



T.C.
BATMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**JEOFİZİK VE GEOTEKNİK METOTLARLA
ÇAMLITEPE MAHALLESİ (BATMAN)
ZEMİNİNİN MÜHENDİSLİK
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Nuray ÖNCÜL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart-2016
BATMAN
Her Hakkı Saklıdır.

TEZ KABUL VE ONAYI

Nuray ÖNCÜL tarafından hazırlanan “ JEOFİZİK VE GEOTEKNİK METOTLARLA ÇAMLITEPE MAHALLESİ (BATMAN) ZEMİNİNİN MÜHENDİSLİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ ” adlı tez çalışması 03/03/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof.Dr.Adnan ÖZDEMİR

Danışman

Yrd.Doç.Dr.Nuray ALPASLAN

Üye

Doç.Dr.Ferhat ÖZÇEP

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. M. Tahir NALBANTÇILAR
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Nuray ÖNCÜL
BATMAN-2016

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEOFİZİK VE GEOTEKNİK METOTLARLA ÇAMLITEPE MAHALLESİ (BATMAN) ZEMİNİNİN MÜHENDİSLİK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Nuray ÖNCÜL

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Nuray ALPASLAN

2016, 146 Sayfa

Jüri

Danışman Yrd.Doç.Dr. Nuray ALPASLAN
Prof.Dr.Adnan ÖZDEMİR
Doç.Dr.Ferhat ÖZÇEP

Bu çalışmada Batman ili, Çamlıtepe mahallesinde yapılaşma nedeniyle yapı temelinin oturacağı yerleşim alanındaki jeolojik tabakaların fiziksel özelliklerinin ve yeraltı yapısının ortaya çıkarılması için jeofizik ve geoteknik araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla, inceleme alanında yer alan birimlerin dinamik özelliklerini ve zeminin fiziksel parametrelerini belirlemek için altı adet sismik kırılma-MASW profili ve üç profil üzerinde tomografi çalışması, dört noktada Schlumberger elektrot dizilimli Düşey Elektrik Sondajı (DES) çalışması ve sekiz noktada jeoteknik sondaj çalışmaları yapılmıştır. Jeofizik çalışmalar ile P ve S dalga hızları derinlikle değişim kesitleri, yer elektrik kesitleri elde edilmiştir.

Batman'ın yerleşim alanında (İnceleme alanı çevresinde) jeolojik olarak kil, konglomera, kum ve çakıl içeren alüvyonlar bulunmaktadır. İnceleme alanı olan Çamlıtepe mahallesi zemininde de alüvyon birimlerden oluşan tabakalar mevcuttur. Batman ilinin çeşitli bölgelerinde bulunan kum içeren tabakaların tespit edilmesi, bu tabakalar üzerine yapılması düşünülen yapılarda meydana gelebilecek oturmaların ve zemin yenilmelerinin belirlenmesi için gereklidir. Yapılaşma öncesi bu tabakaların tespiti yapılaşma sırasında ve yapılaşma sonrasında meydana gelebilecek zemin yenilme risklerin belirlenmesi açısından önem arz etmektedir. Bu çalışmada Jeofizik veriler ile Seismager programı kullanılarak yeraltı yapısı görüntülenmiş, jeolojik sondaj verileri kullanılarak inceleme alanının yer yapısı, yerin dinamik özellikleri ve yapı için problem teşkil edebilecek kum içeren tabakanın tespiti yapılmış ve yapıda meydana gelebilecek geoteknik sorunlar araştırılıp bu sorunların çözümü için öneride bulunulmuştur. Ayrıca geoteknik problemler için kullanılan Plaxis programı ile zemin modellenmiştir. İnceleme alanında ki oturma probleminin belirlenmesi ve çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinin alınması ile ilgili yapılması gerekenler tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Batman, sismik kırılma, MASW, rezistivite, geoteknik, fore kazık, zemin yenilmesi

ABSTRACT

MS THESIS

ASSESSMENT AND DETERMINATION OF ENGINEERING PARAMETERS WITH GEOPHYSICAL AND GEOTECHNICAL METHODS OF ÇAMLITEPE DISTRICT (BATMAN) OF GROUND

Nuray ÖNCÜL

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
BATMAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOLOGY ENGINEERING**

Advisor: Yrd.Doç.Dr. Nuray ALPASLAN

2016, 146 Pages

Jury

**Advisor Yrd.Doç.Dr. Nuray ALPASLAN
Prof.Dr.Adnan ÖZDEMİR
Doç.Dr.Ferhat ÖZÇEP**

Geophysics and geotechnical examination had been conducted within the context of this study in order to define the physical properties of geological segments and underground segments in Çamlitepe distinct where is open to settlement. Based on this, to determine the dynamics properties and physical parameters of examined district, six seismic refraction- MASW profiles, tomography operation upon three profiles, Schlumberger electrode string vertical electric sounding (VES) in four points and geotechnical drill in eight points had been conducted. As a result of these operations P and S wave speed profundity transformation sections and ground electric segments had been gained.

Settlement area of Batman (around of the study area) geologically have clay, conglomerate, sand gravel and alluvium consists of sand and gravel. This is an important factor for settlement and ground deformation. Also it is important to determine it before settlement for ground deformation risks during the settlement process and after the settlement process. Underground structure was viewed by using Seismager program with geophysics data, ground structure of district by using geographical drill, determination of problematic sandy segments, dynamic properties of ground, portable geotechnical problems for structure were examined and defined some suggestion for these problems.

Separately ground modeling was conducted by using Plaxis program that is used fir geotechnical problems. It is also discussed on precautions for the solution of ground refinement. It is also examined the ground structure, dynamic condition and sandy problematic segments and geotechnical problems and suggest same solutions for these problems.

Key words: Batman, seismic refraction, resistivity, geotechnical, fore pile, ground deformation

ÖNSÖZ

Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında hazırlanan bu yüksek lisans tez çalışmasında jeofizik ve geoteknik metotlarla mühendislik parametrelerinin değerlendirilmesi amaçlanmış ve Batman ili (Çamlıtepe mahallesi) arazi uygulaması ile zemin özelliklerinin ve yeraltı yapısının ortaya çıkarılması için jeofizik ve geoteknik araştırmalar yapılmıştır.

Bu tez çalışmasının başlangıcından sonuna kadar her aşamasında bilimsel katkısını ve tecrübesini esirgemeyen, desteğini her daim hissettiğim çok değerli danışman hocam Sayın Yrd.Doç.Dr. Nuray ALPASLAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Geoteknik açıdan tezime farklı bir bakış açısı kazandıran Sayın Arş.Gör. Veysel Süleyman YAVUZ'a ve jeoteknik sondaj çalışmaları ve jeolojik verilerin sağlanmasında yardımlarını esirgemeyen Jeoloji Mühendisi Can EKİNCİ'e teşekkürlerimi sunarım. Jeofizik çalışma ve veri almama olanak sağlayan Havin Mühendislik firmasına ve İnşaat mühendisi Murat BİÇEN'e teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen değerli abim Öğr.Gör. Meriç ÖNCÜL'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmasının hazırlanma aşamasında maddi ve manevi desteğini hiç esirgemeyen aileme teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Nuray ÖNCÜL
BATMAN-2016

İçindekiler

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. İnceleme Alanının Yeri.....	1
1.2. İklim, Morfoloji, Bitki Örtüsü ve Yerleşim	1
1.3. Kaynak Araştırması	2
2. BÖLGENİN JEOLJİSİ VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ	4
2.1. Batman İli Genel Jeolojisi.....	6
2.1.1. Hoya Formasyonu (Midyat Kireçtaşı)	7
2.1.2. Germik Formasyonu	7
2.1.3. Şelmo Formasyonu	7
2.1.4. İnceleme Alanının Jeolojisi	9
2.2. Batman İli Tektonik Özellikleri	9
2.3. Batman İli Depremselliği	9
3. MATERYAL ve YÖNTEM	11
3.1. Arazi Araştırmaları	11
3.1.1. Jeoteknik amaçlı Sondajlar	11
3.1.2. SPT.....	13
3.1.3. Örselenmemiş (UD) Örnek Alınması	16
3.2. Laboratuvar Deneyleleri	17
3.2.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığı Tayini.....	17
3.2.2. Kuru Birim Hacim Ağırlık	18
3.2.3. Su İçeriği.....	18
3.2.4. Elek Analizi	19
3.2.4.1. Atterberg Limitlerinin Tayini	20
3.2.5. Dane Boyu Dağılımı	25
3.2.6. Konsolidasyon	25
3.2.7. Üç Eksenli Basınç Dayanımı	25
3.2.8. Zemin Şişme Özelliği	25
3.3. Jeofizik Yöntemler.....	26
3.3.1. Sismik Yöntem	26
3.3.1.1. Sismik dalgalar	27
3.3.1.2. Sismik Kırılma Yöntemi	29
3.3.1.3. MASW (Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi) Yöntemi	29
3.3.2. Rezistivite (Elektrik) Yöntem	30
3.3.3. İnceleme Alanında Yapılan Sismik Ve Elektrik Yöntemler.....	31
3.3.3.1. Sismik Çalışmalardan Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi	33
3.3.3.1.1. MASW Yöntemi İle Arazide Alınan Gerçek Verilerin Analizi	34
3.3.3.2. İnceleme Alanında Yapılan Elektrik Yöntem Çalışmaları	48
3.4. Mühendislik Analizleri ve Geoteknik Parametreler	52

3.4.1. Zemin Kavramı ve Zeminlerin Genel Oluşumları	52
3.4.2. Yapı Zemin İlişkisinin İrdelenmesi	53
3.4.3. Yapı Temelleri ve Radye Temeller	54
3.4.4. Zemin ve kaya ortamlarının elastik özellikleri	55
3.4.4.1. Elastisite (young) modülü	56
3.4.4.2. Sismik Hız Oranı (Sıklık) (V_p/V_s)	57
3.4.4.3. Poisson oranı	58
3.4.4.4. Kayma (rijidite) modülü	59
3.4.4.5. Bulk (Sıkışmazlık) Modülü	61
3.4.4.6. Yoğunluk	62
3.4.4.7. 30 Metre Zemin İçin Ortalama Kayma Dalgası Hızı	63
3.4.4.8. Zemin Hakim Periyodu	65
3.4.4.9. Zemin Büyütmesi	66
3.4.4.10. Zeminlerin Taşıma Gücü	68
3.4.4.11. Zemin Oturması	70
3.4.4.12. Zemin Yenilme Riskinin Zemin Parametreleri İle İrdelenmesi	72
3.5. Plaxis Programı	74
3.5.1. Elde Edilen Verilerin Plaxis Programı İle Değerlendirilmesi	75
3.6. Zemin İyileştirmeleri	78
3.6.1. Zemin İyileştirme Teknikleri	79
3.6.1.1. Kazıklar	79
3.6.2. İnceleme Alanında Yapılan Fore Kazık Uygulaması	81
4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	84
4.1. Sonuçlar	84
4.2. Öneriler	87
5. KAYNAKLAR	88
EK-1 JEOFİZİK (SİSMİK ÇALIŞMA) EKLER	93
EK-2 SİSMİK ÇALIŞMALAR SONUCU HESAPLANAN PARAMETRELER	131
EK-3 JEOTEKNİK LOGLAR	137
ÖZGEÇMİŞ	146

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A :Zemin Büyütmesi

E_d :Young Modülü

G :Kayma Modülü

K :Bulk Modülü

LL :Likit Limit

PL :Plastik Limit

T_0 :Zemin Hakim Periyodu

V_p :Boyuna Dalga Hızı

V_s :Kayma Dalga Hızı

V_{s30} :30 metre derinlik için ortalama kayma dalgası hızı

V_p/V_s :Sismik hız oranı (Sıklık)

I_c :Kıvamlılık İndisi

I_p :Plastisite İndisi

λ :Elastik sabit dalga boyu

μ :Sıkışmazlık

γ_k :Kuru birim hacim ağırlığı

γ_n :Doğal birim hacim ağırlığı

ν :Poisson

ω :Su içeriği

ρ :Yoğunluk

Kısaltmalar

BZKK	:Bitlis-Zagros Kenet Kuşığı
CPT	:Konik Penetrasyon Deneyi
DAF	:Doğu Anadolu Fayı
DES	:Düsey Elektrik Sondajı
DSİ	:Devlet Su İşleri
EUROCODE 8	:Design of structures for earthquake resistance
GAB	:Güneydoğu Anadolu Bindirmesi
KAF	:Kuzey Anadolu Fayı
MIT	: Massachusetts Institute of Technology
MASW	:Multi Channel Analysis of Surface Waves
MTA	:Maden Tetkik Arama
NEHRP	:National Earthquake Hazard Reduction Programme (Amerika Birleşik Devletleri Sismik Zemin Sınıflama Kriterleri)
SPT	:Standart Penetrasyon Deneyi
TP	:Türkiye Petrolleri
UBC	:Uniform Building Code
UD	:Örselenmemiş Numune

1. GİRİŞ

1.1. İnceleme Alanının Yeri

Bu yüksek lisans tezi kapsamında, Batman ili, Merkez, Çamlıtepe Mahallesi'nde yer alan Şekil 1.1'de gösterilen alandaki zeminlerin jeofizik, jeolojik ve geoteknik özellikleri incelenmiştir.



Şekil 1.1. İnceleme alanına ait yer bulduru haritası

1.2. İklim, Morfoloji, Bitki Örtüsü ve Yerleşim

Ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Batman ili 41 derece 10 dakika ve 41 derece 40 dakika doğu boylamları ile 38 derece 40 dakika ve 37 derece 50 dakika kuzey enlemleri arasında yer alan bölgede bulunmakta olup, rakımı 550 metredir. Kuzeyde Muş, Batıda Diyarbakır, Doğuda Bitlis ve Siirt, Güneyde Mardin illeri ile komşudur. Kuzey ve kuzeydoğusu yüksek, sarp ve dağlık olup güneyi ise daha engebelerlidir. Dicle nehri batıdan doğuya akarak Batman il topraklarının içinden geçer. Batman çayı ise Batman-Diyarbakır il sınırını çizerek sonrasında Dicle nehri ile birleşir.

Verimli ovalara sahip olan il merkezinin kurulduğu Batman Çayı havzasını çevreleyen Sason Dağları (Aydınlık Dağları) 2500 m, Mereto Tepesi 2967 m, Kuşaklı Dağı 1947 m, Avcı Dağı 2121 m, Raman Dağı 1288 m.'de bulunmaktadır. Mereto Yaylası, Beşiri Ovası ile Batman Ovası yanında Raman Dağı'nın Güney etekleri ile Mardin Eşiğini oluşturan Hasankeyf İlçesinin güney ve güneydoğusunu çevreleyen kalkerli arazi yapısının oluşturduğu mağaralar yüzey şekilleri açısından farklılık göstermektedirler. İluh Deresi Havzası güneyden D-B doğrultusunda uzanan Raman Dağı, batıdan KB-GD doğrultusunda uzanan, ortalama 950 m. yükseltisi ile Dicle Nehri'nin en büyük kolları olan Batman ve Yanarsu (Garzan) çaylarını birbirinden ayıran Kıra Dağı ile sınırlandırılmıştır. Kıra Dağı, bir dağlık alandan çok volkanik plato özelliğindedir. Çünkü bu dağın yapısı büyük ölçüde Kuvaterner bazaltlardan oluşmaktadır. Bu iki dağlık alan, havzanın güneydoğu uç noktasında birleşmektedir. Güneydoğuda bu şekilde kapanan havza, batı ve kuzeybatıda açılarak bir üçgen görünümü almıştır. Batman Çayı ile sınırlandırılan bu üçgenin tabanında Batman şehri kurulmuştur (Sunkar ve Tonbul 2012). Bölgede karasal iklim hüküm sürmektedir. Kışları soğuk ve yağışlı yazları sıcak ve kuraktır. Yağışlar kışın yağmur ve kar, ilkbahar ve sonbahar da yağmur şeklindedir. En fazla ortalama yağış miktarı 152,4 mm. ile Aralık ayında, en az ortalama yağış miktarı ise 5,2 mm. ile Temmuz ayındadır. En sıcak ay ortalaması Temmuz ayında 30,2°C, en soğuk ay ortalaması da Ocak ayında 2.8 °C olarak ölçülmüştür.

1.3. Kaynak Araştırması

Batman ve çevresinde değişik amaçlar için, farklı kuruluşlarca birçok ayrıntılı jeolojik etüt yapılmıştır. Petrol üretim bölgesi oluşu nedeni ile TP tarafından jeolojik ve jeofizik çalışmalar yapılmıştır. TP Batman Bölge Müdürlüğü ve rafineri bölgesinin zemin etütlerini yapmış ve tesisleri buna göre projelendirmiştir. DSİ Genel Müdürlüğünce, Batman Barajı Sulama Projesi Jeoteknik Etütleri de Batman ve çevresini kapsamaktadır. 1991 yılında Gap Mahallesinde oluşan çöküntülerden sonra, Batman Belediyesinin isteği üzerine DSİ X. Bölge Müdürlüğü ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü birer inceleme yapmışlardır ve bu çöküntülerle ilgili bir sondaj programı önerilmiştir. Bu önerilere göre 1992 yılında bölgede MTA tarafından 4 adet sondaj açılmıştır. Bu sondajlarda üst Miyosen yaşlı Şelmo Formasyonu kesilmiştir. Bu birim yeşilimsi kahve renkli olup, çimentolanmamış çakıllı, kumlu, siltli kilden oluşmuştur. Kilin içerisinde kum, silt, çakıl mercikleri vardır. TP Bölge Müdürlüğü Tesisleri Projelendirilirken,

Yapılan zemin etüt sondajları, Şelmo Formasyonu içerisindedir. Şelmo formasyonu içerisindeki kumlu, siltli, çakıllı birimleri yapılaşma bölgeleri için tehlike arz etmektedir.

Güneydoğu Anadolu jeolojisinin sistematik olarak ilk ele alınması 1933-1934 yıllarında C. Taşman başkanlığındaki jeolog grup tarafından yapılmıştır. Ericson 1939'da Silvan Dağı'ndaki kireçtaşlarının yaşını Burdugalien olarak belirtmiştir.

Ketin (1961-1964) dağ kuşaklarının orojenik gelişmeleri esasına dayandığı sınıflama oluşturmuş, Güneydoğu Anadolu Sıradağları veya Kenar Kıvrımları Bölgesi gibi tanımlamaları yapmıştır.

İsmail Enver Altınlı, 1966 yılında MTA (Maden Tetkik ve Arama Kurumu) dergisinde "Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi" adlı yayınında; Midyat Kireçtaşlarının güneye bakan devamlı dik yarlar oluşturduğunu; bölgenin Üst Miyosen litolojilerinin yumuşak yapılı kitle hareketi ve heyelana müsait lagüner-gölsel ve karasal sedimanlardan oluştuğunu; yörede Pliyosen'in bir tahrip devresi gibi gözüktüğünü belirtmektedir.

Açıkbaş ve ark. (1979), Alt Eosen yaşlı klastik kayaların Midyat Grubunun tabanını oluşturan Gercüş Formasyonu; Alt Eosen - Alt Oligosen yaşlı kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan istif Hoya Formasyonu; Orta Eosen-Oligosen yaşlı dolomit ara katkılı evaporitlerden oluşan istif ise Germik Formasyonu olarak tanımlayarak Midyat Grubuna ait stratigrafiyi günümüzdeki şekliyle açıklamıştır.

Perinçek (1980), Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Oligosen dönemi ve sonunda yoğun tektonizmanın etkisi altında kaldığını ve bölgede önemli paleocoğrafik değişimler yaşandığını, bölgedeki çeşitli yapısal unsurların bu hareketlenmelere bağlı olarak geliştiğini ve Orta Eosen sonrası tektonizma regresyona neden olup Eosen-Oligosen denizinin geometrisini değiştirdiğinden ve Germik Formasyonu sınırlı ve evaporitik koşullu regresif deniz ortamında oluştuğundan bahsetmiştir.

2. BÖLGENİN JEOLJİSİ VE TEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Güneydoğu Anadolu Arap levhasının kuzeye bakan kıta kenarının şelfi üzerinde yer almaktadır. Bu alan; Güneydoğu Anadolu düzlüklerinin yer aldığı önülke alanı, Güneydoğu Anadolu'yu kuzeyden kuşatan Toros Orojenik Kuşağı ve bu iki alan arasında kalan ve Toros Orojenik Kuşağından ön ülkeye doğru itilmelerin etkilerini taşıyan Kenar Kıvrımları Kuşağı olmak üzere tektonik ünitelere ayrılmıştır (Açıkbaş ve ark., 1981). Güneydoğu Anadolu bölgesinde prekambriyen' den güncel'e kadar çeşitli sedimanter çökeltiler, grup, formasyon ve üye aşamasında tanımlanmıştır. Üst kretase ve miyosen dönemindeki büyük tetis okyanusunun kapanmasına neden olan etkin sıkışma tektonizması nedeniyle allokton birimlerin çokluğu ve yaygınlığı da bir olgudur (Perinçek ve ark., 1992). Ayrıca bölgedeki Midyat Kireçtaşları güneye bakan devamlı dik yarlar oluşturur; bölgenin Üst Miyosen litolojilerinin yumuşak yapıllı kitle hareketi ve heyelana müsait lagüner-görsel ve karasal sedimanlardan oluşun; yörede Pliyosen'in bir tahrip devresi gibi gözükmeğtedir (Altınlı 1966; Açıkbaş ve ark., 1979). Alt Eosen yaşlı klastik kayaların Midyat Grubunun tabanını oluşturan Gercüş Formasyonu; Alt Eosen - Alt Oligosen yaşlı kireçtaşı ve dolomitlerden oluşun istif Hoya Formasyonu; Orta Eosen-Oligosen yaşlı dolomit ara katkıllı evoporitlerden oluşun istif ise Germik Formasyonu olarak tanımlayarak Midyat Grubuna ait stratigrafiyi günümüzdeki şekliyle açıklamıştır.

Güneydoğu Anadolu bindirme kuşağı Hakkari'den Kahramanmaraş civarına kadar devam eden ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile kesilen bir bindirme fayıdır. Kesilme yerinde bindirmenin 25 km. lik bir atımı vardır. Bu bindirme kuşağı aynı zamanda Avrasya ile Gondwana arasındaki Tetis'in kapanması ile oluşmuş bir kenet kuşağıdır (Perinçek ve ark., 1992). Kabuğun fayla kalınlaşması sonucu alt kısımda kısmi ergimeler meydana gelmiş ve kabukta kırılmalar oluşmuştur. Bunun en önemli işareti Türkiye'deki volkanik faaliyetler ve kabuk yırtılması (KAF ve DAF) olaylarıdır. Bu olaylar sıkışma neticesinde meydana gelmiştir. Bu fayların oluşumu ve blokların hareket kazanması ile parçalanan Anadolu levhasının doğuya doğru bir koni biçimde daralan Karlıova'da birleşen KAF ve DAF ile oluşmuştur. Bu levhanın batıya doğru kayması ile Batı Anadolu bölgesinde özellikle Üst Miyosen sırasında (Messiniyen) zamanda D-B yönlü sıkıştırması ile Ege grabenlerinin oluşumu sağlanmıştır (Perinçek ve ark., 1992).

Ayrıca petrol rezervi açısından Garzan, Germik, Kurtalan, Magrip, Magrip Kuzey, Oyuktas, Batı Raman, Sezgin ve Silivankadır. Bunlar arasında en büyük alanları içeren Türkiye'nin en büyük tek petrol rezervi olan Batı Raman'dır (Ala ve Moss, 1979; Rigassi, 1971; Temple ve Perry, 1962). Raman (1228 m.) ve Garzan antiklinalleri, üzerleri aşınmış, fakat parçalanmamış antiklinal tepe ve dağ özelliğine sahiptirler. Jeologlar tarafından "Midyat kalkerleri" olarak anılan ve içlerinde Orta Eosen'e (Lütesien) ait karakteristik fosiller içeren sert kalkerler ise, havzada doğu-batı veya kuzeybatı-güneydoğu yönünde uzanan dom şekilli, güney kenarları dik veya faylı, kuzey kanatları yatık eğimli antiklinaller şeklinde uzanış göstermektedirler. Yükseklikleri 1000-1500 m. arasında değişen bu yapılar, Türkiye'nin en önemli petrol sahalarını meydana getirirler (Raman, Batı Raman, Garzan, Kurtalan, vb.) (Yıldırım ve Karadoğan, 2011).

Güneydoğu Anadolu ve çevresi genel olarak sismik aktivitenin yoğun olduğu bir alandır. Bölgedeki iki önemli tektonik yapı, Güneydoğu Anadolu Bindirmesi (GAB) ile hemen onun kuzeyinde yer alan ve Arap Plakası ile Anadolu Plakası arasındaki sınırı oluşturan Doğu Anadolu Fayı (DAF)'dır. Afrika Plakası kendisini çevreleyen okyanus ortası sırtlarındaki iraksayan levha sınırlarındaki hareketlilik nedeniyle sürekli kuzeye doğru hareket halinde olmuştur. Kızıldeniz'deki açılma nedeniyle Arap Plakası daha da hızlı hareket etmiş ve kuzeye doğru kaymıştır. Afrika-Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yakınsamaları sonucu Alt-Orta Mestrihtiyen'de Akdeniz'in eski atası sayılan Tetis Denizi kapanmış ve bunu takiben Tortoniyen'de (yaklaşık 10 milyon yıl önce) Arabistan ve Avrasya levhaları, Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) veya Güneydoğu Anadolu Bindirmesi boyunca çarpışmışlardır (Şengör, 1980). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Oligosen dönemi ve sonunda yoğun tektonizmanın etkisi altında kalmış ve bölgede önemli paleocoğrafik değişimler yaşanmıştır. Bölgedeki çeşitli yapısal unsurlar, bu hareketlenmelere bağlı olarak gelişmiş ve Orta Eosen sonrası tektonizma regresyona neden olup Eosen-Oligosen denizinin geometrisini değiştirmiştir (Perinçek, 1980). Şekil 2.1'de Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ki tektonizmayı etkileyen bu fayların en büyükleri sol yönlü Doğu Anadolu Fay Zonu ve Bitlis Zagros Kenet Kuşağı adı verilen bindirme karakterli faylardır. Lice Fay Zonu, Adıyaman Fay Zonu, Bozova ve Kalecik fayları gibi Bölgedeki bütün kırık hatlar bu sisteme bağlı olarak gelişmiş faylardır. Doğu-batı gidişli faylar tamamen ters fay veya bindirme karakterli faylardır. Kuzey-güney gidişli faylar da normal eğim atımlı faylar veya açılma çatlakları (gerilme çatlakları) şeklinde gözlenmektedir (İmamoğlu, 2009).

2.1.1. Hoya Formasyonu (Midyat Kireçtaşı)

Grubun tip lokalitesi Mardin ilinin Midyat ilçesi ve dolayları olup, formasyon aşamasında, ilk kez Maxson (1936) tarafından Hermis antiklinalinde “Midyat limestone” ismi ile tanımlanmış ve tariflenmiştir. Antiklinalin kanatlarında Eosen’in her dönemine ait tortullarla temsil edilen Hoya (Midyat) Formasyonu yüzeylemekte ve genelde dik yamaçlar oluşturmaktadır (Yılmaz ve ark., 1997).

Midyat kireçtaşı başlıca gri, açık gri, krem, bej, kirli sarı ve beyaz renkli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve killi kireç taşlarından oluşmuştur. İnce, orta, kalın tabakalanma sunar. Bölgede, kalınlığı yer yer 1000 m’ yi aşar (Eren ve ark., 2012).

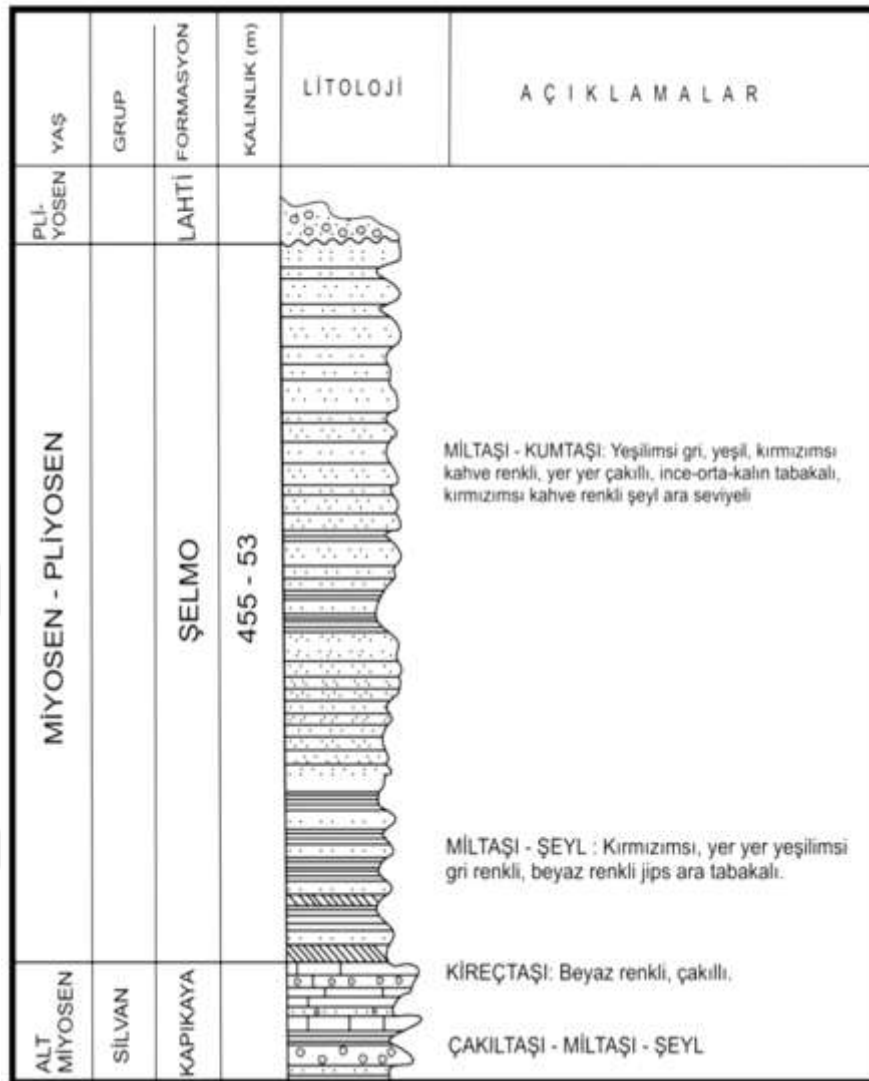
2.1.2. Germik Formasyonu

Germik Formasyonu, Gercüş antiklinalinin Dicle Nehri’ ne doğru alçalım gösterdiği kuzey kanadında, vadinin kuzeye doğru uzanan yamaçları ile bunun batı devamında yüzeylemektedir. Formasyonu sınırlı ve evaporitik koşullu regresif deniz ortamında oluşmuştur (Perinçek, 1980; Duran ve ark., 1988). Bu formasyon litolojik açıdan, inceleme alanında Aşdere ve Nehir deresinin Dicle Nehri’ne bağlandığı yerlerde şeyl, kilitaşı tabakaları ve kalkerli taban konglomerasından oluşurken, batı devamında tabakalanmış greler, kumlar ve kırmızı marn ile killi kalkerlerden oluşmaktadır (Yılmaz ve Duran, 1997). Germik formasyonu beyaz, kızıl kahve, yeşil, bej, gri renkli jips, anhidrit, şeyl, dolomit ve kumlu-siltli dolomitlerden oluşur. Midyat kireçtaşları üzerinde uyumlu olarak yer alır. En fazla 465 m kalınlık gösterir (Eren ve ark., 2012).

2.1.3. Şelmo Formasyonu

İnceleme alanında hakim olan Şelmo formasyonu birimin tip kesit yeri Batman ili Sason ilçesinin güneybatısındaki Şelmo köyü dolaydır. “Şelmo formasyonu” ismi, ilk kez Bolgi (1961) tarafından Siirt ve Batman illeri dolayında kullanılmıştır. Tip kesitinde Şelmo formasyonu 455 metre olarak ölçülmüştür (Şekil 2.3). Şelmo Formasyonu, grimsi yeşil, pembe, yer yer kahvemsî mor renkli kumtaşı, şeyl, kumlu silttaşı, yer yer jips ara tabakalı, karbonat çimentolu, yumuşakça, kötü boylanmalı, kaba dokulu, poroz,

alt seviyelerinde ince tabakalı, dağınık kireçtaşı çakıllı, üst seviyelerinde kalın ve çapraz tabakalı sertçe kumtaşı halindedir (Bolgi, 1961).



Şekil 2.3. Şelmo Formasyonunun tip kesiti (Bolgi 1961'den faydalanarak hazırlanmıştır).

Bölgede en yaygın olarak izlenen kayaç topluluklarından biridir. Şelmo formasyonuna Batman çevresinde, Bal pınar, Oğuz, Beşiri ve Demirlipınar arasında rastlanır. Batman il merkezi yerleşiminin büyük bir bölümü Şelmo formasyonun üzerindedir. Şelmo formasyonu İnce-orta-kalın tabakalı, kırmızı, kahve, gri, açık gri çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı, çamurtaşı, ve yer yer de tutturulmamış, çamur, kum, çakıl, çakıllı-kumlu çamurlardan oluşur. Yer yer beyaz renkli jips seviyeleri içerir.

Germik ve Midyat kireç taşları üzerine uyumsuz olarak gelen Şelmo formasyonu bölgede 1400 m. kalınlığa kadar erişebilmektedir (Eren ve ark., 2012). Üst Miyosen-Alt Pliosen yaşlı bu formasyon, çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı şeyl ve marn araldanmasından oluşmaktadır. Bölgede akarsu ve delta ortamında çökmenin olduğu

Şelmo Formasyonu'na ait tabakalar kısa mesafelerde farklı yön ve açılara sahiptir (Yıldırım ve Karadoğan 2011).

2.1.4. İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı jeolojik olarak Kuvaterner yaşlı alüvyonlar, (yer yer kum mercekleri, silt-kum, çakıl) konglomera-kumtaşı, çamurtaşı-kumtaşı tarafından örtülmektedir.

2.2. Batman İli Tektonik Özellikleri

Yörenin yapısal açıdan en büyük yapıları doğu-batı ve kuzeybatı-güneydoğu gidişli kıvrımlı yapılardır. Bu yapılar Ramandağı antiklinali, Beşiri senklinoryumu ve Yanarsudağı antiklinalidir. Batman civarında önemli uzunluklara varan faylar bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri Hasankeyf fayı ve Yanarsudağı fayıdır. Bunların dışından Oymataş civarında ve Danalı güneyinde düşey atımlı faylar yer alır. Hasankeyf fayı, Suçeken civarından geçmekte ve Hasankeyf'in 6 km. kuzeyinde bulunmaktadır. Yanarsu fayı, Beşiri ilçesinin 4 km. kuzeydoğusunda Yanarsu Dağı antiklinalinin güneyinde yer almakta ve yaklaşık olarak Hasankeyf fayına paralel Batı Kuzeybatı-Doğu Güneydoğu gidiş sunmaktadır. Bu kesimde yaklaşık 20 km. uzunluktadır. Yanarsu fayı da bir bindirme fayıdır (Eren ve ark., 2012).

Raman dağları güneyi ve yakın çevresinde görülen fay hatlarının tamamı kıvrım sistemlerine uyumlu bir biçimde D-B yönlü uzanış gösterirler. Bunlardan en önemlisi Raman antiklinalinin güney kanadı boyunca uzanan ters faydır. Çok derinlere kadar inen bu ters fay, batıda Maymuniye boğazını geçerek Batı Raman antiklinalini de önemli ölçüde kateder. Batman Raman dağı çevresi, özellikle güney yamaçları aktif fayların ve fluvial süreçlerin etkisinde şekillenmiştir. Faylar Dicle Nehri kuzeyi boyunca kıvrımlara paralel uzanış gösteren ve Maymuniye boğazında dikey yönde açığa çıkan Raman fayı ile Gercüş antiklinali üzerinde görülen büyüklü küçüklü kırıklardır (Yıldırım ve Karadoğan, 2011).

2.3. Batman İli Depremselliği

Batman şehri 2. dereceden deprem bölgesinde yer almakta olup 1. deprem kuşağında kalan bölgelere çok yakın bir konumdadır. Bu özelliği ve fazla hareketli olan fay hatlarına yakın olması, Batman şehrini deprem açısından riskli konuma sokmaktadır.

Çizelge 2.1'e göre Batman şehir merkezine 100 km. mesafedeki yarıçaplı bir daire içerisinde önemli sayılabilecek ve magnitüd değeri 4'den büyük depremlerin sık yaşanması bu alanın deprem açısından hareketli ve önemli olduğunu göstermiştir.

Çizelge 2.1 Batman il merkezine 100 km. yarıçaplı bir daire içerisinde 1950-2006 yılları arasında meydana gelen ve magnitüd değeri 4-9 Arasında Olan Depremler (B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi.
<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/mudim/katalog.asp>.)

SN	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Moment magnitüdü (Mw)
1	21.02.1960	09:29:23.3	38.49	41.52	40	4.9
2	19.03.1960	14:53:53.6	36.64	41.27	10	4.7
3	19.09.1964	16:57:01	37.50	40.00	30	4.7
4	28.06.1965	23:27:2.9	38.00	41.30	33	5.4
5	19.08.1966	21:38:56	38.40	41.20	172	4.7
6	06.09.1975	10:52:16.6	38.46	40.82	47	5.4
7	06.09.1975	12:10:43.1	38.33	40.56	2	5.1
8	06.09.1975	12:24:2.1	38.44	40.48	44	4.5
9	06.09.1975	13:20:52	38.42	40.90	31	4.3
10	06.09.1975	22:42:51.5	38.38	40.42	32	4.4
11	10.09.1975	05:42:27.1	38.37	40.28	33	4.3
12	12.09.1975	00:41:26.8	38.43	40.55	25	4.9
13	17.09.1975	11:21:24.1	38.41	40.47	38	4.9
14	21.09.1975	20:06:7.9	38.39	40.63	18	4.8
15	03.10.1975	14:58:16.8	38.45	40.66	50	4.9
16	15.11.1975	06:45:16.6	38.49	40.63	50	5
17	30.12.1975	16:00:22.5	38.47	40.28	40	4.8
18	02.07.1976	08:50:17	38.45	40.08	59	4.4
19	09.07.1976	09:34:40.9	38.29	40.41	10	4.5
20	09.12.1982	22:31:43.3	38.42	40.61	41	5
21	11.12.1982	16:25:59.1	38.43	40.58	33	4.4
22	22.02.1987	06:51:42.3	38.42	40.50	10	5.3
23	05.03.1990	02:59:42	38.20	40.56	26	4.3
24	17.09.1994	02:24:40.9	37.84	41.57	29	5.3
25	01.03.1999	14:53:52.7	38.14	41.24	6	4.2
26	07.08.2000	06:36:24.2	37.55	40.95	8	4.1

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında; Batman ili, Çamlıtepe mahallesinde yapılaşma nedeniyle bina temelinin oturacağı yerleşim alanındaki jeolojik formasyonlarının fiziksel özelliklerinin ve yeraltı yapısının ortaya çıkarılması amacıyla jeofizik, jeolojik ve jeoteknik araştırmalar yapılmıştır. İnceleme alanında ki oturma probleminin belirlenmesi ve çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinin alınması ile ilgili tartışılmıştır. İnceleme alanında, gerçekleştirilen saha jeolojisi ve jeofizik sonuçların korelasyonu yapılarak, yeraltı jeoloji yapısı, geoteknik durum ve değerlendirmeler aydınlatılmaya çalışılmış, ek olarak, jeoteknik çalışmalarla hesaplanması mümkün olmayan zemin hakim titreşim periyodu, Vs30 hesaplanabilmiştir. Altı noktada sismik kırılma -MASW, dört noktada Schlumberger elektrot dizilimli Düşey Elektrik sondajı (DES) ve sekiz noktada jeoteknik sondaj çalışmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalardan elde edilen jeofizik veriler ile SeisImager programı kullanılarak modeller oluşturulmuş. Ayrıca jeoteknik ve jeofizik veriler yardımıyla geoteknik problemlerde kullanılan Plaxis programı ile zemin modelleri oluşturulmuştur.

3.1. Arazi Araştırmaları

Arazi incelemeleri sırasında jeoteknik amaçlı 8 lokasyonda sondaj yapılmış, sondajlar sırasında SPT ile örnekler alınmıştır. Ayrıca inceleme alanında 4 noktada Düşey Elektrik Sondajı (DES), 6 profilde Sismik Kırılma ve MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) çalışmaları yapılmıştır. Sahada ölçümlere başlamadan önce saha gözlemleri yapılmış ve ona göre ölçüm yöntemleri ve lokasyonları belirlenmiştir.

3.1.1. Jeoteknik amaçlı Sondajlar

Arazi incelemeleri sırasında inceleme alanında zeminin mühendislik jeolojisi yönünden özelliklerin belirlenmesi amacıyla 8 adet 20 metrelik sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularının açılması sırasında geçilen zemin tabakalarının fiziksel ve mekanik niteliklerini belirlemek amacıyla SPT ve UD numuneleri alınmıştır. Sondajların yeri, numarası, kotu, derinliği ve yeraltı suyu seviyeleri Çizelge 3.1 'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İnceleme alanında yer alan sondajların numarası, kotu, derinliği ve yeraltı suyu seviyeleri

Sondaj No	Kot (m)	YASS Derinliği (m)	YASS (m)	YASS (m)
SK1	635	20	9	626
SK2	634	20	12	622
SK3	636	20	12	624
SK4	634	20	12	622
SK5	636	20	12	624
SK6	635	20	12	623
SK7	636	20	12	624
SK8	635	20	12	623

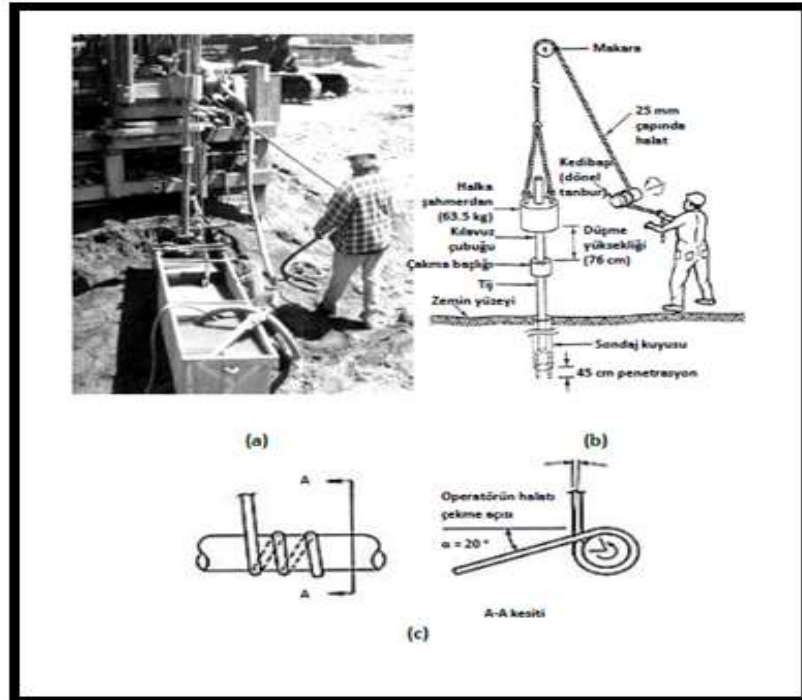
Sondajlar sırasında 635 m. kotundaki S1 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 9 m. derinliğinde, 634 m. kotundaki S2 kuyusunda ölçülen yer altı suyu 12 m. derinliğinde, 636 m. kotundaki S3 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 12 m. derinliğinde, 634 m. kotundaki S4 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 12 m. derinliğinde, 636 m. kotundaki S5 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 12 m. derinliğinde, 635 m. kotundaki S6 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 12 m. derinliğinde, 636 m. kotundaki S7 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 12 m. derinliğinde, 635 m. kotundaki S8 kuyusunda ölçülen yeraltı suyu 12 m. derinliğindedir. Şekil 3.1’de inceleme alanında yapılan sondaj çalışması görülmektedir.



Şekil 3.1. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışması

3.1.2. SPT

Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) uygulamada çok yaygın olarak kullanılan bir deneştir. Temel zemin araştırmalarında sondaj derinliği içerisinde yapılan bu deneyde elde edilen veriler, zeminin mühendislik özellikleri hakkında bilgi verirken alınan bozulmuş örnekler üzerinde de laboratuvar da tanımlama deneyleri yapılır. SPT, birçok zeminde uygulanabilse de özellikle iri granüler danelerin olmadığı kumlu zeminlerde gerçekçi ve tutarlı sonuçlar vermektedir (Kulhawy ve Mayne, 1990). Ayrıca SPT deneylerinden elde edilen bilgiler alınması gerekli bozulmamış örnek sayısı ve cinsi konusunda da bilgi verir. Sondaj kuyularında yapılan bu deneyde, deney yapılması istenen seviyeye gelindiğinde kuyu tabanına ağırlığı 6,8 kg. olan bir örnek tp indirilir ve 45 cm zemine girinceye kadar çakılır. Çakma için kullanılan tokmak (şahmerdan) 63,5 kg ağırlığındadır ve düşüş yüksekliği 76 cm'dir. Halatla kaldırmalı uygulamada, şekil 3.2'de gösterildiği gibi şahmerdanın bağlı olduğu halat sondaj kulesinin tepesindeki makaradan geçer ve kedibaşı ile çekilir. ASTM D1586'ya göre kedibaşı en az dakikada 100 döngü hız ile çekilmelidir. Operatörün halatı çekmesi ile şahmerdan yükselir ve halat bırakılarak serbest düşüşe izin verilir. Halatla kaldırmalı şahmerdanlar; A.B.D., Japonya ve Güney Amerika da dahil olmak üzere dünyada en çok kullanılan sistemdir.(ASTM D1586)



şekil 3.2. (a) ve (b) halatla kaldırmalı sistemin uygulaması Coduto (2000), (c) kedibaşı detayı (saatin ters yönünde 1.81 tur attığındaki şekli ile gösterilmiştir, ASTM D1586-11)

İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında 8 adet SPT deneyi yapılarak, gerekli darbe sayıları tespit edilmiştir. SPT yapılan seviyelerde, boyuna yarık örnek alıcının içinden çıkan zeminler örselenmiş örnek olarak alınmış ve sınıflama deneylerinde kullanılmak üzere naylon torbalar içerisinde muhafaza edilerek laboratuvara gönderilmiştir.

$$N_{60} = (N \cdot E_M \cdot C_R \cdot C_B \cdot C_S) / 0,60 \quad (3.1)$$

N_{60} düzeltme hesabı için Formül (3.1) kullanılır. Formül (3.1) de; Şahmerdan Etkinlik oranı (E_M) : 0,45, Tij düzeltmesi (C_R) : 0,75 Kuyu çapı düzeltmesi (C_B) :1,00, Numune alıcı düzeltmesi (C_S) : 1,2 dir. $C_S = 1.20$ kabul edilmiştir (Skempton, 1986).

Ayrıca Siltli Kum ve İnce Kumlarda SPT değeri 15 den büyükse Siltli kum düzeltmesi veya İnce kum düzeltmesi de yapılabilir. Dinamik yüklemelere maruz kalan suya doymuş siltli veya ince dane oranı yüksek kumlu zeminlerde düşük geçirgenliğe sahip olduklarından su aniden drene edilememekte ve boşluk suyu basınçları artmaktadır. Drene olmayan suyun varlığı zeminin mukavemetini geçici olarak arttırmakta ve SPT değerini yanıltıcı olarak yükseltmektedir. Bu nedenle, deneyin yeraltı suyu seviyesi altında yapılmış olması, zemin türünün ince kum veya siltli kum olması ve $N > 15$ darbe / 30 cm. olması şartıyla SPT değerlerine siltli kum düzeltmesi yapılır. Siltli kum düzeltmesi (Terzaghi ve Peck, 1948) formül (3.2)'de verilmiştir.

$$N' = 15 + \frac{1}{2}(N - 15) \quad (3.2)$$

Formül (3.2)'de N' ; siltli kum düzeltmesi yapılmış SPT-N değeridir.

Bu çalışmada yapılan 8 adet sondaj için elde edilen SPT değerleri çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. İnceleme alanında yapılan sondaj noktalarının derinlik ve SPT değerleri

SONDAJ NO	DERİNLİK	0-15cm	15-30cm	30-45cm	N	N ₆₀	N'
SK-1	4,45-4,90	29	35	42	77	51	-
SK-1	6,00-6,45	34	37	45	82	55	-
SK-1	9,00-9,45	32	38	41	79	53	47
SK-2	4,45-4,90	35	36	41	77	52	-
SK-2	7,45-7,90	37	42	45	87	59	-
SK-2	12,00-12,45	29	R	R	50	34	32
SK-3	4,45-4,90	28	32	37	59	40	-
SK-3	7,00-7,45	50	R	R	50	34	-
SK-3	12,00-12,45	21	24	36	60	41	37
SK-4	7,45-7,90	34	R	R	50	34	-
SK-4	9,00-9,45	23	25	29	54	36	-
SK-4	15,00-15,45	41	R	R	50	34	32
SK-5	7,45-7,90	R	R	R	50	34	-
SK-5	9,00-9,45	R	R	R	50	34	-
SK-5	12,00-12,45	29	R	R	50	34	32
SK-6	7,45-7,90	25	26	36	62	42	-
SK-6	12,00-12,45	34	36	45	81	55	48
SK-6	15,00-15,45	R	R	R	50	34	32
SK-7	7,45-7,90	42	R	R	50	34	-
SK-7	9,00-9,45	R	R	R	50	34	-
SK-7	12,00-12,45	R	R	R	50	34	32
SK-8	7,45-7,90	R	R	R	50	34	-
SK-8	12,00-12,45	30	32	38	70	47	42
SK-8	15,00-15,45	R	R	R	50	34	32

CPT ve SPT deney sonuçları Robertson ve ark. (1983) ve kayma dalgası hızı arasında korelasyonlar veren bir çok ampirik ilişki önerilmiştir (Ohta ve Goto, 1978; İyisan,

1996; Mayne ve Rix, 1995). SPT ve CPT sonuçlarından kayma dalgası hızı hesaplamak için önerilen bağıntılardan bazıları Çizelge 3.3.'de verilmiştir.

İnceleme alanındaki kum içeren tabakalar için ortalama V_s hızı 264 m/sn olarak hesaplanmıştır bu hesaplama Çizelge 3.3.'teki İmai (1977) kumlar için SPT sayıları kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Arazi penetrasyon deneylerinden kayma dalgası hızı hesabı için önerilen ilişkiler

Araştırmacılar	İlişki V_s birimi m/sn	Zemin Türü
Imai (1977)	$V_s = 91 N^{0.337}$	Tüm Zeminler
	$V_s = 102 N^{0.292}$	Killer
	$V_s = 80.6 N^{0.331}$	Kumlar
Ohta ve Goto (1978)	$V_s = 85.35 N^{0.348}$	Tüm Zeminler
	$V_s = 67.79 N^{0.219} D^{0.230}$ D:m	İnce Kumlar
	$V_s = 62.14 N^{0.219} D^{0.230}$ D:m	Killer

3.1.3. Örselememiş (UD) Örnek Alınması

İnceleme alanındaki sondaj çalışmaları sırasında zeminlerin fiziksel, sınıflama, dayanım, oturma özelliklerini incelemek amacı ile, ilk üç sondajda her 3.00 m'de diğerlerinde her 6.00 m'de bir ince cidarlı, 89 mm. dış çaplı Shelby tüpü ile hidrolik baskı uygulanarak UD örnekleri alınmaya çalışılmıştır. TS 1900-2 standardına uygun olarak alınan tüp numunelerinin altı ve üstü düzeltilerek parafinlenmiş ve etiketlenerek laboratuvara gönderilmiştir. Şekil 3.3'de inceleme alanından alınan kum içeriği yüksek numune örneği görülmektedir.



Şekil 3.3. İnceleme alanından alınan kum içeriği yüksek numune örneği

3.2. Laboratuvar Deneyleri

İnceleme alanında zeminin litolojik ve jeolojik durumları, mühendislik parametrelerinin tespiti amacıyla 8 adet 20 metrelik temel sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularından alınan örselenmiş ve örselenmemiş (UD) numuneler incelenmek üzere Çözüm Jeoteknik laboratuvarına gönderilmiştir. Yapılan laboratuvar deneyleri ile zeminin doğal birim hacim ağırlığı, su muhtevası, elek analizi, Atterberg limitleri belirlenmiş, Konsolidasyon deneyi ve üç eksenli basınç deneyi yapılmıştır.

3.2.1. Doğal Birim Hacim Ağırlığı Tayini

Zeminin doğal birim hacim ağırlığı (γ_n), toplam ağırlığın toplam hacme oranıdır.

$$\gamma_n = \frac{w_t}{V} \quad (3.3)$$

Burada γ_n = Doğal birim hacim ağırlık , w_t = Numune toplam ağırlığı, V = Numune toplam hacim' dir.

Birim hacim ağırlığı deneyleri örselenmemiş numune üzerinde yapılmıştır. Örselenmemiş numunedan düzgün şekilli bir numune elde edilip boyutu 0,1 mm hassasiyetinden ölçülerek hacmi hesaplanmıştır. Numunenin yaş ağırlığı 0,1 gr, numunenin yaş ağırlığının hacmine, kuru hacim ağırlığı ise numunenin kuru hacmine bölünmesi ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada yapılan sondajlardan elde edilen doğal birim hacim ağırlık (kN/m^3) değerleri Çizelge 3.4' de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Sondajlardan elde edilen doğal birim hacim ağırlık değerleri

Sondaj No	Doğal Birim Hacim Ağırlık (kN/m^3)
SK-1	21,00
SK-2	21,08
SK-3	21,10
SK-4	19,78
SK-5	20,18
SK-6	19,86
SK-7	20,26
SK-8	21,15

3.2.2. Kuru Birim Hacim Ağırlık

Kuru ağırlığın hacme oranıdır.

$$\gamma_k = \frac{w_k}{V} \quad (3.4)$$

Burada γ_k = Kuru birim hacim ağırlık , w_k = Kuru numune ağırlığı, V = Numune hacim'dir. Bu çalışmada, Kuru Birim Hacim Ağırlığı hesaplanmamıştır.

3.2.3. Su İçeriği

Su içeriği belirli bir hacimdeki su ağırlığının kuru ağırlığına oranıdır.

$$\omega = \frac{w_w}{w_s} \quad (3.5)$$

Burada; ω =Su içeriği, w_w = Numunedeki su ağırlığı, w_s = Kuru ağırlığı' dır.

Toplam 32 adet örneğin su içeriği TS 1900-1 (2006) standardına uygun olarak belirlenmiştir. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarından elde edilen numunelerin su içeriği değerleri jeoteknik laboratuvarı sonuçlarına göre Çizelge 3.5'de gösterilmiştir ve su içeriği %12 ile %25 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.5. İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen numunelerin su içeriği değerleri

Sondaj No	Numune No	Su İçeriği (%)	Sondaj No	Numune No	Su İçeriği (%)
SK-1	UD-1(3.00-3.50)	21,74	SK-5	UD-1(6.00-6.35)	24,29
SK-1	SPT-1(4,45-4.90)	17,98	SK-5	SPT-1(7,45-7.90)	13,40
SK-1	SPT-2(6,00-6,45)	18,52	SK-5	SPT-2(9,00-9,45)	18,29
SK-1	SPT-3(9.00-9.45)	21,43	SK-5	SPT-3(12.00-12.45)	20,73
SK-2	UD-1(3.00-3.35)	20,22	SK-6	UD-1(6.00-6.35)	25,45
SK-2	SPT-1(4,45-4,90)	23,40	SK-6	SPT-1(7,45-7.90)	14,50
SK-2	SPT-2(7,45-7.90)	22,53	SK-6	SPT-2(12,00-12,45)	19,46
SK-2	SPT-3(12.00-12.45)	15,34	SK-6	SPT-3(15.00-15.45)	20,79
SK-3	UD- (3.00-3,35)	11,90	SK-7	UD- (6.00-6,35)	19,38
SK-3	SPT-1(4,45-4,90)	19,40	SK-7	SPT-1(7,45-7,90)	25,33
SK-3	SPT-2(6.00-6.45)	17,83	SK-7	SPT-2(9.00-9.45)	21,54
SK-3	SPT-3(12.00-12.45)	17,87	SK-7	SPT-3(12.00-12.45)	19,88
SK-4	UD-(6.00-6.35)	15,22	SK-8	UD-(6.00-6.35)	22,87
SK-4	SPT-1(7.45-7.90)	16,44	SK-8	SPT-1(7.45-7.90)	23,42
SK-4	SPT-2(9.00-9.45)	15,68	SK-8	SPT-2(12.00-12.45)	17,72
SK-4	SPT-4(15.00-15.45)	16,33	SK-8	SPT-4(15.00-15.45)	15,51

3.2.4. Elek Analizi

Bu çalışmada Elek analizleri TS 1900' e göre, kuru yöntemle ve deney yeterli miktarda örnek teşkil edecek kuru numuneler üzerinde yapılmıştır. Numune gevşemesi için bir gece su içinde bırakılmış ve yıkanarak Standart #200, #100, #60, #30, #16, #8, #4, 1/4", 3/8", 1/2" nolu eleklerden geçirilmiştir. Her elekte kalan yüzdesi 0,1 % hassasiyetle tayin edilmiştir.

3.2.4.1. Atterberg Limitlerinin Tayini

İnceleme alanına ait 22 adet zemin örneğinin likit limit, plastik limit ve plastisite indisi hesaplamaları yapılmıştır. Elek analizinde geçen zemin numuneleri üzerinde yapılan deneylerde Atterberg Limitleri olarak bilinen likit limit (LL) ve Plastik limit (PL) deneylerle bulunup, Plastisite indisi (PI) hesaplanmıştır. Deney sonuçları Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırılması (USC)'na göre sınıflanmıştır. Likit limit ve Plastik limit tayinleri 40 no'lu elekten geçen numuneler üzerinde yapılmıştır. Her numune üzerinde üç kez deney yapılmış ($w \% - \log N$) grafiği hazırlanmıştır. Grafik üzerinde 25 darbe sayısına karşılık gelen rutubet miktarı Likit limit olarak belirlenmiştir. Zeminlerin likit limitleri %36 ile %56 arasında, plastik limitleri %18 ile % 25 arasında ve plastisite indisleri %17 ile %31 arasında değişmektedir.

3.2.4.1.1. Plastik Limit (PL)

Zeminin daha düşük su içeriğinde plastik bir malzeme gibi davranamayacağı katı hale geleceği su içeriğidir. Plastik limit yaklaşık olarak 3 mm çapında yuvarlatılmış numunenin çatlama anındaki rutubet oranı olarak hesap edilmiştir. Plastisite indisi (PI) ise Likit limit ve Plastik limit arasındaki farktır Bu çalışmada laboratuvar deneylerinden elde edilen Plastik Limit değerleri çizelge 3.6.'da verilmiştir. Plastik limit değerleri %18 ile % 25 arasında değişmektedir.

Çizelge 3.6. İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen numunelerin plastik limit değerleri

Sondaj No	Numune No	Plastik Limit (%)	Sondaj No	Numune No	Plastik Limit (%)
SK-1	UD-1(3.00-3.50)	19	SK-4	SPT-1(7.45-7.90)	25
SK-1	SPT-1(4,45-4.90)	20	SK-5	UD-1(6.00-6.35)	20
SK-1	SPT-2(6,00-6,45)	19	SK-5	SPT-1(7,45-7.90)	19
SK-1	SPT-3(9.00-9.45)	23	SK-6	UD-1(6.00-6.35)	19
SK-2	UD-1(3.00-3.35)	18	SK-6	SPT-1(7,45-7.90)	25
SK-2	SPT-1(4,45-4,90)	19	SK-7	UD- (6.00-6,35)	20
SK-2	SPT-2(7,45-7.90)	18	SK-7	SPT-1(7,45-7,90)	18
SK-3	UD- (3.00-3,35)	18	SK-7	SPT-2(9.00-9.45)	21
SK-3	SPT-1(4,45-4,90)	19	SK-7	SPT-3(12.00-12.45)	20
SK-3	SPT-2(6.00-6.45)	20	SK-8	UD-(6.00-6.35)	18
SK-4	UD-(6.00-6.35)	19	SK-8	SPT-1(7.45-7.90)	19

3.2.4.1.2. Likit Limit (LL)

Bu deney, açıkta kurutulmuş zeminin likit limitinin bulunması ile ilgili olup, doğal durumlarındaki numunelere de uygulanabilir. Şekil 3.4’de Likit Limit Deney (Casagrande) aleti görülmektedir. Çizelge 3.7’de Likit Limti aralığına göre plastisite değerleri verilmiştir.



Şekil 3.4. Likit Limit Deney(Casagrande) Aleti, ASTM 4318 ASTM 1960-
<http://www.soiltest.com.tr/laboratuvar.aspx?Kategori=Zemin%20Mekani%C4%9Fi>

Çizelge 3.7. Likit limit aralığına göre plastisite değerleri (Bell, 2007)

Likit Limit Aralığı (%)	Plastisite Derecesi	Tanımlama
<35	Düşük plastisiteli	Yağsız veya siltli
35–50	Orta plastisiteli	Orta yağlı
50–70	<i>Yüksek plastisiteli</i>	<i>Yağlı</i>
70–90	Çok yüksek plastisiteli	Çok yağlı
>90	Çok aşırı yüksek plastisiteli	Aşırı derecede yağlı

Bu çalışmada laboratuvar deneylerinden elde edilen Likit Limit değerleri çizelge 3.8’de verilmiştir. Likit Limit (LL) 36 ile 56 Aralığında bulunmuştur.

Çizelge 3.8. İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen numunelerin likit limit değerleri

Sondaj No	Numune No	Likit Limit (%)	Sondaj No	Numune No	Likit Limit (%)
SK-1	UD-1(3.00-3.50)	42	SK-4	SPT-1(7.45-7.90)	56
SK-1	SPT-1(4,45-4.90)	38	SK-5	UD-1(6.00-6.35)	44
SK-1	SPT-2(6,00-6,45)	39	SK-5	SPT-1(7,45-7.90)	36
SK-1	SPT-3(9.00-9.45)	41	SK-6	UD-1(6.00-6.35)	45
SK-2	UD-1(3.00-3.35)	41	SK-6	SPT-1(7,45-7.90)	56
SK-2	SPT-1(4,45-4,90)	43	SK-7	UD- (6.00-6,35)	39
SK-2	SPT-2(7,45-7.90)	42	SK-7	SPT-1(7,45-7,90)	45
SK-3	UD- (3.00-3,35)	37	SK-7	SPT-2(9.00-9.45)	42
SK-3	SPT-1(4,45-4,90)	39	SK-7	SPT-3(12.00-12.45)	40
SK-3	SPT-2(6.00-6.45)	37	SK-8	UD-(6.00-6.35)	43
SK-4	UD-(6.00-6.35)	37	SK-8	SPT-1(7.45-7.90)	44

3.2.4.1.3. Plastisite indisi

Plastisite indisi, bir zemini plastik limitten likit limite ulaştıracak su miktarının yüzde olarak değeridir.

$$I_p = LL - PL \quad (3.6)$$

Formül (3.6)’de I_p : Plastisite indisi, PL : Plastik limit, LL : Likit limit tir. Çizelge 3.9’da Plastisite derecesinin plastisite indisine göre zemin tanımlamaları verilmiştir.

Çizelge 3.9. İnce taneli zeminlerin plastisite indeksine göre sınıflandırılması (Burmister, 1951)

Plastisitesi İndisi (PI) %	Plastisite Derecesi	Tanımlama
0	Plastik değil	Silt
1-5	Önemsiz derecede plastisiteli	Killi silt
5-10	Düşük plastisiteli	Silt ve kil
10-20	Orta plastisiteli	Kil ve silt
20-40	Yüksek plastisiteli	Siltli kil
>40	Çok yüksek plastisiteli	Kil

Bu çalışmada laboratuvar deneylerinden elde edilen Plastisite değerleri çizelge 3.10'de verilmiştir. Plastisite İndisi (PI) 17 ile 31 Aralığında bulunmuştur.

Çizelge 3.10. İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen numunelerin plastisite değerleri

Sondaj No	Numune No	Plastisite İndisi (%)	Sondaj No	Numune No	Plastisite İndisi (%)
SK-1	UD-1(3.00-3.50)	23	SK-4	SPT-4(15.00-15.45)	NP
SK-1	SPT-1(4,45-4,90)	18	SK-5	UD-1(6.00-6.35)	24
SK-1	SPT-2(6,00-6,45)	20	SK-5	SPT-1(7,45-7,90)	17
SK-1	SPT-3(9.00-9.45)	18	SK-5	SPT-2(9,00-9,45)	NP
SK-2	UD-1(3.00-3.35)	23	SK-5	SPT-3(12.00-12.45)	NP
SK-2	SPT-1(4,45-4,90)	24	SK-6	UD-1(6.00-6.35)	36
SK-2	SPT-2(7,45-7,90)	24	SK-6	SPT-1(7,45-7,90)	21
SK-2	SPT-3(12.0-12.45)	NP	SK-6	SPT-2(12,00-12,45)	NP
SK-3	UD- (3.00-3,35)	19	SK-6	SPT-3(15.00-15.45)	NP
SK-3	SPT-1(4,45-4,90)	20	SK-7	UD- (6.00-6,35)	19
SK-3	SPT-2(6.00-6.45)	17	SK-7	SPT-1(7,45-7,90)	27
SK-3	SPT-3(12.0-12.45)	NP	SK-7	SPT-2(9.00-9.45)	21
SK-4	UD-(6.00-6.35)	18	SK-7	SPT-3(12.00-12.45)	20
SK-4	SPT-1(7.45-7.90)	31	SK-8	UD-(6.00-6.35)	25
SK-4	SPT-2(9.00-9.45)	NP	SK-8	SPT-1(7.45-7.90)	25

3.2.4.1.4. Kıvamlılık İndeksi

Zeminin arazideki doğal haldeki kıvamının nasıl olduğunu gösteren bir değerdir.

$$I_c = \frac{LL - W_n}{I_p} \quad (3.7)$$

Formül (3.7)'de I_c ; Kıvamlilik indeksi, LL ; Likit limit, W_n ; Doğal su içeriği, I_p ;Plastisite indisi dir. Çizelge 3.11'de Zeminin kıvamlilik indisine göre sınıflandırılması verilmiştir. Bu çalışmada Kıvamlilik İndeksi Ortalaması 1,07 (yarı katı) bulunmuştur.

Çizelge 3.11. İnce Taneli Zeminlerin Kıvamlilik indeksine Göre Sınıflandırılması (Ulusay, 2001)

Kıvamlilik İndisi	Tanım
<0	Akışkan (çamur)
0-0.25	Çok yumuşak
0.25-0.50	Yumuşak
0.50-0.75	Yarı sert (sıkı)
0.75-1.00	Sert
>1.00	Yarı katı

3.2.4.1.5. Aktivite (A)

Zeminlerdeki kil boyutundaki danelerin plastiklik derecesi Aktivite (A) ile temsil edilir. Aktivite zeminin suya karşı davranışdır.

$$A = \frac{I_p}{c} \quad (3.8)$$

Formül (3.8)'da A; Aktivite, I_p ; Plastisite indisi, $c = 0.002$ mm'den küçük tanelerin ağırlıkça yüzdesi (kil yüzdesi) (%) dir. Çizelge 3.12'de Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması verilmiştir. Bu çalışmada, Aktivite değeri (A) 0.26 bulunarak, $A =$ (Aktif olmayan killer-Kaolinit) yapılan hesaplamalarda aktivite sınırı <0.75 altında olduğu görülmüştür. $C = \%$ (200 No'lu elekten geçen kil boyu malzeme yüzdesi ortalaması alınmıştır.)

Çizelge 3.12.Killerin aktivite değerlerine göre sınıflandırılması(Wan Der Merwe,1964)

Aktivite	Sınıflama
<0.75	Aktif Olmayan Killer (Kaolinit)
0.75-1.25	Normal Killer (İllit)
>1.25	Aktif Killer (Montromillonit)

3.2.5. Dane Boyu Dağılımı

İnceleme alanındaki zeminlerde elek analizi sınıflama amaçlı yapılmıştır. Zeminlerin tane boyu dağılımı ıslak elek yöntemi ile TS 1900-1 (2006) standardına göre yapılarak, toplam 32 adet örneğin tane boyu dağılımı eğrileri çizilmiştir.

3.2.6. Konsolidasyon

İnceleme alanında SK-1,SK-2 ve SK-3 no'lu sondajdan, 3,00-3,50 m derinliğinden alınan örselenmemiş (UD) örneklerine, SK-4, SK-5, SK-6, SK-7 ve SK-8 no'lu sondajdan, 6,00-6,35 m derinliğinden alınan örselenmemiş (UD) örneklerine tek boyutlu konsolidasyon belirleme yöntemi TS 1900-2 standardına uygun olarak yapılmıştır. Deneyler sonucu boşluk oranı-basınç ilişkisi elde edilmiştir.

3.2.7. Üç Eksenli Basınç Dayanımı

İnceleme alanında TS 1900-2 standardına uygun yapılmıştır. Deneyler sonucu σ_1 ve σ_3 asal gerilmeleri altında örneklerin yenilme şartları ile kohezyon ve içsel sürtünme açısı bulunmuştur.

3.2.8. Zemin Şişme Özelliği

İnceleme alanında gözlenen kil birimlerde, laboratuvarda yapılan atterberg deneyleri kapsamında bulunan plastisite indisi ile şişme potansiyeli arasındaki ilişki incelenmiştir. Laboratuvar deneyleri sonuçlarına göre şişme yüzdesinin %7,3 -%8,9 değerlerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3.13). Bulunan değerler zeminin şişme derecesinin düşük olduğunu göstermiştir (Çizelge 3.14).

Çizelge 3.13. Şişme yüzdesi deney sonuçları

Sondaj No	Numune Derinliği (m)	Şişme Yüzdesi (%)
SK-1	3,00	8,20
SK-2	3,00	8,10
SK-3	3,00	8,80
SK-4	6,00	7,90
SK-5	6,00	7,30
SK-6	6,00	8,40
SK-7	6,00	8,90
SK-8	6,00	8,50

Çizelge 3.14. Şişme potansiyeli ile plastisite indisi arasındaki ilişki (Wasti ve Ergün, 1985)

Şişme Potansiyeli	Plastisite İndisi
Düşük	<15
Orta	15-25
Yüksek	25-35
Çok Yüksek	≥35

Sondaj kuyusunun verilerine göre; İnceleme alanında yapılan sondajlardan alınan numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneyleri sonucunda zemini oluşturan birimlerin (USCS) Birleşik Zemin Sınıflandırma Sistemine göre; **Zemin sınıfı: CL** : Plastisitesi düşük inorganik kil, **Zemin sınıfı: SM**: Siltli-kum belirlenmiştir.

3.3. Jeofizik Yöntemler

3.3.1. Sismik Yöntem

Sismik yöntem; yapay bir deprem dalgası (titreşim) oluşturarak, belirli aralıklarla serilmiş olan alıcılarla (jeofon) bu titreşimlerin kaydedilmesi ve elde edilen kayıtlardan yeraltının jeolojik yapısının ortaya çıkartılmasıdır. Sismik kırılma yöntemi ile yeraltındaki formasyonların derinlikleri, tabakaların kalınlıkları, eğimi, kırık, fay, süreksizlik zonları, tabaka hızları ve elde edilen bu bilgilerden yeraltı yapısının dinamik ve elastik parametrelerini bulmak mümkündür. Bu amaçla, mühendislik jeofiziği çalışmalarında kaya ve zemine ait elastik parametrelerin hesaplanması, stratigrafik özelliklerin ve ana kaya derinliğinin belirlenmesi sismik yöntem ile ortaya konur.

3.3.1.1. Sismik dalgalar

Sismik dalgalar, yer içerisinde elastik dalgalar şeklinde yayılırlar. Bu elastik dalgalar deprem ya da benzer yer hareketleri sonucunda meydana gelen enerjinin açığa çıkmasıyla oluşurlar. Sismik dalgalar olarak bilinen bu elastik dalgalar depremi oluşturan faylanmalar ve kırılmalar nedeni ile farklı türlerde tüm yönlere doğru yayılırlar. Deprem esnasında başlıca iki dalga türü açığa çıkar. Bunlar, cisim dalgaları ve yüzey dalgalarıdır.

3.3.1.1.1. Cisim dalgası

Cisim dalgaları, kaynaktan bütün yönlere doğru yayılarak, yer içerisinde seyahat ederler. Cisim dalgaları P ve S olmak üzere ikiye ayrılırlar.

P türü cisim dalgaları yayılma doğrultusuna paralel ileri-geri yayılan dalga türüdür. Bu nedenle P dalgasına boyuna veya sıkışma (compressional) dalgası denir. P dalgaları her türlü ortamda yayılabilirler. P dalgaları gözlem noktalarına ilk olarak ulaşırlar ve ortam değişkenlerine bağlı olarak p dalgası hızı formül 3.9 da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad (3.9)$$

Formül (3.9)'da V_p = P dalgası hızı, λ = Elastik sabit dalga boyu, μ = Sıkışmazlık Modülü, ρ = Yoğunluktur.

P dalgasından daha sonra gelen S türü dalgaları yayılma doğrultusu boyunca yayılma doğrultusuna dik olarak hareket ederler. S dalgası yayılma doğrultusuna dik titreşim yaptığından enine veya kayma dalgası (shear wave) olarak adlandırılır. S dalgası sadece katı ortamlarda yayılabilir, hava ve su ortamlarında yayılamazlar. S dalgası hızı ise formül 3.10 da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (3.10)$$

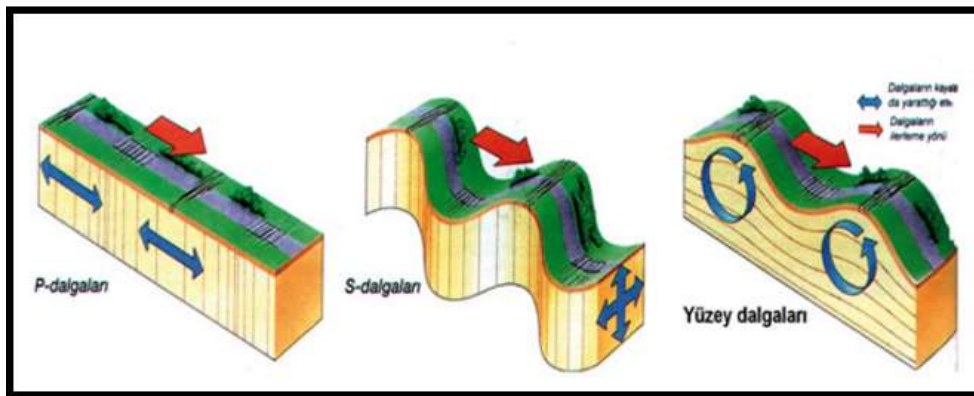
Formül (3.10)'da V_s = S dalgası hızı, μ = Sıkışmazlık Modülü, ρ = Yoğunluktur.

3.3.1.1.2. Yüzey Dalgası

Sismik dalgaların bir başka türü olan yüzey dalgaları cisim dalgalarına göre daha yavaş yayılırlar, yavaş yayılmalarından dolayı etkisi daha uzun sürer. Cisim dalgaları ile karşılaştırıldığında daha fazla hasara neden olurlar. Bunun nedeni bu dalgaların yer içinde daha fazla hareket etmesidir. Ayrıca bu dalgalar, büyük genliklere ve düşük frekansa sahip oldukları için depremlerde yapılara en çok zarar veren dalgalar olarak bilinir. Genel olarak, yüzey dalgaları Rayleigh ve Love dalgaları olarak ikiye ayrılırlar.

Yerkürenin yüzeyi boyunca yayılırken, bir çeşit yuvarlanma hareketi yapan Rayleigh dalgaları, geçtikleri ortam içerisinde bulunan tanecikler ve yayılma doğrultusu boyunca ters bir elips hareketi çizerler. Rayleigh dalgaları, P ve SV dalgalarının etkileşiminin bir sonucudur ve P-tipi dalga kaynağı kullanıldığı zaman, oluşan toplam sismik enerjinin üçte ikisinden daha fazlasına sahip olmaktadır (Heisey vd., 1982). Rayleigh dalgalarının düşey ve yatay bileşenleri vardır. Yatay bileşeni olduğu için yatay yönde ölçüm yapan sismograflar tarafından ölçülebildiği gibi düşey yönde ölçüm yapan sismograflar tarafından da tespit edilebilir.

Love dalgaları sismogramlarda Rayleigh dalgalarından daha önce görülürler. Çünkü Love dalgaları Rayleigh dalgalarından daha hızlıdır. Bu dalgaların geçtiği ortamda tanecikler yayılma doğrultusuna dik yatay düzlemde titreşirler. P, S ve yüzey dalgaları Şekil 3.5’de görülmektedir.



Şekil 3.5. P, S ve Yüzey Dalgaları (<http://www.jeofizikmuhendisleri.com>)

Sığ yeraltı tabakalarının görüntülenmesi için tasarlanan çok-kanallı sismik cisim (VP ve VS) dalgalarının incelenmesinde yüzey dalgaları gürültü olarak hesaba katılmaktadır (Steeple ve Miller, 1990). Buna karşın, yüzey dalgaları frekans bağımlı özellikleri

nedeniyle yüzeye yakın malzemelerin elastik özelliklerini belirlemek için kullanılabilir (Park ve ark., 1998; Xia ve ark., 2000).

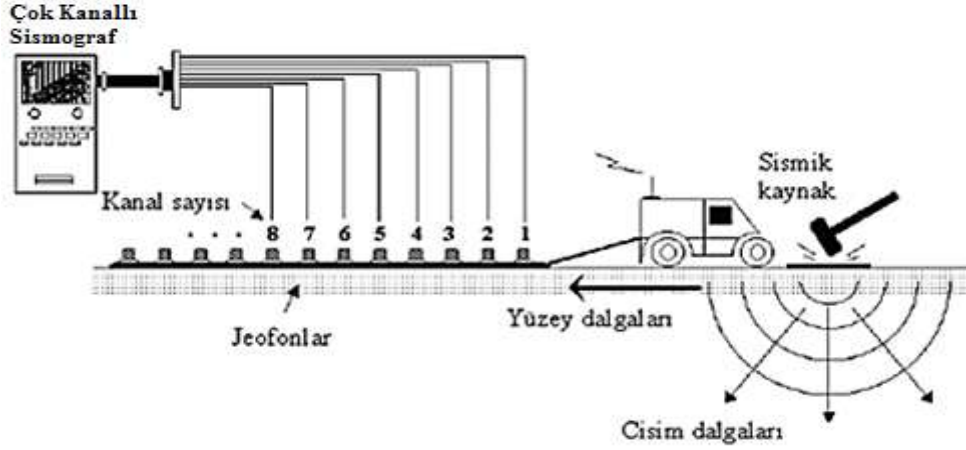
3.3.1.2. Sismik Kırılma Yöntemi

Tüm sığ kırılma çalışmaları, yeryüzünde yapay olarak oluşturulan elastik dalgaların alıcılara (jeofon) ilk varış zamanlarının kaydedilmesi esasına dayanır. Elastik dalgaların farklı ortamlarda farklı hızlarla yayıldığı bilinmektedir. Buna göre yerde oluşturulan elastik dalgaların belirli uzaklıklardaki alıcılara varış sürelerinin kayıtçılar tarafından kaydedilmesi ile elastik dalgaların ortam içindeki yayılım hızı bulunur. Farklı ortamlar farklı dalga hızlarına sahiptirler bu farklı hızlar, tabaka kalınlık, derinlik, yer içindeki yapıların belirlenmesinde kullanılır. Bu hızları kullanılarak tabakaların dinamik elastik özelliklerinin yansıtan parametreler hesaplanır.

3.3.1.3. MASW (Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi) Yöntemi

Yeraltı tabakalarının fiziksel özellikleri (makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi, poisson oranı vb.) makaslama (S) hızı ile doğrudan ilişkili parametrelerdir. Bu nedenle, yeraltı tabakalarının S-hızı değişimlerinin belirlenmesi geoteknik mühendisliği açısından oldukça önemlidir. Yerin sığ sismik hız özelliklerini ortaya koymak için son yıllarda en çok kullanılan tekniklerden biri MASW tekniğidir (Park ve ark., 1999). Sismik kırılma yöntemi ile ölçü alınımında kullanılan dizilim geometrisi korunarak MASW kayıtları toplanabilmekte ve daha büyük araştırma derinliği elde edilebilmektedir.

Yüzey dalgası analiz yöntemlerinden MASW tekniği ile Vs30 değeri güvenilir bir şekilde hesaplanabilmektedir. Vs30, UBC ve Eurocode-8 uluslararası standartlarında kullanılan temel parametrelerin başında gelmektedir. Yüzey dalgası analiz yönteminde, yer altındaki tabakalı yapıların derinlikle değişen kesme dalgası hızı (Vs), faz hızının frekansla değiştiği Rayleigh dalgasının dispersiyonunun ters çözüm tekniği kullanılarak hesaplanılır. Çok- kanallı (MASW) yüzey dalga veri toplama düzeneği Şekil 3.6'da görülmektedir.

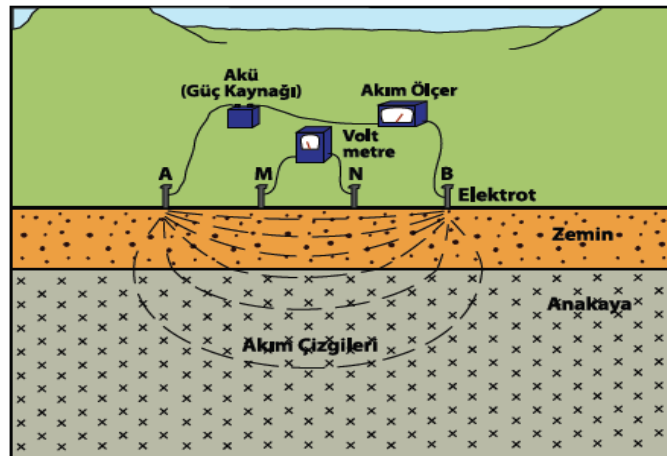


Şekil 3.6. Çok- kanallı (MASW) yüzey dalga veri toplama düzeneği (Park ve ark., 1998)

3.3.2. Rezistivite (Elektrik) Yöntem

Özdirenç, bir materyalin elektrik iletkenliğini gösteren öz iletkenliğinin tersidir ve birimi ohm.m dir. Özdirenç yönteminde temel prensip yere A ve B gibi noktalardan elektrik akımı verilerek M ve N noktası arasında oluşan potansiyel alanı ölçme esasına dayanmaktadır. Yere verilen suni akımın yeraltında yarattığı elektrik alanının potansiyelini ölçerek, potansiyel-akım şiddeti bağıntısından yeraltındaki tabakaların özdirenç ve kalınlık değerlerinin hesaplanması yöntemidir.

Elektrik özdirenç yöntemi yapay bir enerji kaynağı kullanılarak iki elektrot ile yere akım verilmesi ve diğer iki elektrot arasındaki potansiyel farkın ölçülmesi esasına dayanmakta olup genellikle dört elektrot ile uygulanmaktadır. Bu nedenle dört nokta özdirenç yöntemi diye adlandırılır (Ergin, 1981). Özdirenç yönteminin uygulanış şekli Şekil 3.7’de görülmektedir.



Şekil 3.7. Özdirenç yönteminin uygulanış şekli (Robinson ve Çoruh,1988)

Doğru akım öz direnç yönteminde, ölçülen büyüklük gerilim farkıdır. Fakat veri yorumunda fiziksel bir büyüklüğe ihtiyaç vardır. Bu fiziksel büyüklük öz dirençtir. Yer içinde elektrik akımı ohm yasasına göre gerçekleşir. Ölçülen gerilim farkından, öz direnç aşağıda verilen formül (3.11) kullanılarak bulunur.

$$\rho_a = k \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (3.11)$$

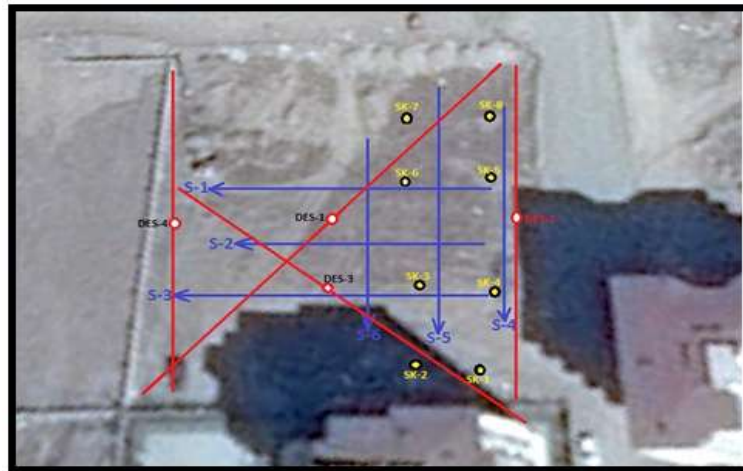
Burada I ; yere verilen akımı (amper), ΔV ; ölçülen gerilim farkını (volt) ve k ; akım ve gerilim elektrotlarının geometrik yerine bağlı bir katsayıdır. Bu koşullarda ρ_a , görünür öz direnç olup ohm metre (ohm.m) birimindedir. Akım ve gerilim elektrotlarının yerine bağlı k katsayısı da formül (3.12) kullanılarak bulunur.

$$k = \pi * \left(\frac{\left(\frac{AB}{2} \right)^2}{MN} - \frac{MN}{4} \right) \quad (3.12)$$

Burada k = Akım ve gerilim elektrotlarının geometrik yerine bağlı katsayı, AB ; A ve B elektrotları arasındaki mesafe, MN ; M ve N elektrotları arasındaki mesafedir.

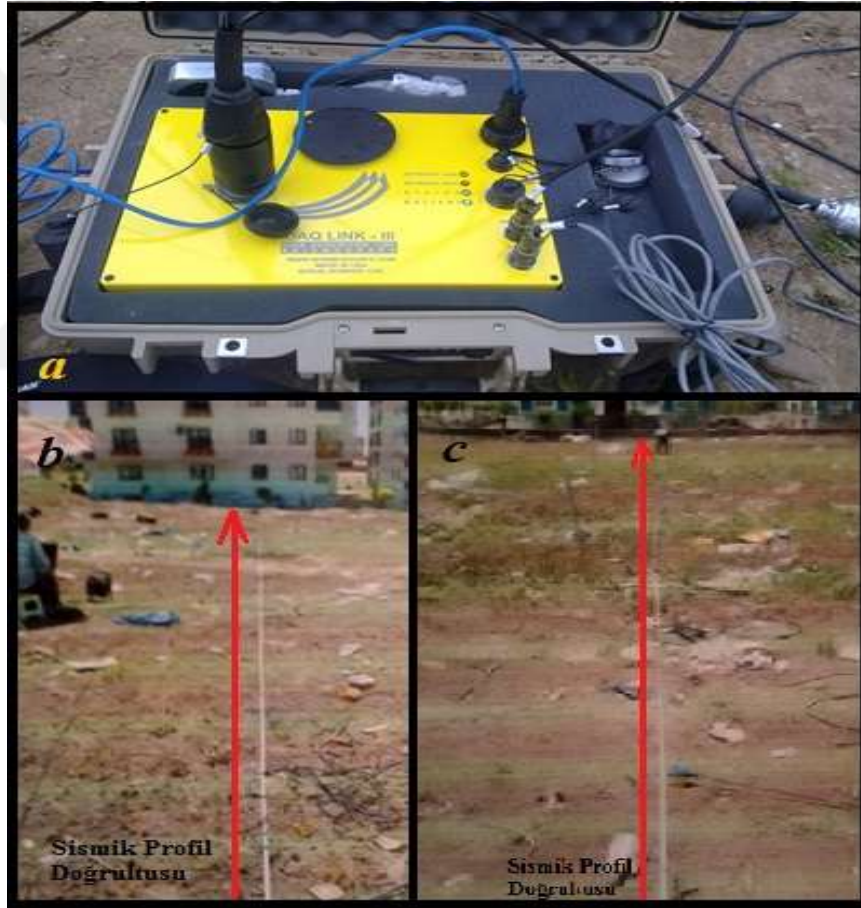
3.3.3. İnceleme Alanında Yapılan Sismik Ve Elektrik Yöntemler

İnceleme alanında, yer alan birimlerin dinamik özelliklerini ve zeminin fiziksel parametrelerini belirlemek amacı ile 4 noktada Düşey Elektrik Sondajı (DES), 6 profilde Sismik Kırılma ve MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) çalışmaları yapılmıştır. Sahada ölçümlere başlamadan önce saha gözlemleri yapılmış ve ona göre ölçüm yöntemleri ve lokasyonları belirlenmiştir. İnceleme alanında yapılan jeofizik ölçümler; sismik profiller ve düşey elektrik sondaj noktaları Şekil 3.8'de görülmektedir.



Şekil 3.8. İnceleme alanındaki sismik profillerinin yer bulduru haritasında gösterimi

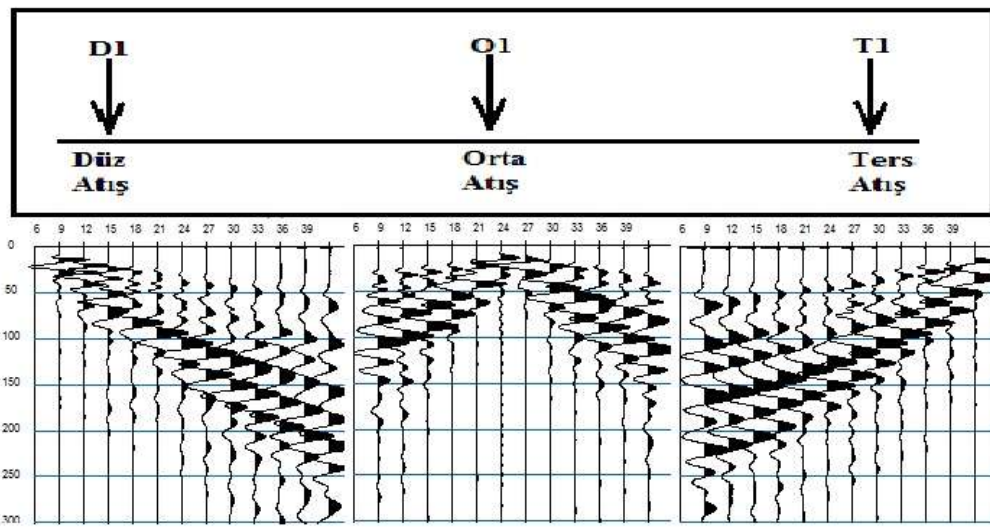
İnceleme alanında zemin özelliklerinin anlaşılması ve tabakalarının sınırlarının belirlenmesi için sismik yöntemlerden yararlanılmıştır. Sığ yeraltı yapısını araştırmak için çalışmalarda 4,5 Hz'lik düşey jeofonları kullanılarak, Sismik kırılma ve MASW kayıtları alınmıştır. Her bir serimden elde edilen zaman-uzaklık grafikleri ve her bir tabakaya ait P ve S dalgası hız değerleri hesaplanarak, sismik zemin kesiti çizilmiştir. Toplam 6 profilde Sismik kırılma ve MASW çalışması yapılmıştır. Çalışmada Seismic Source firmasının 12 Kanallı DAQ link-III sismik ölçüm cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.9a). Sismik çalışmalar inceme alanı üzerinde profiller şeklinde alınır. İnceme alanında alınan sismik profiller ve profillerin doğrultusu Şekil 3.9b ve Şekil 3.9c de gösterilmiştir.



Şekil 3.9.a. Sismik ölçüm cihazı, b ve c. Sismik profiller

3.3.3.1. Sismik Çalışmalardan Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

İnceleme alanında üç profilde jeofon aralığı 3 metre offset 6 metre, diğer üç profilde ise jeofon aralığı 3 metre, offset 2 metre seçilerek sismik kırılma-MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) tomografi ölçümü gerçekleştirilmiştir. Toplam 6 profilde sismik kırılma çalışması yapılmıştır. Şekil 3.10'de 1.profil için düz, ters ve orta atış olmak üzere atış geometrileri verilmiştir.



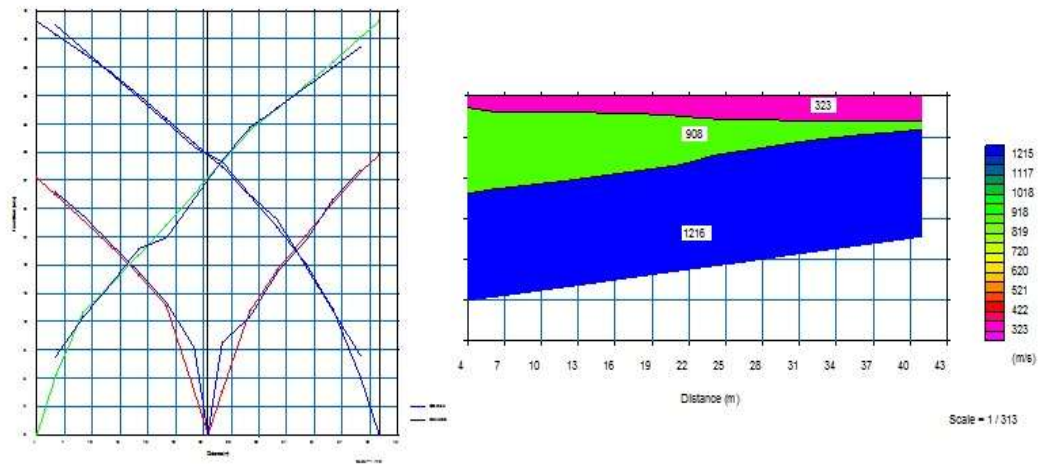
Şekil 3.10. Sismik kırılma için atış geometrileri

Sismik çalışmalar arazi çalışmaları ve bilgisayar programlarındaki değerlendirmeler olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilir. Ölçümlerden elde edilen kayıtlar yerinde kontrol edilerek, arazide kaydedilen veriler programda kullanılmak üzere seg2 formatına dönüştürülerek, profillerdeki her atışın tek tek geometrileri girilmesi gibi gerekli düzeltmeler yapılarak elde edilen kırılma ölçümleri, dinamik ve elastik parametrelerin belirlenmesi amacıyla bilgisayar programları kullanılarak modellenip, değerlendirme ve yorumlar yapılır.

İnceleme alanında alınan S-1.profil de sismik kırılma-MASW- Multi Channel Analysis of Surface Waves tomografi çalışması yapılmış, çalışma da profil başında 3 atış profil sonunda 3 atış ve profil boyunca 3'er atış yapılarak toplamda 9 noktada atış yapılmıştır.

S-1profili;İnceleme alanında, S-1profili için ilk tabaka 1,63 m. derinliğe kadar yer almakta olup, $V_p = 323$ m/sn, $V_s = 211$ m/sn. hesaplanmıştır, hesaplanan S dalgası hız değerinden ve saha çalışmalarından orta-sıkı zemin, devamında 6,56 m. derinliğe kadar

devam eden ve 908 m/sn P hızı ve 323 m/sn S hızına sahip orta sıkı killi birimler yer almaktadır. Bu tabakanın devamında altında yer alan ve $V_p= 1216$ m/sn ve $V_s= 279$ m/sn hızlarına göre gevşek kum içeren birimler olduğu belirlenmiştir. P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti ve seyahat zaman grafiği ile Şekil 3.11'de verilmiştir.



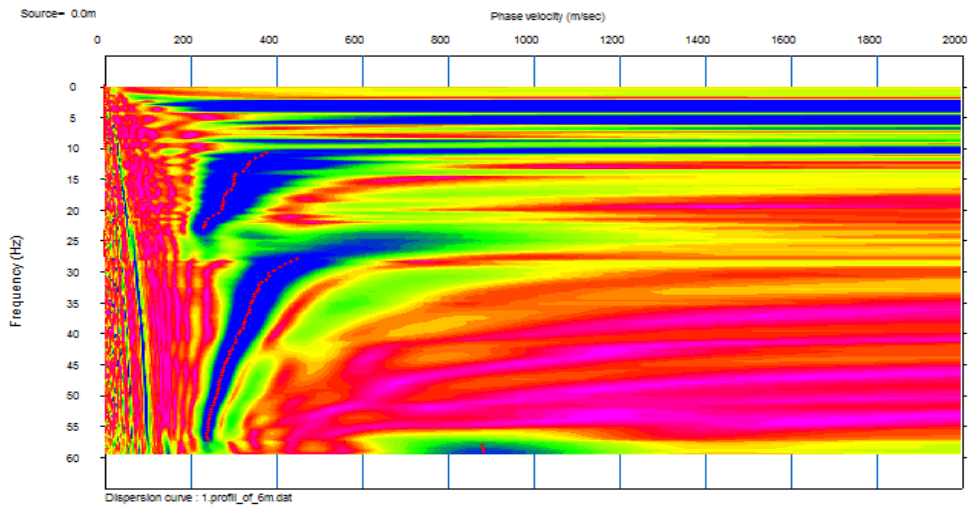
Şekil 3.11. S-1profil seyahat zaman grafiği ve P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti

3.3.3.1. 1. MASW Yöntemi İle Arazide Alınan Gerçek Verilerin Analizi

İnceleme alanında MASW yönteminde 6 adet profil alınmıştır. Çalışmalarda 4,5 Hz'lik jeofonlar kullanılmış ve jeofon aralıkları da 3 m seçilmiştir. Bu yöntemde yakın ofset 2m, uzak ofset 6m olarak belirlenmiştir. Düz, ters ve orta atışlar olmak üzere 3 profilde toplam 3'er atış diğer 3 profilde ise toplamda 9 ar atış gerçekleştirilerek yeraltının S dalgası hız değişimi saptanmıştır. Örnekleme Aralığı 0,25 m/sn olup veri boyu 2 sn' dir. 6 profilde ise düz, ters ve orta atış olmak üzere 3'er atış yapılmıştır. Daha sonra elde edilen veriler SeisImager ana programı içerisinde yer alan Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programlarında değerlendirilerek dispersiyon eğrisi elde edilmiştir. Dispersiyon eğrisine ters çözüm işlemi uygulanarak S dalga hızı bilgisine ulaşılmıştır. MASW yöntemi 1D ve 2D olarak değerlendirilerek yer altı kesitleri oluşturulmuştur.

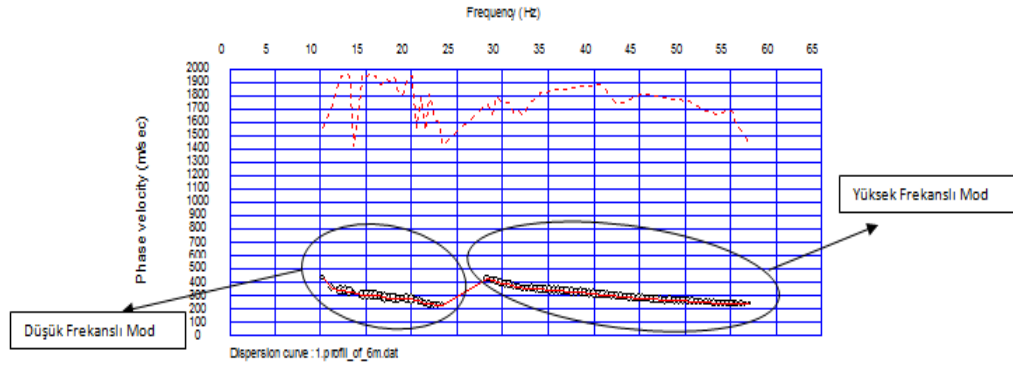
3.3.3.1.2. Dispersiyon Eğrisinin Elde Edilmesi

S-1 profilinden elde edilen veriler bir boyutlu (1D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren dispersiyon eğrisi elde edilmiştir. Bu dispersiyon eğrisinden 1B ortama ait tabaka parametreleri belirlenerek, yüzey dalgası dispersiyon eğrilerinin ters çözümü tabakaların S dalgası hızının modellenmesin de kullanılmıştır. Şekil 3.12’da S-1 profilinden elde edilen dispersiyon eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 3.12.Dispersiyon eğrisi

İnceleme alanından elde edilen veriler bir boyutlu (1D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren yüksek mod ve düşük modlu dispersiyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.13).

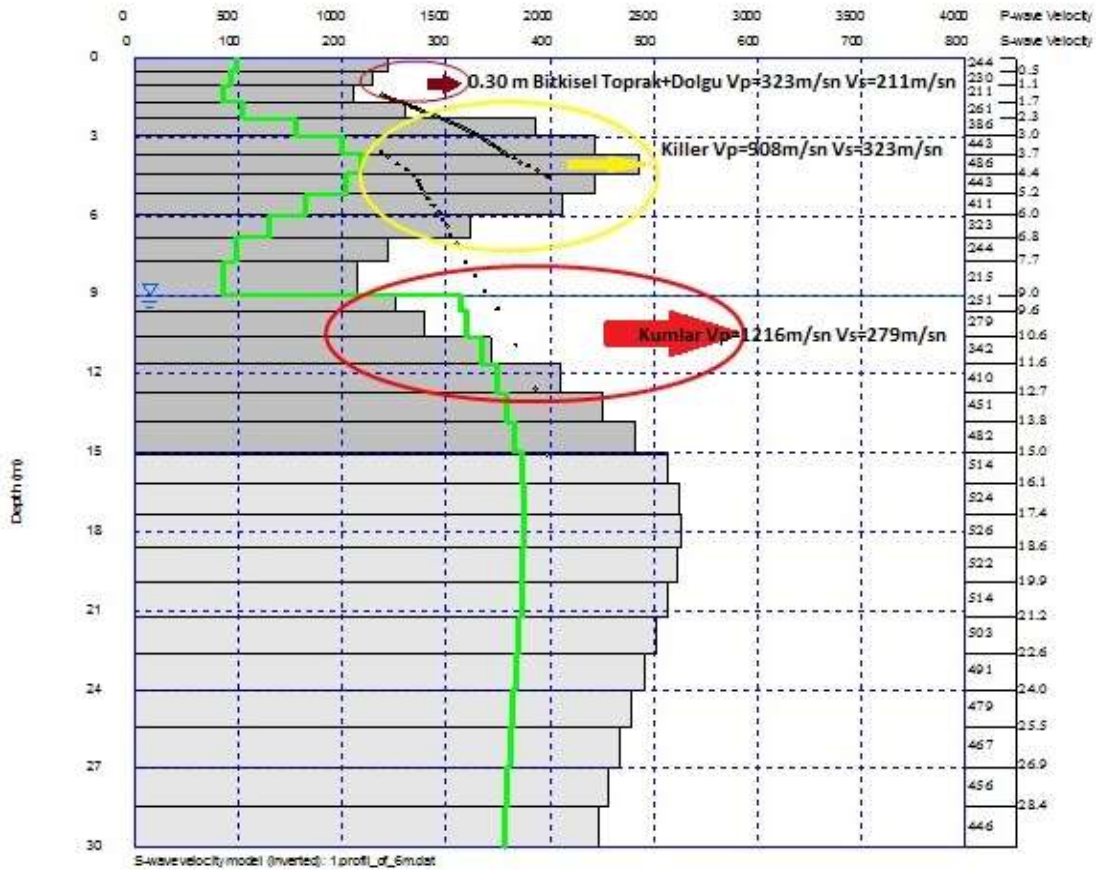


Şekil 3.13. S-1 profili dispersiyon-inversiyon eğrisi

3.3.3.1.3. Dispersiyon Eğrisine Ters Çözüm Uygulanarak S-Dalga Hızının ve Yer altı Yapısının Belirlenmesi

Frekans dalga sayısı analizleri yapılarak elde edilen Rayleigh dalgası faz hızı dispersiyon eğrilerine ters çözüm uygulanarak, derinliğe bağlı S dalgası hız kesiti elde edilir. Dispersiyon verilerinin ters çözümünde, genellikle yüzey dalgalarının temel modu diğer bir deyişle yüzey dalgalarının yüksek modu kullanılır. Fakat bu çalışmada S dalgası hız modelinde yüksek mod ve düşük mod birlikte kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. S dalgasının değişimi için yüksek hızlı ve düşük hızlı seviyelerin daha detaylı ayrılabilmesi ve böylece inceleme alanında bulunan gevşek tabakaların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Normal zemin (genel zemin) durumunda derinliğe göre sismik hızdaki değişme miktarı artıkça dispersiyonda artacaktır. Fakat bu çalışma için elde edilen verilerde derinliğe göre sismik hızlar farklı derinliklerde artış, azalış, tekrar artış göstermiştir. Sismik hızlar tabakalara göre yüzeyden belli bir metraja kadar artmış sonra azalmış sonra tekrar artarak devam etmiştir farklı tabakalar ve farklı hızlar bulunmuştur. Bu inceleme alanında yapılan MASW yöntemine göre arazi verilerine iterasyon uygulandıktan sonra elde edilen dispersiyon eğrisine uygulanan ters çözüm metoduna göre S dalga hızları, P dalga hızları ve yer içi modeli Şekil 3.14'de görülmektedir.



Şekil 3.14. S-1 profili S dalga hızları, P dalga hızları ve yer içi modeli

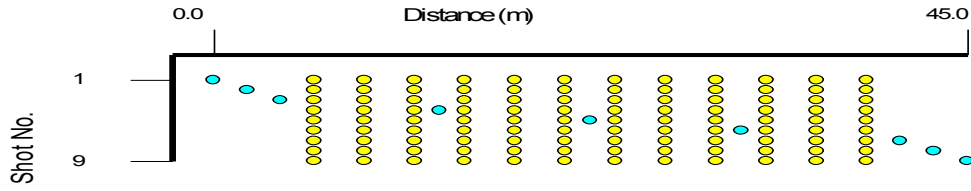
Yer altı modelinden de görüldüğü üzere yer altı suyu 9-12 m. de seviye vermektedir. Bu sebepten P cisim dalgası su içeren zeminlerde zemin yapısından farklı olarak yüksek çıkmaktadır. Burada da bu yapı gözlenmektedir.

S-1 Profili Yer altı modelinde derinliğe göre yüzeyden belirli bir metraja kadar Vs hızı artmış, sonra azalmış ve daha sonra artarak devam etmiştir. Vs hızlarının belli metrajlarda düşmesi tabakalar arasındaki farklılıkları göstermiştir. Yer altı modelinde tabakalar arasında Vs hızları derinliklere göre farklılıklar göstererek tabakalardaki ayrımlılığı vermiştir. Jeoteknik sondajlar ve yer kesitine göre kum, silt ve kil içeren birimlerinin derinlikle değişimleri ayrıntılı olarak saptanmıştır.

3.3.3.1.4. İki Boyutlu -MASW (Çok Kanallı Yüzey Dalgası Analizi)

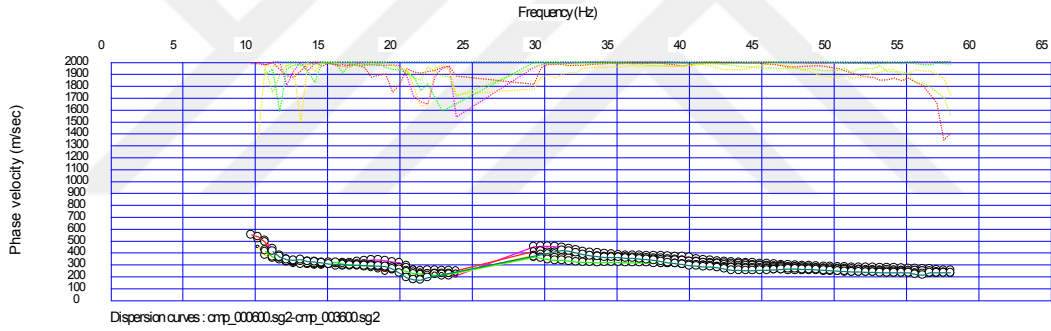
Sismik tomografi yöntemi ile farklı atış noktalarından jeofonlara gelen ilk varışlardan hızların hesaplanarak, taranan alan içinde farklı hız değerleri gösteren ortamların belirlenmesi amaçlanmıştır. İki Boyutlu MASW verilerinin elde edilmesi amacıyla uygulanan sismik tomografi ölçümlerinde düz, ters ve orta atışlar olmak üzere 3 profilde

toplam 9'ar atış yapılmıştır. İki boyutlu MASW yöntemi için atış geometrisi şekil 3.15'de gösterilmiştir.



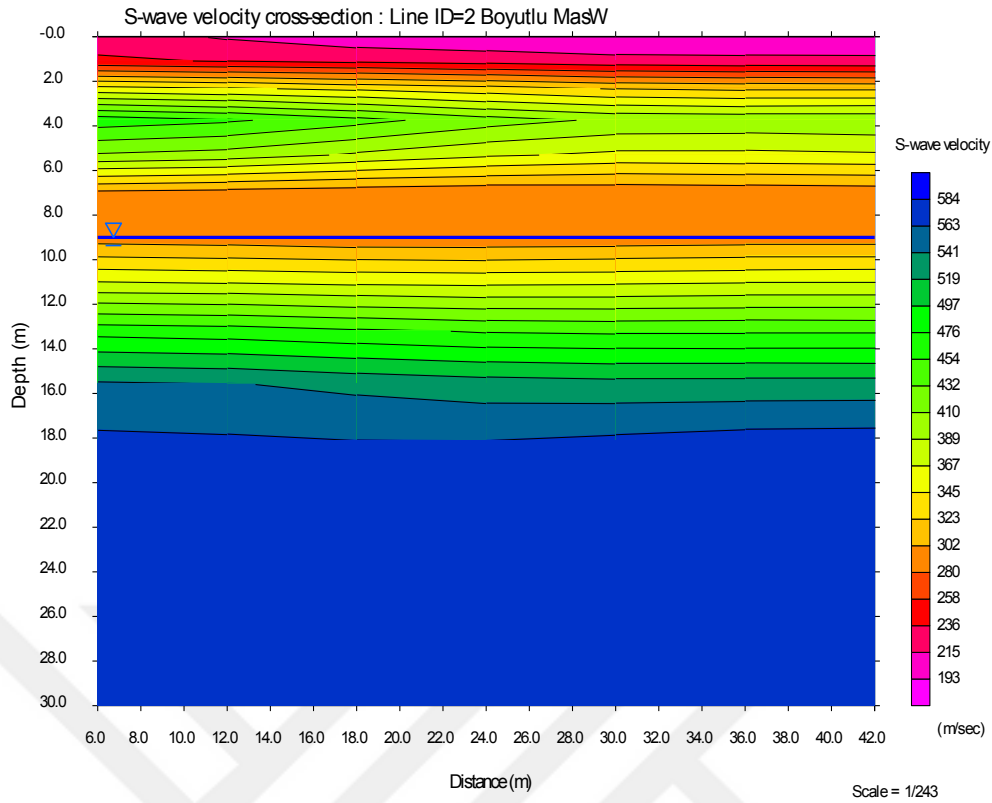
Şekil 3.15. İki boyutlu MASW yöntemi için atış geometrisi

İnceleme alanından, çok atışlı ölçümlerden elde edilen veriler iki boyutlu (2D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren dispersiyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. İki boyutlu MASW dispersiyon eğrileri

Dispersiyon eğrilerinden yararlanarak İki boyutlu ortama ait tabakların V_s hızlarını ve V_s hızı değişimlerinden kaynaklanan farklı yapıları gösteren S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesiti; iki boyutlu (2D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq /GeoPlot programı kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.17).

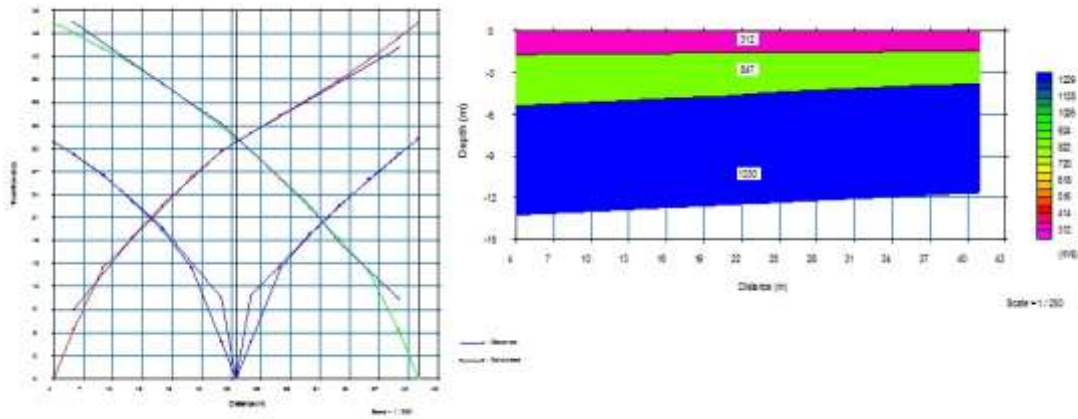


Şekil 3.17. İki boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesiti

İnceleme alanında alınan S-1 profili sismik verilerden elde edilen iki boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesitinde 6. metreden 12-13-15 (h) metreye kadar devam eden, üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşük Vs hızlarına sahip kum içeren birimlerden oluşan bir tabakanın olduğu görülmektedir. Jeolojik elek analizi sonuçlarına göre % 87-% 94 oranında kum içeren bu tabaka, 2 boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesitinde de doğrulanmıştır. Ayrıca yine aynı tabaka için V_p ve V_s hızlarından elde edilen sıkılık ve poisson değerine göre de bu tabakanın gevşek, gözenekli veya ayrılmış birimler içerdiği anlaşılmaktadır. İnceleme alanında alınan S-3 ve S-5 profillerine de S-1 profiline uygulanan veri işlem aşamaları uygulanmıştır. S-2, S-4, S-6 profillerine ise 2 boyutlu MASW kesiti dışında diğer veri- işlem aşamaları uygulanarak elde edilen kesitler ve dinamik parametreler EK 1’de sunulmuştur.

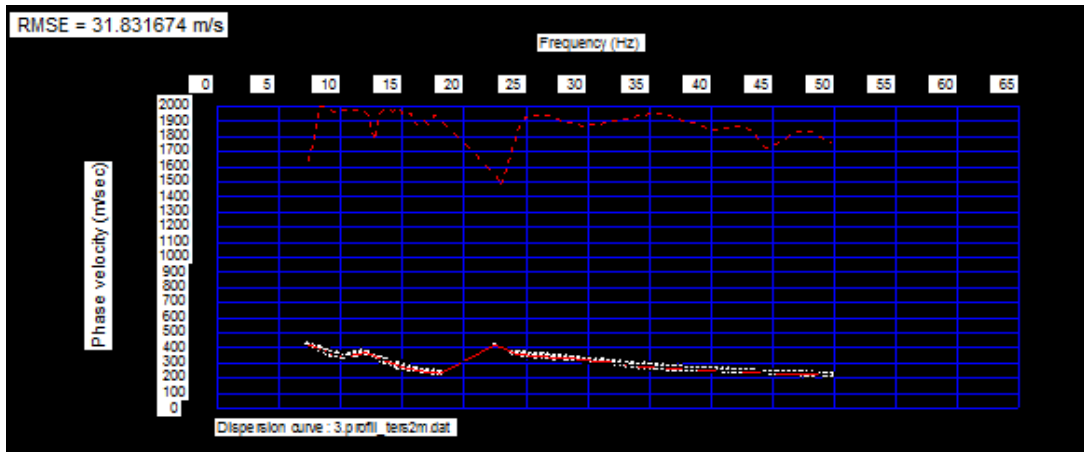
S-3.profil; İnceleme alanında alınan S-3.profil de sismik kırılma-MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) tomografi çalışması yapılmış, çalışmada profil başında 3 atış profil sonunda 3 atış ve profil boyunca 3’er atış yapılarak toplamda 9 noktada atış yapılmıştır.

İnceleme alanında , S-3profili için ilk tabaka 1,20 m. derinliğe kadar yer almakta olup, $V_p= 414\text{m/sn}$, $V_s= 218 \text{ m/sn}$. hesaplanmıştır, hesaplanan S dalgası hız değerinden ve saha çalışmalarından orta-sıkı zemin, devamında 6,28 m. derinliğe kadar devam eden ve 847 m/sn P hızı ve 420 m/sn S hızına sahip orta sıkı killi birimler yer almaktadır. Bu tabakanın devamında altında yeralan ve $V_p= 1230 \text{ m/sn}$ ve $V_s= 293 \text{ m/sn}$ hızlarına göre gevşek kum içeren birimler olduğu belirlenmiştir. P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti seyahat zaman grafiği ile şekil 3.18’de verilmiştir.



Şekil 3.18. S-3profili seyahat zaman grafiği ve P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti

S-3 profili için İnceleme alanından elde edilen veriler iki boyutlu (1D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren yüksek mod ve düşük modlu dispersiyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.19).

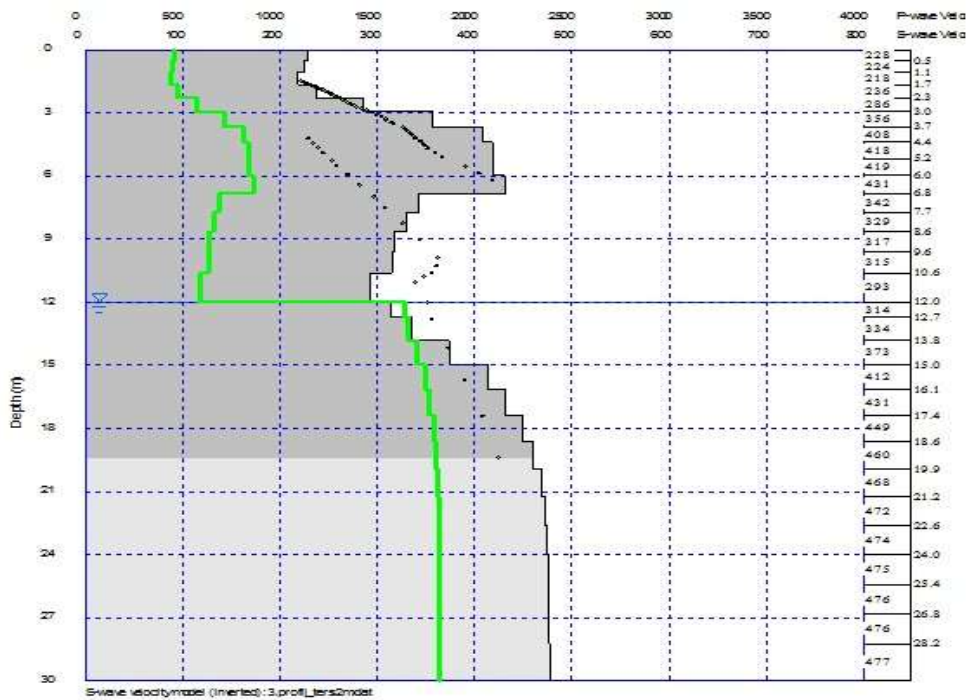


Şekil 3.19. S-3 profili dispersiyon-inversiyon eğrisi

Bu dispersiyon eğrisine ters çözüm uygulanarak S-dalga hızının ve yer altı yapısı belirlenir. S-3 profili için bu çalışmada S dalgası hız modelinde yüksek mod ve düşük

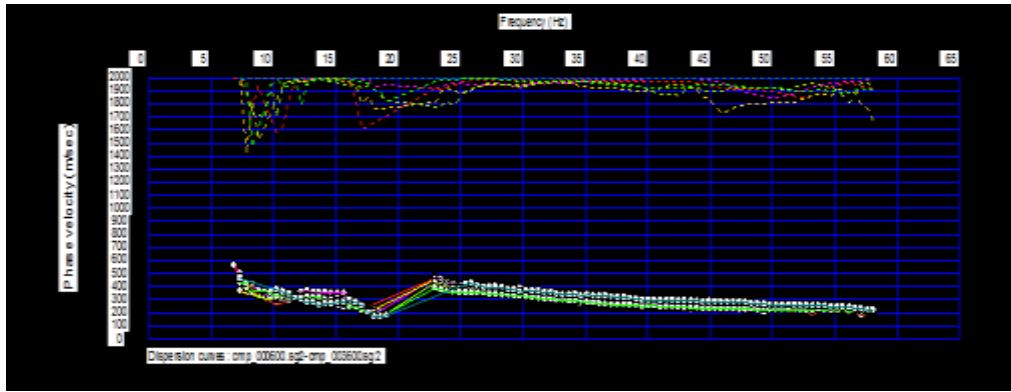
mod birlikte kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. S dalgasının değişimi için yüksek hızlı ve düşük hızlı seviyelerin daha detaylı ayrılabilmesi ve böylece inceleme alanında bulunan gevşek tabakaların belirlenerek S dalgası yer kesitinin oluşturması sağlanır.

Bu inceleme alanında yapılan MASW yöntemine göre arazi verilerine iterasyon uygulandıktan sonra elde edilen dispersiyon eğrisine uygulanan ters çözüm metoduna göre S dalga hızları, P dalga hızları ve yer içi modeli şekil 3.20'de görülmektedir. S-3 Profili Yer altı modelinde derinliğe göre yüzeyden belirli bir metraja kadar Vs hızı artmış, sonra azalmış ve daha sonra artarak devam etmiştir. Yüzeyden derine doğru Vs hızlarının yaklaşık 6-7 metreye kadar artması 6-7 metreye kadar sıklık oranı artan killerin mevcudiyetini göstermiştir. Bu kil tabakasının altında ise 13-14 metreye kadar devam eden, azalan bir eğri çizen gevşek kum içeriği yüksek tabakanın varlığı saptanmıştır. Elde edilen Vs hızları kullanılarak bu tabakanın sıklık değeri 4,19 ve poisson değeri de 0,47 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerde yine kum içeren tabakanın gevşek ve suya doymun birimler içerebileceğini göstermektedir (Şekil 3.20).



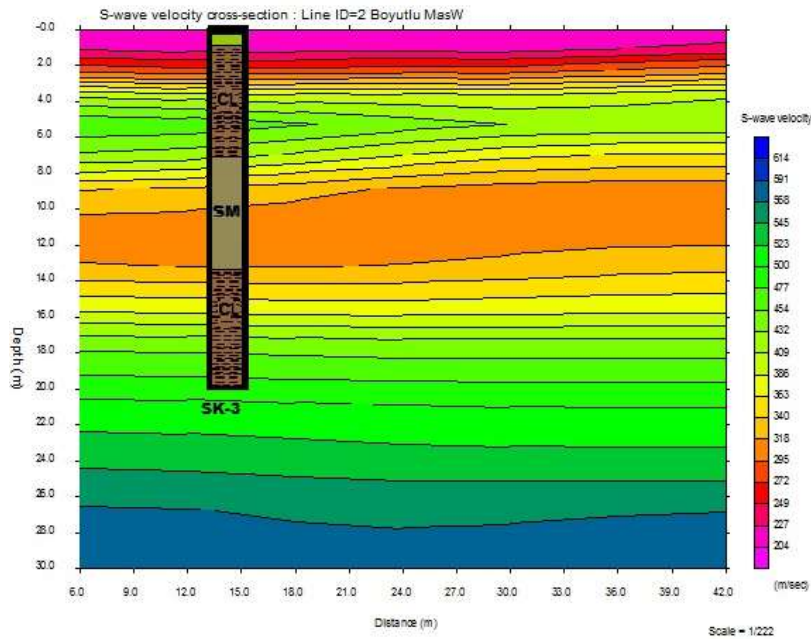
Şekil 3.20. S-3 profili S dalga hızları, P dalga hızları ve yer içi modeli

İnceleme alanından, çok atışlı ölçümlerden elde edilen veriler iki boyutlu (2D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren dispersiyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. İki boyutlu MASW dispersiyon eğrileri

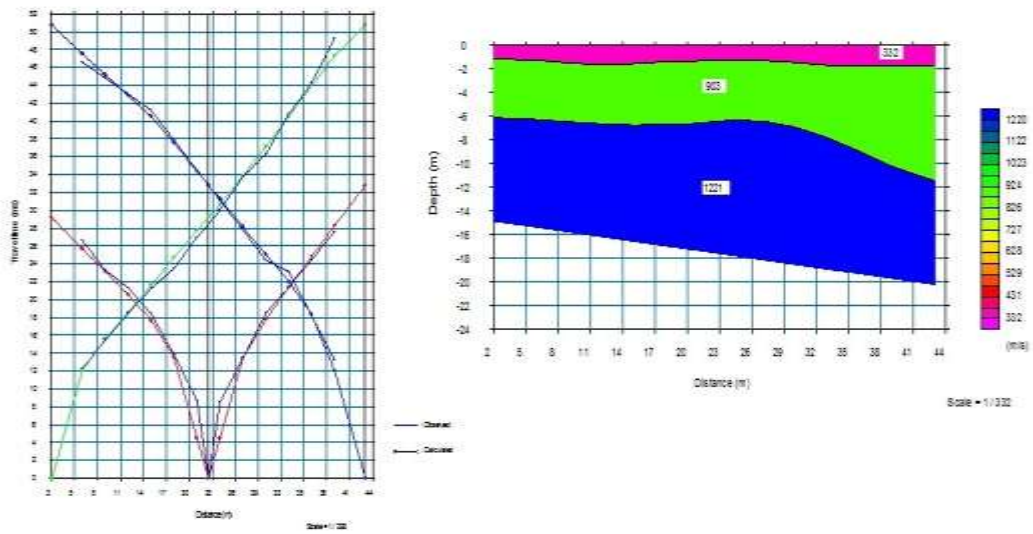
İnceleme alanında alınan S-3 profili sismik verilerden elde edilen 2 boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesitinde 8. metreden 14. metreye kadar devam eden, üstündeki ve altındaki birimlere göre daha düşük Vs hızlarına sahip kum içeren birimlerden oluşan bir tabakanın olduğu görülmektedir. Jeolojik elek analizi sonuçlarına göre %76-%79 (SK-3 ve SK-4) oranında kum içeren bu tabaka, 2 boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesitinde de doğrulanmıştır. Ayrıca yine aynı tabaka için Vp ve Vs hızlarından elde edilen sıkılık (4,19) ve poisson (0,47) değerine göre de bu tabakanın gevşek, gözenekli ayrılmış ve suya doymun birimler içerdiği anlaşılmaktadır (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. S-3 profili iki boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesiti

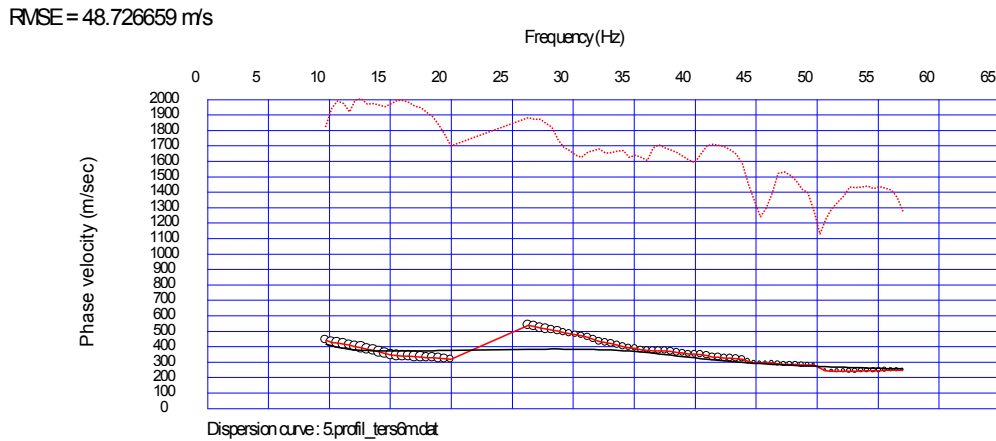
S-5.profil; İnceleme alanında alınan S-5.profil de sismik kırılma-MASW- Multi Channel Analysis of Surface Waves tomografi çalışması yapılmış, diğer iki profilde de

olduğu gibi çalışma da profil başında 3 atış profil sonunda 3 atış ve profil boyunca 3'er atış yapılarak toplamda 9 noktada atış yapılmıştır. İnceleme alanında, S-5 profili için ilk tabaka 2,50 m. derinliğe kadar yer almakta olup, $V_p= 431\text{m/sn}$, $V_s= 265\text{ m/sn}$. hesaplanmıştır, hesaplanan S dalgası hız değerinden ve saha çalışmalarından orta-sıkı zemin, devamında 6,38 m. derinliğe kadar devam eden ve 903 m/sn P hızı ve 451 m/sn S hızına sahip orta sıkı killi birimler yer almaktadır. Bu tabakanın devamında altında yeralan ve $V_p= 1221\text{ m/sn}$ ve $V_s= 318\text{ m/sn}$ hızlarına göre gevşek kum içeren birimler olduğu belirlenmiştir. P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti seyahat zaman grafiği ile şekil 3.23'de verilmiştir.



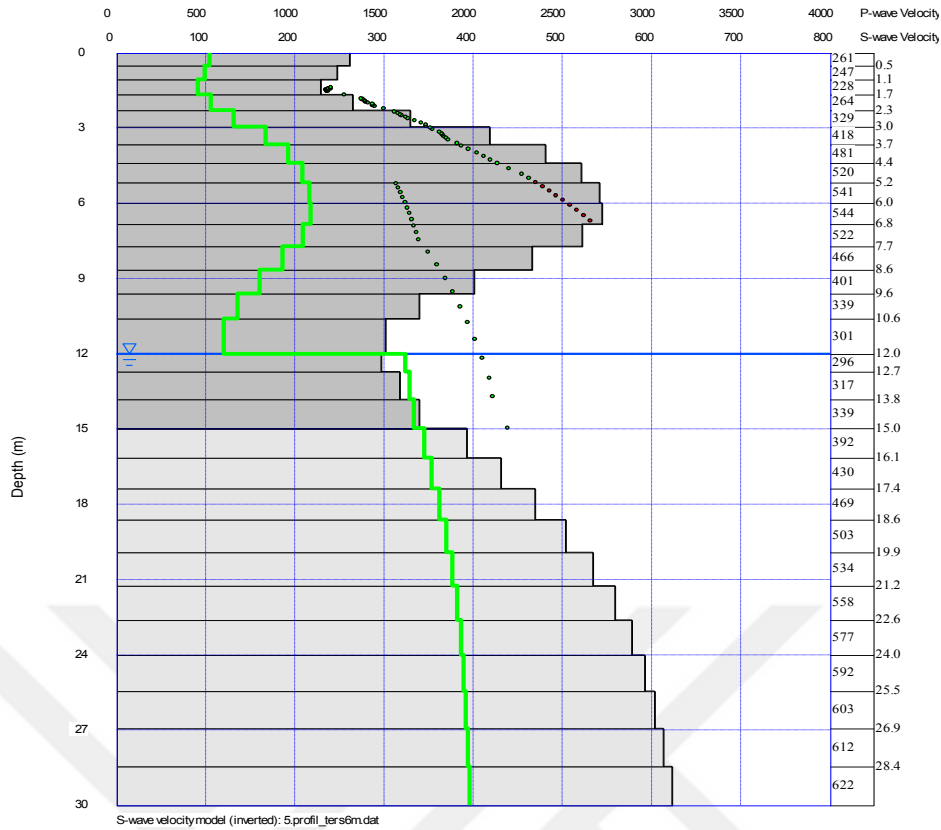
Şekil 3.23. S-5profili Seyahat zaman grafiği ve P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti

S-5 profili için İnceleme alanından elde edilen veriler bir boyutlu (1D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren yüksek mod ve düşük modlu dispersiyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.24).



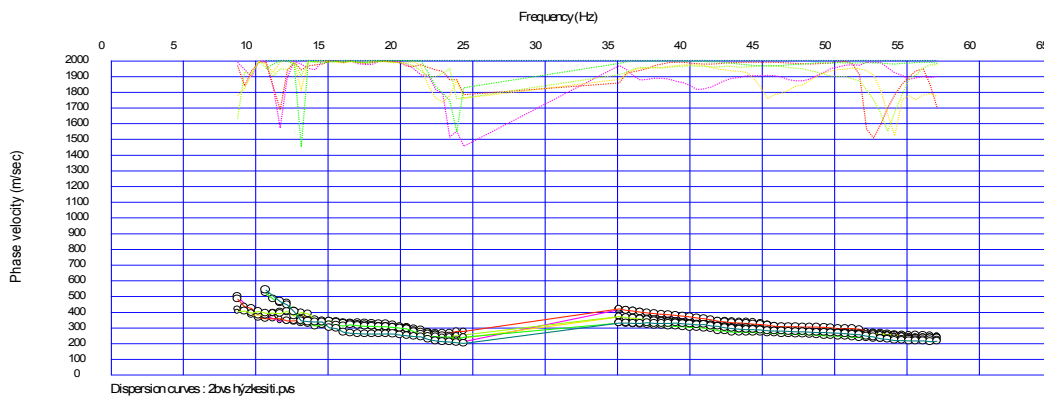
Şekil 3.24. S-5 profili dispersiyon-inversiyon eğrisi

Şekil 3.24’de görülen dispersiyon eğrisine ters çözüm uygulanarak s-dalga hızının ve yer altı yapısı belirlenir. S-5 profili için bu çalışmada S dalgası hız modelinde yüksek mod ve düşük mod birlikte kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. S dalgasının değişimi için yüksek hızlı ve düşük hızlı seviyelerin daha detaylı ayrılabilmesi ve böylece inceleme alanında bulunan gevşek tabakaların belirlenerek S dalgası yer kesitinin oluşturması sağlanır. Bu inceleme alanında yapılan MASW yönteminde arazi verilerine iterasyon uygulandıktan sonra elde edilen dispersiyon eğrisine uygulanan ters çözüm metoduna göre S dalga hızları, P dalga hızları ve yer içi modeli şekil 3.25’te görülmektedir. Şekil 3.25 ‘de görülen S-5 Profili Yer altı modelinde yüzeyden derine doğru Vs hızlarının yaklaşık 7-8 metreye kadar artması 7-8 metreye kadar sıklık oranı artan killerin mevcudiyetini göstermiştir. Bu kil tabakasının altında ise 13-16 metreye kadar devam eden, azalan bir eğri çizen gevşek kum içeriği yüksek tabakanın varlığı saptanmıştır. Elde edilen Vs hızları kullanılarak bu tabakanın sıklık değeri 3,84 ve poisson değeri de 0,46 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerde yine kum içeren tabakanın gevşek, gözenekli ve suya doymun birimler içerebileceğini göstermektedir.



Şekil 3.25. S-5 profili S dalga hızları, P dalga hızları ve yer içi modeli

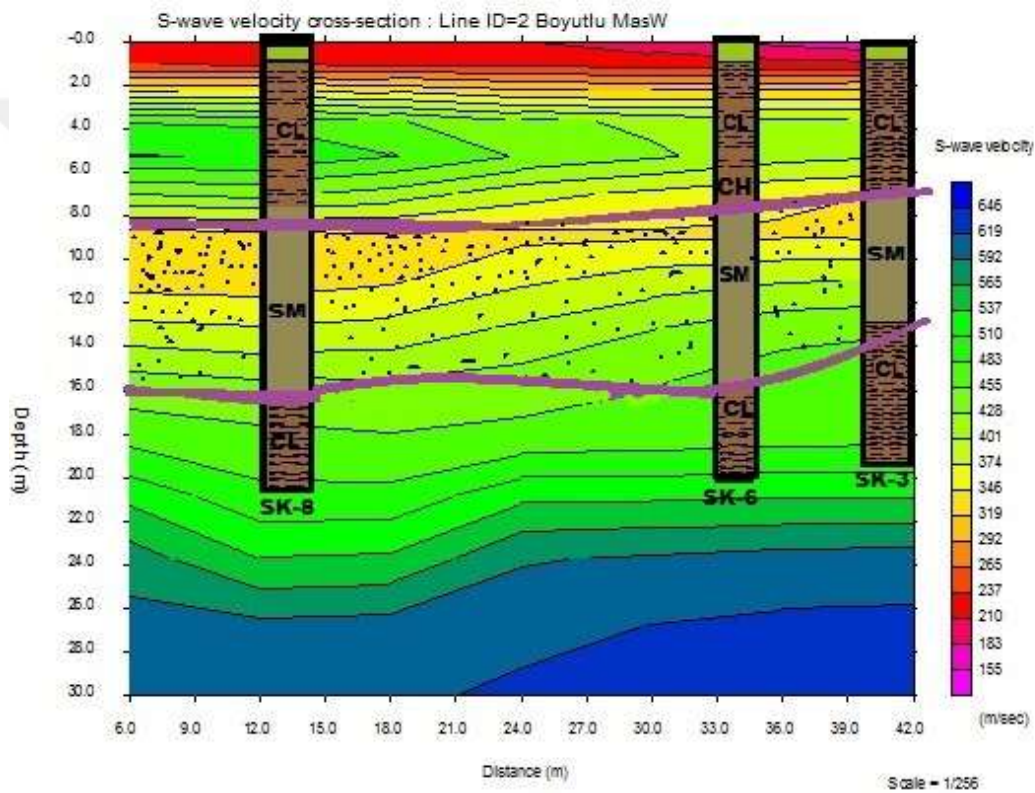
İnceleme alanından, çok atışlı ölçümlerden elde edilen veriler iki boyutlu (2D) Pickwin/Surface Waves Analysis/ Wawe Eq programında değerlendirilerek faz hızının frekansa bağlı olarak değişimini gösteren dispersiyon eğrileri elde edilmiştir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. İki boyutlu MASW dispersiyon eğrileri

İnceleme alanının tam ortasından alınan S-5 profili sismik verilerden elde edilen iki boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesitinde profil sonunda 7. metreden 13. metreye kadar, profil başında 8. metreden 16. metreye kadar devam eden, üstündeki ve

altındaki birimlere göre daha düşük Vs hızlarına sahip kum içeren birimlerden oluşan bir tabakanın olduğu görülmektedir. Kuzey-güney yönelimli alınmış olan S-5 profilinde görüldüğü gibi kum içeren tabakanın kalınlığı profil sonundan profil başına doğru eğimli bir şekilde artmaktadır. Jeolojik elek analizi sonuçlarına göre SK-8 kum miktarı %92, SK-6 kum miktarı %94, ve SK-3 te kum miktarı %76 olan bu tabaka, 2 boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesitinde de doğrulanmıştır. Ayrıca yine aynı tabaka için Vp ve Vs hızlarından elde edilen sıkılık (4,19) ve poisson (0,47) değerine göre de bu tabakanın gevşek, gözenekli, ayrıışmış ve suya doygun birimler içerdiği anlaşılmaktadır (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. S-5 profilini iki boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografi kesiti

Sismik kesitlerde görüntülenen ve jeolojik verilerden elde edilen sonuçlara göre yüksek miktarlarda kum içeren bu tabaka üzerinde inşa edilmesi planlanan yapı için sınır değerlerini aşan oturma meydana getirerek yapı için tehlike arz eder. Bu çalışmada jeofizik verilerin yardımıyla söz konusu tabaka sınırlarıyla görüntülenmiş ve elde edilen jeolojik deney verileriyle tabaka içeriği ve özellikleri belirlenerek yapının sağlıklı ve emniyetli olması için gerekli önlem ve öneriler sunulmuştur.

İnceleme alanında gerçekleştirilen kırılma-MASW ölçümleri neticesinde tabakaların Vp ve Vs hızları, tabaka derinlikleri, poisson oranları, sıkılık değerleri,

kayma (Shear) modülü, Elastisite (Young Modülü), Bulk Modülü belirlenmiştir (Çizelge 3.15).

Çizelge 3.15. Tabakaların V_p ve V_s hızları, tabaka derinlikleri, poisson oranları, sıklık değerleri, kayma (Shear) modülü, Elastisite (Young Modülü), Bulk Modülü

Tabaka Sayısı		V_s (m/s)	Derinlik (m.)	Poisson	V_p / V_s	G_s kg /cm ²	E_d kg /cm ²	B kg /cm ²
1. Profil	1. Ortam	211	1.63	0.33	2.00	766	2041	2038
	2. Ortam	323	6.56	0.43	2.81	1897	5415	12449
	3. Ortam	279	12.37	0.47	4.35	1466	4316	25837
2. Profil	1. Ortam	209	1.70	0.35	2.06	752	2024	2192
	2. Ortam	354	7.05	0.42	2.68	2293	6509	13453
	3. Ortam	298	12.18	0.47	4.17	1673	4917	26844
3. Profil	1. Ortam	218	1.20	0.31	1.90	818	2139	1850
	2. Ortam	420	6.28	0.34	2.02	3176	8495	8709
	3. Ortam	293	11.87	0.47	4.19	1621	4764	26317
4. Profil	1. Ortam	228	1.13	0.30	1.88	894	2327	1957
	2. Ortam	437	5.99	0.33	1.99	3453	9198	9121
	3. Ortam	312	11.25	0.47	4.01	1839	5395	27074
5. Profil	1. Ortam	265	2.50	0.20	1.63	1205	2885	1587
	2. Ortam	451	6.38	0.33	2.00	3695	9856	9879
	3. Ortam	318	13.80	0.46	3.84	1898	5556	25505
6. Profil	1. Ortam	224	1.14	0.33	2.00	866	2308	2304
	2. Ortam	379	5.99	0.39	2.34	2601	7220	10724
	3. Ortam	301	11.64	0.46	3.83	1689	4943	22564

3.3.3.2. İnceleme Alanında Yapılan Elektrik Yöntem Çalışmaları

İnceleme alanında yapılan Düşey Elektrik Sondaj ölçümleri için METZ Rezistivite ölçüm ekipmanı, 4 adet elektrot ve güç kaynağı olarak akü kullanılmıştır. METZ Rezistivite ölçüm cihazı Şekil 3.28a.' da, inceleme alanında yapılan DES çalışması Şekil 3.28b'de gösterilmiştir.



Şekil 3.28-a) Rezistivite Cihazı b) DES çalışması yapılırken.

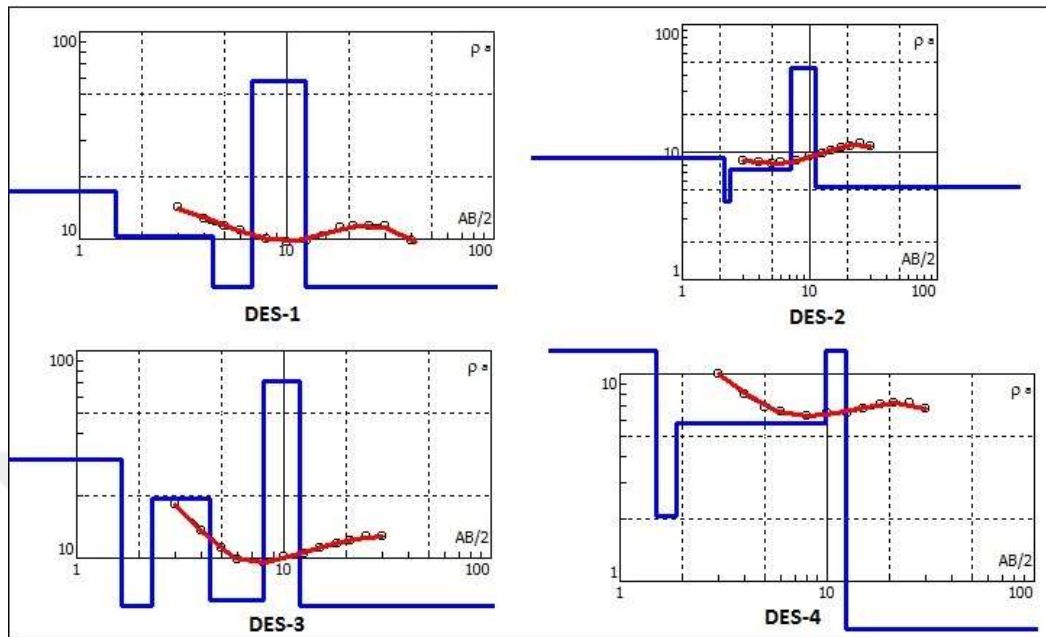
3.3.3.2.1. Elde Edilen Düşey Elektrik Sondaj Verilerinin Değerlendirilmesi

İnceleme alanındaki tabaka kalınlıklarının belirlenmesi amacıyla sahada 4 adet düşey elektrik sondaj çalışması yapılmıştır. İnceleme alanının DES-1 noktasında 40 m'lik, DES-2-3-4 noktasında 30 m'lik açılım yapılarak yaklaşık 12 m'lik derinliklere kadar olan tabaklardan özdirenç değerleri elde edilmiştir. İnceleme alanındaki tabaka sınırları ve fiziksel özellikleri hakkında bilgi alınmıştır. Ölçüm alınan noktalardan DES-2 ve DES-4 birbirine paralel, DES-1 ve DES-3 ise birbirine diktir. İnceleme alanında Düşey elektrik özdirenç yöntemi kullanılarak elde edilen görünür özdirenç değerleri için İpı2win programı kullanılarak görünür özdirenç eğrileri çizilmiştir.

3.3.3.2.2. İpı2win Programı

İnceleme alanından elde edilen özdirenç değerleri İpı2win programı kullanılarak değerlendirilmiştir. İpı2win Schlumberger dizilimli arazi verilerinin kolay ulaşılabilir bir veri kütüğünde saklamak ve hızlı bir biçimde özdirenç eğrilerini çizmek amacıyla hazırlanmış olan bir programdır. Programda schlumberger elektrot açılımına karşılık gelen veriler girilerek Düşey Elektrik Sondajların görünür özdirenç uzaklık eğrileri ve

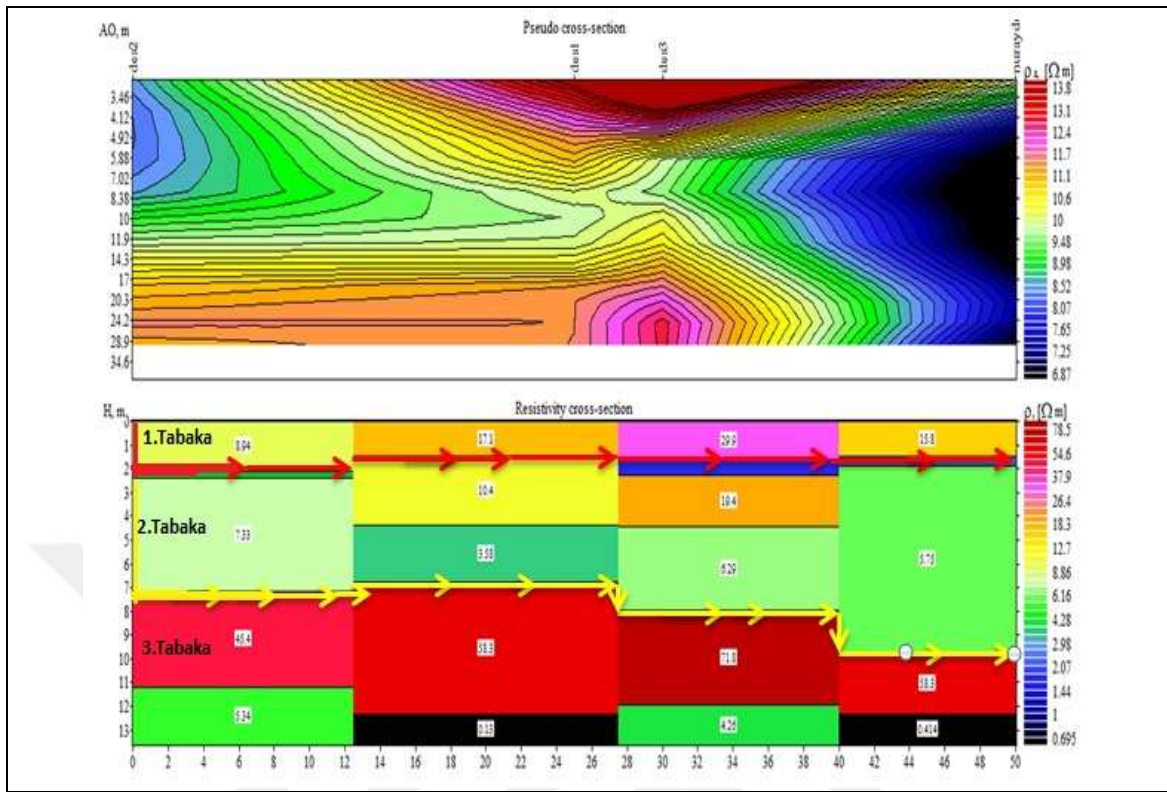
yer elektrik kesitleri ile yer altı yapısının litolojisi belirlenir. İp12win programı kullanılarak Çizilen eğriler şekil 3.29’da gösterilmiştir.



Şekil 3.29. İnceleme alanından alınan düşey elektrik sondajların görünür öz direnç uzaklık eğrileri

Arazide alınan düşey elektrik sondajlardan elde edilen farklı görünür öz direnç değerleri farklı kalınlıktaki tabakaların belirlenmesi, tabaka kalınlıklarının ve tabakaların yer içindeki konumunu belirlemek için kullanılır. İnceleme alanında alınan öz direnç değerlerine ve ölçüm derinliği göre 3 tabakalı ortam belirlenmiştir.

1.tabaka öz dirençleri 8.94 ile 29.9 ohm.m arasında değişen derinliği 2 metre olan bitkisel toprak ve kil içeren birimlerden oluşmaktadır. 2.tabaka öz dirençleri 5.75 ile 19.4 ohm.m arasında değişen kumlu siltli killerden oluşur derinliği ise 7 metreye bazı noktalarda 10 metreye kadar uzanmaktadır. 3.tabaka öz dirençleri 45.4 ile 71.8 ohm.m arasında değişen kum oranı yüksek (Jeolojik elek analizi sonuçlarına göre %87-%94 oranında kum içeren) siltli kumlardan oluşmaktadır ve 8 metreden derinlere doğru devam ettiği düşünülmektedir. Bu tabakanın altında ise bu tabakanın devamı olarak düşünülen fakat 0,13 ve 0,41 ohm.m gibi düşük öz direnç değerlerine sahip yeraltı suyu bulduran kumlu birimler bulunmaktadır. İp12win programı kullanılarak görünür öz direnç eğrilerinin modellenmesi sonucu elde edilen yer elektrik kesitleri şekil 3.30’da gösterilmiştir.

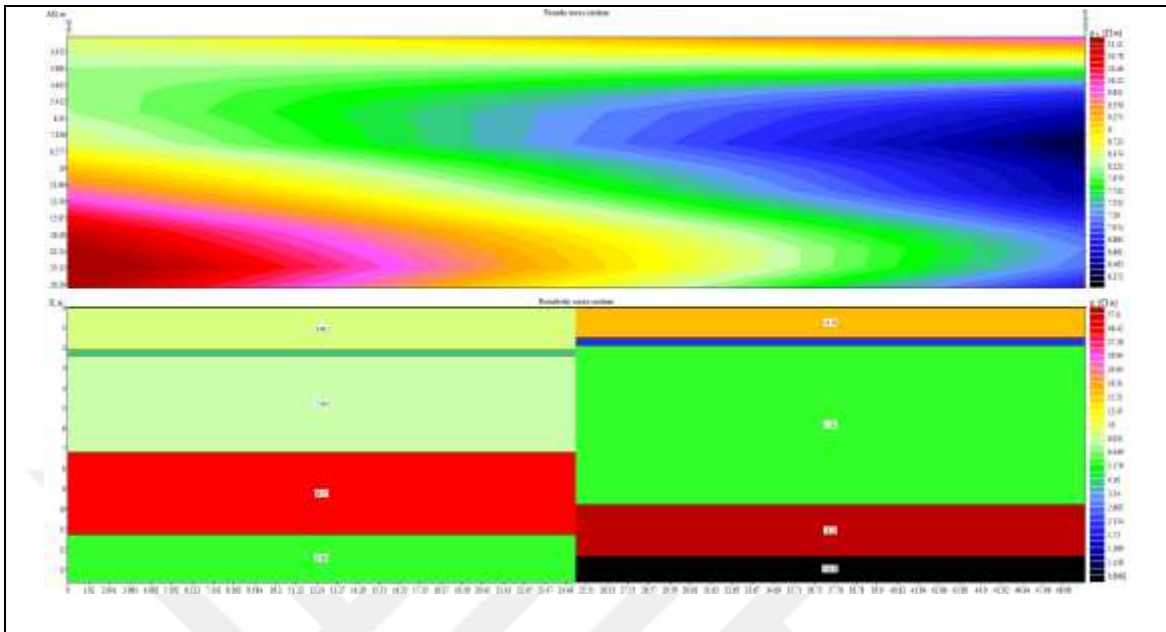


Şekil 3.30. DES 2-134 yer elektrik kesit

İnceleme alanından alınan DES-2 ve DES-4 birbirine paraleldir ve aralarındaki mesafe 50 metredir. Birbirine paralel olarak alınan ölçüm noktaları tabakaların uzanımlarındaki farklılıkları belirlenmesinde önemlidir. İpı2win programı kullanılarak çizilen görünür öz direnç eğrileri yine aynı program kullanılarak modellenmiştir.

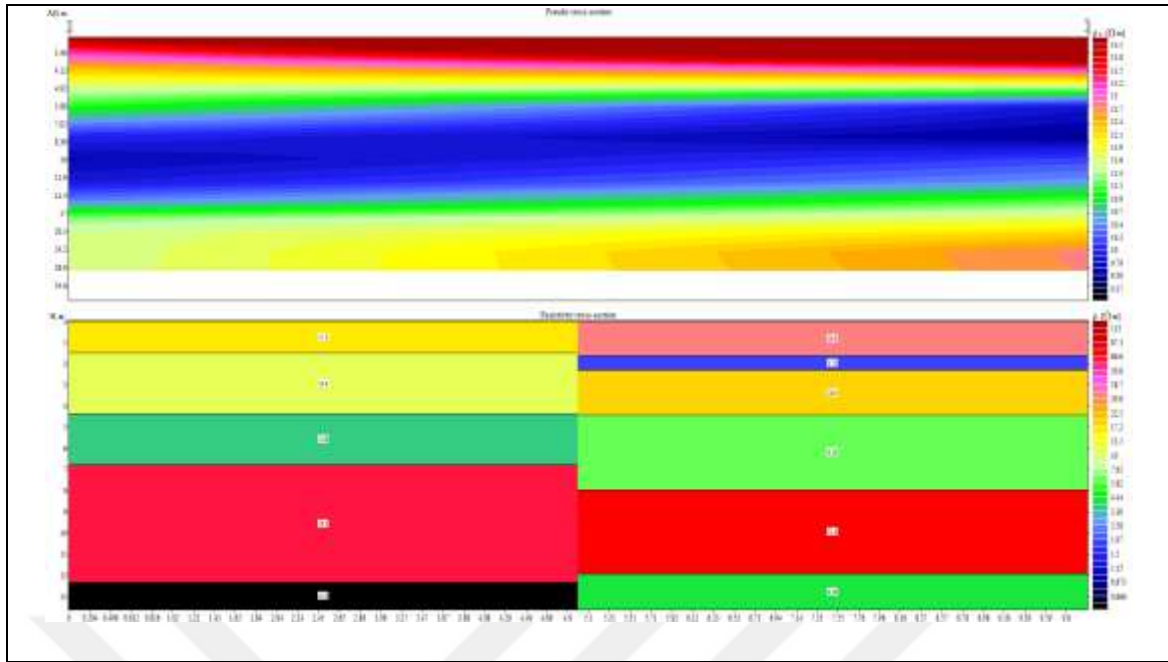
DES-2 ve DES-4 yer elektrik kesitinde 1.tabaka öz dirençleri 8.94 ile 15.8 ohm.m arasında değişen derinliği 2 metre olan bitkisel toprak ve kil içeren birimlerden oluşmaktadır. 2.tabaka öz dirençleri 5.75 ile 7.33 ohm.m arasında değişen kumlu siltli killerden oluşur derinliği ise DES-2’de 7 metre iken DES-4’de 10 metreye kadar uzanmaktadır. Bu da tabakanın DES-2’ den DES-4’e doğru eğimli bir şekilde devam ettiğini göstermektedir. 3.tabaka öz dirençleri 45.4 ile 58.3 ohm.m arasında değişen kum oranı yüksek (Jeolojik elek analizi sonuçlarına göre % 87-% 94 oranında kum içeren) siltli kumlardan oluşmaktadır ve 7 metreden derinlere doğru devam ettiği düşünülmektedir. Bu tabakanın altında ise DES-2 de öz direnç değeri 5,34 olan suya doymuş kum içeren birimler, DES-4’de de 0,41 ohm.m gibi düşük öz direnç değerine

sahip su içeriği yüksek kumlu birimler bulunmaktadır. DES-2 ve DES-4 yer elektrik kesiti Şekil 3.31’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.31. DES 2- DES 4 yer elektrik kesit

İnceleme alanından alınan DES-1 ve DES-3 birbirine diktir ve aralarındaki mesafe 10 metredir. İp2win programı kullanılarak çizilen görünür öz direnç eğrileri yine aynı program kullanılarak modellenmiştir. DES-1 ve DES-3 yer elektrik kesitinde 1.tabaka öz dirençleri 17.1 ile 29.9 ohm.m arasında değişen derinliği 2 metre olan bitkisel toprak ve kil içeren birimlerden oluşmaktadır. 2.tabaka öz dirençleri 10.4-3.58 ile 6.29 ohm.m arasında değişen kumlu siltli killerden oluşur derinliği ise DES-1’de 7 metreye DES-3’de de 8 metreye ye kadar uzanmaktadır. 3.tabaka öz dirençleri 58.3 ile 71.8 ohm.m arasında değişen kum oranı yüksek (Jeolojik elek analizi sonuçlarına göre %87-%94 oranında kum içeren) siltli kumlardan oluşmaktadır ve 7 metreden derinlere doğru devam ettiği düşünülmektedir. Bu tabakanın altında ise DES-3’de 4.26 ohm.m olan suya doymun kum içeren birimler, DES-1 de ise öz direnç değeri 0,13 ohm.m gibi düşük öz direnç değerine sahip su içeriği yüksek kumlu birimler bulunmaktadır. DES-1 ve DES-3 yer elektrik kesiti Şekil 3.32’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.32. DES 1 - DES 3 yer elektrik kesit

3.4. Mühendislik Analizleri ve Geoteknik Parametreler

Her tür ölçek ve amaçla planlanması düşünülen mevcut ya da potansiyel yerleşim alanlarının, doğal afet risklerinin yer bilimsel veriler ışığında bölgesel olarak değerlendirilmesi, olası mühendislik problemlerini belirlenmesi, alanların arazi kullanımı - yerleşime uygunluk değerlendirmesini yaparken alanın özelliklerini yansıtan mühendislik analizlerinin ve geoteknik parametrelerinin irdelenmesi günden güne önem kazanmaktadır.

3.4.1. Zemin Kavramı ve Zeminlerin Genel Oluşumları

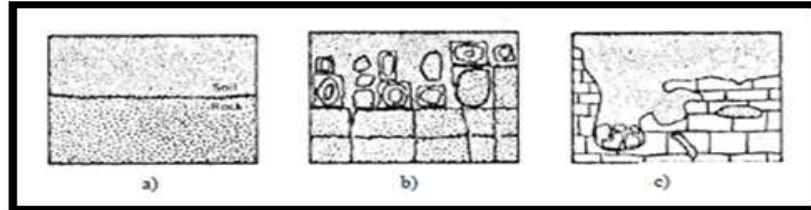
Zeminler genel olarak dane, hava ve sudan meydana gelmiştir. Zeminlerin mühendislik açısından belirlenmesi ve sınıflandırılabilmesi zemini oluşturan her üç unsurun ayrı ayrı özelliklerinin bunların birbirlerine göre hacim ve ağırlıkça olan durumlarının bilinmesi ihtiyacını doğurur (Kumbasar, 1985). Kayaların farklı (mekanik, kimyasal ve fiziksel) etkenlerle ayrışması ve parçalanması sonucu oluşan katı parçacıkların ayrıştığı yerde veya su, rüzgar, buzullar gibi etkiler altında taşındıktan sonra farklı ortam durumlarında çökmesi sonucu oluşması 'zemin' olarak tanımlanabilmektedir (Özaydın, 2000).

Genel olarak zeminler az ya da zayıf çimentolanmış olabilmektedirler. Ayrışma ürünleri taşınma olmaksızın yerinde kalırsa *kalıntı zeminleri*, malzemelerin değişik ortamlardan taşınıp depolanarak ortaya çıkması *taşınmış zeminleri*, yapay (insan gücü, iş makineleri vb.) olarak taşınıp, depolanarak oluşturulan ortamlar ise *dolgu zeminleri* oluşturur. Özellikle taşınmış zemin tipleri çakıl, kum, silt boyutunda olup taşıma sürecinde taneler şekil ve boyut bakımından değişime uğrayabilirler.

3.4.2. Yapı Zemin İlişkisinin İrdelenmesi

Yapı zemin ilişkisi açısından zeminin tanınması önemli bir kavramdır. Yapının tabandaki taşıyıcı elemanı olan temel, yapının tüm yükünü zemine yaymak durumundadır. Dolayısıyla bu yükü zemin karşılayacaktır. Bu nedenle yapının yapılacağı arazinin seçiminde, zeminin teknik özellikleri büyük önem taşımaktadır.

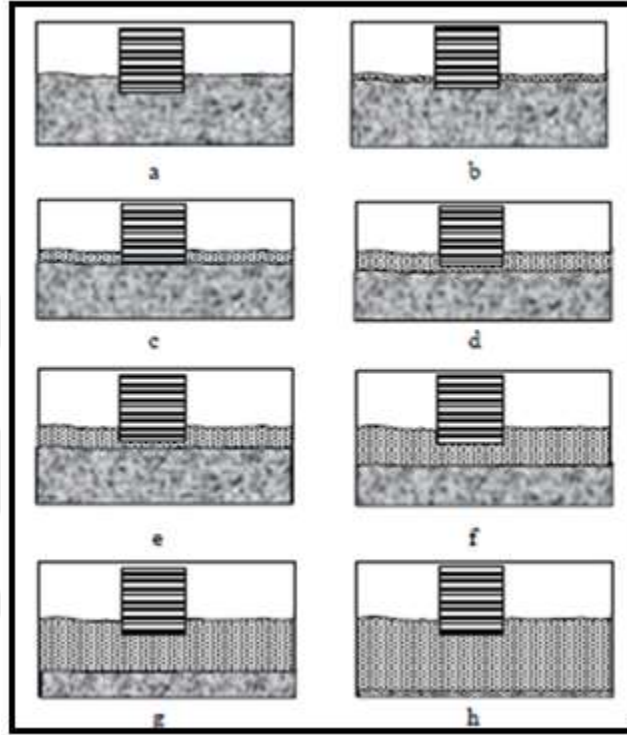
Yapı temelini oturduğu zeminler homojen bir yapıya sahip olmayıp bazı yerlerde zayıf, bazı yerlerde ise sağlamdır. Her zemin, üzerine gelen bina yükünü aynı şekilde karşılayamayabilir. Yapı yükünü emniyetle taşıyan zeminler temel zeminleridir. Zeminde, bu yüklerden doğan kuvvetlerin etkisiyle meydana gelen deformasyonlara karşı geniş çaplı bir zemin etüt çalışması önem taşımaktadır. Zemin homojen bir yapıda olmadığından, yapıların temelleri farklı kayaç türlerine oturabilir. Şekil 3.33'de yapıların temelinde rastlanılabilecek farklı formasyon kesitleri (farklı kayaçlar) gösterilmiştir.



Şekil 3.33.a-) İdeal bir temel ortamı (üst toprak katmanı az çatlaklı taban kayacı), b-)Altere olmuş bir kayaçta, dikey ve yatay yönlerdeki kaya kütleleri özellikleri ve kayaç üst yüzey şeklinin değişmesi, c-) Boşluklu temel kayaçları (karstik kireçtaşı ortamının üzeri toprak ve alüvyonlarla kaplanmış olabilir. Burada alttaki kayacın düzensiz yüzey şekillerinin bilinmesi zorlaşmıştır)(Goodman, 1980)

Yapı temellerinin oturacağı tabakanın kalınlığı, zeminin yapı yüklerine göstereceği zemin davranışları açısından önemlidir. Şekil 3.34'de bina etki ettiği zemin derinliğine göre, oluşabilecek farklı temel durumları görülmektedir. Etki Alanı tamamen ana kayadan oluşuyorsa *kaya temel*, toprak zemin çok ince ise, *kısmen toprak zeminden oluşan kaya temel*, toprak zemin ince ise etki alanı orta derinlikte toprak zemin ile ana

kaya tarafından paylaşıyorsa *Ana kaya ile aynı seviyede kaya temel*, orta derinlikli toprak – kaya temel, etki alanı toprak zemin ile ana kaya tarafından paylaşıyorsa *orta derinlikli toprak temel*, etki alanı toprak zemin ile ana kaya tarafından eşit şekilde paylaşıyorsa *orta- yüksek derinlikte toprak temel*, etki alanının büyük bir kısmı toprak ise *orta yüksek kalınlıkta toprak temel*, etki alanının çok büyük bir kısmı toprak ise *çok yüksek kalınlıkta toprak temel* olarak adlandırılmaktadır (Gökay ve Doğan, 2004).

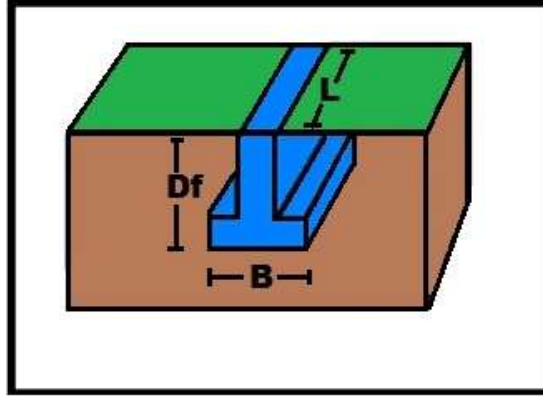


Şekil 3.34. a-) Kaya temel, b-) Kısmen toprak zeminden oluşan kaya temel, c-) Ana kaya ile aynı seviyede kaya temel, d-) Orta derinlikli toprak – kaya temel, e-) Orta derinlikli toprak temel, f-) Orta-yüksek derinlikte toprak temel, g-) Orta yüksek kalınlıkta toprak temel, h-) Çok yüksek kalınlıkta toprak temel (Gökay ve Doğan, 2004)

3.4.3. Yapı Temelleri ve Radye Temeller

Yapı temelleri bütün yapı yüklerini zemine aktaran yapı unsurlarıdır. Yapıya etkiyen yükler statik ve dinamik özellikler taşırlar ve bu yükler yapıya düşey ya da yatay olarak da etki edebilirler (Özçep, 2012). Yapı yerindeki temel koşulları hakkında tam bir bilgiyi belirlemek için ayrıntılı incelemeler yapılarak zemine uygun temel tipi tasarımı yapılmalıdır. Yapı temelleri; *Sığ yüzeysel temeller*; Tekil (münferit) temeller, Sürekli (mütemadi) temeller, Radye temellerdir. *Derin temeller ise Kazıklı temeller, Ayaklı*

temeller ve Keson temellerden oluşur. Şekil 3.35’de sığ bir temelin temel derinliği ve genişliği parametreleri görülmektedir.



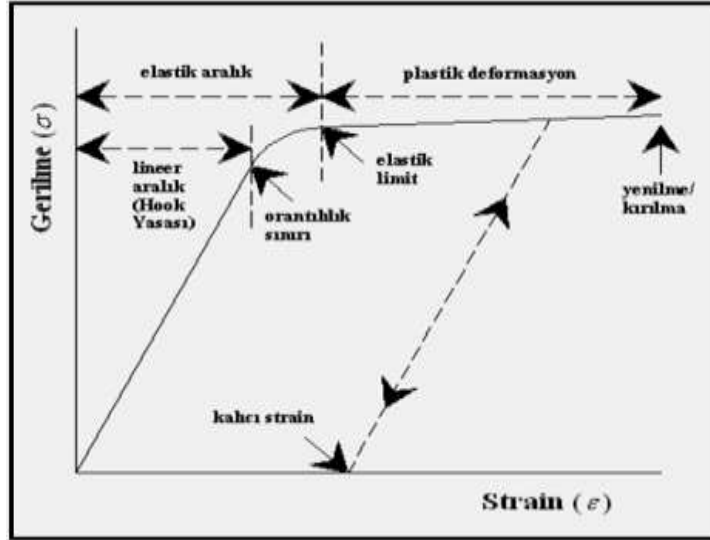
Şekil 3.35. Sığ Temel Parametreleri, temel derinliği (D_f) ve temel genişliği (B)

Günümüzde sağlamlık açısından en çok tercih edilen temel türü radye temellerdir. Radye temeller yapının tüm alanını kapsayan temellerdir. Bir yapı sığ temellerle (özellikle radye temel) zemine taşıma gücü ve oturma koşulları açısından taşıyamazsa derin temeller yolu ile yapı yükleri derindeki sağlam tabakalara transfer edilir (Çeçen, 2007). Kazıklı temeller ise birçok kazık grubundan oluşan derin temellerdir. Kazıklar ya hazır olarak zemine yerleştirilirler ya da zeminde çeşitli yollarla silindirik bir boşluk açılarak oluşturulan boşluk içerisine donatı konularak oluşturulurlar.

3.4.4. Zemin ve kaya ortamlarının elastik özellikleri

Zemin ve kaya ortamlarının deformasyonu birinci derecede elastik parametrelere bağlı olmakla birlikte, bu parametreler elastik cisimlerin gerilme altındaki deformasyonlarını kontrol ederler. Malzemelerin başlıca elastik özelliklerini kontrol eden parametreler; Elastisite (young) modülü, Poisson oranı, Kayma/Rijidite Modülü, Bulk Modülü'dür.

Zemin, elastik olup, gerilme deformasyon ilişkisi doğrusaldır. Hook kanuna göre elastik cisimlerin özelliklerini gösteren gerilme-deformasyon eğrisinde görüldüğü üzere (Şekil 3.36) bütün elastik cisimler özelliklerini ancak belirli bir gerilme değerine kadar koruyabilir ve bu sınır gerilmesi elastiklik sınırıdır; bu sınırın aşılması halinde yük kaldırıldıktan sonra cisimde bir miktar kalıcı deformasyon kalır. Kalıcı deformasyonun kazanılması halinde gerilme deformasyon eğrisinde yükün yavaş yavaş azalmasına karşı gelen geri dönme aynı yoldan olmaz (Şekil 3.36).



Şekil 3.36. Gerilme-Strain (deformasyon) ilişkisi (Lowrie, 2007).

3.4.4.1. Elastisite (young) modülü

Elastisite Modülü, Cisme bir kuvvet uygulandığında meydana gelen gerilmenin boyuna uzama miktarı ya da malzemenin kuvvet altında elastik şekil değiştirmesinin ölçüsüdür. Başka bir deyişle Elastisite modülü uygulanan düşey basınç yönünde yerin düşey yamulmasıdır. Dalga teorisinden elde edilen elastisite modülü, denklem 3.13.kullanılarak hesaplanır.

$$E = \frac{G(3V_p^2 - 4V_s^2)}{(V_p^2 - V_s^2)} \quad (3.13)$$

Formül (3.13)'de verilen G kayma modülü, V_p boyuna dalga hızı, V_s kayma dalga hızıdır. Çizelge 3.16'da elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı verilmiştir.

Çizelge 3.16. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli,1990)

Elastisite Modülü – E- kg/cm^2	DAYANIM
<1000	Çok zayıf
1000–5000	Zayıf
5000–10000	Orta
10000–30000	Sağlam
>30000	Çok Sağlam

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-MASW çalışması ile hesaplanan elastisite modülü (E); 1.tabaka için 2024-2885 kg/cm^2 aralığında, 2.tabaka için 5415-9856 kg/cm^2 aralığında ve 3.tabaka için 4316-5556 kg/cm^2 aralığında hesaplanmıştır. Bu değerlere

göre, kil birimlerden oluşan 2. tabaka orta derecede dayanım gösterirken, 1. ve 3. tabakalar zayıf dayanım göstermektedir. 1.tabaka bitkisel toprak olarak belirlenen zayıf dayanımlı olması muhtemel birimlerden oluşmaktadır. 3 tabaka ise, içerdiği yüksek kum miktarı nedeniyle elastisite modülüne göre, zayıf dayanıma sahip zemin özelliği göstermektedir. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan elastisite modülleri Çizelge 3.17' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.17. Her sismik profil için hesaplanan elastisite modülü değerleri

Tabaka Sayısı		E kg/cm ²	Tabaka Sayısı		E kg/cm ²
1. Profil	1. Ortam	2041	4. Profil	1. Ortam	2327
	2. Ortam	5415		2. Ortam	9198
	3. Ortam	4316		3. Ortam	5395
2. Profil	1. Ortam	2024	5. Profil	1. Ortam	2885
	2. Ortam	6509		2. Ortam	9856
	3. Ortam	4917		3. Ortam	5556
3. Profil	1. Ortam	2139	6. Profil	1. Ortam	2308
	2. Ortam	8495		2. Ortam	7220
	3. Ortam	4764		3. Ortam	4943

3.4.4.2. Sismik Hız Oranı (Sıklık) (V_p/V_s)

V_p ve V_s hız oranları zeminin sıklığını ve suya doygunluğunu gösterir. Çizelge 3.18' de V_p/V_s oranına göre suya doygunluk değerleri görülmektedir.

Çizelge 3.18. V_p/V_s oranına göre suya doygunluk

V_p/V_s	Doygunluk
$2,75 \leq$	<i>Suya Doymun</i>
$1,75-2,74$	<i>Kısmen Doymun</i>
$1,74 \geq$	<i>Doymun Değil</i>

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-masw çalışması ile hesaplanan V_p/V_s oranları 1. Tabakada 1,63-2,06 aralığında, 2.tabakada 1,99-2,81 aralığında, 3.tabakada ise 3,83-4,35 aralığında değişmektedir. Buna göre bitkisel toprak birimlerden 1. tabaka doymun değil, kil birimden oluşan 2. tabaka doymun değil, kum içeriği yüksek birimlerden oluşan 3. tabaka ise suya doymun birimleri içermektedir. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan V_p/V_s oranları Çizelge 3.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.19.Sismik profiller için hesaplanan Vp/Vs oranları

Tabaka Sayısı		V _p /V _s	Tabaka Sayısı		V _p /V _s
1. Profil	1. Ortam	2.00	4. Profil	1. Ortam	1.88
	2. Ortam	2.81		2. Ortam	1.99
	3. Ortam	4.35		3. Ortam	4.01
2. Profil	1. Ortam	2.06	5. Profil	1. Ortam	1.63
	2. Ortam	2.68		2. Ortam	2.00
	3. Ortam	4.17		3. Ortam	3.84
3. Profil	1. Ortam	1.90	6. Profil	1. Ortam	2.00
	2. Ortam	2.02		2. Ortam	2.34
	3. Ortam	4.19		3. Ortam	3.83

3.4.4.3. Poisson oranı

Mühendislik jeofizikinde poisson oranı, etüt sahasındaki zemin ve kayacın suya doygunluk derecelerini aydınlatma açısından önemlidir. V_p ve V_s dalga hızları yardımıyla bulunur. Poisson oranı kesinlikle 0.5 değerini geçemez. Bu oran 0.5'e yaklaştıkça suya doygunluk artar. Bu oran, gözeneksiz ortamlarda 0-0.25 arası, orta dereceli gözenekli ortamlarda 0.25-0.35 arası ve gözenekli ortamlarda ise 0.35-0.50 arasında değişmektedir.

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} \quad (3.14)$$

Formül (4.14)'de verilen V_p boyuna dalga hızı, V_s kayma dalga hızıdır. Çizelge 3.20 'de Zemin ve diğer malzemelerin poisson oranları, Çizelge 3.21 'de Poisson Oranı ve V_p / V_s Oranına göre Birimlerin sıklığı verilmiştir.

Çizelge 3.20. Zemin ve diğer malzemelerin ortalama poisson oranları (Bowles,1988)

Zemin Türü	Poisson oranı
Kil, Satüre	0.4 – 0.5
Kil, Satüre olmamış	0.1 – 0.3
Kumlu Kil	0.2 – 0.3
Silt	0.3 – 0.35
Kum, Çakıllı Kum	0.30 – 0.4
Kaya	0.1 – 0.3 (kayaç türüne bağlı)
Buz	0.36
Beton	0.15

Çizelge 3.21. Poisson oranı ve V_p / V_s oranına göre birimlerin sıklığı (Ercan, 2001)

Poisson Oranı	V_P / V_S Oranı	Zemin / Kaya Sıklığı
0.50	∞	Cıvık - Sıvı
0.40 - 0.49	2.49 - ∞	Çok Gevşek
0.30 - 0.39	1.87 - 2.49	Gevşek
0.20 - 0.29	1.71 - 1.87	Sıkı - Katı
0.10 - 0.19	1.50 - 1.71	Katı
0.0 - 0.09	1.41 - 1.50	Sağlam

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma- MASW çalışması ile tabakalar için hesaplanan poisson oranı (ν) değerleri 1. Tabaka için 0,20-0,35 aralığında, 2. Tabaka için 0,33-0,43 aralığında 3. Tabaka için ise 0,46-0,47 aralığında değişmektedir. Poisson ve sıklık değerlerine göre özellikle kum birimlerden oluşan 3. Tabaka 0.46 ve daha büyük değerleri aldığı için çok gevşek ve suya doygun birimleri içerdiği söylenebilir. 1 ve 2. tabaka ise 3 tabaka ya göre daha sıkı birimleri içermektedir. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan poisson oranları Çizelge 3.22’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.22. Sismik profiller için hesaplanan poisson oranları

Tabaka Sayısı		Poisson ν	Tabaka Sayısı		Poisson ν
1. Profil	1. Ortam	0.33	4. Profil	1. Ortam	0.30
	2. Ortam	0.43		2. Ortam	0.33
	3. Ortam	0.47		3. Ortam	0.47
2. Profil	1. Ortam	0.35	5. Profil	1. Ortam	0.20
	2. Ortam	0.42		2. Ortam	0.33
	3. Ortam	0.47		3. Ortam	0.46
3. Profil	1. Ortam	0.31	6. Profil	1. Ortam	0.33
	2. Ortam	0.34		2. Ortam	0.39
	3. Ortam	0.47		3. Ortam	0.46

3.4.4.4. Kayma (rijidite) modülü

Kayma modülü zemin birimlerinin veya kayacın makaslama kuvvetleri etkisi altında esenemesini gösteren bir parametredir. Başka bir deyişle zeminin deprem gibi yanal kuvvetlere karşı dayanımını yansıtmaktadır. Zemin ve depremle ilgili hasarların tespiti açısından önemli bir parametredir. S dalga hızı ve yoğunluğun bilinmesiyle bulunur.

$$G = dV_s^2 \quad \left(\frac{kg}{cm^2}\right) \quad (3.15)$$

Formül (3.15)'de verilen G ;Kayma Modülü, d ;Yoğunluk, V_s ; kayma dalga hızıdır.

Zemin birimlerinin yoğunluk sınıflaması Çizelge 3.23'de Kayma modülü değerlerine göre zemin dayanım sınıfları, zemin türlerine göre kayma modülleri Çizelge 3.24'de verilmiştir.

Çizelge 3.23.Kayma modülü değerlerine göre zemin dayanım sınıfları (Keçeli, 1990)

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

Çizelge 3.24. Bazı zemin türlerinin kayma modülü (Bowles, 1988).

Zemin Türü	Kayma modülü (G)
İnce Sıkı Kuvarz Kum	12-20 MPa
Mikalı İnce Kum	16 MPa
Berlin Kumu	17-24 MPa
Sıkı Kum Çakıl	70+ MPa
Islak Yumuşak Siltli kil	9-15 MPa
Kuru Yumuşak Siltli kil	17-21 MPa
Kuru siltli kil	25-35 MPa
Orta sert kil	12-30 MPa
Kumlu kil	12-30 MPa

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-MASW çalışması ile tabakalar için hesaplanan kayma modülü (G_s) değerleri 1. tabaka için 752-1205 kg/cm² aralığında, 2. tabaka için 1897-3695 kg/cm² aralığında, 3. tabaka için 1466-1898 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, 1. tabaka zayıf dayanıma, 2. tabaka orta derecede ve 3. tabaka ise zayıf-orta derecede dayanıma sahip zeminler olarak değerlendirmiştir. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan kayma modülleri Çizelge 3.25' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.25.Sismik profiller için hesaplanan kayma modülü değerleri

Tabaka Sayısı		G _s kg /cm ²	Tabaka Sayısı		G _s kg /cm ²
1. Profil	1. Ortam	766	4. Profil	1. Ortam	894
	2. Ortam	1897		2. Ortam	3453
	3. Ortam	1466		3. Ortam	1839
2. Profil	1. Ortam	752	5. Profil	1. Ortam	1205
	2. Ortam	2293		2. Ortam	3695
	3. Ortam	1673		3. Ortam	1898
3. Profil	1. Ortam	818	6. Profil	1. Ortam	866
	2. Ortam	3176		2. Ortam	2601
	3. Ortam	1621		3. Ortam	1689

3.4.4.5. Bulk (Sıkışmazlık) Modülü

Bulk Modülü, bir cismi çepeçevre saran basınç altında sıkışmaya karşı gösterilen direncin ölçüsüdür. Kayacın veya zeminin sıkışmazlığını kontrol eden, yoğunluk ve sismik hızlardan hesaplanan bir modüldür. Dalga teorisinden elde edilen bulk modülü;

$$K = \frac{d(V_p^2 - 4/3V_s^2)}{100} \quad (3.16)$$

Formül (3.16)'de K; bulk modülü, d ; Yoğunluk, V_p boyuna dalga hızı, V_s ; kayma dalga hızıdır. Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaların dayanımı Çizelge 3.26'da görülmektedir.

Çizelge 3.26. Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaların dayanımı (Keçeli, 1990)

Bulk Modülü (kg/cm ²)	Sıkışma
<400	Çok Az
400–10000	Az
10000–40000	Orta
40000–100000	Yüksek
>100000	Çok Yüksek

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-MASW çalışması ile tabakalar için hesaplanan bulk modülü (K) değerleri; 1. tabaka için 1587-2304 kg/cm² aralığında 2.

tabaka için 8709-13453 kg/cm² aralığında, 3. tabaka için 22564-27074 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, 1. tabaka az dayanımlı 2. ve 3. tabakalar ise orta dayanımlı olarak değerlendirilmiştir. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan bulk modülleri Çizelge 3.27’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.27.Sismik profiller için hesaplanan bulk modülü değerleri

Tabaka Sayısı		K kg /cm ²	Tabaka Sayısı		K kg /cm ²
1. Profil	1. Ortam	2038	4. Profil	1. Ortam	1957
	2. Ortam	12449		2. Ortam	9121
	3. Ortam	25837		3. Ortam	27074
2. Profil	1. Ortam	2192	5. Profil	1. Ortam	1587
	2. Ortam	13453		2. Ortam	9879
	3. Ortam	26844		3. Ortam	25505
3. Profil	1. Ortam	1850	6. Profil	1. Ortam	2304
	2. Ortam	8709		2. Ortam	10724
	3. Ortam	26317		3. Ortam	22564

3.4.4.6. Yoğunluk

Boyuna dalga hızına göre ampirik olarak Telford vd.(1976) tarafından verilen yoğunluk aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\rho = 0,2 * V_p + 1,6 \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (3.17)$$

Formül (3.17)’de verilen V_p boyuna dalga hızı, ρ yoğunluktur. Çizelge 3.28’de zemin birimlerin yoğunluk sınıflaması görülmektedir.

Çizelge 3.28. Zemin birimlerin yoğunluk sınıflaması (Keçeli, 1990)

ρ (g/cm ³)	Tanımlama
<1.20	Çok Düşük
1.20-1.40	Düşük
1.40-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma çalışmalarına göre; yoğunluk değerleri 1. tabaka için 1,68-1,69 g/cm³, 2. tabaka için 1,77-1,79 g/cm³ ve 3. tabaka için 1,83-1,85 g/cm³ aralığında değişmektedir. Bu değerlere göre, zemin genel olarak orta yoğunluktadır. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan yoğunluk değerleri Çizelge 3.29'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.29. Her bir profil için yoğunluk değerleri

Tabaka Sayısı		ρ (gr/cm ³)	Tabaka Sayısı		ρ (gr/cm ³)
1. Profil	1. Ortam	1.68	4. Profil	1. Ortam	1.69
	2. Ortam	1.78		2. Ortam	1.77
	3. Ortam	1.84		3. Ortam	1.85
2. Profil	1. Ortam	1.69	5. Profil	1. Ortam	1.69
	2. Ortam	1.79		2. Ortam	1.78
	3. Ortam	1.85		3. Ortam	1.84
3. Profil	1. Ortam	1.68	6. Profil	1. Ortam	1.69
	2. Ortam	1.77		2. Ortam	1.78
	3. Ortam	1.85		3. Ortam	1.83

3.4.4.7. 30 Metre Zemin İçin Ortalama Kayma Dalgası Hızı

Zemin yüzeyinden 30 metre derinliğe kadar olan kısmın ortalama kayma dalgası hızıdır. 30 m zemin için ortalama kayma dalga hızı değeri (V_{s30}), günümüzde Avrupa Birliği ve ABD'de kullanılan Eurocode ve UBC standartlarının temel parametrelerindedir.

$$V_{s30} = 30 / (\sum_{i=1, N} (H_i / V_s)) \quad \text{m/sn} \quad (3.18)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanır. Formül (3.18)'de V_{s30} ; 30 m Derinlikteki Ortalama Kayma Dalgası Hızı, H ; Tabaka Kalınlığı, V_s ; kayma dalga hızıdır. Çizelge 3.30'da NEHRP zemin sınıflaması, Çizelge 3.31'de Eurocode 8'de V_{s30} 'a göre Zemin Sınıflaması (2004) ve Çizelge 3.32'de Deprem Yönetmeliğine Göre Zemin Grupları görülmektedir.

Çizelge 3.30. NEHRP Zemin Sınıflaması (BSSC, 1997)

ZEMİN TİPİ	Kaya/Zemin Sınıflaması	Vs30 (m/s)
A	Sert - Sağlam Kaya	> 1.500
B	Kaya	760 – 1,500
C	Çok Sıkı / Yumuşak Kaya	360 – 760
D	Katı Zemin	180 – 360
E	Yumuşak Zemin	< 180
F	Özel Tanımlama	

Çizelge 3.31. Eurocode 8'de Vs30'a göre zemin sınıflaması (CEN, 2004)

Zemin Sınıfı	Tanım	Özellikler (m/sn.)
A	Kaya yada diğer benzeri formasyonlar	$V_s > 800$
B	Çok sıkı kum. Çakıl yada Çok Sert Killer	$360 < V_s \leq 800$
C	Sıkı yada Orta Sıkı Kum, Çakıl veya Sert Kil	$180 < V_s \leq 360$
D	Gevşek'den Orta Sıkı'ya kadar Kohezyonsuz Zeminler	$180 > V_s$

Çizelge 3.32. Deprem yönetmeliğine göre zemin grupları (TDY, 2007)

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıklık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	—	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları.....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil.....	< 8	—	< 100	< 200

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda elde edilen Vs30 değerleri 1. profil için 370 m/sn, 2. profil için 398 m/sn, 3. profil için 390 m/sn, 4. profil için 420 m/sn, 5. profil için 389 m/sn, 6. profil için 366 m/sn olarak hesaplanmıştır. 30 metre derinlikteki ortalama kayma dalgası hızı ise 388 olup 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızına göre **C zemin grubunda** yer almaktadır. Sismik çalışmalar sonucunda profiller için hesaplanan Vs30 değerleri Çizelge 3.33’de verilmiştir.

Çizelge 3.33. Sismik profiller için hesaplanan V_{s30} değerleri

Serim No	V_{s30} (m/sn)	Serim No	V_{s30} (m/sn)
1.profil	370	4.profil	420
2.profil	398	5profil	389
3.profil	390	6.profil	366

3.4.4.8. Zemin Hakim Periyodu

Yerin baskın periyodu, ana kaya üzerindeki zemin kütlelerinin “serbest salınma” geçmesi “periyot” olarak tanımlanır ve zemin katmanlarının dinamik özelliklerine bağlıdır (Aytun 2001). Zemin hakim periyodu; 0 – 1 arasında değer alır ve bina yüksekliği hakkında bilgi verir. Zemin hakim periyodunun (T_o) kayalarda aldığı değer zeminlerde aldığı değerden düşüktür. Dayanımlı zemin üzerinde yer alan dayanımsız birimlerin kalınlık ve kesme dalgası hızından yararlanılarak bulunur.

Kanai (1983) zemin hakim titreşim periyodunu,

$$T_o = \sum 4H/V_s \quad \text{sn} \quad (3.19)$$

bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır. Formül (3.19)’de T_o ; Zemin Hakim Periyodu, H ; Tabaka Kalınlığı, V_s ; kayma dalga hızıdır. Çizelge 3.34’de verilmiştir.

Çizelge 3.34 Spektrum karakteristik periyotları (TDY, 2007)

Deprem yönetmeliğine göre yerel zemin sınıfları	(T_A, T_B) s
Z1	0.10-0.30
Z2	0.15-0.40
Z3	0.15-0.60
Z4	0.2-0.90

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda elde edilen T_0 değerleri yüzey seviyesinde 0,47 sn. ve temel derinliğinde ise 0,40 sn. olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan zemin hakim titreşim periyoduna göre yerel zemin sınıfı Z3 olarak belirlenmiştir. Sismik çalışmalar sonucunda profiller için hesaplanan T_0 değerleri Çizelge 3.35 'de verilmiştir.

Çizelge 3.35. Sismik profiller için hesaplanan T_0 değerleri

Serim No	To(sn) yüzey seviyesinde	To(sn) temel derinliği 6m
1.profil	0.47	0.39
2.profil	0.45	0.37
3.profil	0.48	0.41
4.profil	0.44	0.38
5.profil	0.45	0.38
6.profil	0.51	0.44
Ortalama	0.47	0.40

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda elde edilen kayma dalgası hızları, T_0 değerleri, V_p / V_s ve hesaplanan dinamik modüllere göre yerel zemin sınıfı **Z3** olarak belirlenmiştir. Deprem Yönetmeliğine Göre Zemin Gruplarının Sismik Sınıflaması Çizelge 3.36 'da verilmiştir.

Çizelge 3.36. Deprem yönetmeliğine göre zemin gruplarının sismik sınıflaması (AFET 2007)

Deprem yönetmeliğine göre yerel zemin sınıfları	V_s (m/s)	$(T_A - T_B) s$	V_p / V_s	G_s kg /cm ²	E_d kg /cm ²
Z1 Çok sıkı sert	> 700	0.10-0.30	1.5-2	> 10000	> 30000
Z2 Sıkı-katı	400-700	0.15-0.4	2-2.5	3000-10000	10000-30000
Z3 Orta sıkı- bozuşmuş	200-400	0.15-0.60	2.5-3	600-3000	1700-10000
Z4 Gevşek-yumuşak	< 200	0.2-0.90	3-10	< 600	< 1700

3.4.4.9. Zemin Büyütmesi

Gelen deprem dalgaları hiçbir zaman tek bir harmonikten oluşmaz, genelde hasar yapıcı özelliğe sahip dalga grubu 0,1 Hz. ile 10 Hz. arasında bileşenlere sahiptir. Yeryüzüne yakın sağlam bir kaya üzerinde yer alan zemin, deprem nedeniyle oluşan dalgaları filtreleyerek bazı periyottaki genlikleri artırırken bazı periyottaki genlikleri de

azaltabilmektedir. Bu durumda yumuşak zemin tabakaları, bu farklı genlik ve frekanslardan oluşan deprem dalgalarının tümüne aynı tepkiyi vermez. Bunun sonucu olarak zemin büyütmesi gerçekleşir. Büyütme frekans bağımlı olup, bazı frekanslar daha çok, bazı frekanslar ise daha az büyütülür. En fazla büyütmenin ne olacağına, empedans oranı ve sönüm oranı karar verirken, bunun hangi frekanslı dalgada olacağına yumuşak zemin tabakasının kalınlığı ve sismik dalga hızı karar verir. Maksimum büyütmenin görüldüğü periyot, T_o , genellikle zemin hakim periyodu (veya frekansı) olarak adlandırılır Yalçinkaya (2010).

Göreceli zemin büyütme değerleri yapılan sismik kırılma yönteminden elde edilecek kayma (V_s) dalgası hızları kullanılarak, Midorikawa (1987) tarafından önerilen bağıntı kullanılarak hesaplanabilir.

$$A = 68 V_{30}^{-0.6} \quad (V_{30} < 1100m/sn) \quad (3.20)$$

$$A = 1 \quad (V_{30} > 1100m/sn) \quad (3.21)$$

Hesaplanan büyütme boyutsuzdur. Formül (3.20)'da V_{30} ; 30 metre için zemin ortalama S dalga hızı, A ; Zemin Büyütmesidir. Çizelge 3.37' de Spektral büyütme göre mikrobölgeleme ölçütleri verilmiştir.

Çizelge 3.37. Spektral büyütme göre mikrobölgeleme ölçütleri (Ansal ve ark.,2001)

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

İnceleme alanında 6 profilde elde edilen V_{s30} ortalama kayma dalgası hızı kullanılarak Midorikawa (1987)' e göre hesaplanan zemin büyütmesi değeri 1.76-1.96 aralığında değişmektedir. İnceleme alanında alınan sismik profiller için hesaplanan zemin büyütme değerleri Çizelge 3.37'e göre 0.0-2.5 aralığında kaldığından A (Düşük Risk) grubunda yer almaktadır. İnceleme alanında, zemin büyütmesi riski düşük olup, zemin büyütmesi beklenmemektedir. Sismik profiller için hesaplanan zemin büyütme değerleri Çizelge 3.38' de verilmiştir.

Çizelge 3.38. Sismik profiller için hesaplanan zemin büyütme değerleri.

Serim No	Midorikawa (1987)' ye göre büyütme değerleri	
	Yüzey seviyesinde	Temel derinliğide (6m)
1.profil	1.96	1.86
2.profil	1.87	1.77
3.profil	1.90	1.87
4.profil	1.81	1.78
5.profil	1.90	1.86
6.profil	1.97	1.94

3.4.4.10. Zeminlerin Taşıma Gücü

Zemin kütlesi içinde meydana gelen kayma kırılması (Shear failure) oluşturacak olan zemin ile temel yapısı arasındaki ortalama basıncın son değeri taşıma gücünü verir.

Zeminlerin taşıma gücünün hesaplanmasında nihai (sonuç) taşıma gücünün belirlenmesinde, Terzaghi (1943) kayma kırılmasına dayanan bir teori geliştirmiştir.

$$q_{ult} = \text{Güvenlik faktörü} \times q_a \quad (3.22)$$

Formül (3.22)'de q_{ult} ; nihai taşıma gücü, q_a ; mücade edilebilir taşıma gücüdür (zemin emniyet gerilmesi) dir.

Sığ temellerin taşıma gücü hesabı için Terzaghi tarafından geliştirilen ve en çok kullanılan hesap metoduna göre;

$$q_d = K_1 c N_c + \gamma_1 D_f N_q + K_2 N_\gamma B \gamma_2 \quad (3.23)$$

Formül (3.23)'de; K_1 ve K_2 temel tabanı şekline bağlı katsayılar, (Çizelge 3.39), c kohezyon, N_c , N_q , N_γ Temel tabanı altındaki zeminin kayma mukavemeti açısına bağlı taşıma gücü katsayıları, D_f temel derinliği, B temel genişliği, γ_1 ve γ_2 temel tabanı üstündeki ve altındaki zeminin birim hacim ağırlıkları, φ içsel sürtünme açısıdır (Çizelge 3.40). Zemin cinsi, kohezyon ve içsel sürtünme açısı, temel genişliği, yer altı su seviyesindeki değişiklikler, farklı oturmalar, temel üstündeki ve altındaki zemine ait birim hacim ağırlıkları taşıma gücünü etkileyen önemli parametrelerdir. Çizelge 3.39'de inceleme alanında ki taşıma gücü hesabı için kullanılan şekil katsayıları ve taşıma gücü katsayıları verilmiştir.

Çizelge 3.39.Şekil ve taşıma gücü katsayıları

Temel şekli	k_1	k_2
Şerit	1	0.5
Kare	1.2	0.4
Daire	1.3	0.3
Dikdörtgen	$1 + 0.2 \frac{B}{L}$	$0.5 - 0.1 \frac{B}{L}$

Çizelge 3.40. Terzaghi taşıma gücü katsayıları (Pürüzlü tabanlı temel ve genel kayma kırılması için)
(Terzaghi, K., 1943)

ϕ (derece)	N_c	N_q	N_γ	ϕ (derece)	N_c	N_q	N_γ
0	5.7	1	0	26	27.09	14.21	9.84
1	6	1.1	0.01	27	29.24	15.9	11.62
2	6.3	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.7
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.1	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.2	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2	0.27	33	48.09	32.33	31.94
8	8.6	2.21	0.35	34	52.64	36.5	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.5	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.6	5.45	2.18	43	134.58	126.5	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.6
19	16.56	6.7	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.8	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.25	10.23	6	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.4	7.08	50	347.5	415.14	1072.8
25	25.13	12.72	8.34				

İnceleme alanında alınan sondaj verilerine göre sondajlar için hesaplanan zeminlerin taşıma gücü Çizelge 3.41' de verilmiştir.

Çizelge 3.41. Sondajlar için hesaplanan zeminlerin taşıma gücü

Sondaj No	Derinlik (m)	q_d (kN/m ²)
SK-1	3	787
SK-2	3	799
SK-3	3	744
SK-4	6	578
SK-5	6	655
SK-6	6	676
SK-7	6	711
SK-8	6	864

3.4.4.11. Zemin Oturması

Her yapı için, zemin temelinde oturma problemi ortaya çıkabilir. Oturma; yük altında zemin içindeki suyun dışarı atılması ile zamanla meydana gelen düşey doğrultudaki deplasman olup kumlu, killi ve siltli zeminler için söz konusudur. Bu zeminlerde geçirimsizlik (permeabilite) katsayısı küçük olduğu için suyun dışarı atılması uzun zaman alır. Dolayısıyla bu oturma zamana bağlı olarak gelişir. Özellikle mühendislik yapılarında ortaya çıkan oturma neden kaynaklandığı, miktarı ve hızı oldukça önemlidir (Şekil 3.37). Yeraltı suyunun seviyesi, zemine etki eden statik ve dinamik yükler, zeminin geçirgenliği (permeabilite), rijitlik azalması gibi faktörler zeminde ki oturma problemini etkilemektedir.



Şekil 3.37. Mühendislik yapılarında ortaya çıkan oturma

Temelde ya da temel zeminin de zeminin cinsine bağlı olarak üç farklı oturma oluşabilir. Bunlar; elastik ortamda olan *ani oturma*, ince daneli kohezyonlu zeminlerde meydana gelen ve belli bir zaman sürecine bağlı olan *konsolidasyon oturması* ve gerilmelere bağlı olan *ikincil sıkışma (ikincil konsolidasyon oturması)* dır.

$$\Delta H = \Delta H_i + \Delta H_c + \Delta H_s \quad (3.24)$$

Kumlu zeminlerde ani ve konsolidasyon oturmaları ayrılmaz. Çünkü suya doymun kumlarda bile, sahip oldukları büyük k permeabilite katsayısı nedeniyle geçirimsiz tabakalar arasında değilse suyun atılması hızla meydana gelir.

Suya doymun zeminlerde, zemin ilave bir yüke maruz kaldığında ortaya çıkan basınç öncelikle su tarafından üstlenilir ve yükün çok fazla etkisiyle su zeminin içindeki boşluklu yapılardan dışarıya çıktıkça, çıkan suyun hacmi kadar zeminin hacimi de değişikliğe uğrayıp küçülür. Bu durumda oluşan basınç toprağa aktarılmış olur. Konsolidasyon olarak tanımladığımız bir zemin sorunudur. İnceleme alanından alınan numuneler üzerinde yapılan Konsolidasyon deneyi baz alınarak oturma hesabında Bowles (1988)'un aşağıdaki bağıntısı kullanılmıştır.

(Bowles,1988)' e ΔH_c (cm) göre konsolidasyon oturması;

$$\Delta H_c = q_{net} \cdot M_v \cdot H \quad (3.25)$$

Formül (3.25)'e göre, q_{net} net taban basıncı, M_v hacimsel sıkışma katsayısı, H tabaka kalınlığıdır.

$$q_{net} = q \cdot k \cdot \gamma_n \cdot D_f \quad (3.26)$$

Formül (3.26)'e göre, Δq yapıdan dolayı temele iletilen gerilme, q bina yükü, k binanın kat adedi, γ_n yoğunluk, D_f temel derinliğidir.

İnceleme alanında yapılan sondajlardan elde edilen veriler ve bina yükleri kullanılarak her sondaj için hesaplanan oturma değerleri 10,7-29,76 cm aralığında değişmektedir. Hesaplanan bu değerler yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarlarını aşmıştır. Bu oturma miktarları zemin yapı ilişkisi bakımından zemin yenilme riski taşır ve yapıda hasara neden olabilir. Çizelge 3.42'de yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarları görülmektedir. Bu nedenle gerekli zemin iyileştirmesi yöntemleri uygulanmalıdır. Her sondaj için Bowles (1988)' e göre hesaplanan oturma değerleri çizelge 3.43' de verilmiştir.

Çizelge 3.42.Yapı temellerinde izin verilen maksimum oturma miktarları (Kumbasar ve Kip, 1985)

Temel Tipi	Toplam oturma	Farklı oturmalar
Münferit sömeller		
Killer	7,5 cm.	4,5 cm.
Kumlar	5,0 cm	3,2 cm
Radye Jeneral Temeller		
Killer	12,5	4,5 cm
Kumlar	7,5	3,2 cm

Çizelge 3.43. Her sondaj için Bowles (1988)' e göre hesaplanan oturma değerleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Mv katsayısı	Bowles (1988)'e göre ΔH_c (cm)
SK-1	3	0.0135	29.76
SK-2	3	0.0113	19.93
SK-3	3	0.0154	27.66
SK-4	6	0.0128	10.57
SK-5	6	0.0163	13.11
SK-6	6	0.0154	16.85
SK-7	6	0.0149	26.46
SK-8	6	0.0171	17.11

3.4.4.12. Zemin Yenilme Riskinin Zemin Parametreleri İle İrdelenmesi

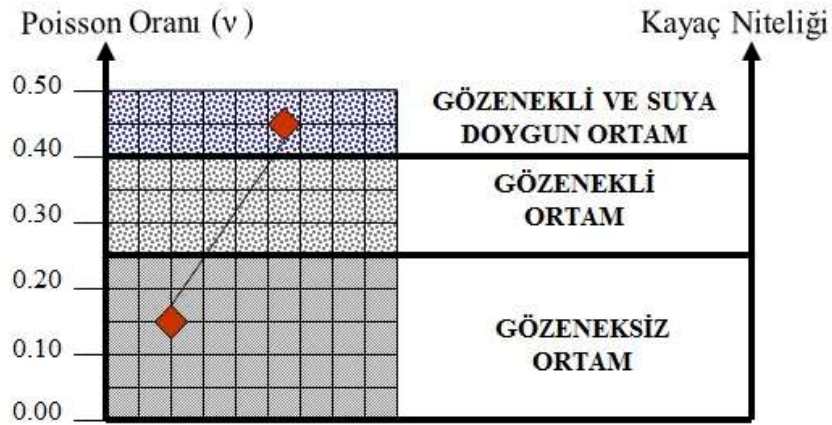
Zemine ait sıklık, gözeneklilik, suya doygunluk ve katman kalınlıkları gibi çeşitli özellikler zemin yenilme (Heyelan, sıvılaşma, oturma, plastik vb.) riskinin belirlenmesinde kullanılabilir. Zemin yenilmesinin (heyelan ve oturma gibi) belirlenmesi açısından yenilme riski belirlenen alanlarda sondaj çalışmalarında yapılan SPT deneylerinden elde edilen N30 değerleri ile, aynı alanda alınan sismik kırılma verilerinin karşılaştırılmalardan farklı durumlar ve sonuçlar çıkabilmektedir. Zemin yenilme riskinin incelenmesinde bu farklı durumları daha iyi değerlendirebilmek için, Vs kayma dalga hızlarının, Vp/Vs oranlarının, Shear modülü ve Young (Elastisite) modülü değerlerinin bir arada irdelenmesi önem taşımaktadır.

Genel olarak zemin yenilme riskinin olabileceği alanlarda, Vp/Vs değerinin 4 ten büyük, kayma dalga hızlarının 350 m/s den düşük olduğu görülmektedir. Bu nedenle Vp/Vs değerinin 2.80-4 aralarında ve Poisson oranlarının çoğunlukla 0.41-0.49 olduğu durumlarda, kayma dalga hızların 350m/s den daha düşük değerlerde ise, zemin yenilme riski ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Young modülü değerlerinin 2786 kg/cm² den daha düşük (çok zayıf- zayıf değerler aralığında), Shear modülü değerlerinin de 937kg/cm² den daha düşük olduğu durumlar, deprem esnasında veya sonrasında

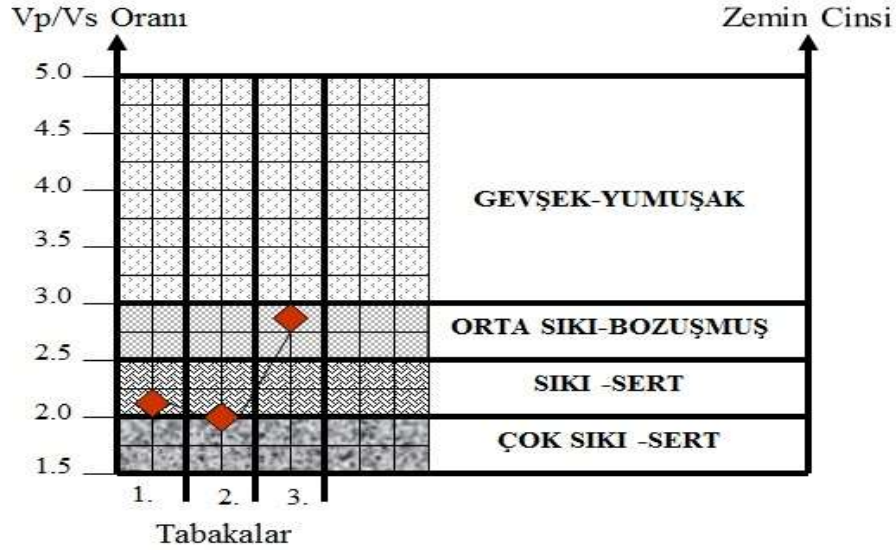
birimlerde meydana gelebilecek zemin deformasyonu veya zemin yenilmesi (oturma) riskinin oluşturabileceğini göstermektedir (Mengüllüoğlu, ve ark., 2006).

Genellikle, SPT N30 değerleri, Vs kayma dalga hız değerlerine karşılık gelen değerler olarak tanımlanmaktadır. Yapılan zemin çalışmalarında elde edilen kayma dalgası hız değerlerine karşılık gelen, SPT N30 değerlerinin sadece kayma dalga hızına bağlı olarak değil, Kayma dalga, Boyuna dalga hızları ve Vp/Vs oranlarına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Birbirine yakın kayma dalga hızlarında, boyuna dalga hızı arttıkça SPT N30 değerlerinde artış olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenle, düşey sıkılığın ve kayma dirençlerinin birbirleri ile her zaman doğru orantılı bir ilişki de olmadığı sert zeminlerin de kayma dirençlerinin düşük olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Mengüllüoğlu, ve ark., 2006).

Zemin yenilme risklerini taşıyan zeminler için jeoteknik sonuçların yanında sismik hızlardan elde edilen zemin sıkılık değerleri ve Poisson değerlerine de bakılmalıdır. Özellikle sıkılık değerleri 3.0 üzerinde olan gevşek ve yumuşak zeminler ile Poisson değerleri 0.40 üzerinde olan gözenekli ve suya doymun ortamların zemin yenilme riskleri ayrıntılı olarak irdelenmelidir. Şekil 3.38 ve Şekil 3.39'da Poisson ve sıkılık değerlerine göre ortamların özelliklerini gösteren grafikler verilmiştir.



Şekil 3.38. Poisson oranına göre tabakaların kayma niteliği (Keçeli, 1991)



Şekil 3.39. 1 : Vp/Vs oranına göre zemin niteliği

3.5. Plaxis Programı

Zemindeki oturma probleminin arazi deneyleri dışında geoteknik bir programla analiz edilmesi amacıyla Plaxis programı ile model oluşturulmuş ve jeofizik modeller ve plaxisten elde edilen geoteknik model karşılaştırılmıştır.

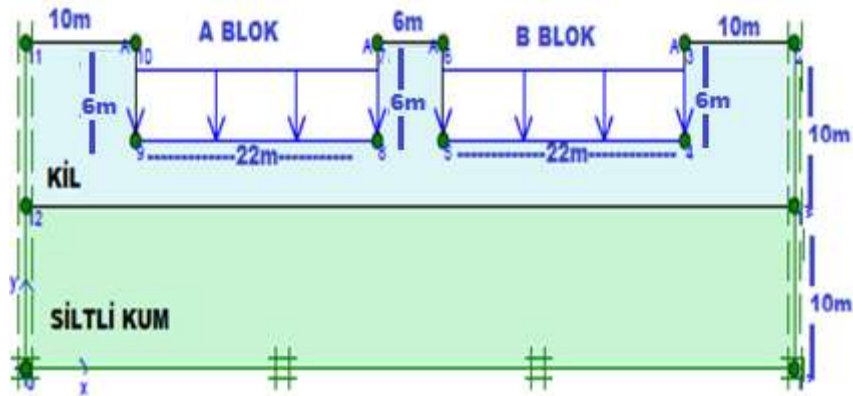
PLAXIS (Finite Element Code for Soil and Rock Analysis), değişik geoteknik problemleri için, sonlu elemanlar yöntemiyle, deformasyon ve stabilite analizleri gerçekleştirebilen bir bilgisayar programıdır. İlk olarak 1987 yılında Hollanda Delft Teknik Üniversitesi tarafından yumuşak zemin üzerindeki nehir dolgularının sonlu elemanlar yöntemi ile kolay bir şekilde analiz edilebilmesi için tasarlanmıştır. Sonraki yıllarda ise, geoteknik mühendisliğinin diğer uygulama alanlarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Program, geoteknik mühendisliği projelerinin tasarımında ihtiyaç duyulan, zemin-yapı etkileşimi, gerilme – şekil değiştirme, konsolidasyon, taşıma gücü, akım ağı, zemin dinamiği konularında ve malzeme farklılığı olan durumlarda kullanılabilmekte ve pratikte uygulanabilir sonuçlar vermektedir (Keskin, 2009).

PLAXIS’de zemin ve diğer ortamların (kaya vb.) davranışını modellemek için 6 farklı model kullanılmaktadır. Bu modeller; Lineer Elastik Model (LE), Mohr-Coulomb Model (MC), Jointed-Rock Model (JR), Soft Soil Model (SS), Soft Soil Creep Model (SSC) ve Hardening Soil Model (HS)’dir. Bu çalışmada kullanılan model olan Mohr-Coulomb Modeli (MC) ile ilgili detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

Mohr-Coulomb Modeli (MC): Elasto-plastik zemin modelidir. Programda, giriş bilgileri olarak bazı parametreler girilir. Bunlar; Elastisite modülü, E, Poisson oranı, “ ν ”, kohezyon, “c”, içsel sürtünme açısı, “ ϕ ” dir. Ayrıca modelde, doğru bir K0 seçilerek zemindeki başlangıç yatay gerilme durumu oluşturulabilir. Bu model hesaplamaların hızlı ve kısa zamanda yapılabilmesi nedeniyle genellikle analizlerde zeminde oluşacak deformasyonlar hakkında ilk izlenimleri elde etmek için kullanılır.

3.5.1. Elde Edilen Verilerin Plaxis Programı İle Değerlendirilmesi

Bu çalışmada Plaxis 8.2 versiyonu kullanılarak arazi çalışmasından elde edilen parametreler bilgisayar ortamına aktarılıp modellenmesi oluşturulmuştur. Modelleme sonucunda elde edilen sonlu elemanlar ağı, toplam deplasmanlar ve efektif gerilmeler irdelenmiştir. Bu sonuçların jeofizik parametrelerden elde edilen modelleme ile karşılaştırılması yapılmıştır. Plaxis programı ile çizelge 3.44.’de verilen parametreler girilerek inceleme alanının zemin model geometrisi oluşturulmuştur. A ve B bloklarının yapılacağı alanın zemininde bulunan farklı tabakalar Şekil 3.40’daki modelde gösterilmiştir. Kullanılan analiz parametreleri Çizelge 3.44’de verilmiştir.

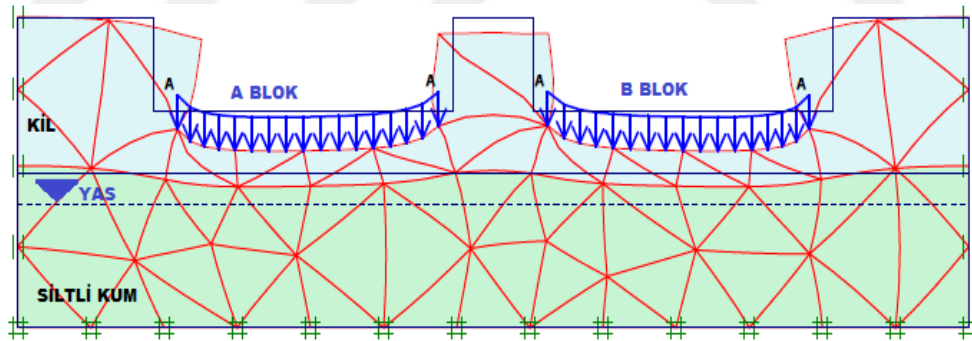


Şekil 3.40. Modelin geometrisi

Çizelge 3.44. Kullanılan analiz parametreleri

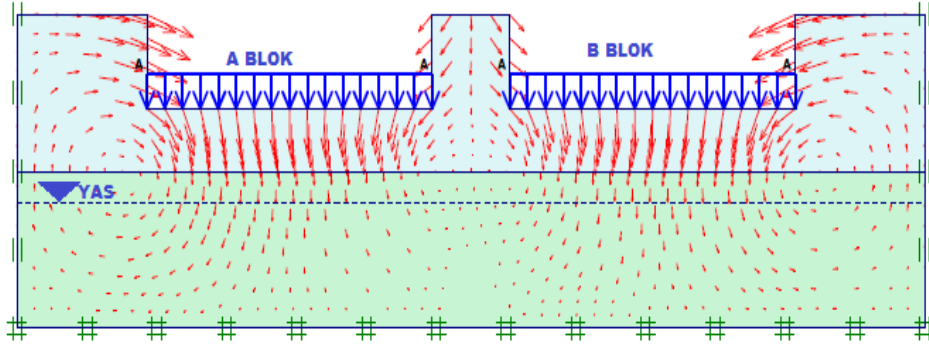
Kil zemine ait analiz parametreleri	
ϕ^o	2
γ (kN/m ³)	20
c (kN/m ²)	75
ν	0,30
E (kN/m ²)	498.000
Siltli kum zemine ait analiz parametreleri	
ϕ^o	27
γ (kN/m ³)	26
c (kN/m ²)	15
ν	0,47
E (kN/m ²)	778.200

Sonlu elemanlar ağı kullanılarak farklı tabakalardan oluşan zeminin deformasyonu modellenmeye çalışılmış. İnceleme alanı zeminindeki kum içeriği yüksek tabaka ve A-B Bloklarının yapı yükleri ile zeminde meydana getirebileceği deformasyon sonlu elemanlar ağı modeli ile çizilmiştir. Zemin modelinde A ve B bloğunun meydana getirebileceği deformasyon görülmektedir. Zemindeki bu şekil değişimi, yer değişimi veya deformasyon zemin yenilmesi (oturma) olarak nitelendirilebilir (Şekil 3.41).



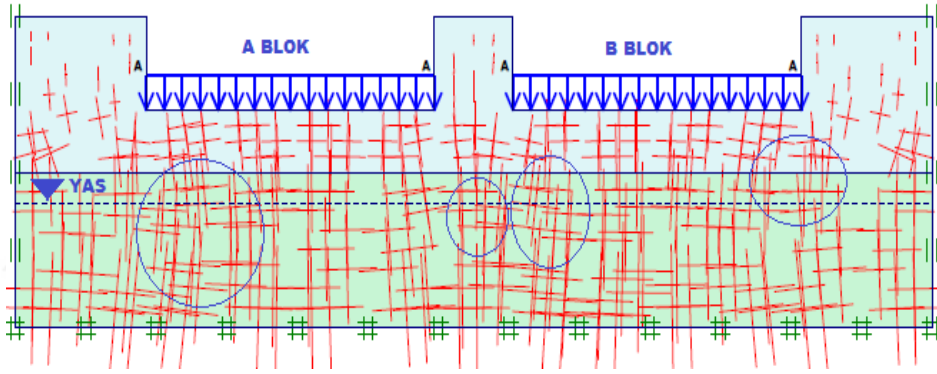
Şekil 3.41. Sonlu elemanlar ağı (Deforme olmuş Ağ) Modeli

Zeminde meydana gelebilecek bu yerdeğiştirmeler Plaxis bilgisayar programıyla oluşturulan toplam deplasman vektörlerinde de görülmektedir. Deplasman vektörleri aşağıda kırmızı oklarla işaretlenmiştir. (Şekil 3.42).



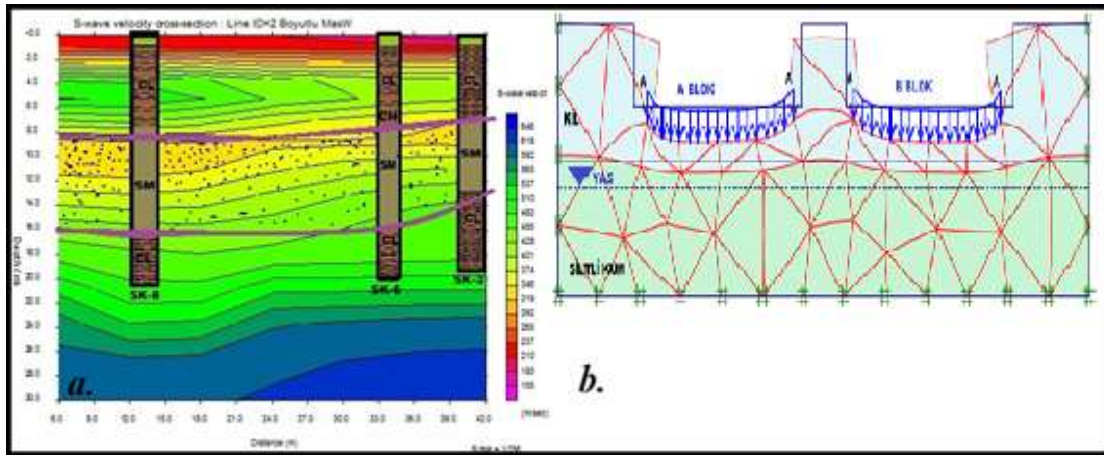
Şekil 3.42. Toplam deplasmalar

Zeminin yük altında sıkışması, şekil değiştirmesi ve kayma gerilmelerine karşı direnci vb. ölçülebilen bütün mühendislik davranışlarının efektif gerilmeler tarafından kontrol edildiği bilinmektedir. Bu çalışma için modellenen Efektif gerilmeler Şekil 3.43'de gösterilmiştir.



Şekil 3.43. Efektif gerilme

Geoteknik- Jeofizik modellerin karşılaştırılması; inceleme alanındaki sınır değeri aşan oturma probleminin yapılan jeofizik çalışmalarda SeisImager programı kullanılarak görüntülenen zemin kesiti ile Geoteknik çalışmalarda kullanılan Plaxis programı kullanılarak elde edilen sonlu elemanlar ağı deformasyon modelinde zeminde bulunan kum tabakası ve A-B blok yüklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Şekil 3.44 a'da iki boyutlu MASW kesiti, Şekil 3.44 b'de Plaxis sonlu elemanlar ağı (deforme olmuş ağı) modeli verilmiştir. Gerek SeisImager gerekse de Plaxis bilgisayar programlarıyla oluşturulan modellemelerin karşılaştırılması sonucunda sonuçların birbiriyle uyumlu olduğu gözlenebilmektedir.



Şekil 3.44. Geoteknik- Jeofizik modellerin karşılaştırılması a) Jeofizik model, b) Geoteknik model

3.6. Zemin İyileştirmeleri

Büyüyen ve gelişen, yapılaşmanın hızlı olduğu şehirlerde yeni imara açılacak yerler, ihtiyaca cevap verecek büyük alanların bulunması her geçen gün azaldığı için, zayıf temel zemini özelliği gösteren alanlar mecburen kullanıma açılmaktadır. Turbalık ve bataklık zeminler, yumuşak killer, gevşek kumlar, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak kalın alüvyonlar gibi zayıf zeminler üzerine kurulan yapılaşma beraberinde birçok mühendislik problemini de gündeme getirmiştir. Sağlıklı yerleşim yerlerini belirleyebilmek, problemleri yerleşim yerlerindeki zeminlere zemin iyileştirme işlemlerinin dikkatli bir şekilde uygulanarak ortamın dayanıklı hale getirilmesinde yapı, zemin ve deprem üçlü ilişkisinin iyi irdelenmesi gerekmektedir.

Mühendislik yapılarının kendine özgü zemin durumları ve problemleri bulunmaktadır. Son yıllarda geliştirilen mühendislik uygulamaları, teknikleri ve teknolojiye ilerlemeler, problemleri zeminler de sorunun çözülmesinde etkili olmaktadır. Bu çözümler ile zeminin ıslahı ve iyileştirilmesi yapılarak problem ortadan kaldırılabilir. Zemin iyileştirilmesi yöntemleriyle çok daha ekonomik ve daha kısa sürede yapılabilen geoteknik çözümler elde edilmektedir. Özellikle 1970'li yıllardan beri geliştirilen birçok yeni yöntemle problemleri zeminler iyileştirilerek, zemindeki oturma problemi ortadan kaldırılmakta, taşıma kapasitesi güvenlik sayısı artırılmakta ve deprem durumunda sınırlanabilen, dayanımı azalan zeminler güçlendirilmektedir (Nalçakan, 2004). Zemin ve kaya iyileştirmelerinde ortamın mukavemetini arttırmak ve zeminlerin permeabilitelerini azaltmak en temel amaçlardır.

Mühendislik yapılarının yapılacağı temel zeminler bazı durumlarda istenilen özellikleri taşımayabilir. Bu gibi durumlarda zemin iyileştirme tekniklerinin kullanılması ve arazide zemin özelliklerinin iyileştirilmesi önemlidir. İnşa edilecek olan yapılardan oluşan ve zemine aktarılan gerilmeleri, zeminin zararlı deformasyonlar oluşturmadan güvenle taşıması istenir. Özellikle temel zemini, oturma ve taşıma gücü açısından zayıf olduğu durumlarda bu tür zeminler için radye jeneral temel oluşturulup, yapı yüklerinin yumuşak zemin tabakaları üzerine eşit dağılımı sağlanabilir. Temel sistemi ile yükler taşıtılmıyor ise kazıklı temel uygulaması tercih edilebilir.

Zayıf zeminin iyileştirilmesindeki amaçlar; taşıma gücünün artırılması, duraylılığın sağlanması, zemini zemin büyütmesi ve sıvılaşmayı kapsayan deprem yüklerine karşı sağlamlaştırma, zeminin kurutulması, korozyon ve erozyonun önlenmesi vb. sayılabilir. Sürekli gelişen zemin teknolojileri kaliteli, güvenli ve ekonomik çözümleri alt yapı sektörüne dolayısıyla toplum hizmetine sunmaktadır. Mühendislik problemlerinin çözümlenmesi için yeni yöntem ve teknikler geliştirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır. Önemli olan doğru teknoloji ile yeterli uygulamayı sağlamaktır.

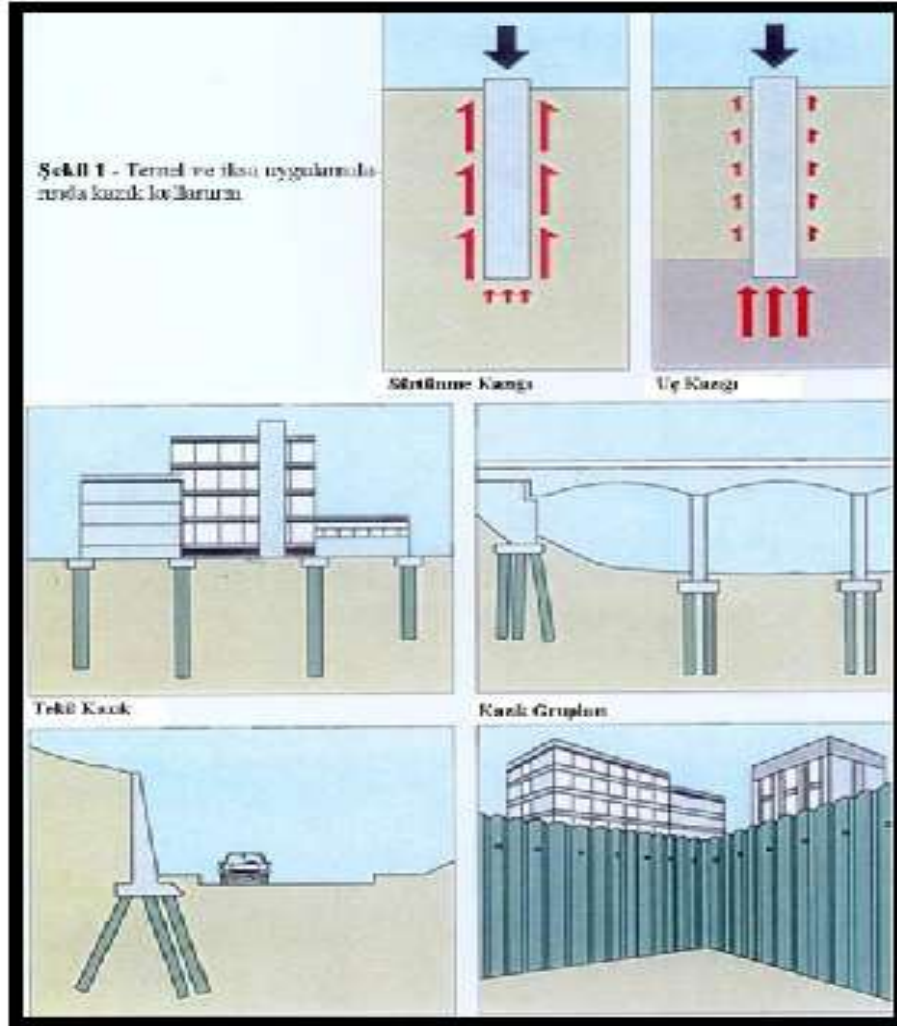
3.6.1. Zemin İyileştirme Teknikleri

Zemin parametreleri, yapılacak yapının proje yükü depremsellik durumuna bakılarak, en ideal zemin iyileştirme tekniği seçilir. Uygulama sonrasında, sıkılık, dayanım, geçirimsizlik, süreklilik, yükleme ve çekme gibi testler ile kontrol çalışmalarına tabi tutularak, iyileştirme durumu izlenebilir. Zemin iyileştirme yöntemleri, zeminin kimliğini oluşturan parametrelere göre bozuk-zayıf-kötü-gevşek diye anılan sorunlu bölümlere uygulanabilir. En sık kullanılan zemin iyileştirme yöntemleri konsolidasyon-yerdeğiştirme esaslı vibrasyonlu sıkıştırma, taşkolon, enjeksiyon, kontrollü kazı-dolgu, kompaksiyon, dinamik sıkıştırma, vibrobeton kolon, ağaç/prekast kazık-forekazık gibi bilinen klasik yöntemlere son yıllarda daha ekonomik ve çabuk yapılabilen jet grouting gibi iyileştirme yöntemleri de katılmıştır.

3.6.1.1. Kazıklar

Kazıklar, yapı yüklerinin zeminin derin tabakalarına taşıtılması amacı ile kullanılan bir temel çeşididir. Şekil 3.45’de çeşitli kazık türleri görülmektedir. Zemin yüzeyine yakın tabakaların yapı yüklerini, çökmeden veya aşırı oturmalara yol açmadan taşıyabilecek

yüzeysel temelin kullanılmadığı durumlarda derin temel tercih edilir. Zemini oluşturan tabakaların özellikleri (yumuşak, gevşek kıvamda, kendini tutabilen, killi kıvamda) kazık davranışı için önemli etkenlerdir. Kazıklı sistemin hazırlanmasında ilk adım olan zemin tabakalarının özelliklerinin yeterli bir derinliğe kadar bilinmesidir. Ayrıca tabakaların mukavemeti, kıvam ve konsolidasyon gibi özellikleri de önemli parametrelerdir.

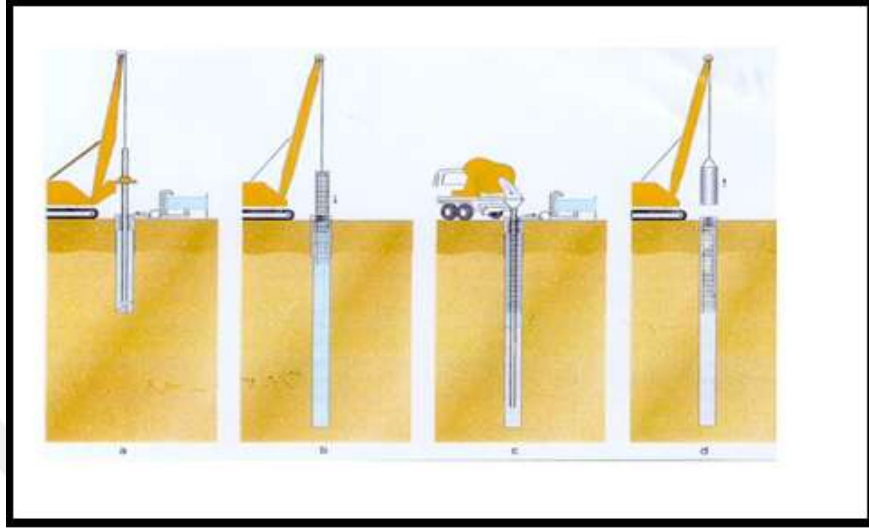


Şekil 3.45. Temel ve iksa uygulamalarında kazıkların kullanımı

3.6.1.1.1. Fore Kazıklar (yerinde dökme kazıklar)

Fore kazıklar sondaj ve delme yolu ile yerinde dökme betonarme kazık olarak ifade edilebilirler. Ayrıca zeminlerde temelin sismik hareketlerden etkilenmesini önlemek için yapılmış yerinde dökme kazıklardır. Temel kazığı olarak taşıma kapasitesi planlanan ve iksa için ise yanal yüklere duraylı (sağlam) destekleme kazıkları imal edilebilir. Standart kazık imalatında Ø 10-25-45-55-65-80-100-120-150-165-185- 200

cm.gibi değişik çaptaki kazıklar kullanılabilir, işlem üç safhada tamamlanır (Şekil 3.46). Delgi'nin yapılması, donatı'nın yerleştirilmesi, beton'un yerleştirilmesidir. Delgi kendini tutabilen zeminlerde ağıza 2-3 m bir boru konularak kuyu içine ağızdan malzeme dökülmeden yapılabilir (zcan ve zdemir, 2007).



Şekil 3.46. Fore kazık imalat yapım aşamaları

3.6.2. İnceleme Alanında Yapılan Fore Kazık Uygulaması

Batman İli amlıtepe mahallesinde yapılaşma nedeniyle bina temelinin oturacağı yerleşim alanınının genel jeofizik ve geoteknik özellikleri incelenmiş olup araştırmalar yapılmıştır. Araştırmaların sonucunda, zeminde müsaade edilebilir sınırları aşan oturmaların meydana gelebileceği belirlenerek, önlem olarak bir zemin iyileştirme tekniği olan fore kazık uygulaması yapılmıştır. Projeye göre, kazık çapı 70 cm, ve kazık uzunluğu 16.5 metre olarak seçilmesi uygun görülmüştür. İnceleme alanında fore kazık çalışmalarında, yapılan işlemler sırasıyla şöyledir.

İnceleme alanında kullanılan fore kazık makinası ve delgi işlemi için normal zeminlerde kil matkabı, sert tabakaların geçilmesinde ise kaya matkabının kullanılması Şekil 3.47a ve Şekil 3.47b'de görülmektedir.



Şekil 3.47. a) Fore kazık makinası b-) Delme işleminde kullanılan matkap ucu ve aparatı

Hazırlanmış daire kesitli donatılar. Şekil 3.48 a'da ve hazırlanan donatıların baca kazılarının içine yerleştirilmesi Şekil 3.48 b'de gösterilmektedir.



Şekil.3.48. a) Daire kesitli donatılar b) Baca kazılarının içine yerleştirilmiş bir donatı.

Donatısı yerleştirilen bacalara beton dökülerek radye temel bağlantısından önce betonun tamamen kuruması beklenir. Kuyulara indirilen donatının, üst yapı (radye temel) için gerekli filiz boyu kadar dışarıda kalmasına dikkat edilir (Şekil 3.49).



Şekil 3.49. Bacalar ve buldukları düzlem üzerine beton dökülmesi

Fore kazık filizleri arasına yapı temelini dış etkenlerden korumak ve su yalıtımını sağlamak amacıyla membran tabakası serilebilir. Fore kazık filizleri, her yöne eğilerek radye temel donatısı ile birleştirilir (Şekil 3.50).



Şekil 3.50. Fore kazık filizlerinin radye temelle birleştirilmesi.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Batman İli Çamlıtepe mahallesinde yapılaşma nedeniyle bina temelinin oturacağı yerleşim alanının genel jeofizik ve jeoteknik özellikleri incelenmiş olup araştırmalar yapılmıştır. Bu amaçla, temel zemin özellikleri, oturma probleminin belirlenmesi ve çözümüne yönelik zemin iyileştirme önlemlerinin alınması ile ilgili yapılması gerekenler tartışılmıştır. İnceleme alanında, gerçekleştirilen saha jeolojisi ve jeofizik sonuçların korelasyonu yapılarak, yeraltı jeoloji yapısı, jeoteknik durum ve değerlendirmeler aydınlatılmaya çalışılmış, ek olarak, jeoteknik çalışmalarla hesaplanması mümkün olmayan zemin hakim titreşim periyodu ve Vs30 hesaplanmıştır. Bu çalışmada yeraltını görüntüleme yöntemlerinden biri olan sismik yöntemin çok kanallı yüzey dalgası analizi yapılmıştır. İnceleme alanında jeolojik verilerle tespit edilen, yapı için sınır değerlerini aşan önemli bir zemin sorunu olan oturmanın nedeni ve çözümü araştırılmıştır. Sismik kesitler ve jeolojik sonuçlar karşılaştırılmış, sismik kesitlerden elde edilen farklı profillerde farklı derinliklerde görüntülenen kum tabakasının sınırları belirlenmiştir. Jeolojik sonuçlarda da yine sismikle aynı derinlikte alınan spt ve ud örneklerinden elde edilen verilere göre %70 ile % 95 arasında değişen yüksek kum oranına sahip birimler belirlenmiştir. Sismik kesitlerde görüntülenen ve jeolojik verilerden elde edilen sonuçlara göre yüksek miktarlarda kum içeren bu tabaka üzerinde yapılacak olan yapı için, sınır değerinin üzerinde bir oturma meydana getirerek tehlike arz eder. Bu çalışmada, söz konusu edilen dayanımsız, gevşek birimleri içeren (kum oranı yüksek) tabaka jeofizik verilerin yardımıyla sınırlarıyla görüntülenmiş ve jeolojik deney verileriyle tabaka içeriği ve özellikleri belirlenerek, yapının sağlıklı ve emniyetli olması için gerekli öneriler sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1-) İnceleme alanında yapılan jeolojik incelemeler sonucunda yapılaşmanın olacağı esas zemin Kuvaterner yaşlı alüvyonlardan oluşmaktadır. Bu alüvyonlar inorganik killer, (düşük ila orta plastisitede) çakıllı killer, kumlu killer, siltli killer, yağsız killer, siltli kumlar, iyi-fena derecelenmiş kumlar veya çakıllı kumları içermektedir.

2-) İnceleme alanında, 30 m. derinlik için ortalama kayma dalgası hızlarına göre (Vs30 değerlerine) ve üst seviyede yer alan birimlerin S dalga hızlarına göre inceleme alanı C

zemin grubunda yer almakta olup, elde edilen zemin hakim periyotlarının 0.37-0.44 sn aralığında olmasından dolayı, yerel zemin sınıfı Z3 dür.

3-) İnceleme alanında, düzeltilmiş SPT N darbe sayılarına göre ($34 < N < 59$) göre zemin kıvamı sert derecededir. Ancak bazı durumlarda sadece SPT değerinin yüksek olması olabilecek jeolojik problemi değiştirmeyebilir. Bu durumlarda SPT ile kayma dalga hızı, P dalgası (Boyuna dalga), V_p/V_s sıklık oranının birlikte değerlendirilmesi daha sağlıklı olabilmektedir. Sismik hızlardan elde edilen V_p/V_s oranlarının 4 den büyük ve V_s kayma dalga hızının 350 m/sn den düşük olduğu alanlarda, litolojik yapıya bağlı olarak, özellikle yüksek katlı veya bina yükünün fazla olduğu yapılarda oturma gibi zemin yenilme riskinin olabileceği görülmüştür. İnceleme alanında V_p/V_s oranları 3.83-4.35 aralığında, V_s kayma dalga hızı 279-318 m/sn aralığında bulunmuştur.

4-) İnceleme alanında, yapılacak olan binada meydana gelecek oturma hesabı, binanın tamamından gelecek yükler toplamına göre hesaplanmıştır. Dolayısıyla laboratuvar sonuçlarından elde edilen sıkışma katsayılarına göre; Bowles (1988) hesabında $\Delta H = A$ blok için 10,57- 27,76 cm. ve B blok için 13,1– 26,46 cm. aralığındadır. Bu değerlere göre; izin verilebilir oturma sınırı (12,5 cm.) aşıldığı için, yapının yapılacağı alanda zemin iyileştirmesi gerekmektedir.

5-) İnceleme alanında yapılan sismik ölçümler sonucunda V_p ve V_s hızlarından hesaplanan sıklık ve Poisson değerlerine göre, sismik kesitlerde görülen 3. tabakada gevşek, gözenekli ve ayrılmış birimler mevcuttur.

6-) İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında yer altı suyuna rastlanmıştır. Jeofizik rezistivite (DES) değerlerine göre, yaklaşık 12 metre ve sonrasında yer altı suyu içeren kumlu birimler olduğu görülmüştür.

7-) İnceleme alanında alınan özdirenç değerlerine ve ölçüm derinliği göre 3 tabakalı ortam belirlenmiştir. 1. tabaka özdirençleri 8.94 ile 29.9 ohm.m arasında değişen derinliği 2 metre olan bitkisel toprak ve kil içeren birimlerden oluşmaktadır. 2. tabaka özdirençleri 5.75 ile 19.4 ohm.m arasında değişen kumlu siltli killerden oluşmakta derinliği ise 7 metreye bazı noktalarda 10 metreye kadar uzanmaktadır. 3. tabaka

özdirençleri 45.4 ile 71.8 ohm.m arasında değişen kum oranı yüksek (Jeoteknik elek analizi sonuçlarına göre % 87-% 94 oranında kum içeren) siltli kumlardan oluşmaktadır ve 8 metreden derinlere doğru devam ettiği düşünülmektedir. Bu tabakanın altında ise yine bu tabakanın devamı olarak düşünülen fakat 0,13 ve 0,41 ohm.m gibi düşük özdirenç değerlerine sahip yeraltı suyu bulunduran kumlu birimler bulunmaktadır.

8-) İnceleme alanında, yapılan sismik kırılma ve yüzey dalga analizi çalışmalarına göre; sismik hız değerleri açısından 3 farklı ortam tespit edilmiştir. 1. Ortam $V_s = 209-265$ m/sn. ve $V_p = 414-448$ m/sn. arasında, 2. Ortam $V_s = 379-451$ m/sn. ve $V_p = 847-908$ m/sn. arasında, 3. Ortam $V_s = 279-318$ m/sn. ve $V_p = 1153-1251$ m/sn. değerleri arasındadır.

9-) İnceleme alanında yapılan sondajlar ve sismik çalışmalardan elde edilen İki boyutlu tomografi kesitlerine göre, V_s hızları (279-318 m/sn), diğer tabakalardan daha düşük olan tabakanın, sıkılık değerleri 3.83- 4.35 aralığında, ve poisson değerleri 0,46- 0.47 aralığında bulunmuştur. Sıkılık ve poisson değerleri açısından ayrıışmış ve gevşek birimleri içeren bu tabakanın sınırları sismik kesitlerde görüntülenmiş ve yine aynı tabakanın kum içeriğinin (% 74- % 94) yüksek olduğu jeoteknik sondajlar ile belirlenmiştir.

10-) İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-MASW çalışması ile hesaplanan elastisite modülü (E); 1. tabaka için 2024-2885 kg/cm² aralığında, 2. tabaka için 5415-9856 kg/cm² aralığında ve 3. tabaka için 4316-5556 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, kil birimlerden oluşan 2. tabaka orta derecede dayanım gösterirken, 1. ve 3. tabakalar zayıf dayanım göstermektedir. 1. tabaka bitkisel toprak olarak belirlenen zayıf dayanımlı olması muhtemel birimlerden oluşmaktadır. 3. tabaka ise, içerdiği yüksek kum miktarı nedeniyle elastisite modülüne göre, zayıf dayanıma sahip zemin özelliği göstermektedir.

11-) İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-MASW çalışması ile tabakalar için hesaplanan kayma modülü (Gs) değerleri 1. tabaka için 752-1205 kg/cm² aralığında, 2. tabaka için 1897-3695 kg/cm² aralığında, 3. tabaka için 1466-1898 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, 1. tabaka zayıf dayanıma, 2. tabaka orta derecede ve

3. tabaka ise zayıf-orta derecede dayanıma sahip zeminler olarak değerlendirilmiştir.

12-) İnceleme alanında yapılan sismik kırılma-MASW çalışması ile tabakalar için hesaplanan bulk modülü (K) değerleri; 1. tabaka için 1587-2304 kg/cm² aralığında 2. tabaka için 8709-13453 kg/cm² aralığında, 3. tabaka için 22564-27074 kg/cm² aralığında hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, 1. tabaka az dayanımlı 2. ve 3. tabakalar ise orta dayanımlı olarak değerlendirilmiştir.

13-) İnceleme alanında yapılan sismik kırılma çalışmalarına göre; yoğunluk değerleri 1. tabaka için 1,68-1,69 g/cm³, 2. tabaka için 1,77-1,79 g/cm³ ve 3. tabaka için 1,83-1,85 g/cm³ aralığında değişmektedir. Bu değerlere göre, zemin genel olarak orta yoğunluktadır.

14-) İnceleme alanında sismik profillerden elde edilen, V_{s30} ortalama kayma dalgası hızı kullanılarak Midorikawa (1987)'e göre hesaplanan zemin büyütmesi değeri 1.76-1.96 aralığında değişmektedir. Bu değerlere göre, inceleme alanında zemin büyütmesi riski düşük olup, zemin büyütmesi beklenmemektedir.

15-) İnceleme alanında yapılan jeofizik ve jeoteknik arazi çalışmalarından elde edilen sonuçların karşılaştırılması ve problemin daha iyi gözlemlenebilmesi açısından geoteknik problemler için kullanılan Plaxis programı ile zemin modeli oluşturulmuş, jeofizik çalışmalar sonucunda elde edilen kesit ve Plaxis programı kullanılarak elde edilen kesitin birbiriyle uyumlu olduğu görülmüştür.

4.2. Öneriler

İnceleme alanında, yapılaşma nedeniyle bina temelinin oturacağı yerleşim alanı için yapılan jeofizik ve jeoteknik etütler sonucunda zemin oturması riski belirlenmiştir. Bu nedenle zemin oturması problemine yönelik zemin iyileştirme önlemlerinden biri olan fore kazık yöntemi önerilmiş ve uygulanmıştır.

5. KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Sungurlu, O., Akgül, A. ve Erdoğan, T., 1979, Geology and petroleum possibilities of Southesat Turkey: *TPAO Arama Grubu* Rapor No. 1410.
- Açıkbaş, D., Akgül, A. ve Erdoğan, L. T., 1981, Güneydoğu Anadolu'nun hidrokarbon olanakları ve Baykan-Şirvan-Pervari yöresinin jeolojisi; *TPAO Arama Grubu* Rapor No. 1543.
- AFAD, Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelik, 2007, 2 Eylül 1997 tarih ve 23098 mükerrer sayılı resmi gazete.
- Ala, M. A., and Moss, B. J., 1979, Comparative petroleum geology of southeast Turkey and northeast Syria: *Jour. Petrol Geol.*, v. 1, p. 3-27.
- Altınlı, İ. E., 1966, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun jeolojisi, *M.T.A.Derg.no.66*, 35-74.
- Ansal, A.M. and Slejko, D. 2001, The Long and Winding Road from Earthquakes to Damage, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, (21)5:369-375.
- Ansal A., Laue, J. Buchheister, J. Erdik, M Springman, S. M. Studer, J. and Koksal D.2004, Site Characterization and Site Amplification for a Seismic Microzonation Study in Turkey 11 th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering and 3 rd Earthquake Geotechnical Engineering, 7-9 Jan 2004, San Francisco.
- Ansal, A., Tönük, G. ve Kurtuluş, A., 2011, Zemin Büyütme Analizleri ve Sahaya Özel Tasarım Depremi Özelliklerinin Belirlemesi.
- ASTM-D1586-11, 2011, Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils American Society for Testing and Materials, Philadelphia, USA.
- Aytun, A., 2001, Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların “doğal” salınım periyodlarının yerin “baskın” periyodundan uzak kılınması, Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara.
- Bell, F.G., 2007, *Engineering Geology*. Second edition, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, UK-USA, 581p.
- Bolgi, T., 1961, V. Petrol Bölgesi seksiyon ölçümleri AR/TPO/261 nolu saha ile Reşan Dodan arası batısındaki sahanın strüktürel etüdüleri; *TPAO Arama Grubu* Rapor No. 162, Ankara.
- Bowles, J.E., 1988, *Foundation Analysis and Design*, McGrawHill, 4th Edition, Singapore.

- Burmister, D.M., 1951, Identification and classification of soil An appraisal and statement of principles ASTM STP 113. Amer. Soc. for Test and Mat., Philadelphia, Pa, 3-24, p.85-91
- CEN, 2004, Eurocode 8-Design of Structure for Earthquake Resistance. Part I: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings. European Standard EN 1998-1, December 2004, European Committee for Standardization, Brussels.
- Coduto, D. P. 2000, "Foundation Design: Principles and Practices" 2nd edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Çeçen, E., 2007, 'Yapılar/İnşaatlar' ekinin hazırlanmasında temel kaynak, ConstructionLecture Notes, İstanbul Kültür University, web.iku.edu.tr/courses/insa/ce491/notes.htm
- Day, R.W., 2002, Geotechnical Earthquake Engineering Handbook. McGraw Hill, ISBN 9780071377829
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. ve Perinçek, D., 1988, Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimantolojisi ve petrol potansiyeli; *TPJD Bülteni*, cilt 1/2, 99-126.
- Ercan, A., 2001, Yer Araştırma Yöntemleri; BilgilerKurallar, TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını.
- Eren, Y., Nalbantçılar, M.T., Beyaz, T., Dinç, S., Ünal, M., Arslan, Ş. ve Polat, S., 2012, Esentepe (Gültepe/Batman) Çukurunun Oluşum Mekanizması, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 1 (2), 385-394.
- EUROCODE 8, 2003, Design of structures for earthquake resistance, Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings.
- Goodman R.E. 1980, Introduction to Rock Mechanics. New York: John Wiley & Sons.
- Gökay, M. K., Doğan, K., 2004, Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu, Sivas.
- Heisey, J.S., Stokoe II, K. H., and Meyer, A. H., 1982, Moduli of pavement systems from spectral analysis of surface waves. Transportation Research Research Record No. 852, 22-31.
- İmamoğlu, M. Ş., 2009, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresinin depremselliği. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Diyarbakır.
- Kanai, K., 1983, Engineering seismologyTokyo University of Tokyo Press.
- Keçeli, A., 1990, Zemin emniyet gerilmesinin sismik metodlar ile tayini, Jeofizik Dergisi, 4, 83-92, Ankara

- Keskin, M.S., 2009, Güçlendirilmiş kumlu şevlere oturan yüzeysel temellerin Deneysel ve Teorik. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 216, Adana.
- Kulhawy, F. H. and Mayne, P.W. 1990, Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design, EL-6800 Project 1493-6 Final Report, Electric Power Research Institute (EPRI), New York.
- Kumbasar, V ve Kip, F,1985, Zemin Mekaniği Problemleri, Çağlayan Kitabevi, 220, İstanbul.
- Liao, S. S. C. ve Whitman, R. V., 1986, Overburden Correction Factors for SPT in Sand, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 112(3): 373 – 377.
- Lowrie, W, 2007, Fundamentals of Geophysics. Cambridge University Press. Cambridge, New York, NY, USA
- Maxson, J. H., 1936, Geology and petroleum possibilities of the Hermis dome; *MTA Derleme no. 255*, Ankara.
- Mayne, P.W. ve Rix, G.J. 1995, Correlations between Shear Wave Velocity and Cone Tip Resistance in Natural Clays, Soils and Foundations, (35) 2:107-110.
- Mengüllüoğlu. N. ve Öztürk S.M., 2006, Sismik Uygulamalarla Zemin Yenilme Risklerinin İrdelenmesi, Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi,14-17 Kasım 2006, Mta Kültür Sitesi, Ankara.
- Midorikawa, S, 1987, Prediction of Iseismic Map in the Kanto Plain due to Hypothetical Earthquake, Journal of Structural Engineering, Vol.33B, pp.43-38
- Nalçakan, M, S, 2004, Problemler Zeminlerde Geoteknik Çözümler, TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Yıl:49/2004-2, Sayı:430.
- NEHRP (National Earthquake Hazard Reduction Programme), Amerika Birleşik Devletleri Sismik Zemin Sınıflama Kriterleri.
- Ohta, Y. ve Goto, N., 1978, Empirical Shear Wave Velocity Equations in terms of Characteristics Soil Indexes, Earthq. Eng. ve Structural Dyn, (6):167-187.
- Özaydın, K, 2000, Zemin Mekaniği, *Birsen Yayınevi*, İstanbul,1, 975-511-145.
- Özcan, E and Özdemir, A., 2007, Integrity testing in bored pile and jet grout columns (Forekazık ve jet grout kolonlarında bütünlük testi). Proceedings of the International Earthquake Symposium, 156, İzmit.
- Özçep, F., 2012, Zeminlerin Geoteknik ve Jeofizik Analizi TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası Kurs Notları, 25-26, Ankara.

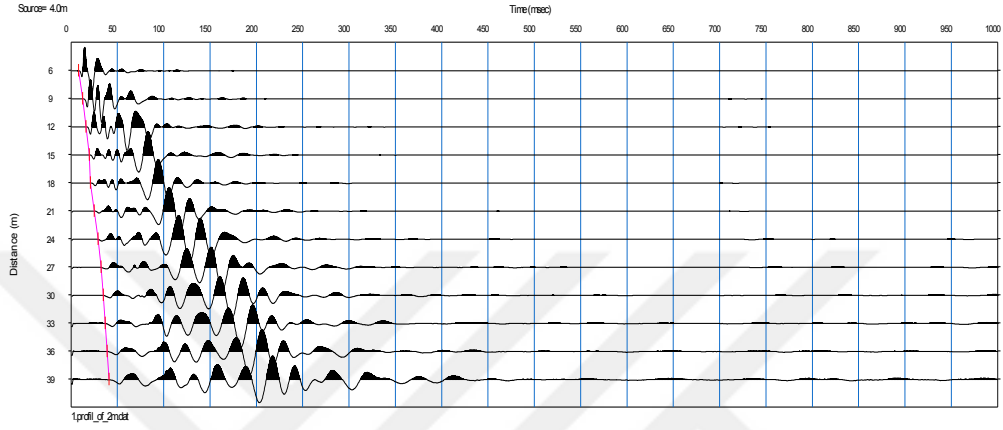
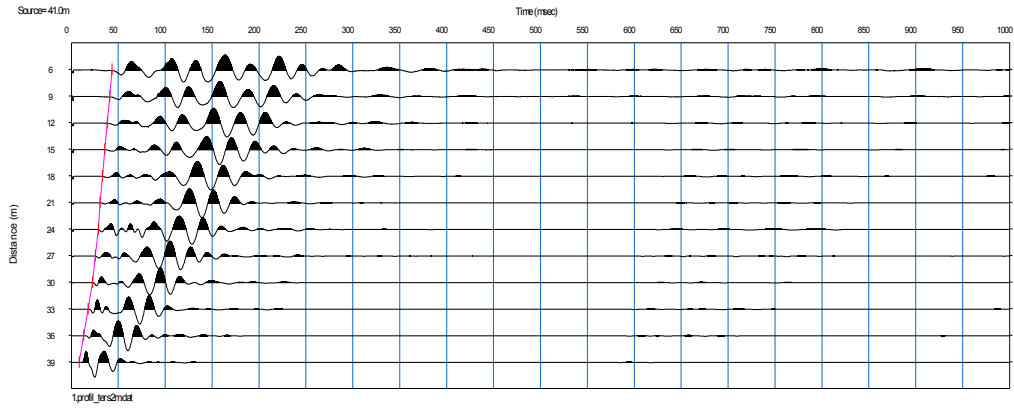
- Park, C.B., Miller, R.D. and Xia, J., 1998, Imaging dispersion curves of surface waves on multi-channel record. The Society of Exploration Geophysicists, 1377-1380.
- Park, CB, Miller RD ve Xia J 1999, Multichannel analysis of Surface Waves, Geophysics, 64, 800- 808.
- Perinçek, D., 1980, Arabistan Kıtası Kuzeyindeki Tektonik Evrimin Kıta Üzerinde Çökelen İstifteki Etkileri, 5. Türkiye Petrol Kongresi Bildirileri, 77-93, Ankara.
- Perinçek, D., Günay, Y. ve Kozlu, H., 1987, Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler, Türkiye 7. Petrol Kongresi, 89-103, Ankara.
- Perinçek, D., Duran, O., Bozdoğan, N., ve Çoruh, T., 1992, Güneydoğu Türkiye’de otokton sedimanter kayaların stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi: Türkiye ve çevresinin tektoniği, petrol potansiyeli. Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri, 274-305, Ankara
- Rigassi, E., 1971, Petroleum geology of Turkey. In: Campbell A.S. (ed.) Geology and History of Turkey. Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, pp. 453-482.
- Robertson, R.K., Campanella, R.G. ve Wightman, A. 1983, SPT-CPT Correlations, Proc.ASCE, (109)GT11:1449-1459.
- Robinson, E.S, and Coruh, C., 1988, Basic exploration geophysics Wiley, 562 p. New York, USA.
- Steeple, D.W. and Miller, R.D., 1990, Seismicreflection methods applied to engineering, environmental and groundwater problems. The Society of Exploration Geophysicists, 1-30, USA.
- Sunkar, M ve Tonbul, S., 2013, İluh Deresi Batman Havzası’nın Jeomorfolojisi, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, 24, 38-60, İstanbul
- Skempton, A. W., 1951, Ultimate bearing capacity of foundations: Geotech., 2, 301-332.
- Skempton, A. W., 1986, Standard Penetration Test Procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging and Overconsolidation, Geotechnique, 36, 3, 425-447.
- TDY (Türk Deprem Yönetmeliği), 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar. AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı, 159, Ankara.
- Telford, W., Geldart, L., Sheriff, R., and Keys, D., 1976, Applied Geophysics, Cambridge University Press, New York.

- Temple, P. G., Perry, L. J., 1962, Geology and oil occurrence, southeast Turkey. Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., 54., 627-637.
- Terzaghi, K., 1943, Theoretical Soil Mechanics Wiley, N.Y.
- Terzaghi, K. And Peck, R. B. 1948, Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley and Sons, New York.
- Terzaghi, K., Peck, B.R. ve Mesri G. 1996, Soil Mechanics in Engineering Practice, John Wiley & Sons, Inc.
- Ulusay, R., 2001, Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, Jeoloji Mühendisleri Odası yayını, 38, 385 Ankara.
- Van der Merwe, D.H., 1964, The prediction of heave from plasticity index and percentage clay fraction of soils S. African Civil Engr., 6, 103-107.
- Vesic, A.S. 1975, Bearing capacity of shallow foundations. Foundation Engineering Handbook, Chapter 3 , Hans F. Winterkorn and Hsai Yang Fang (Eds) Van Nostrand Reinhold.
- Xia, J., Miller, R.D. and Park, C.B. 1999, Estimation of near-surface shear-wave velocity by inversion of Rayleigh wave. Geophysics, 64(3), 691-700.
- Xia, J., Miller, R.D., and Park, C.B., 2000, Advantages of calculating shear-wave velocity from surface waves with higher modes. The Society of Exploration Geophysicists, 1295–1298.
- Yalçinkaya, E., 2010, Zemin neden bu kadar önemli. Jeofizik Bülteni, http://www.jeofizik.org.tr/resimler/ekler/8997733ec258a9f_ek.pdf?dergi=24, (15.06.2014).
- Yıldırım, A. ve Karadoğan, S., 2011, Raman Dağları Güneyinde (Dicle Vadisi) Morfometrik ve Morfotektonik Analizler, *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16, 154-166.
- Yılmaz, E. , Duran, O. 1997, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlana Sözlüğü, 241, T.P.A.O. Arş. Merk. Grubu Başkanlığı Eğitim Yay. No: 31, Ankara.

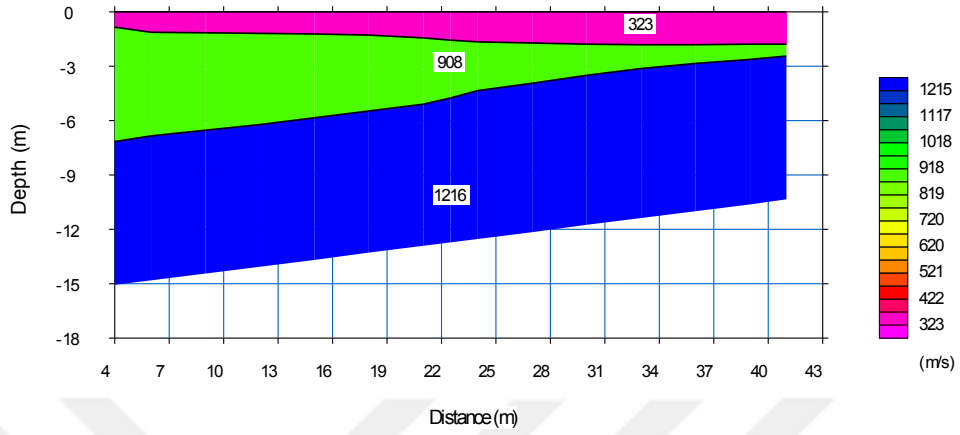
<http://www.jeofizikmuhendisleri.com>

<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/mudim/katalog.asp>

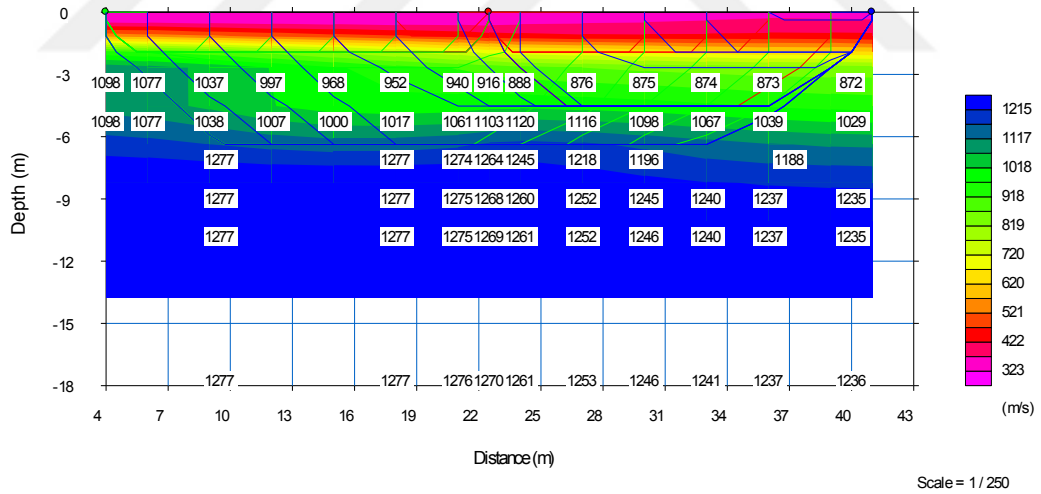
<http://www.soiltest.com.tr>

EKLER**EK-1 JEOFİZİK (SİSMİK ÇALIŞMA) EKLER****1.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW****Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz****Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters**

1.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

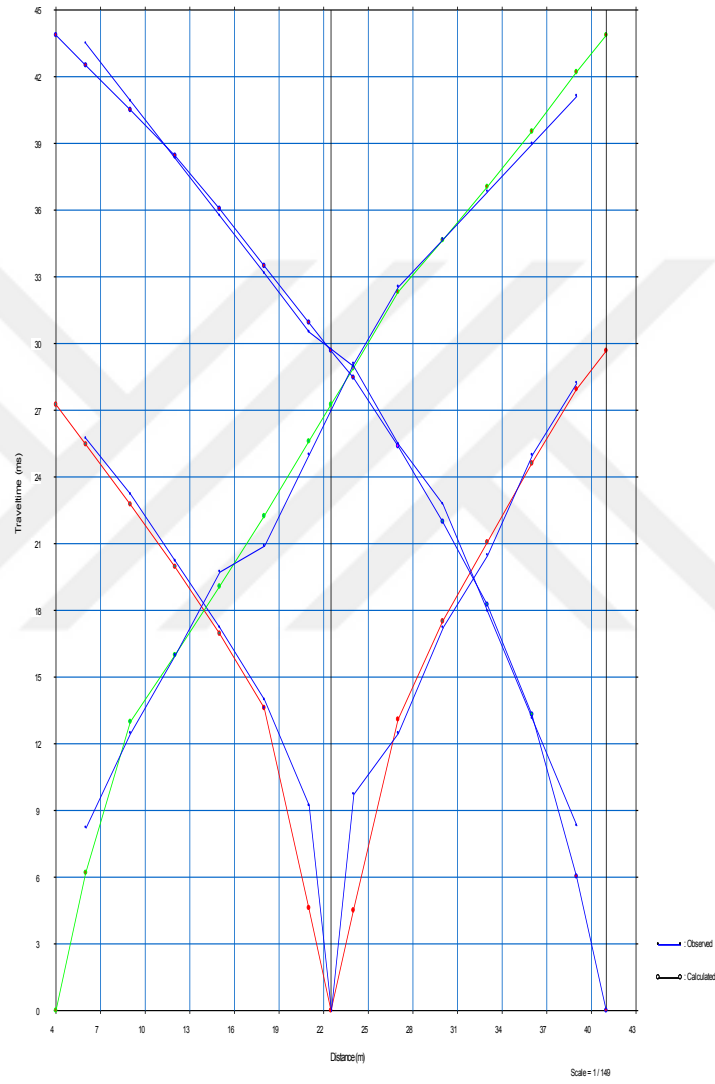


P dalgası tabakalı yer altı modeli



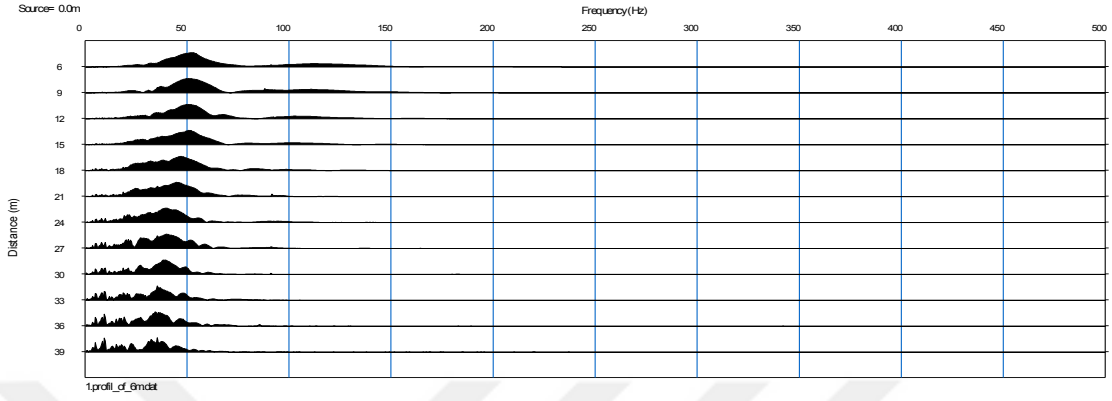
P dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

1.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

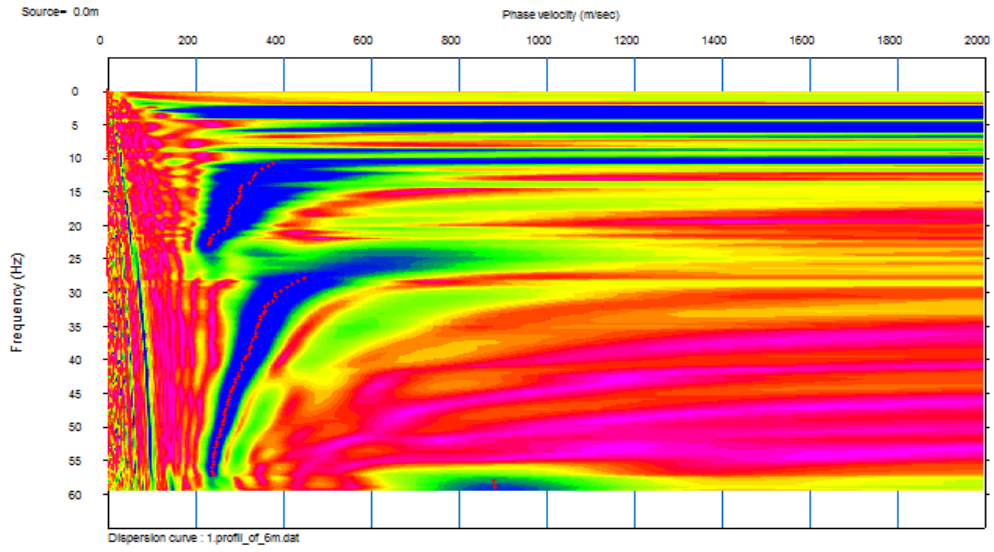


P Dalgası Yol-Zaman Grafiği

1.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW



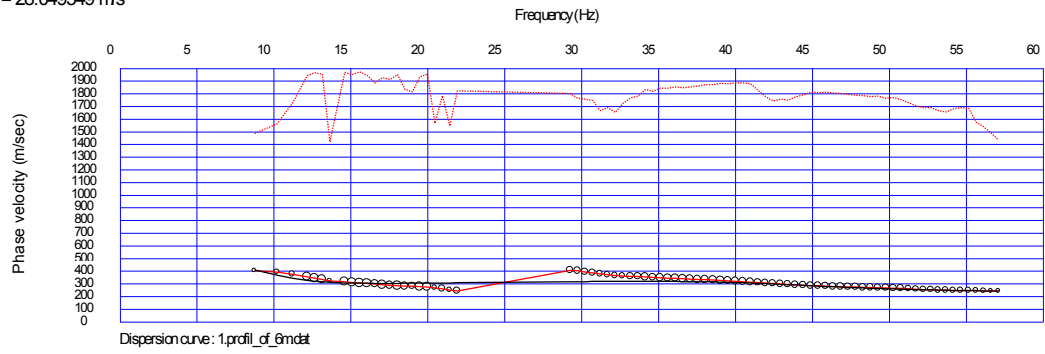
Yüzey Dalgası (Frekans Ortamı) Arazi Kaydı



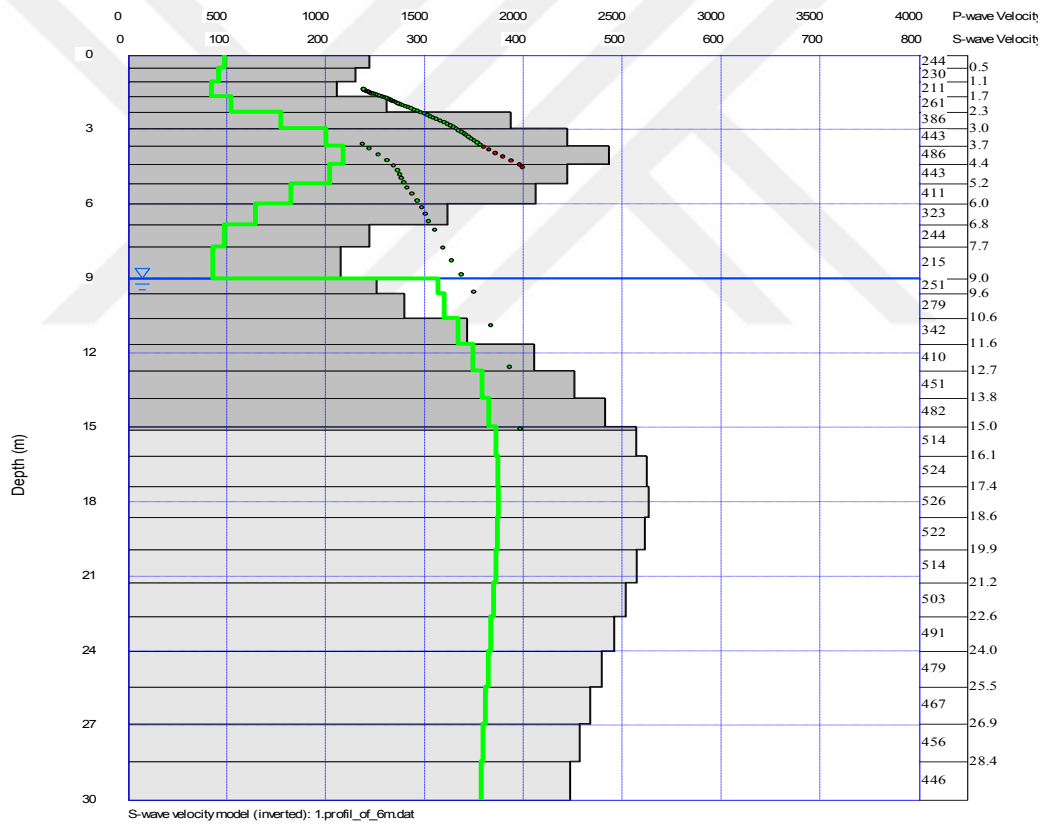
Dispersiyon Eğrisi

1.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

RMSE = 28.049549 m/s

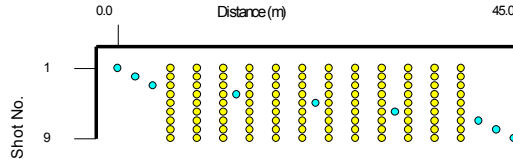


Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi

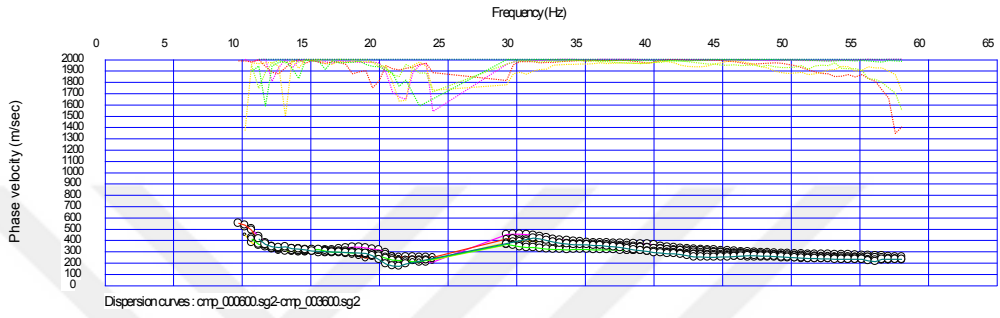


Derinliğe Bağlı S Dalgası Değişim

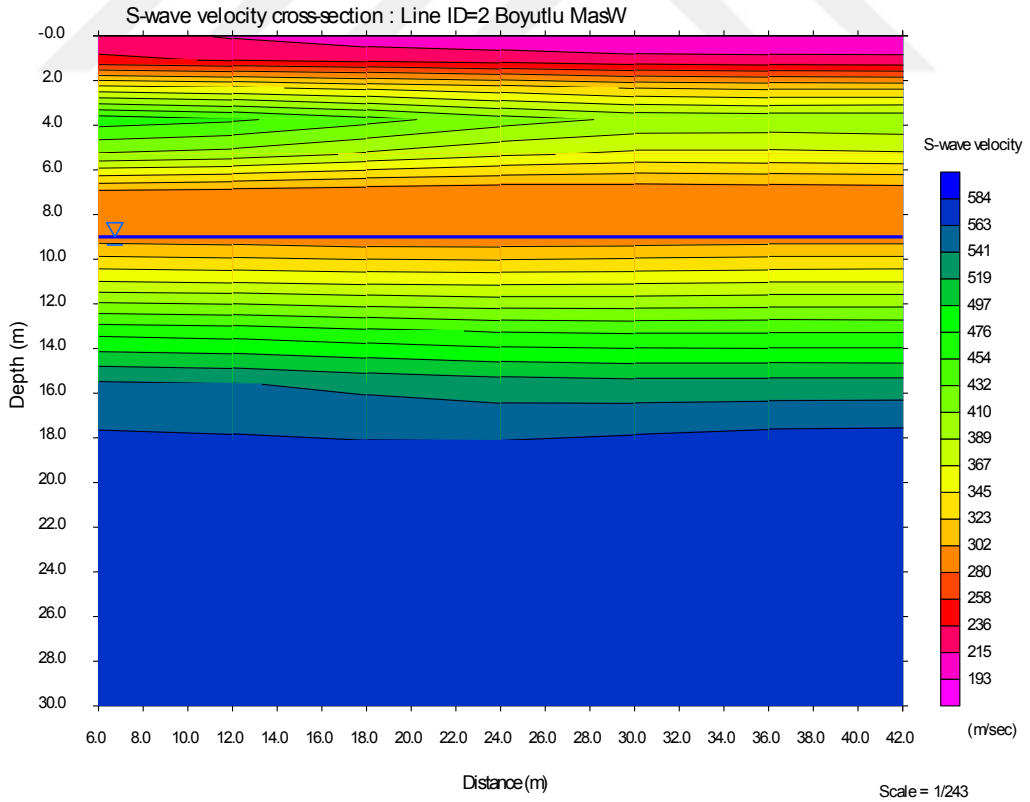
1.PROFİL SİSMİK KIRILMA-2B MASW



Atış Geometrisi

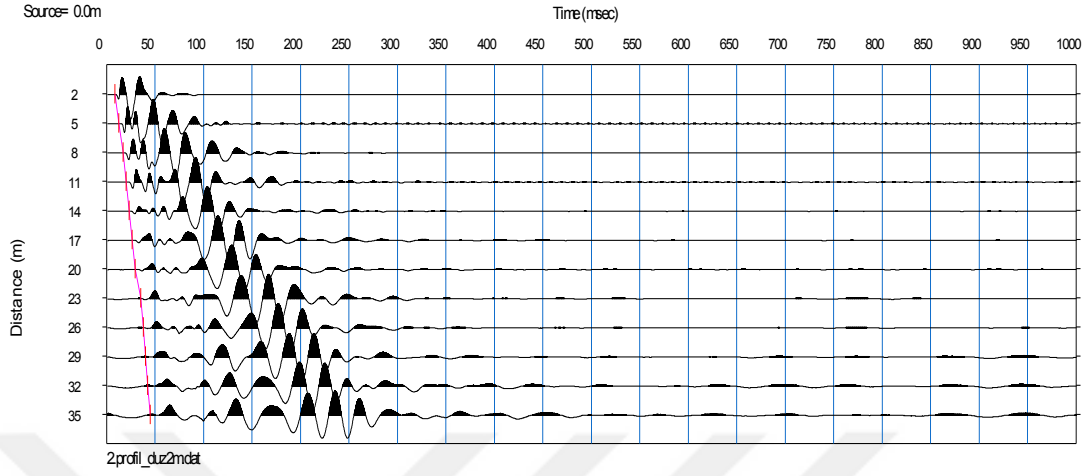


Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi

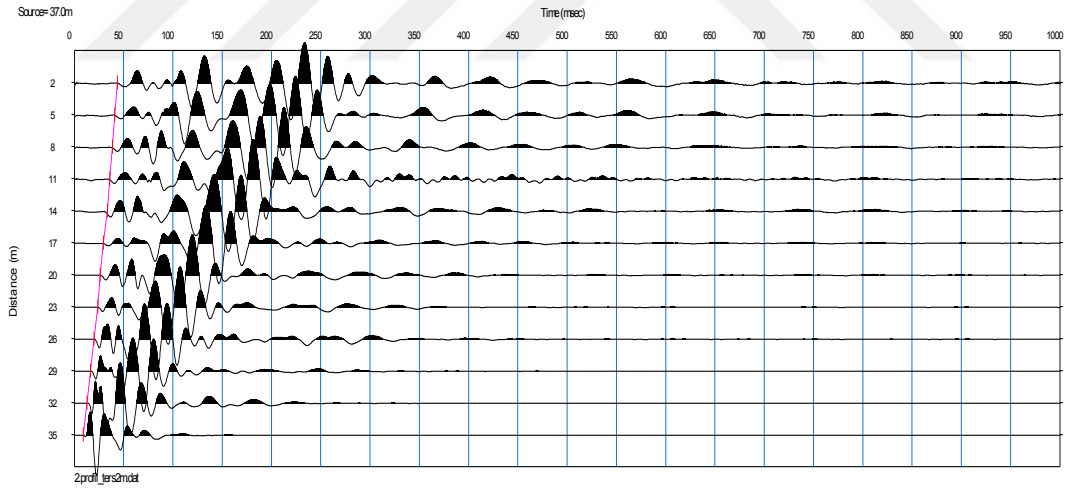


2 Boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

2.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

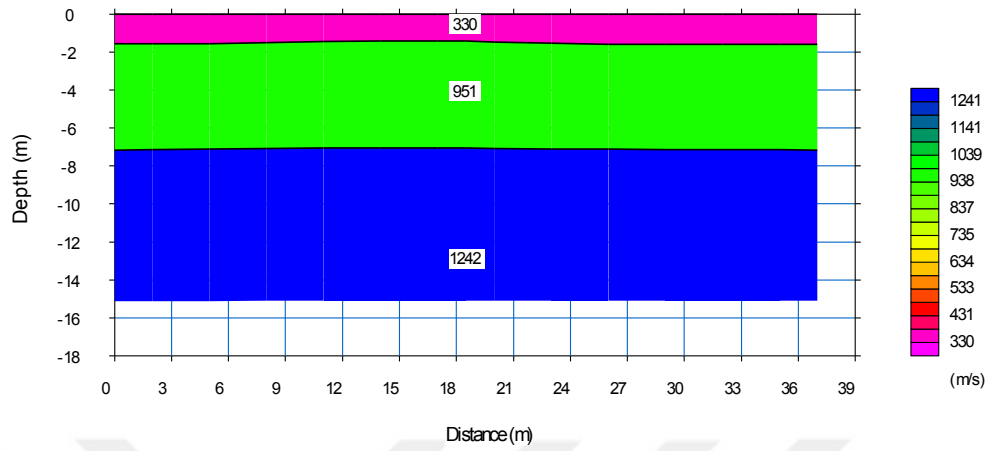


Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz

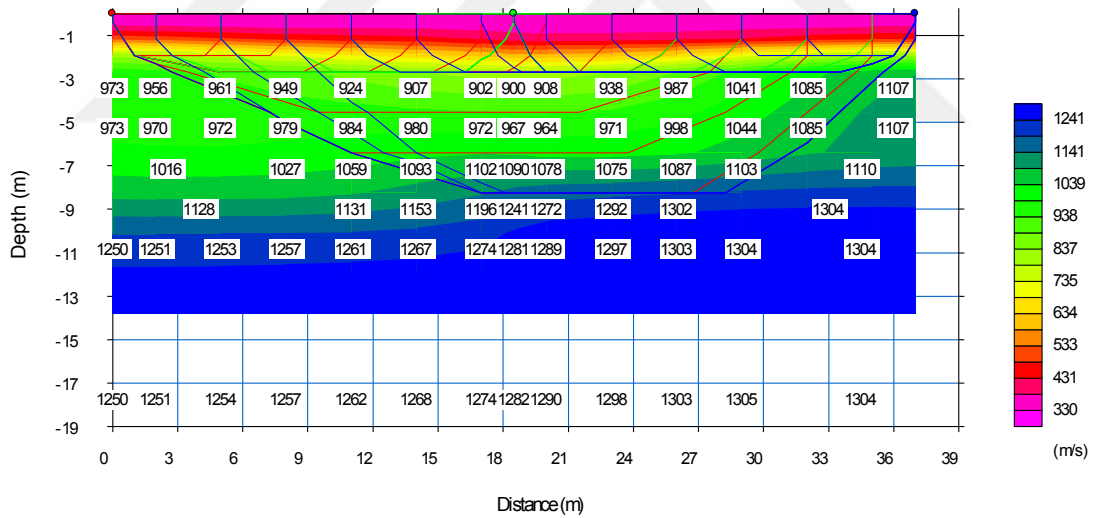


Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters

2.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

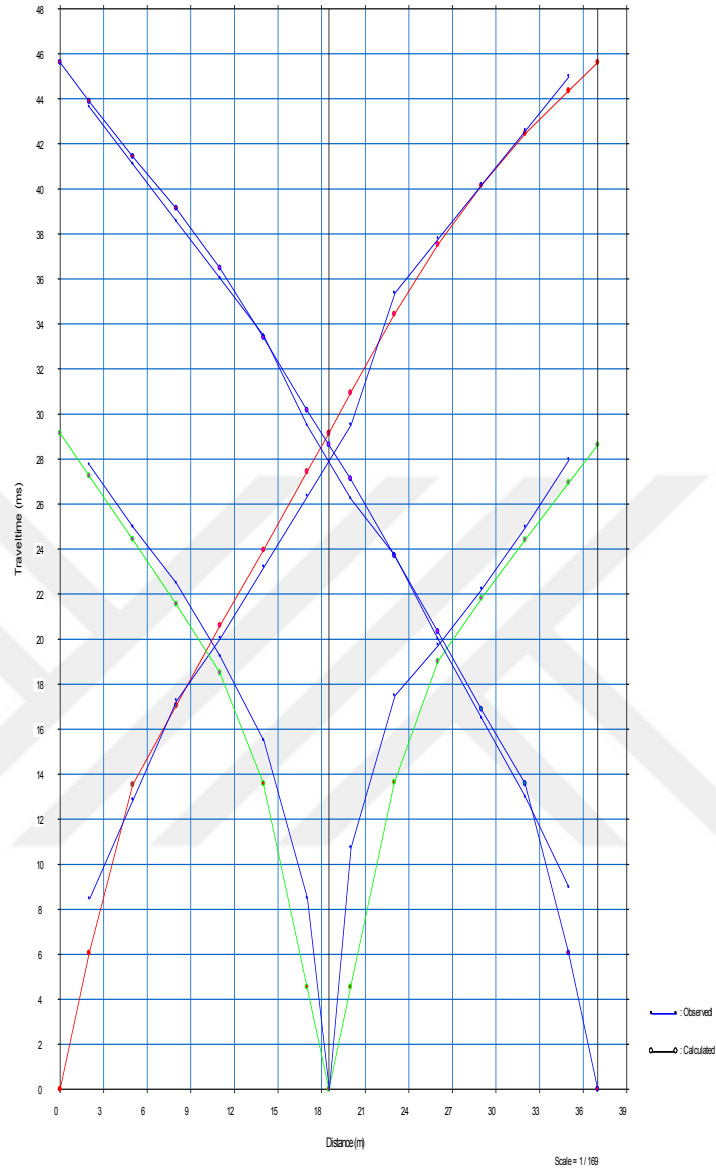


P wave layered model (P dalgası tabakalı yer altı modeli)



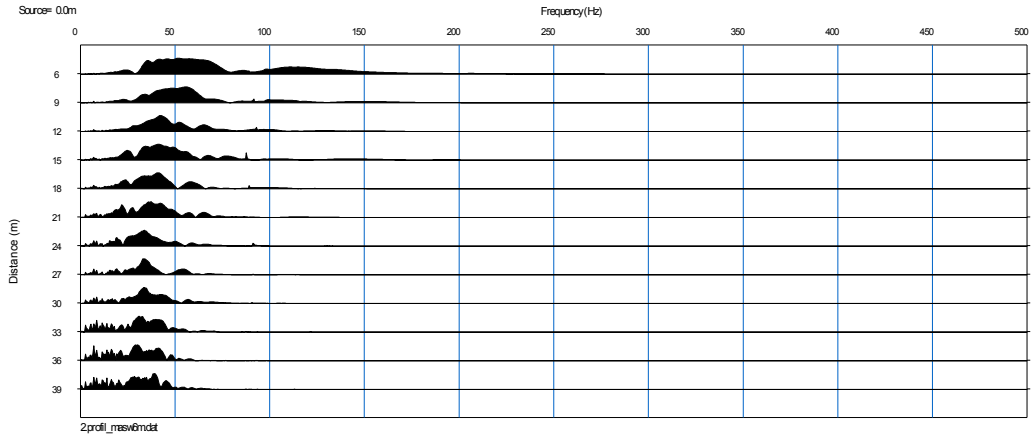
P dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

2.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

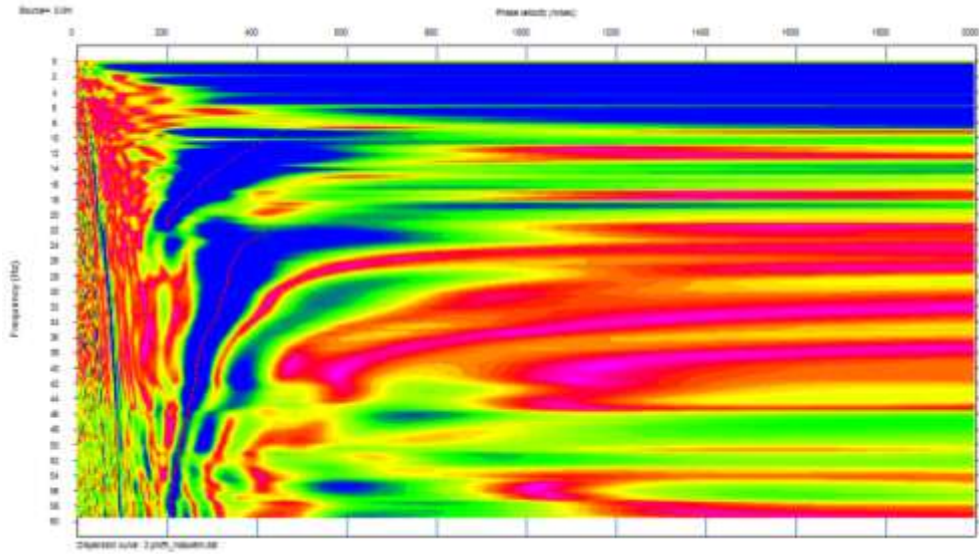


P Dalgası Yol-Zaman Grafiği

2.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

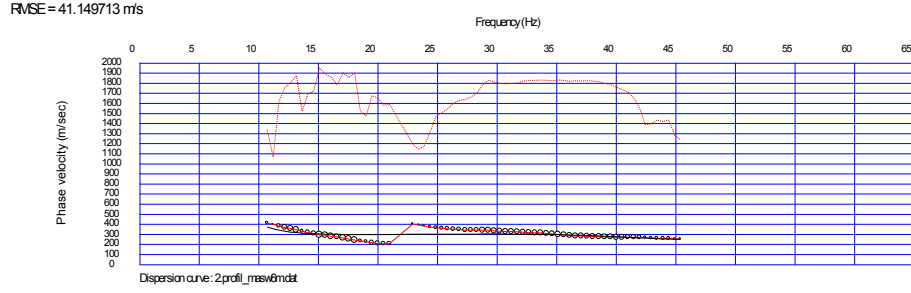


Yüzey Dalgası (Frekans Ortamı) Arazi Kaydı

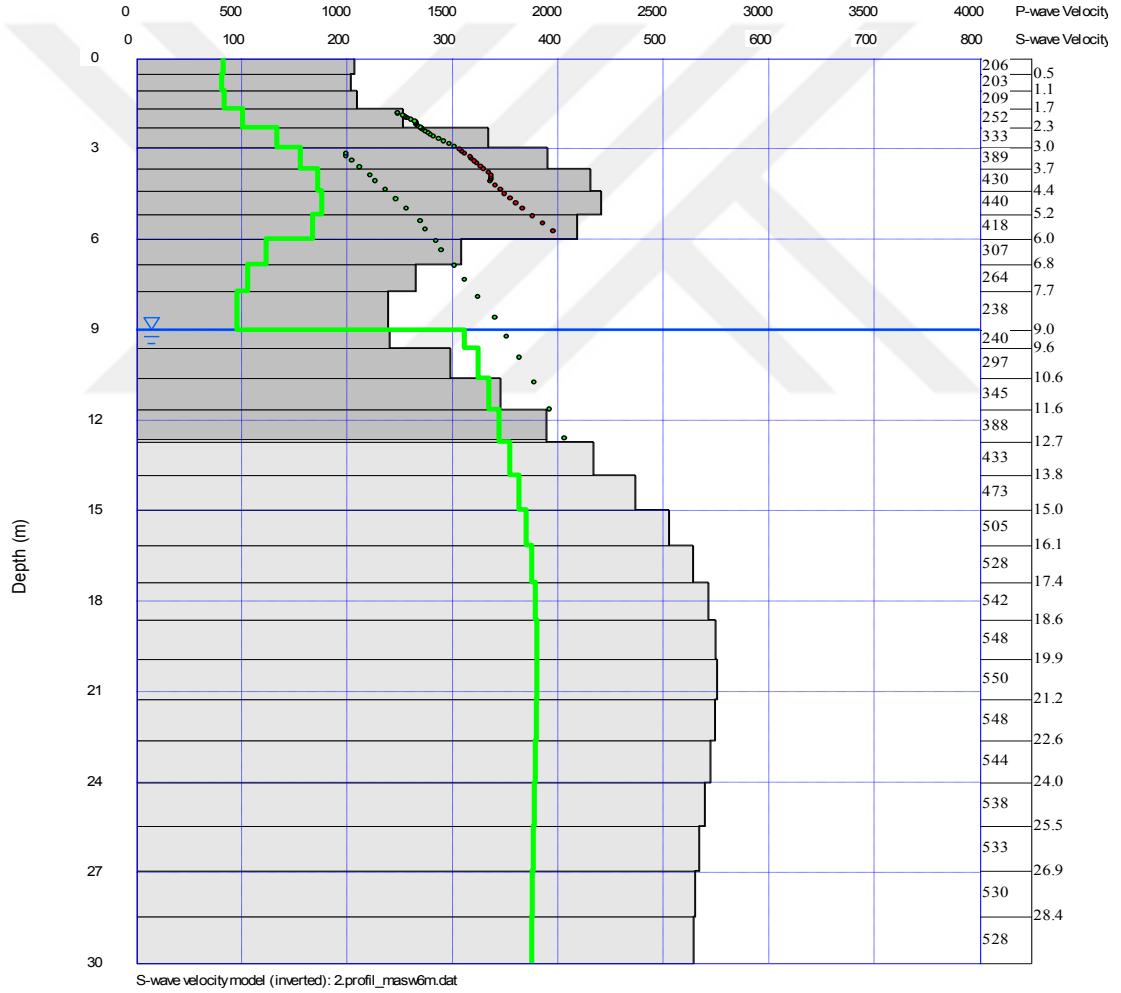


Dispersiyon Eğrisi

2.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

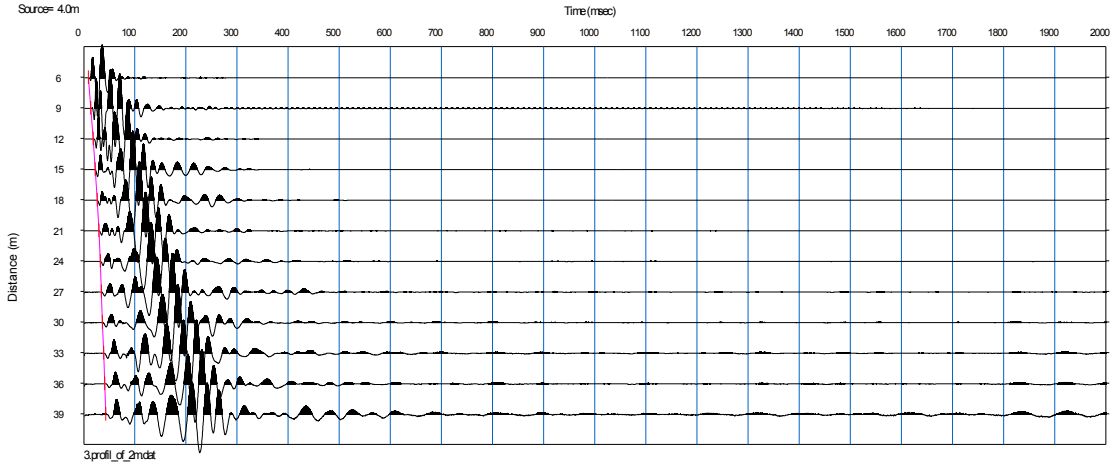


Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi

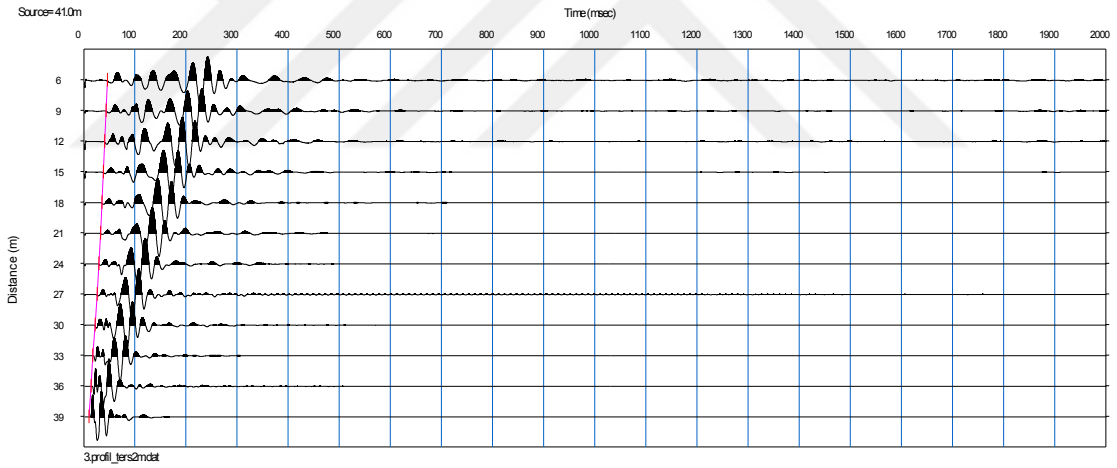


Derinliğe Bağlı S Dalgası Değişim

3.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

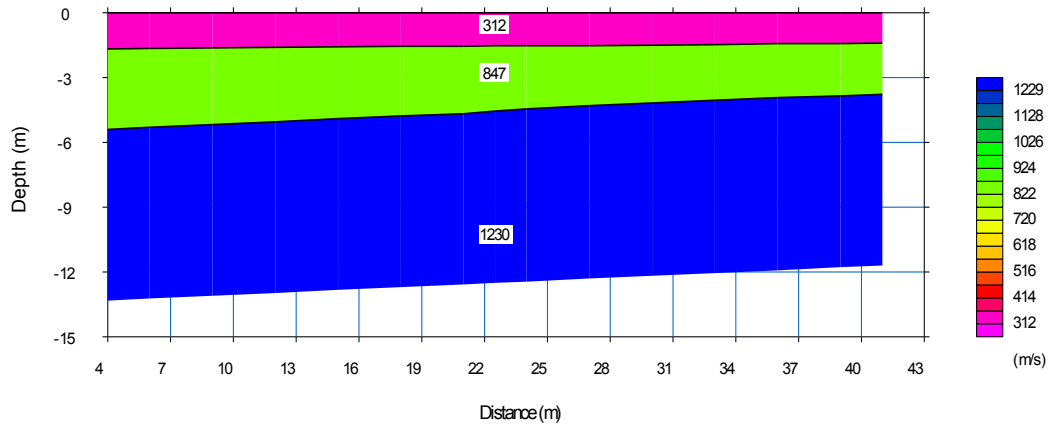


Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz

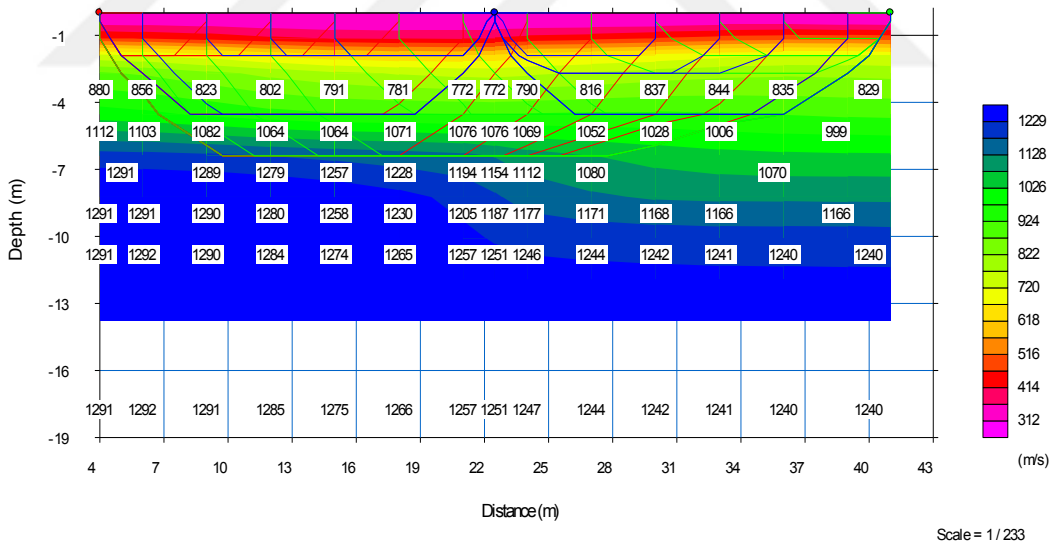


Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters

3.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

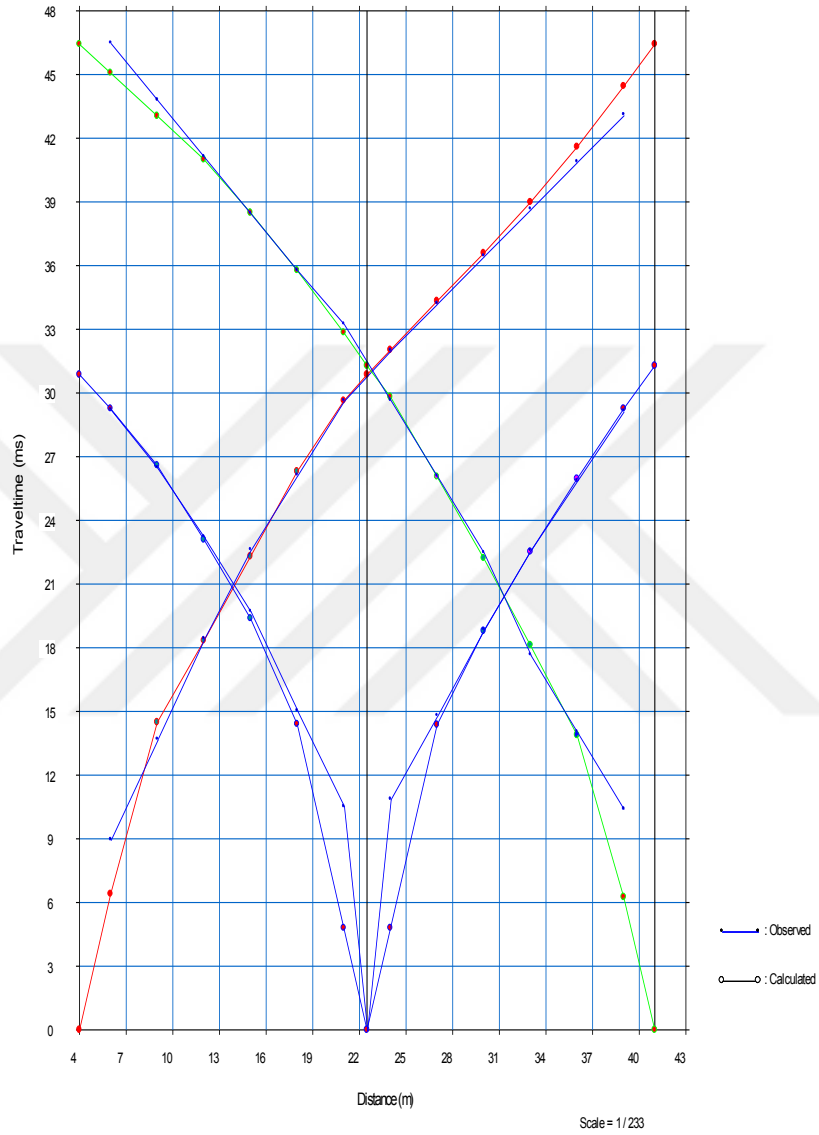


P wave layered model (P dalgası tabakalı yer altı modeli)



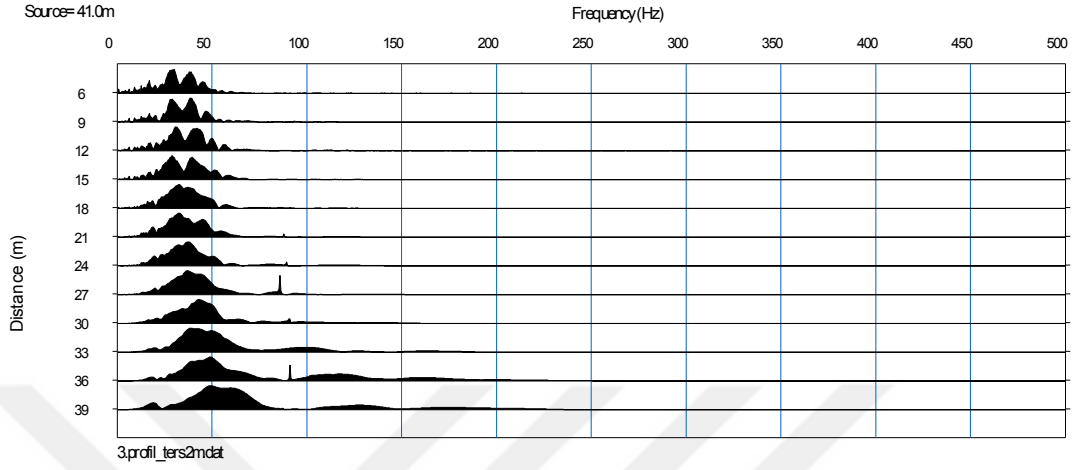
P dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

3.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

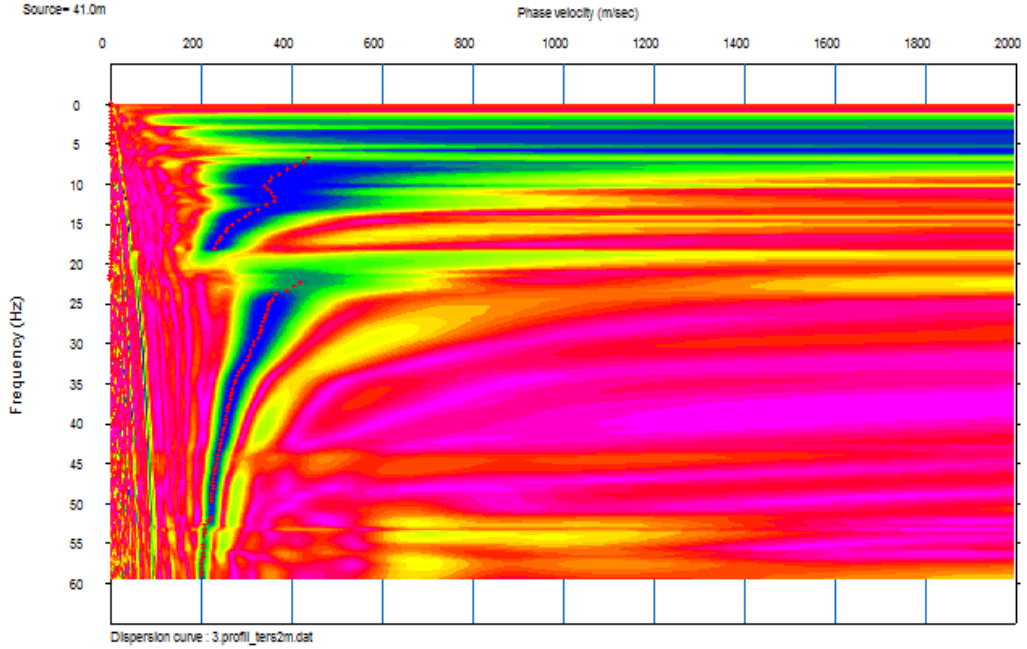


P Dalgası Yol-Zaman Grafiği

3.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW



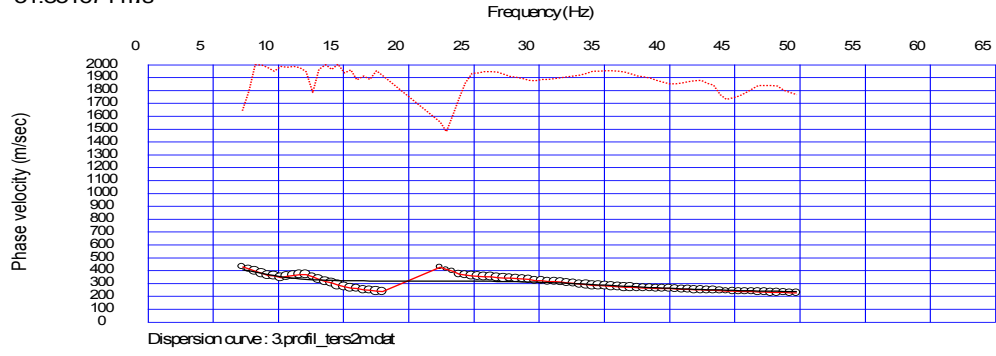
Yüzey Dalgası (Frekans Ortamı) Arazi Kaydı



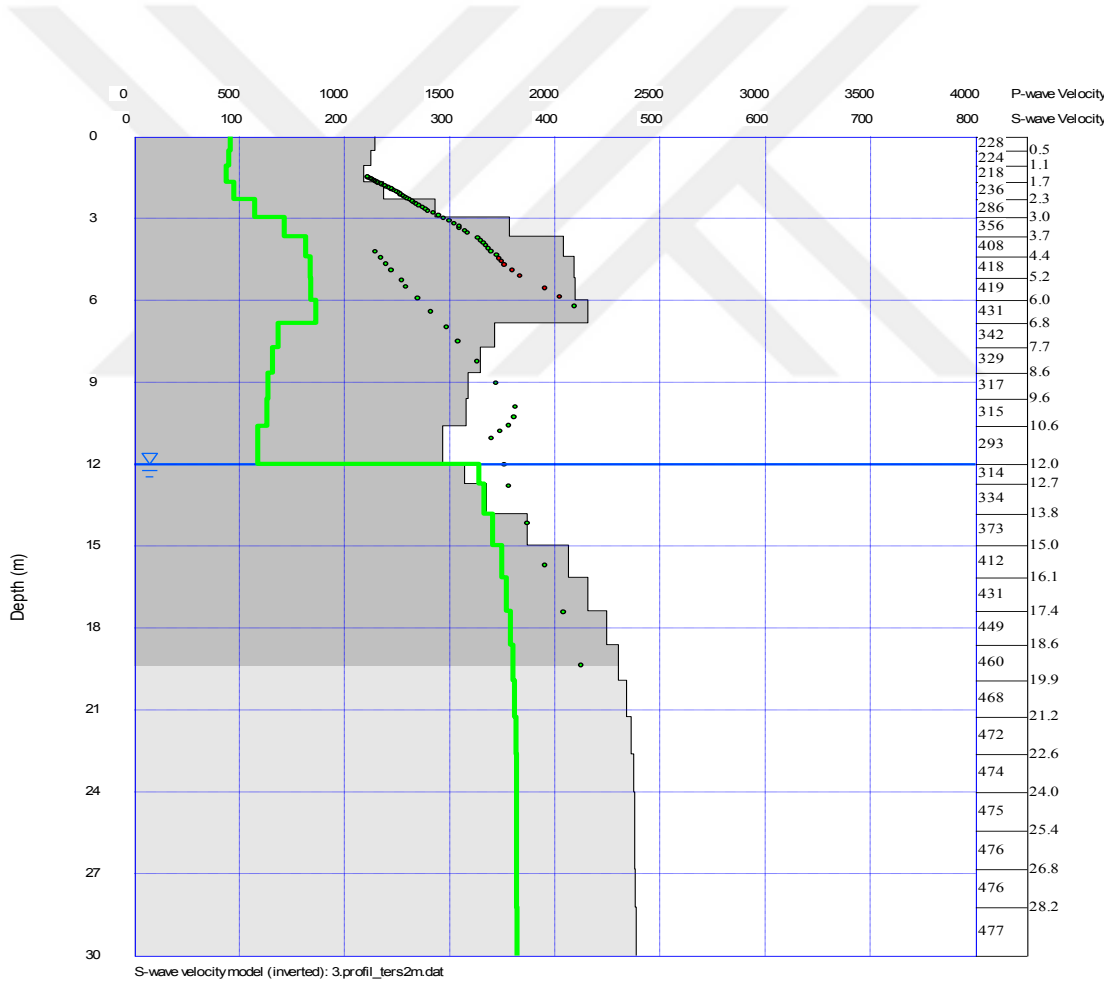
Dispersiyon Eğrisi

3.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

RMSE = 31.831674 m/s

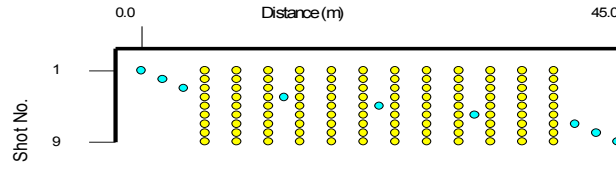


Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi

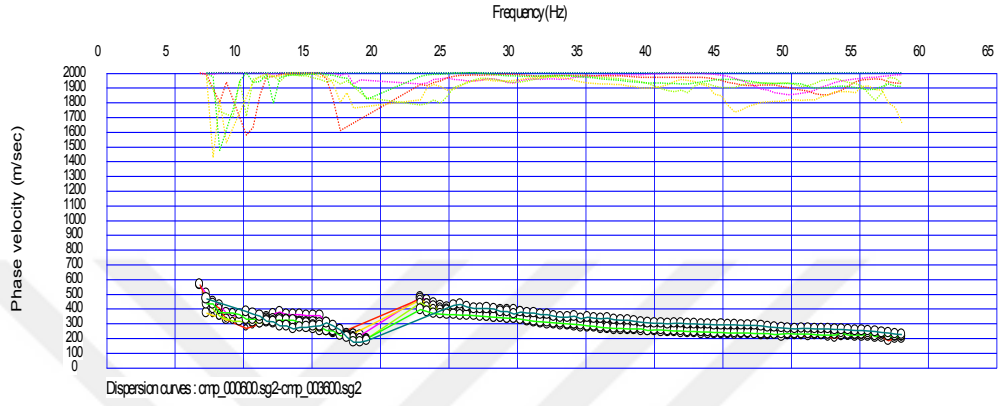


Derinliğe Bağlı S Dalgası Değişim

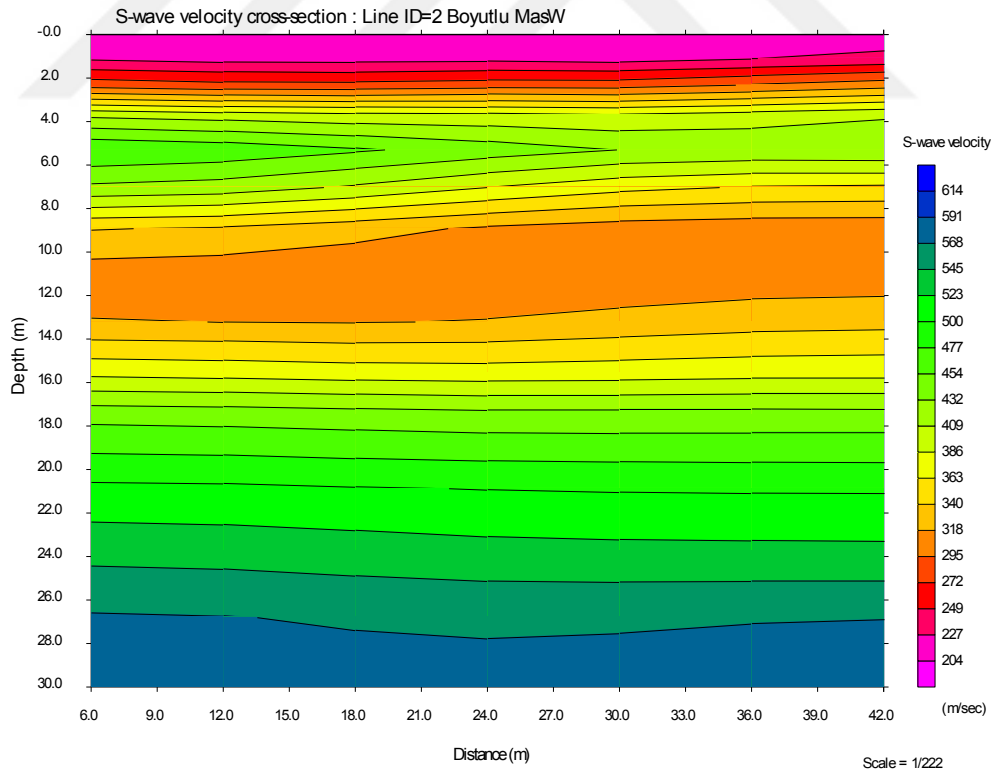
3.PROFİL SİSMİK KIRILMA- 2B MASW



Atış Geometrisi

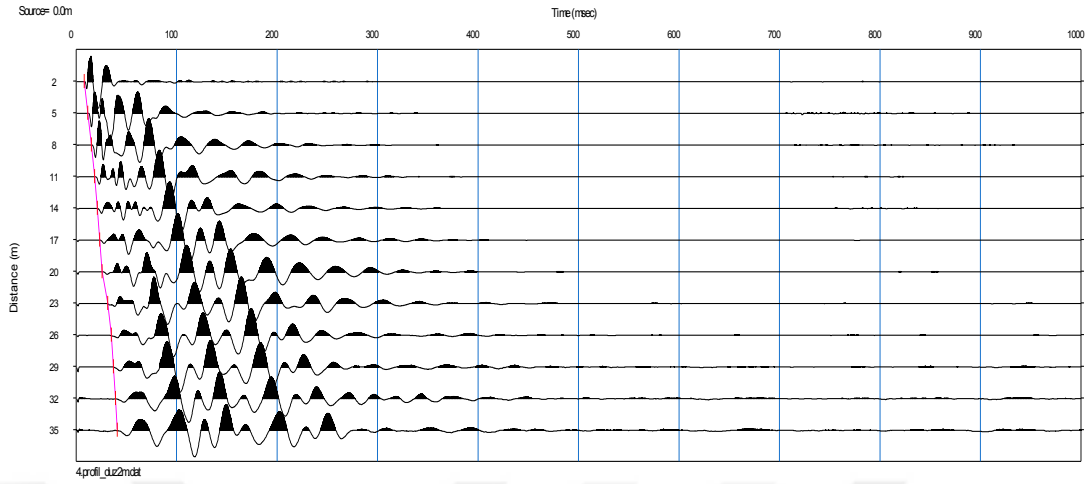


Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi

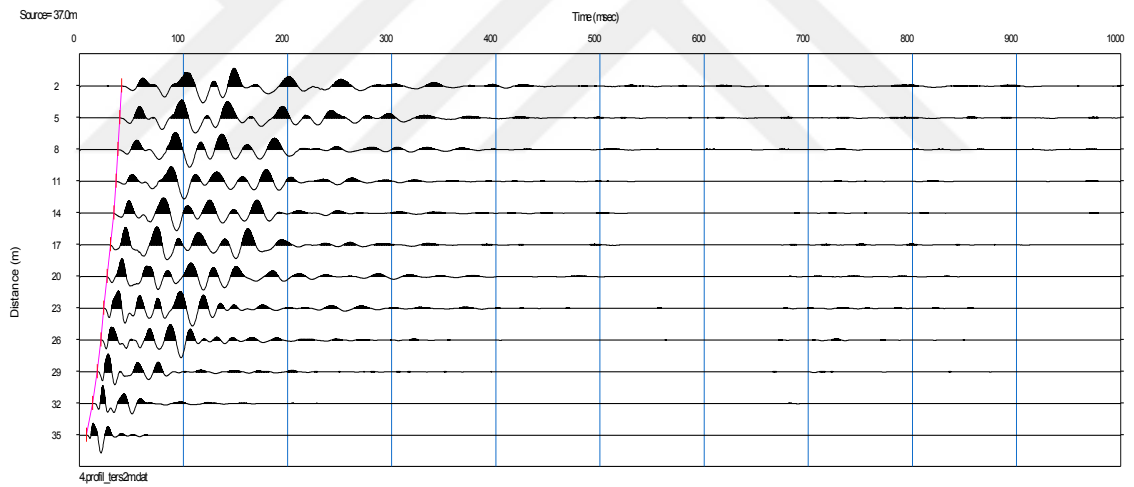


2 boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

4.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

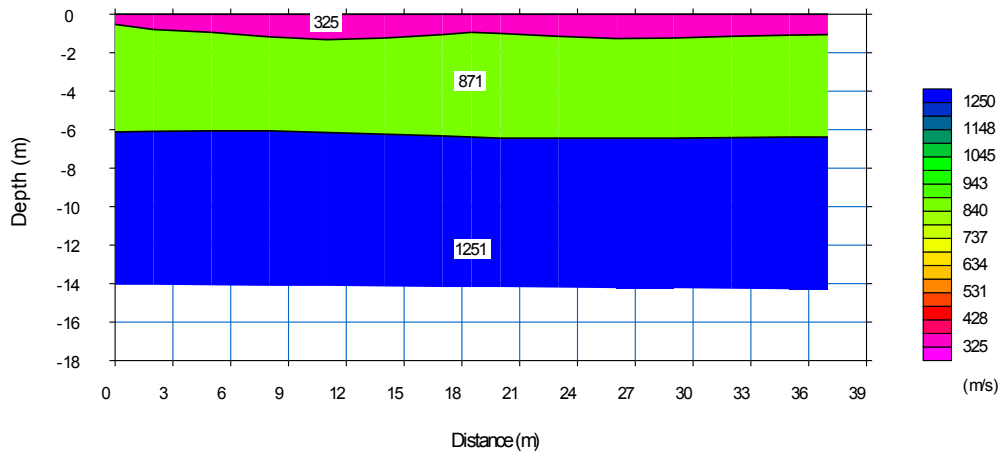


Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz

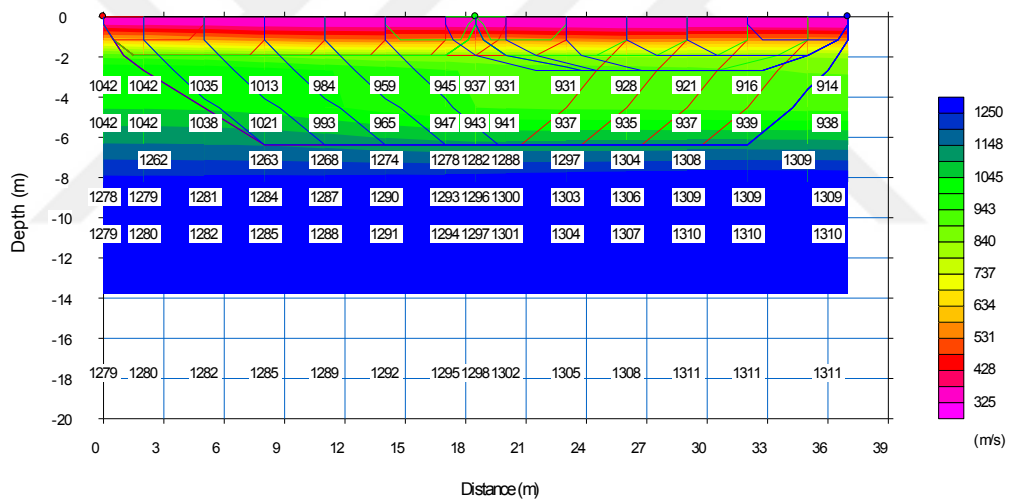


Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters

4.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

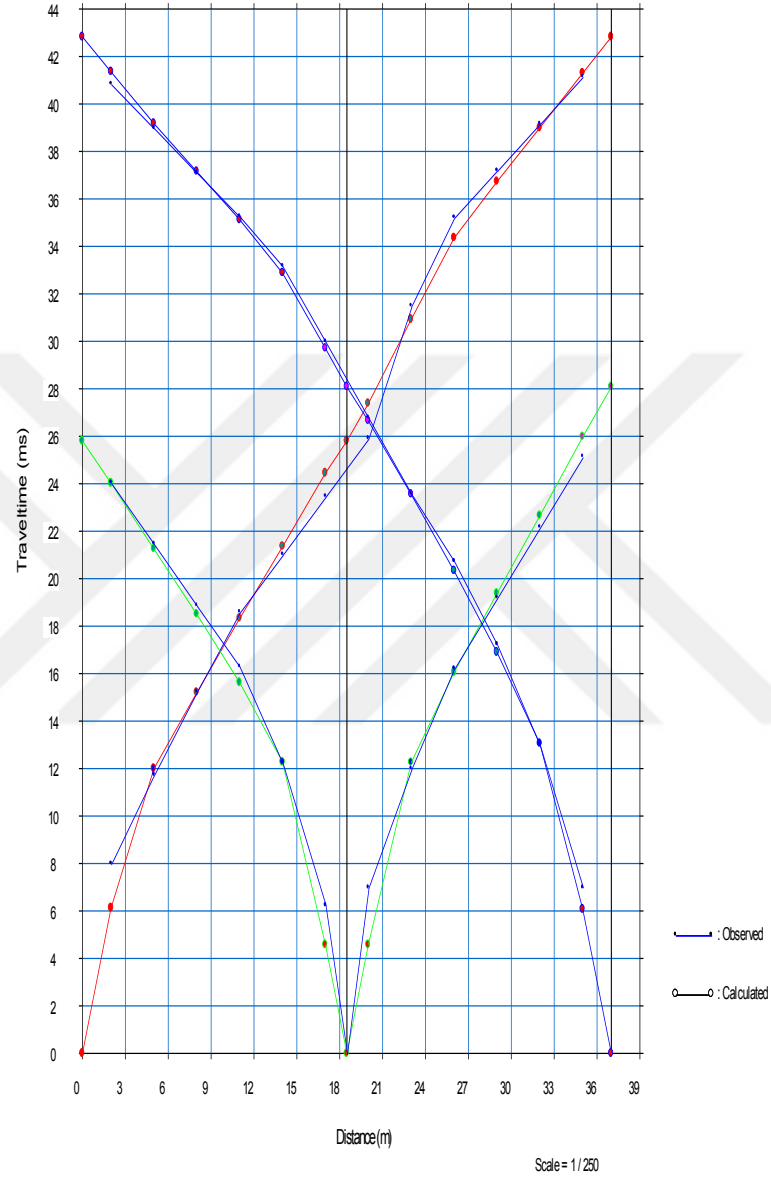


P wave layered model (P dalgası tabakalı yer altı modeli)



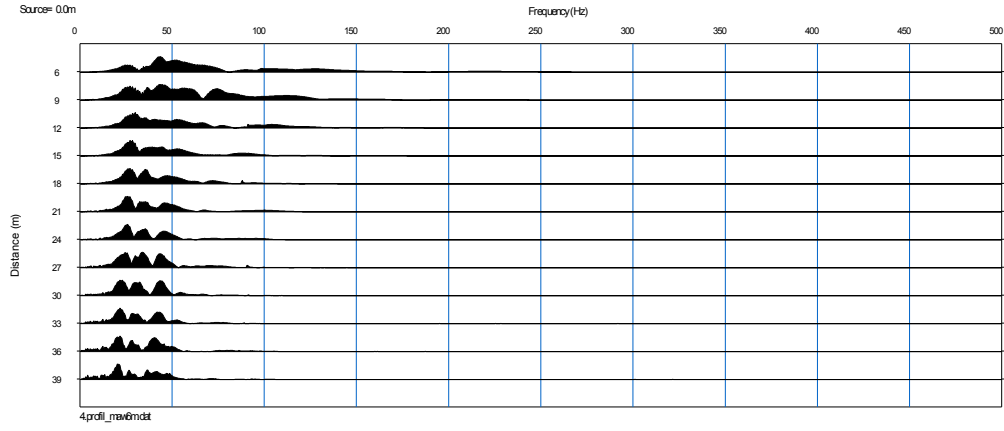
P wave inversion with tomography (P dalgası ters çözüm yer altı tomografisi)

4.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

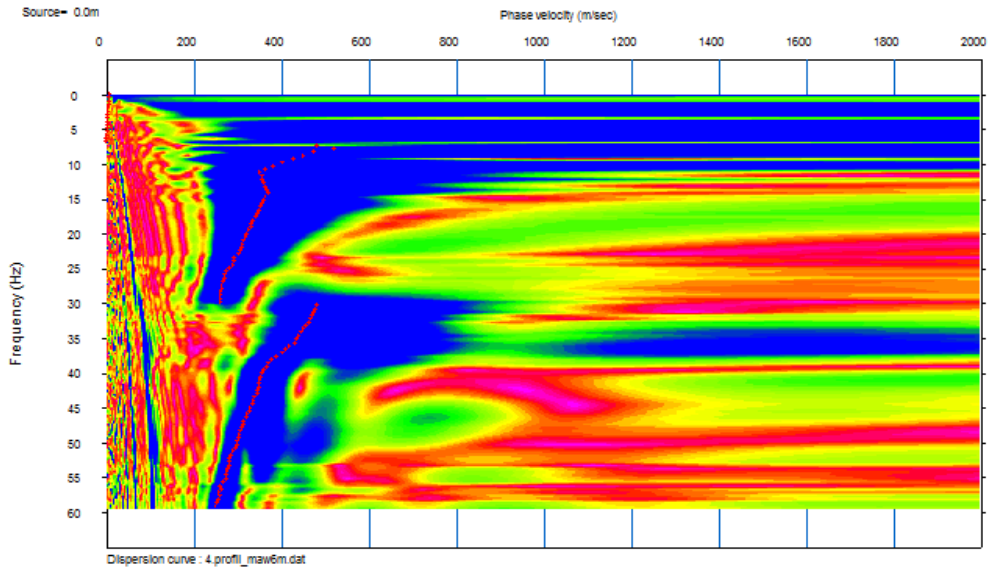


P Dalgası Yol-Zaman Grafiği

4.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW



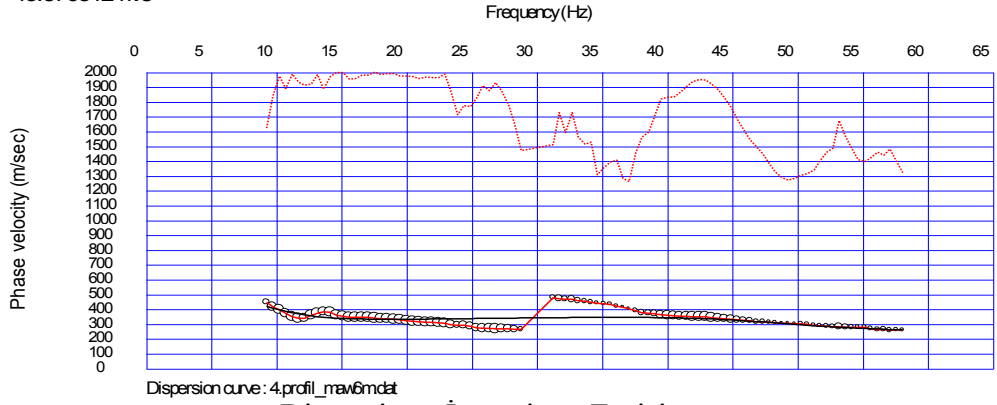
Yüzey Dalgası (Frekans Ortamı) Arazi Kaydı



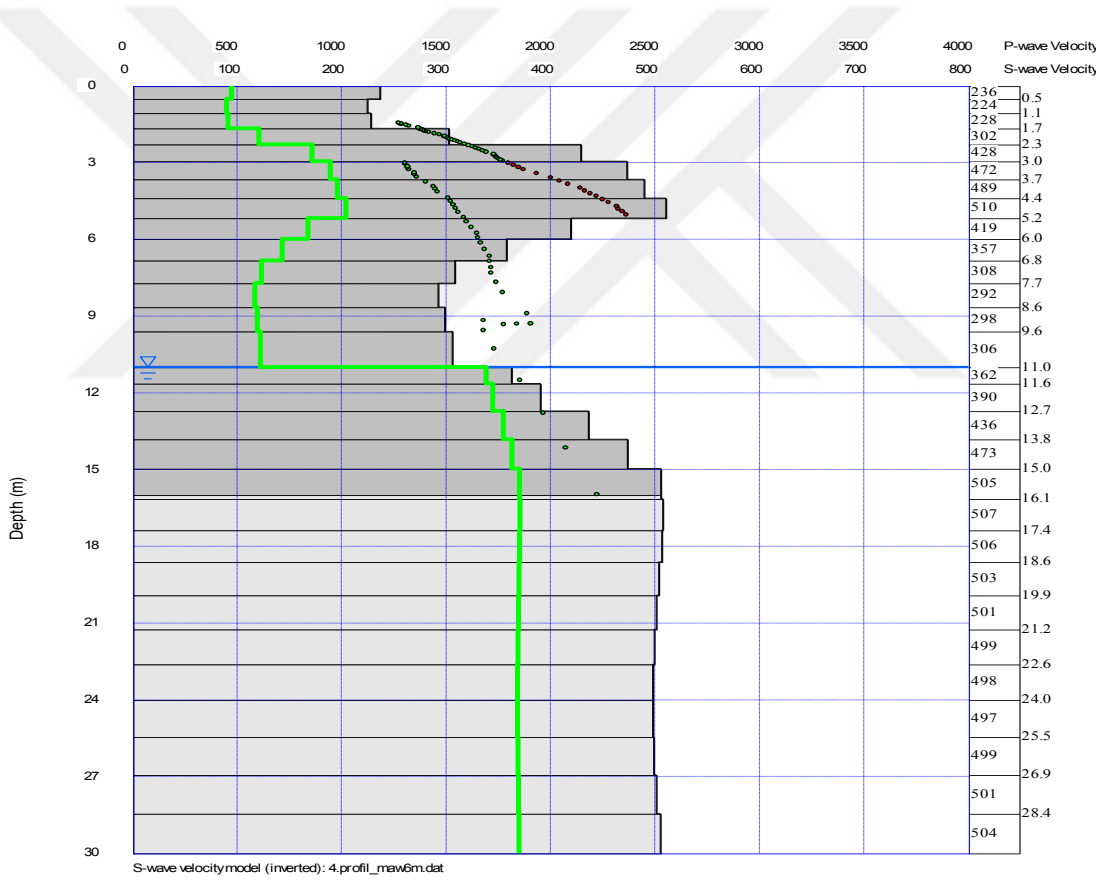
Dispersiyon Eğrisi

4.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

RMSE = 45.876812 m/s



Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi



Derinliğe Bağlı S Dalgası Değişim

4.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

P Dataları :

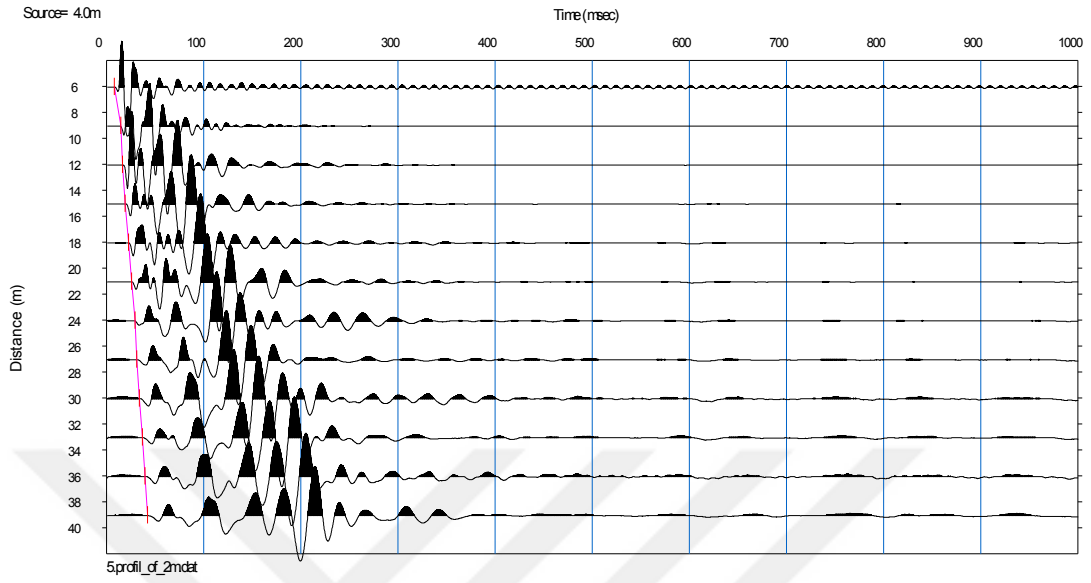
The spread contains 3 shotpoints and 15 geophones

SP	Elev	X-loc	Y-Loc	Depth
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	18.50	0.00	0.00
3	0.00	37.00	0.00	0.00

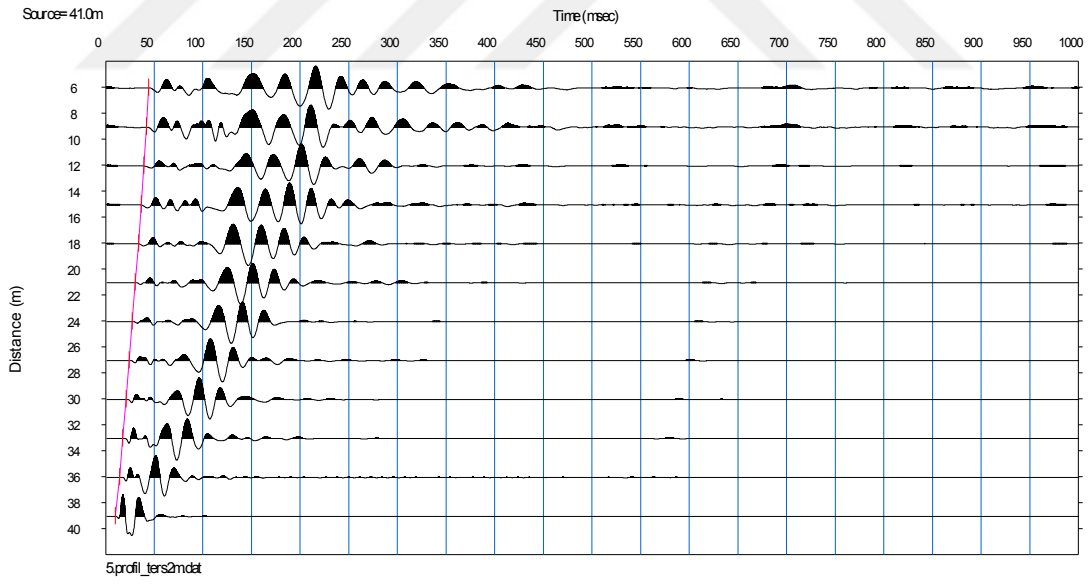
Geo	Elev	X-loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3
1	0.00	0.00	0.00	0.00 1	25.82 1	42.85 1
2	0.00	2.00	0.00	6.13 1	24.05 1	41.36 1
3	0.00	5.00	0.00	12.02 1	21.27 1	39.19 1
4	0.00	8.00	0.00	15.21 1	18.52 1	37.17 1
5	0.00	11.00	0.00	18.33 1	15.64 1	35.13 1
6	0.00	14.00	0.00	21.37 1	12.29 1	32.90 1
7	0.00	17.00	0.00	24.45 1	4.60 1	29.72 1
8	0.00	18.50	0.00	25.82 1	0.00 1	28.09 1
9	0.00	20.00	0.00	27.39 1	4.59 1	26.67 1
10	0.00	23.00	0.00	30.94 1	12.26 1	23.57 1
11	0.00	26.00	0.00	34.36 1	16.06 1	20.35 1
12	0.00	29.00	0.00	36.73 1	19.38 1	16.92 1
13	0.00	32.00	0.00	39.02 1	22.65 1	13.06 1
14	0.00	35.00	0.00	41.31 1	26.00 1	6.10 1
15	0.00	37.00	0.00	42.85 1	28.09 1	0.00 1

SP	X-loc	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7	Layer 8	Layer 9	Layer 10
1	0.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
2	18.50	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
3	37.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
					Geo					
1	0.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
2	2.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
3	5.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
4	8.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
5	11.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
6	14.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
7	17.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
8	18.50	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
9	20.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
10	23.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
11	26.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
12	29.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
13	32.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
14	35.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95
15	37.00	0.39	1.16	1.93	2.70	4.55	6.40	8.25	10.10	11.95

5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

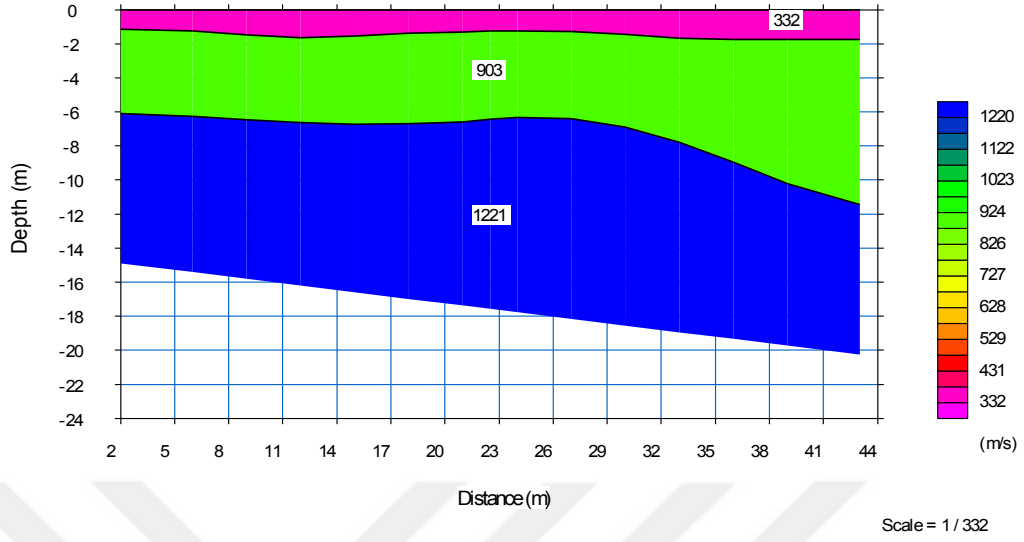


Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz

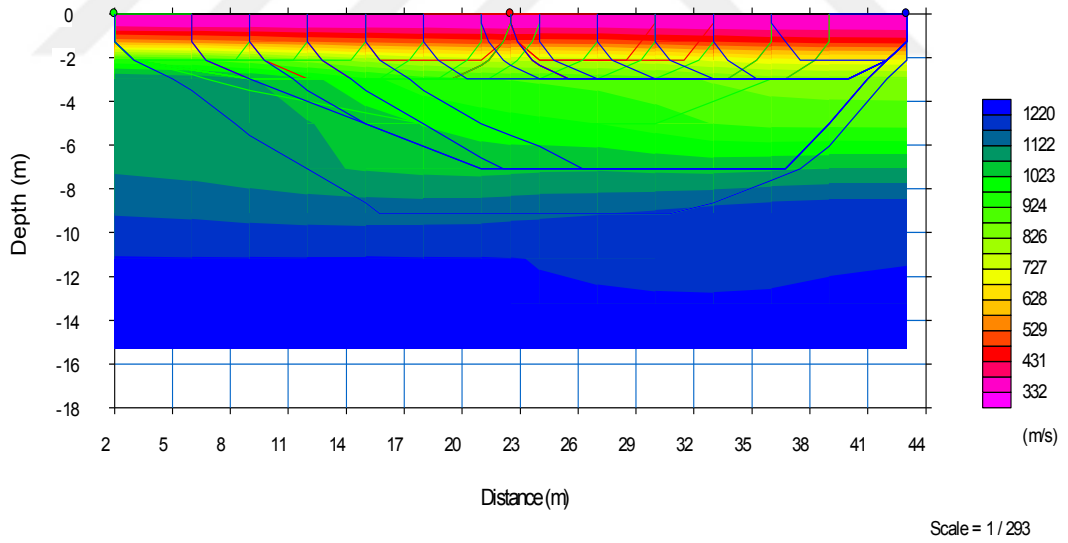


Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters

5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

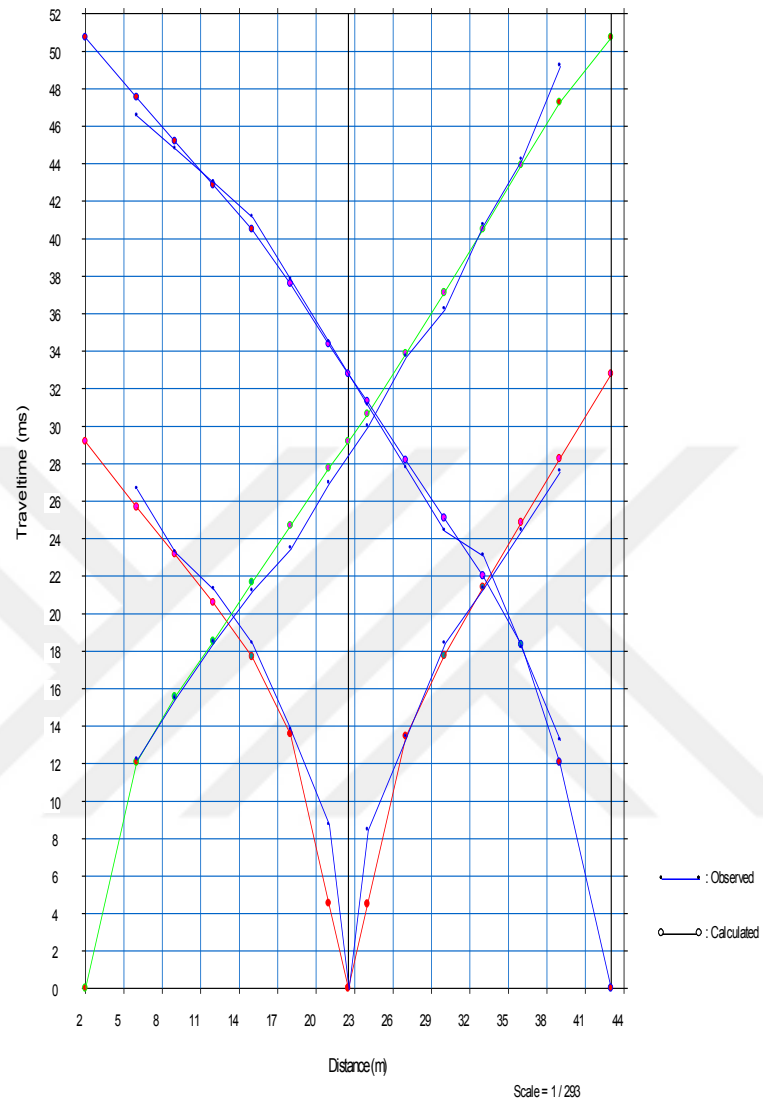


P wave layered model (P dalgası tabakalı yer altı modeli)



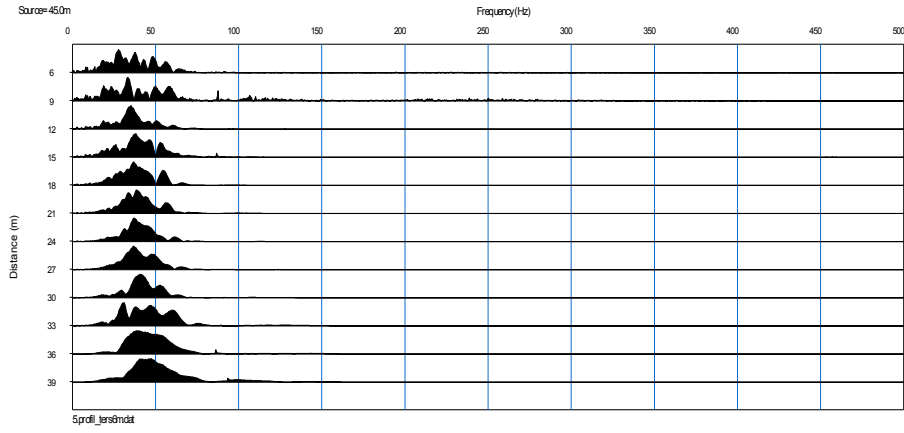
P dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

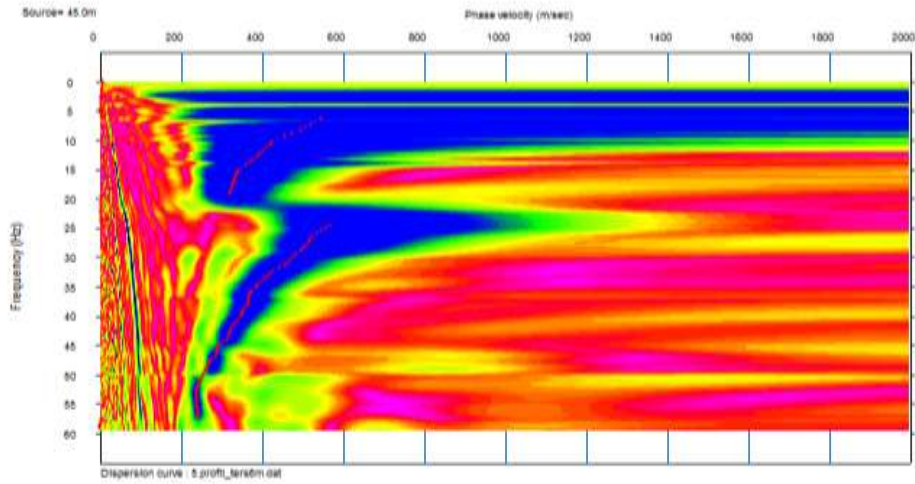


P Dalgası Yol-Zaman Grafiği

5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW



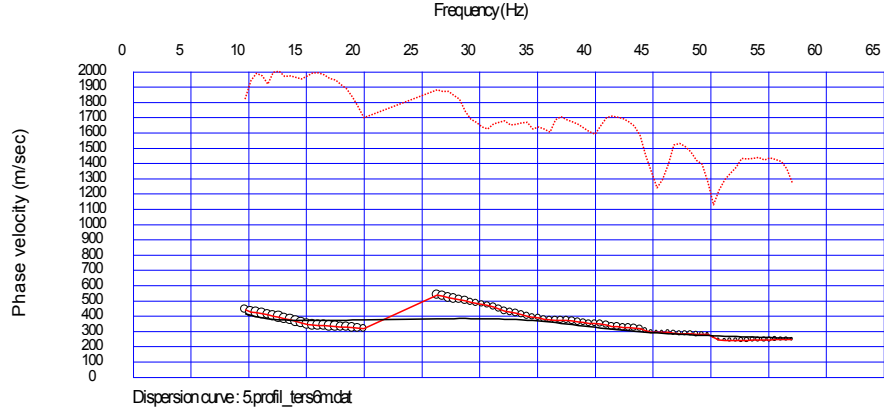
Yüzey Dalgası (Frekans Ortamı) Arazi Kaydı



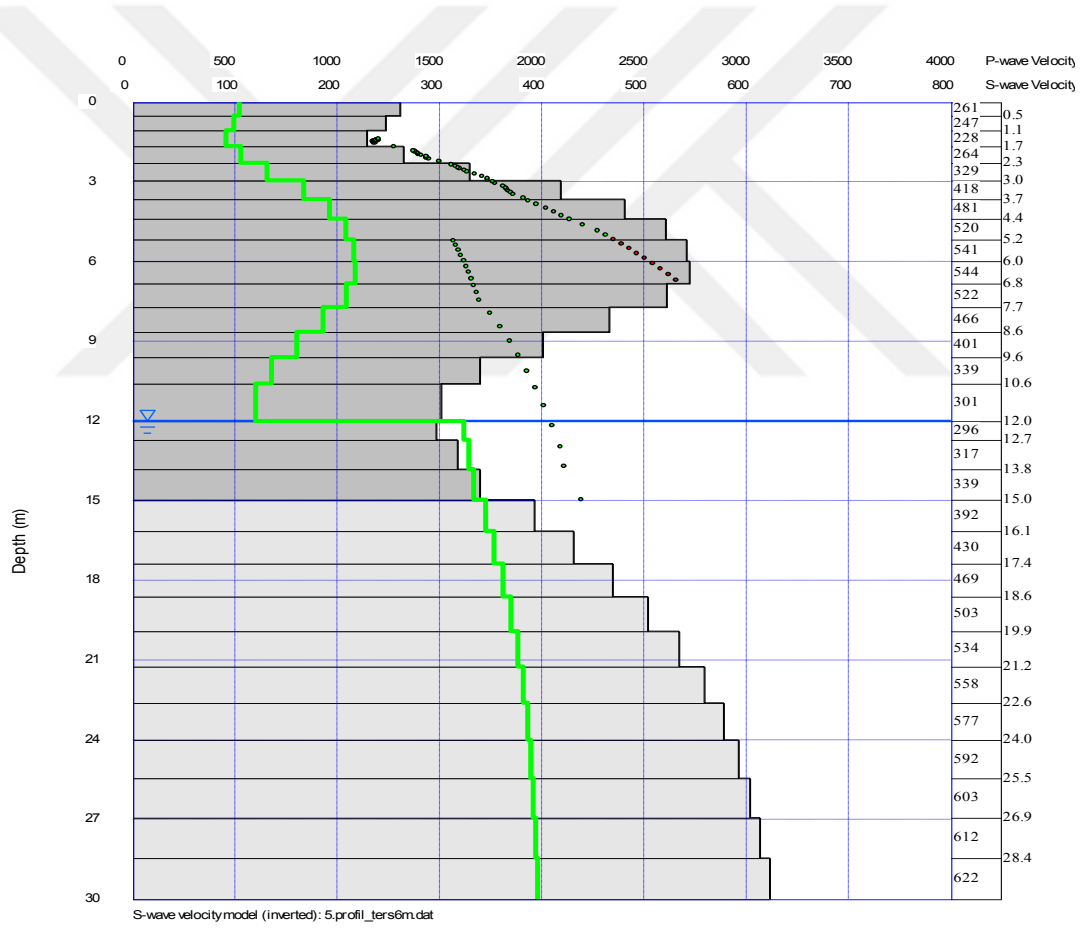
Dispersiyon Eğrisi

5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

RMSE = 48.726659 m/s

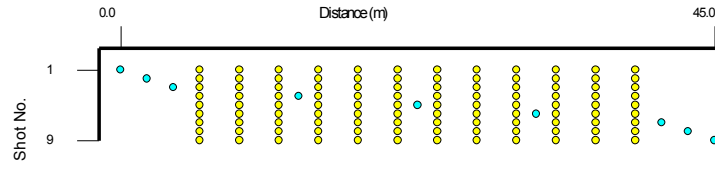


Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi

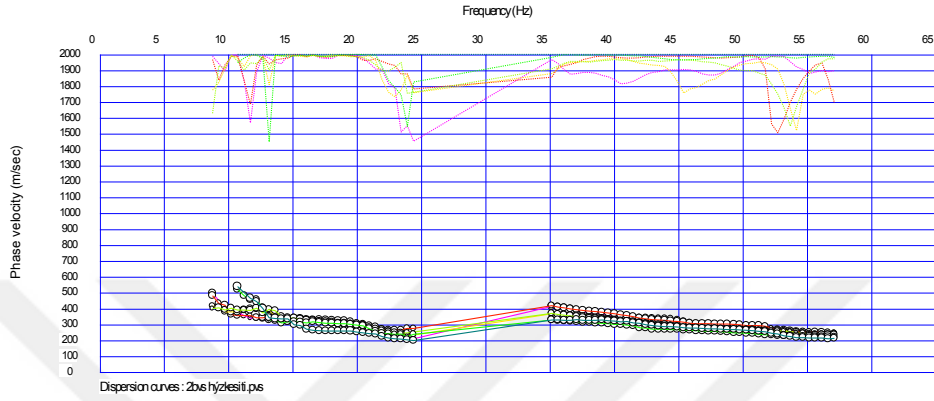


Derinliğe Bağlı S Dalgası Değişim

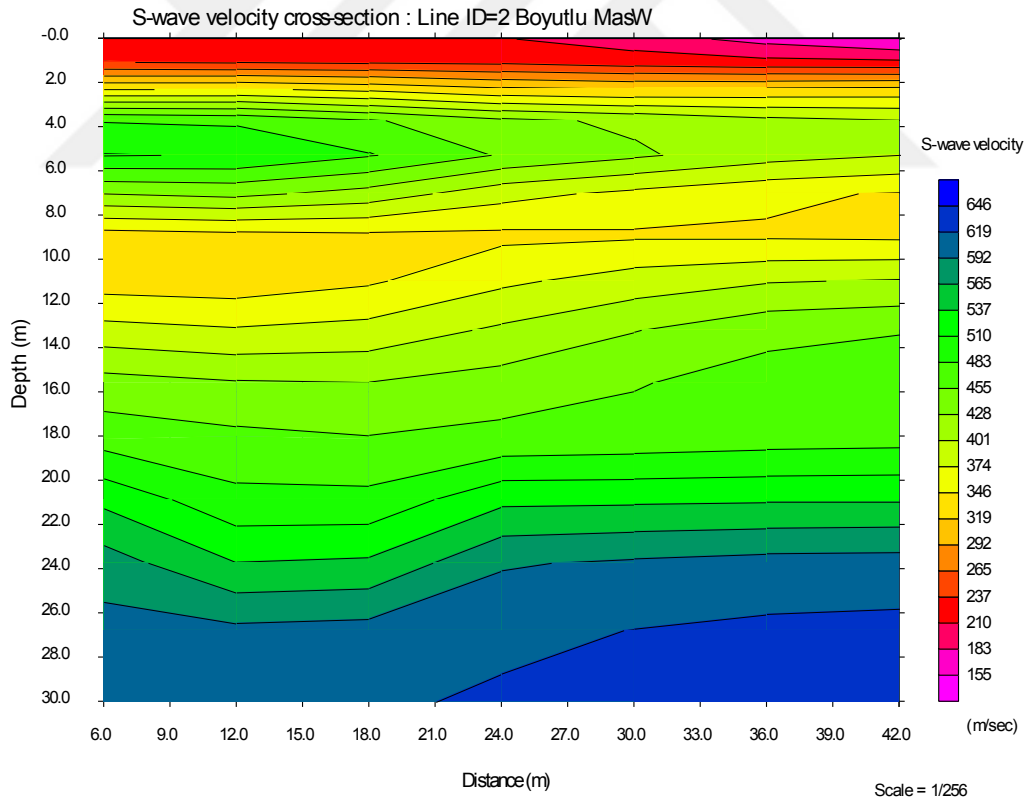
5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-2B MASW



Atış Geometrisi



Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi



2 boyutlu S dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

5.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

P Dataları :

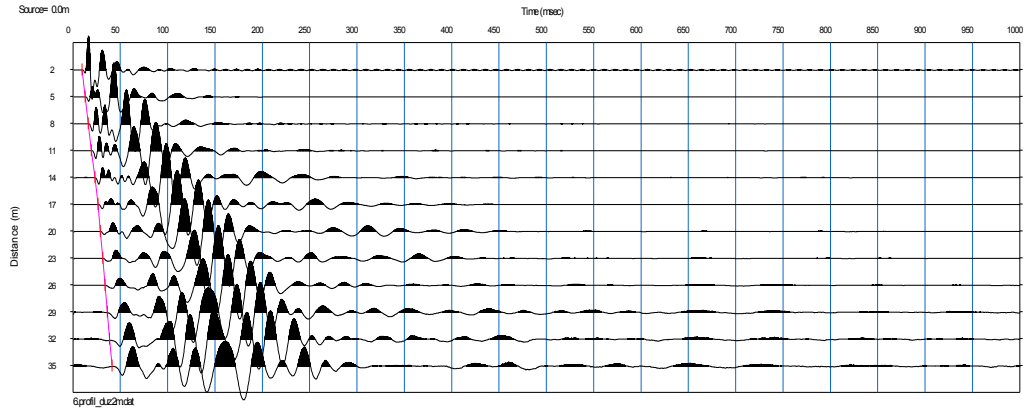
The spread contains 3 shotpoints and 15 geophones

SP	Elev	X-loc	Y-Loc	Depth
1	0.00	22.50	0.00	0.00
2	0.00	2.00	0.00	0.00
3	0.00	43.00	0.00	0.00

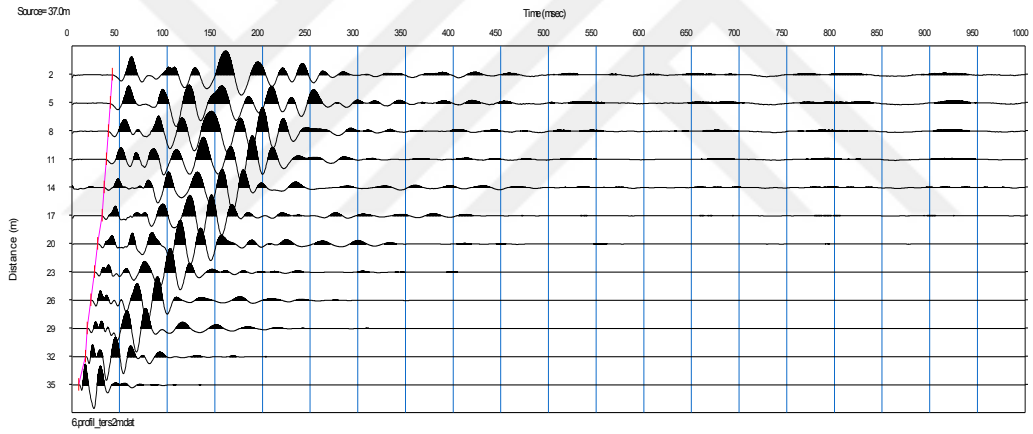
Geo	Elev	X-loc	Y-Loc	SP 1	SP 2	SP 3
1	0.00	2.00	0.00	29.18 1	0.00 1	50.72 1
2	0.00	6.00	0.00	25.69 1	12.06 1	47.51 1
3	0.00	9.00	0.00	23.14 1	15.57 1	45.17 1
4	0.00	12.00	0.00	20.58 1	18.52 1	42.86 1
5	0.00	15.00	0.00	17.69 1	21.64 1	40.48 1
6	0.00	18.00	0.00	13.56 1	24.69 1	37.58 1
7	0.00	21.00	0.00	4.52 1	27.75 1	34.37 1
8	0.00	22.50	0.00	0.00 1	29.18 1	32.77 1
9	0.00	24.00	0.00	4.50 1	30.64 1	31.31 1
10	0.00	27.00	0.00	13.44 1	33.86 1	28.17 1
11	0.00	30.00	0.00	17.75 1	37.11 1	25.10 1
12	0.00	33.00	0.00	21.38 1	40.49 1	22.00 1
13	0.00	36.00	0.00	24.84 1	43.91 1	18.36 1
14	0.00	39.00	0.00	28.25 1	47.25 1	12.06 1
15	0.00	43.00	0.00	32.77 1	50.72 1	0.00 1

SP	X-loc	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7	Layer 8	Layer 9	Layer 10
1	22.50	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
2	2.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
3	43.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
					Geo					
1	2.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
2	6.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
3	9.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
4	12.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
5	15.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
6	18.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
7	21.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
8	22.50	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
9	24.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
10	27.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
11	30.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
12	33.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
13	36.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
14	39.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24
15	43.00	0.43	1.28	2.14	2.99	5.04	7.09	9.14	11.19	13.24

6.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

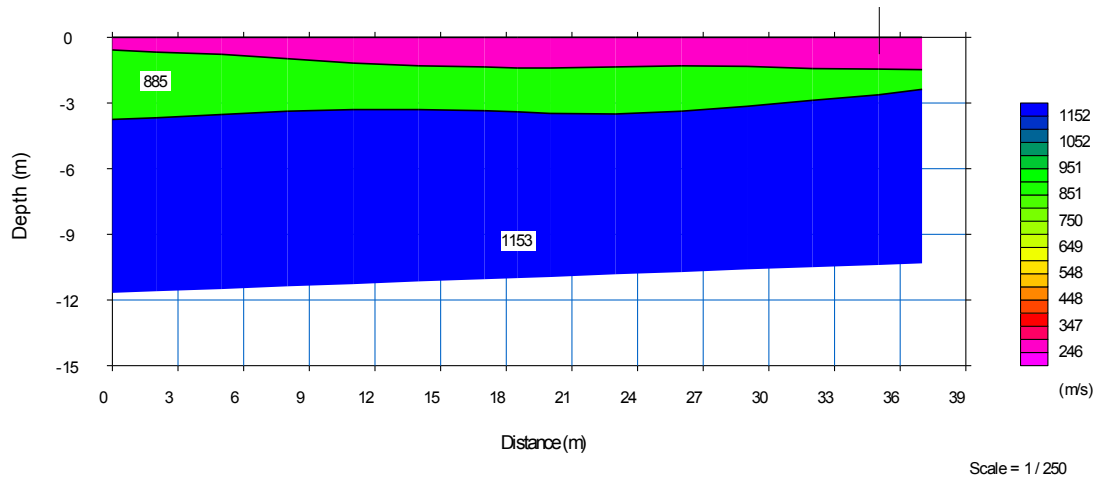


Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz

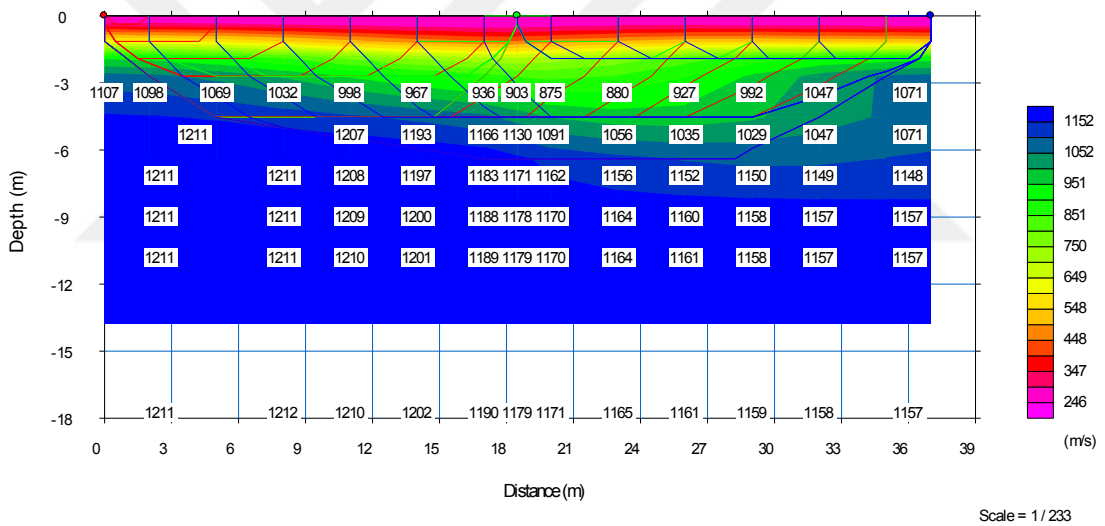


Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters

6.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

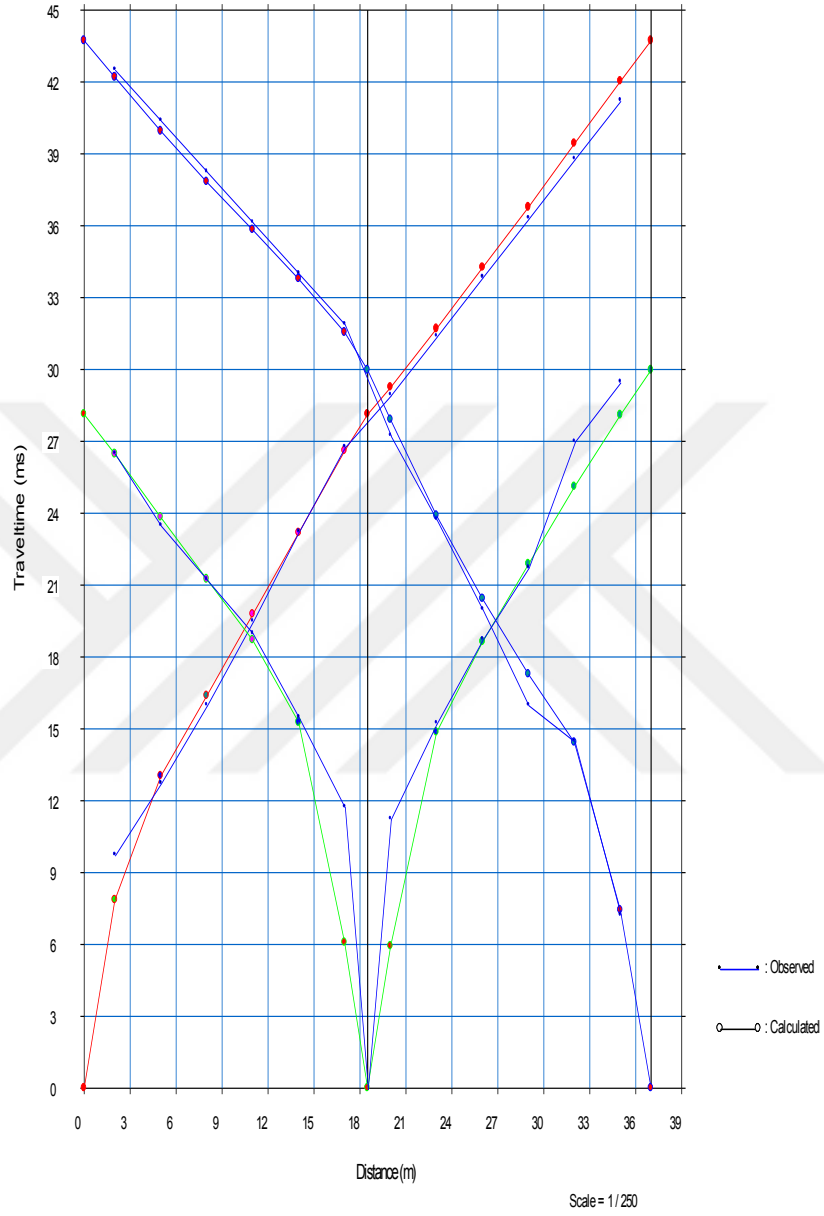


P wave layered model (P dalgası tabakalı yer altı modeli)



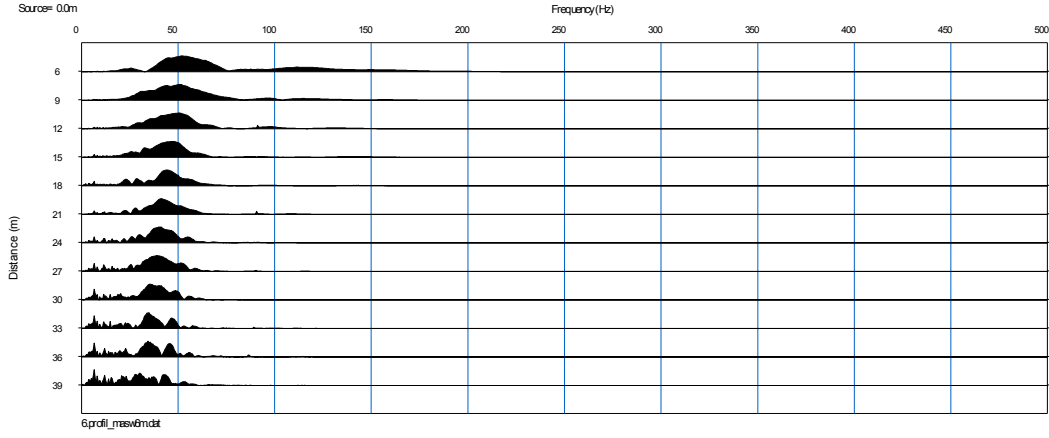
P dalgası ters çözüm yer altı tomografisi

6.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

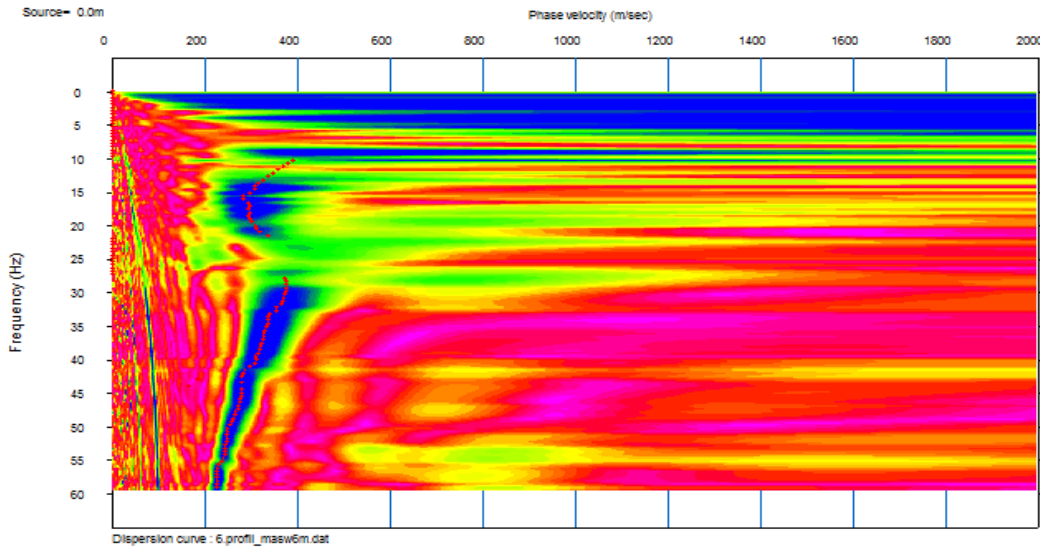


P Dalgası Yol-Zaman Grafiği

6.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW



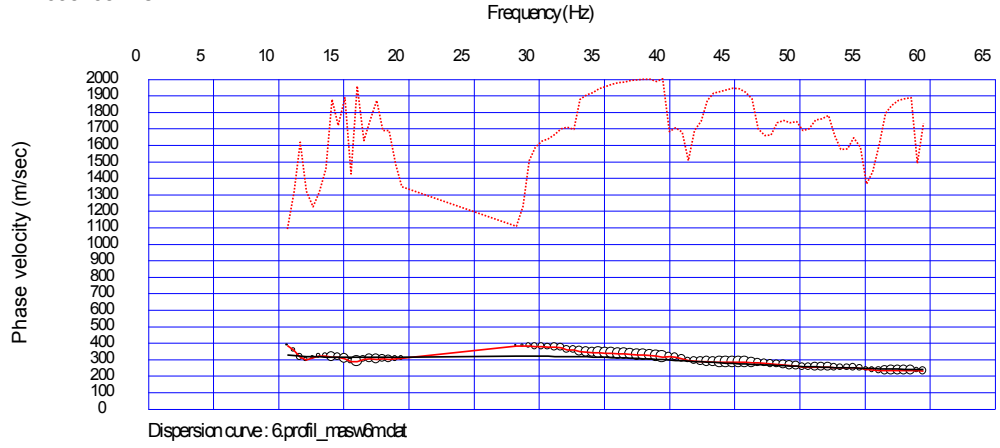
Yüzey Dalgası (Frekans Ortamı) Arazi Kaydı



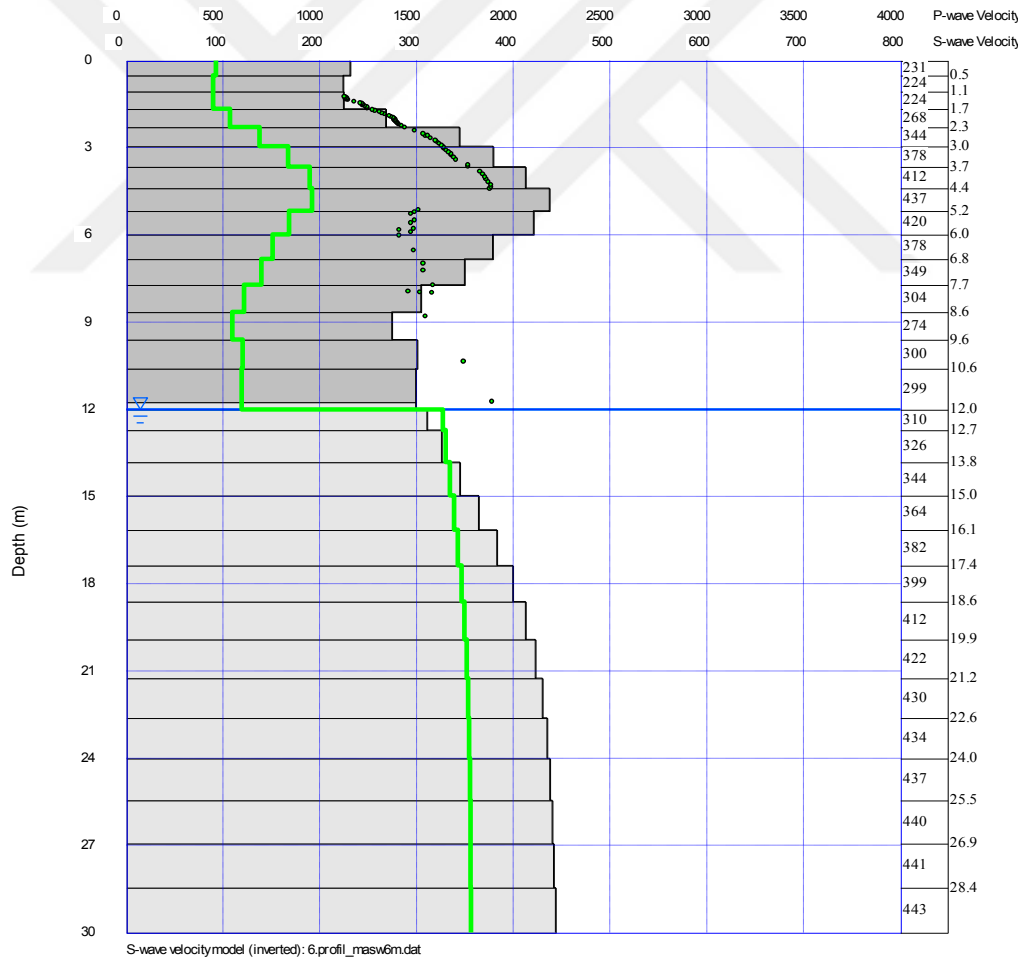
Dispersiyon Eğrisi

6.PROFİL SİSMİK KIRILMA-MASW

RMSE = 24.095105 m/s



Dispersiyon-İnversiyon Eğrisi



Derinliğe Bağlı S Dalgası Değişim

EK-2 SİSMİK ÇALIŞMALAR SONUCU HESAPLANAN PARAMETRELER

Proje Adı	1.PROFİL SİSMİK KRILMA- MASW PARAMETRELER						Tarih	22.12.2015
ÖLÇÜ TİPİ	MASW + REFRACTION							
Sismik Hızlar	<u>Vp Hızı</u>		<u>Vs Hızı</u>					
1. Tabaka	422 M./Sn.		211 M./Sn.					
2. Tabaka	908 M./Sn.		323 M./Sn.					
3. Tabaka	1216 M./Sn.		279 M./Sn.					
4. Tabaka			451 M./Sn.					
5. Tabaka			524 M./Sn.					
6. Tabaka			479 M./Sn.					
7. Tabaka			447 M./Sn.					
8. Tabaka			545 M./Sn.					
Tabaka Derinlikleri	<u>H</u>							
1. Tabaka	1.63 M.							
2. Tabaka	6.56 M.							
3. Tabaka	12.37 M.							
4. Tabaka	15.06 M.							
5. Tabaka	18.62 M.							
6. Tabaka	25.46 M.							
7. Tabaka	30.10 M.							
8. Tabaka								
Hesaplanan Parametreler	<u>Sıklık</u>	<u>Yoğunluk</u>	<u>Poisson</u>	<u>Yoğunluk Hesaplama Referans</u>				
	<u>Vp/Vs</u>	<u>ρ</u>	<u>ν</u>					
1. Tabaka	2.00 Oran	1.68 gr/cm ³	0.33 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006			göre	
2. Tabaka	2.81 Oran	1.78 gr/cm ³	0.43 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006			göre	
3. Tabaka	4.35 Oran	1.84 gr/cm ³	0.47 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006			göre	
4. Tabaka		2.13 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999			göre	
5. Tabaka		2.25 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999			göre	
6. Tabaka		2.18 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999			göre	
7. Tabaka		2.13 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999			göre	
8. Tabaka		2.28 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999			göre	
	<u>Shear Modülü</u>	<u>Elastisite Modülü</u>	<u>Bulk Modülü</u>					
	<u>G</u>	<u>E</u>	<u>B</u>					
1. Tabaka	766 Kg/Cm ²	2041 Kg/Cm ²	2038 Kg/Cm ²					
2. Tabaka	1897 Kg/Cm ²	5415 Kg/Cm ²	12449 Kg/Cm ²					
3. Tabaka	1466 Kg/Cm ²	4316 Kg/Cm ²	25837 Kg/Cm ²					
4. Tabaka	4425 Kg/Cm ²							
5. Tabaka	6302 Kg/Cm ²							
6. Tabaka	5093 Kg/Cm ²							
7. Tabaka	4329 Kg/Cm ²							
8. Tabaka	6907 Kg/Cm ²							
Zemin Hakim								
Titreşim Periyodu To	0.47 Sn.	yüzey seviyesinde						
	0.39 Sn.	temel derinliği D16.00 m. için						
	<u>Vs30 m.</u>	370 m/sn.	yüzey seviyesine göre					
	<u>Vs30 m.</u>	402 m/sn.	temel derinliği D16.00 m. için					
Yüzey Seviyesi için								
Zemin Büyütmesi A	1.96 oran	<u>(Midorikawa 1987)</u>						
Zemin Büyütmesi A	1.89 oran	<u>(Borcherdt ve diğ.1991)</u>						
Temel Derinliği Df=	6.00 m.	için						
Zemin Büyütmesi A	1.86 oran	<u>(Midorikawa 1987)</u>						
Zemin Büyütmesi A	1.74 oran	<u>(Borcherdt ve diğ.1991)</u>						

Proje Adı	: 2.PROFİL SİSMİK KRILMA- MASW PARAMETRELER						
							Tarih 22.12.2015
ÖLÇÜ TİPİ	: MASW + REFRACTION						
Sismik Hızlar	Vp Hızı		Vs Hızı				
1. Tabaka	431 M./Sn.		209 M./Sn.				
2. Tabaka	951 M./Sn.		354 M./Sn.				
3. Tabaka	1242 M./Sn.		298 M./Sn.				
4. Tabaka			433 M./Sn.				
5. Tabaka			505 M./Sn.				
6. Tabaka			539 M./Sn.				
7. Tabaka			530 M./Sn.				
8. Tabaka			528 M./Sn.				
Tabaka Derinlikleri							
	H						
1. Tabaka	1.70 M.						
2. Tabaka	7.05 M.						
3. Tabaka	12.18 M.						
4. Tabaka	14.96 M.						
5. Tabaka	18.62 M.						
6. Tabaka	25.46 M.						
7. Tabaka	30.10 M.						
8. Tabaka							
Hesaplanan Parametreler							
	Sıklık		Yoğunluk	Poisson	Yoğunluk Hesaplama Referans		
	Vp/Vs		ρ	ν			
1. Tabaka	2.06 Oran		1.69 gr/cm ³	0.35 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006		göre
2. Tabaka	2.68 Oran		1.79 gr/cm ³	0.42 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006		göre
3. Tabaka	4.17 Oran		1.85 gr/cm ³	0.47 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006		göre
4. Tabaka			2.10 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999		göre
5. Tabaka			2.22 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999		göre
6. Tabaka			2.27 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999		göre
7. Tabaka			2.26 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999		göre
8. Tabaka			2.26 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999		göre
	Shear Modülü		Elastisite Modülü	Bulk Modülü			
	G		E	B			
1. Tabaka	752 Kg/Cm ²		2024 Kg/Cm ²	2192 Kg/Cm ²			
2. Tabaka	2293 Kg/Cm ²		6509 Kg/Cm ²	13453 Kg/Cm ²			
3. Tabaka	1673 Kg/Cm ²		4917 Kg/Cm ²	26844 Kg/Cm ²			
4. Tabaka	4024 Kg/Cm ²						
5. Tabaka	5773 Kg/Cm ²						
6. Tabaka	6729 Kg/Cm ²						
7. Tabaka	6468 Kg/Cm ²						
8. Tabaka	6414 Kg/Cm ²						
Zemin Hakim							
Titreşim Periyodu To	0.45	Sn. yüzey seviyesinde					
	0.37	Sn. temel derinliği Df6.00			m. İçin		
	Vs30 m.	398 m/sn. yüzey seviyesine göre					
	Vs30 m.	436 m/sn. temel derinliği Df6.00			m. İçin		
Yüzey Seviyesi için							
Zemin Büyütmesi A	1.87	oran	(Midorikawa 1987)				
Zemin Büyütmesi A	1.76	oran	(Borchardt ve diğ.1991)				
Temel Derinliği Df=	6.00	m. için					
Zemin Büyütmesi A	1.77	oran	(Midorikawa 1987)				
Zemin Büyütmesi A	1.61	oran	(Borchardt ve diğ.1991)				

Proje Adı	: 3.PROFİL SİSMİK KRILMA- MASW PARAMETRELER							Tarih	22.12.2015
ÖLÇÜ TİPİ	: MASW + REFRACTION								
Sismik Hızlar	Vp Hızı		Vs Hızı						
1. Tabaka	414	M./Sn.	218	M./Sn.					
2. Tabaka	847	M./Sn.	420	M./Sn.					
3. Tabaka	1230	M./Sn.	293	M./Sn.					
4. Tabaka			374	M./Sn.					
5. Tabaka			450	M./Sn.					
6. Tabaka			476	M./Sn.					
7. Tabaka			477	M./Sn.					
8. Tabaka			478	M./Sn.					
Tabaka Derinlikleri									
	H								
1. Tabaka	1.20	M.							
2. Tabaka	6.28	M.							
3. Tabaka	11.87	M.							
4. Tabaka	14.96	M.							
5. Tabaka	18.62	M.							
6. Tabaka	25.46	M.							
7. Tabaka	30.10	M.							
8. Tabaka									
Hesaplanan Parametreler									
	Sıklık		Yoğunluk		Poisson		Yoğunluk Hesaplama Referans		
	Vp/Vs		ρ		ν				
1. Tabaka	1.90	Oran	1.68	gr/cm ³	0.31	Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006	göre	
2. Tabaka	2.02	Oran	1.77	gr/cm ³	0.34	Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006	göre	
3. Tabaka	4.19	Oran	1.85	gr/cm ³	0.47	Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006	göre	
4. Tabaka			2.01	gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
5. Tabaka			2.13	gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
6. Tabaka			2.17	gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
7. Tabaka			2.17	gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
8. Tabaka			2.17	gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
	Shear Modülü		Elastisite Modülü		Bulk Modülü				
	G		E		B				
1. Tabaka	818	Kg/Cm ²	2139	Kg/Cm ²	1850	Kg/Cm ²			
2. Tabaka	3176	Kg/Cm ²	8495	Kg/Cm ²	8709	Kg/Cm ²			
3. Tabaka	1621	Kg/Cm ²	4764	Kg/Cm ²	26317	Kg/Cm ²			
4. Tabaka	2862	Kg/Cm ²							
5. Tabaka	4388	Kg/Cm ²							
6. Tabaka	5016	Kg/Cm ²							
7. Tabaka	5049	Kg/Cm ²							
8. Tabaka	5056	Kg/Cm ²							
Zemin Hakim									
Titreşim Periyodu To	0.48	Sn.	yüzey seviyesinde						
	0.41	Sn.	temel derinliği Df6.00					m. için	
	Vs30 m.	390	m/sn. yüzey seviyesine göre						
	Vs30 m.	400	m/sn. temel derinliği Df6.00					m. için	
Yüzey Seviyesi için									
Zemin Büyütmesi A	1.90	oran	<u>(Midorikawa 1987)</u>						
Zemin Büyütmesi A	1.80	oran	<u>(Borchardt ve diğ.1991)</u>						
Temel Derinliği Df=	6.00	m. için							
Zemin Büyütmesi A	1.87	oran	<u>(Midorikawa 1987)</u>						
Zemin Büyütmesi A	1.75	oran	<u>(Borchardt ve diğ.1991)</u>						

Proje Adı	: 4.PROFİL SİSMİK KRILMA- MASW PARAMETRELER							Tarih	
								22.12.2015	
ÖLÇÜ TİPİ	: MASW + REFRACTION								
Sismik Hızlar	Vp Hızı		Vs Hızı						
1. Tabaka	428 M./Sn.		228 M./Sn.						
2. Tabaka	871 M./Sn.		437 M./Sn.						
3. Tabaka	1251 M./Sn.		312 M./Sn.						
4. Tabaka			436 M./Sn.						
5. Tabaka			504 M./Sn.						
6. Tabaka			501 M./Sn.						
7. Tabaka			505 M./Sn.						
Tabaka Derinlikleri									
	H								
1. Tabaka	1.13 M.								
2. Tabaka	5.99 M.								
3. Tabaka	11.25 M.								
4. Tabaka	14.96 M.								
5. Tabaka	22.61 M.								
6. Tabaka	30.10 M.								
7. Tabaka									
Hesaplanan Parametreler									
	Sıklık	Yoğunluk	Poisson	Yoğunluk Hesaplama Referans					
	Vp/Vs	ρ	ν						
1. Tabaka	1.88 Oran	1.69 gr/cm ³	0.30 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006 göre					
2. Tabaka	1.99 Oran	1.77 gr/cm ³	0.33 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006 göre					
3. Tabaka	4.01 Oran	1.85 gr/cm ³	0.47 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006 göre					
4. Tabaka		2.11 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999 göre					
5. Tabaka		2.22 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999 göre					
6. Tabaka		2.21 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999 göre					
7. Tabaka		2.22 gr/cm ³		JFMO Kurs Notları 1999 göre					
	Shear Modülü	Elastisite Modülü	Bulk Modülü						
	G	E	B						
1. Tabaka	894 Kg/Cm ²	2327 Kg/Cm ²	1957 Kg/Cm ²						
2. Tabaka	3453 Kg/Cm ²	9198 Kg/Cm ²	9121 Kg/Cm ²						
3. Tabaka	1839 Kg/Cm ²	5395 Kg/Cm ²	27074 Kg/Cm ²						
4. Tabaka	4089 Kg/Cm ²								
5. Tabaka	5733 Kg/Cm ²								
6. Tabaka	5670 Kg/Cm ²								
7. Tabaka	5765 Kg/Cm ²								
Zemin Hakim									
Titreşim Periyodu To	0.44 Sn.	yüzey seviyesinde							
	0.38 Sn.	temel derinliği Df6.00 m. için							
	Vs30 m.	420 m/sn.	yüzey seviyesine göre						
	Vs30 m.	434 m/sn.	temel derinliği Df6.00 m. için						
Yüzey Seviyesi için									
Zemin Büyütmesi A	1.81 oran	(Midorikawa 1987)							
Zemin Büyütmesi A	1.67 oran	(Borcherdt ve diğ.1991)							
Temel Derinliği Df=	6.00 m.	için							
Zemin Büyütmesi A	1.78 oran	(Midorikawa 1987)							
Zemin Büyütmesi A	1.61 oran	(Borcherdt ve diğ.1991)							

Proje Adı	6.PROFİL SİSMİK KRILMA- MASW PARAMETRELER							Tarih
								22.12.2015
ÖLÇÜ TİPİ	MASW + REFRACTION							
Sismik Hızlar	<u>Vp Hızı</u>		<u>Vs Hızı</u>					
1. Tabaka	448 M./Sn.		224 M./Sn.					
2. Tabaka	885 M./Sn.		379 M./Sn.					
3. Tabaka	1153 M./Sn.		301 M./Sn.					
4. Tabaka			345 M./Sn.					
5. Tabaka			383 M./Sn.					
6. Tabaka			430 M./Sn.					
7. Tabaka			440 M./Sn.					
8. Tabaka			443 M./Sn.					
Tabaka Derinlikleri								
	<u>H</u>							
1. Tabaka	1.14 M.							
2. Tabaka	5.99 M.							
3. Tabaka	11.64 M.							
4. Tabaka	14.96 M.							
5. Tabaka	18.62 M.							
6. Tabaka	24.01 M.							
7. Tabaka	30.10 M.							
8. Tabaka								
Hesaplanan Parametreler								
	<u>Sıklık</u>		<u>Yoğunluk</u>		<u>Poisson</u>		<u>Yoğunluk Hesaplama Referans</u>	
	<u>Vp/Vs</u>		<u>ρ</u>		<u>ν</u>			
1. Tabaka	2.00 Oran		1.69 gr/cm ³		0.33 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006	göre	
2. Tabaka	2.34 Oran		1.78 gr/cm ³		0.39 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006	göre	
3. Tabaka	3.83 Oran		1.83 gr/cm ³		0.46 Birimsiz	S.Tezcan ve Diğ.2006	göre	
4. Tabaka			1.96 gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
5. Tabaka			2.02 gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
6. Tabaka			2.10 gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
7. Tabaka			2.11 gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
8. Tabaka			2.12 gr/cm ³			JFMO Kurs Notları 1999	göre	
	<u>Shear Modülü</u>		<u>Elastisite Modülü</u>		<u>Bulk Modülü</u>			
	<u>G</u>		<u>E</u>		<u>B</u>			
1. Tabaka	866 Kg/Cm ²		2308 Kg/Cm ²		2304 Kg/Cm ²			
2. Tabaka	2601 Kg/Cm ²		7220 Kg/Cm ²		10724 Kg/Cm ²			
3. Tabaka	1689 Kg/Cm ²		4943 Kg/Cm ²		22564 Kg/Cm ²			
4. Tabaka	2374 Kg/Cm ²							
5. Tabaka	3025 Kg/Cm ²							
6. Tabaka	3959 Kg/Cm ²							
7. Tabaka	4174 Kg/Cm ²							
8. Tabaka	4249 Kg/Cm ²							
Zemin Hakim								
Titreşim Periyodu To	0.51	Sn. yüzey seviyesinde						
	0.44	Sn. temel derinliği Df6.00					m. İçin	
	Vs30 m.	366	m/sn. yüzey seviyesine göre					
	Vs30 m.	374	m/sn. temel derinliği Df6.00					m. İçin
	Yüzey Seviyesi için							
	Zemin Büyütmesi A	1.97	oran	<u>(Midorikawa 1987)</u>				
	Zemin Büyütmesi A	1.91	oran	<u>(Borcherdt ve diğ.1991)</u>				
	Temel Derinliği Df=							
	Zemin Büyütmesi A	1.94	oran	<u>(Midorikawa 1987)</u>				
	Zemin Büyütmesi A	1.87	oran	<u>(Borcherdt ve diğ.1991)</u>				

MED MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1			
Med Mühendislik ve Müşavirlik		BORING LOG					
PROJE ADI / Project Name : Çamlıtepe Mahallesi							
SONDAJ YERİ / Boring Location : MERKEZ/BATMAN							
KUYU NO/Hole no : SK-2		MÜH. BOR. DER./Casing Depth : -					
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20.00 (m)		BAŞ. BİT. TARİHİ /Start-Finish Date: 19.06.2014					
SONDAJ KOTU / Elevation : -		KOORDİNAT /Coordinate (N-S) Y : -					
YER ALTI SUYU /Groundwater : 12.00 (m)		KOORDİNAT /Coordinate (E-W) X : -					
Sonda Derinliği (m) Boring Depth (m)	Mançuva İyisi (m)	STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test			JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Kuru / 100 mm / 100 mm Kuru % Moisture % Kurtulma % Recovery % RDR %
		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFIK/Graph			
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N ₆₀		
1.00							
2.00							
3.00	UD						
4.00							
5.00	SPT	35	36	41	R		
6.00							
7.00							
8.00	SPT	37	42	45	R		
9.00							
10.00							
11.00							
12.00	SPT	29	R	R	R		
13.00							
14.00							
15.00							
16.00							
17.00							
18.00							
19.00							
20.00							
I - DAYANIMLI II - ORTA DAYANIMLI III - ORTA ZAYIF IV - ZAYIF V - ÇOK ZAYIF		Strong M. Strong M. Weak Weak V. Weak	DAYANIMLILIK I-TAZE Fresh II-AZ AYRIMLI Slightly W. III-ORTA DER. AYR. Mod. Weak IV - ÇOK AYR. Highly W. V-TAM AYRIMLI Comp. Weak		S-0-2 ÇOK YUMUŞAK V. Soft S-3-4 YUMUŞAK Soft S-5-8 ORTA KATI M. stiff S-9-12 KATI Stiff S-13-16 ÇOK KATI V. stiff S-17-20 SERT Hard	III İZANLI - ÇOK İZANLI S-0-4 S-5-10 S-11-16 S-17-20 S-20	V. Loose Loose M. Dense Dense V. Dense
KALİTESİ - ROD %0-25 ÇOK ZAYIF %25-50 ZAYIF %50-75 ORTA %75-90 İYİ %90-100 ÇOK İYİ		V. Poor Poor Fair Good Excellent	KIRILMA - Neg. Fractures İZSİZK None ORTA Moderate SİK Clew ÇOK SİK Intense PARÇALI Cracked		ORANLAR - Proportion %0-5 PEK AZ Slightly %5-10 AZ Little %10-20 ÇOK Vary %20-50 VE And		%0-5 Slightly %5-20 Little %20-50 Vary
SPT - STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test							

7 MED MÜHENDİSLİK Med Mühendislik ve Mühavirlik		SONDAJ LOGU BORING LOG		Sayfa/Page	:1/1			
PROJE ADI / Project Name		Camlıtepe Mahallesi						
SONDAJ YERİ / Boring Location		MERKEZ/BATMAN						
KUYU NO/Well no		SK.3		MÜH. BOR. DER. / Casing Depth				
SONDAJ DER. / Boring Depth		20.00		BAŞ. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date				
SONDAJ KOTU / Elevation				19.06.2014				
YER ALTI SUYU / Groundwater		12.00		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y :				
				KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x :				
Sonda Derini (m) Boring Depth (m)	Manivela boyu Lm	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standart Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profili Profile	Kum / 30 cm Fraksiyon / 30 cm Kum % Silt % Çakıl % SPD %	
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK/Graph				
			0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	N ₆₀	0 10 20 30 40 50 60	
1.00								0,0-0,30m B.Toprak
2.00								
3.00		UD						0.30-7.00 m arası CL
4.00								
5.00		SPT	28	32	37 R.			
6.00								
7.00		SPT	50	R.	R.	R.		7.00-13.00 m arası SM
8.00								
9.00								
10.00								
11.00								
12.00		SPT	21	24	36 R.			13.00-20.00 arası CL
13.00								
14.00								
15.00								
16.00								
17.00								
18.00								
19.00								
20.00								KUYU TABANI:20,00m
I - DAYANIMLI		DAYANIMLILIK		İNCE DANELİ - Fine Grained		İRİ DANELİ - Coarse Grained		
II - ORTA DAYANIMLI		I-TAZE Fresh		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK		N=0-4		
III - ORTA ZAYIF		II-AZ AYRISIMLI Shdkly W.		N=4-11MÜŞAK		N=5-10		
IV - ZAYIF		III-ORTA DER. AYR. Mod.Wash.		N=12-25 KATI		N=11-30		
V - ÇOK ZAYIF		IV-ÇOK AYR. Highly W.		N=26-50 ÇOK KATI		N=31-60		
		V-TAM AYRISIMLI Comp.Washk.		N=51-100 ÇOK KATI		N=61-100		
KALİTESİ - ROD		KIRIKLAR - Stem Fractures		% Z-		PEK AZ		
% 0-25 ÇOK ZAYIF		SEYREK Weak		% Z-10		AZ		
% 25-50 ZAYIF		ORTA Moderate		% Z-10-30		ÇOK		
% 50-75 ORTA		SİK Close		% Z-30-		VE		
% 75-100 İYİ		ÇOK SİK Intense						
% 100-150 ÇOK İYİ		FARÇALI Cracked						
SPT - STANDART PEN. DENEYİ Standart Penetration Test						ORANLAR - Proportions		
						% Z-		
						% Z-25		
						% Z-50		
						% Z-75		
						Slightly		
						Little		
						Very		

7 MED MÜHENDİSLİK Med Mühendislik ve Müşavirlik		SONDAJ LOGU BORING LOG		Sayfa/Page	1/1				
PROJE ADI / Project Name : Çamlıyazma Mahallesi		SONDAJ YERİ / Boring Location : MERKEZ/BATMAN							
KUYU NO / Hole no : SK 4		MUR. BOR. DER. / Casing Depth :		BAS. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date : 19.06.2014					
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20.00		III		III					
SONDAJ KOTU / Elevation :		III		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) : ±					
YER ALTI SUYU / Groundwater : 12.00		III		KOORDİNAT / Coordinate (E-W) : ±					
Sonda Derinliği (m) Boring Depth (m)	Münevver boyu m	Numune Çeşidi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test		JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Proföl Profile	Kuru / 100 cm Fraction / 100 cm	Kuru % Moisture	SOD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows	GRAFİK (Graph)					
1.00					0,0-0,30m B. Toprak				
2.00					0,30-6,80 m arası CL				
3.00									
4.00									
5.00									
6.00		LD							
7.00					6,00-8,00 m arası CH				
8.00		SPT	34	R R R					
9.00		SPT	23 25 20	R					
10.00					8,00-16,00 m arası SM				
11.00									
12.00									
13.00									
14.00									
15.00		SPT	41	R R R					
16.00									
17.00					16,00-20,00 arası CL				
18.00									
19.00									
20.00					KUYU TABANI:20,00m				
MİLLİK - Strength		DAYANIMLILIK		İNCE DANELİ - Fine Grained		BÜYÜK DANELİ - Coarse Grained			
I - DAĞANIMLI		I-TAZE / Fresh		N=0-2 ÇOK YUMUŞAK		N=0-4			
II - ORTA DAYANIMLI		II-AZ AYRISIMLI / Slightly W.		N=3-4 YUMUŞAK		N=5-10			
III - ORTA ZAYIF		III-ORTA DER. AYR. / Med. Wash.		N=5-8 ORTA KATI		N=11-30			
IV - ZAYIF		IV-GÜÇ AYR. / Highly W.		N=9-14 KATI		N=31-60			
V - ÇOK ZAYIF		V-TAM AYRISIMLI / Comp. Wash.		N=15-30 ÇOK KATI		N=61-100			
				N=30 SERT		N=100			
KALİTE - ROD		KIRIKLAR - 30cm-Fractures		ORANLAR - Proportions					
N=1-5 ÇOK ZAYIF		SEYİK / Void		N=0 - PEK AZ / Slightly		N=0 -			
N=6-10 ZAYIF		ORTA / Moderate		N=1 - AZ / Little		N=1 - 10			
N=11-20 ORTA		SİL / Clay		N=2 - ÇOK / Very		N=11 - 20			
N=21-30 İYİ		ÇOK SİL / Silty		N=3 - VE / And		N=21 - 30			
N=31-40 ÇOK İYİ		FARGALI / Cracked							
SPT - STANDART PEN. DENEYİ Standard Penetration Test									

7		MED MÜHENDİSLİK Med Mühendislik ve Müşavirlik		SONDAJ LOGU BORING LOG		Sayfa/Page : 1/1		
PROJE ADI / Project Name		Camiye Mahallesi		MÜH. BOR. DER. / Casing Depth				
SONDAJ YERİ / Boring Location		MERKEZ/BATMAN		BAS. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date		18.06.2014		
KUYU NO./Hole no		SK 5		SONDAJ DER. / Boring Depth		20.00 (m)		
SONDAJ KÖYÜ / Elevation		17.00		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) x :				
YER ALTI SUYU / Groundwater				KOORDİNAT / Coordinate (E-W) y :				
Sonda Derin. (m) Boring Depth (m)	Mineraj boyu m	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Prof. / Depth	Kuyunun 30 cm Profundite / 30 cm Bazalt % Bazalt % RQD %
		DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK/Graph				
		0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm			
1.00								
2.00								
3.00								
4.00								
5.00								
6.00		UD						
7.00								
8.00		SPT	R	R	R	R		
9.00								
10.00		SPT	R	R	R	R		
11.00								
12.00								
13.00		SPT	29	R	R	R		
14.00								
15.00								
16.00								
17.00								
18.00								
19.00								
20.00								
MİLLİK - Stratum		DAYANIMSIZLIK		İNCİ DANELİ - Fine Grained		BİJ DANELİ - Coarse Grained		
I - DAYANIMSIZ		I - ZAYIF		No-4 ÇOK YUMUŞAK		No-4		
II - ORTA DAYANIMSIZ		II - AZ AYRIMSIZ		No-4 YUMUŞAK		No-10		
III - ORTA ZAYIF		III - ORTA DER. AYR.		No-4 ORTA KATI		No-10-20		
IV - ZAYIF		IV - ÇOK AYR.		No-10 KATI		No-10-40		
V - ÇOK ZAYIF		V - TAM AYRIMSIZ		No-10 ÇOK KATI		No-40		
KALİTESİZ - ROD		KIRIKLAR - Stem Fractures		S-28 SERT				
% 0-25 ÇOK ZAYIF		V. Poor		% 0-10		PEK AZ		
% 25-50 ZAYIF		V. Poor		% 10-15		AZ		
% 50-75 ORTA		Fair		% 15-30		ÇOK		
% 75-100 İYİ		Good		% 30-50		YER		
% 100-120 ÇOK İYİ		Excellent				AĞIR		
SPT - STANDART PEN. DENEYİ		STANDART PENETRASYON TESTİ						
Standard Penetration Test								

7		MED MÜHENDİSLİK Med Mühendislik ve Müşavirlik		SONDAJ LOGU BORING LOG		Sayfa/Page	1/1		
PROJE ADI / Project Name		Cemilgöze Mahallesi		MÜH. BOR. DER. / casing Depth					
SONDAJ YERİ / Boring Location		MERKEZ/BATMAN		BAS. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date		19.06.2014			
KUYU NO/ Hole no		SK-6		KOORDİNAT / Coordinate (N-S)					
SONDAJ DER. / Boring Depth		20.00		KOORDİNAT / Coordinate (E-W)					
SONDAJ KOTU / Elevation									
YER ALTI SUYU / Groundwater		12.00							
Sonda Derin. (m) Boring Depth (m)	Mühür ve boyu Seal and length	Numune Cinsi Sample Type	STANDART PENETRASYON TESTİ Standard Penetration Test				JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profili Profile	Cms Scale / 20 cm Fraction / 30 mm Blow % Recovery RQD %
			DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFİK/Graph				
			0-15cm	15-30cm	30-45cm	45-60cm			
			N ₆₀						
1.00							0.0-0.30m B.Toprak		
2.00							0.30-6.80 m arası CL		
3.00									
4.00									
5.00									
6.00		UD							
7.00									
8.00		SPT	25	28	30	R	6.00-8.00 m arası CH		
9.00									
10.00									
11.00									
12.00		SPT	34	36	45	R	8.00-16.00 m arası SM		
13.00									
14.00									
15.00		SPT	R	R	R	R			
16.00									
17.00									
18.00									
19.00									
20.00							16.00-20.00 arası CL		
							KUYU TABANI:20,00m		
MİLLİK - Strength		DAYANIMLILIK		İNCE DANELİ - Fine Grained		KIRI DANELİ - Coarse Grained			
I - DAYANMILI		I-YAZI / Frak		No-8-2 ÇOK YUMUŞAK / V. Soft		No-8-4 / V. Loose			
II - ORTA DAYANMILI		II-AZ AYRIMSIZ / Slightly H.		No-4-11 YUMUŞAK / Soft		No-4-10 / Loose			
III - ORTA ZAYIF		III-ORTA DER. AYR. / Med. Wash		No-6-10 ORTA KATI / M. Stiff		No-11-20 / M. Dense			
IV - ZAYIF		IV-ÇOK AYR. / High W.		No-6-10 KATI / V. Stiff		No-21-30 / V. Dense			
V - ÇOK ZAYIF		V-TAM AYRIMSIZ / Comp. Washes		No-16-30 ÇOK KATI / N-30 SEFT / Hard					
KALİTESİ - ROD		KIRIKLAR - Blow-Fractures		ORANLAR - Properties					
% 0-25 ÇOK ZAYIF / V. Poor		SEYREK / Silt		% 2- / PEK AZ / Slightly		% 2- / Slightly			
% 25-50 ZAYIF / Poor		ORTA / Medium		% 2-10 / AZ / Little		% 2-20 / Little			
% 50-75 ORTA / Fair		SİK / Clay		% 10-25 / ÇOK / Very		% 20-40 / Very			
% 75-90 İYİ / Good		ÇOK SIK / Intense		% 25- / VE / And					
% 90-100 ÇOK İYİ / Excellent		FARCA / Cracked							
SPT - STANDART PEN. DENETİM / Standard Penetration Test									

7		MED MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page :1/1	
		Med Mühendislik ve Müşavirlik		BORING LOG			
PROJE ADI / Project Name		Çambazlı Mahallesi		MUH. BOR. DER.-Casing Depth			
SONDAJ YERİ / Boring Location		MERKEZBAĞCIAN		BAS. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date		19.06.2014	
KUYU NO/Well no		SK-7		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) y :			
SONDAJ DER. / Boring Depth		20.00		KOORDİNAT / Coordinate (E-W) x :			
SONDAJ KOTU / Elevation							
YER ALTI SUYU / Groundwater		12.00					
		STANDART PENETRASYON TESTİ		JEOTEKNİK TANIMLAMA		Cür	
		Standart Penetration Test		Geotechnical Description		Cür	
		DARBE SAYISI		GRAFIK (Graph)		Cür	
		Num. Of Blows				Cür	
		0-15 cm		0 10 20 30 40 50 60		Cür	
		15-30 cm				Cür	
		30-45 cm				Cür	
		N ₆₀				Cür	
Sonda Derin. (m) Boring Depth (m)		Manevra boyu m				Cür	
1.00						Cür	
2.00						Cür	
3.00						Cür	
4.00						Cür	
5.00						Cür	
6.00		UD				Cür	
7.00		SPT 42 R R R R				Cür	
8.00						Cür	
9.00		SPT R R R R R				Cür	
10.00						Cür	
11.00						Cür	
12.00		SPT R R R R R				Cür	
13.00						Cür	
14.00						Cür	
15.00						Cür	
16.00						Cür	
17.00						Cür	
18.00						Cür	
19.00						Cür	
20.00						Cür	
				0.0-0.30m B.Toprak		Cür	
				0.30-20.00 m arası CL		Cür	
				KUYU TABANI:20.00m		Cür	
MİLLİK - Strength		DAYANIMLILIK		İNCE DANELİ - Fine Grained		KABA DANELİ - Coarse Grained	
I. DAYANIMLI		Strong		I-TAZE Fresh		N=0-3	
II. ORTA DAYANIMLI		M. Strong		II-AZ AYRISIMLI Slightly W.		N=4-10	
III. ORTA ZAYIF		M. Weak		III-ORTA DER. AYR. Mod. Weath.		N=11-30	
IV. ZAYIF		Weak		IV-COK AYR. Highly W.		N=31-60	
V. COK ZAYIF		V. Weak		V-TAM AYRISIMLI Comp. Weath.		N=60	
KALİTESİ - ROD		KIRIKLAR-Item-Fractures		ORANLAR - Proportions			
% 0-25 COK ZAYIF		V. Poor		SEYBEK Wide		% 0-	
% 25-50 ZAYIF		Fair		ORTA Moderate		% 0-25	
% 50-75 ORTA		Good		SIK Close		% 25-50	
% 75-90 İYİ		Excellent		COK SIK Intense		% 50-75	
% 90-100 COK İYİ				PARCALI Cracked		% 75-100	
SPT / STANDART PEN. DENEYİ							

MED MÜHENDİSLİK		SONDAJ LOGU		Sayfa/Page : 01							
Med Mühendislik ve Müşavirlik		BORING LOG									
PROJE ADI / Project Name : Camiye Mahallesi		SONDAJ YERİ / Boring Location : MEHKEZ/BAIMAN									
KUYU NO / Hole no : SK-8		MÜH. BOR. DER. / Casing Depth : -									
SONDAJ DER. / Boring Depth : 20.00 (m)		BAS. BİT. TARİHİ / Start-Finish Date : 19.06.2014									
SONDAJ KOTU / Elevation : -		KOORDİNAT / Coordinate (N-S) : -									
YER ALTI SUYU / Groundwater : 12.00 (m)		KOORDİNAT / Coordinate (E-W) : -									
STANDBART PENETRASYON TESTİ											
Sonda Derini (m) Boring Depth (m)	Manivela İyisi Turn	Nümunen Çiçekt Sample Type	DARBE SAYISI Num. Of Blows		GRAFIKİ/Graph	JEOTEKNİK TANIMLAMA Geotechnical Description	Profil Profile	Kırıntı / 30 cm Fracture / 30 cm	Kırıntı % Blow %	Kırıntı Blow %	
			0-30 cm	30-60 cm							60-90 cm
1.00						0,0-0,30m B.Toprak					
2.00						0.30-8.50 m arası CL					
3.00											
4.00											
5.00											
6.00		UD									
7.00						8.50-16.00 m arası SM					
8.00		SPT	R	R	R		R				
9.00											
10.00											
11.00											
12.00		SPT	30	32	34	R					
13.00											
14.00											
15.00		SPT	R	R	R	R					
16.00											
17.00											
18.00											
19.00											
20.00						KUYU TABANI:20.00m					
MÜHÜR - Strength		DAYANIMLILIK		İNCE DANELİ - Fine Grained		KIRIĞI - Coarse Grained					
I - DAYANIMLI		I-TAZE / Fresh		No-0-2 ÇOK YUMUŞAK		No-0-4		V. Loose			
II - ORTA DAYANIMLI		II-AZ AYRILMIŞ / Slightly W.		No-2-4 YUMUŞAK		No-4-10		Loose			
III - ORTA ZAYIF		III-ORTA DER. AYR. / Mod. Weak.		No-4-8 ORTA KATI		No-10-30		M. Dense			
IV - ZAYIF		IV-ÇOK AYR. / Highly W.		No-8-15 KATI		No-30-60		Dense			
V - ÇOK ZAYIF		V-TAM AYRILMIŞ / Comp. Weak.		No-15-30 ÇOK KATI		No-60-100		V. Dense			
KALİTESİ - RÖD		KIRIKLAR - Sizes-Fractures		ORANLAR - Proportions							
% 6-25 ÇOK ZAYIF		SEYREK / Sparse		% 2-5		% 2-		Slightly			
% 25-50 ZAYIF		ORTA / Moderate		% 5-15		% 5-20		Little			
% 50-75 ORTA		KIRIK / Close		% 15-30		% 20-40		Very			
% 75-90 İYİ		ÇOK İYİ / Intense		% 30-50							
% 90-100 ÇOK İYİ		PARÇALI / Crumbed									
SPT - STANDBART PEN. DENEYİ											
Standard Penetration Test											

ÖZGEÇMİŞ**KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı Soyadı : Nuray ÖNCÜL
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : BATMAN
Telefon : 05387156869
Faks : -
e-mail : nurayoncul@gmail.com

EĞİTİM

		Bitirme Yılı
Lise	: Fatih Lisesi BATMAN-Merkez	2005
Üniversite	: Cumhuriyet Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Cumhuriyet Üniversitesi Çevre Mühendisliği (Çiftanadal-2013) SİVAS-Merkez	2012
Yüksek Lisans:	Batman Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı	
Doktora	: -	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013 -	Havin Zemin Etüd Merkezi	Jeofizik Mühendisi

UZMANLIK ALANI: Jeofizik Zemin Etüd, Sismik Yöntemler.

YABANCI DİLLER: İngilizce