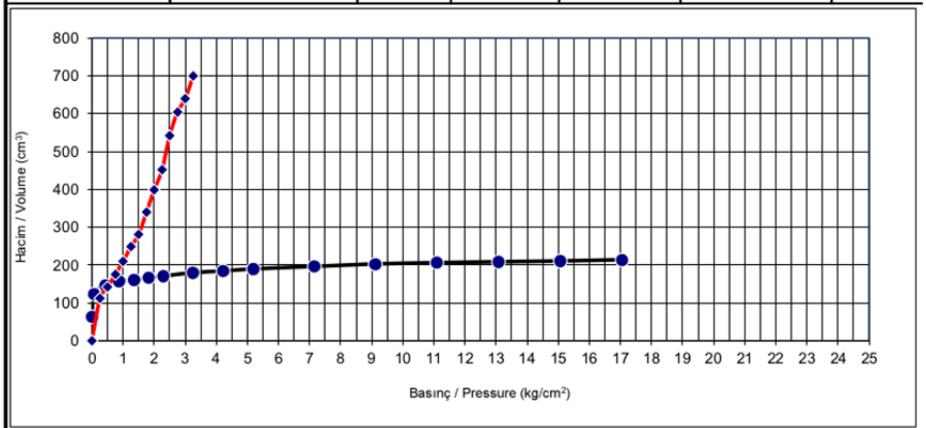
AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

PRESİYOMETRE DENEY GRAFİĞİ

PROJE ADI Project Name		FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI					**Tarih** Date of Test
Sondaj Yeri Boring Location		FEKE/ADANA					15.11.2020
Presiyometre Türü Type of pressuremeter		GC	**Sonda Çapı (mm)** Diameter of Probe	66	**Sıfır Vol. Okumasındaki Hacim V_c (cm^3)** Zero volumeter reading corresponds to Vc		535
Kuyu No Borehole No	SK-5	**Manometre Yüksekliği (m)** Height of Manometer		0.6	**Deney Derinliği (m)** Test Depth		7.00

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	**Deney Basıncı** Volumeter Pressure kg/cm^2	**Hacim Ölçer Okuması** 1 minute Volumeter Reading cm^3	**[2]+ Hidrostatik Okuması** [2]+ Hydrostatic Pressure kg/cm^2	**Hacim Düzeltmesi** Volume Correction cm^3	**Düzeltilmiş Hacim** Corrected Volüme cm^3	**Membran Düzeltmesi** Membrane Correction kg/cm^2	**Düzeltilmiş Basınç** Corrected Pressure kg/cm^2
0	0	64	0.06	0	64	0.00	0.00
1	0.5	124	0.56	0	124	0.50	0.06
2	1	147	1.06	0	147	0.64	0.43
3	1.5	158	1.56	0	158	0.70	0.87
4	2	166	2.06	5	161	0.71	1.35
5	2.5	173	2.56	6	167	0.75	1.82
6	3	178	3.06	7	171	0.77	2.29
7	4	188	4.06	8	180	0.82	3.24
8	5	194	5.06	9	185	0.85	4.22
9	6	200	6.06	10	190	0.88	5.19
10	8	208	8.06	11	197	0.92	7.15
11	10	215	10.06	12	203	0.95	9.11
12	12	220	12.06	13	207	0.97	11.09
13	14	223	14.06	14	209	0.98	13.08
14	16	228	16.06	17	211	1.00	15.07
15	18	232	18.06	18	214	1.01	17.05

Belirlenen Değerler Assessed Values	**Limit Basınç P_L (kg/cm^2)**		**17.05**	**Net Limit Basınç P_L^* (kg/cm^2)**	**16.62**	**Elastisite Modülü E_M (kg/cm^2)**	**387**



Pi (kg/cm^2)	0.43	**Vi** (cm^3)	147	**Δ P** (kg/cm^2)	12.65	E_M/P_L	22.70
Pf (kg/cm^2)	13.08	**Vf** (cm^3)	209	**Δ V** (cm^3)	62	E_M/P_L^*	23.28
Deneyi Yapan / *Tested By*		*Yunus AVCI (Jeoloji Müh.)*		***Kontrol*** / *Checked By*			

AYBİRDİ JEOFİZİK

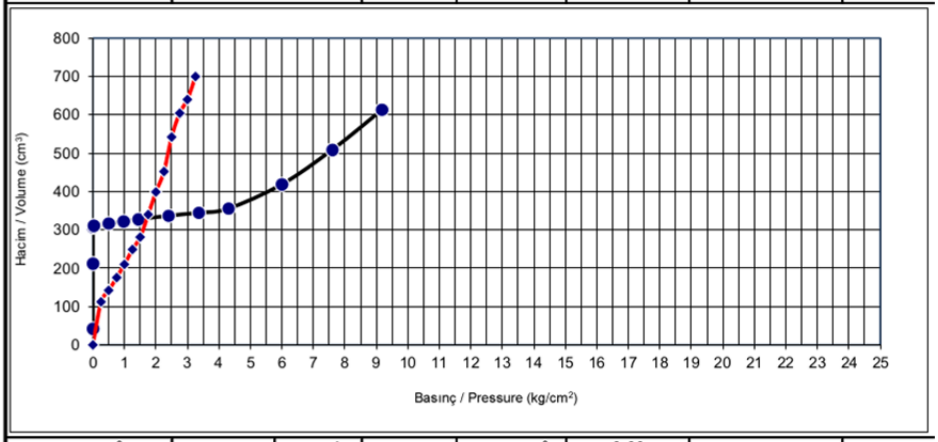
AYBİRDİ İNŞAAT JEOFİZİK MİM. MÜH. EMLAK. TAAH. VE TİC. LTD. ŞTİ.
Seyhan Mah. 12 Sk. No:15 Yüreğir/Adana

PRESİYOMETRE DENEY GRAFİĞİ

PROJE ADI Project Name		**FEKE AAT HEYELAN ÇALIŞMASI**					**Tarih** Date of Test
Sondaj Yeri Boring Location		**FEKE/ADANA**					**15.11.2020**
Presiyometre Türü Type of pressuremeter		**GC**	**Sonda Çapı (mm)** Diameter of Probe	**66**	**Sıfır Vol. Okumasındaki Hacim V_C (cm^3)** Zero volumeter reading corresponds to Vc		**535**
Kuyu No Borehole No	**SK-5**	**Manometre Yüksekliği (m)** Height of Manometer		**0.6**	**Deney Derinliği (m)** Test Depth		**4.00**

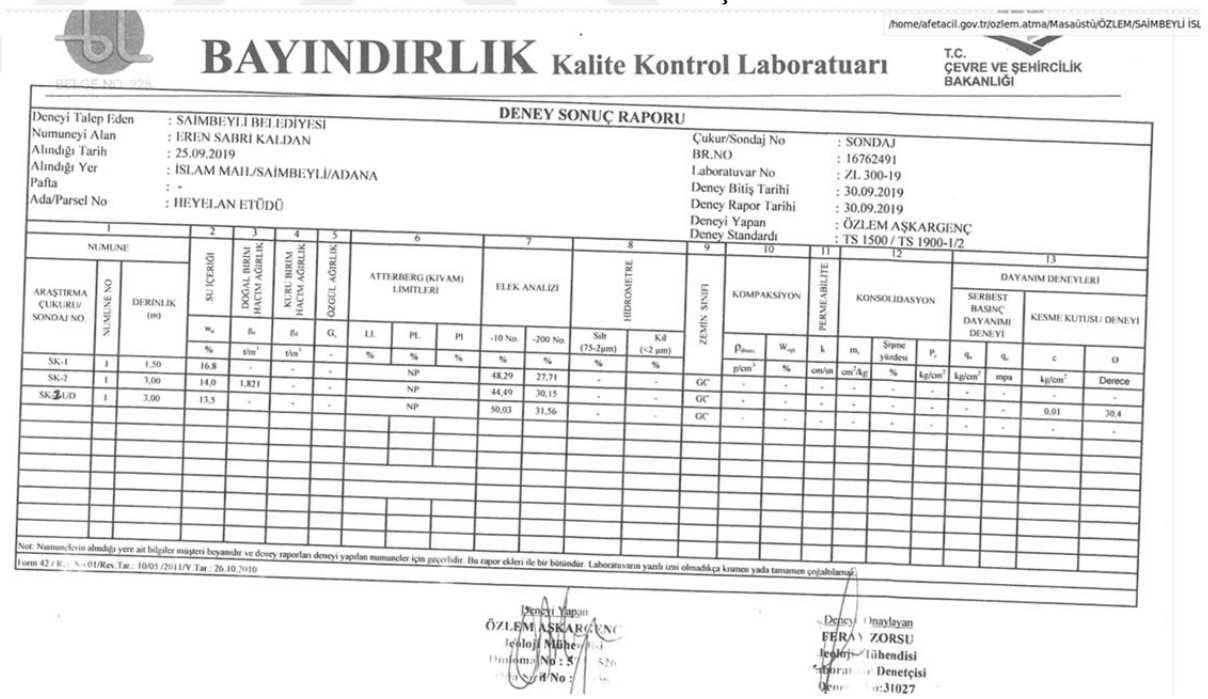
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Kademe Artışı Increment	**Deney Basıncı** Volumeter Pressure **kg/cm^2**	**Hacim Ölçer Okuması** 1 minute Volumeter Reading **cm^3**	**[2]+ Hidrostatik Okuması** [2]+ Hydrostatic Pressure **kg/cm^2**	**Hacim Düzeltmesi** Volume Correction **cm^3**	**Düzeltilmiş Hacim** Corrected Volüme **cm^3**	**Membran Düzeltmesi** Membrane Correction **kg/cm^2**	**Düzeltilmiş Basınç** Corrected Pressure **kg/cm^2**
0	0	42	0.06	0	42	0.00	0.00
1	0.5	212	0.56	0	212	1.00	0.00
2	1	307	1.06	0	307	1.51	0.00
3	1.5	311	1.56	0	311	1.54	0.03
4	2	322	2.06	5	317	1.57	0.50
5	2.5	328	2.56	6	322	1.59	0.97
6	3	335	3.06	7	328	1.62	1.44
7	4	345	4.06	8	337	1.67	2.40
8	5	354	5.06	9	345	1.71	3.36
9	6	366	6.06	10	356	1.76	4.30
10	8	430	8.06	11	419	2.07	6.00
11	10	521	10.06	12	509	2.47	7.60
11	12	627	12.06	13	614	2.89	9.18

Belirlenen Değerler Assessed Values	**Limit Basınç P_L (kg/cm^2)**		**9.18**	**Net Limit Basınç P_L^* (kg/cm^2)**	**8.68**	**Elastisite Modülü E_M (kg/cm^2)**	**226**



Pi (kg/cm^2)	0.50	**Vi (cm^3)**	317	**Δ P (kg/cm^2)**	3.80	**E_M/P_L**	24.61
Pf (kg/cm^2)	4.30	**Vf (cm^3)**	356	**Δ V (cm^3)**	39	**E_M/P_L^***	26.02
***Deneyi Yapan** / Tested By*		*Yunus AVCI (Jeoloji Müh.)*		***Kontrol** / Checked By*			

EK-4
LABORATUVAR SONUÇLARI



/home/afetacil.gov.tr/ozlem.atma/Masaüstü/ÖZLEM/SAİMBEYLİ İSL

BAYINDIRLIK Kalite Kontrol Laboratuarı

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

BELGE NO :525

DENEY SONUÇ RAPORU

Deneyi Talep Eden : SAİMBEYLİ BELEDİYESİ
Numuneyi Alan : EREN SABRİ KALDAN
Alındığı Tarih : 25.09.2019
Alındığı Yer : İSLAM MAH./SAİMBEYLİ/ADANA
Pafta : -
Ada/Parsel No : HEYELAN ETÜDÜ

Çukur/Sondaj No : SONDAJ
BR.NO : 16762491
Laboratuvar No : ZL 300-19
Deney Bitiş Tarihi : 30.09.2019
Deney Rapor Tarihi : 30.09.2019
Deneyi Yapan : ÖZLEM AŞKARGENÇ
Deney Standardı : TS 1500 / TS 1900-1/2

1			2	3	4	5	6			7		8		9	10		11	12			13			
NUMUNE			SU İÇERİĞİ	DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK	KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK	ÖZGÜL AĞIRLIK	ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ			ELEK ANALİZİ		HİDROMETRE		ZEMİN SINIFI	KOMPAKSİYON		PERMEABİLİTE	KONSOLİDASYON			DAYANIM DENEYLERİ			
ARAŞTIRMA ÇUKURU/ SONDAJ NO	NUMUNE NO	DERİNLİK (m)																			SERBEST BASINÇ DAYANIMI DENEYİ		KESME KUTUSU DENEYİ	
			w_n	β_n	β_d	G_s	LL	PL	PI	-10 No.	-200 No.	Silt (75-2μm)	Kil (<2 μm)		ρ_{dmax}	W_{opt}	k	m_v	Şişme yüzdesi	P_c	q_u	q_u	c	Θ
			%	t/m³	t/m³	-	%	%	%	%	%	%	%		g/cm³	%	cm/sn	cm²/kg	%	kg/cm²	kg/cm²	mpa	kg/cm²	Derece
SK-1	1	1,50	16,8	-	-	-		NP		48,29	27,71	-	-	GC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK-2	1	3,00	14,0	1,821	-	-		NP		44,49	30,15	-	-	GC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK-3UD	1	3,00	13,5	-	-	-		NP		50,03	31,56	-	-	GC	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01	30,4

Not: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deney raporları deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

Form 42 / R.: 01/Rev.Tar.: 10/05 /2011/Y.Tar : 26.10.2010

Deneyi Yapan
ÖZLEM AŞKARGENÇ
Jeoloji Mühendisi
Diploma No : 5[illegible]526
Oda No : [illegible]

Deneyi Onaylayan
FERAY ZORSU
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Oda No:31027

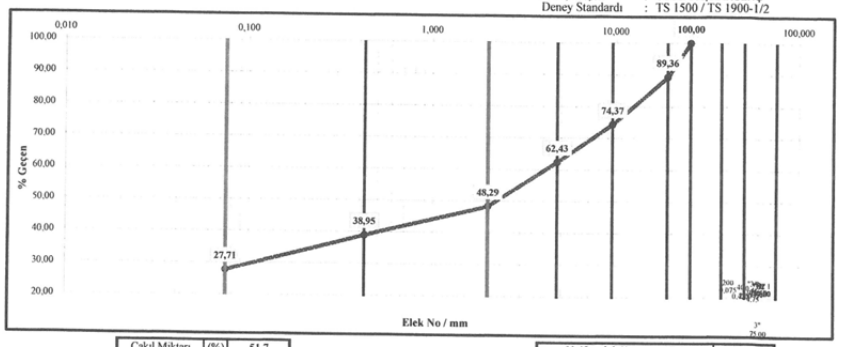
BELGE NO: 225

BAYINDIRLIK Kalite Kontrol Laboratuarı

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ	Çukur / Sondaj No	: SK-1
Numuneyi Alan	: EREN SABRİ KALDAN	Derinlik (m)	: 1,50
Alındığı Tarih	: 25.09.2019	Laboratuvar No	: ZL 300-19
Alındığı Yer	: İSLAM MAH /SAİMBEYLİ/ADANA	Deney Bitiş Tarihi	: 30.09.2019
Pafta	: -	Deney Raper Tarihi	: 30.09.2019
Ada / Parsel	: HEYELAN ETÜDÜ	Deneyi Yapan	: ÖZLEM AŞKARGENÇ
		Deney Standardı	: TS 1500 / TS 1900-1/2



Çakıl Miktarı	(%)	51,7
Kum Miktarı	(%)	20,6
Kil + Silt Miktarı	(%)	27,7

Uniformluk Katsayısı (Cu)	
Derecelenme Katsayısı (Cr)	

Notlar: Numunelerin hazırlanmasında ve deneylerin gerç[illegible]lmesi TS 1900-1, TS 1500 esas alınarak yapılmıştır.
Zemin numunelerinin sınıflandırılması "Birleştirilmiş Z[illegible]ği Sistemi" esas alınarak yapılmıştır.
Form 31 Rev. No: 01/Rev. Tar.: 10.05.2011/X Tar.: 26.[illegible]

Deneyi Yapan
ÖZLEM AŞKARGENÇ
Laboratuvar Mühendisi

Deneyi Kontrol Eden
FERİT [illegible]SU
Jeoloji Mühendisi

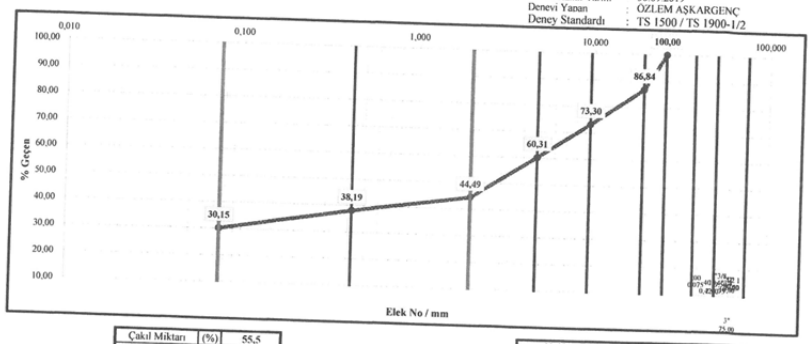
BELGE NO: 225

BAYINDIRLIK Kalite Kontrol Laboratuarı

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ	Çukur / Sondaj No	: SK-2
Numuneyi Alan	: EREN SABRİ KALDAN	Derinlik (m)	: 3,00
Alındığı Tarih	: 25.09.2019	Laboratuvar No	: ZL 300-19
Alındığı Yer	: İSLAM MAH./SAİMBEYLİ/ADANA	Deney Bitiş Tarihi	: 30.09.2019
Pafta	: -	Deney Rapor Tarihi	: 30.09.2019
Ada / Parsel	: HEYELAN ETÜDÜ	Deneyi Yapan	: ÖZLEM AŞKARGENÇ
		Deney Standardı	: TS 1500 / TS 1900-1/2



Çakıl Miktarı	(%)	55,5
Kum Miktarı	(%)	14,3
Kil + Silt Miktarı	(%)	30,1

Uniformluk Katsayısı (Cu)	
Derecelenme Katsayısı (Cr)	

Notlar: Numunelerin hazırlanmasında ve deneylerin gerçekleştirilmesi TS 1900-1, TS 1500 esas alınarak yapılmıştır.
Zemin numunelerinin sınıflandırılması "Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi" esas alınarak yapılmıştır.
Form 31 E... No: 01/Rev. Tar... 2011/Y Tar...

Deneyi Yapan
M. AŞKARG...
Fiziki Müh...

Deneyi Onaylayan
FU...AVUZ ERSİ...

Numune Mah. 573/9. Sk.
Gelişim Sitesi No: 2
Tel : (0.326) 618 86 04

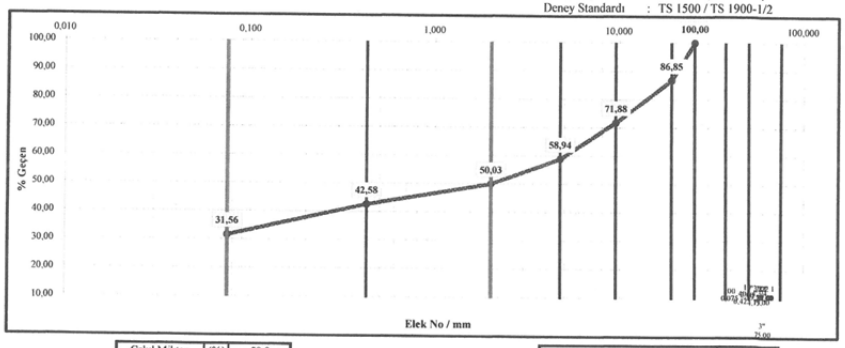
BELGE NO: 225

BAYINDIRLIK Kalite Kontrol Laboratuarı

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

DANE ÇAPI DAĞILIMI SONUÇLARI

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ	Çukur / Sondaj No	: SK-3- UD
Numuneyi Alan	: EREN SABRİ KALDAN	Derinlik (m)	: 3.00
Alındığı Tarih	: 25.09.2019	Laboratuvar No	: ZL 300-19
Alındığı Yer	: İSLAM MAH./SAİMBEYLİ/ADANA	Deney Bitiş Tarihi	: 30.09.2019
Pafta	: -	Deney Rapor Tarihi	: 30.09.2019
Ada / Parsel	: HEYELAN ETÜDÜ	Deneyi Yapan	: ÖZLEM AŞKARGENÇ
		Deney Standardı	: TS 1500 / TS 1900-1/2



Çakıl Miktarı	(%)	50,0
Kum Miktarı	(%)	18,5
Kil + Silt Miktarı	(%)	31,6

Uniformluk Katsayısı (Cu)	
Derecelenme Katsayısı (Cr)	

Notlar: Numunelerin hazırlanmasında ve deneylerin gerçekleştirilmesi TS [illegible] TS 1500 esas alınarak yapılmıştır
Zemin [illegible]Zemin sınıflandırılması "Birleştirilmiş Zemin Sınıfı Sistemi" esas alınarak yapılmıştır
Form 3[illegible] 01/Rev. Tar. [illegible] 11/Y. Tar.: 2[illegible]2014

[illegible] Yapan
[illegible] ASSA ARG[illegible]

[illegible] Onaylayan
[illegible] ZORSU
[illegible]trend[illegible]
[illegible] Deney[illegible]

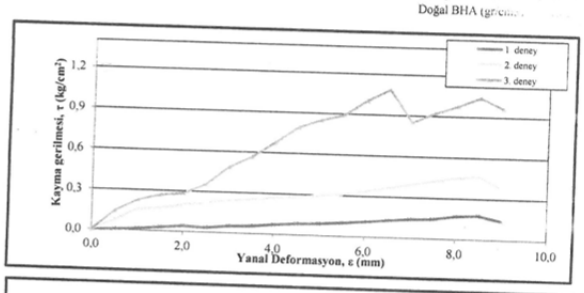
Numune Mah. 573/9. Sk.
[illegible] Sitesi No: 2
www.bayindirlikkk.com.tr
Tel : (0.326) 618 86 04

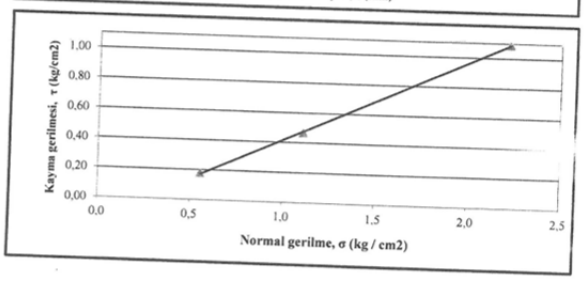
BAYINDIRLIK
Kalite Kontrol Laboratuarı

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

KESME KUTUSU DENEYİ

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ	Çukur / Sondaj No	: SK-3 UD
Numuneyi Alan	: EREN SABRİ KALDAN	Derinlik (m)	: 3,00
Alındığı Tarih	: 25.09.2019	Laboratuvar No	: ZL 300-19
Alındığı Yer	: ISLAM MAH./SAİMBEYLİ/ADANA	Deney Rapor tarihi	: 30.09.2019
Pafta	: -	Deneyi Yapan	: ÖZLEM AS[illegible]
Ada / Parsel	: HEYELAN ETUDU	Deney Standardı	: TS [illegible]
		Doğal BHA (gr[illegible]	:





Kohezyon (c)	0,01	kg/cm²
İçsel Sürtünme Açısı (Ø)	30,4	°

Not: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deney raporları deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen ya da tamamen çoğaltılamaz.

Form 15 /Rev.No:00/Rev. Tar:/Y.Tar.: 31.03.2008

Deneyi Yapan
ÖZLEM ASAKİRGENÇ
JEOLOJİ MÜHENDİSİ
ODA SİCİL NO : 17436

Deneyi Onaylayan
FERAY ZORSU
Jeoloji Mühendisi
Laboratuar Denetçisi
Denetçi No:[illegible]

ZEMKA ZEMİN MEKANİĞİ VE YAPI MALZEMELERİ KALİTE KONTROL LABORATUARI

T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI Belge No. : 124

DENEY SONUÇ RAPORU

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜDÜ	Çukur / Sondaj	: SONDAJ
Numuneyi Alan	: SİS MÜHENDİSLİK	Bakanlık No	: 17567875
Müşteri Adı	: SİS MÜHENDİSLİK	Laboratuvar No	: ZL 110-20
Alındığı Tarih	: 5.6.2020	Rapor Tarihi	: 10.6.2020
Alındığı Yer	: ISLAM / SAİMBEYLİ / ADANA	Deneyi Yapan	: Gökçe ŞİMŞEK
Pafta	: -	Deney Standardı	: TS 1500 / TS 1900-1-2 / TS EN ISO 17892-1-4 / ASTM D 5731 / ASTM D 2434 –ASTM D5856
Ada / Parsel	: 1 / 61		

1 NUMUNE			2	3	4	5	6			7		8		9	10		11				12	13			14					15
ARAŞTIRMA ÇUKURU / SONDAJ	NUMUNE NO	DERİNLİK (m)	*SU İÇERİĞİ	DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK	KURU BİRİM HACİM AĞIRLIK	*ÖZGÜL AĞIRLIK	*ATTERBERG (KIVAM) LİMİTLERİ			*ELEK ANALİZİ		HİDROMETRE		ZEMİN SINIFI	*KOMPAKSİYON		KALİFORNİYA TAŞIMA ORANI (CBR)				PERMEABİLİTE	KONSOLİDASYON			DAYANIM DENEYLERİ					NOKTA YÜKLEME ANİZOTROPİ İNDEKSİ
																	95%		100%						*SERBEST BASINÇ DAYANIMI	ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI		KESME KUTUSU		
			w_n	g_n	g_d	G_s	LL	PL	PI	-10 No	63µm	Silt (75-2µm)	Kil (<2 µm)		ρ_{dmax}	W_{opt}	ρ_{dmax}	CBR	ρ_{dmax}	CBR	k_{20}	m_v	P_c	Şişme yüzdesi	q_u	c	Ø	c	Ø	$I_{s(50)}$
			%	t/m³	t/m³		%	%	%	%	%	%	%		kN/m3	%	%		%		cm/s	cm²/kg	kg/cm²	%	kg/cm²	kN/m²	Derece	kg/cm²	Derece	-
SK4-UD1	1	2,00-2,50	14,0	2,081	1,825																							0,19	45,2	
SK4-SPT1	2	3,00-3,45					44,6	21,7	22,8	52,7	20,4			GC																
SK4-SPT2	4	7,50-7,95					44,1	22,0	22,2	45,5	20,3			GC																
SK4-SPT3	5	10,00-10,45					45,3	22,3	23,0	43,3	17,2			GC																

Not1: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deney raporları deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

Not2: TS 1500 İnşaat Mühendisliğinde Zeminleri Sınıflandırılması / TS 1900-1 İnşaat mühendisliğinde zemin laboratuvar deneyleri - Bölüm 1: Fiziksel özelliklerin tayini / TS 1900-2 İnşaat mühendisliğinde zemin laboratuvar deneyleri -Bolüm 2: Mekanik özelliklerin tayini / Geoteknik etüt ve deneyler - Zemin laboratuvar deneyleri - Bolüm 1: Su içeriğinin belirlenmesi / Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock1 / Standard Test Method for Permeability of Granular Soils / Standard Test Method for Mensurement of Hydraulic Conductivity of Porous Mitetial Using a Rigid-Wall, Compaction-Mold Permeameter1

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi

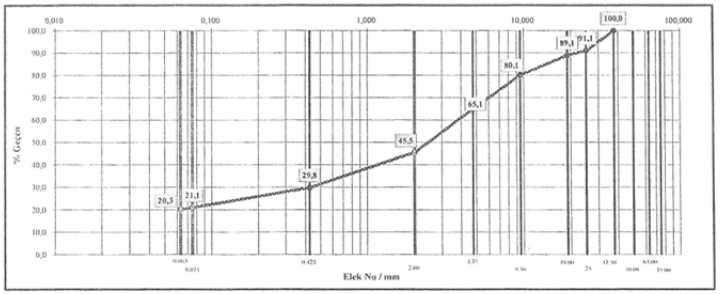
Deneyi Onaylayan
Edip GEDİK
Jeoloji Mühendisi

ZEMKA ZEMİN MEKANİĞİ VE YAPI MALZEMELERİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI
Belge No. : 124

DANE ÇAPI DAĞILIMI DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	:	SAİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜDÜ	Çukur / Sondaj No	:	SK4-SPT2
Numuneyi Alan	:	SİS MÜHENDİSLİK	Derinlik (m)	:	7,50-7,95
Müşteri Adı	:	SİS MÜHENDİSLİK	Laboratuvar No	:	ZL 110-20
Alındığı Tarih	:	5.6.2020	Deney Baş. Tarihi	:	6.6.2020
Alındığı Yer	:	İSLAM / SAİMBEYLİ / ADANA	Deney Rapor Tarihi	:	8.6.2020
Pafta	:	-	Ortam Sıcaklığı (C)	:	20,3
Ada / Parsel	:	1 / 61	Deney Standardı*	:	TS EN ISO 17892-4



Çakıl Miktarı	(%)	54,5
Kum Miktarı	(%)	25,2
Kil + Silt Miktarı	(%)	20,3

Uniformluk Katsayısı (Cu)	43,5
Derecelenme Katsayısı (Cc)	2,9

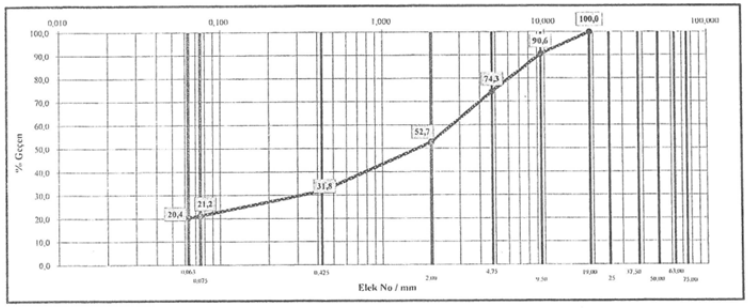
Not1: Numunelerin hazırlanmasında ve deneylerin gerçekleştirilmesi TS EN ISO 17892-4, TS EN ISO 14688-1 esas alınarak yapılmıştır.
Not2: TS EN ISO 17892-4, Geoteknik Etüt ve Deneyleri - Zemin laboratuvar deneyleri-Bölüm 4: Tane büyüklüğü dağılımının belirlenmesi
Sonuçlar sadece deneyi yapılan numunelere aittir. Rapor izinsiz çoğaltılamaz, üzerinde kısmen yada tamamen değişiklik yapılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
D.FRM.55 / REV 03 / YÜRÜRLÜK TARİHİ:03.04.2019

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi

Deneyi Onaylayan
Tülay GELDİK
Jeoloji Mühendisi

DANE ÇAPI DAĞILIMI DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜDÜ	Çukur / Sondaj No	: SK4-SPT1
Numuneyi Alan	: SİS MÜHENDİSLİK	Derinlik (m)	: 3,00-3,45
Müşteri Adı	SİS MÜHENDİSLİK	Laboratuvar No	: ZL 110-20
Alındığı Tarih	: 5.6.2020	Deney Baş. Tarihi	: 6.6.2020
Alındığı Yer	: İSLAM / SAİMBEYLİ / ADANA	Deney Rapor Tarihi	: 8.6.2020
Pafta	: -	Ortam Sıcaklığı (C)	: 20,3
Ada / Parsel	: 1 / 61	Deney Standardı*	: TS EN ISO 17892-4



Çakıl Miktarı	(%)	47,3
Kum Miktarı	(%)	32,3
Kil + Silt Miktarı	(%)	20,4

Üniformluk Katsayısı (Cu)	43,5
Derecelenme Katsayısı (Cy)	2,9

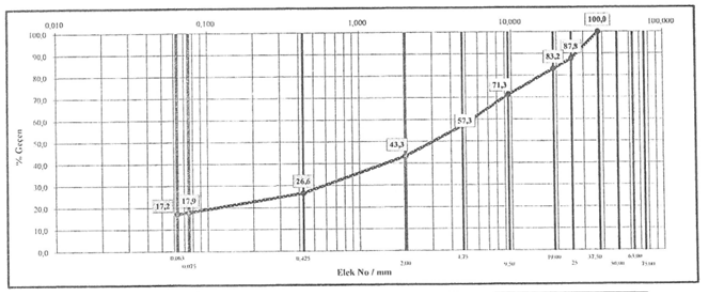
Not1: Numunelerin hazırlanmasında ve deneylerin gerçekleştirilmesi TS EN ISO 17892-4, TS EN ISO 14688-1 esas alınarak yapılmıştır.
Not2: TS EN ISO 17892-4, Geoteknik Etüt ve Deneyler- Zemin laboratuvar deneyleri-Bölüm 4: Tane büyüklüğü dağılımının belirlenmesi
Sonuçlar sadece deneyi yapılan numunelere aittir. Rapor izinsiz çoğaltılamaz, üzerinde kısmen yada tamamen değişiklik yapılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
D.FRM.55 / REV.03 / YÜRÜRLÜK TARİHİ 03.04.2019

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi

Deneyi Onaylayan
Ebip GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Direktörü

DANE ÇAPI DAĞILIMI DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜDÜ	Çukur / Sondaj No	: SK4-SPT3
Numuneyi Alan	: SİS MÜHENDİSLİK	Derinlik (m)	: 10,00-10,45
Müşteri Adı	SİS MÜHENDİSLİK	Laboratuvar No	: ZL 110-20
Alındığı Tarih	: 5.6.2020	Deney Baş. Tarihi	: 6.6.2020
Alındığı Yer	: İSLAM / SAİMBEYLİ / ADANA	Deney Rapor Tarihi	: 8.6.2020
Paftа	: -	Ortam Sıcaklığı (C)	: 20,3
Ada / Parsel	: 1 / 61	Deney Standardı*	: TS EN ISO 17892-4



Çakıl Miktarı	(%)	56,7
Kum Miktarı	(%)	26,1
Kil + Silt Miktarı	(%)	17,2

Uniformluk Katsayısı (Cu)	43,5
Derecelenme Katsayısı (Cc)	2,9

Not1: Numunelerin hazırlanmasında ve deneylerin gerçekleştirilmesi TS EN ISO 17892-4, TS EN ISO 14688-1 esas alınarak yapılmıştır.
Not2: TS EN ISO 17892-4, Geoteknik Etüt ve Deneyler- Zemin laboratuvar deneyleri-Bölüm 4: Tane büyüklüğü dağılımının belirlenmesi
Sonuçlar sadece deneyi yapılan numunelere aittir. Rapor izinsiz çoğaltılamaz, üzerinde kısmen yada tamamen değişiklik yapılamaz. İmzasız raporlar geçersizdir.
D.FRM.55 / REV.03 / YÜRÜRLÜK TARİHİ 03.04.2019

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No. 17879

Deneyi Onaylayan
Ediz GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuar Direktörü
Deneyci No: 1791

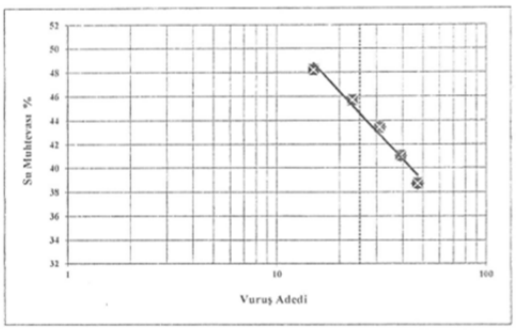
ZEMKA ZEMİN MEKANİĞİ VE YAPI MALZEMELERİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI

ISO 9001

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	SAIMBEYLI BELEDIYESI HEYELAN ETUDU	Çukur-Sondaj No	SK4-SPT1
Numuneyi Alan	SIS MUHENDISLIK	Derinlik (m)	3,00-3,45
Müşteri Adı	SIS MUHENDISLIK	Laboratuvar No	ZL 110-20
Alındığı Tarih	5 ö 2020	Deney Başlangıç Tarihi	6 ö 2020
Alındığı Yer	ISLAM - SAIMBEYLI - ADANA	Deney Bitiş Tarihi	7 ö 2020
Pafta	-	Ortam Sıcaklığı	20,4
Ada - Parsel	1 - 61	Kurutma Şekli	TABII
		Deney Standardı*	TS 1900-1

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	47	30	31	23	15	----	----
Kap no	22	25	23	27	24	28	26
Kap ağırlığı (gr)	16,77	17,51	16,95	14,28	16,48	17,19	13,06
Kap+yaş numune (gr)	39,02	39,85	38,91	36,53	38,92	27,51	23,53
Kap+kuru numune (gr)	32,81	33,35	32,26	29,55	31,62	25,66	21,67
Kuru numune ağ. (gr)	16,04	15,84	15,31	15,27	15,14	8,47	8,61
Su ağ. (gr)	6,21	6,5	6,65	6,98	7,3	1,85	1,86
Su muhtevası %	38,7	41,0	43,4	45,7	48,2	21,8	21,6



Likit Limit	44,6
Plastik Limit	21,7
Plastisite İndis	22,8

Not1: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

*Not2: TS 1900-1, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 1 Fiziksel Özelliklerin Tayini

D.FRM 49/Rev. No :00/Y. Tar.: 19.05.2016

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 17879

Deneyi Onaylayan
Edip GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuar Denetçisi
Denetçi No:15794

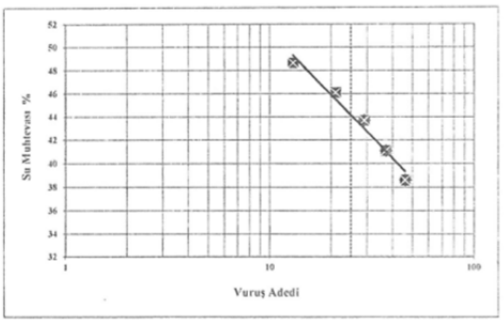
Yurt Mah. S.Demirel Bul. 71533 Sk. Pembe Köşk Apt.
No:75/A Zemin Kat Çukurova/ADANA
Tel. : 0 322 239 7

ZEMKA ZEMİN MEKANİĞİ VE YAPI MALZEMELERİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	SAIMBEYLI BELEDIYESI HEYELAN ETUDU	Çukur-Sondaj No	SK4-SPT2
Numuneyi Alan	SIS MUHENDISLIK	Derinlik (m)	7,50-7,95
Müşteri Adı	SIS MUHENDISLIK	Laboratuvar No	ZL 110-20
Alındığı Tarih	5 6 2020	Deney Başlangıç Tarihi	6 6 2020
Alındığı Yer	ISLAM / SAIMBEYLI ADANA	Deney Bitiş Tarihi	7 6 2020
Pafta	-	Ortam Sıcaklığı	29.4
Ada / Parsel	1 / 61	Kurutma Şekli	TABII
		Deney Standardı*	TS 1900-1

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	46	37	29	21	13	----	----
Kap no	34	29	32	35	31	33	30
Kap ağırlığı (gr)	16,69	17,44	16,31	14,73	15,13	16,34	18,51
Kap+yaş numune (gr)	38,91	39,65	38,57	36,85	37,25	26,59	28,75
Kap+kuru numune (gr)	32,72	33,18	31,80	29,87	30,01	24,75	26,90
Kuru numune ağ. (gr)	16,03	15,74	15,49	15,14	14,88	8,41	8,39
Su ağ. (gr)	6,19	6,47	6,77	6,98	7,24	1,84	1,85
Su muhtevası %	38,6	41,1	43,7	46,1	48,7	21,9	22,1



Likit Limit	44,1
Plastik Limit	22,0
Plastisite İndis	22,2

Not1: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

*Not2: TS 1900-1, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini

D FRM 49/Rev. No: 05/Y Tar: 19.05.2016

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 17879

Deneyi Onaylayan
Edip GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuar Deneteyisi
Deneteyi No:15794

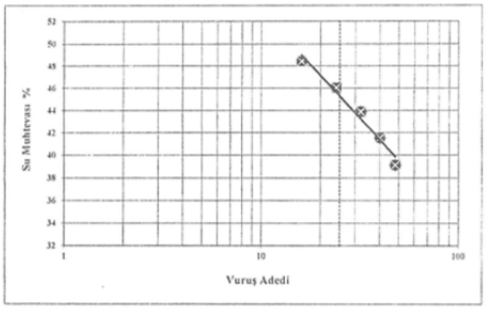
Yurt Mah. S.Demirel Bul. 71533 Sk. Pamuk Köşk Apt. No:75/A Zemin Kat Çukurova/ADANA
Tel. : 0 322 239 79

ZEMKA ZEMİN MEKANİĞİ VE YAPI MALZEMELERİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI

ATTERBERG LİMİTLERİ TAYİNİ DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	SAIMBEYLI BELEDIYESI HEYELAN ETUDU	Çukur-Sondaj No	SK4-SPT3
Numuneyi Alan	SIS MUHENDISLIK	Derinlik (m)	10.00-10.45
Müşteri Adı	SIS MUHENDISLIK	Laboratuvar No	ZL 110-20
Alındığı Tarih	5 6 2020	Deney Başlangıç Tarihi	6 6 2020
Alındığı Yer	ISLAM ' SAIMBEYLI ' ADANA	Deney Bitiş Tarihi	7 6 2020
Pafta	-	Ortam Sıcaklığı	20.4
Ada Parsel	1 ' 61	Kurutma Şekli	TABII
		Deney Standardı*	TS 1900-1

	LL					PL	
	1	2	3	4	5	1	2
Vuruş adedi	48	40	32	24	16	----	----
Kap no	39	42	36	38	41	37	40
Kap ağırlığı (gr)	14.13	14.84	14.54	14.91	13.66	11.95	14.00
Kap+yaş numune (gr)	37.23	37.02	36.83	36.82	35.72	22.27	24.38
Kap+kuru numune (gr)	30.73	30.51	30.03	29.91	28.52	20.40	22.48
Kuru numune ağ. (gr)	16.60	15.67	15.49	15	14.86	8.45	8.48
Su ağ. (gr)	6.5	6.51	6.8	6.91	7.2	1.87	1.9
Su muhtevası *%	39.2	41.5	43.9	46.1	48.5	22.1	22.4



Likit Limit	45,3
Plastik Limit	22,3
Plastisite İndis	23,0

Not1. Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

*Not2. TS 1900-1, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini

D FRM 49/Rev. No: 00/Y. Tar: 19.05.2016

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 17879

Deneyi Onaylayan
Edip GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuar Denetçisi
Denetçi No: 11794

Yurt Meh. S.Demirel Bul. 71533 Sk. Pembe Köşk Apt.
No:75/A Zemin Kat Çukurova/ADANA
Tel. : 0 322 239 79 29 -
Fax :

SU İÇERİĞİ TAYİNİ DENEY RAPORU

Deneyi Talep Eden	SAIMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETUDU	Çukur Sondaj No	SK4-UD1
Numuneyi Alan	SİS MUHENDISLIK	Derinlik (m)	2,00-2,50
Müşteri Adı	SİS MUHENDISLIK	Laboratuvar No	ZL 119-20
Alındığı Tarih	5.6.2020	Deney Baş. Tarihi	9.6.2020
Alındığı Yer	ISLAM SAIMBEYLI ADANA	Deney Bitiş Tarihi	19.6.2020
Paftа	-	Ortam Sıcaklığı	20.4
Ada / Parsel	1 / 61	Deney Standardı *	TS EN ISO 17892-1

KAP NO		102
KAP AĞIRLIĞI (mc)	(gr)	119,14
KAP+YAŞ NUMUNE (m1)	(gr)	301,91
KAP+KURU NUMUNE (m2)	(gr)	279,42
KURU NUMUNE md=(m2-mc)	(gr)	160,28
SU AĞIRLIĞI mw=m2-m1	(gr)	22,49
SU İÇERİĞİ w=(mw/md)*100	%	14,0

*Not: TS EN ISO 17892-1 Geoteknik Etüt ve Deneyler-Zemin Laboratuvar Deneyleri-Bölüm1 Su İçeriğinin Belirlenmesi

Not 1: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deneyi yapılan numuneler için geçerlidir.Bu rapor ekleri ile bir bütündür.
Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

D.FRM 47/Rev. No: 00/Y. Tar.: 19.05.2016

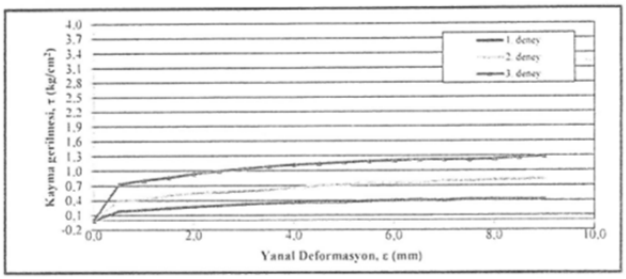
Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 17879

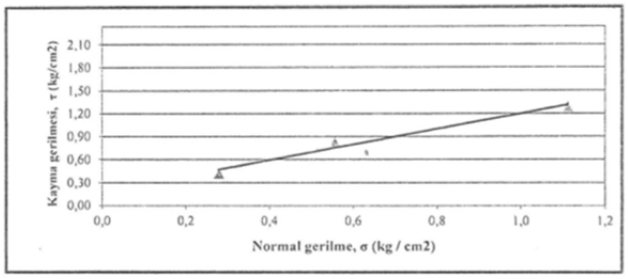
Deneyi Onaylayan
Edip GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Deneyleri
Dedeteli No: 1294

ZEMKA ZEMİN MEKANİĞİ VE YAPI MALZEMELERİ
KALİTE KONTROL LABORATUARI

KESME KUTUSU DENEY FORMU

Deneyi Talep Eden	: SAİMBEYLİ BELEDİYESİ HEYELAN ETÜDÜ	Çukur / Sondaj No	: SK4-UD1
Numuneyi Alan	: SİS MÜHENDİSLİK	Derinlik (m)	: 2.00-2.50
Müşteri Adı	: SİS MÜHENDİSLİK	Laboratuvar No	: ZL 110-20
Alındığı Tarih	: 5.6.2020	Deney Baş. Tarihi	: 9.6.2020
Alındığı Yer	: İSLAM / SAİMBEYLİ / ADANA	Deney Bitiş Tarihi	: 9.6.2020
Pafta	: -	Ortam Sıcaklığı	: 20.3
Ada / Parsel	: 1 / 61	Deney Standardı*	: TS 1900-2
		Doğal BHA (gr/cm³)	: 2.081





Kohezyon (c)	0,19 kg/cm²
İçsel Sürtünme Açısı (Ø)	45,2 °

Not. Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deney raporları deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen ya da tamamen çoğaltılamaz.

*Not2: TS 1900-2, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 2. Mekanik Özelliklerin Tayini

D.FRM.67/Rev. No: 00/Y. Tar.: 19.05.2016

Deneyi Yapan
Gökçe ŞİMŞEK
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 17879

Deneyi Onaylayan
Edip GEDİK
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 15794

Yurt Mah. S.Demirel Bul. 71533 Sk. Pembe Köşk Apt.
No:75/A Zemin Kat Çukurova/ADANA
Tel. : 0 322 239 7

AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI

LABORATUVAR DENEY SONUÇ ÖZET TABLOSU

LABOROTORY TESTS RESULTS TABLE

Numuneyi Alan	H.TUĞÇE TEMEL	Derinlik (m)	20.00
Alındığı Yer	ADANA/FEKE	Laboratuvar No	Z20-232
Numune Alım Tarihi	19.11.2020	Deney Rapor Tarihi	25.11.2020
Proje	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	Deney Standartı	TS 1900-1/TS 1900-2/TS 1500
		Brn No	18764454

Sondaj Kuyusu	Numune	Derinlik	Elek Analizi		Atterberg limitleri			Sınıf	Serbest bas.	Özgül ağırlık	Su İçeriği	Doğal birim ağ.	Tabii boşluk	Porozite	Kesme kutusu deneyi		Sıkışma	Ön Kons.
Boring	*Sample*	*Depth*	*Sieve Analysis*		*Atterberg Limits*			*Class*	*Un.Comp.Tes*	*Spec.Gr.Test*	*Water Content*	*Natural Unit weight*	*Void Ratio*	*Porozity*	*Shear*		*Compaction*	*Pre. Cons.*
no	*no*	*(m)*	*-No4 (%)*	*-No200 (%)*	*LL (%)*	*PL (%)*	*PI (%)*	*USCS*	q_u (kg/cm^2)	*Gs*	*(%)*	(gr/cm^3)	*e(%)*	*n (%)*	*C(kg/cm²*	*ø*	*ind. Cc(%)*	*Pc (kgf/cm²)*
SK1	1	3.00-4.50	99.0	91.0	40	19.6	20.4	CI			21.04	1.70			0.04	23		
SK2	2	10.50-12.00	98.0	92.4	43.8	21.8	22	CI	1.75		20.27	1.68						
SK2	3	12.00-13.50	97.8	89.4	41.4	21.6	19.8	CI	1.81		21.30	1.69						
SK3	4	13.50-15.00										1.82			0.05	21		

Yür Tarihi:18/10/2012

Deneyleri Yapan

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20475

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.

Merkez : Huzurevleri Mah. 77053 Sk. Kardelen-2 Apt. Zemin Kat TEL:03222410026 Çukurova/ADANA

AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMESİ LABORATUVARI

LABORATUVAR DENEY SONUÇ ÖZET TABLOSU

LABOROTORY TESTS RESULTS TABLE

Numuneyi Alan	H.TUĞÇE TEMEL	Derinlik (m)	20.00
Alındığı Yer	ADANA/FEKE	Laboratuvar No	Z20-232
Numune Alım Tarihi	19.11.2020	Deney Rapor Tarihi	25.11.2020
Proje	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	Deney Standartı	ASTM D 5731-95
		Brn No	18764454

Sondaj Kuyusu	Numune	Derinlik	Elek Analizi		Atterberg limitleri			Sınıf	Tek eksenli	Özgül ağırlık	Nokta yükleme	Doğal birim ağ.	Tabii boşluk	Porozite	Üç eksenli		Sıkışma	Ön Kons.
Boring	*Sample*	*Depth*	*Sieve Analysis*		*Atterberg Limits*			*Class*	*Un.Comp.Tes*	*Spec.Gr.Test*		*Natural Unit weight*	*Void Ratio*	*Porozity*	*Shear*		*Compaction*	*Pre. Cons.*
no	*no*	*(m)*	*-No4 (%)*	*-No200 (%)*	*LL (%)*	*PL (%)*	*PI (%)*	*USCS*	q_u *(N/mm2)*	*Gs*	*"Is(50) (MPa)*	*(g/cm³)*	*e(%)*	*n (%)*	*C(kN/m²)*	*ø*	*ind. Cc(%)*	*Pc (kgf/cm²)*
SK2	1	18.00-19.50									0.63	2.04						
SK3	2	7.50-9.00									0.53	2.09						

Yür Tarihi:18/10/2012

Deneyleri Yapan

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20475

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuar Denetçisi
Denetçi No: 18885

Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.

AR - TEK ZEMİN VE YAPI MALZEMESİ LABORATUVARI

ELEK ANALİZİ DENEY FORMU

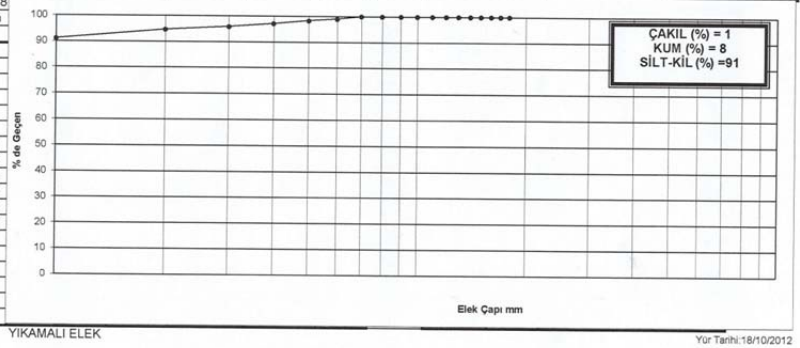
Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ

Z20-232

Numune Alınan Yere Ait Bilgiler

Num. Alım Tarihi	Numuneyi Alan	İl/İlçe/Mahalle	Sondaj-Çukur No/Numune Cinsi	Pafta	Ada	Parsel	Temsil Ettiği Derinlik (m)	Deneyi Yapan	Rapor Tarihi
19.11.2020	H. TUĞÇE TEMEL	ADANA/FEKE	SK1	-	-	-	/3.00-4.50	MEHMET DEMİR	25.11.2020

ELEK SERİLERİ	MALZEME (gr)		578
	K Kalan	Kalan	Geçen
mm	(gr)	(%)	(%)
75	0.0	0.0	100.0
50	0.0	0.0	100.0
37.5	0.0	0.0	100.0
25	0.0	0.0	100.0
19	0.0	0.0	100.0
9.5	0.0	0.0	100.0
4.75	6.00	1.0	99.0
2	10.00	1.7	98.3
0.85	17.00	2.9	97.1
0.425	24.00	4.2	95.8
0.25	31.00	5.4	94.6
0.075	52.00	9.0	91.0



YIKAMALI ELEK

Yür Tarihi:18/10/2012

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20...5

Onay
Kasım OFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

*Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 18/10/2012 tarih ve 400 sayılı Laboratuvar İzin Belgesine sahiptir.
*Bu rapor Laboratuvarımızın izni olmadan değiştirilemez ve kısmen çoğaltılamaz.
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS EN ISO 17892-4 standartına uyulmuştur.

AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

KIVAM (ATTERBERG) LİMİTLERİ

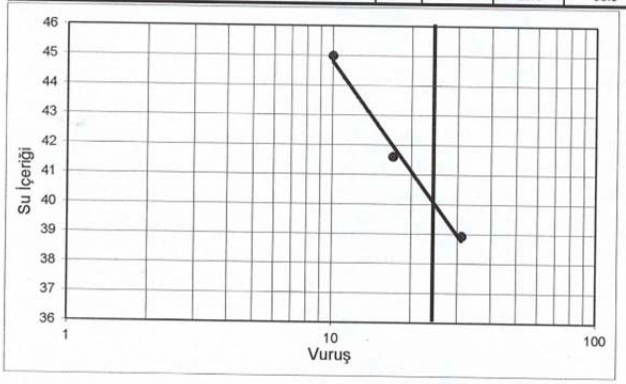
Likit ve Plastik Limitler

Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	Lab No.	Z20-232
Numune Cinsi ve Derinliği	SK1/3.00-4.50	Rapor Tarihi	25.11.2020

Deney Tipi/Test Type LL/PL	Plastik Limit		Likit Limit/Liquit			
Deney No/Test No.	1	2	1	2	3	
Vuruş Sayısı/No. Of Blows	*	*	31	17	10	

Su Muhtevası Tayini/Water content Determination

Kap /Containar	No	24	1	3	25	B2B	
Kap+Yaş Numune/Cont.+Wet Sample (gr)	A	34.50	39.20	45.00	41.20	43.00	
Kap+Kuru Numune/Cont.+Dry Sample (gr)	B	31.00	35.00	36.20	33.50	34.00	
Kap/Container (gr)	C	12.70	14.00	13.60	15.00	14.00	
Su/Water (gr)	W_1	3.50	4.20	8.80	7.70	9.00	
Numune/Sample (gr)	W_2	18.30	21.00	22.60	18.50	20.00	
Su Muhtevası /Moisture Content (%) (A-B) / (B-C) x100	MC	19.1	20.0	38.9	41.6	45.0	



Deney Sonuçları/Test Results

Likit Limit (Liquit Limit)		40.0
Plastik Limit (Plastic Limit)		19.6
Plastisite İndisi (Plastic Index)	:	20.4

Yür Tarihi:18/10/2012

Deneyi Yapan

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi

Onay

Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

* Laboratuvarımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 18/10/2012 tarihli ve 400 sayılı İzin Belgesine sahipitir.
* Sözkonusu deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen veya tamamen çoğaltılamaz
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-1 standartına uyulmuştur.

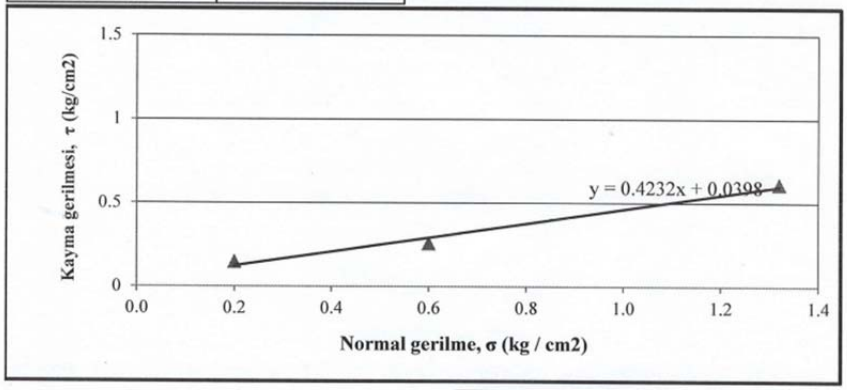
Merkez : Huzurevleri Mah. 77053 Sk. Kardelen-2 Apt. Zemin Kat TEL:03222410026 Çukurova/ADANA
Tel:0322 239 02 79-239 13 83 Fax: 0322 241 00 26 Gsm:0530 230 26 97

AR - TEK
YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

DİREK KESME DENEYİ

İşin adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ
Rapor No	Z20-232
Numune No/Derinlik	SK1/3.00-4.50
Adres/Ada/Parsel	-
Rapor Tarihi	25.11.2020

Birim ağırlık (g/cm³)	1.70



Ø= 23°
c=0,04 kgf/cm²

FR. Z-10

Yür Tarihi:18/10/2012

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20[illegible]5

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

*Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 18/10/2012 tarih ve 400 sayılı Laboratuvar İzin Belgesine sahiptir.

*Bu rapor Laboratuvarımızın izni olmadan değiştirilemez ve kısmen çoğaltılamaz.

* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-2 standartına uyulmuştur.

AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUVARI

ELEK ANALİZİ DENEY FORMU

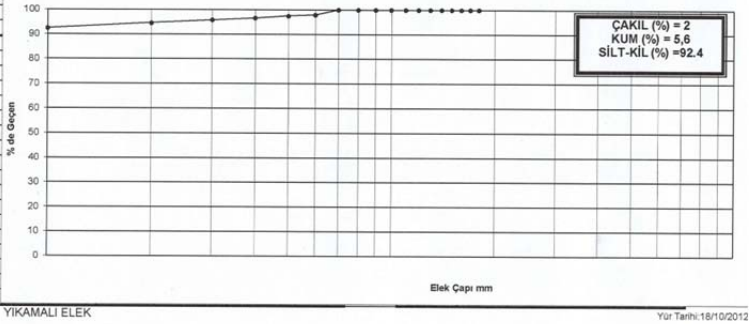
Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ

Z20-232

Numune Alınan Yere Ait Bilgiler

Num. Alım Tarihi	Numuneyi Alan	İl/İlçe/Mahalle	Sondaj-Çukur No/Numune Cinsi	Pafta	Ada	Parsel	Temsil Ettiği Derinlik (m)	Deneyi Yapan	Rapor Tarihi
19.11.2020	H. TUĞÇE TEMEL	ADANA/FEKE	SK2	-	-	-	10.50-12.00	MEHMET DEMİR	25.11.2020

ELEK SERİLERİ	MALZEME (gr)		591
	K.Kalan	Kalan	Geçen
mm	(gr)	(%)	(%)
75	0.0	0.0	100.0
50	0.0	0.0	100.0
37.5	0.0	0.0	100.0
25	0.0	0.0	100.0
19	0.0	0.0	100.0
9.5	0.0	0.0	100.0
4.75	12.00	2.0	98.0
2	15.00	2.5	97.5
0.85	20.00	3.4	96.6
0.425	25.00	4.2	95.8
0.25	32.00	5.4	94.6
0.075	45.00	7.6	92.4



YIKAMALI ELEK

Yür.Tarihi:18/10/2012

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
C... No:... 5

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeolog Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

*Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 18/10/2012 tarih ve 400 sayılı Laboratuvar İzin Belgesine sahiptir.
*Bu rapor Laboratuvarımızın izni olmadan değiştirilemez ve kısmen çoğaltılamaz.
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS EN ISO 17892-4 standartına uyulmuştur.

Huzurevleri Mah. 77053 Sok. Kardelen-Apt. Zemin kat Çukurova/ADANA
Tel:0322 239 02 79-239 13 83 Fax: 0322 241 00 26 Gsm:0530 230 26 97

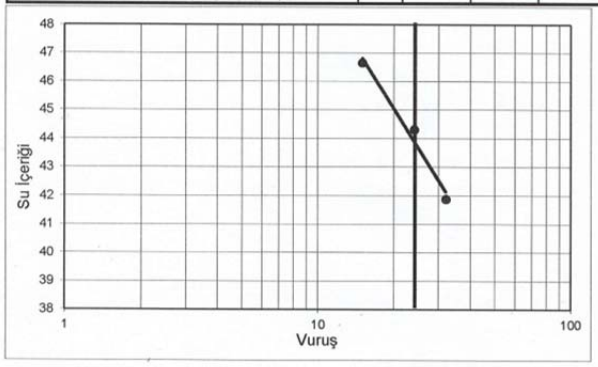
AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

KIVAM (ATTERBERG) LİMİTLERİ

Likit ve Plastik Limitler

Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	Lab No.	Z20-232
Numune Cinsi ve Derinliği	SK2/10.50-12.00	Rapor Tarihi	25.11.2020

Deney Tipi/Test Type LL/PL		Plastik Limit		Likit Limit/Liquit			
Deney No/Test No.		1	2	1	2	3	
Vuruş Sayısı/No. Of Blows		*	*	32	24	15	
Su Muhtevası Tayini/Water content Determination							
Kap /Containar	No	2	14	16	21	5	
Kap+Yaş Numune/Cont.+Wet Sample (gr)	A	32.45	36.20	39.54	42.50	45.00	
Kap+Kuru Numune/Cont.+Dry Sample (gr)	B	29.20	32.50	32.00	34.30	34.50	
Kap/Container (gr)	C	14.50	15.30	14.00	15.80	12.00	
Su/Water (gr)	W_1	3.25	3.70	7.54	8.20	10.50	
Numune/Sample (gr)	W_2	14.70	17.20	18.00	18.50	22.50	
Su Muhtevası /Moisture Content (%) (A-B) / (B-C) x100	MC	22.1	21.5	41.9	44.3	46.7	



Deney Sonuçları/Test Results

Likit Limit (Liquit Limit)		43.8
Plastik Limit (Plastic Limit)		21.8
Plastisite İndisi (Plastic Index)	:	22.0

Yür Tarihi:18/10/2012

Deneyi Yapan

Mehmet DEMİR
Jeolofi Mühendisi

Onay

Kasım ÖFKELİ
Jeolog Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

* Laboratuvarımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 18/10/2012 tarihli ve 400 sayılı İzin Belgesine sahipitir.
* Sözkonusu deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen veya tamamen çoğaltılamaz
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-1 standartına uyulmuştur.

Merkez : Huzurevleri Mah. 77053 Sk. Kardelen-2 Apt. Zemin Kat TEL:03222410026 Çukurova/ADANA
Tel:0322 239 02 79-239 13 83 Fax: 0322 241 00 26 Gsm:0530 230 26 97

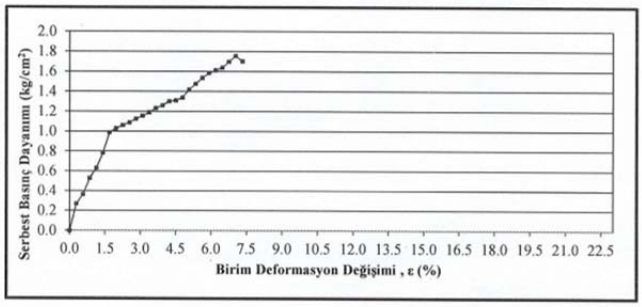
AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

SERBEST BASINÇ DENEYİ

Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ
İl/İlçe/Mevkii	ADANA/FEKE
Pafta/Ada/Parsel	-
'Numune Cinsi ve Derinliği	SK2/10.50-12.00
Rapor Tarihi	25.11.2020
Lab. No	Z20-232

Numune İlk Boyu(cm)	7.00
Numune İlk Çapı(cm)	3.50
Alan(cm²)	9.62
Numune Ağırlığı(gr)	113.00
Numune Hacmi(cm³)	67.31
Birim Ağırlık(gr/cm³)	1.68

Tabii Su içeriği Tayini	
Kap ağırlığı (gr)	124.65
Kap+ıslak numune (gr)	265.00
Kap+kuru numune (gr)	241
Tabii Su içeriği (%)	20.63
Kuru Birim Hacim Ağırlık(gr/cm³)	1.73



Serbest basınç mukavemeti, (qu)	**1.75**	**kg/cm²**

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sic. No: 5

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

* Laboratuvarımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 18/10/2012 tarihli ve 400 sayılı İzin Belgesine sahipitir.
* Sözkonusu deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen veya tamamen çoğaltılamaz
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-1 standartına uyulmuştur.

AR - TEK
ZEMİN VE ÇEVRE MALZEMELERİ LABORATUVARI

ELEK ANALİZİ DENEY FORMU

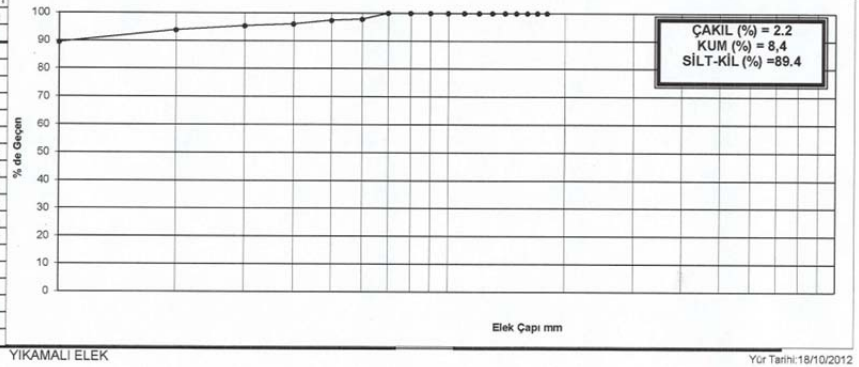
Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ

Z20-232

Numune Alınan Yere Ait Bilgiler

Num. Alım Tarihi	Numuneyi Alan	İl/İlçe/Mahalle	Sondaj-Çukur No/Numune Cinsi	Pafta	Ada	Parsel	Temsil Ettiği Derinlik (m)	Deneyi Yapan	Rapor Tarihi
19.11.2020	H. TUĞÇE TEMEL	ADANA/FEKE	SK2	-	-	-	12.00-13.50	MEHMET DEMİR	25.11.2020

ELEK SERİLERİ	MALZEME (gr)		451
	K Kalan	Kalan	Geçen
mm	(gr)	(%)	(%)
75	0.0	0.0	100.0
50	0.0	0.0	100.0
37.5	0.0	0.0	100.0
25	0.0	0.0	100.0
19	0.0	0.0	100.0
9.5	0.0	0.0	100.0
4.75	10.00	2.2	97.8
2	12.00	2.7	97.3
0.85	18.00	4.0	96.0
0.425	21.00	4.7	95.3
0.25	28.00	6.2	93.8
0.075	48.00	10.6	89.4



YIKAMALI ELEK

Yür Tarihi:18/10/2012

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

*Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 18/10/2012 tarih ve 400 sayılı Laboratuvar İzin Belgesine sahiptir.
*Bu rapor Laboratuvarımızın izni olmadan değiştirilemez ve kısmen çoğaltılamaz.
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS EN ISO 17892-4 standartına uyulmuştur.

Huzurevleri Mah. 77053 Sok. Kardelen-Apt. Zemin kat Cukurova/ADANA

AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

KIVAM (ATTERBERG) LİMİTLERİ

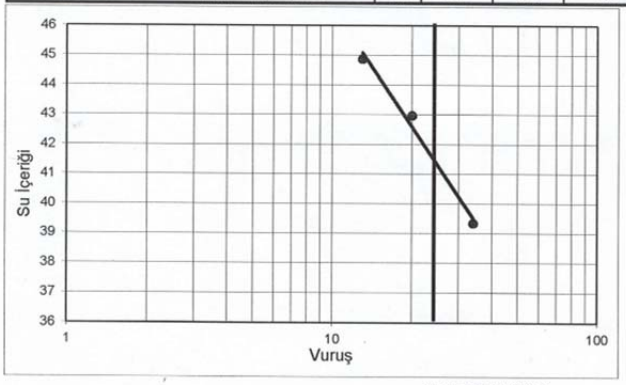
Likit ve Plastik Limitler

Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	Lab No.	Z20-232
Numune Cinsi ve Derinliği	SK2/12.00-13.50	Rapor Tarihi	25.11.2020

Deney Tipi/Test Type LL/PL	Plastik Limit		Likit Limit/Liquit			
Deney No/Test No.	1	2	1	2	3	
Vuruş Sayısı/No. Of Blows	*	*	34	20	13	

Su Muhtevası Tayini/Water content Determination

Kap /Containar	No	30	65	c2c	4	c3b	
Kap+Yaş Numune/Cont.+Wet Sample (gr)	A	40.50	44.51	43.50	45.17	46.20	
Kap+Kuru Numune/Cont.+Dry Sample (gr)	B	36.00	39.50	36.30	35.80	37.00	
Kap/Container (gr)	C	15.40	16.00	18.00	14.00	16.50	
Su/Water (gr)	W_1	4.50	5.01	7.20	9.37	9.20	
Numune/Sample (gr)	W_2	20.60	23.50	18.30	21.80	20.50	
Su Muhtevası /Moisture Content (%) (A-B) / (B-C) x100	MC	21.8	21.3	39.3	43.0	44.9	



Deney Sonuçları/Test Results

Likit Limit (Liquit Limit)		41.4
Plastik Limit (Plastic Limit)		21.6
Plastisite İndisi (Plastic Index)	:	19.8

Yür Tarihi:18/10/2012

Deneyi Yapan

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi

Onay

Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

* Laboratuvarımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 18/10/2012 tarihli ve 400 sayılı İzin Belgesine sahipitir.
* Sözkonusu deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen veya tamamen çoğaltılamaz
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-1 standartına uyulmuştur.

Merkez : Huzurevleri Mah. 77053 Sk. Kardelen-2 Apt. Zemin Kat TEL:03222410026 Çukurova/ADANA
Tel:0322 239 02 79-239 13 83 Fax: 0322 241 00 26 Gsm:0530 230 26 97

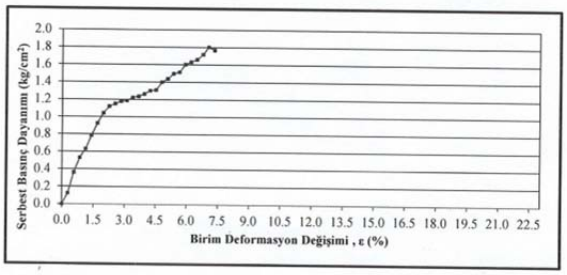
AR - TEK
ZEMİN VE YAPI MALZEMELERİ LABORATUVARI

SERBEST BASINÇ DENEYİ

Proje Adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ
İl/İlçe/Mevkii	ADANA/FEKE
Pafta/Ada/Parsel	-
Numune Cinsi ve Derinliği	SK2/12.00-13.50
Rapor Tarihi	25.11.2020
Lab. No	Z20-232

Numune İlk Boyu(cm)	7.00
Numune İlk Çapı(cm)	3.50
Alan(cm^2)	9.62
Numune Ağırlığı(gr)	114.00
Numune Hacmi(cm^3)	67.31
Birim Ağırlık(gr/cm^3)	1.69

Tabii Su içeriği Tayini	
Kap ağırlığı (gr)	124.65
Kap+ıslak numune (gr)	265.00
Kap+kuru numune (gr)	241
Tabii Su içeriği (%)	20.63
Kuru Birim Hacim Ağırlık(gr/cm^3)	1.73



Serbest basınç mukavemeti, (qu)	**1.81**	**kg/cm^2**

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20...5

Onay
Kasım ÖFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

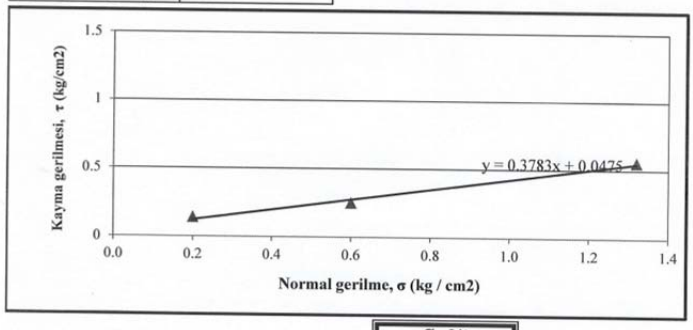
* Laboratuvarımız Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 18/10/2012 tarihli ve 400 sayılı İzin Belgesine sahipitir.
* Sözkonusu deney sonuçları laboratuvarımızın izni olmadan kısmen veya tamamen çoğaltılamaz
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-1 standartına uyulmuştur.

AR - TEK
YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

DİREK KESME DENEYİ

İşin adı	FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ
Rapor No	Z20-232
Numune No/Derinlik	SK3/13.50-15.00
Adres/Ada/Parsel	-
Rapor Tarihi	25.11.2020

Birim ağırlık (g/cm³)	1.82



Ø= 21°
c=0,05 kgf/cm²

FR. Z-10

Yür Tarihi:18/10/2012

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20[illegible]5

Onay
Kasım OFKELİ
Jeoloji Mühendisi
Laboratuvar Denetçisi
Denetçi No: 18885

*Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 18/10/2012 tarih ve 400 sayılı Laboratuvar İzin Belgesine sahiptir.
*Bu rapor Laboratuvarımızın izni olmadan değiştirilemez ve kısmen çoğaltılamaz.
* Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900-2 standartına uyulmuştur.

AR - TEK
ZEMİN VE YAPI ARAŞTIRMALARI LABORATUVARI

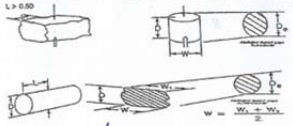
NOKTA YÜKÜ DAYANIM İNDEKSİ DENEYİ

Proje adı	: FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	Çukur / Sondaj No	: SK
Numuneyi Alan	: H. TUĞÇE TEMEL	Derinlik (m)	: -
Alındığı Tarih	: 19.11.2020	Laboratuvar No	: Z20-232
Alındığı Yer	: ADANA/FEKE	Deney Rapor Tarihi	: 25.11.2020
Pafta	: -	Deneyi Yapan	: MEHMET DEMİR
Ada / Parsel	: -	Deney Standardı	: ASTM D 5731-95

Araştırma Çukuru / Sondaj No	Numune No	Derinlik (m)	Numune	Deney Tipi	Genişlik (W) (mm)	Çap (D) (mm)	Yenilme Yükü (kN)	Eşdeğer Karot Çapı (D_e) (mm)	D_e^2 (mm^2)	Düzeltilmemiş Nokta Yükü Dayanım İndeksi $I_s=(Px10^3)/D_e^2$ (MPa)	Boyut Düzeltme Faktörü $F=(D_e/50)^{0.45}$	$*I_{s(50)}$ (MPa)
SK2	1	18.00-19.50	KAYA	i I	60.00	65.00	2.70	70.5	4965.63	0.54	1.17	0.63
SK3	2	7.50-9.00	KAYA	i I	60.00	60.00	2.10	67.7	4583.66	0.46	1.15	0.53
ORTALAMA $I_{s(50)}$ (I)		0.63	ORTALAMA $I_{s(50)}$ (//)		0.53		NOKTA YÜKLEME DAYANIMI ANİZOTROPİ İNDEKSİ $I_{a(50)}$ $I_{a(50)} = I_{s(50)}$ (I) / $I_{s(50)}$ (//)			1.21		

KISALTMALAR
- d : Çapsal
- a : Eksenel
- b : Blok
- i : Düzensiz şekilli örnek
- I : Zayıflık düzlemine dik
- // : Zayıflık düzlemine paralel

AÇIKLAMALAR
- $*I_{s(50)}$: 50 mm çaplı örnek için düzeltilmiş nokta yükü dayanım indeksi
- Çapsal deney için : $D_e^2=D^2$
- Diğer deney tipleri için : $D_e^2=4xA/\pi$ (A=WxD)
- Çapsal nokta yükleme deneyi için : L/D>1; tercihen 1'den 1.4'e kadar
- Eksenel nokta yükleme deneyi için : D/L oranı 1/3 ila 1 arasında
- Şekilsiz kütle nokta yükleme deneyi için : D/L oranı 1/3 ila 1 arasında tercihen 1'e yakın. L uzunluğu en az 0.5 W olmalıdır.



Not: Numunelerin alındığı yere ait bilgiler müşteri beyanıdır ve deney raporları deneyi yapılan numuneler için geçerlidir. Bu rapor ekleri ile bir bütündür. Laboratuvarın yazılı izni olmadıkça kısmen yada tamamen çoğaltılamaz.

F 105 Rev.No:00/Rev.Tar.:00/Y.Tar.: 15.07.2012

Deneyi Yapan

Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Ö[illegible]

Deneyi Onaylayan
Kasım ÖKELİ
Jeoloji Mühendisi
Deneyci No:18885

AR - TEK
YAPI MALZEMELERİ LABORATUARI

PARAFİN METODUYLA
DOĞAL BİRİM HACİM AĞIRLIK TAYİNİ

Proje adı	: FEKE ATIKSU ARITMA TESİSİ İÇİN JEOTEKNİK ETÜT RAPORU HAZIRLANMASI HİZMET ALIM İŞİ	**Laboratuvar No**	: Z20-232
		Deney kuyu No	: SK2
Tarih	: 25.11.2020	**Derinlik**	: 18.00-19.50

1- Numune Ağırlığı (g)	: 25.00
2- Numune+Parafin ağırlığı (g)	: 42.00
3- Parafinli num.su içi ağır.(g)	: 8.50
4- Numune+Parafin hacmi (cm^3)	: 33.50
5- Parafin Ağırlığı (g)	: 17.00
6- Parafin yoğunluğu (g/cm^3)	: 0.80
7- Parafin Hacmi (cm^3)	: 21.25
8- Numune Hacmi (cm^3)	: 12.25
9- Numune doğal bir.hacim ağ.(g/cm^3)	: 2.04

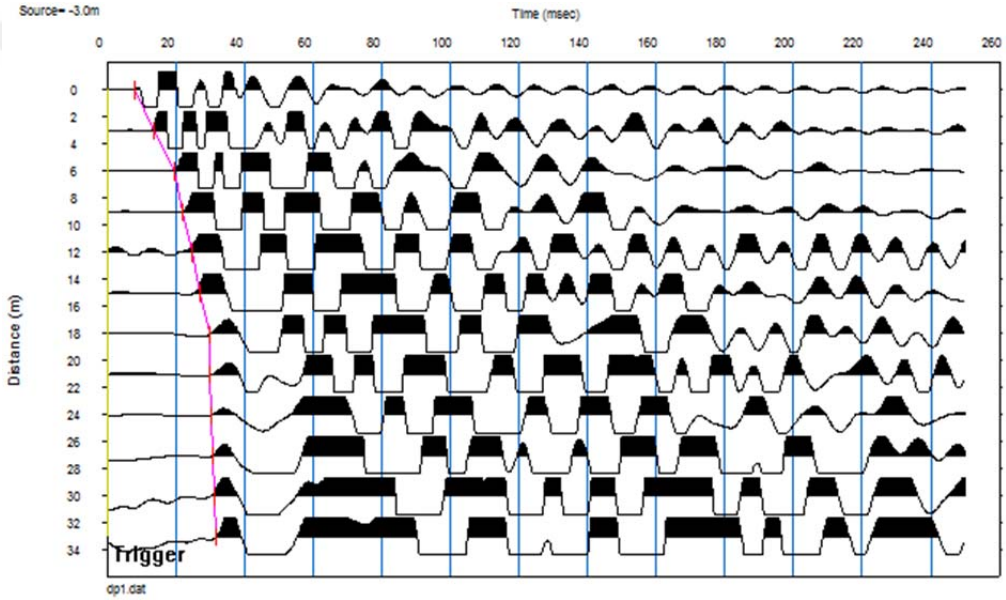
Mehmet DEMİR
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 20[illegible]5

EK-5

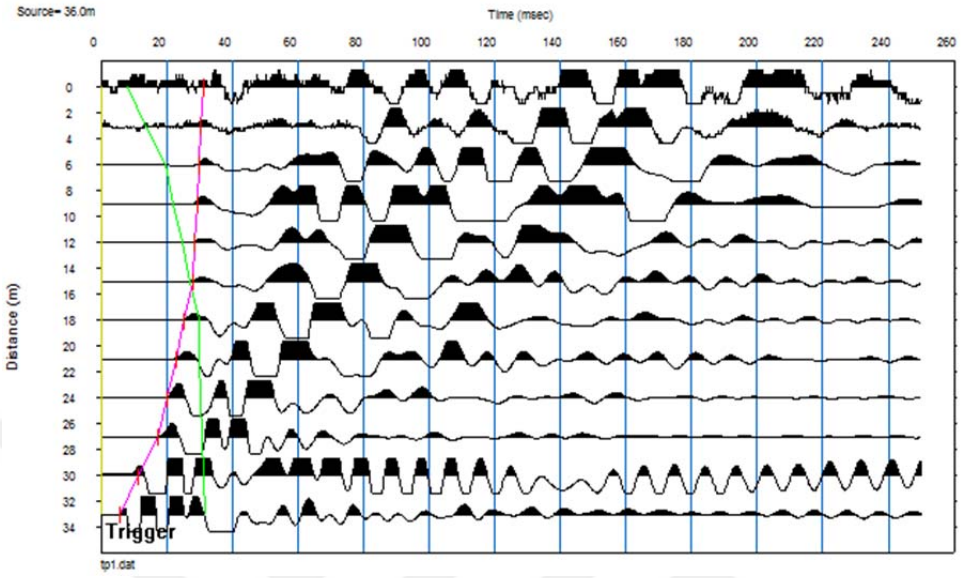
JEOFİZİK ÇALIŞMA

SAİMBEYLİ

Serim 1 Düz P

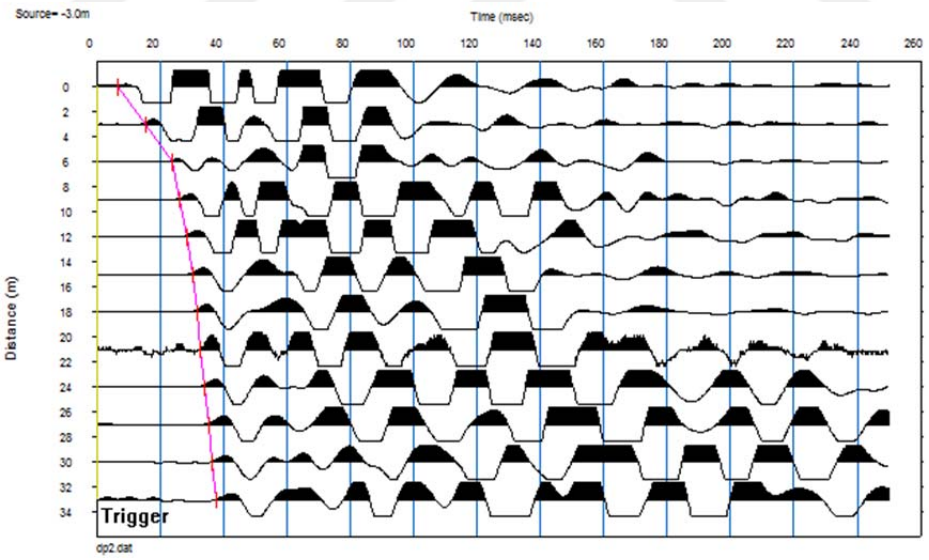


Serim 1 Ters P

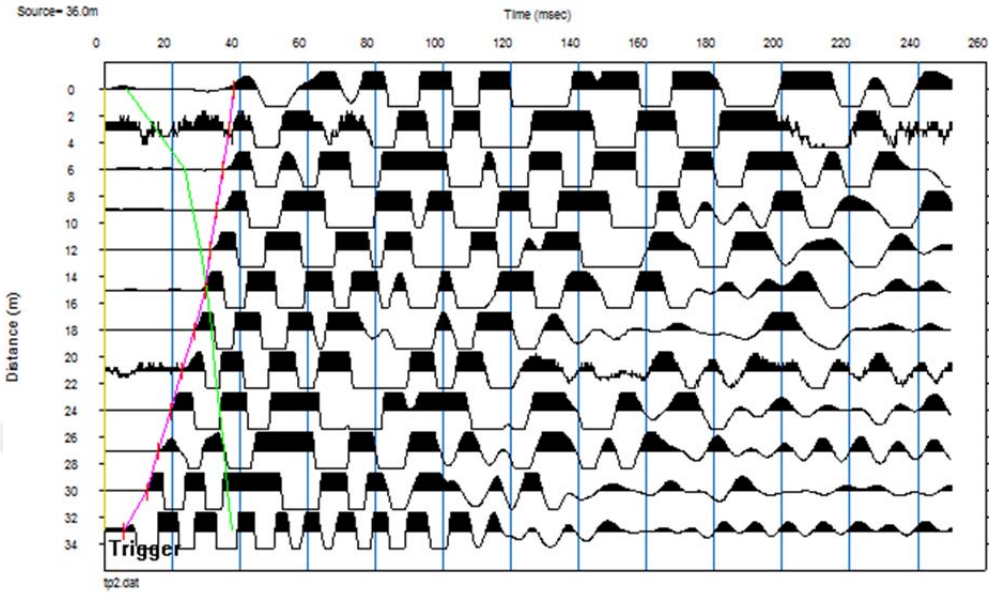


1. Serim için P dalgalarının seisimager programının pickwin modülünde değerlendirilmesi.

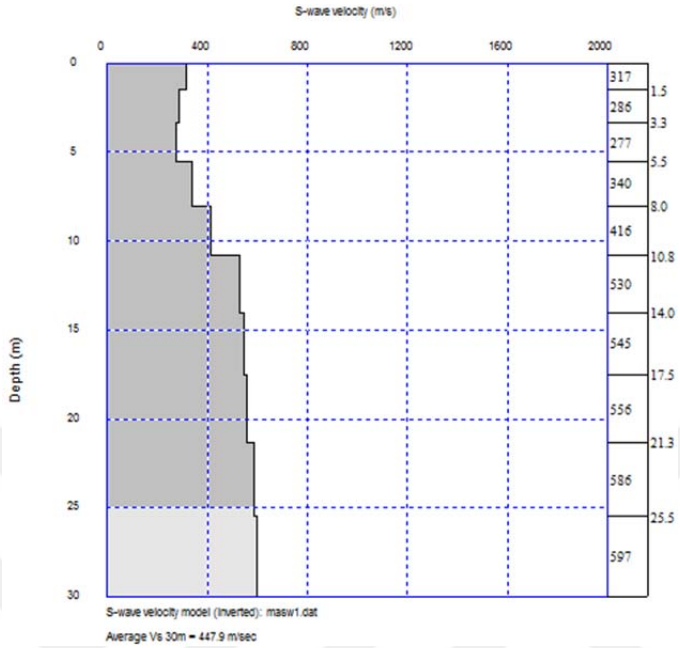
Serim 2 Düz P



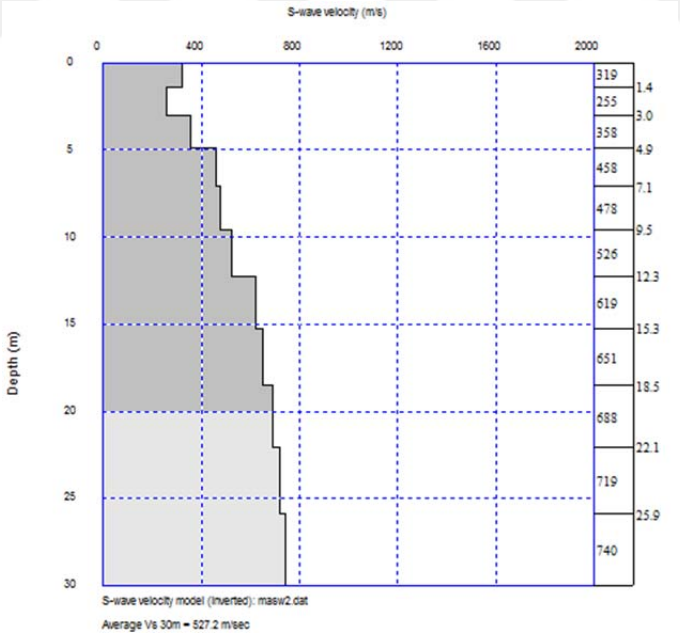
Serim 2 Ters P



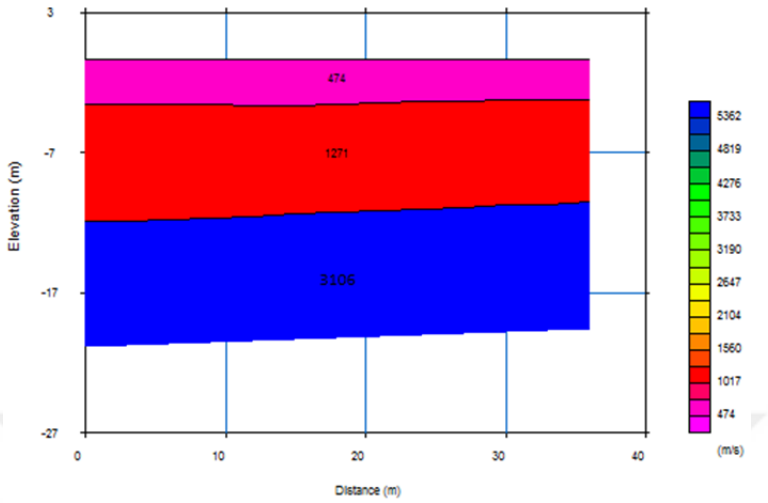
2. Serim için P dalgalarının seisimager programının pickwin modülünde değerlendirilmesi.



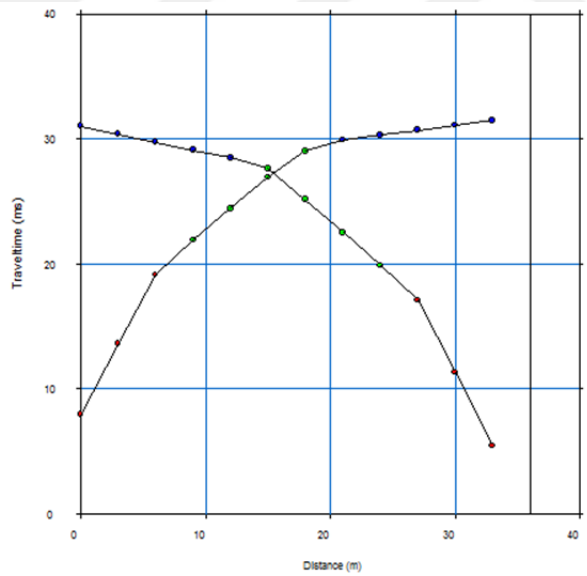
Masw-1 Ölçümüyle elde edilen Çok Tabakalı **Vs- Derinlik** dalga hızı tablosu.



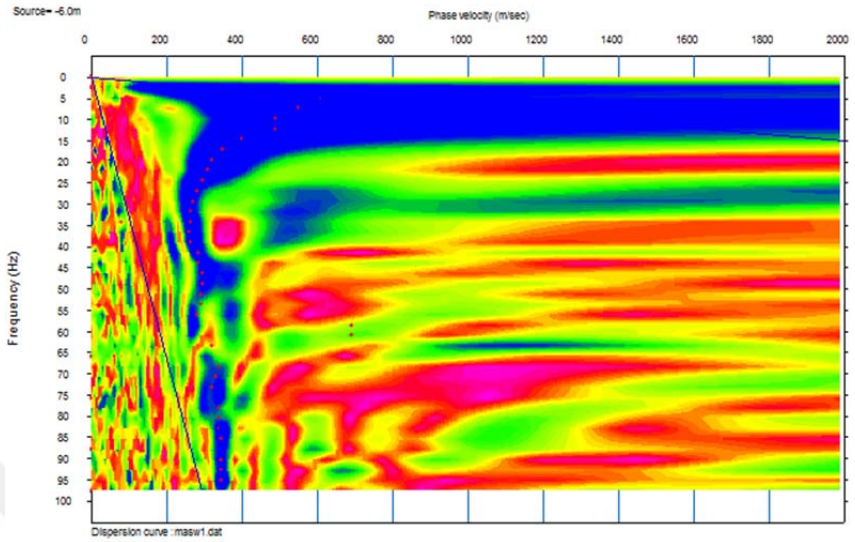
Masw-2 Ölçümüyle elde edilen Çok Tabakalı **Vs- Derinlik** dalga hızı tablosu.



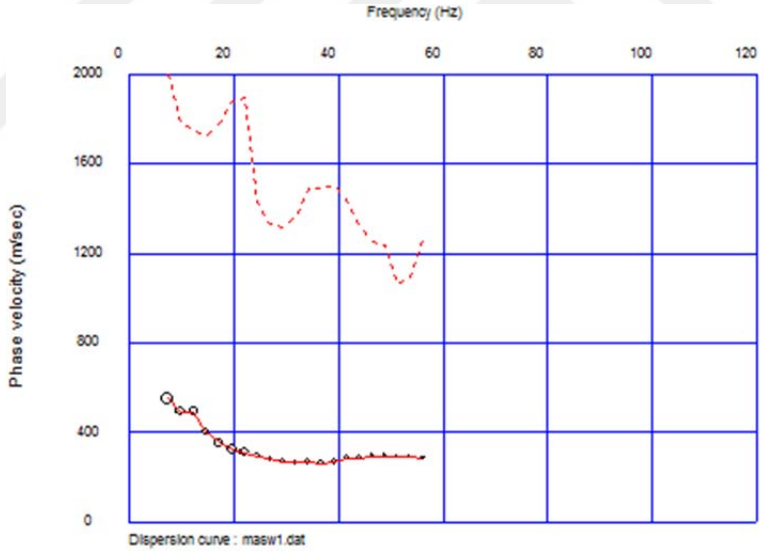
Sismik Serim-1 İnceleme alanının P dalgası ile elde edilmiş iki boyutlu sismik modeli



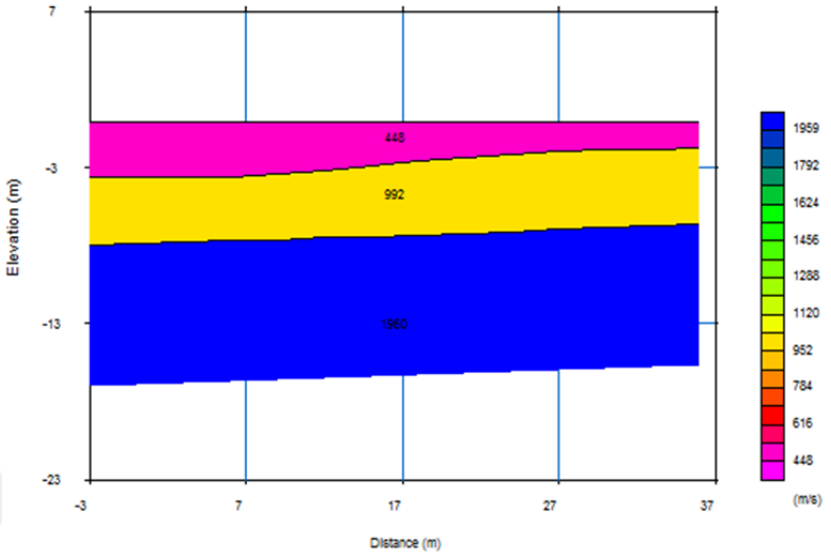
Sismik Serim-1'de P dalgası zaman –uzaklık grafiği



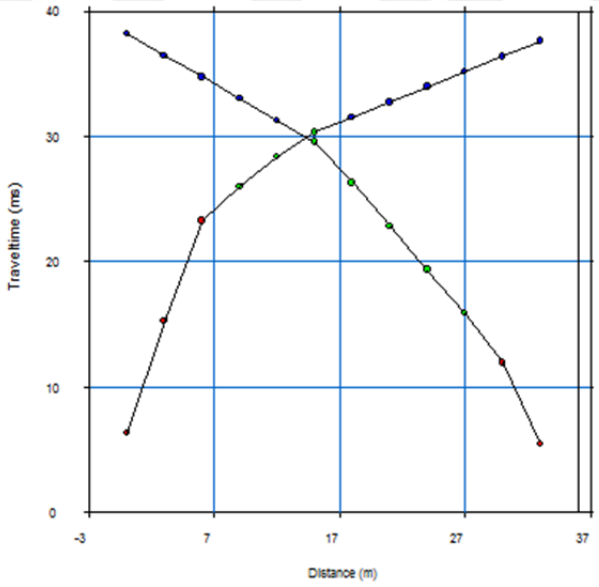
Sismik Serim-1'de Masw ölçümü ile elde edilmiş faz hızı-frekans eğrisinin pickwin modülünde görünümü.



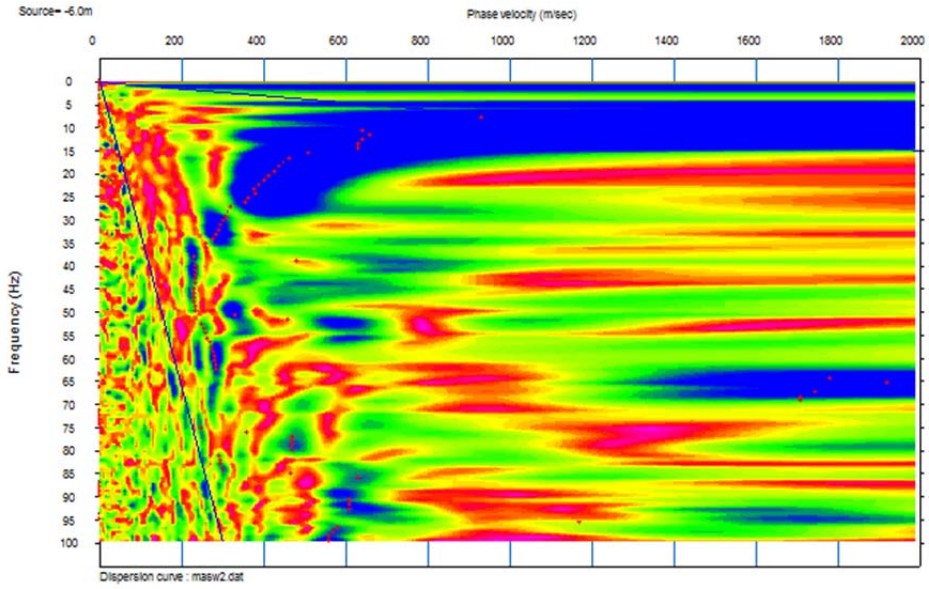
Sismik Serim-1'de Masw ölçümü ile elde edilen faz hızı- frekans (dispersiyon) eğrisi



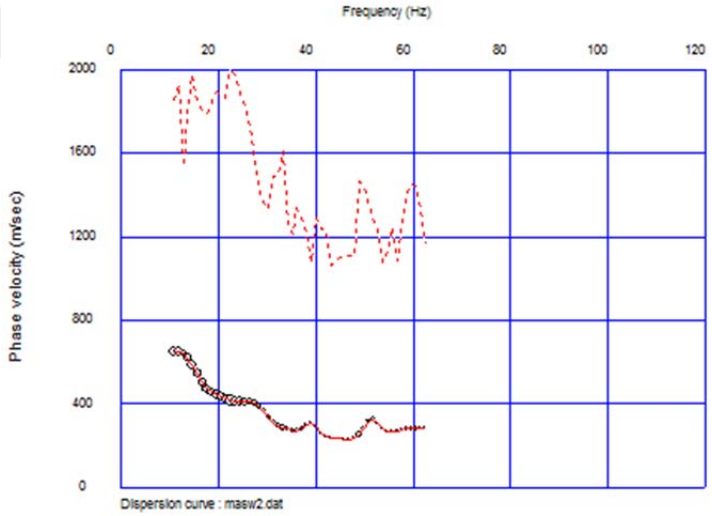
Sismik Serim-2 İnceleme alanınınP dalgası ile elde edilmiş iki boyutlu sismik modeli



Sismik Serim-2'de P dalgası zaman –uzaklık grafiği

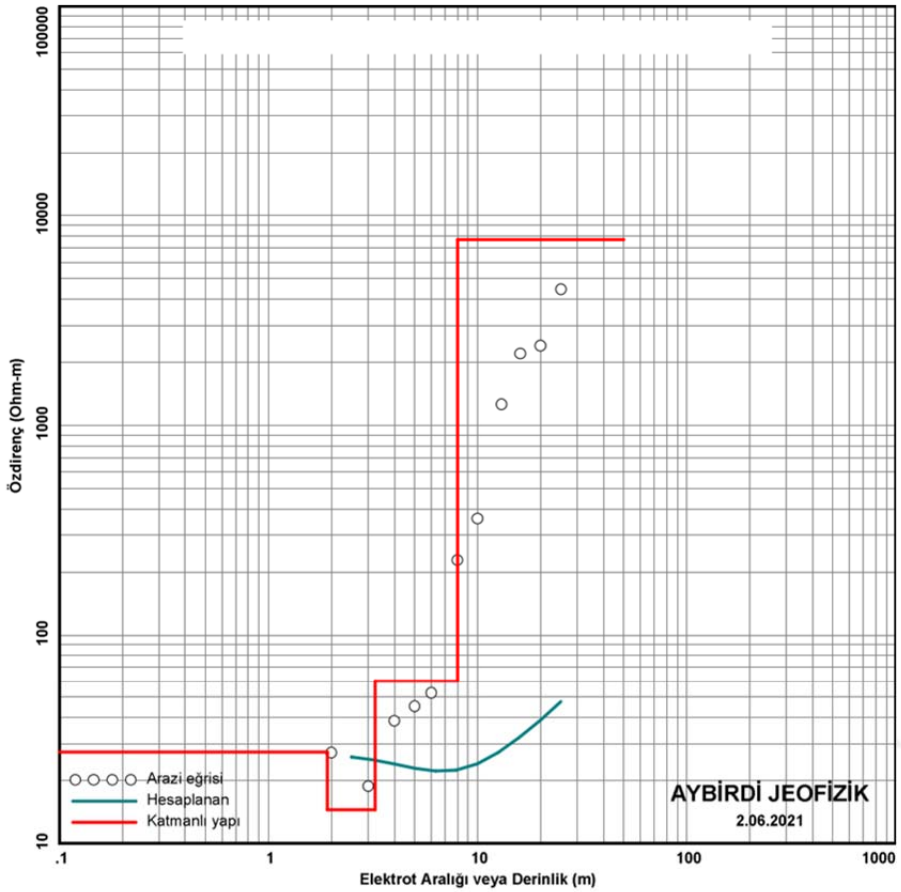


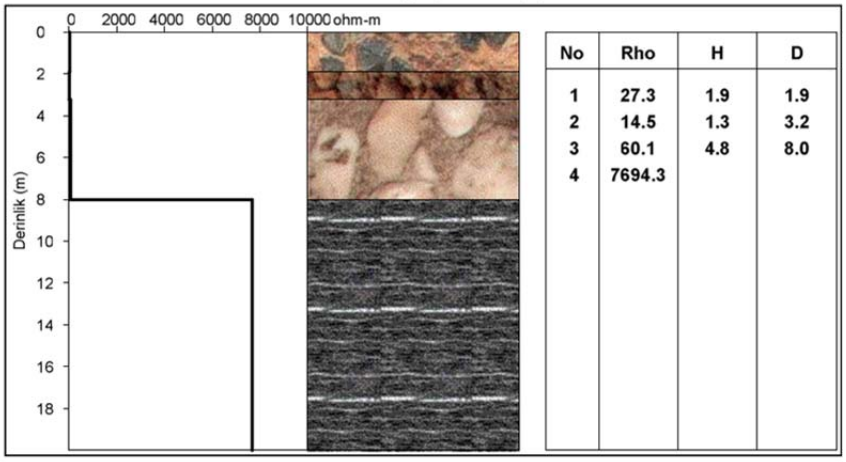
Sismik Serim-2'de Masw ölçümü ile elde edilmiş faz hızı-frekans eğrisinin pickwinmodülünde görünümü.



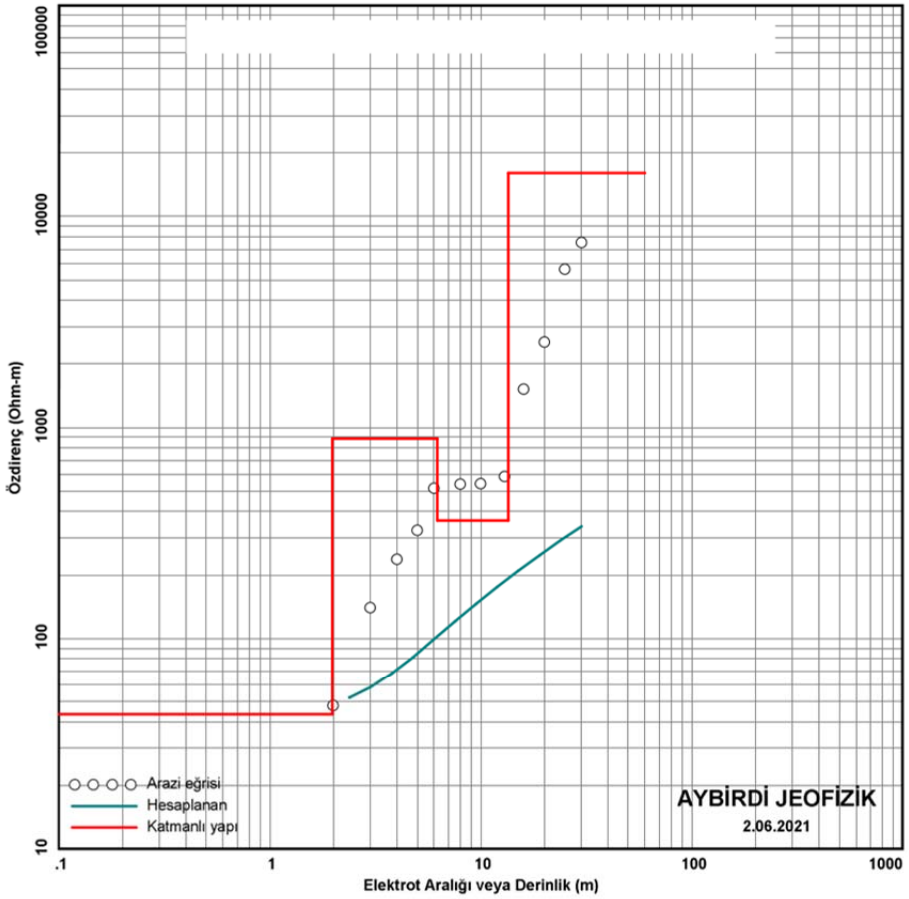
Sismik Serim-2'de Masw ölçümü ile elde edilen faz hızı- frekans (dispersiyon) eğrisi

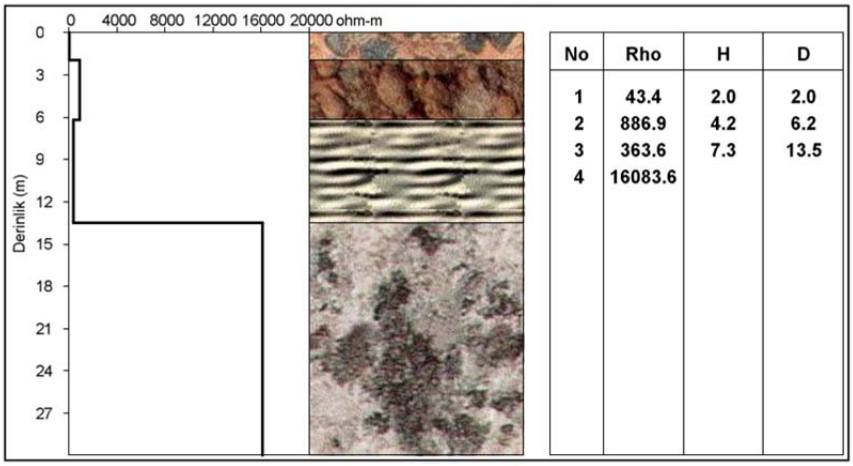
FEKE



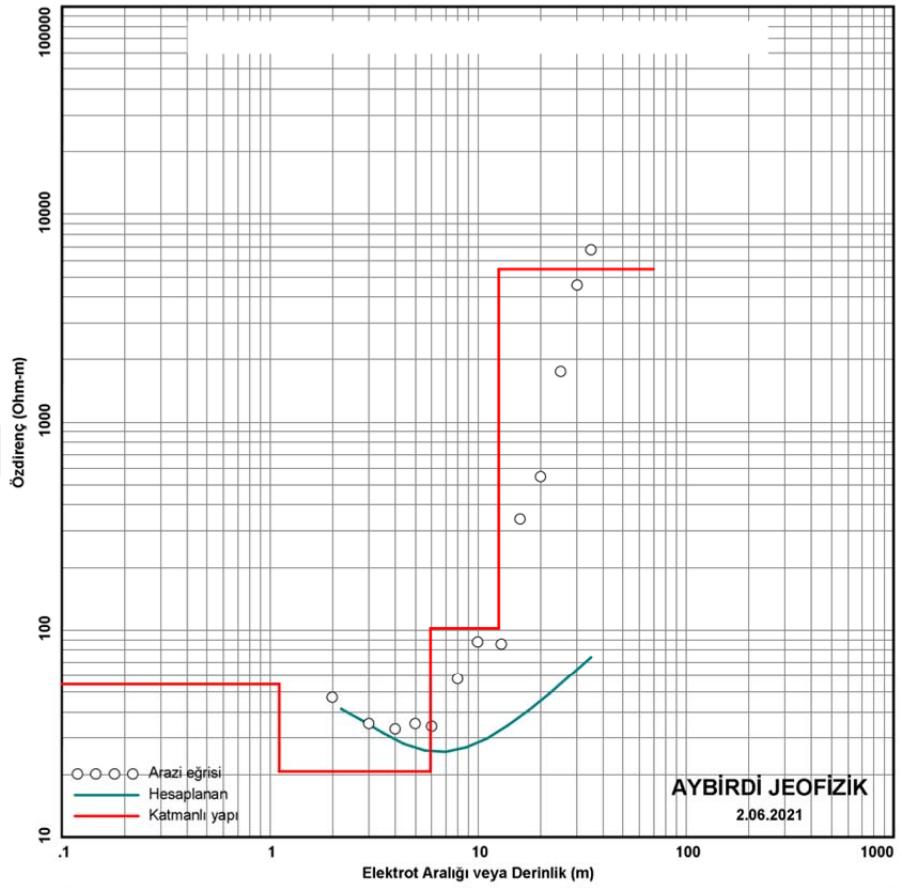


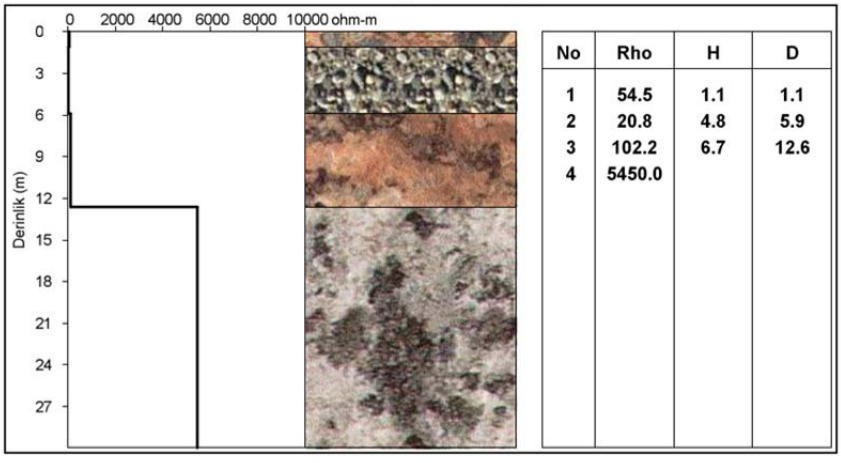
No	Rho	H	D
1	27.3	1.9	1.9
2	14.5	1.3	3.2
3	60.1	4.8	8.0
4	7694.3		



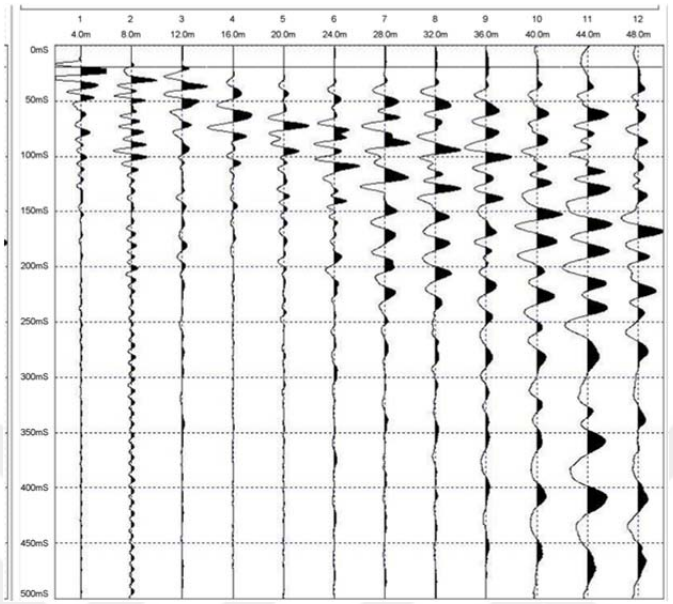


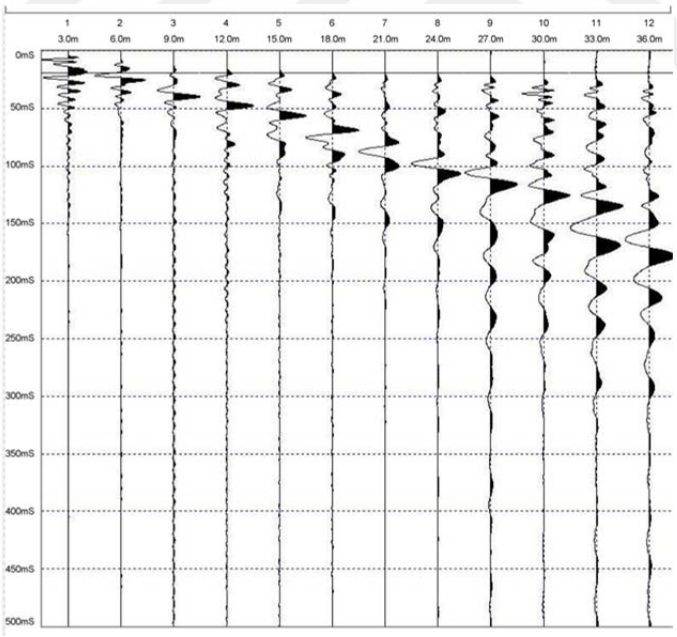
No	Rho	H	D
1	43.4	2.0	2.0
2	886.9	4.2	6.2
3	363.6	7.3	13.5
4	16083.6		

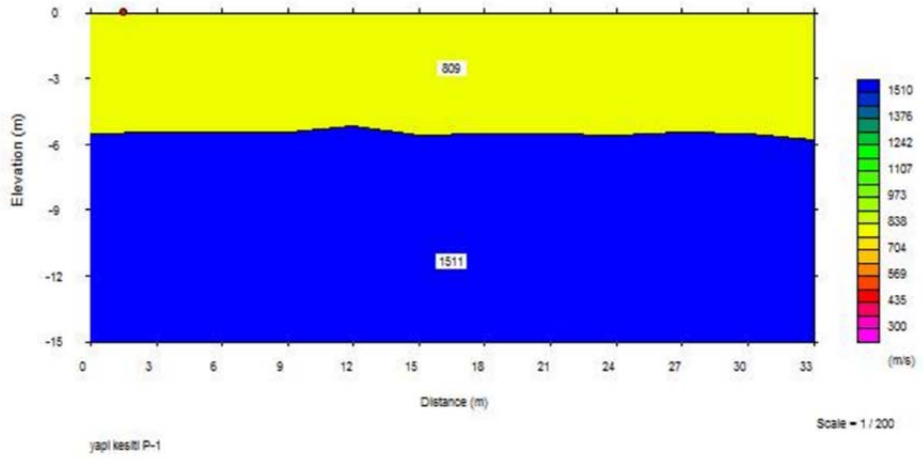


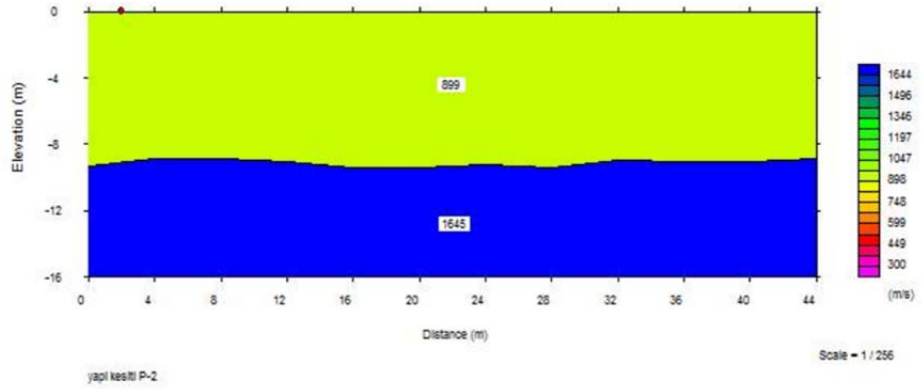


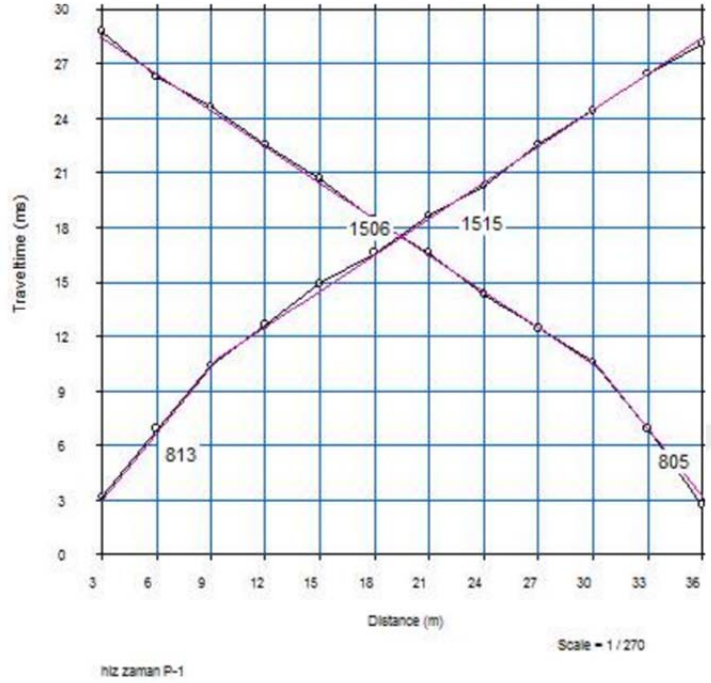
No	Rho	H	D
1	54.5	1.1	1.1
2	20.8	4.8	5.9
3	102.2	6.7	12.6
4	5450.0		


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
4.0m 8.0m 12.0m 16.0m 20.0m 24.0m 28.0m 32.0m 36.0m 40.0m 44.0m 48.0m
0mS
50mS
100mS
150mS
200mS
250mS
300mS
350mS
400mS
450mS
500mS

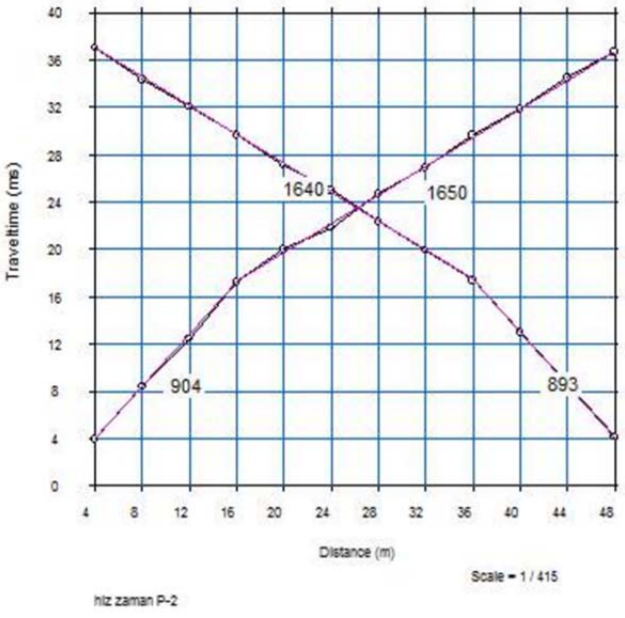

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
3.0m 6.0m 9.0m 12.0m 15.0m 18.0m 21.0m 24.0m 27.0m 30.0m 33.0m 36.0m
0mS
50mS
100mS
150mS
200mS
250mS
300mS
350mS
400mS
450mS
500mS


809
1511
Elevation (m)
Distance (m)
1510
1376
1242
1107
973
838
704
569
435
300
(m/s)
Scale = 1 / 200
yapi kesiti P-1

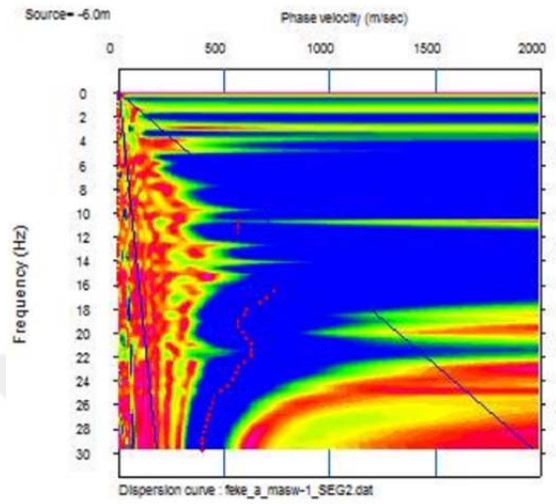

899
1645
Elevation (m)
Distance (m)
1644
1496
1346
1197
1047
896
748
599
449
300
(m/s)
Scale = 1 / 256
yapi kesiti P-2

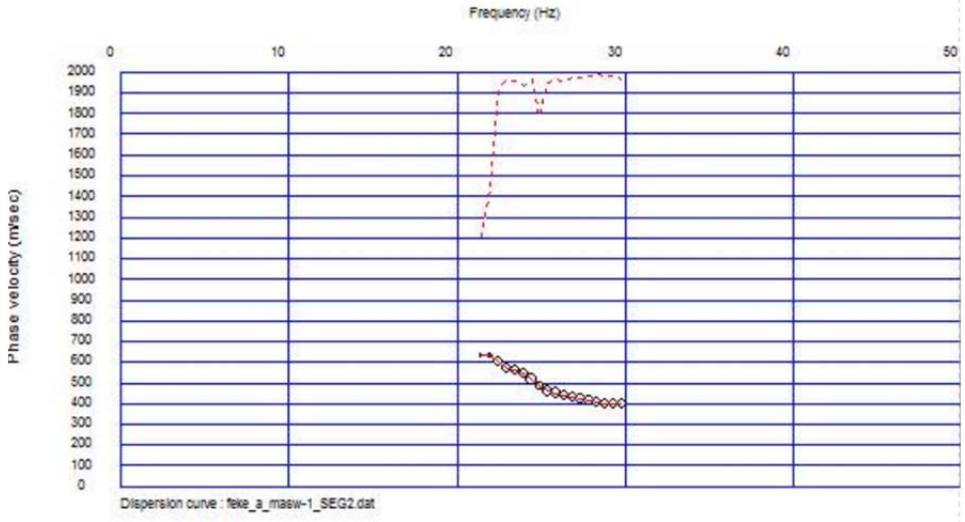


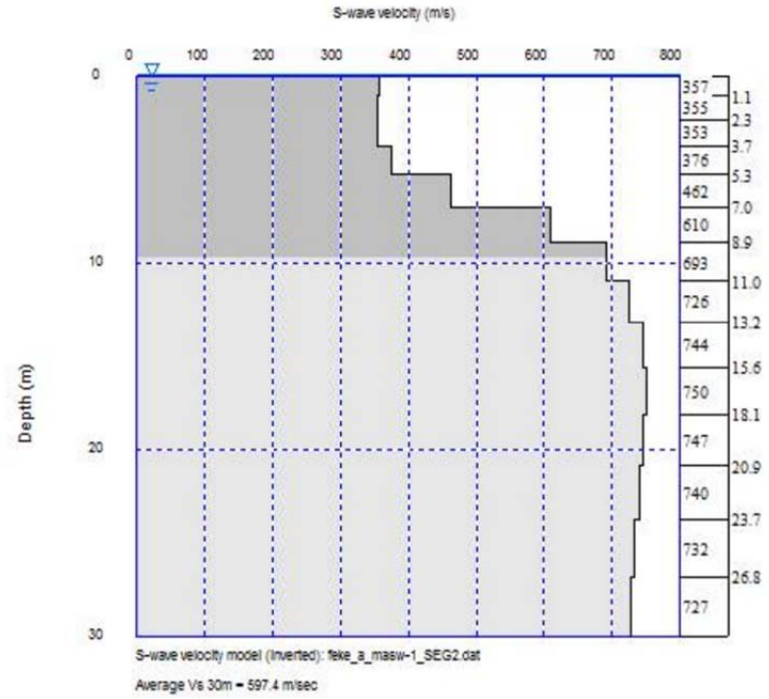
hız zaman P-1

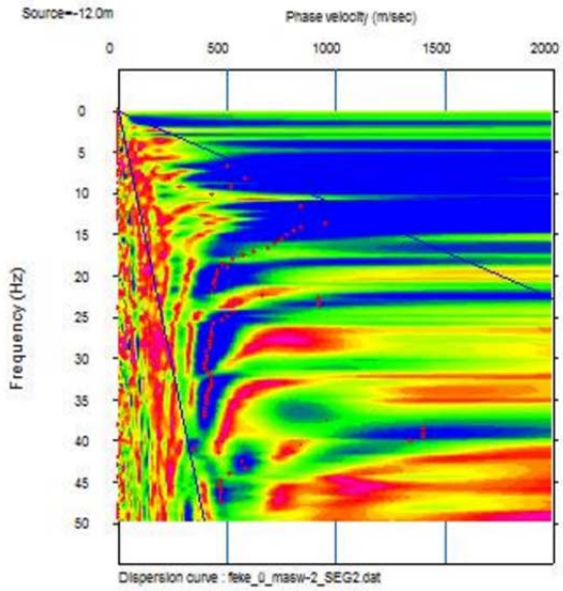


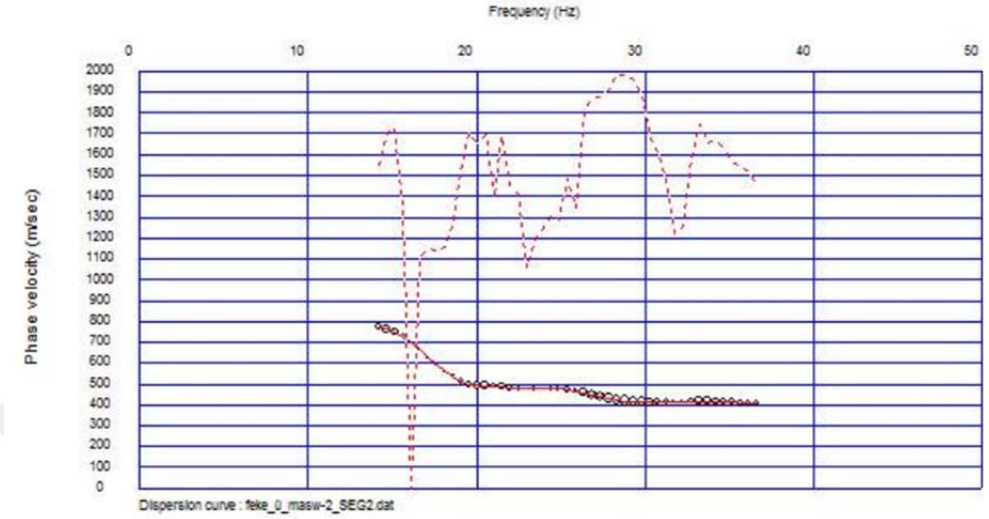
hız zaman P-2

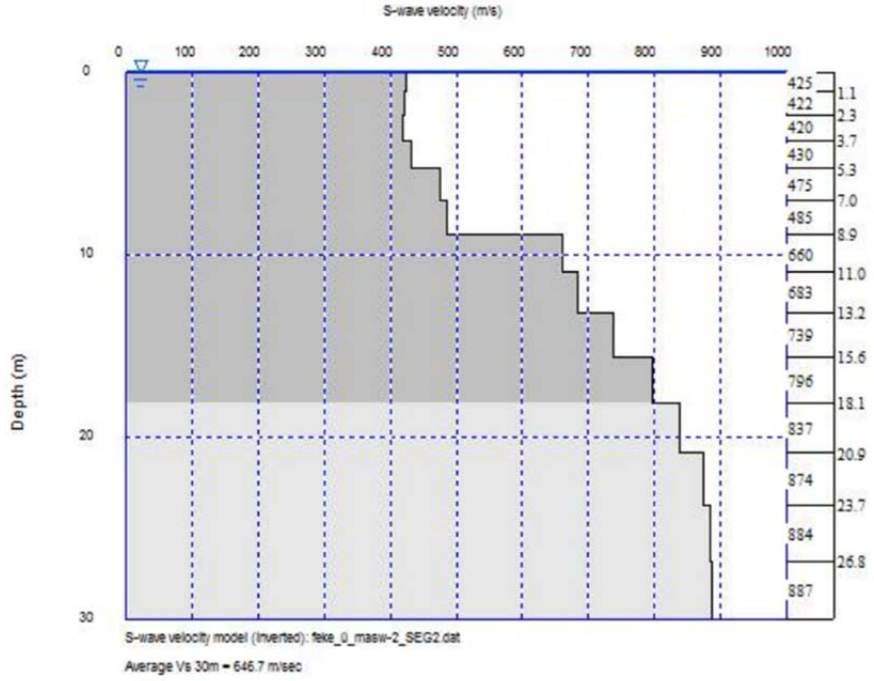

Source= -6.0m
Phase velocity (m/sec)
0
500
1000
1500
2000
Frequency (Hz)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
Dispersion curve : feke_a_masw-1_SEG2.dat

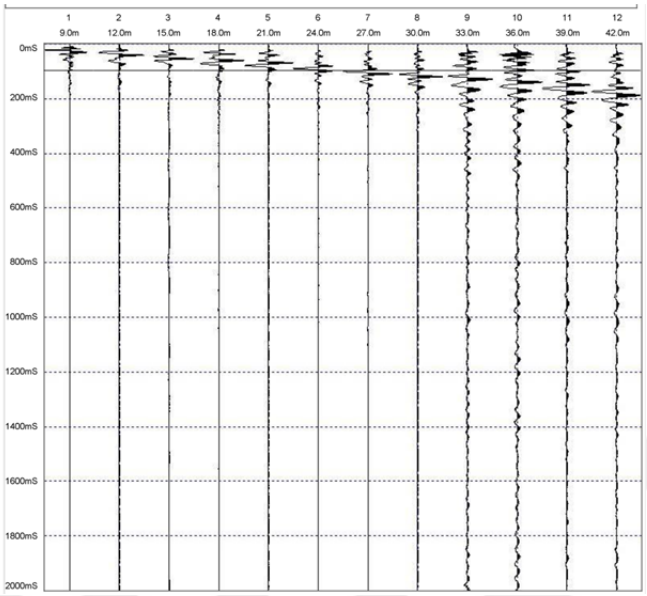

Frequency (Hz)
0
10
20
30
40
50
Phase velocity (m/sec)
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Dispersion curve : feke_a_masw-1_SEG2.dat

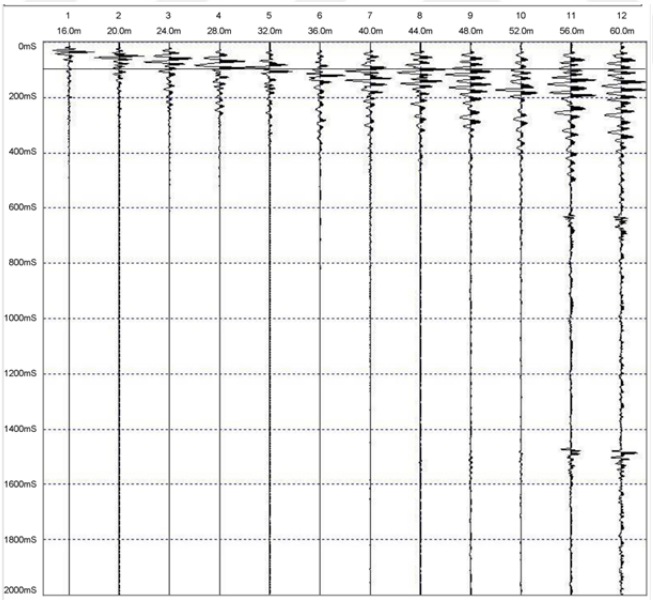

S-wave velocity (m/s)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
Depth (m)
0
10
20
30
357
355
353
376
462
610
693
726
744
750
747
740
732
727
1.1
2.3
3.7
5.3
7.0
8.9
11.0
13.2
15.6
18.1
20.9
23.7
26.8
S-wave velocity model (Inverted): feke_a_masw-1_SEG2.dat
Average Vs 30m = 597.4 m/sec

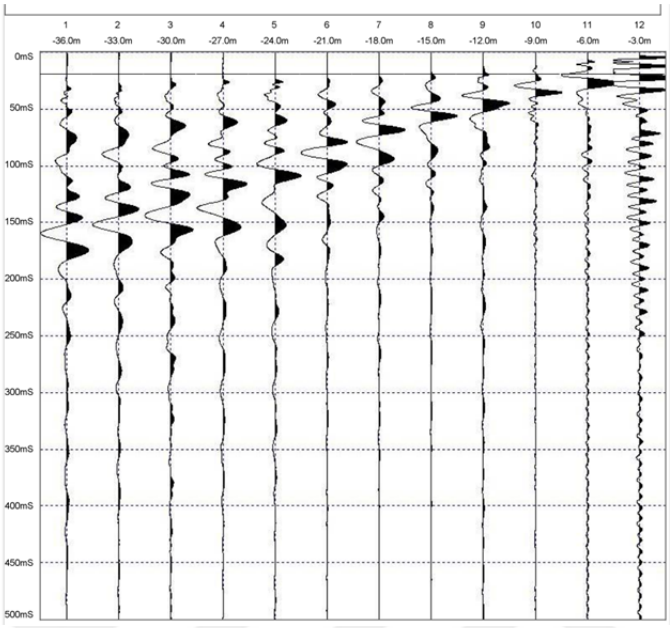

Source=-12.0m
Phase velocity (m/sec)
0
500
1000
1500
2000
Frequency (Hz)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Dispersion curve : feke_0_masw-2_SEG2.dat

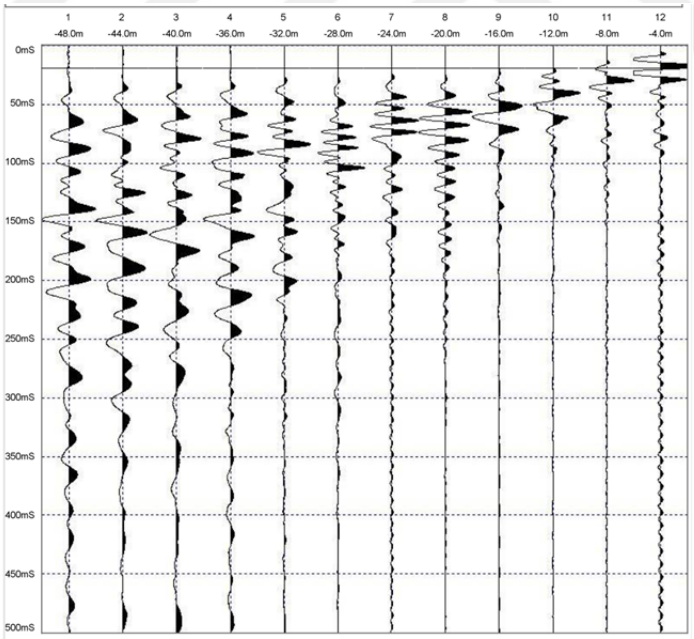

Frequency (Hz)
0
10
20
30
40
50
Phase velocity (m/sec)
2000
1900
1800
1700
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
Dispersion curve : feke_0_masw-2_SEG2.dat


S-wave velocity (m/s)
0
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
Depth (m)
0
10
20
30
425
422
420
430
475
485
660
683
739
796
837
874
884
887
1.1
2.3
3.7
5.3
7.0
8.9
11.0
13.2
15.6
18.1
20.9
23.7
26.8
S-wave velocity model (inverted): feke_0_masw-2_SEG2.dat
Average Vs 30m = 646.7 m/sec


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
9.0m 12.0m 15.0m 18.0m 21.0m 24.0m 27.0m 30.0m 33.0m 36.0m 39.0m 42.0m
0mS
200mS
400mS
600mS
800mS
1000mS
1200mS
1400mS
1600mS
1800mS
2000mS

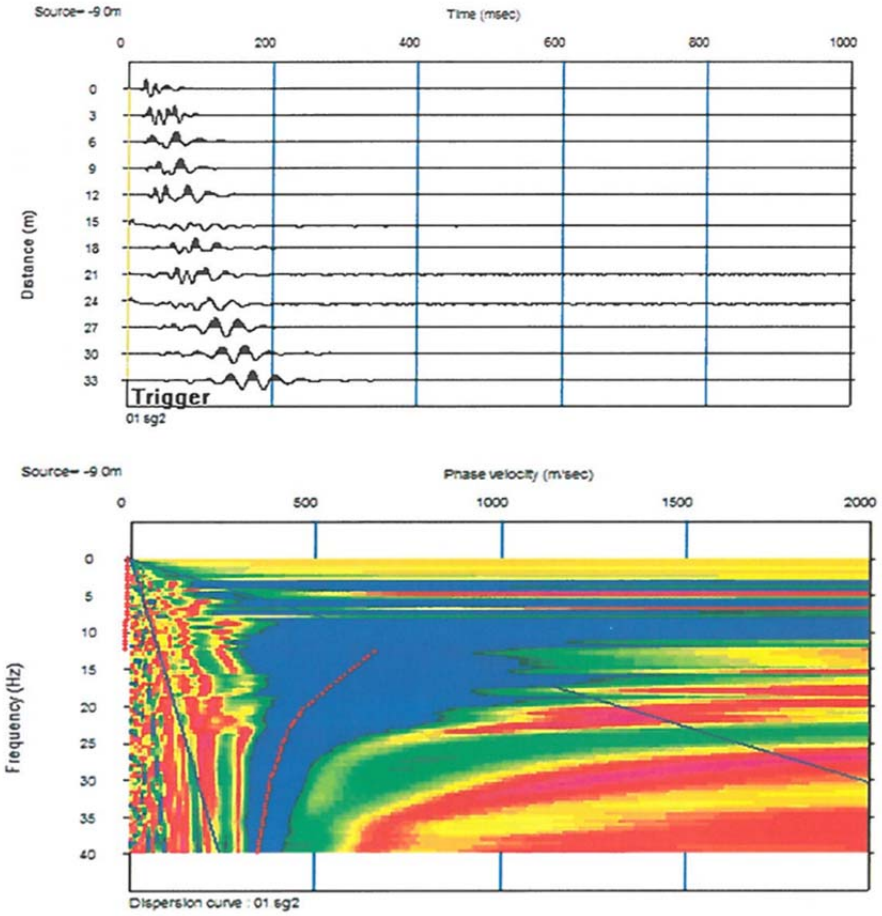

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
16.0m 20.0m 24.0m 28.0m 32.0m 36.0m 40.0m 44.0m 48.0m 52.0m 56.0m 60.0m
0mS
200mS
400mS
600mS
800mS
1000mS
1200mS
1400mS
1600mS
1800mS
2000mS


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
-36.0m -33.0m -30.0m -27.0m -24.0m -21.0m -18.0m -15.0m -12.0m -9.0m -6.0m -3.0m
0mS
50mS
100mS
150mS
200mS
250mS
300mS
350mS
400mS
450mS
500mS


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
-48.0m -44.0m -40.0m -36.0m -32.0m -28.0m -24.0m -20.0m -16.0m -12.0m -8.0m -4.0m
0mS
50mS
100mS
150mS
200mS
250mS
300mS
350mS
400mS
450mS
500mS

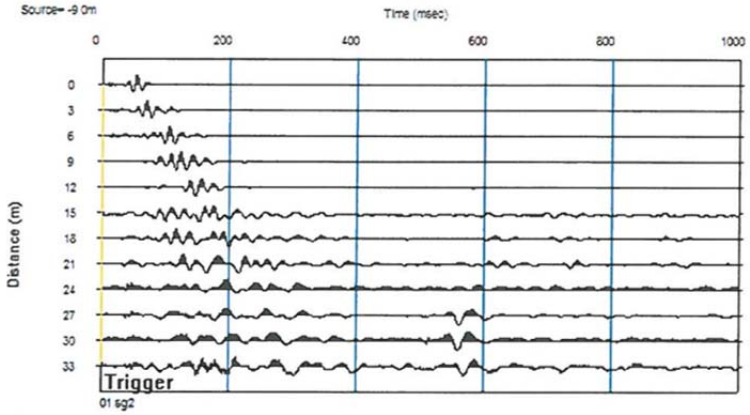
SİSMİK GRAFİKLER

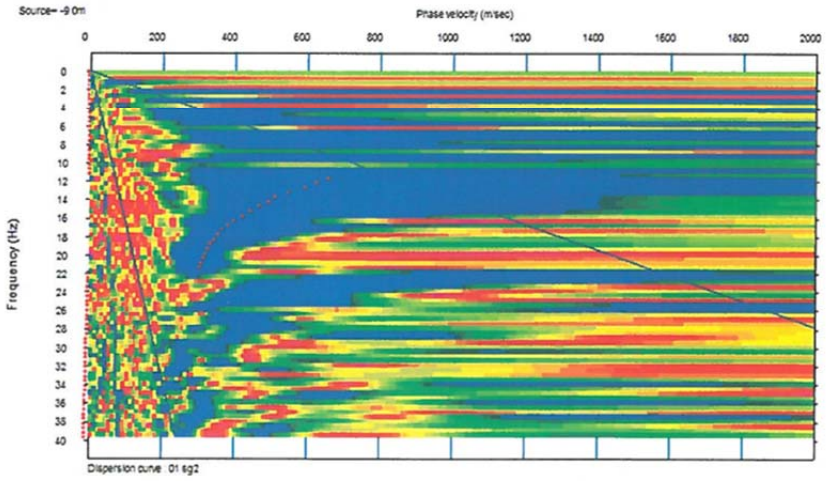
MASW 1



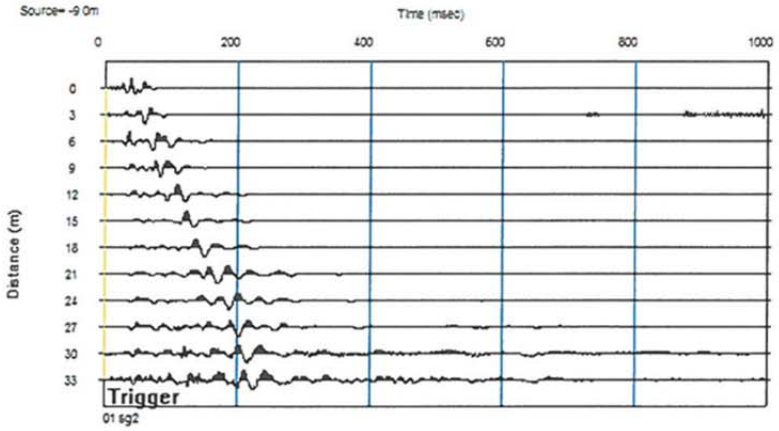
KARABAĞLAR EKLERİN DEVAMI.pdf

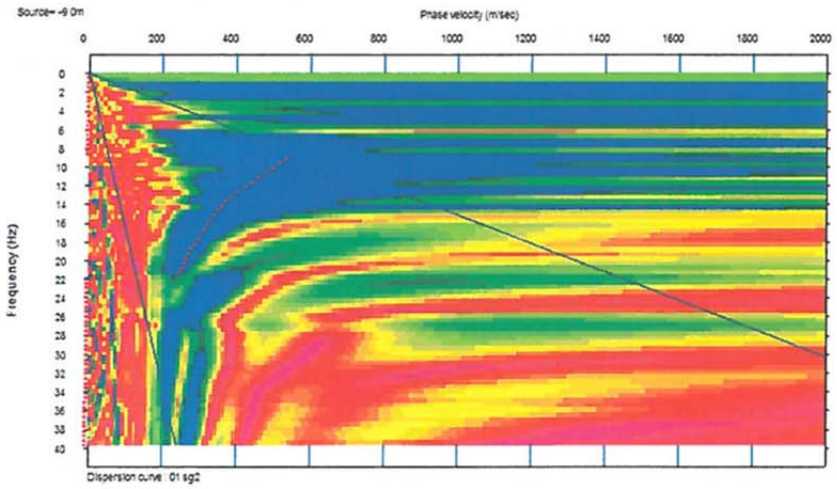
MASW 2


Source= -9 0m
Time (msec)
0
200
400
600
800
1000
Distance (m)
0
3
6
9
12
15
18
21
24
27
30
33
Trigger
01 sg2


Source= -9 0m
Phase velocity (m/sec)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
Frequency (Hz)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
34
36
38
40
Dispersion curve 01 sg2

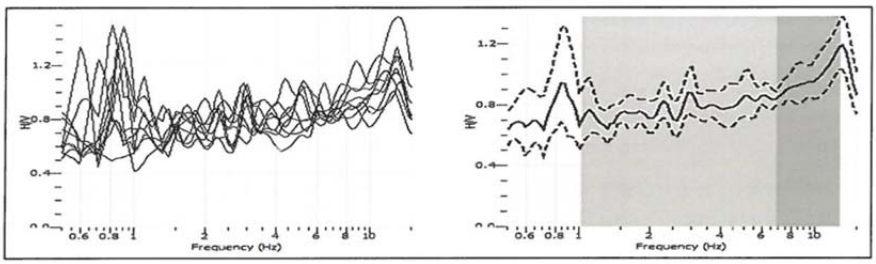
MASW 3


Source= -9 0m
Time (msec)
0
200
400
600
800
1000
Distance (m)
0
3
6
9
12
15
18
21
24
27
30
33
Trigger
01 sg2

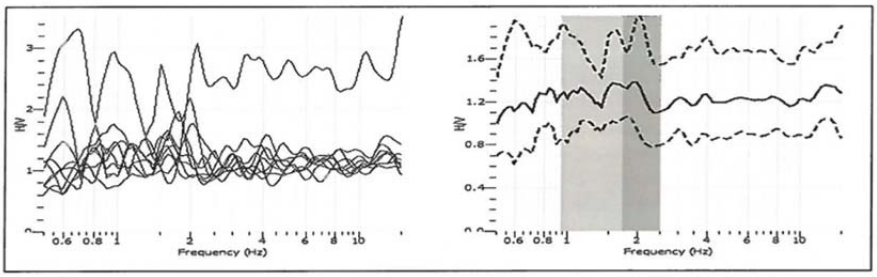

Source= -9 0m
Phase velocity (m/sec)
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
Frequency (Hz)
Dispersion curve : 01 sg2

MİKROTREMÖR GRAFİKLER

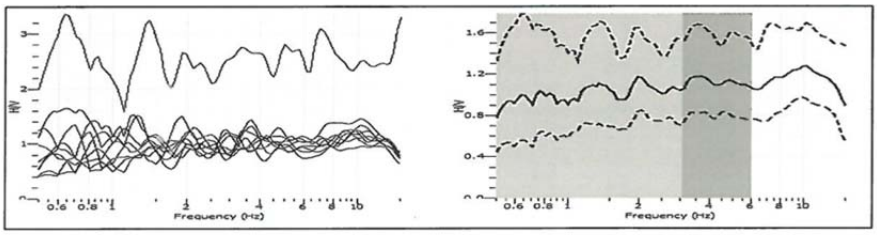
MT 1



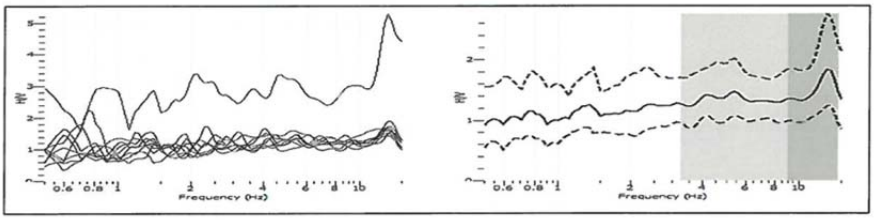
MT 2



MT 3



MT 4



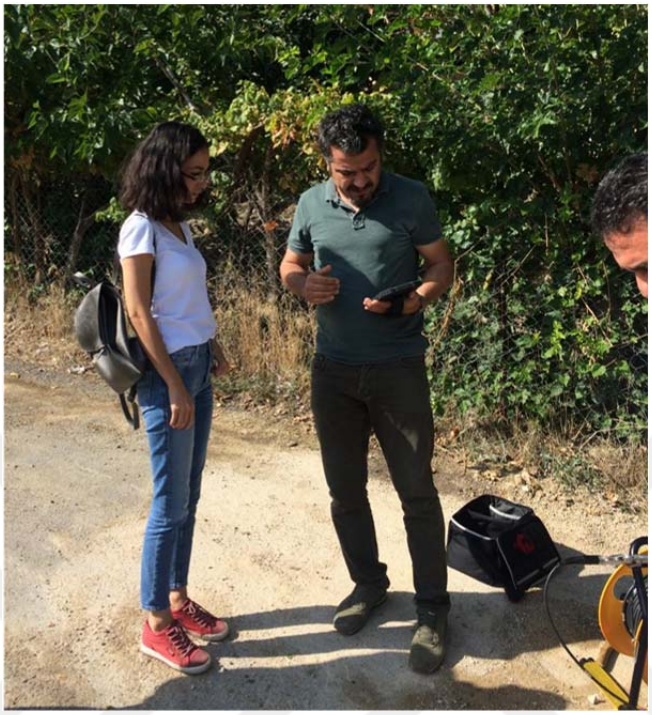
EK-6

ARAZİ ÇALIŞMA FOTOLARI





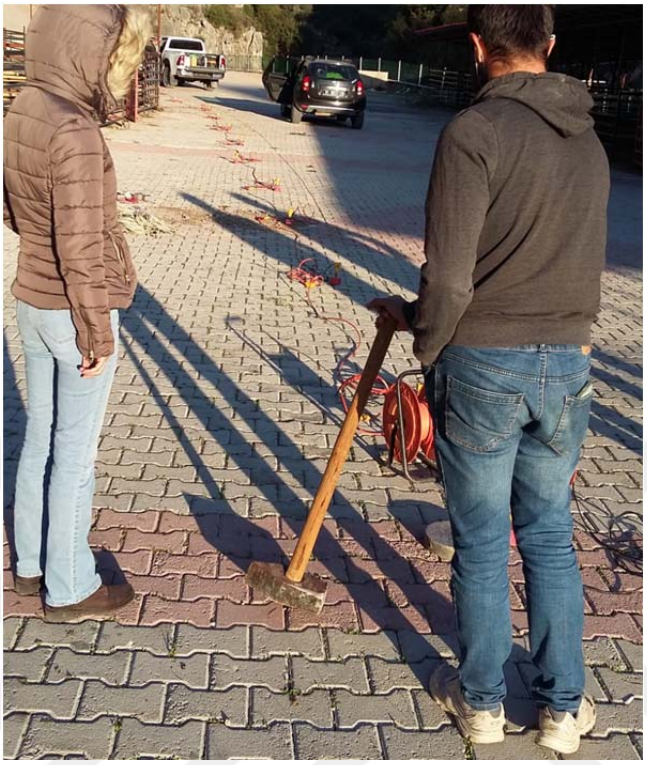

PRESSUREMETER




HEYELAN BÖLGESİ








SOYLU








BÖLGESİ

T.C.
SAİMBEYLİ BELEDİYE BAŞKANLIĞI
İmar ve Şehircilik Müdürlüğü

20.10.2020

Sayı : 49561914/24816831-310/276
Konu : Jeolojik ve Jeofizik Verilerin
Bilimsel Amaçlı Kullanılması

Sayın: Özlem ATMA

Adana İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Yeni Baraj Mah. 68017 Sokak No:2
Seyhan/ADANA

İlgi : 20.10.2020 Tarih ve 51/354 Kayıt Sayılı Dilekçe.

İlgi dilekçenizde Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliğinde tezli yüksek lisans öğrencisi olduğunuzdan ve İlçemiz İslam Mahallesi sınırları içerisindeki heyalan bölgesinde SİS Mühendislik tarafından yapılan Jeolojik ve Jeoteknik çalışmalar sonucunda elde edilen verileri bilimsel amaçlı olarak yüksek lisans tezinizde kullanmak istediğinizden bahsetmektesiniz.

İlçemiz İslam Mahallesi sınırları içerisinde heyelan tespitine yönelik olarak SİS Mühendislik firması tarafından hazırlanan jeolojik ve jeoteknik etüt raporundaki jeolojik ve jeofizik verileri bilimsel amaçlı olarak yüksek lisans tezinizde kullanmanızda belediyemiz açısından bir sakınca bulunmamaktadır.

Bilgilerinize rica ederim.

Mahmut DAL
İmar ve Şehircilik Müdürü V.

Adres: İslam Mah. Şehit Ufuk ÇINAR Cad. No: 3/202. 01740 SAİMBEYLİ
Sntr.:(0322)761 2126, Fen İşl.:(0322)761 2109 Faks. (0322)761 2112
Elektronik Ağ: www.saimbeyli.bel.tr

T.C.
ADANA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI
Adana Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü
Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı

Sayı : E-39172788-220.03.99-48096
Konu : Jeolojik ve Jeofizik Verilerin Bilimsel Amaçlı Kullanılması

11.10.2021

Sayın Özlem ATMA
Adana İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
Yeni Baraj Mah. 68017 sok. No:2 Seyhan/ADANA

İlgi : 29.09.2021 tarih ve 50962 evrak no ile kayıtlı dilekçeniz.

İlgi dilekçenizde Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği bölümünde yüksek lisans öğrencisi olduğunuz ve Feke İlçesi İslam Mahallesi sınırları içerisinde kurumumuz tarafından yaptırılan heyelan etüt çalışmasından elde edilen verileri bilimsel amaçlı olarak yüksek lisans tezinizde kullanmak istediğinizden bahsederek gerekli iznin verilmesi istenmektedir.

Feke İlçesi İslam Mahallesi sınırları içerisinde Atıksu Arıtma Tesisi yapılması planlanan alanı da kapsayan bölgede heyelan tespitine yönelik olarak AYBİRDİ İnşaat Jeofizik Mim. Müh. Emlak Taah. ve Tic. Ltd. Şti. firması tarafından hazırlanan Jeolojik ve Jeoteknik etüt raporundaki jeolojik ve jeofizik verileri bilimsel amaçlı olarak yüksek lisans tezinizde kullanmanızda kurumumuz açısından bir sakınca bulunmamaktadır.

Bilgilerinize rica ederim.

Emrah KAPLAN
Genel Müdür a.
Genel Müdür Yardımcısı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: OXAjpD-vZVpEm-EOkqK4-bF2qYM-7s6oJt9z Doğrulama Linki: https://www.turkiye.gov.tr/icisleri-belediye-ebys

Kanalizasyon Proje Şube Müdürlüğü Cemalpaşa Mahallesi Ethem Ekin Sokak No:16 Seyhan / Adana
Telefon No: (322)457 10 25 Dahili: 2011 - 1208 Faks No: (322)457 97 19
e-Posta: info@adana-aski.gov.tr İnternet Adresi: http://www.adana-aski.gov.tr/
Kep Adresi: adanaaski@hs01.kep.tr

Bilgi için: İlker TORUN
Mühendis
Telefon No:

T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
MEKANSAL PLANLAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Sayı :62123802-305.07-E.280707 28.11.2019
Konu :İmar Planına Esas Jeolojik Jeoteknik Etüd Raporları

Sayın Özlem ATMA
Adana İl Afet Ve Acil Durum Müdürlüğü
Yeni Baraj Mah. 68017. Sok. No:2 Seyhan/Adana

İlgi : a) 01.11.2019 tarihli dilekçeniz.
b) Geomek Mühendislik Geoteknik Proje Maden İnşaat Taahhüt Ticaret LTD.Şti.'nin 25.11.2019 tarihli dilekçesi.

İlgi (a) da kayıtlı dilekçeniz ile, İzmir İli, Karabağlar İlçesi sınırları içerisinde yer alan "540 Hektar Riskli Alan İçerisindeki Afete Maruz Alanın Yeniden Değerlendirilmesine Yönelik Jeolojik- Jeoteknik Etüt Raporunun Hazırlatılması İşi" kapsamında onaylanan ve tüm telif hakları Bakanlığımız uhdesinde bulunan raporun akademik çalışmalarda kullanılmak üzere izni talep edilmektedir.

İlgi (a) dilekçenizdeki konu Bakanlığımızca değerlendirilmiş olup, İzmir İli, Karabağlar İlçesi sınırları içerisinde yer almakta olan bahse konu alana ait etüt raporunda yer alan bilgilerin tarafınızca akademik çalışmalarda kullanılması talebiniz, Bakanlığımıza atıf yapılarak kullanılmak üzere, olumlu olarak değerlendirilmektedir.

Bilgilerinizi rica ederim.

e-imzalıdır
Hidayet UYSAL
Genel Müdür Yardımcısı