

Batman İli Gültepe Mahallesi Yeraltı Yapısının Sismik Ve Elektrik Özdirenç Yöntemleri İle İncelenmesi

Nuray ÖNCÜL¹, Nuray ALPASLAN

¹Batman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, BATMAN

Batman Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü, BATMAN
nurayoncül@gmail.com, nuray.alpaslan@batman.edu.tr

Özet

Bu çalışma kapsamında; Batman ili, Gültepe mahallesinde yapılaşma nedeniyle bina temelinin oturacağı yerleşim alanındaki jeolojik formasyonlarının fiziksel özelliklerinin ve yeraltı yapısının ortaya çıkartılması amacıyla jeofizik ve geoteknik araştırmalar yapılmıştır. İki noktada sismik kırılma ve Schlumberger elektrot dizilimli Düşey Elektrik sondajı (DES) yapılarak, yer elektrik kesitleri elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde, tabakaların sismik hız değerleri belirlenerek, sismik hız değerleri açısından üç farklı ortam tespit edilmiştir. Birinci ve ikinci ortamlar, gevşek zemin yapısı özelliklerini taşımakla birlikte, üçüncü ortam sıkı birimleri temsil etmektedir. Yapılan DES çalışması da sismik profillerde elde edilen sonuçları desteklemiştir. Sahada yapılan DES çalışması sonucunda elde edilen düşük özdirenç değerleri altıncı metrede yeraltı suyu olabildiğini göstermektedir. Bu çalışmada, yapının zemin yapısı etkileşimi irdelenmiş, Batman ili kent merkezinde ortaya çıkan zeminel problemlerin belirlenmesi ve bu problemlere yönelik önlemler alınması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: DES (Düşey Elektrik Sondajı), Sismik Kırılma, Zemin Problemleri, Mühendislik Jeofiziği

Seismic and Electrical Resistivity Investigation of Underground Structure of Batman Provincial- Gültepe neighborhood

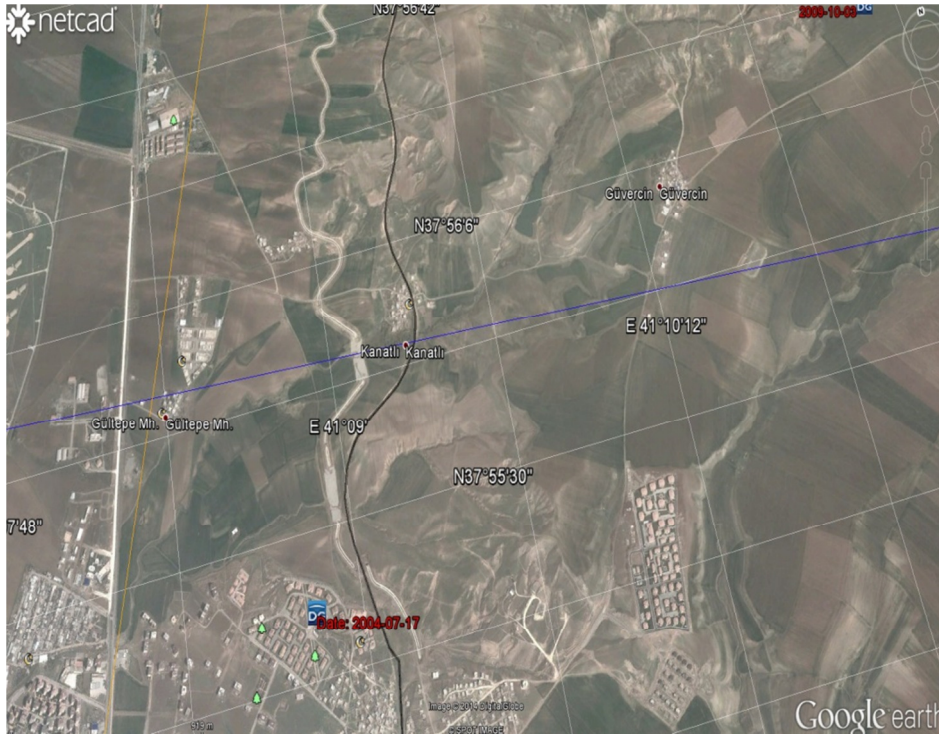
Abstract

In this paper, geophysical and geotechnical researches are conducted in order to find out the underground structure and physical characteristics of the geological formations in the foundations of a block of flats located in structuring zone named as Gültepe District, Batman City. Ground electric sections are gained by conducting seismic refraction in two points and Schlumberger electrot configrated vertical electric sounding. As a result of studies, the seismic velocity value softer sand three different layers in terms of seismic velocity values are determined. First and secondary layers have the characteristics of slack ground. Third layers represent sthick units. Conducted Vertical Electric Sounding is supporting there sults gained in the seismic profiles as well. Lower resistivity values gained as a result of Conducted Vertical Electric Sounding studies showed, the probability of existance underground water in the sixthmeter. In this paper ground-structure interaction is examined. Also, determination of ground problems in Batman City Center and necessary precatons recommended.

KeyWords: Vertical Electric Sounding, Seismic Refraction, Ground Problems, Engineering geophysics

1.GİRİŞ

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, 550 m yükseklikteki rakımdadır. Ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Batman ili, kuzeyde Muş, batıda Diyarbakır, doğuda Bitlis ve Siirt, güneyde Mardin illeri ile komşudur. Kuzey ve kuzeydoğusu yüksek, sarp ve dağlık olup güneyi ise dağlık ve engebelidir. Dicle Nehri batıdan doğuya akarak Batman il topraklarının içinden geçer. Batman Çayı, Batman-Diyarbakır il sınırını çizerek Dicle Nehri ile birleşir. İl merkezi Batman Çayı havzasında düz bir arazi üzerine yerleşmiştir (Şekil.1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası [20]

İlin doğusunda önemli petrol yataklarına sahip ve petrol üretimi yapılan 1288 m yükseklikte Raman Dağı ve Güneydoğu Toroslar, güneyde ise Midyat Dağları'nın kuzey kolu olan Gerçüş Antiklinali bulunmaktadır. Bu yapılar Türkiye'nin önemli petrol sahalarını oluştururlar.

Bu çalışma kapsamında; Batman ili, Gültepe mahallesinde yapılaşma nedeniyle bina temelinin oturacağı yerleşim alanında ki jeolojik formasyonlarının fiziksel özelliklerinin ve yeraltı yapısının ortaya çıkartılması amacıyla jeofizik ve geoteknik araştırmalar yapılmıştır. İki noktada sismik kırılma ve Schlumberger elektrot dizimli Düşey Elektrik sondajı (DES) yapılarak, yer elektrik kesitleri elde edilmiştir.

Mühendislik tasarımının bir parçası olarak bir zemin ya da yapı yeri incelemesi, önerilen inşaat ile doğal çevrenin etkileşiminin değerlendirilmesi amacıyla temel veriyi sağlamak için yapılmaktadır. Zemin tabakaları, içinden geçen deprem dalgalarının özelliklerini etkilediği kadar, deprem dalgaları da, örneğin sıvılaşma ve şev kaymalarında gözlemlendiği gibi, zemin tabakalarının mukavemet ve şekil değiştirme özelliklerini etkiler. Gerek imar planları bazında gerekse parsel/ada bazında yapılar için zemin ve temel mühendisliği örnek çerçevesi sunulmaya çalışılmıştır. Gerek statik yükler ve gerekse deprem gibi dinamik yüklere maruz kalan inşaatların/yapıların çağdaş yöntemlerle projelendirilmesi/tasarımı kapsamında zemin ve deprem bağlamında karşılaşılabilecek sorunlar kabaca iki grup altında sınıflandırılabilirler: Statik yüklerin doğurduğu sorunlar ve dinamik yüklerin doğurduğu sorunlar. Taşıma gücü, oturma, yamaç (şev) stabilitesi gibi sorunlar hem statik hem de dinamik yükler nedeniyle oluşan geoteknik sorunları, sıvılaşma ve zemin büyütmesi de deprem ve benzeri gibi dinamik yüklerin oluşturduğu problemleri oluşturmaktadır[9].

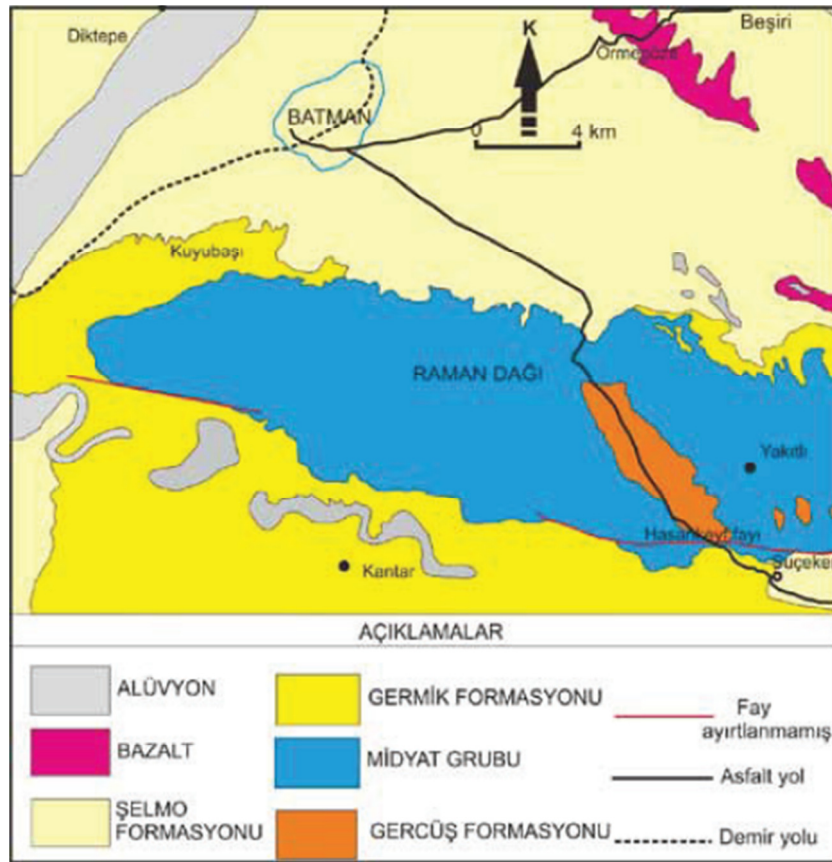
Yeraltı tabakalarının fiziksel özellikleri (makaslama modülü, elastisite modülü, sıkışmazlık modülü, doğal salınım periyodu, sismik büyütmesi, poisson oranı v.b.) makaslama (S) hızı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, yeraltı tabakalarının S-hızı değişimlerinin belirlenmesi jeoteknik mühendisliği açısından oldukça önemlidir. Son yıllarda yüzey dalgalarının çok-kanallı analizi (MASW) yöntemi S-hızı değişimlerinin belirlenmesinde sismik kırılma yöntemi yanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Sismik kırılma yöntemi ile ölçü alınırken kullanılan dizilim geometrisi korunarak MASW kayıtları toplanabilmekte ve daha büyük araştırma derinliği elde edilebilmektedir. Yöntemin diğer üstünlükleri arasında hızlı veri toplama, kolay veri-işleme ve düşük hız problemini çözmesi gösterilebilir.

Kayaçların yatay ya da düşey yöndeki elektriksel iletkenlik farklarından yararlanarak jeolojik yapının ortaya konması elektrik yöntemlerin temelini oluşturur. Düşey yöndeki

süreksizliklerin araştırıldığı Düşey elektrik sondaj (DES) jeofizikte çok yaygın kullanılan bir yöntemdir. Arazide gerçekleştirilen ölçümler sonucu elde edilen görünür öz direnç değerleri, değerlendirilerek ortamdaki katmanlara ait kalınlık ve öz direnç parametreleri saptanır.

2. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

Petrol arama amacıyla Batman bölgesinde bu güne kadar pek çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalara göre bölge değişik jeolojik yaştaki kütlelerden oluşmaktadır. Batman şehrinde, jeolojik olarak Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çamurtaşı, kumtaşı ve konglomeralardan oluşan Şelmo Formasyonu ve Kuvaterner birimleri görülmektedir (Şekil 2.1). Türkiye'nin en önemli petrol üretim bölgesi olan Batman yöresinde petrol üretimi Batı Raman Dağı kuzeybatı yamaçlarında görülen kireçtaşı, jips ve şeyl ile temsil edilen birim Germik Formasyonunu oluşturmaktadır. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı tarafından yörede açılan 202 m derinliğindeki sondaj kuyusuna göre; bu formasyon; yer yer siltli ve kumlu dolomit, kireçli şeyl ve beyaz renkli jips ardalanmasından oluşmaktadır[19].



Şekil 2.1. Batman İli Jeoloji Haritası [5]

2.1. Gercüş Formasyonu

Birimin tip kesit yeri Batman ili Gercüş ilçesi yakınındaki Hermis basenidir. Gercüş Formasyonu Midyat Grubu'nun en alt formasyonudur. Gercüş formasyonunun tip kesit yeri Batman ili Gercüş ilçesi civarındaki Gercüş antiklinalidir [3].

2.2. Midyat Kireçtaşı (Hoya Formasyonu)

Batmanın güneyinde Gercüş formasyonunun üstünde Raman Dağında ve Beşiri ilçesinin doğusunda Yanarsu Dağı civarında yaygın olarak gözlenirler. Batman'ın 6 km güneyinden itibaren başlayıp yaklaşık olarak doğu-batı gidişli Raman Dağı boyunca devam eder. Gri, açık gri, krem, bej, kirli sarı, beyaz renkli kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve killi kireçtaşlarından oluşmuştur. Bölgede kalınlığı 1000 m'yi aşar [5].

2.3. Germik Formasyonu

Germik formasyonu, Raman dağının eteklerinden itibaren Midyat Kireçtaşları üzerinde yer alır. Beyaz, kızıl kahve, yeşil, bej, gri renkli jips, anhidrit, şeyl, dolomit ve kumlu-siltli dolomitlerden oluşur. Midyat kireçtaşları üzerinde yer alır. En fazla 465 m kalınlık gösterir [5]. Ayrıca Germik Formasyonu, Gercüş antiklinalinin Dicle Nehri'ne doğru alçalım gösterdiği kuzey kanadında da vadinin kuzeye doğru uzanan yamaçları ile bunun batı devamında yüzeylenmektedir. İlde geniş alanlar kaplayan dağ ve tepelerde çok sık bir şekilde mostralara rastlanan tebeşirli kalker serileri görülmektedir. İçlerinde Eosen yaşlı fosiller içeren bu seri Midyat formasyonu olarak adlandırılmaktadır. İl merkezinde sert kalkerler üzerinde Kil, marn, silt ve kumtaşlarından oluşan Neojen yaşlı göl serileri çökelmiştir. Genç oluşumlar arasında yer yer jipsli tabakalar yüzeye çıkmıştır. Bu jipsli seri "Caş Taşı" olarak da adlandırılmaktadır.

2.4. Şelmo Formasyonu

Batman-Hasankeyf karayolu çevresinde Maymuniye boğazından, Hasankeyf'e kadar ve Dicle vadisinin kuzey yamaçlarında, Hasankeyf'ten itibaren doğuya doğru, vadinin kuzey ve güneyinde kadar görülür. Batman il merkezinin yerleşiminin önemli ve büyük bir bölümü

Şelmo formasyonu üzerindedir. Şelmo formasyonu İnce-orta-kalın tabakalı, kırmızı, kahve, gri, açık gri çakıtaşı, silttaşı, çamurtaşı, çamur, kum, çaklı, çaklı-kumlu çamurlardan oluşur. Yer yer beyaz renkli jips seviyeleri de hakimdir [5]. Cacas - Sason-Kozluk dolaylarında 400-800 m [15]. Batman İli Softekantiklinali kuzeyinde, Dicle nehri yakınında 100-200 m [11]; Raman-Garzan arasındaki sahada mostra veren kısım 290 m [3] yeraltında, Bismil-Batman hattının hemen güneyinde Dicle vadisinden itibaren sıfır kalınlıkta başlayan Şelmo formasyonu, kuzeye doğru kalınlaşmakta ve şaryaj altında gözlenebildiği kadarıyla 900 metreye ulaşmaktadır [4]. Şelmo Formasyonu; Adıyaman ovasında, palanlı, artan, halof yapılarının arasında ve güneyinde Midyat Grubu; Diyarbakır ili Korudağ-Çermik-Çüngüş dolaylarında, Hazro antiklinalinin güney kanadında, Silvan, Gölap, Belaşa ve Sason- Kozluk-Baykan yörelerinde, Hakkari ili dolaylarında Silvan grubunun Fırat Formasyonu üzerinde açılı dikordanstır [17], [1], [10], [12], [13], [15], [2], [18].

2.5. Batman ve Çevresinin Tektoniği

Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve yakın yöresi, Türkiye'nin en büyük tektonik yapılarından Doğu Anadolu Fay Zonu, Bitlis Zagros Kenet Kuşağı, Ölü Deniz Fay Zonu ve bu fayların eşlenikleri olan daha küçük faylarla kesilmiş bulunmaktadır. 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 [16]. Geç Pliyosen'de bu sıkışmalar, bindirme fayları ve kıvrımlanmalar ile karşılanamaz duruma gelmiş ve yanal atımlı faylar egemen duruma geçmiştir [14], [6], [7], [8].

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Jeofizik Çalışmalar

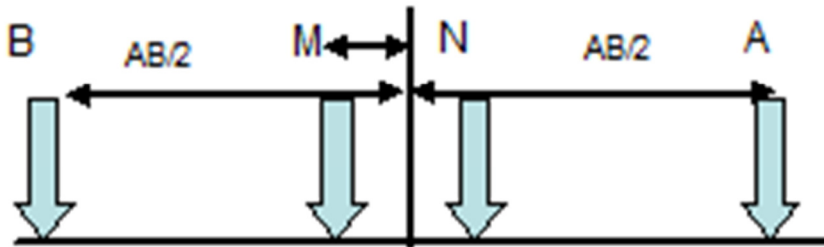
İnceleme alanında, yer alan birimlerin dinamik özelliklerini ve yeraltı suyunu araştırmak amacıyla 2 lokasyonda Düşey Elektrik Sondajı (DES) ve 2 Profilde Sismik MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) ölçümleri yapılmış, Mikrotremor ölçümleri yapılmamıştır. İnceleme alanına ait sondaj verileri mevcut olmakla birlikte bu

çalışmada sadece DES (Düşey Elektrik Sondajı) ve Sismik MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) ölçümlerinin sonuçları değerlendirilmiştir.

Sahada ölçümlere başlamadan sahada gözlemleri yapılmış ve ona göre ölçüm yöntemleri ve lokasyonları belirlenmiştir. Bu çalışmalar ile birimlerin fiziksel ve mekanik özellikleri ile davranış karakteristikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Alandaki litolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki değişimleri ve yeraltı su seviyesi saptanarak sahanın jeolojik özellikleri belirlenmiş ve birimlerin mekanik elastik parametreleri belirlenerek sahanın jeoteknik modellemesi yapılmış, tehlike analizleri araştırılmıştır. Ayrıca, mimari projede bodrum kat yüksekliği 3 m , Radye temel kalınlığı 50 cm ve subasman kotu 50 cm olarak dolayısıyla bina temel derinliği 3 metre olarak belirlenmiştir.

3.1.1. Elektrik özdirenç yöntemi

Özdirenç, bir materyalin elektrik iletkenliğini gösteren öz iletkenliğinin tersidir ve birimi ohm.mdir. Elektrik özdirenç yönteminde kullanılan ekipmanlar; bir akım kaynağı (akü ve jeneratör), Transmitter (Kontrollü Akım verici ünite), Akım ve potansiyel kabloları ve elektrotlardır. Yeraltındaki düşey yöndeki değişimleri araştırmak için Düşey elektrik Sondaj (DES) tekniği kullanılmıştır. Kullanılan elektrot düzeneği Schlumberger elektrot düzeneğidir. Elektrot düzeneğinin şematik gösterimi Şekil 3.1’de verilmiştir. Ayrı noktalarda (kuzey-güney) ve (batı-doğu) yönelimli ölçümler yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma sahasında 2 lokasyonda Düşey elektrik sondaj (DES) ölçümleri yapılmıştır. Şekil 3.2’de inceleme alanında çalışılan Düşey elektrik sondaj (DES) profilleri görülmektedir. AB/2 açıklığı 30-50 m olarak alınmıştır.



Şekil 3.1.Schlumberger Elektrot düzeneğinin şematik gösterimi



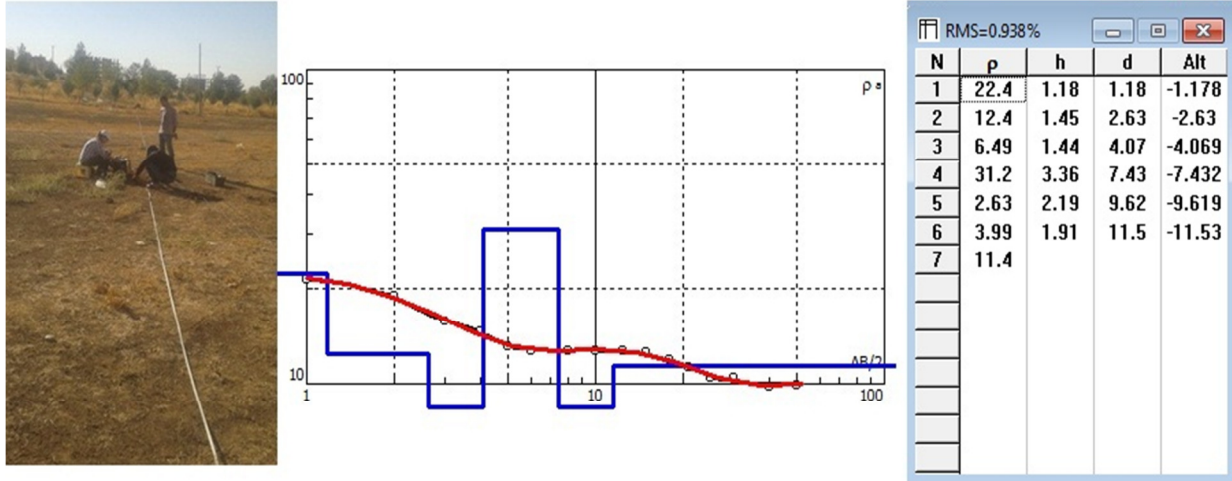
Şekil 3.2. İnceleme alanında ki DES (Düşey elektrik sondaj) profillerinin yer bulduru haritasında gösterimi

Yapılan ölçümlere göre kaydedilen ortamlar ve ortamlara ait öz direnç değerleri derinlikleri ile birlikte Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Düşey Elektrik Sondajı (DES) Çalışmalarından Elde edilen Parametreler

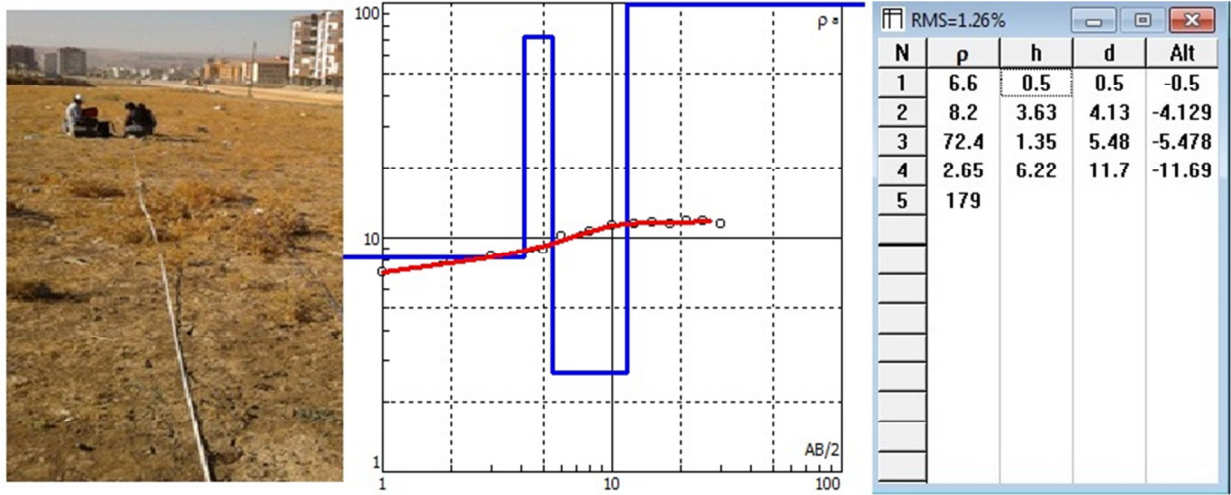
DES 1							
N	1	2	3	4	5	6	7
ρ	22,4	12,7	6,49	31,2	2,63	3,99	11,4
H	1,18	1,45	1,44	3,36	2,19	1,91	
D	1,18	2,63	4,07	7,43	9,62	11,5	
DES 2							
N	1	2	3	4	5	6	7
ρ	6,6	8,2	72,4	2,65	179		
H	0,5	3,63	1,35	6,22			
D	0,5	4,13	5,48	11,7			

Çalışma alanının DES-1 noktasında 50 m'lik bir açılım yapılarak yaklaşık 12 m'lik derinliğe kadar olan tabaklardan özdirenç değerleri elde edinilmeye çalışılmıştır. Bu noktada 7,43 m'den 9,62 m kadar olan düzeyde özdirenç değerleri 2,63 ohm-m olan, diğer tabakalara göre düşük özdirenç değerleri göstermiştir (Şekil 3.3).



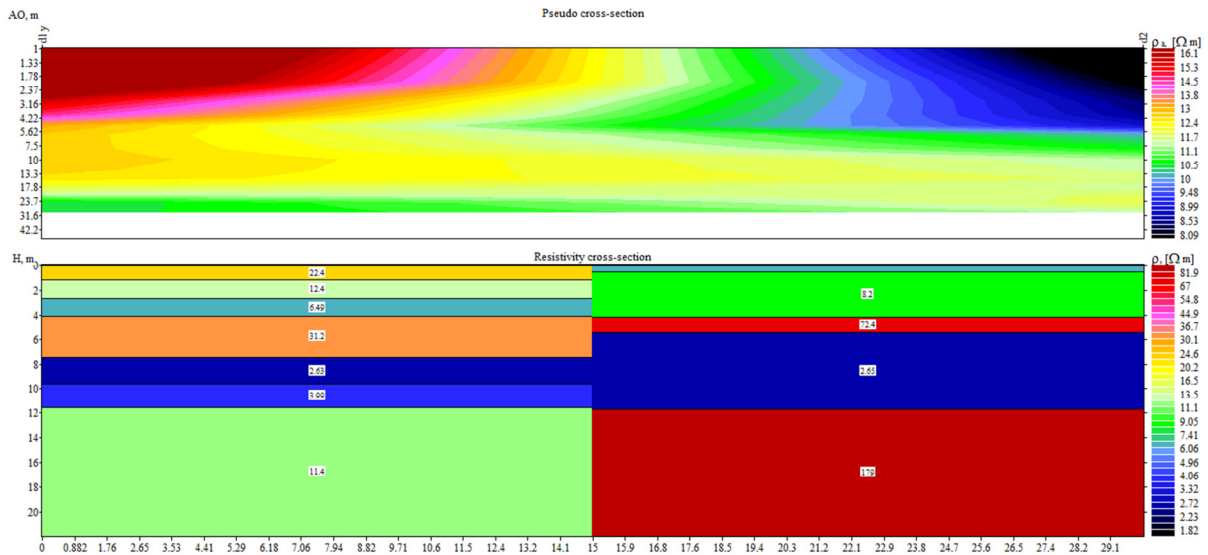
Şekil 3.3. DES-1 noktasından alınan rezistivite ölçüm değerleri ve (ρ,h,d) değerleri.

Çalışma alanının DES-2 noktasında çalışma alanının kısıtlı olmasından dolayı ancak 30 m'lik bir açılım yapılarak yaklaşık 12 m'lik derinliğe kadar olan tabaklardan özdirenç değerleri elde edinilmeye çalışılmıştır. Bu noktada 5,48 m'den 11,7 m kadar olan düzeyde özdirenç değerleri 2,65 ohm-m olan, diğer tabakalara göre düşük özdirenç değerleri göstermiştir (Şekil 3.4.).



Şekil 3.4. DES-2 noktasından alınan rezistivite ölçüm değerleri ve (ρ, h, d) değerleri

Des-1 ve Des -2 noktasından alınan ölçüm değerleri IP2win programı kullanılarak çalışma alanının yer elektrik kesiti oluşturulmuştur (Şekil 3.5). Sahada yapılan Düşey Elektrik Sondajı (DES) çalışması sonucunda elde edilen DES (Düşey Elektrik sondaj) kesitlerinde 6 m ile 9 m arasında görülen düşük öz direnç değerleri 6. metrede yeraltı suyu olabirliğini göstermektedir. Özellikle DES-1 noktasında 7,43 ile 9,62 metreleri arasındaki 2,63 ohm-m lik ve DES-2 noktasında 5,48 ile 11,7 metreleri arasındaki 2,65 ohm-m lik düşük öz direnç değerleri görülmektedir.



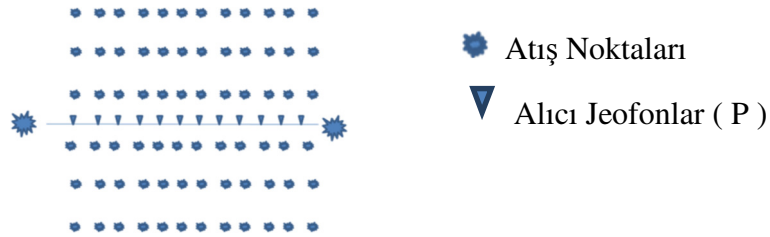
Şekil 3.5. Des-1 Des-2 Yer elektrik kesiti

3.1.2. Sismik Çalışmalar

İnceleme alanında zemin tabakalarının belirlenmesi, özellikleri ve sınırlarının anlaşılması için sismik yöntemlerden yararlanılmıştır.

3.1.2.1. Sismik kırılma yöntemi

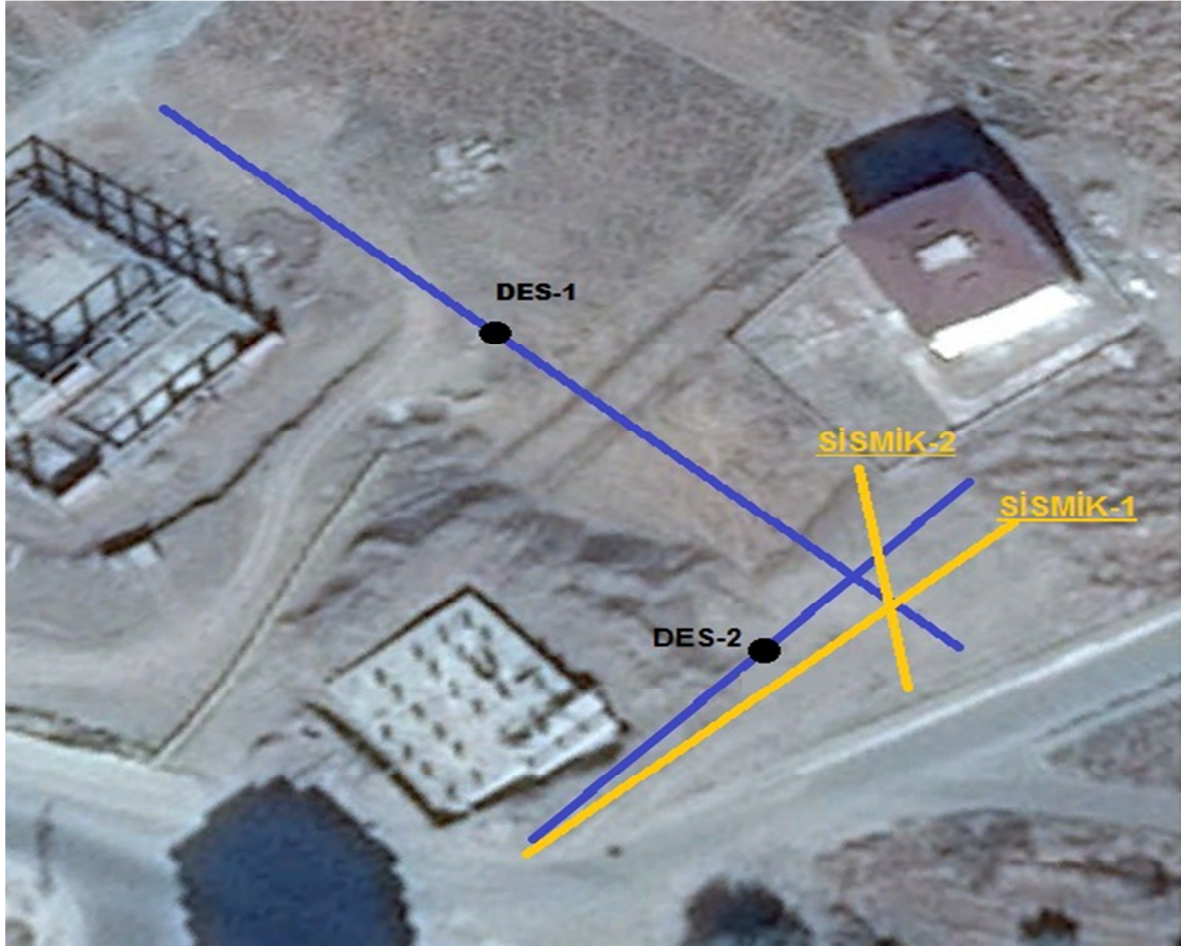
Sığ yeraltı yapısını araştırmak için çalışmalarda serim boyunca jeofonlar kullanılarak P ve S dalgası kayıtları alınmıştır. Her bir serimden elde edilen zaman-uzaklık grafikleri her bir tabakaya ait hız değerleri hesaplanmış ve sismik zemin kesiti çizilmiştir. Toplam 2 profilde Sismik kırılma ve 1 tomografi çalışması yapılmıştır. Profil uzunlukları 37-75 metre olup 30 m. metre derine kadar olan zemin parametreleri elde edilmiştir. Sismik tomografi yöntemi (Şekil 3.6) ile farklı atış noktalarından jeofonlara gelen ilk varışlardan hızların hesaplanarak, taranan alan içinde farklı hız değerleri gösteren ortamların belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.6. Sismik Tomografi Uygulaması şematik gösterimi.

Bu çalışma ile sahada 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, Vs30 hesaplanabilmiştir. Çalışmada; Seismic Source marka DATAQlink-III sismik ölçüm cihazı, 4,5 Hz jeofonlar ve diğer sismik ekipmanları kullanılmıştır. Ölçümlerden elde edilen kayıtlar yerinde kontrol edilmiş, arazide kaydedilen verilerin programda kullanılmak üzere seg2 formatına dönüştürülmesi ve profillerdeki her atışın tek tek geometrileri girilmesi gibi gerekli düzeltmelerden geçirildikten sonra elde edilen kırılma ölçümleri, dinamik ve elastik parametreler bilgisayar programları kullanılarak modelleme

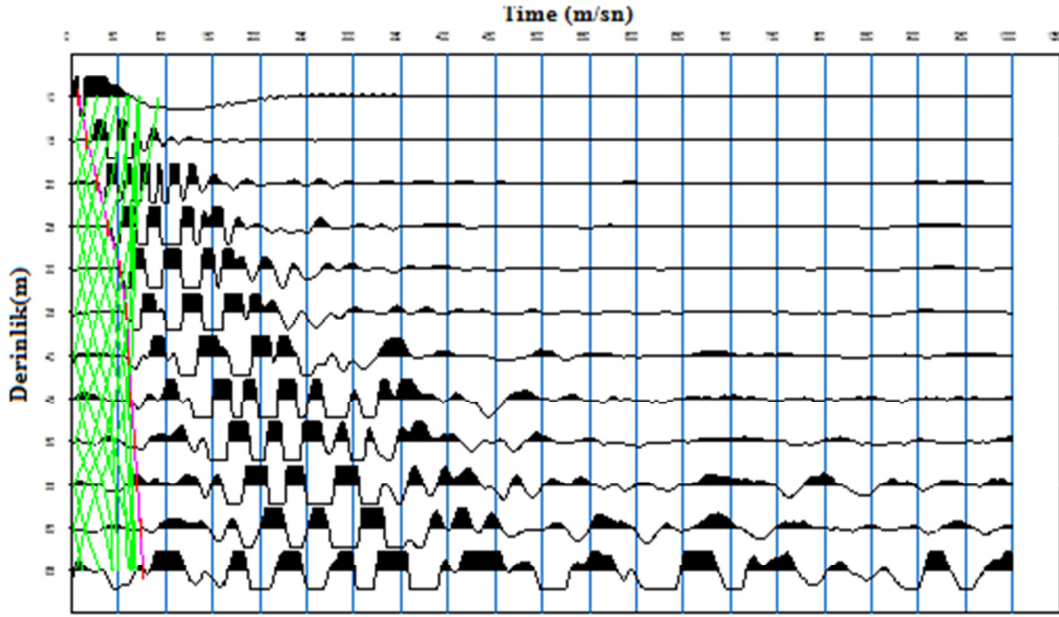
yapılmış, değerlendirmeye gidilmiş ve yorumlanmıştır. Toplam 2 profilde sismik kırılma çalışması yapılmıştır(Şekil 3.7).



Şekil 3.7. İnceleme alanındaki sismik profillerinin yer bulduru haritasında gösterimi

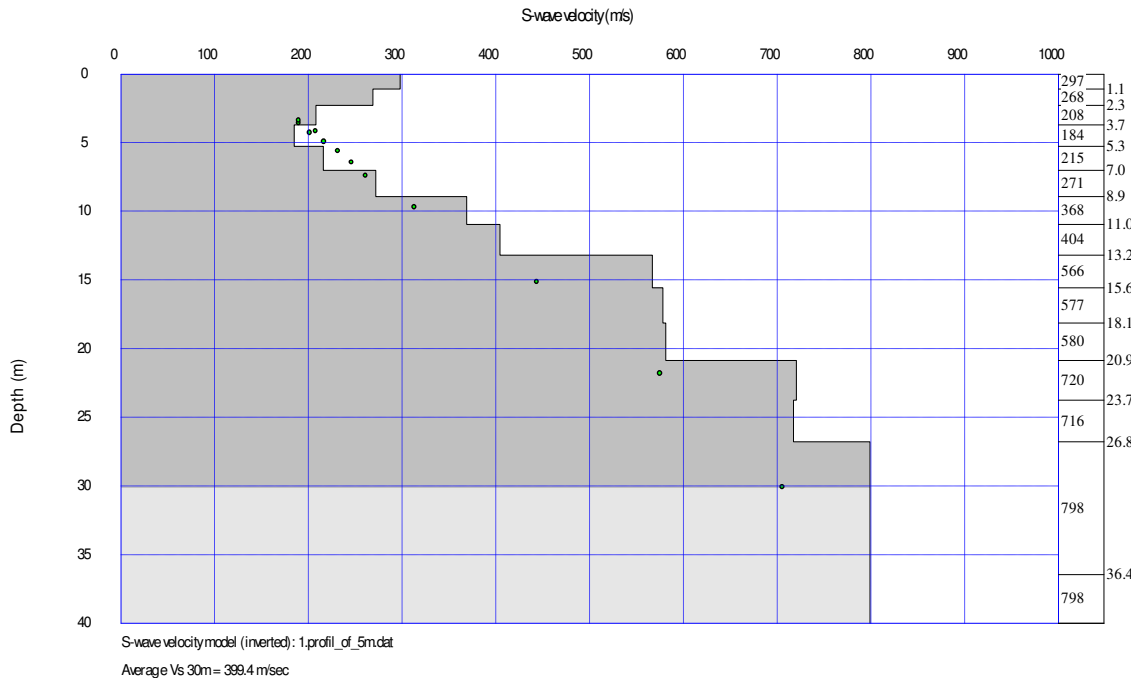
1.Profil

Çalışma alanında jeofon aralığı 5 metre, offset 10 metre seçilerek sismik-kırılma-MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) tomografi ölçümü gerçekleştirilen 1.profilin arazi kaydı alınmıştır (Şekil 3.8). Çalışma alanında alınan 1.profil de sismik kırılma-MASW- Multi Channel Analysis of Surface Waves tomografi çalışması yapılmış profil başında 4 atış profil sonunda 4 atış ve her jeofon aralığında 1'er atış yapılarak toplamda 19 noktada atış yapılmıştır.



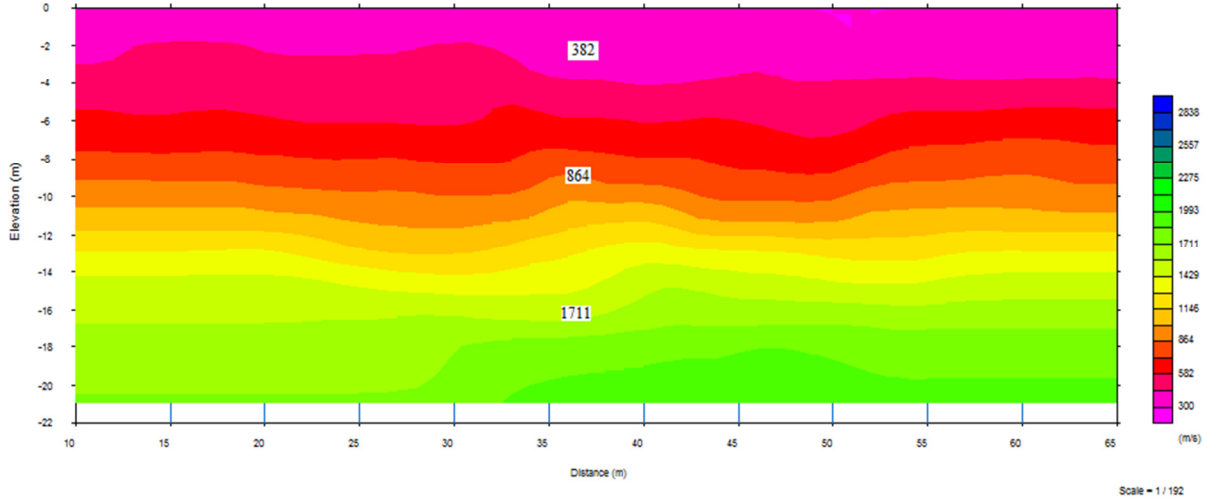
Şekil 3.8. Sismik Kırılma Kaydı-1: P Düz

Hesaplanan dispersiyon eğrisinden ters çözüm işlemi yapılarak, S dalgası değişimini gösteren yeraltı modeli elde edilmiştir (Şekil 3.9). Derinliğe bağlı S dalgası değişim modelinde 1,1 metre derinlikte V_s hızı 297 m/sn iken 5,7 metre derinlikteki V_s hızı 184 m/sn ve 8,9 metre derinlikte V_s hızı 271 m/sn dir. Derinliğe bağlı S dalgası değişim modelinde V_s hızı 1,1 metre ile 7 metre arasında azalmış ve 7 metreden sonra V_s hızı artarak derinlere doğru devam etmiştir. V_s hızındaki bu azalma suya dolgun birimleri veya belirtilen metrelerdeki derinliklerde suyun varlığını işaret ediyor olabilir.



Şekil 3.9. Derinliğe bağlı S dalgası değişim modeli

Sahada gerçekleştirilen kırılma-MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) ölçümleri neticesinde 1. Profilde ölçümlenen ilk tabaka 3,71 m. Derinliğe kadar yeraltında olup, $V_p= 382$ m/sn, $V_s= 185$ m/sn. hesaplanmıştır, hesaplanan S dalgası hız değerinden ve saha çalışmalarından alüvyonel zemin, devamında 8,90 m. derinliğe kadar devam eden ve 864 m/sn P hızı ve 369 m/sn S hızına sahip orta sıkı birimler yeraltındadır. Altında yeraltında ve $V_p= 1711$ m/sn ve $V_s= 799$ m/sn hızları ile sıkı birimler olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.10).

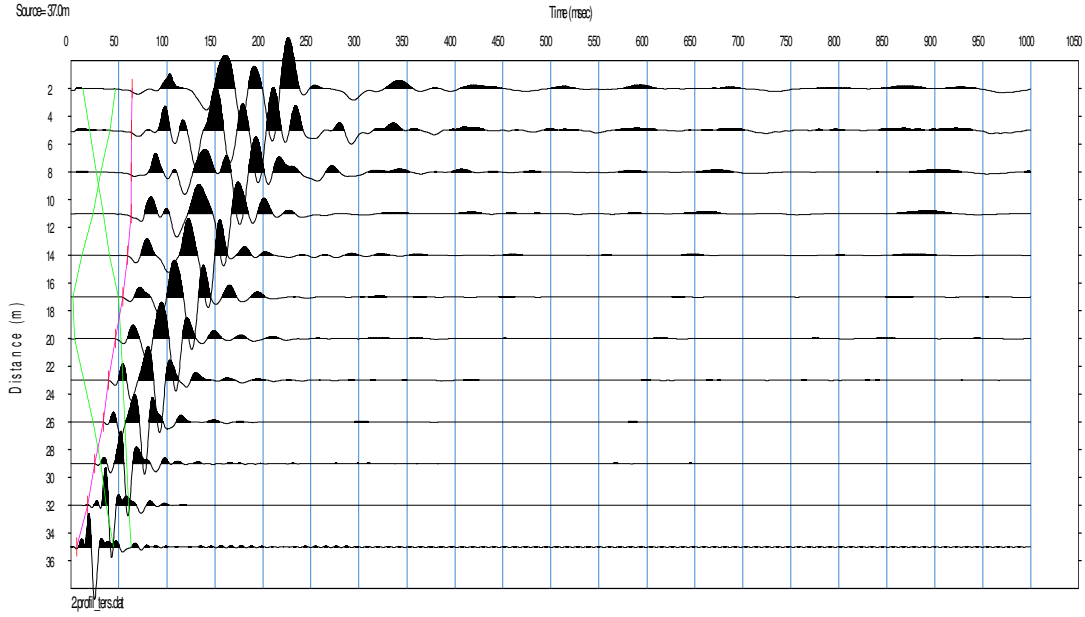


Şekil 3.10. P dalgası tabakalı yer altı modeli

Ayrıca 1.profil yüzey seviyesi için hesaplanan değerler şöyledir; 30 m. derinlik için ortalama kayma dalgası hızı V_{s30} m.= 495 m/sn. Saha da ölçü kotunda zemin hakim periyodu yüzey seviyesinde $T_0= 0,34$ sn dir. 1.profil temel derinliği $D_f=3,00$ m. için ise ;30 m derinlik için ortalama kayma dalgası hızı $V_{s30m}= 561$ m/sn, temel kotunda zemin hakim periyodu $D_f= 3,00$ m seviyesinde $T_0= 0,29$ sn dir.

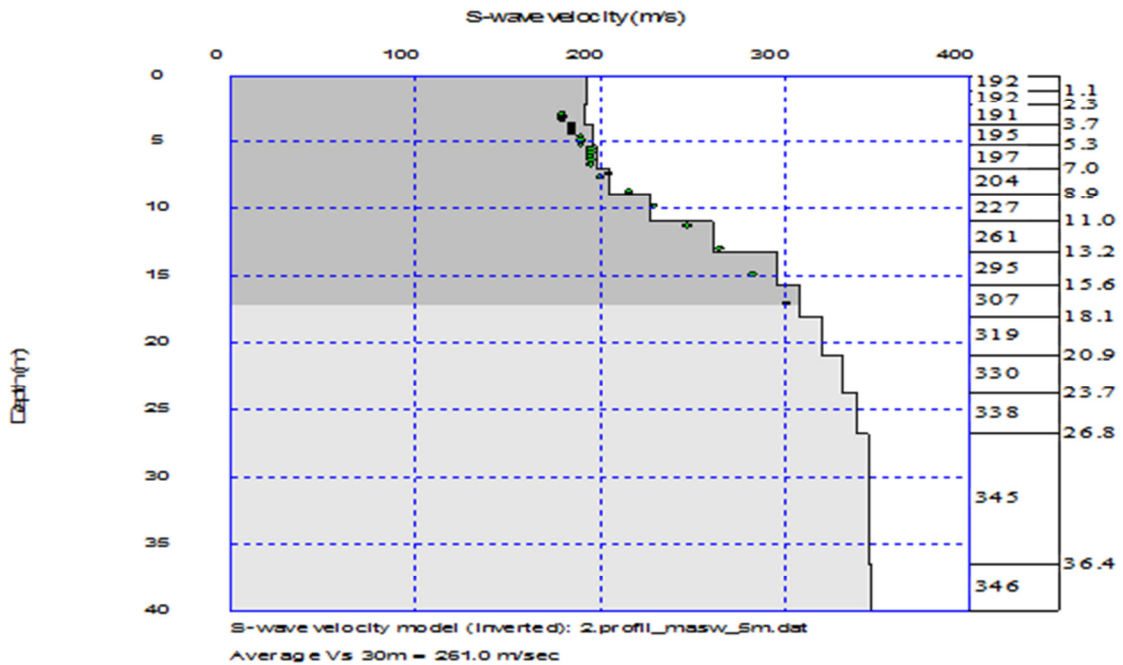
2. Profil

Çalışma alanında jeofon aralığı 3 metre, offset 2 metre seçilerek alınan sismik-kırılma-MASW ölçümü gerçekleştirilen 2. Profilin arazi kaydı alınmıştır (Şekil 3.11). Çalışma alanında alınan 2. profil de sismik kırılma-MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) çalışması yapılmış profil başında 1 atış profil sonunda 1 atışve 1 orta atış yapılarak toplamda 3 noktada atış yapılmıştır.



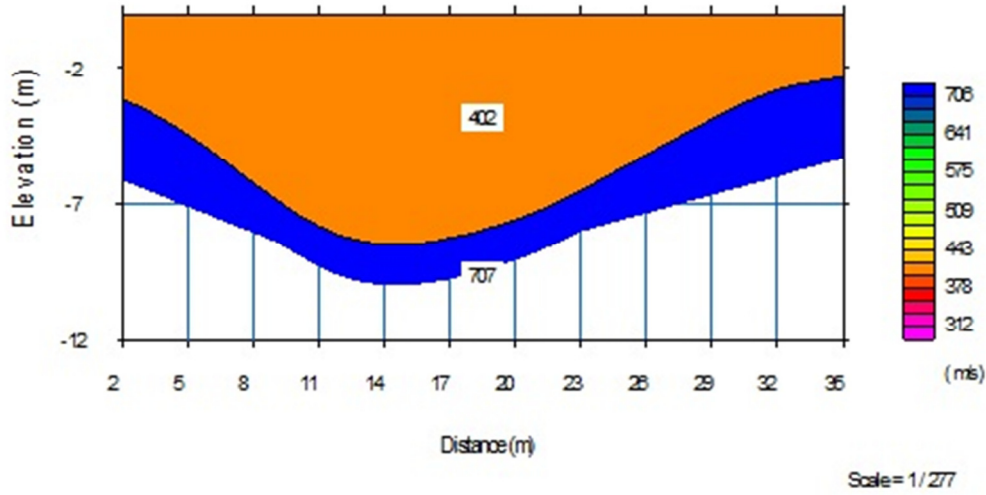
Şekil 3.11. Sismik Kırılma Kaydı-2: P Ters

Hesaplanan dispersiyon eğrisinden ters çözüm işlemi yapılarak, S dalgası değişimini gösteren yeraltı modeli elde edilmiştir. Derinliğe bağlı S dalgası değişim modelinde 2,3 metre derinlikte V_s hızı 192 m/sn, 8,9 metre derinlikte V_s hızı 204 m/sn dir. Derinliğe bağlı S dalgası değişim modelinde V_s hızı aratarak derinlere doğru devam etmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Derinliğe bağlı S dalgası değişim modeli

Sahada gerçekleştirilen kırılma-MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) ölçümleri neticesinde 2. Profilde ölçümlenen ilk tabaka 5,27 m. derinliğe kadar yer almakta olup, $V_p= 402$ m/sn ve $V_s= 198$ m/sn, S dalgası hızları ile gevşek birimler olduğu belirlenmiştir. Altında yer alan ve $V_p= 707$ m/sn ve $V_s= 295$ m/sn hızları ile orta sıkı birimler olduğu belirlenmiştir. P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti (Şekil 3.13)'de görülmektedir.



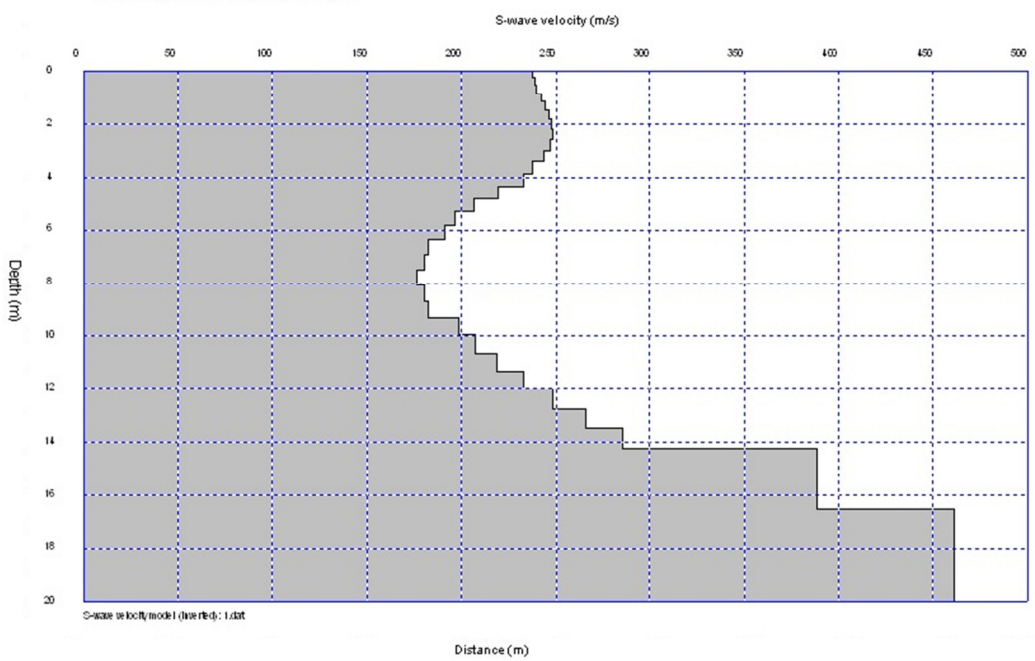
Şekil 3.13. P dalgası hızlarından elde edilen zemin kesiti

Ayrıca 2. profil yüzey seviyesi için hesaplanan değerler şöyledir; 30 m. derinlik için ortalama kayma dalgası hızı $V_{s30m.} = 278$ m/sn. Saha da ölçü kotunda zemin hakim periyodu yüzey seviyesinde $T_0 = 0,68$ sn dir. 2. profil temel derinliği $D_f = 3,00$ m. için ise; 30 m. derinlik için ortalama kayma dalgası hızı $V_{s30m.} = 293$ m/sn. temel kotunda zemin hakim periyodu $D_f = 3,00$ m seviyesinde $T_0 = 0,65$ sn dir.

Yapılan sismik çalışma sonucunda çalışma alanından kaynaklı farklı profil uzunlukları seçilmiştir. 1. profil 75 m iken 2. profil 37 m dir. Bu iki profil arasındaki 1. profilin $t_0: 0,29$ iken 2. profilin $t_0: 0,65$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken 50 metreye kadar olan hızlar hesaplandığı için, 1. profil daha uzun olduğundan derindeki kayayı görebilmiş, 2. profil ise bu derinliği görememiştir. Zemin hakim periyotlarındaki (T_0) farkı buradan kaynaklanmaktadır.

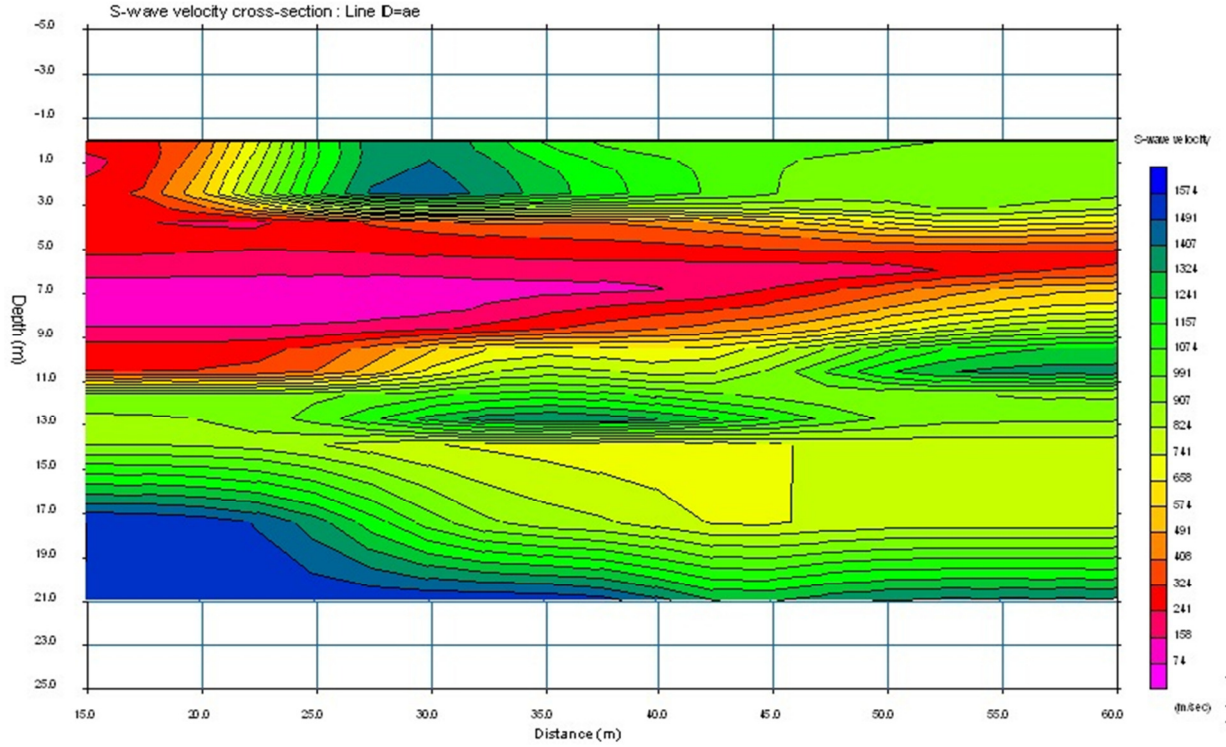
3.1.2.2. 2-D (İki boyutlu) MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves)

1.profil verileri kullanılarak 2 boyutlu masw değerlendirilmesi yapılmış ve aşağıdaki derinliğe bağlı S dalgası değişim modeli elde edilmiştir. Bu kesitte 6m ile 9 m arasında S dalgası hızının düştüğü görülmüştür (Şekil 3.14).



Şekil 3.14.Derinliğe bağlı S dalgası değişim modeli.

1.profil tomografi çalışmasından elde edilen veriler değerlendirilerek derinliğe bağlı S dalgası değişim modeli elde edilmiş. Derinliğe bağlı S dalgası değişim modelinden elde edilen 2.boyutlu MASW (Multi Channel Analysis of Surface Waves) kesiti aşağıda verilmiştir. Bu kesitte 6m ile 8m derinlikleri arasında; Vs hızları 158 ila 74 m/sn arasında değişen düşük hızlar göstermiştir. Vs hızındaki bu değişim, suya dolgun birimleri veya belirtilen metrelerdeki derinliklerde suyun varlığını işaret ediyor olabilir (Şekil 3.15).



Şekil 3.15. 2-boyutlu MASW 8(Multi Channel Analysis of Surface Waves) modeli.

4. SONUÇLAR

İnceleme alanında yapılan ölçümlerde elde edilen V_p ve V_s hız değerleri ve bu hız değerlerine bağlı olarak her tabaka için hesaplanan ortalama zemin dinamik elastik parametreleri; V_s (Mas-w) ve V_p /Refraction) hızları kullanılarak Poisson Oranı (u)= $\{1-2(V_s^2/V_p^2)/[2-2(V_s^2/V_p^2)]\}$, Dinamik Kayma modülü (G) = $d.V_s^2 \text{ kg/cm}^2$, Dinamik Elastisite Modülü (E)= $2(1+u) G\text{kg/cm}^2$, Dinamik Bulk Modülü (k)= $\{2(1+u)G\}/\{3(1-2u)\}\text{kg/cm}^2$, Zemin Titreşim Periyodu (T_0)= $\Sigma 4h / V_{s,n}$, $V_{s30} = 30/(\Sigma_{i=1,N} (h_i/V_s)) \text{ m/sn}$. Parametreler Tablo 4.1 'de verilmiştir.

Tablo.4.1. V_p ve V_s dalga hızlarına göre hesaplanan zemin dinamik parametreleri

Tabaka Sayısı		V_p (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	382	3,71	0,35	2,07	583	1571	1717
	2. Ortam	864	8,90	0,39	2,34	2455	6819	10221
	3. Ortam	1711		0,36	2,14	12632	34377	41136
2. Profil	1. Ortam	402	5,27	0,34	2,03	669	1794	1794
	2. Ortam	707		0,39	2,40	1546	1546	4313

Bilindiği gibi Batman ili ikinci dereceden deprem bölgesinde yer almaktadır ve etkin yer ivmesi katsayısı 0.30 g dir. Yapılan jeofizik etüt sonucunda; 30 m. derinlik için ortalama kayma dalgası hızlarına göre V_s 30 değerlerine göre ve üst seviyede yer alan birimlerin S dalgası hızlarına göre; saha C zemin grubunda yer almakta olup, elde edilen zemin hakim periyotlarının 0,29 - 0,65 sn. aralığında olması dikkate alındığında yerel zemin sınıfı Z3 tür.

Alanda gerçekleştirilen Sismik kırılma ve Yüzey Dalga Analizi çalışmalarına göre sismik hız değerleri açısından 3 farklı ortam tespit edilmiştir. Bunlar: Birinci tabaka $V_s = 185 - 198$ m/sn ve $V_p = 382 - 402$ m/sn çok gevşek zemin yapısını temsil etmektedir. İkinci tabaka $V_s = 369 - 295$ m/sn ve $V_p = 864 - 707$ m/sn gevşek birimleri temsil etmektedir. Üçüncü tabaka, $V_s = 799$ m/sn ve $V_p = 1711$ m/sn sıkı birimleri temsil etmektedir. Sismik kayma dalgası hızına bağlı olarak yapılan sıvılaştırma analizlerinde risk beklenmemektedir.

Sahada 2 lokasyonda Düşey Elektrik Sondajı (DES) yapılmıştır. Sismik çalışmalarda üstteki birimler gevşek zemin yapısındadır. Yapılan Düşey Elektrik Sondaj (DES) çalışması neticesinde, Sismik profillerde görülen 3. ortamın temsil ettiği sıkı zeminin 11.7 m. derinlikten itibaren derinlere devam ettiği belirlenmiştir. Sahada yapılan Düşey Elektrik Sondajı çalışması sonucunda elde edilen Düşey Elektrik sondaj (DES) kesitinde 6 m ile 9 m arasında görülen düşük öz direnç değerleri 6 metrede yeraltı suyu olabilirliğini

göstermektedir. Değerler sondaj verileri ile korele edilmeli yeraltı suyu varsa drenaj işlemleri uygulanmalıdır. Yüzey, çevre drenajı ile yapılar yüzey ve yeraltı sularına karşı önlemler alınarak korunmalıdır. Dolgu zemin taşıyıcı özelliği taşımadığından dolayı yapı temelleri veya yükleri taşıma gücü problemi bulunmayan birimlere taşıtılmalı veya oturtulmalıdır. Bölgede çeşitli yüzey kırıkları ve faylar bilinmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın değerlendirilmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen *Şehmus YILDIRIM*, *Serhan GÖREN* ve çalışma için veri temini konusunda emeği geçen *Havin Zemin İnceleme ve Mühendislik A.Ş.*'ye teşekkürlerimizi sunarız.

5.KAYNAKLAR

- [1] **Açıkbaş, D., Baştuğ, C., 1975**, V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeoloji Raporu ve petrol olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 917, 45 s., Ankara
- [2] **Biçer, Z., 1981**, Sason-Kozluk-Baykan yörelerinde Tersiyer sürüklenim örtüleri altındaki otokton istifin fasiyes özellikleri ve petrol olanakları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1605, 22 s., Ankara.
- [3] **Bolgi, T., 1961**, V. Petrol Bölgesi seksiyon ölçmeleri AR/TPO/261 nolu saha ile Reşan-Dodan arası batısındaki sahanın strüktürel etüdları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 162, 52 s., Ankara.
- [4] **Eren, A., Sarı, R., 1984**, Güneydoğu Anadolu'da X.Bölgenin jeolojik evrimi ve petrol potansiyeli I: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1867, 52 s., Ankara.
- [5] **Eren, Y, Nalbantçılar, T, M., Beyaz, T., Dinç, S., Ünal, M., Arslan, Ş., Polat, S, 2011**, Esentepe(Gültepe/Batman) çukurunun oluşum mekanizması, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi
- [6] **Herece, E. ve Akay, E. (1992)** Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı, Türkiye 9. Petrol Kongresi, 361-372.
- [7] **İmamoğlu, M. Ş. (1993)**. "Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı (K.Maraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi." Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [8] **İmamoğlu, M.Ş. (1996)** Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 11, 176-184.
- [9] **Özçep F., Aşçı M., Alpaslan N., Yas T, Gündoğdu D. (2005)**. Statik ve dinamik (deprem) etkiler altında zemin davranışları, Kocaeli Deprem Sempozyumu.

[10] **Perinçek, D., 1979f**, Hazro, Korudağ-Çüngüş, Maden, Hazar, Elazığ, Malatya dolayının jeolojisi: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1395, 62 s.

[11] **Perinçek, D.,(1980 a)**,“Bitlis MetamorfitlerindeVolkanitliTriyas”, TürkiyeJeoloji Kurumu Bülteni, Cilt: 23, Sayı: 2, s. 30–57, Ankara.

[12] **Perinçek, D., 1989**, Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, yapısal özellikleri, petrol imkanları: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 2545, 127 s., Ankara.

[13] **Perinçek, D., 1990**, Hakkari ili dolayının stratigrafisi, GDA Türkiye: TPJD Bülteni, cilt. 2/1, 21-68. s., Ankara

[14] **Perinçek, D. ve Eren, A. G. (1990)** Doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik Havzası'nın kökeni, 8. Petrol Kongresi , 180-192.

[15] **Savcı, H., Dülger, S., 1980**, Cacas-Sason-Kozluk dolayının jeoloji incelemesi ve petrol olanaklarının araştırılması: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1442, 41 s., Ankara

[16] **Şengör, A. M. C. (1980)** Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40, Ankara.

[17] **Tuna, D., 1973**, VI. Bölge litostratigrafi birimleri adlamasının açıklayıcı raporu: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 813, 131 s., Ankara.

[18] **Yılmaz, Y., 1982**, Amonos dağlarının tektoniği: TPAO Arama Grubu, Rapor no. 1653, 91 s., Ankara. Dow, W.G., 1978, Petroleum source beds on Continentals lopandrises: AAPG Bull., 6, 9, 1584-1606.

[19] **Yılmaz, E. , Duran, O. (1997)** Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü, syf. 241, T.P.A.O. Arş. Merk. Grubu Başkanlığı Eğitim Yay. No: 31, Ankara.

[20] <https://www.google.earth>